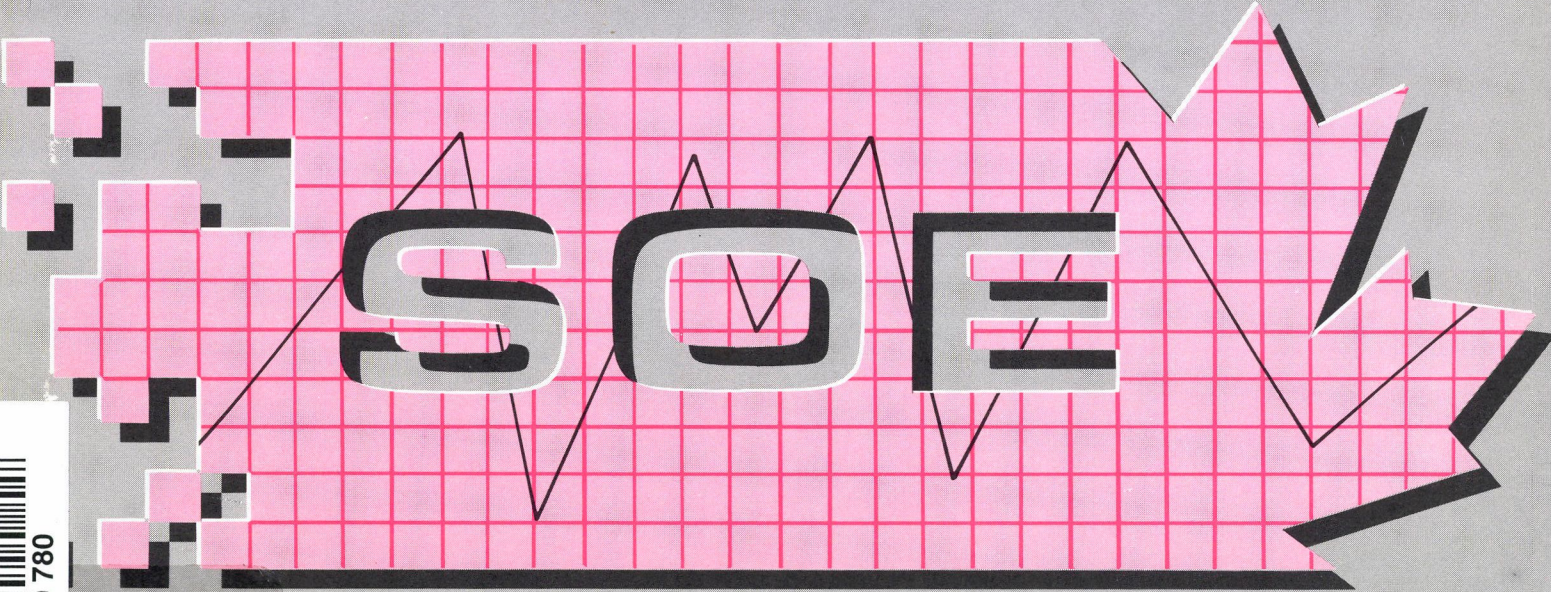
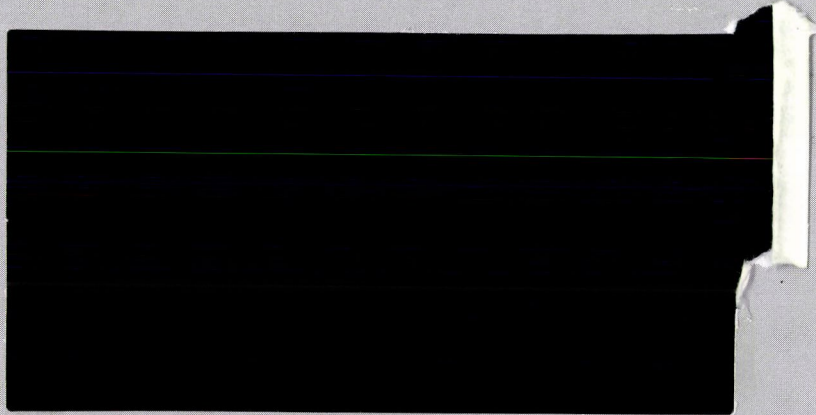




Environment
Canada

Environnement
Canada



Rég. Québec Biblio. Env. Canada Library



38 510 780

FC
2759
.E2
E91
Ex.



State of the Environment Reporting
Corporate Policy Group

Canada

FC
2759
E2
E91
EX. A

3001653D

**ÉVALUATION ET CARTES SYNTHÈSES
DE L'ATLAS SUR L'ÉTAT DE
L'ENVIRONNEMENT DU
FLEUVE SAINT-LAURENT**

rapport n° 14

**préparé par la
Division des stratégies et méthodes scientifiques**

octobre 1989

**Stratégies et méthodes scientifiques
Direction de l'état de l'environnement
Service canadien de la faune**

**Environnement Canada
Rapport technique n° 14**

PRÉFACE

Cet texte fait partie originellement de l'atlas sur l'état de l'environnement du fleuve Saint-Laurent. Cet atlas a été produit sous la responsabilité de la Direction de l'état de l'environnement, Division des stratégies et des méthodes scientifiques, Environnement Canada. La réalisation de cet ouvrage a été rendue possible grâce aux contributions du Centre Saint-Laurent de Montréal et de Québec, à la collaboration des détenteurs de banque de données sur le fleuve et aux conseils scientifiques prodigués par le personnel d'Environnement Canada à Hull.

Sur la base d'un projet pilote, ce document a été entrepris dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent. Ce texte d'évaluation de l'atlas et les quatre cartes synthèses qui l'accompagne se veulent une démonstration d'une approche visant à établir l'état de l'environnement du fleuve Saint-Laurent. Par une approche intégrée et intersectorielle cet atlas met en lumière les associations spatiales possibles entre les stress des activités humaines et leurs effets sur certaines composantes environnementales. Ce document est fondé sur des données disponibles à ce jour (janvier 1989). Même si dans plusieurs cas ces données n'étaient pas appropriées ou adéquates, elles ont quand même permis de démontrer l'utilité d'une approche intégrée et intersectorielle à l'élaboration d'un bilan sur l'environnement.

La gestion du projet a été assurée par Ron Gélinas. Plusieurs personnes ont contribué à la réalisation de cet atlas :

Guy Bélanger - coordination et rédaction;
Yves Desjardins - recherche;
Sylvain Hotte - obtention des données et cartographie numérique (SPANS);
Natalie Lemay - rédaction;
Richard Post - analyse spatiale et cartographie numérique (SPANS).

TABLE DES MATIÈRES

	<u>PAGE</u>
1.0 INTRODUCTION	
1.1 Antécédents	1
1.2 But et objectifs	2
2.0 MÉTHODOLOGIE	
2.1 Approche intégrée et intersectorielle	4
2.2 Revue de la littérature	4
2.3 Cadre organisationnel	4
2.4 Inventaire et obtention des données	5
2.5 Constitution de la banque de données spatiale intégrée	5
2.6 Classification et réduction	6
2.7 Cartographie	7
2.8 Intégration et associations spatiales	7
3.0 L'ATLAS	
3.1 Synthèse sectorielle des stress et des effets potentiels des activités agricoles	11
3.2 Synthèse des stress et des effets potentiels urbains	14
3.3 Synthèse des stress potentiels des activités agricoles et lieux de concentration élevée de ressources naturelles	17
3.4 Synthèse des stress potentiels urbains et lieux de concentration élevée de ressources naturelles.....	19
4.0 ÉVALUATION	
4.1 Discussion des résultats	21
4.2 Limites de l'interprétation et résultats	23
Les données	23
Disponibilité	23
Couverture géographique	24
Conformité temporelle	24
Pertinence	24
Crédibilité	25
Cartographie	25
Données ponctuelles	25
Cadres spatiaux	25
Classification	26
Intégration	26
4.3 Sommaire	27

TABLE DES MATIÈRES (Suite)

	<u>PAGE</u>
5.0 BIBLIOGRAPHIE	29
6.0 ANNEXE 1	31
ANNEXE 2	35

LISTE DES CARTES

	<u>PAGE</u>
. Synthèse des stress et des effets potentiels agricoles	13
. Synthèse des stress et des effets potentiels urbains	16
. Synthèse des stress potentiels des activités agricoles et lieux de concentration élevée de ressources naturelles	18
. Synthèse des stress potentiels urbains et lieux de concentration élevée de ressources naturelles	20

LISTES DES FIGURES

<u>FIGURE</u>	<u>TITRE</u>	<u>PAGE</u>
1.	Organisation graphique des indicateurs de stress, effets et ressources naturelles	9
2.	Organisation graphique des synthèses finales	10

**EVALUATION ET CARTES SYNTHÈSES DE
ATLAS SUR L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT
DU FLEUVE SAINT-LAURENT**

1.0 INTRODUCTION

1.1 Antécédents

Depuis quelques années, de nombreux pays et organismes publient des bilans sur l'état de l'environnement. Ces rapports, en plus de nous donner un aperçu général des conditions environnementales, donnent l'occasion de faire le point sur l'état des connaissances environnementales et aident à établir les priorités des actions à prendre de même qu'à les évaluer. Ce type de rapport, nous permet de rencontrer un des principaux objectifs des bilans environnementaux qui est de répondre à l'intérêt grandissant des Canadiens sur leur milieu en leur communiquant l'état des conditions environnementales.

Originellement, ce texte accompagne L'atlas sur l'état de l'environnement du fleuve Saint-Laurent préparé par la Division des stratégies et méthodes scientifiques. Étant donné les coûts de reproduction élevés de l'atlas, nous retrouvons dans ce présent document que le texte de l'évaluation de l'atlas ainsi que les quatre cartes synthèses finales. Cet atlas illustre les stress et les effets pouvant affecter la vie du fleuve. Il examine les stress imposés par les différentes activités humaines sur l'environnement du fleuve et met en lumière des associations spatiales possibles entre les stress et les effets sur certaines composantes environnementales. Il contient 67 cartes (voir annexe 1) et est divisé en trois parties; les activités humaines (stress), l'état de l'environnement (effets et ressources naturelles) et une analyse intersectorielle combinant les stress, les effets et certaines ressources naturelles.

Partie intégrante d'un vaste programme d'intervention élaboré par les gouvernements du Québec et du Canada, auquel participe plusieurs partenaires, cet atlas se veut un bilan environnemental de l'état du fleuve Saint-Laurent. Conscient de l'ampleur des travaux à effectuer afin d'améliorer la santé du fleuve et de l'importance d'avoir une image compréhensive de la situation actuelle de celui-ci, cet atlas informatisé issu d'une approche intersectorielle, nous livre un aperçu général des conditions environnementales du fleuve Saint-Laurent.

Les quatre cartes synthèses présentées dans la troisième partie de ce document ont été générées afin de présenter une vue générale de la situation des stress et des effets des activités humaines sur les conditions environnementales du fleuve Saint-Laurent. Les cartes synthèses de ce document de même que toutes les cartes contenues dans l'atlas sur l'état de l'environnement du fleuve Saint-Laurent sont fondées sur les données disponibles à ce jour (janvier 1989).

1.2 But et objectifs

Le but central de cette étude est de démontrer l'utilité d'une approche intégrée et intersectorielle à la production d'un atlas sur l'état de l'environnement du fleuve Saint-Laurent.

Parler du fleuve Saint-Laurent c'est tenir compte de l'impact de plusieurs processus reliés aux activités humaines se déroulant dans les bassins versants de ses tributaires. C'est donc reconnaître l'importance des différents bassins versants secondaires qui forment le grand bassin versant du fleuve. L'état de ces eaux est le résultat complexe d'interactions constantes des facteurs abiotiques, biologiques et humains qui se produisent non seulement sur ses rives mais également loin de celles-ci, à l'intérieur des terres. "En effet, si l'on veut intervenir en vue de rétablir l'équilibre du Saint-Laurent on constate rapidement qu'on ne peut dissocier le fleuve du vaste réseau hydrographique auquel il appartient" (Centre Saint-Laurent, 1989).

L'approche utilisée est intégrée et intersectorielle c'est-à-dire qu'elle ne s'attarde pas à une partie de cet écosystème, mais se penche sur l'objet à l'étude en le considérant comme un tout indissociable de ses parties. Cette conception de l'environnement du fleuve fait partie d'une perspective écosystémique qui nous aide à mieux percevoir la réalité.

Afin d'atteindre le but proposé par ce projet, les objectifs suivants ont été proposés.

- . **Évaluer l'état des connaissances en compulsant la littérature sur les causes et facteurs des changements environnementaux et de leurs effets sur l'environnement du fleuve Saint-Laurent;**

La révision de la littérature traitant du fleuve Saint-Laurent a permis d'améliorer notre compréhension des interrelations des activités humaines (stress) et des conséquences (effets) qu'elles ont sur l'environnement.

- . **Adapter un cadre organisationnel faisant la distinction entre les indicateurs de stress et les indicateurs d'effets;**

Un cadre organisationnel qui fait la distinction entre les indicateurs de stress et les indicateurs d'effets est un outil qui nous aide à augmenter nos connaissances des relations causes/effets afin de mieux comprendre l'état de l'environnement et de pouvoir agir en conséquence en maximisant l'impact des mesures à prendre.

- . **Établir un inventaire de données disponibles et obtenir toutes les données (indicateurs et seuils critiques) pertinentes et les plus représentatives de la situation environnementale du fleuve Saint-Laurent;**

Ces données (indicateurs et seuils critiques) sont nécessaires à la vérification des hypothèses énoncées ou la formulation de nouvelles hypothèses nécessitant des analyses plus détaillées.

. Créer une banque de données spatiale intégrée;

L'existence d'une importante masse de données sur l'environnement recommandait la création d'une banque de données intégrées. Toutes les données utilisées dans ce document ont été rassemblées en une banque de données uniformisées (échelle, format, projection, etc.) afin de les rendre maniables et de permettre l'intégration.

. Intégrer les données et les cartographier;

L'intégration des données et la cartographie ont rendu possible l'étude des associations spatiales entre les indicateurs de stress, les indicateurs d'effets et certaines ressources naturelles. Cette cartographie facilite la compréhension des relations stress/effets en nous informant sur les associations spatiales possibles, et sur les ressources à risque en combinant les stress et certaines ressources naturelles.

2.0 MÉTHODOLOGIE

2.1 Approche intégrée et intersectorielle

L'environnement est un système complexe de composantes interreliées peu commode à évaluer et dont il est difficile de faire la synthèse. L'approche traditionnelle souvent utilisée pour étudier un système complexe comme l'environnement, consiste à le diviser en composantes spécifiques plus maniables telles que l'air, la terre, l'eau, la flore (approche réductionniste). Il est cependant admis aujourd'hui qu'une telle approche ne peut nous mener à une bonne compréhension des conditions et des tendances environnementales. Pour bien comprendre l'état de l'environnement, il est nécessaire d'adopter une approche holistique pour étudier les interrelations entre les activités humaines et les conditions environnementales.

Le but visé par ce document est de permettre une meilleure lecture de quelques éléments interdépendants dans le cadre de ces interrelations, plus précisément sur les relations intersectorielles entre les activités humaines d'une part, et de la qualité de l'environnement du fleuve d'autre part. Selon le rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (rapport Brundtland), lorsqu'on se penche sur les problèmes de l'environnement, un exemple d'un manque de souplesse est "...la tendance à traiter un secteur environnemental isolément, sans reconnaître l'importance des liaisons intersectorielles" (Notre avenir à tous, 1987).

2.2 Revue de la littérature

La première étape a été d'entreprendre une revue de la littérature afin de s'informer sur les problèmes environnementaux inhérents au fleuve et d'établir l'état des connaissances sur les interrelations entre les activités humaines et l'état de l'environnement.

Il sagissait de faire la révision des documents traitant de l'environnement du fleuve et particulièrement des problèmes engendrés par les activités humaines. Cette recherche bibliographique nous a permis de compiler plusieurs documents sur la question environnementale du fleuve. Ce tour d'horizon de cette littérature s'avérait essentiel étant donné l'aspect fragmentaire du corpus environnemental.

A cause de la quantité importante de documents et d'articles de périodiques offrant un traitement très spécialisé sur les sujets environnementaux, on a procédé à un exercice de synthèse afin de rassembler l'essentiel de ces publications. Le résultat de cette synthèse apparaît dans un rapport intitulé **Rapport sur les processus naturels et les activités humaines et leurs effets sur l'environnement du Saint-Laurent (Desjardins, 1989)**.

2.3 Cadre organisationnel

Suite à une revue de la littérature, la prochaine étape a consisté à adapter un cadre organisationnel (Groupe d'étude de l'établissement d'un bilan de l'environnement, 1987) qui fait la distinction entre les indicateurs de stress et les indicateurs d'effets. Ce cadre (annexe 1)

sert de guide dans le choix des indicateurs stress/effets les plus représentatifs de l'environnement et, nous aide à comprendre le pourquoi des conditions environnementales existantes.

2.4 Inventaire et obtention des données

Les données sont nécessaires pour confirmer les hypothèses ou pour en formuler de nouvelles. Une attention particulière a été accordée à la nature des données, c'est-à-dire à toutes les questions entourant la constitution et la validité de celles-ci. L'utilisation de ces données dans le cadre d'une approche intégrée et intersectorielle doit répondre à certains critères :

- conformité temporelle;
- couverture géographique;
- crédibilité;
- pertinence avec les objectifs.

On a complété un inventaire de données environnementales et on a comparé les données existantes sur l'environnement du fleuve aux données idéales suggérées par le cadre organisationnel. C'est par cette étape que l'on s'est rendu compte que malgré l'importance de la masse de données disponibles, rares sont les données répondant aux critères mentionnés ci-haut.

En général, les données socio-économiques étaient disponibles pour toute l'étendue de la région d'étude et pour différentes périodes de temps. Cependant, les données étaient parfois inexistantes ou ne couvraient pas la période désirée pour certaines données environnementales, par exemple, la qualité des sédiments de fond et la qualité de l'eau du fleuve.

Cet atlas est fondé sur les données disponibles qui dans plusieurs cas, n'étaient pas appropriées ou adéquates. Cependant, ces données nous ont permis de démontrer une approche intégrée et intersectorielle.

Dans un atlas de ce genre, il serait intéressant, d'étudier les tendances temporelles et spatiales des conditions environnementales. Mais étant donné le but de ce projet, ceci n'était pas vraiment nécessaire. De plus, les techniques d'analyses temporelles sont déjà reconnues et la période accordée pour compléter cet étude ne le permettait pas.

Les titres et descriptions des banques de données qui ont servies à la production de cet atlas se retrouvent dans un document intitulé **Rapport d'inventaire sur les données (Desjardins, 1989)**.

2.5 Constitution de la banque de données spatiale intégrée

Un atlas comme celui-ci n'aurait pu être réalisé sans le concours d'un système d'information géographique. Le SIG utilisé dans ce cas, se spécialise dans l'analyse spatiale. Avec le logiciel SPANS, il a été possible d'uniformiser les diverses données afin de les rendre maniables et opérationnelles dans le contexte d'une étude intégrée et intersectorielle. Par exemple SPANS nous a permis de :

- numériser et de capter les données spatiales;
- d'intégrer les données dans une banque de données informatisées;
- de rendre conforme les projections, les échelles et les formats des données descriptives, etc.

Une fois les données uniformisées, il a été possible d'étudier les associations spatiales entre les indicateurs de stress et d'effets et, les relations entre les stress et les ressources naturelles.

2.6 Classification et réduction

Toute cartographie requiert une certaine réduction de données. Il est pratiquement impossible de cartographier toutes les valeurs individuelles d'un phénomène. La cartographie demande donc une simplification des données afin d'obtenir une présentation valable.

Suite à la création d'une banque de données spatiales et intégrées, une classification et une réduction des données obtenues étaient nécessaires afin de pouvoir procéder à la cartographie et faciliter l'intégration. La synthétisation des données et le regroupement de celles-ci par une mise en classe représentative permet de mieux identifier les zones critiques subissant des stress élevés, ou selon le cas, indiquer des zones d'effets importants provoqués par les activités humaines.

Lorsqu'il est question de classifier des données, les seuils critiques peuvent s'avérer très utiles pour déterminer les limites des classes. En fait, les seuils critiques nous indiquent si la présence d'un polluant est suffisamment importante pour être nuisible pour la santé. La classification sert à réduire la masse de données et facilite l'interprétation des résultats, mais cette classification devrait normalement se faire avec l'aide des seuils critiques qui représentent nos connaissances acquises. Mais comme des seuils critiques n'étaient malheureusement pas disponibles pour tous les paramètres choisis dans cette étude, il a fallu employer une technique uniforme rendant possible l'intégration de classes issues d'une même opération.

Plusieurs méthodes de classification peuvent être appliquées pour un travail de cet ordre. Toutefois, la méthode de mise en classe dite par quantile s'est révélée être la plus adéquate pour la plupart des données à illustrer. Ces classifications ont été faites avec l'aide du logiciel D-BASE III.

En bref, pour appliquer la méthode des quantiles à des données, il suffit d'ordonner la totalité des données selon un ordre croissant. De là, on ne retient que les données de valeur unique (celles qui n'apparaissent qu'une fois) et/ou uniquement la première d'une série de données pareilles. De cette opération résulte une série de données ordonnées et de valeur unique. C'est en divisant le nombre total de cette nouvelle série de données par le nombre de classe que l'on désire que l'on peut maintenant procéder à la mise en classe. On nomme quantile d'ordre 3 ou d'ordre 5 une classification des données ayant trois ou cinq classes. Le choix du nombre de classes est relié à la précision que l'on veut donner à l'illustration des cartes et à l'importance accorder aux données qui s'approchent ou

s'éloignent des seuils critiques. Dans le cas des intégrations par exemple, afin de garder une certaine clarté pour faciliter la lecture de la carte, seulement les classes les plus élevées ont été considérées en mettant l'accent sur les espaces aux prises avec de sérieux problèmes (points chauds) de stress ou selon le cas, présentant des effets très prononcés.

2.7 Cartographie

La cartographie est une étape très importante, car le choix des techniques et des échelles joue un rôle prédominant dans l'impact visuel des cartes. Lorsque les thèmes à illustrer, (stress, effets et ressources naturelles) furent choisis, l'analyse spatiale s'est faite grâce au module de cartographie que possède le logiciel SPANS. en premier lieu, nous avons procédé à une première génération de cartes exprimant séparément les stress, les effets et les ressources naturelles pour être en mesure de les intégrer.

L'extention spatiale des points est déterminée selon plusieurs critères; la distribution spatiale des points, le nombre de points et l'aspect visuel de la carte. On a attribué un même radius à tous les points afin qu'ils aient un poids identique sur les cartes. Dans la plupart des cas, un radius de 2 km s'est avéré adéquat, excepté pour certaines cartes ayant de nombreux points regroupés, on a utilisé un radius de 1 km.

2.8 Intégration et associations spatiales

Avec l'uniformisation des données effectuée lors de l'inventaire et l'élaboration de la banque de données, l'intégration et la cartographie de deux thèmes ou plus sur une carte sont alors rendus possibles. Toutefois, le choix des phénomènes à intégrer repose sur les associations potentielles (hypothèses) établies suite à la revue de la littérature et à l'élaboration du cadre organisationnel.

Les cartes de la première génération, c'est à dire les cartes des stress, des effets et des ressources naturelles sont le résultat d'un traitement simple de données. L'intégration consiste à combiner les cartes provenant de différents secteurs afin de synthétiser l'information et d'illustrer par des cartes intégrées l'ensemble d'un phénomène.

Trois ordres d'intégration intersectorielle ont été utilisés pour cette étude, chacun ayant un objectif spécifique. Par exemple, dans plusieurs cas, nous avons combiné un indicateur de stress avec un indicateur d'effet, afin de nous aider à vérifier les hypothèses d'associations spatiales (causes/effets). Le deuxième ordre est l'intégration de stress avec des ressources naturelles dans le but de déterminer et prévoir les ressources naturelles à risque. Le dernier ordre consiste à intégrer un index qui incorpore plusieurs indicateurs de stress avec un autre index qui intègre plusieurs indicateurs d'effets ou de ressources naturelles.

Par définition, une carte index est le résultat d'une superposition de deux ou plusieurs cartes. Par exemple, pour l'index des stress potentiels agricoles, on a intégré les cartes du bétail, des vaches, des pesticides et

des fertilisants ce qui permet de représenter sur une seule carte toutes les informations disponibles traitant des activités agricoles. Si un indicateur est plus important que les autres, un poids ou une valeur plus élevée peut lui être attribué. Pour cette étude, tous les indicateurs de stress et d'effets ont reçu un poids identique.

Avec l'intégration de deux index, comme l'index des stress agricoles et l'index des effets agricoles, on obtient la synthèse finale et les associations spatiales de toutes les informations du secteur agricole.

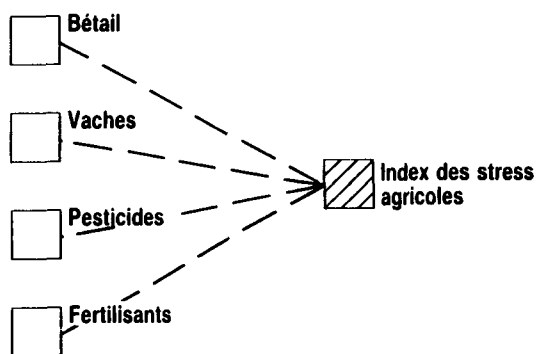
Par cette méthode et avec le logiciel SPANS, quatre cartes synthèses finales résumant pratiquement toute l'information contenues dans cet atlas ont été générées. Elles permettent d'observer des distributions spatiales et d'identifier les zones d'interventions prioritaires. Il s'agit de la synthèse des stress et des effets agricoles (page 13), de la synthèse des stress et des effets urbains (page 16), de la synthèse des stress agricoles et des ressources naturelles (page 18), et finalement de la synthèse des stress urbains et des ressources naturelles (page 20).

Deux schémas illustrent le cheminement utilisé pour la production de ces cartes synthèses finales (voir figure 1 et 2). L'organisation graphique des indicateurs de stress, effets et ressources naturelles (figure 1) représente le processus d'intégration dont sont issus les index de l'atlas. Dans un premier temps, nous retrouvons les indicateurs de stress agricoles et urbains, les indicateurs d'effets agricoles et urbains, et finalement certaines ressources naturelles. Avec ces index, nous avons les synthèses des stress et les effets urbains et agricoles et les concentrations des ressources naturelles.

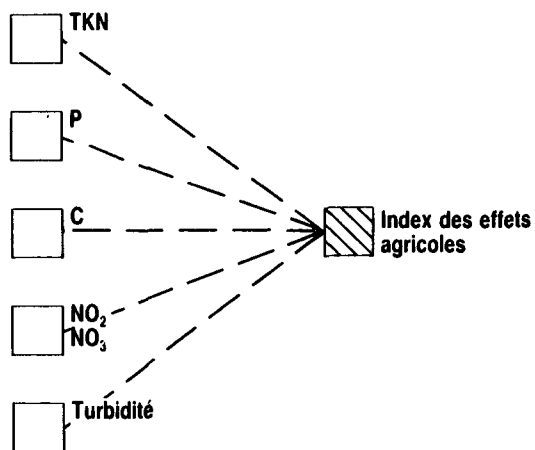
L'organisation graphique des synthèses finales (figure 2) illustre les résultats obtenus des intégrations. Nous avons d'une part les synthèses des stress et des effets agricoles et urbains, et d'autre part, les stress agricoles et urbains combinés avec des ressources naturelles.

Figure 1 ORGANISATION GRAPHIQUE DES INDICATEURS DE STRESS, EFFETS ET RESSOURCES NATURELLES

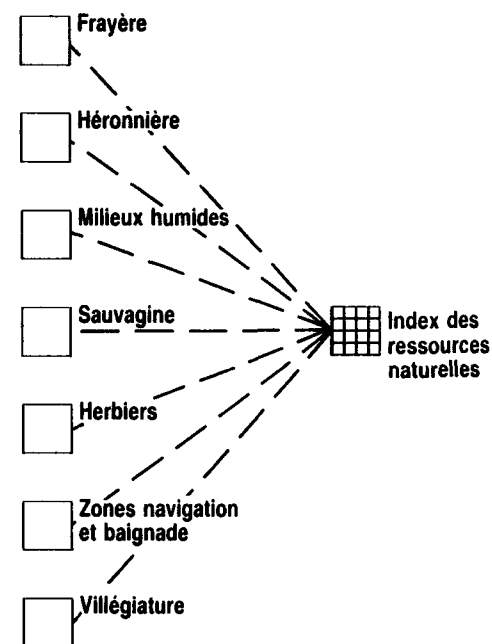
Stress agricoles



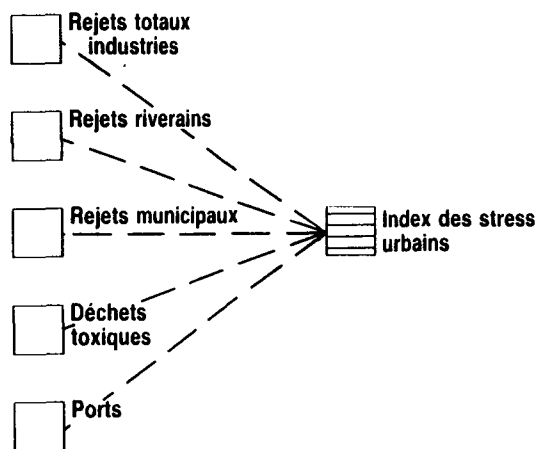
Effets agricoles



Ressources naturelles



Stress urbains



Effets urbains

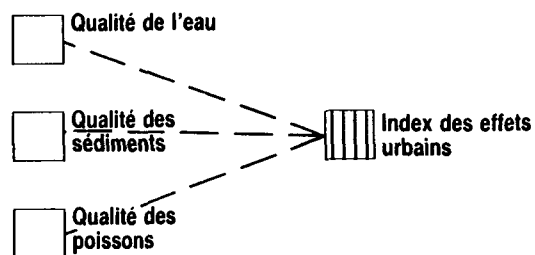
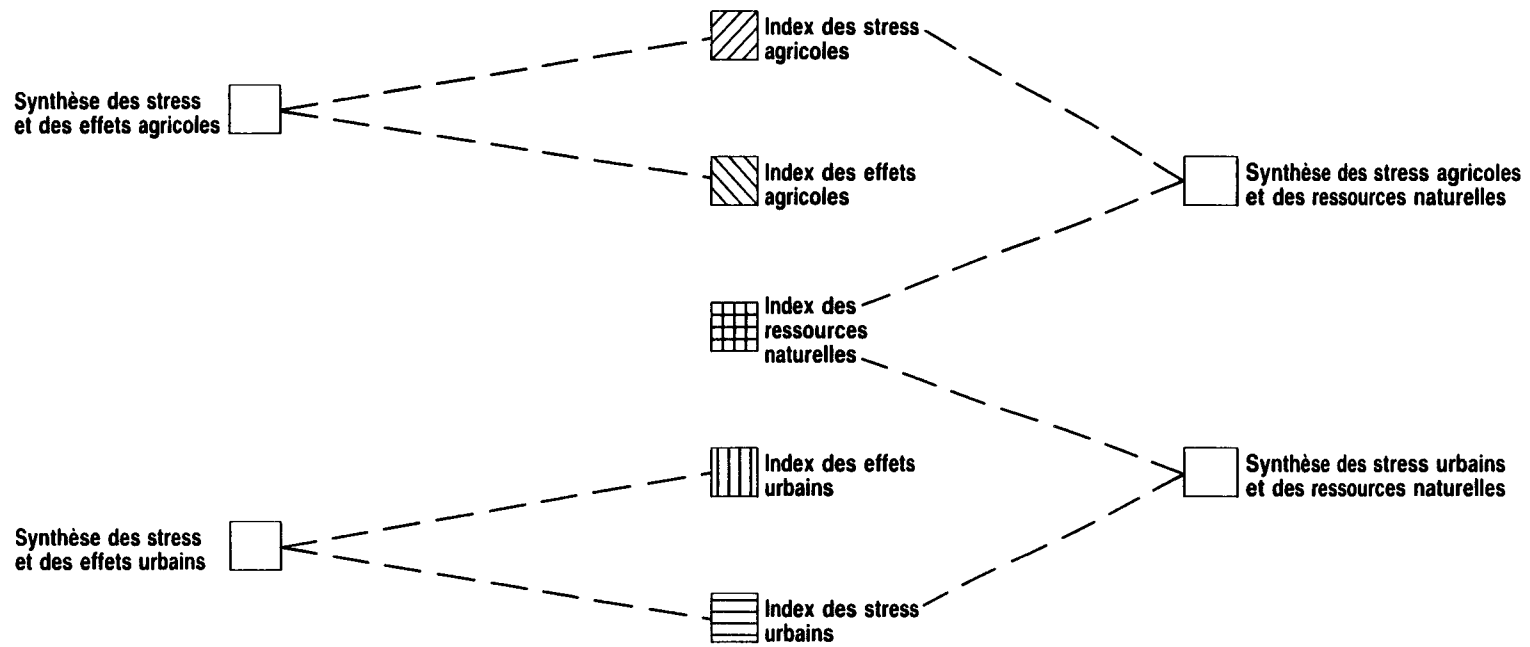


Figure 2. ORGANISATION GRAPHIQUE DES SYNTHÈSES FINALES



3.0 CARTES SYNTHÈSES

3.1 Synthèse sectorielle des stress et des effets potentiels des activités agricoles

Cette carte est le résultat de la synthèse des stress et des effets du secteur agricole. Les deux cartes principales qui ont été combinées sont; Index des stress potentiels agricoles et Index des effets potentiels agricoles. Par définition, une carte index est le résultat d'une superposition de deux ou plusieurs cartes (figure 1). L'index des stress potentiels agricoles provient de la superposition des cartes suivantes :

- . Têtes de bétail par km²;
- . Vaches laitières par km²;
- . Montants dépensés en pesticides par km²;
- . Montants dépensés en fertilisants par km².

L'index des effets potentiels agricoles provient de la superposition des cartes suivantes :

- . Concentration en azote (TKN) de l'eau;
- . Concentration en nitrite et nitrate (NO₂-NO₃) de l'eau;
- . Turbidité de l'eau;
- . Concentration en phosphore-total (P) de l'eau;
- . Concentration en carbone-organique (COT) de l'eau.

La pollution engendrée par l'agriculture est de type diffuse; c'est pourquoi les meilleurs indicateurs des effets provenant de ce type d'activité demeurent les stations de qualité de l'eau. Celles dont les échantillons soumis aux analyses révélaient de fortes concentrations de nitrite-nitrate, d'azote, de carbone et de phosphore sont indiquées par des points de couleur rouge.

Des plages de couleur rouge, orange et verte indiquent les types de stress potentiel produits par l'agriculture.

Méthode : Le résultat provient de la superposition des deux index énumérées plus haut, juxtaposant ainsi les stress et les effets potentiels agricoles.

Résultats : L'intégration des stress et effets potentiels agricoles s'est effectuée dans le but d'en démontrer les associations spatiales. On peut aussi vérifier les hypothèses de départ sur ses associations spatiales et tenter de prédire les conditions environnementales futures.

Il faut tout de même prendre en considération les limites de l'interprétation, tel que les données incompatibles et les modes d'échantillonnage différents. Il est difficile d'établir une relation stress/effets, étant donné le manque d'échantillonnage dans certains emplacements stratégiques comme le lac Saint-Pierre par exemple. Des stations de qualité d'eau permettraient de mieux évaluer l'apport de polluants provenant des rivières Yamaska et Saint-François.

Deux zones semblent tout de même indiquer une relation entre les stress et les effets agricoles. Elles se localisent à l'embouchure des rivières Assomption et Richelieu. Qu'il y ait association spatiale ou non, une carte comme celle-ci est nécessaire afin de synthétiser les données illustrant les stress et effets des activités agricoles.

3.2 Synthèse des stress et des effets potentiels urbains

Cette synthèse résulte de la superposition de deux cartes (tirées de l'atlas sur l'état de l'environnement du fleuve Saint-Laurent); Index des stress potentiels urbains et Index des effets potentiels urbains.

L'index des stress potentiels urbains provient de la superposition des cartes suivantes :

- . Industries - rejets totaux m³/an;
- . Principales charges de rejets riverains industriels;
- . Volume quotidien d'eaux usées rejetées par SDR (m³);
- . Sites de déchets toxiques pouvant contaminer les eaux du fleuve;
- . Ports nationaux.

L'index des effets urbains provient de la superposition des cartes suivantes :

- . Qualité de l'eau (station de qualité de l'eau);
- . Qualité de la chair des poissons;
- . Valeurs anormalement élevées en mercure et plomb des sédiments de fond.

Le but d'une telle carte est de déterminer s'il y a des associations spatiales entre les stress potentiels provenant des activités urbaines et les effets observables de ces mêmes activités. Les résultats des associations permet de vérifier les hypothèses de départ et de prédire les conditions environnementales futures.

Les données concernant les stress urbains sont zonales ou ponctuelles. Les données spatiales se révèlent moins précises car, selon les classifications, la même valeur doit être attribuée à toute la zone (municipalité), sans pour cela indiquer la source réelle du stress. Les données ponctuelles des effets indiquent directement la source du stress.

Méthode : On superpose les deux cartes mentionnées plus haut pour identifier les zones de grand stress qui font face aux zones indiquant des effets importants produits par l'urbanisation.

Résultats : Le principal objectif quant à la réalisation d'une telle carte était d'intégrer sur une même carte tous les indicateurs de stress et d'effets potentiels urbains afin d'avoir une vue d'ensemble des problèmes causés par l'urbanisation. L'approche intersectorielle, comparativement à une approche secteur par secteur, permet d'identifier beaucoup plus rapidement et aisément les associations spatiales ou les zones prioritaires d'interventions.

On doit toutefois se rappeler que les résultats qui apparaissent sur cette carte ne peuvent pas être considérés comme concluants à cause des différences entre les modes d'échantillonnage et de l'intégration de données dont les dates étaient incompatibles. On distingue clairement quatre zones où une association spatiale entre les stress potentiels et les effets potentiels urbains élevés paraît évidente. Pour les

quatre zones, on peut remarquer une concentration très élevée de stress urbains produit sur l'environnement, ce qui conduit directement à une zone où les effets sont observables sur le milieu aquatique. Les quatre zones se localisent dans la région de Salaberry-de-Valleyfield, de Beauharnois, de Pointe-aux-Trembles et Sorel.

3.3 Synthèse des stress potentiels des activités agricoles lieux de concentration élevée de ressources naturelles

La synthèse est obtenue par la combinaison des cartes; Index des stress potentiels agricoles et Index des ressources naturelles (tirées de L'atlas sur l'état de l'environnement du fleuve Saint-Laurent).

L'index des stress potentiels agricoles : (voir carte synthèse 3.1 pour savoir quels stress ont été combinés).

L'index des ressources naturelles provient de la superposition des cartes suivantes :

- . Frayère;
- . Héronnières;
- . Les milieux humides en bordure du Saint-Laurent;
- . Lieux de migration pour la sauvagine et sanctuaires d'oiseaux migrateurs;
- . Zones d'herbiers aquatiques et ripariens;
- . Zones de villégiature;
- . Zones de navigation de plaisance et zones de baignade.

Cette carte a comme principal objectif de déterminer quelles sont les zones de ressources naturelles à risque.

Méthode : On superpose les deux cartes mentionnées plus haut pour obtenir le présent résultat. De cette façon, on peut identifier les zones de stress qui peuvent exercer des pressions sur les ressources naturelles.

A cause du manque de données pour l'ensemble du territoire à l'étude concernant les ressources naturelles, une fenêtre est établie pour la région de Montréal.

Résultats : Contrairement à la carte synthèse des stress potentiels urbains et lieux de concentration de ressources naturelles, les associations spatiales dans ce cas, sont plus difficiles à relever.

On peut observer deux zones de concentration élevée de ressources naturelles; le lac des Deux-Montagnes et dans la région de Longueuil. Pour ces deux endroits, les ressources naturelles subissent des stress importants reliés à l'emploi de pesticides et de fertilisants. Pour cette carte également, il faut tenir compte de l'incompatibilité des données et de l'échantillonnage qui fausse l'interprétation des résultats.

3.4 Synthèse des stress potentiels urbains et lieux de concentration élevée de ressources naturelles

Cette carte synthèse est le résultat de la combinaison de deux cartes; Index des stress potentiels urbains (voir carte synthèse 3.2) et Index des ressources naturelles (voir carte synthèse 3.3). L'objectif premier d'une telle carte est de déterminer, par la superposition des deux cartes, quelles sont les zones de ressources naturelles à risque.

Il est à noter qu'il ne s'agit ici que de certaines ressources naturelles aquatiques dont les données étaient disponibles et applicables dans le cadre de cette étude.

Les sources de données servant à illustrer les zones de stress urbain ont deux origines; les données zonales et des données ponctuelles. La superposition de celles-ci nous donne les points critiques spatiaux qui sont présentés par des points de couleur rouge. Les données concernant les ressources naturelles sont uniquement ponctuelles et apparaissent en rouge foncé sur la carte.

Méthode : Les deux cartes mentionnées plus haut sont superposées l'une à l'autre de manière à pouvoir identifier les principaux stress potentiels urbains que l'on retrouve en milieu terrestre et également, les zones de concentration élevée de ressources naturelles qui, elles, se retrouvent en milieu fluvial.

Résultats : On peut remarquer que pour la plupart des régions urbaines exerçant un stress important sur l'environnement du fleuve les ressources naturelles sont inexistantes.

Sachant que des municipalités très industrielles comme Salaberry-de-Valleyfield, Beauharnois, Pointe-aux-Trembles et Sorel exercent depuis plusieurs années des agressions constantes sur le milieu aquatique, on peut supposer que les ressources naturelles présentes dans ces secteurs sont sur le point de disparaître.

Par opposition, les zones les plus riches en ressources naturelles, comme la région du lac des Deux-Montagnes, sont celles qui subissent le moins de stress. Il est toutefois important de prendre en considération les limites de l'interprétation; la différence entre les échantillonnages et entre les périodes de prise de données.

4.0 ÉVALUATION

4.1 Discussion des résultats

Il est important de se rappeler, que le but de ce projet est de démontrer l'utilité d'une approche intégrée et intersectorielle, et que les résultats obtenus ne sont pas nécessairement révélateurs, du fait qu'ils sont fondés sur des données disponibles, et dans plusieurs cas inadéquates.

Les quatre cartes synthèses finales de la section 3.0 nous donnent les distributions spatiales de l'ensemble des stress et effets des activités humaines sur les conditions environnementales et les concentrations des ressources naturelles.

La valeur ajoutée de ces cartes se situe à deux niveaux :

- (1) l'illustration d'une synthèse des concentrations des stress, des effets et des ressources naturelles à partir des données disponibles et;
- (2) l'illustration des associations spatiales.

A partir de ces cartes synthèses, il devient intéressant d'observer, d'une perspective intersectorielle, où les pressions (stress) sont les plus élevées par rapport aux concentrations des ressources naturelles et aux conditions environnementales (effets). L'information, illustrée par cette approche, sert à préciser où nos actions/efforts devraient porter.

En comparant la concentration des stress agricoles et/ou urbains élevés et la distribution des ressources naturelles (cartes synthèses finales 3.3 et 3.4), il est possible de voir où les ressources naturelles subissent le plus de stress, et de prédire où les futurs stress seront les plus néfastes sur les ressources.

Une grande concentration de stress urbains et/ou agricoles à proximité d'un lieu de plusieurs ressources naturelles signifie; qu'à plus ou moins long terme une détérioration de ces ressources est possible. Même si les ressources naturelles semblent assez bien réparties sur les cartes synthèses finales 3.3 et 3.4, on remarque que plusieurs concentrations de ressources naturelles semblent se situer près des endroits où les stress sont modérément élevés, et que là où les stress sont élevés, il semble ne pas (ou ne plus) y avoir une forte concentration de ressources naturelles.

Ces cartes nous permettent donc de déterminer où, et quelles sont les ressources à risque. Les résultats de cette approche servent de guide afin d'orienter nos actions pour qu'elles rectifient la situation et évitent que s'accroisse la détérioration des ressources naturelles du fleuve Saint-Laurent.

Les cartes synthèses des stress et effets potentiels urbains et agricoles (cartes synthèses finales 3.1 et 3.2) nous permettent de connaître davantage les associations spatiales possibles dans le but de confirmer, de réfuter ou d'émettre d'autres hypothèses d'associations. Ce genre d'analyse est nécessaire pour augmenter nos connaissances sur les

interrelations entre les composantes environnementales. Une meilleure compréhension du comment et des pourquoi de l'existence des conditions environnementales nous permettrait d'agir en conséquence au lieu de réagir après le fait accompli; il est difficile de résoudre un problème environnemental si on ne comprend pas la cause réelle du problème et toutes ses implications.

La carte des stress et des effets potentiels urbains (carte 3.2) nous fournit un aperçu intéressant de la répartition des concentrations élevées des stress et des effets. A quelques nuances près, les concentrations de stress urbains (terrestres) juxtaposent les effets urbains (aquatiques).

Ces cartes synthèses servent à démontrer que, dans l'éventualité d'une disponibilité de banques de données plus adéquates, les résultats de l'approche intégrée et intersectorielle pourraient aider les gestionnaires de l'environnement à la prise de décision.

. Dans le cas de l'intégration des stress des activités humaines et des ressources naturelles, les résultats aident à établir les associations spatiales entre les concentrations de stress et la présence ou l'absence de ressources naturelles. Ces informations peuvent aussi aider les décideurs à;

- déterminer les zones prioritaires d'interventions et à;
- définir les priorités en matière d'intervention et des actions à prendre afin de corriger la situation et d'éviter des risques éventuels.

Lors de l'interprétation des relations stress/ressources, il est important de considérer que; plus les stress sont nombreux et concentrés, plus les répercussions sont probables, et plus élevé est le danger pour les ressources de se détériorer.

. Dans les cas de l'intégration des stress et des effets des activités humaines, si les résultats confirment notre hypothèse, ils servent à établir les associations spatiales entre les stress et les effets des activités humaines sur les conditions environnementales. Ces informations contribuent à avoir une meilleure compréhension des interrelations entre les stress et les effets des activités humaines, et à établir avec le plus de précision possible le pourquoi de l'état des conditions environnementales. Ces connaissances sont nécessaires pour;

- déterminer quelles actions doivent être prises, et maximiser l'impact de celles-ci pour rectifier la situation et éviter qu'elle se reproduise.

. Dans le cas où les résultats de l'intégration des stress et des effets des activités humaines réfutent notre hypothèse, ils indiquent aux décideurs qu'ils devraient;

- revoir chaque étape de nos démarches pour identifier les problèmes afin d'apporter les corrections, soit en modifiant ou en changeant;

- . les hypothèses;
- . les données/indicateurs;
- . les méthodes

4.2 Limites de l'interprétation et résultats

Pour une interprétation juste des cartes synthèses tirées de l'atlas sur l'état de l'environnement du fleuve Saint-Laurent, il est essentiels que certaines caractéristiques des étapes franchies et des outils employés lors de l'élaboration de l'atlas soient notées. Selon le type de données, les méthodes d'analyse, les techniques cartographiques employées, il est important de reconnaître certaines limites afin de ne pas fausser les résultats obtenus par une mauvaise interprétation.

Les données

L'obtention de données adéquates pour ce projet s'est avérée un problème majeur. Après avoir déterminé, avec l'aide du cadre organisationnel, quelles étaient les données idéales pour cette étude, peu d'entre elles finalement correspondaient aux attentes.

Disponibilité

Plusieurs données désirées n'étaient pas disponibles ou n'existaient tout simplement pas. Un tel manque nous a obligé à recourir à des indicateurs. Par exemple, faute d'obtenir des données concernant la quantité de fertilisant lessivés, on a utilisé les montants dépensés à l'achat de fertilisants par kilomètre carré selon les subdivisions de recensement. Ce qui permet de supposer que les SDR qui consacrent le plus d'argent à l'achat de fertilisants, en font une utilisation plus marquée, et par conséquent, augmentent le danger du lessivage de ces produits dans le fleuve.

Les indicateurs sont employés pour plusieurs cartes à l'intérieur de cet atlas. Même si nous croyons avoir utilisé les meilleurs indicateurs à notre disposition, ceux-ci, par leur nature, ne donnent qu'une facette de la réalité.

En général, les données socio-économiques (stress) sont plus disponibles du fait qu'elles sont recueillies de façon régulière depuis longtemps. Au niveau des données sur les stress on remarque que, nonobstant quelques cas, les données étaient disponibles pour la majorité des stress des activités humaines. Dans certains cas (pesticides et fertilisants), l'utilisation d'indicateurs s'est imposée comme la meilleure solution pour illustrer ces activités. Cependant, quelques lacunes ont pu être relevées concernant les activités reliées à la villégiature, la pêche sportive et commerciale, les réseaux de transport et la production d'énergie. Pour ces dernières activités, les données (stress et effets) n'existaient pas, ou elles étaient trop précises ou trop générales. Pour la démonstration de cette approche, l'accent étant mis sur les activités humaines, les stress causés par les processus naturels n'ont pas été examinés.

Les données existantes sur les effets des activités humaines et sur les conditions environnementales répondent à d'autres besoins que ceux exprimés

par cette étude. Cette étude repose sur des hypothèses d'associations, qui recommandent des données spécifiques sur les stress et les effets dans le but précis de vérifier le bien fondé des hypothèses de départ. La plupart des données sur les effets des activités humaines répondent à un besoin d'avoir des données représentatives du milieu, et non de les associer à des stress.

Le manque de données sur les effets des activités humaines serait probablement attribuable au manque de connaissances des interrelations, et à la particularité des effets de se situer dans un écosystème aquatique.

Couverture géographique

Tout d'abord, il fut difficile de trouver des données s'appliquant à l'ensemble du territoire à l'étude qui s'étendait de Cornwall à Montmagny. La plupart de ces données ne couvraient que certaines parties du fleuve telle que la région de Montréal ou de Québec. Si l'on prend à titre d'exemple les ressources naturelles, on remarque que la banque de données concernant la localisation des frayères et des héronnières ne couvre que le territoire entre Cornwall et Sorel, tandis que pour les milieux humides, une banque de données pour l'ensemble du territoire à l'étude était disponible. C'est pourquoi, pour certaines cartes, une fenêtre de différente échelle a été produite afin de mieux visualiser les concentrations des données disponibles à ces endroits.

Conformité temporelle

La conformité temporelle est très importante en ce qui concerne les indicateurs de stress et d'effets. Certaines des données obtenues ne pouvaient être intégrées à d'autres données. Par exemple, on a voulu étudier les associations spatiales entre les données de la qualité de l'eau et les rejets industriels, cependant, les données de la qualité de l'eau étaient seulement disponibles pour la période de 1983-84 tandis que les données des rejets industriels riverains l'étaient seulement pour la période de 1976-77. Alors les associations spatiales résultant de cette intégration ne sont pas valides mais elles ont quand même permis de démontrer l'utilité de l'approche en rendant possible l'intégration de données. La conformité temporelle est très importante pour étudier les relations causes/effets, tandis que pour les relations stress/ressources elle est moins importante car l'accent est mis plutôt sur les potentiels à risque des ressources.

Pertinence

Plusieurs données obtenues pour la réalisation de l'atlas sur l'état de l'environnement du fleuve Saint-Laurent ont été cueillies sur le terrain pour une utilisation qui diffère de celle recommandée pour cette étude; soit de démontrer une approche intersectorielle. Les données sur la qualité de l'eau par exemple, conviennent peut être bien à un besoin d'en connaître davantage sur le milieu ambiant du fleuve et pour en suivre son évolution, mais dans le contexte d'une étude sur les relations

intersectorielles, ces données n'étaient pas idéales. Par exemple, la localisation de ces stations est faite de façon à éviter qu'elle subissent

les effets immédiats des rejets d'eaux usées des villes et des industries. Le but de cette étude est justement de mettre en évidence les interrelations entre les stress et effets. Si aucune donnée provenant de la région immédiate du rejet n'est disponible, les hypothèses de corrélation ne peuvent être vérifiées et les associations spatiales deviennent plus difficiles à détecter.

Crédibilité

La qualité des données peut varier beaucoup d'une banque de données à une autre. Même si nous n'étions pas en mesure de les évaluer, il faut reconnaître, que certaines données étaient probablement plus ou moins valides pour plusieurs raisons d'ordres méthodologiques ou techniques. Il est donc possible que des imperfections de données, aient influencé les résultats.

Cartographie

Données ponctuelles

Lorsqu'on utilise le point comme symbole pour représenter un phénomène, le rayon du point n'est pas attribué à une zone occupée par celui-ci sur la carte mais relève plutôt de l'impact visuel qu'on a voulu lui attribuer. Tel qu'expliqué dans la section 2.7, le rayon du point est déterminé par l'échelle de la carte et peut, dans certains cas, être assujéti au phénomène illustré (un grand nombre de points sur la carte exige l'utilisation de plus petits points). La présence d'un point ne représente donc pas une zone d'influence qu'il pourrait avoir, mais un enroit précis dans l'espace de la région étudiée, tandis que la grosseur du point est relié à l'aspect esthétique de la carte.

Cadres spatiaux

Plusieurs données étaient disponibles par certains cadres spatiaux (subdivision de recensement, sous subdivision de bassins de drainage, etc.). Suite à la classification et à l'attribution des couleurs lors de la cartographie, deux polygones contigus peuvent se retrouver dans la même classe et se confondre. Il est possible se superposer les limites des polygones, mais ceci ne s'est pas avéré nécessaire pour les fins de la démonstration.

L'impact visuel de certaines données peut porter à confusion. Ainsi, les cartes des eaux usées rejetées par les différents types d'industries constituent un bon exemple; lorsqu'une municipalité ayant une grande superficie et une autre ayant une petite superficie sont dans une même classe, il nous apparaît, à première vue, que la plus grande semble avoir un plus grand impact sur l'environnement. En réalité, lorsqu'elles sont exprimées en valeurs absolues (volume d'eaux usées rejetées par une municipalité) les deux municipalités qui se trouvent dans la même classe ont sensiblement le même impact. Cependant, lorsque se sont des données d'intervalles ou de ratio (vaches au km²), plus les polygones ont une grande superficie plus ils ont d'impact.

Classification

L'idéal aurait été de classer les données en utilisant les seuils critiques. Par exemple, si chaque paramètre décrivait des seuils critiques pour la vie aquatique, les usages domestiques, les usages récréatifs et pour l'agriculture, la classification aurait été sans doute plus précise et les associations spatiales résultant de l'intégration plus révélatrices. Mais des seuils critiques n'étaient pas disponibles pour tous les paramètres.

Pour rendre le traitement uniforme, on a adopté une technique de classification : les quantiles. Tel qu'indiqué dans la section 2.6, la technique de classification par quantile nous a permis d'établir malgré l'absence de seuils critiques, des limites de classes. Il faut préciser qu'une classification par quantile comportant un plus grand nombre de classes serait plus discriminante en nous donnant plus de précision à l'endroit des municipalités. Cependant, nous nous devons de réduire d'une part, les données, et d'autre part, de faire ressortir les concentrations de stress ou d'effets (points critiques).

Intégration

Pour que la combinaison de deux variables soit significative, on doit préalablement émettre des hypothèses qui tiennent compte des possibilités d'association(s) spatiale(s) des phénomènes (stress/effets ou stress/ressources) naturelles. Ainsi, le choix des variables s'effectue selon le potentiel d'association pouvant exister entre elles, basé sur notre révision de la littérature.

Un des problèmes majeurs rencontrés lors de cette étude est le fait que la plupart des stress agissent sur terre tandis que la majorité des effets se retrouvent dans le fleuve. Parce que ces effets se mesurent dans l'eau il devient très difficile, à cause de la complexité de la dynamique fluviale, de bien quantifier les associations spatiales. De même, plusieurs composantes de cet environnement aquatique sont peu ou pratiquement pas couvertes par des réseaux de cueillette de données sur les effets de la pollution. Les relations possibles entre stress/effets peuvent être difficiles à déterminer et à évaluer car une multitude de stress naturels ou provoqués sont en interactions complexes avec le milieu (synergie). Le manque de connaissance sur les interrelations des stress et des effets est un aspect important dévoilé par cette étude.

Même s'il existe une corrélation spatiale parfaite entre deux phénomènes, il faut préciser que ça ne veut pas nécessairement signifier qu'il y a une relation. Même si les distributions spatiales entre deux cartes (variables) correspondent parfaitement, elles ne peuvent servir de preuve concluante de l'existence de relations. Telles tendances peuvent refléter des causes et effets multiples, indirects ou différés et par conséquent servent seulement à démontrer que les variables sont associées (Friend, 1986, 1).

Plusieurs phénomènes sont par nature multivariés. Une variable peut être influencée par plusieurs autres variables. Par exemple, il est possible que la variable indépendante X n'influence qu'en partie, ou pas du tout, la

variation de la variable Y. Les distributions spatiales ne servent pas comme indicateurs de relations évidentes et concluantes, mais servent plutôt à supporter, réfuter ou développer une hypothèse. De telles hypothèses ou modèles dans l'analyse finale sont élaborés afin de simplifier la réalité pour nous aider à comprendre les interrelations entre les activités humaines et l'environnement (Friend, 1979, 2).

4.3 Sommaire

Au fur et à mesure que les réseaux d'échantillonnage s'adapteront aux besoins des bilans sur l'état de l'environnement, les résultats de l'application d'une telle approche intégrée et intersectorielle pourront amener une meilleure compréhension du pourquoi des conditions environnementales existantes.

Cette méthode démontre qu'il est possible d'intégrer et de synthétiser une grande quantité de données pour générer des cartes qui font le point sur nos connaissances des stress potentiels des activités humaines, de leurs effets potentiels sur l'environnement, de même que sur les concentrations de ressources naturelles. L'utilisation d'un cadre organisationnel qui fait la distinction entre les indicateurs de stress et les indicateurs d'effets engendre une meilleure compréhension des interrelations des composantes environnementales, afin de nous guider pour rectifier une situation ou éviter qu'elle se reproduise.

Les résultats de cette approche intégrée et intersectorielle sont les suivants :

- . dans le cas de l'intégration des stress et de ressources naturelles, les résultats;
 - aident les décideurs à établir les priorités et à orienter les interventions dans les zones prioritaires;
- . dans le cas de l'intégration des stress et effets des activités humaines;
 - . hypothèse confirmée;
 - les résultats servent à comprendre et à identifier les sources des problèmes et permettent de préciser quelles actions doivent être prises, et à quel endroit, pour rectifier la situation et éviter qu'elle se reproduise;
 - . hypothèse réfutée;
 - probabilité que l'hypothèse de départ n'est pas adéquate;
 - que l'hypothèse est adéquate mais que le choix des méthodes et des indicateurs n'est pas approprié.

L'élément clé de cette approche est le **degré de conformité des données sur l'environnement**. Plusieurs difficultés rencontrées lors du traitement des données pourraient être évitées si une plus grande harmonisation des

données était possible. Néanmoins, le résultat de cette démarche nous encourage à continuer sur cet élan afin d'affiner les différentes étapes menant à la production d'un tel ouvrage; à commencer par une uniformisation des données par une meilleure concertation entre les responsables des cueillettes de données et une meilleure connaissance des interrelations stress/effets.

BIBLIOGRAPHIE

- Arbour, A. et Lang, R., 1980. **Livre-ressource de la planification de l'environnement**, Direction générale des terres, Environnement Canada.
- Commission mondiale sur l'environnement et le développement, 1987. **Notre avenir à tous**, Genève.
- Desjardins, Y., 1989. **Rapport sur les processus naturels et les activités humaines et leurs effets sur l'environnement du Saint-Laurent**, Environnement Canada, Hull, Québec.
- Desjardins, Y., 1989. **Rapport d'inventaire sur les données sur l'environnement du fleuve Saint-Laurent**, Environnement Canada, Hull, Québec.
- Direction générale des eaux intérieures, 1986. **Ecozones terrestres du Canada**, no. 19, Environnement Canada, Hull, Québec.
- Direction régionale des eaux intérieures, 1978. **Qualité des sédiments de fond du fleuve Saint-Laurent entre Cornwall et Montmagny**, rapport technique no. 15.
- Direction générale des eaux intérieures, 1986. **Manuel des méthodes analytiques**, Environnement Canada, Ottawa, Ontario.
- Environnement Canada, 1981. Direction générale des eaux intérieures, **Utilisation de l'eau dans les industries du Canada**, Ottawa.
- Environnement Canada, 1986. **Rapport sur l'état de l'environnement au Canada**, Hull, Québec.
- Environnement Québec, 1988. Gouvernement du Québec, **L'environnement au Québec : un premier bilan** (document technique).
- Environnement Québec, 1988. **L'environnement au Québec**, Environnement Québec.
- Friend, A., 1979. **Ecological Mapping and Socioeconomic Statistics**, (In : Applications of Ecological (Biophysical) Land Classification in Canada, C.D.A. Rubec (ed), Ecological Land Classification Series, No. 7, Lands Directorate, Environment Canada, Ottawa, Ontario).
- Friend, A., 1986. **Federal Government Data Bases Relevant for Environmental Risk Management**, (Paper prepared for the Institute for Environmental Studies, University of Toronto, for a monograph on Information Needs for Environmental Risk Management, Ottawa, Ontario).
- Gélinas, R., 1987. **Development and Application of "Environomics Units": Hybrid Map Units Designed to Integrate Environmental and Socioeconomic Data for Land Modelling**. (M.A. Thesis, Department of Geography, Carleton University, Ottawa).
- Gélinas, R. et Hanna, B., 1988. **Spatial Framework for State of the Environment Reporting**, Report No. 2, Environment Canada, Hull, Québec.

- Gélinas, R. et Slaats, J., 1989. **Selecting Indicators for State of the Environment Reporting**, Report No. 8, Environment Canada, Hull, Québec.
- Groupe d'étude de l'établissement d'un bilan de l'environnement, 1987. **Une étude sur l'établissement d'un bilan de l'environnement au Canada**, Environnement Canada, Hull, Québec.
- Inland Waters Directorate, 1979. **Waters Quality Sourcebook**, Environment Canada, Ottawa, Ontario.
- Pêches et Océans Canada, 1986. **Politique de gestion de l'habitat de poisson**, Ottawa.
- OECD, 1979. **L'état de l'environnement dans les pays de l'OECD**, Paris.
- PNUE, 1987. **L'état de l'environnement mondial**, Programme des Nations Unies pour l'Environnement.
- Statistique Canada, 1986. **Recensement 1986**, Ottawa, Ontario.
- Tate, D.M. et Lacelle, D., 1983. **Utilisation municipale de l'eau au Canada**, Environnement Canada, Ottawa, Ontario.
- Tate, D.M., Scharf, D.N., 1985. **Water Use in Canadian Industry**, Environment Canada, Ottawa, Ontario.

6.0 ANNEXE 1

LISTE DES CARTES DE L'ATLAS

RÉGION ÉTUDIÉE ET CADRES SPATIAUX

- . Région étudiée
- . Sous-subdivisions des bassins de drainage
- . Divisions de recensement
- . Écodistricts
- . Densité de population par km² (1986)
- . Terres agricoles

ACTIVITÉS HUMAINES (STRESS)

Activités agricoles

- . Têtes de bétail par km²
- . Vaches laitières par km²
- . Synthèse des stress potentiels du bétail et de la production laitière
- . Montants dépensés en pesticides par km²
- . Montants dépensés en fertilisants par km²
- . Synthèse des stress potentiels de l'utilisation de pesticides et de fertilisants

Index des stress potentiels des activités agricoles

- . Index des stress potentiels des activités agricoles

Activités urbaines

Eaux usées des villes

- . Volume quotidien d'eaux usées rejetées par SDR (m³)
- . Volume quotidien d'eaux usées rejetées par habitant (m³)
- . Volume quotidien d'eaux usées rejetées par commerce et industrie (m³)

Eaux usées des industries

- . Industries - rejets totaux (m³/an)
- . Agro-alimentaires - rejets totaux (m³/an)
- . Industries chimiques - rejets totaux (m³/an)
- . Industries métallurgiques - rejets totaux (m³/an)
- . Mines - rejets totaux (m³/an)
- . Pâtes et papiers - rejets totaux (m³/an)

Rejets industriels riverains

- . Principales charges des rejets riverains industriels
- . Sites de dragage

LISTES DES CARTES (suite)

Sites de déchets dangereux

- . Sites de déchets toxiques pouvant contaminer les eaux du fleuve

Port national

- . Emplacements des ports nationaux

Index des stress potentiels urbains

- . Index des stress potentiels urbains

ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT (EFFETS ET RESSOURCES NATURELLES)

Qualité de l'eau

- . Les 77 stations de qualité de l'eau (NAQUADAT)
- . Aspect dégradation visuelle de la qualité de l'eau (couleur, turbidité, résidus non-filtrés)
- . Concentration élevée des nutriments - station de qualité de l'eau
- . Concentration élevée de hexachlorocyclohexane (alpha + gamma) - station de qualité de l'eau
- . Concentration élevée de métaux lourds - station de qualité de l'eau
- . Détection de biphényles polychlorés (BPC) (1 litre) - station de qualité de l'eau
- . Détection de biphényles polychlorés (BPC) - obtenue avec la technique de centrifugation (grand volume) - station de qualité de l'eau

Index de la qualité de l'eau

- . Index de la qualité de l'eau

Qualité des sédiments de fond

- . Valeurs anormalement élevées en mercure et plomb des sédiments de fond

Qualité de la chair des poissons

- . Qualité de la chair des poissons

Certaines ressources naturelles

- . Frayère
- . Héronnière
- . Les milieux humides en bordure du Saint-Laurent
- . Lieux de migration pour la sauvagine et sanctuaires d'oiseaux migrateurs
- . Zones d'herbiers aquatiques et ripariens

LISTES DES CARTES (suite)

Certaines ressources naturelles aménagées

- . Municipalités s'alimentant en eau potable du fleuve
- . Zones de villégiature
- . Zones de navigation de plaisance et zones de baignade
- . Zones de pêche commerciale

Index des ressources naturelles

- . Index des ressources naturelles

Index des effets potentiels urbains

- . Index des effets potentiels urbains

Index des effets potentiels des activités agricoles

- . Index des effets potentiels agricoles

ANALYSE INTERSECTORIELLE

Rejets industriels, sites de dragage et qualité des sédiments de fond

- . Concentration en Hg et Pb (kg/jour) des rejets riverains industriels et valeurs anormalement élevées en Hg et Pb des sédiments de fond
- . Sites de dragage et analyse des sédiments de fond

Rejets industriels et qualité de l'eau

- . Synthèse des rejets totaux des industries métallurgiques - concentration élevée de métaux lourds
- . Synthèse des rejets industriels chimiques totaux - concentrations élevées de métaux lourds, et de hexachlorocyclohexane
- . Synthèse des rejets industriels totaux - aspect dégradation visuelle de la qualité de l'eau

Rejets industriels et ressources naturelles importantes

- . Principales charges des rejets riverains industriels et les milieux humides en bordure du Saint-Laurent
- . Principales charges des rejets riverains industriels et lieux des frayères
- . Principales charges des rejets riverains industriels et lieux des héronnières
- . Valeurs anormalement élevées en Hg et Pb des sédiments de fond et lieux des frayères
- . Qualité de la chair des poissons et charges des rejets riverains industriels en Hg et Pb (kg/jour)

LISTES DES CARTES (suite)

Déchets dangereux et santé publique

- . Sites de déchets toxiques pouvant contaminer les eaux du fleuve et potentiellement dangereux pour la santé publique
- . Sites de déchets toxiques pouvant contaminer les eaux du fleuve et potentiellement dangereux pour la santé publique et localisation des municipalités s'alimentant en eau potable du fleuve

Stress et ressources naturelles

- . Qualité de la chair des poissons et valeurs anormalement élevées en Hg et Pb des sédiments de fond
- . Qualité de la chair des poissons et zones de pêche commerciale

Synthèses finales

- . Synthèse des stress et des effets potentiels agricoles
- . Synthèse des stress et des effets potentiels urbains
- . Synthèse des stress potentiels des activités agricoles et lieux de concentration élevée de ressources naturelles
- . Synthèse des stress potentiels urbains et lieux de concentration élevée de ressources naturelles

ANNEXE 2 CADRE ORGANISATIONNEL

ACTIVITÉS (STRESS)	EFFETS	INDICATEURS DE STRESS	INDICATEURS D'EFFETS
1.0 AGRICULTURE			
1.1 Pesticides	<ul style="list-style-type: none"> - Contamination du sol et des eaux - Toxicité de l'eau - Danger pour la santé - Augmentation du coût du traitement de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> - Montants dépensés pour l'achat des pesticides par kilomètre carré 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité des eaux : - pesticides - Espèces menacées - Perte d'habitats
1.2 Fertilisants	<ul style="list-style-type: none"> - Prolifération de plantes aquatiques - Nuit à la chloration de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> - Montants dépensés pour l'achat de fertilisants par kilomètre carré - Pratiques agricoles 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité des eaux : - nutriments
1.3 Déjections animales	<ul style="list-style-type: none"> - Baisse de l'oxygène dissout - Mauvaises odeurs - Bactéries coliformes et virus 	<ul style="list-style-type: none"> - Statistique sur le nombre de têtes de bétail au kilomètre carré 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité des eaux : - nutriments - turbidité
1.4 Eaux usées de laiteries de fermes	<ul style="list-style-type: none"> - Déversement de produits à base de chlore et de polyphosphate 	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de vaches par kilomètre carré 	<ul style="list-style-type: none"> - Chlore - Polyphosphate

CADRE ORGANISATIONNEL (Suite)

ACTIVITÉS (STRESS)	EFFETS	INDICATEURS DE STRESS	INDICATEURS D'EFFETS
1.5 Mauvaises pratiques agricoles	<ul style="list-style-type: none"> - Dégradation des sols - Matière organique 	<ul style="list-style-type: none"> - Pratiques agricoles - Qualité des terres agricoles 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité des eaux : - turbidité
1.6 Changement du milieu naturel à des fins agricoles	<ul style="list-style-type: none"> - Perte de milieux humides - Érosion potentielle du sol et des berges 	<ul style="list-style-type: none"> - Changement dans l'utilisation du sol 	<ul style="list-style-type: none"> - Espèces menacées - Pertes d'habitats autres...
2.0 L'URBANISATION			
2.1 Industries	<ul style="list-style-type: none"> - Pâtes et papiers : matière organique, produits toxiques - Métallurgiques : sédiments et produits toxiques - Mines : métaux lourds, turbidité - Chimiques : métaux lourds, matière organique, produits toxiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Rejets totaux des industries (m³/an) par SDR - Rejets totaux des types d'industries (m³/an) par SDR - Rejets riverains industriels 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité des eaux : nutriment, métaux lourds, physique, ions, pesticides

CADRE ORGANISATIONNEL (Suite)

ACTIVITÉS (STRESS)	EFFETS	INDICATEURS DE STRESS	INDICATEURS D'EFFETS
2.2 Eaux usées domestiques	<ul style="list-style-type: none"> - Agro-alimentaires : matière organique - Matière organique - Fertilisants (+ algues) - Matière en suspension, bactéries, produits toxiques - Baisse de l'esthétique - Contamination des sédiments 	<ul style="list-style-type: none"> - Volume d'eaux usées rejetées <ul style="list-style-type: none"> 1- par SDR 2- par habitant 3- par commerce et industrie 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité des eaux : nutriments, physique - Espèces menacées
2.3 Déchets municipaux	<ul style="list-style-type: none"> - Contamination bactériologique et toxique des eaux souterraines 	<ul style="list-style-type: none"> - Localisation des dépotoirs 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité des eaux de surfaces et souterraines
2.4 Déchets toxiques	<ul style="list-style-type: none"> - Contamination des eaux de surfaces et souterraines 	<ul style="list-style-type: none"> - Localisation des sites de déchets dangereux 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité des eaux de surfaces et souterraines

CADRE ORGANISATIONNEL (Suite)

ACTIVITÉS (STRESS)	EFFETS	INDICATEURS DE STRESS	INDICATEURS D'EFFETS
2.5 Changement du milieu naturel à des fins d'urbanisation	- Perte de milieux humides et d'habitats	- Changements dans l'utilisation du sol	- Espèces menacées - Pertes d'habitats - Autres...
3.0 VILLÉGIATURE			
3.1 Aménagement des sites	- Turbidité, matière organique - Augmentation de plantes aquatiques	- Emplacement des sites - Utilisation du sol (récréatif)	- Qualité des eaux : pesticides, physique, nutriments
3.2 Plages	- Apport de sable, gravier, matière organique - destruction faune et flore	- Localisation des plages	- Perte d'habitats - Autres...
3.3. Navigation de plaisance	- Essence, huiles, turbidité - Érosion des berges	- Localisation des marinas et ports de plaisance	
4.0 PÊCHE SPORTIVE ET COMMERCIALE			

CADRE ORGANISATIONNEL (Suite)

ACTIVITÉS (STRESS)	EFFETS	INDICATEURS DE STRESS	INDICATEURS D'EFFETS
5.0 RÉSEAUX DE TRANSPORT	- Surexploitation de la ressource faunique	- Total des prises	- Espèces menacées - Autres...
5.1 Activités portuaires	- Déversements accidentels de pétrole et pro- duits chimiques	- Localisation des ports	- Qualité des eaux : physique
5.2 Dragage	- Remise en sus- pension des polluants et turbidité - Diminution de l'oxygène dissout	- Mouvements des sédiments de fond	- Espèces menacées - Autres...
5.3 Utilisation et entretien des routes	- Apport de parti- cules, métaux lourds, huiles, graisses, phyto- cides et sels	- Réseaux routiers	
6.0 PRODUCTION D'ÉNERGIE			
6.1 Construction de barrages	- Variation du niveau de l'eau (tats)	- Localisation des barrages	- Qualité de l'eau : métaux lourds, physi- - Pertes d'habitats - Autres...

CADRE ORGANISATIONNEL (Suite)

ACTIVITÉS (STRESS)	EFFETS	INDICATEURS DE STRESS	INDICATEURS D'EFFETS
6.2 Réservoirs	<ul style="list-style-type: none"> - Érosion des berges - Déséquilibre du niveau de l'eau 		
6.3 Lignes de transport d'énergie	<ul style="list-style-type: none"> - Produits toxiques et pesticides 		
6.4 Centrale thermo-nucléaire	<ul style="list-style-type: none"> - Contamination potentielle par le cobalt, césium et tritium - Destruction faune et flore 	<ul style="list-style-type: none"> - Localisation des centrales thermo-nucléaires 	
7.0 PROCESSUS NATURELS			
7.1 Érosion	<ul style="list-style-type: none"> - Turbidité - Perte de terrain dommages aux structures 	<ul style="list-style-type: none"> - Cartes des risques d'érosion 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertes d'habitats - Autres...
7.2 Inondation	<ul style="list-style-type: none"> - Dommages aux structures - Coûts élevés pour les mesures de prévention 	<ul style="list-style-type: none"> - Cartes des risques d'inondation 	

