

Indicateurs de performance de l'état de l'écosystème du Saint-Laurent fluvial: un outil de prévision environnementale

Sylvain Martin, Olivier Champoux et Jean Morin

Environnement Canada, Service météorologique du Canada, Section Hydrologie, 1141 route de l'Église, Québec, Qué., G1V 3W5, Canada
Sylvain.Martin@ec.gc.ca

RÉSUMÉ

En se basant sur la modélisation hydrodynamique et sur une série de variables physiques, plusieurs indicateurs de l'état de l'écosystème du Saint-Laurent fluvial ont été développés. Dans un contexte de prévision numérique environnementale, ces indicateurs permettent de prédire l'impact sur certaines portions de l'écosystème si des modifications physiques ou environnementales devaient avoir lieu.

INTRODUCTION

L'écosystème du Saint-Laurent fait face à des pressions environnementales tel que les changements climatiques ou des projets de surcreusage du chenal maritime. Les modèles climatiques permettent de prévoir certains éléments du climat mais ne donnent aucune réponse quant à la faune et la flore du fleuve.

La quantification des impacts sur certains aspects des milieux humides, des plantes submergées, des oiseaux palustres et des poissons représente un défi de taille.

Des outils numériques de prévision environnementale ont été développés en collaboration avec plusieurs partenaires. On présente ici la technologie qui a permis la création de ces indicateurs de performance de l'écosystème du Saint-Laurent.

MÉTHODOLOGIE

Données de base

La modélisation de l'habitat nécessite de connaître l'ensemble des facteurs externes comme le climat et l'hydrologie. Ces derniers seront intégrés dans le système de modélisation via les vagues, les courants, la profondeur d'eau et la distribution des masses d'eau... Ces variables clés sont définies dans l'espace et le temps via des modèles mathématiques calibrés et validés. L'élaboration du Modèle Numérique de Terrain (MNT) est une des étapes les plus cruciales. Il s'agit de la cartographie précise de la topographie (Figure 1), du substrat et des plantes aquatiques influençant les courants. Les ouvrages de génie comme les piliers de ponts, les quais et les structures de contrôle du niveau doivent également être prises en compte. Ces variables sont pris en charge par le maillage de calcul (Figure 2) qui est constitué d'éléments triangulaires.

1-Modélisation de l'hydrodynamique et autres variables

La modélisation de l'hydrodynamique vise à décrire partout dans le domaine, la vitesse du courant, la profondeur et le niveau pour un débit donné. Plusieurs scénarios de débits peuvent être simulés afin de couvrir toute la gamme des observations (Morin et Bouchard, 2001). Les résultats hydrodynamiques servent de données d'entrée aux modèles de vagues et de vents, de distribution des masses d'eau ou au calcul de toutes sortes de variables importantes pour l'écosystème (Figure 3a et 3b).

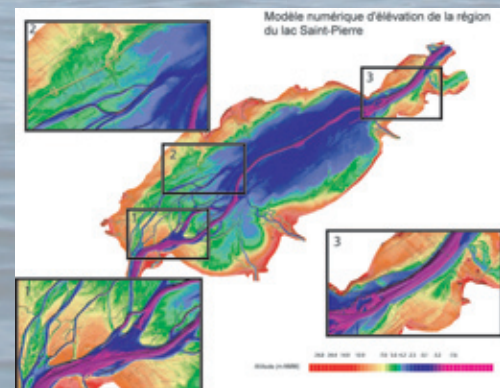


Figure 1 : Relief de la plaine inondable (Topographie et bathymétrie jumelées) du Lac Saint-Pierre.

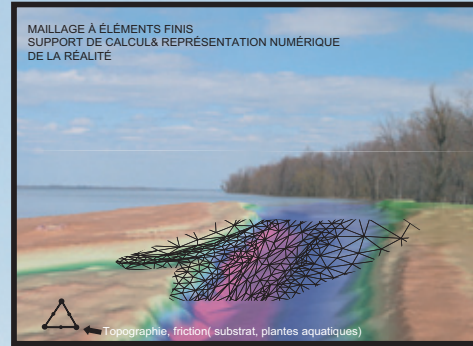


Figure 2 : Jumelage de différents jeux de données pour la construction d'un maillage hydrodynamique supportant la modélisation.

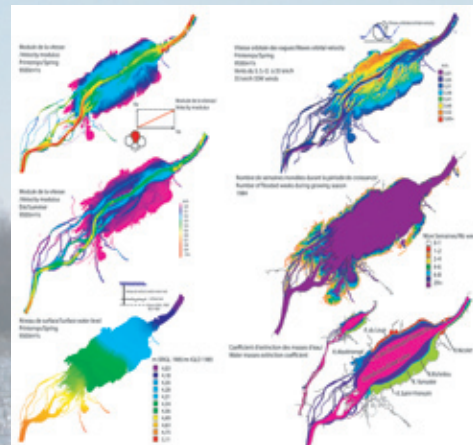


Figure 3a : Exemple de variables hydrodynamiques modélisées.

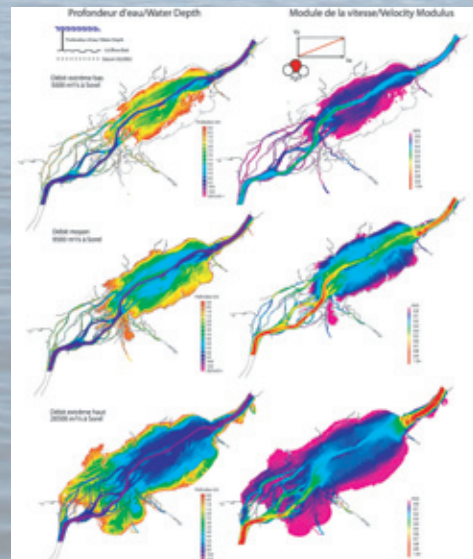


Figure 3b : Exemple de variables hydrodynamiques modélisées.

2-Séries temporelles de débits, moteurs des indicateurs de performance

La modélisation des habitats requiert également des variables reflétant les variations temporelles et spatiales. Par exemple, le niveau d'eau moyen pendant la période de croissance d'une plante submergée sera important pour déterminer son habitat. Pour ce faire, des séries temporelles de débit ont été calculées et peuvent représenter des données réelles (mesurées) ou encore représenter des états à analyser comme des plans de régularisation du débit ou encore des débits estimés en conditions de changements climatiques.

Les modèles d'habitat pour une espèce ou un groupe d'espèce peuvent être modulés par la fluctuation temporelle du niveau d'eau, par exemple les brochets vont pondre leurs oeufs dans les endroits peu profonds, constitués de prairies humides et où la température de l'eau est suffisante. Les oeufs peuvent être détruits par un assèchement du lit. Ainsi l'indicateur de performance "reproduction du brochet" est directement contrôlé par les changements à court terme du niveau après la ponte.

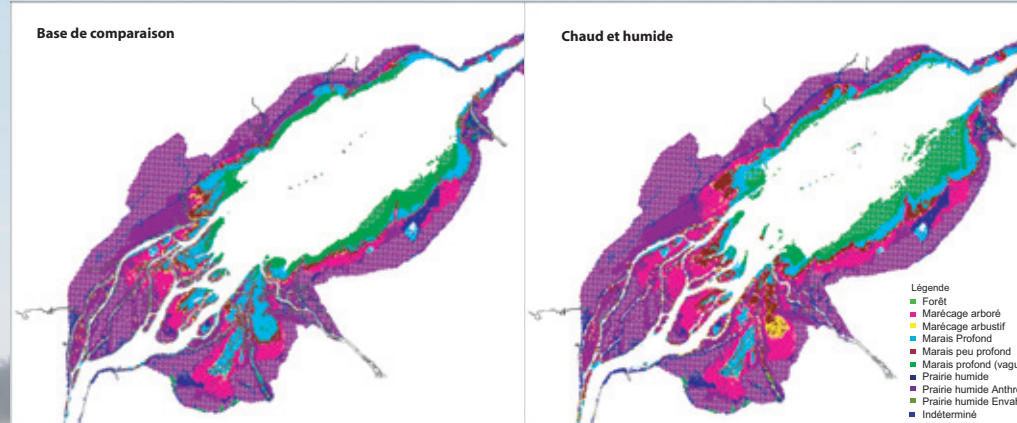


Figure 4 : Modélisation de l'habitat de Milieux Humides en 1991 en conditions de changement climatique si leurs effets avaient débuté en 1961. La figure de gauche utilise une série de débit en absence de changement climatique (Base de Comparaison : BDC) et celle de droite représente une série de débit issue d'un modèle climatique en conditions chaudes et humides (Warm-Wet : WW).

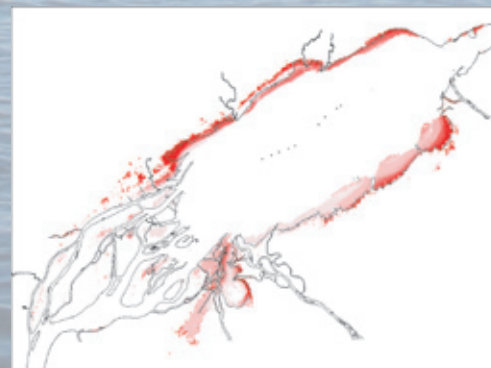


Figure 5 : Étendue de l'habitat potentiel de reproduction du Grand Brochet au lac Saint-Pierre en 1998 en absence de régularisation des eaux du fleuve tel que calculé par une application créée spécifiquement pour cette espèce.

RÉSULTATS

Le calcul de la performance des indicateurs est effectuée sur un ensemble de plus de 123 000 points distribués sur la plaine inondable du Saint-Laurent entre Beauharnois et Trois-Rivières en excluant le bassin de Laprairie (Morin et al. 2005). Les indicateurs sont calculés pour chaque série temporelle de débit représentant les conditions de gestion ou les scénarios d'apport en eau considérés.

Les résultats du calcul des indicateurs de performance sont disponibles pour tous les points de la grille de calcul et peuvent être visualisées et diffusés (Figure 4, 5 et 6) via les fonctionnalités d'un Système de Gestion de Bases de Données (SGBD) et d'un Système d'Information Géographique (SIG).

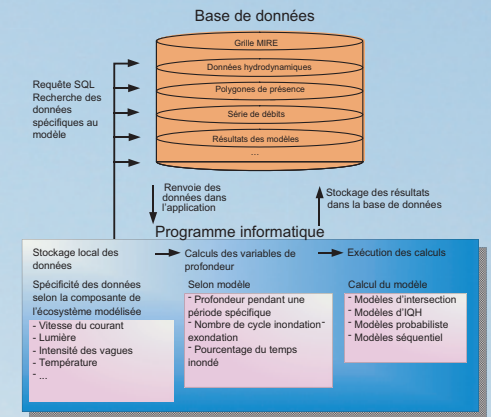


Figure 7 : Fonctionnement du système créé afin de traiter les données et calculer les résultats de modèles.

DISCUSSION

Un outil complet et efficace

Étant donné que les données et les résultats sont stockés dans une SGBD (Figure 7), ils sont en tout temps disponibles. Ce système fournit les avantages supplémentaires de visualisation spatiale des résultats à travers l'utilisation d'un Système d'Information Géographique (SIG) aidant ainsi à valider les applications et les modèles. De plus, différents types de requêtes sont possibles et facilitent l'analyse des résultats (analyses spatiale, analyses d'évolution temporelles, analyses regroupées).

Un outil d'avenir

Le développement d'indicateurs (modèles) tel que décrit ici et supportant la prévision numérique environnementale devient un outil puissant d'aide à la décision concernant des enjeux environnementaux importants puisqu'il permet de prédire l'état de l'écosystème. Ces indicateurs ont servi lors de l'étude sur la revue du mode de gestion des niveaux d'eau du système Grands Lacs - Saint-Laurent et servent actuellement dans un projet évaluant les impacts des changements climatiques. Ils pourraient également servir pour évaluer les impacts de modifications physiques amenées au fleuve par exemple au niveau du surcreusage ou de l'installation de structures de contrôle du niveau ou encore de l'impact de prélèvements massifs d'eau.

RÉFÉRENCES

- GIGUERE, S., MORIN, J., P., LAPORTE et M. MINGELBIER (2005). Évaluation des impacts des fluctuations hydrologiques sur les espèces en péril : Tronçon fluvial du Saint-Laurent (Cornwall à Trois-Rivières). Rapport final présenté à la Commission mixte internationale, Étude internationale sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent. Environnement Canada, Région du Québec Service canadien de la faune, Québec, mars 2005. 76 pages + annexes.
- MORIN, J. et A. BOUCHARD (2001). Les bases de la modélisation du tronçon Montréal / Trois-Rivières. Rapport scientifique SMC Québec - Section Hydrologie RS-100, Environnement Canada, Sainte-Foy. 57 pages. ISBN : 0-662-85363-6.
- MORIN, J., O. CHAMPOUX, S. MARTIN et K. TURGEON (2005). Modélisation intégrée de la réponse de l'écosystème dans le fleuve Saint-Laurent : Rapport final des activités entreprises dans le cadre du Plan d'étude sur la régularisation du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. Rapport scientifique SMC Québec - Section Hydrologie RS-108, Environnement Canada, Sainte-Foy, préparé pour le Groupe de travail technique sur l'environnement du Groupe d'étude international sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent (Commission Mixte Internationale). 130 pages + annexes. ISBN : 0-662-79871-6.