

## Changements de l'occupation du sol dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre entre les années 1950 et 1997

Diane Dauphin and Benoît Jobin

Volume 140, Number 1, Winter 2016

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1034097ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1034097ar>

[See table of contents](#)

### Publisher(s)

La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada

### ISSN

0028-0798 (print)

1929-3208 (digital)

[Explore this journal](#)

### Cite this article

Dauphin, D. & Jobin, B. (2016). Changements de l'occupation du sol dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre entre les années 1950 et 1997. *Le Naturaliste canadien*, 140(1), 42–52. <https://doi.org/10.7202/1034097ar>

### Article abstract

The Lac Saint-Pierre (Québec, Canada) is a wetland of exceptional biodiversity. However, in recent decades, anthropogenic activity has led to the loss or modification of many associated natural habitats, causing sharp declines in populations of wildlife species, including the yellow perch (*Perca flavescens*), which has most probably suffered from a reduction in breeding habitat. To investigate recent vegetation and land use change in the Lac Saint-Pierre floodplain, aerial photographs from 1950, 1964 and 1997 were interpreted, analysed and compared. Approximately 3,200 ha of wildlife habitat (i.e., natural habitats and perennial crops) have been modified in the portion of the floodplain exhibiting a flood recurrence interval of 0-2 years. The most notable change has been the conversion of approximately 2,500 ha of perennial crops (i.e., pasture and hayfields) to annual crops (e.g., corn and soybean), which are poorly suited to use by wildlife. Natural habitats have also been modified, with the most important being the loss of 350 ha of wet meadow. In addition to yellow perch, other wildlife has also suffered from the observed land use changes, including species of waterfowl and passerines that typically nest in perennial crops and wet meadows. Restoration of essential habitats and changes in farming practices are needed to support the recovery of declining species in the Lac Saint-Pierre and its floodplain.

# Changements de l'occupation du sol dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre entre les années 1950 et 1997

Diane Dauphin et Benoît Jobin

## Résumé

Le lac Saint-Pierre est le site d'une biodiversité exceptionnelle. Toutefois, les activités anthropiques ont mené à la perte et à la dégradation des milieux naturels au cours des dernières décennies si bien que de nombreuses espèces fauniques, dont la perchaude (*Perca flavescens*), montrent des déclinés marqués de leur population. La perte d'habitats de reproduction serait l'un des facteurs déterminants pour expliquer cette situation. Afin de documenter les changements d'occupation du sol survenus au niveau de la plaine inondable du lac Saint-Pierre, des photos aériennes prises à 3 périodes (1950, 1964 et 1997) ont été interprétées et comparées. Il en ressort qu'environ 3 200 ha d'habitats fauniques (milieux naturels + cultures pérennes) ont été modifiés dans la zone de récurrence d'inondation de 0-2 ans. Le changement le plus important concerne la conversion de quelque 2 500 ha de cultures pérennes (fourrages, pâturages) en cultures annuelles (maïs, soya) peu propices à la faune. Des habitats naturels ont également été modifiés, en particulier 350 ha de prairies humides. Outre la perchaude, d'autres groupes fauniques sont affectés par ces changements d'occupation du sol, notamment les passereaux et les canards barboteurs qui nichent dans les cultures pérennes et les prairies. La restauration d'habitats et le changement des pratiques agricoles font partie des actions qui peuvent être mises de l'avant pour favoriser le rétablissement des espèces en difficulté au lac Saint-Pierre.

MOTS CLÉS : agriculture, dynamique des habitats, *Perca flavescens*, plaine inondable, Québec

## Abstract

The Lac Saint-Pierre (Québec, Canada) is a wetland of exceptional biodiversity. However, in recent decades, anthropogenic activity has led to the loss or modification of many associated natural habitats, causing sharp declines in populations of wildlife species, including the yellow perch (*Perca flavescens*), which has most probably suffered from a reduction in breeding habitat. To investigate recent vegetation and land use change in the Lac Saint-Pierre floodplain, aerial photographs from 1950, 1964 and 1997 were interpreted, analysed and compared. Approximately 3,200 ha of wildlife habitat (i.e., natural habitats and perennial crops) have been modified in the portion of the floodplain exhibiting a flood recurrence interval of 0-2 years. The most notable change has been the conversion of approximately 2,500 ha of perennial crops (i.e., pasture and hayfields) to annual crops (e.g., corn and soybean), which are poorly suited to use by wildlife. Natural habitats have also been modified, with the most important being the loss of 350 ha of wet meadow. In addition to yellow perch, other wildlife has also suffered from the observed land use changes, including species of waterfowl and passerines that typically nest in perennial crops and wet meadows. Restoration of essential habitats and changes in farming practices are needed to support the recovery of declining species in the Lac Saint-Pierre and its floodplain.

KEYWORDS: agriculture, floodplain, habitat dynamics, *Perca flavescens*, Québec

## Introduction

Le secteur du lac Saint-Pierre constitue l'une des composantes majeures de l'écosystème du Saint-Laurent, sa plaine inondable d'eau douce étant d'ailleurs la plus importante de tout le Québec. Le lac Saint-Pierre abrite des zones humides d'importance internationale qui ont mené à sa désignation comme site RAMSAR (The Ramsar Convention Secretariat, 2014) et comme réserve mondiale de la biosphère (Coopérative de solidarité de la réserve de la biosphère du Lac-Saint-Pierre, 2012), des statuts qui contribuent à la conservation de la biodiversité du site. Les milieux humides, vastes et variés (marais, marécages, prairies humides), sont utilisés par plusieurs espèces fauniques à différents stades de leur cycle vital (MDDEFP, 2013). Par exemple, la plaine inondable du lac Saint-Pierre est fréquentée par des centaines

de milliers de canards et d'oies durant la migration printanière, ce qui en fait la plus importante halte migratoire de tout l'est du Canada (Lehoux et collab., 1995; Gignac et Gariépy, 2000; MDDEFP, 2013). De plus, cette région affiche les plus grandes diversité et abondance de poissons de tout le système fluvial (Mingelbier et collab., 2008).

La dynamique des habitats et la perte des milieux naturels, dans le sud du Québec, depuis les années 1950, sont des sujets bien documentés (Latendresse et collab., 2008a, 2008b; Rioux et collab., 2009). Ainsi, on note que les paysages

Diane Dauphin et Benoît Jobin sont biologistes au sein de l'unité d'évaluation des paysages et planification du Service canadien de la faune d'Environnement Canada à Québec.

diane.dauphin@canada.ca

agricoles ont été grandement modifiés : redressement des cours d'eau, drainage des milieux humides, réduction des superficies boisées et conversion des pâturages et des cultures pérennes (fourrages) en cultures annuelles à grandes interlignes. Cette expansion des cultures annuelles, peu propices à la faune, aurait contribué de façon significative aux déclinés observés chez plusieurs espèces associées aux cultures pérennes. De fait, plusieurs oiseaux champêtres, comme le goglu des prés (*Dolichonyx oryzivorus*), la sturnelle des prés (*Sturnella magna*) et l'hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) sont devenus rares dans le paysage agricole québécois (ICOAN, 2012) et un déclin marqué de la population de perchaudes (*Perca flavescens*) a été observé au lac Saint-Pierre (Magnan et collab., 2008). Au total, plus de 67 espèces menacées, vulnérables ou susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables ont été observées au lac Saint-Pierre au cours des ans (MDDEFP, 2013).

Des données détaillées sur l'occupation du sol de la plaine inondable du lac Saint-Pierre ont été colligées par Richard et collab. (2011) pour les années 1950, 1964 et 1997. Une analyse préliminaire de celles-ci indique qu'une grande proportion de milieux naturels propices à la reproduction de la perchaude a été perdue au cours des dernières décennies, principalement causée par la conversion des cultures pérennes vers des cultures annuelles à grandes interlignes (de la Chenelière et collab., 2014). Ces pertes d'habitats de reproduction, associées à l'intensification des pratiques agricoles, auraient ainsi contribué au déclin observé chez la population de perchaudes.

La présente étude a pour but d'analyser les données sur l'occupation du sol de la plaine inondable du lac Saint-Pierre colligées par Richard et collab. (2011) pour les années 1950, 1964 et 1997. Elle permet, non seulement de montrer les changements d'habitats survenus durant cette période, mais aussi d'orienter les actions de conservation et de restauration qui permettront la réhabilitation d'habitats fauniques et le rétablissement d'espèces sensibles, telles que la perchaude et les oiseaux champêtres. Les recommandations soulevées dans le présent document ne tiennent compte que des retombées écologiques de telles actions. Évidemment, dans le cadre de leur mise en œuvre, les aspects socio-économiques devront également être considérés. Même si les plus récentes données d'occupation du sol disponibles datent de 1997, les analyses n'en demeurent pas moins pertinentes puisqu'elles permettent d'illustrer et de quantifier les changements survenus au cours des décennies où l'agriculture a connu des bouleversements majeurs. Une cartographie plus récente de l'occupation du sol des basses-terres du Saint-Laurent est actuellement en cours et les données qui seront disponibles permettront d'actualiser la carte de l'occupation du sol du lac Saint-Pierre et d'analyser les changements survenus au niveau du paysage après 1997.

## Méthode

Les données issues des travaux de Richard et collab. (2011) couvrant les années 1950, 1964 et 1997 ont été utilisées dans le cadre de la présente étude afin de dresser un portrait de l'utilisation du sol au cours des dernières décennies dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre. Ces auteurs ont interprété, numérisé et géoréférencé des photos aériennes à haute résolution (échelle 1:15 000 à 1:20 000) et des couches d'informations géographiques de format *shape file* (ESRI) ont été créées. Ils ont ensuite calculé la superficie occupée par chacune des classes détaillées d'occupation du sol dans la zone comprise entre la limite supérieure du lac (variable d'une année à l'autre, selon le niveau d'eau) et la limite d'une crue de récurrence de 100 ans (Morin et Bouchard, 2000; Richard et collab., 2011; figure 1). Dans le présent document, afin de rendre plus justes les comparaisons interannuelles réalisées par Richard et collab. (2011), un emporte-pièce délimitant le niveau d'eau du lac durant l'année 1997 (le plus haut des 3 années) a été superposé aux cartes d'occupation du sol de 1950, 1964 et 1997, uniformisant ainsi les surfaces comparées (figure 1).

Dans le cadre des présents travaux, l'aire d'étude a été ajustée pour inclure seulement la portion de la plaine inondable qui revêt le plus de signification au niveau écologique, notamment pour les poissons, soit la zone de récurrence d'inondation de 0-2 ans (de la Chenelière et collab., 2014; Centre d'expertise hydrique du Québec, données non publiées; figure 1). De même, un emporte-pièce délimitant le niveau d'eau du lac durant l'année 1997 a été superposé à chacune des cartes d'occupation du sol pour uniformiser l'aire d'étude entre les 3 années.

Dix classes générales d'occupation du sol ont été retenues pour les analyses (tableau 1). Les superficies absolues (ha) sont présentées de même que les superficies relatives (%) correspondant au rapport entre la superficie absolue d'une classe donnée et la superficie totale de toutes les classes pour une année donnée. Des classes d'habitats ont été regroupées pour certaines analyses : milieux agricoles (cultures annuelles + cultures pérennes + friches + vergers et vignobles); milieux humides (marais + marécages + prairies humides + eau libre); milieux naturels (milieux humides + friches + milieux forestiers); habitats fauniques (cultures pérennes + milieux naturels).

Des matrices de changement de l'occupation du sol ont été réalisées pour comparer la superficie de chacun des habitats entre les années 1950 et 1997 et pour identifier les habitats à l'origine des changements survenus. Ainsi, pour une classe d'occupation du sol donnée, retrouvée dans l'aire d'étude en 1997 (une ligne de la matrice), chaque valeur indique la nature et la superficie de l'habitat présent à l'origine, en 1950, avant le changement. En outre, la diagonale de la matrice, montre les superficies dont l'occupation du sol est demeurée inchangée entre les deux années.

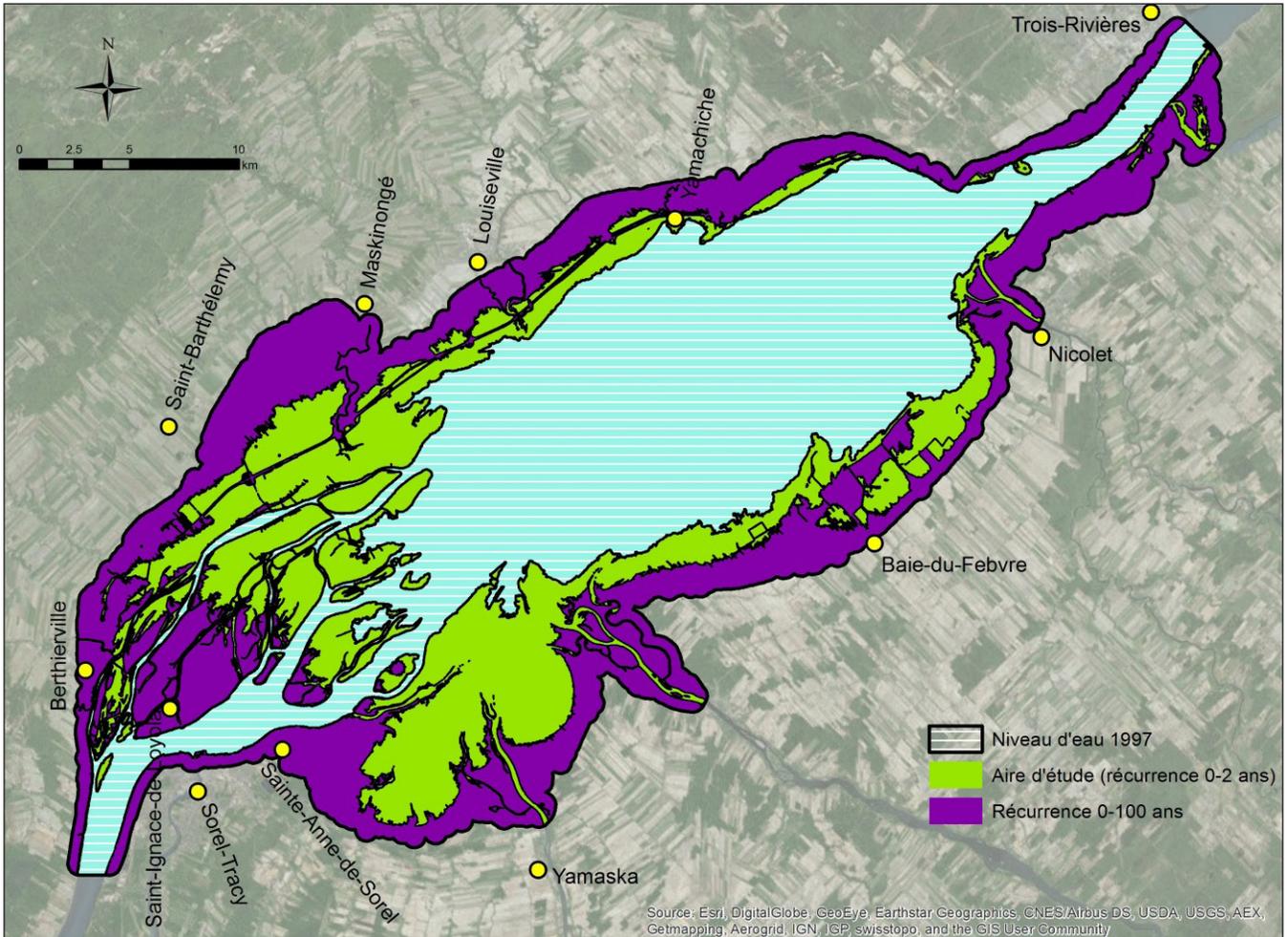


Figure 1. Carte de localisation de l'aire d'étude (zone de récurrence de 0-2 ans) et de la zone de récurrence de 0-100 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre.

Tableau 1 : Classes générales d'occupation du sol dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre.

| Classe générale              | Description   |
|------------------------------|---|
| Culture annuelle             | Petite céréale; maïs; soya; tabac; fruit; légume  |
| Culture pérenne              | Fourrage; foin; pâturage; verger; vignoble  |
| Eau libre                    | Rivière et autres plans d'eau (sauf étang)  |
| Eau libre (lac Saint-Pierre) | Portion du lac Saint-Pierre située à l'extérieur de l'emporte-pièce délimitant le niveau du lac en 1997   |
| Friche                       | Jeune friche (végétation herbacée et arbustive < 1 m); vieille friche (végétation herbacée et arbustive de 1 à 3 m, parfois arborée > 3 m)                                    |
| Marais                       | Marais émergé (végétation émergée de type typha, rubanier, sagittaire); marais submergé (végétation submergée de type élodée, potamot, myriophylle); eau peu profonde (étang) |
| Marécage                     | Marécage arborescent (forêt mature); marécage arbustif (végétation arbustive telle que saule et aulne)  |
| Milieu anthropique           | Zone urbaine (ville, village, industrie); ferme (bâtiment agricole, résidence); emprise (route, voie ferrée, ligne électrique); sol dénudé (plage, route de gravier)          |
| Milieu forestier             | Feuillus; résineux; mixte; perturbation forestière (coupe); plantation  |
| Prairie humide               | Végétation herbacée située près d'une étendue ou d'un cours d'eau et inondée de façon intermittente   |

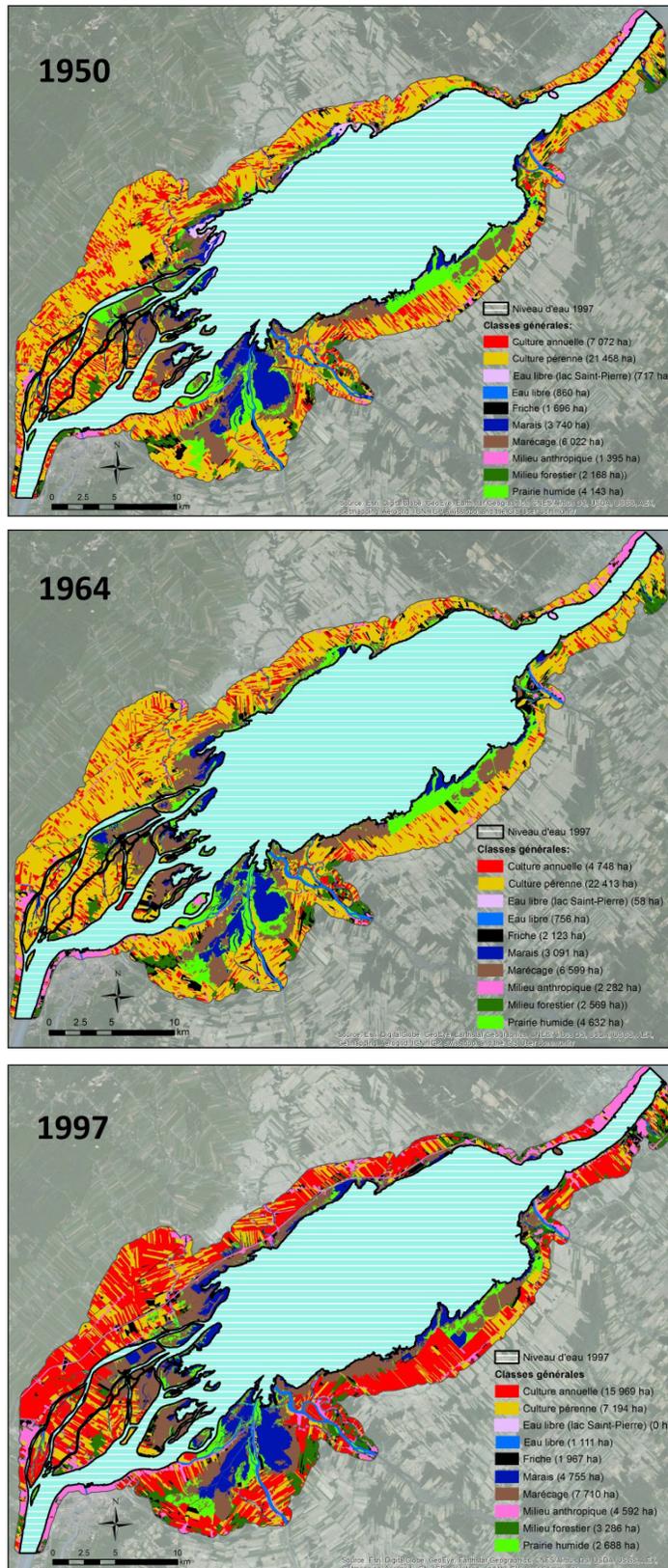


Figure 2. Occupation du sol dans la zone de récurrence de 0-100 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre en 1950, 1964 et 1997 (ajustée au niveau d'eau de 1997).

## Résultats

### Occupation du sol dans la zone de récurrence de 0-100 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre durant les années 1950, 1964 et 1997

Les travaux de Richard et collab. (2011) ont permis d'évaluer que le lac Saint-Pierre et la zone de récurrence de 0-100 ans de sa plaine inondable occupaient 89 523 ha comprenant, selon le niveau d'eau du lac aux 3 années étudiées, entre 49 000 et 59 000 ha de plaine inondable. Lorsque le niveau d'eau du lac est uniformisé à celui de 1997 pour les 3 années, la superficie de plaine inondable considérée s'élève à 49 271 ha (tableau 2; figure 2). Dans cette zone, peu importe l'année, les milieux agricoles venaient au premier rang des habitats les plus abondants ( $\approx 50\text{-}60\%$  de couverture). Toutefois, leur composition a varié dans le temps. En effet, alors qu'en 1950 et 1964 les cultures pérennes dominaient ( $\approx 45\%$  de couverture,  $\approx 21\,000\text{-}22\,000$  ha) et que les cultures annuelles n'occupaient que 10 à 15% du territoire ( $\approx 5\,000$  à  $7\,000$  ha), la situation s'est complètement inversée en 1997 puisque les cultures annuelles dominaient, occupant 32% de la zone d'étude (16 000 ha), comparativement à 15% (7 000 ha), pour les cultures pérennes. Quant aux friches, leur superficie est restée stable au cours des 3 années étudiées (3-4% de couverture,  $\pm 2\,000$  ha).

Les milieux humides viennent au deuxième rang des habitats les plus abondants ( $\approx 30\%$  de couverture,  $\approx 15\,000\text{-}16\,000$  ha) et sont dominés par les marécages au cours des 3 années. On a toutefois noté une baisse importante de la superficie des prairies humides (42% de perte; de 4 632 ha en 1964 à 2 688 ha en 1997) alors que la superficie des milieux anthropiques a triplé entre 1950 et 1997 (1 395 à 4 592 ha). Quant aux milieux forestiers, leur superficie est restée à peu près stable au cours des 3 années (occupation entre 4 et 7%,  $\approx 2\,000\text{-}3\,000$  ha).

### Occupation du sol dans la zone de récurrence de 0-2 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre (ajustée au niveau d'eau de 1997) entre les années 1950 et 1997

La superficie de la zone de récurrence de 0-2 ans s'élève à 20 897 ha. Dans cette zone, plus sujette aux inondations que celle de 0-100 ans, les milieux humides ont dominé durant les 3 années ( $\approx 60\text{-}65\%$  de couverture,  $\approx 13\,000$  ha; tableau 3; figure 3). Ces derniers étaient composés surtout de marécages, dont la superficie a augmenté entre 1950 et 1997 (27 à 33% de couverture, 5 500 à 7 000 ha), mais aussi de marais (11 à 17%, 2 300 à 3 600 ha) et de prairies humides. Ces dernières ont subi un déclin significatif au cours des décennies étudiées, passant d'environ 3 500 ha en 1950 et 1964 (16-17% de couverture) à quelque 2 100 ha (10%) en 1997, soit une diminution de 42% comparativement à la superficie des prairies humides présentes en 1964.

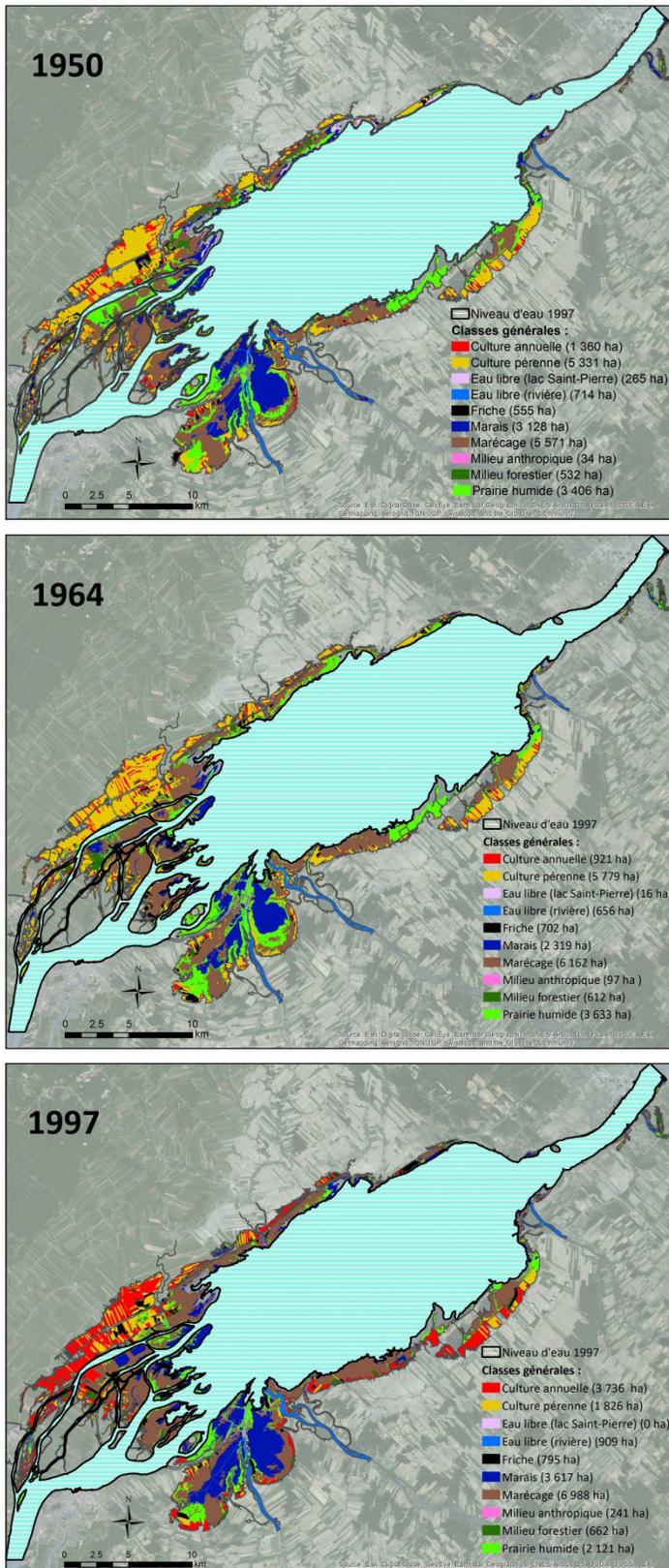


Figure 3. Occupation du sol dans la zone de récurrence de 0-2 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre en 1950, 1964 et 1997 (ajustée au niveau d'eau de 1997).

Même si les milieux agricoles ne se sont classés qu'au deuxième rang des habitats les plus importants durant les 3 années étudiées, ils occupaient, néanmoins, de grandes superficies dans la zone de récurrence de 0-2 ans ( $\approx 30\text{-}35\%$  de couverture, entre 6 000 et 7 500 ha). Dans cette dernière, tout comme la zone de 0-100 ans, le paysage agricole s'est transformé de façon significative au fil des ans. En effet, les cultures pérennes qui occupaient  $\approx 5\,000\text{-}6\,000$  ha en 1950 et 1964 (25-28 % de couverture) ont vu leur superficie chuter à  $\approx 1\,800$  ha (9 % de couverture) en 1997, comparativement aux cultures annuelles qui, au contraire, sont passées de 900-1 400 ha en 1950 et 1964 (entre 4 et 7 % de couverture) à plus de 3 700 ha (18 %) en 1997. Les cultures pérennes occupaient 78 % des terres cultivées en 1964 et seulement 29 % en 1997, comparativement à 12 et 59 % pour les cultures annuelles (tableau 3; figure 3). Quant aux friches, les superficies qu'elles occupaient ont légèrement augmenté au cours des 3 années, passant de 555 ha en 1950 à 800 ha en 1997. La superficie des milieux forestiers a elle aussi augmenté un peu, passant de 530 à 660 ha entre 1964 et 1997. Quant aux milieux anthropiques, leur superficie a augmenté de 7 fois, passant de 34 ha (0,2 %) en 1950 à 241 ha (1,2 %) en 1997.

**Matrice de changement de l'occupation du sol de 1950 à 1997 dans la zone de récurrence de 0-2 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre (ajustée au niveau d'eau de 1997)**

La matrice de changement fournit des informations plus précises sur l'évolution du paysage puisqu'elle permet d'identifier la nature des habitats à l'origine des changements observés (tableau 4). Le plus important changement observé concerne l'utilisation des terres agricoles alors que près de la moitié des cultures pérennes présentes en 1950 (2 557 ha / 5 332 ha) ont été converties en cultures annuelles en 1997. Parmi les superficies occupées par des cultures pérennes en 1950, seules 24 % (1 296 ha) ont conservé leur vocation en 1997 et aussi peu que 9 % (455 ha) ont évolué en friche.

D'autres habitats fauniques présents en 1950 ont été remplacés par des cultures annuelles en 1997, notamment 344 ha de milieux humides (dont 303 ha de prairies humides) et 102 ha de friches. Les milieux anthropiques ont également pris de l'expansion entre ces 2 années (34 ha en 1950 vs 241 ha en 1997) et ont remplacé 114 ha de milieux humides (dont 44 ha de prairies humides, 41 ha de marécages et 10 ha de marais), 63 ha de cultures pérennes, 18 ha de milieux forestiers et 22 ha de friches. La nature des milieux humides a également varié dans le temps, par exemple des zones couvertes par des marécages en 1950 ont été remplacées par des marais en 1997, et vice versa.

**Tableau 2. Superficies en valeurs relatives (%) et absolues (ha) occupées par chacune des classes générales d'occupation du sol, selon l'année, dans la zone de récurrence de 0-100 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre (ajustées au niveau d'eau de 1997).**

| Classe d'occupation du sol   | 1950                 | 1964                 | 1997                 |
|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                              | Superficie (%) (ha)  | Superficie (%) (ha)  | Superficie (%) (ha)  |
| Culture annuelle             | 14,4 (7 072)         | 9,6 (4 748)          | 32,4 (15 969)        |
| Culture pérenne              | 43,6 (21 458)        | 45,5 (22 413)        | 14,6 (7 194)         |
| Eau libre (lac Saint-Pierre) | 1,5 (717)            | 0,1 (58)             | 0 (0)                |
| Eau libre (rivière)          | 1,7 (860)            | 1,5 (756)            | 2,3 (1 111)          |
| Friche                       | 3,4 (1 696)          | 4,3 (2 123)          | 4,0 (1 967)          |
| Marais                       | 7,6 (3 740)          | 6,3 (3 091)          | 9,7 (4 755)          |
| Marécage                     | 12,2 (6 022)         | 13,4 (6 599)         | 15,6 (7 710)         |
| Milieu anthropique           | 2,8 (1 395)          | 4,6 (2 282)          | 9,3 (4 592)          |
| Milieu forestier             | 4,4 (2 168)          | 5,2 (2 569)          | 6,7 (3 286)          |
| Prairie humide               | 8,4 (4 143)          | 9,4 (4 632)          | 5,5 (2 688)          |
| <b>MILIEU AGRICOLE*</b>      | <b>61,4 (30 226)</b> | <b>59,4 (29 284)</b> | <b>51,0 (25 133)</b> |
| <b>MILIEU HUMIDE**</b>       | <b>29,9 (14 765)</b> | <b>30,6 (15 078)</b> | <b>33,1 (16 264)</b> |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>100 (49 271)</b>  | <b>100 (49 271)</b>  | <b>100 (49 271)</b>  |

\* = culture annuelle + culture pérenne + friche

\*\* = marais + marécage + prairie humide + eau libre

**Tableau 3. Superficies en valeurs relatives (%) et absolues (ha) occupées par chacune des classes générales d'occupation du sol, selon l'année, dans la zone de récurrence de 0-2 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre (ajustées au niveau d'eau de 1997).**

| Classe d'occupation du sol   | 1950                 | 1964                 | 1997                 |
|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                              | Superficie (%) (ha)  | Superficie (%) (ha)  | Superficie (%) (ha)  |
| Culture annuelle             | 6,5 (1 360)          | 4,4 (921)            | 17,9 (3 736)         |
| Culture pérenne              | 25,5 (5 331)         | 27,7 (5 779)         | 8,7 (1 826)          |
| Eau libre (lac Saint-Pierre) | 1,3 (265)            | 0,1 (16)             | 0 (0)                |
| Eau libre (rivière)          | 3,4 (714)            | 3,1 (656)            | 4,4 (909)            |
| Friche                       | 2,7 (555)            | 3,4 (702)            | 3,8 (795)            |
| Marais                       | 15,0 (3 128)         | 11,1 (2 319)         | 17,3 (3 617)         |
| Marécage                     | 26,7 (5 571)         | 29,5 (6 162)         | 33,4 (6 988)         |
| Milieu anthropique           | 0,2 (34)             | 0,5 (97)             | 1,2 (241)            |
| Milieu forestier             | 2,5 (532)            | 2,9 (612)            | 3,2 (662)            |
| Prairie humide               | 16,3 (3 406)         | 17,4 (3 633)         | 10,2 (2 121)         |
| <b>MILIEU AGRICOLE*</b>      | <b>34,7 (7 246)</b>  | <b>35,4 (7 402)</b>  | <b>30,4 (6 358)</b>  |
| <b>MILIEU HUMIDE**</b>       | <b>61,3 (12 820)</b> | <b>61,1 (12 771)</b> | <b>65,3 (13 635)</b> |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>100 (20 897)</b>  | <b>100 (20 897)</b>  | <b>100 (20 897)</b>  |

\* = culture annuelle + culture pérenne + friche

\*\* = marais + marécage + prairie humide + eau libre

**Matrice de changement des cultures pérennes et des milieux naturels en cultures annuelles ou en milieux anthropiques entre 1950 et 1997 dans la zone de récurrence de 0-2 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre (ajustée au niveau d'eau de 1997)**

La matrice de changement des cultures pérennes et des milieux naturels indique que, dans la zone de récurrence

de 0-2 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre, 3 242 ha d'habitats fauniques ont été modifiés entre 1950 et 1997 au profit des cultures annuelles (3 025 ha) et des milieux anthropiques (217 ha) (tableau 5; figure 4). Les habitats ainsi perdus étaient composés en particulier de cultures pérennes (2 620 ha), mais aussi de milieux naturels (milieux humides, friches, forêts: 622 ha). Fait à noter, parmi les milieux naturels, ce sont les prairies humides qui ont été les plus touchées par les changements de vocation (346 ha / 622 ha, 56 %).

**Tableau 4. Matrice de changement de l'occupation du sol (superficies en ha) de 1950 à 1997 dans la zone de récurrence de 0-2 ans (ajustée au niveau d'eau de 1997).**

| 1997 \ 1950                  | Culture annuelle | Culture pérenne | Eau libre (lac Saint-Pierre) | Eau libre (rivière) | Marais         | Marécage       | Prairie humide | Friche       | Milieu forestier | Milieu anthropique | TOTAL 1997      |
|------------------------------|------------------|-----------------|------------------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|------------------|--------------------|-----------------|
| Culture annuelle             | 705,5            | 2 557,3         | 0,5                          | 1,1                 | 5,7            | 33,3           | 303,0          | 101,7        | 22,3             | 6,1                | 3 736,4         |
| Culture pérenne              | 305,0            | 1 295,7         | 0,1                          | 2,9                 | 11,2           | 36,6           | 70,3           | 78,9         | 22,8             | 2,6                | 1 826,2         |
| Eau libre (lac Saint-Pierre) |                  |                 | 0                            |                     | 0,4            | 0,3            |                |              |                  |                    | 0,6             |
| Eau libre (rivière)          | 5,7              | 56,6            | 0,9                          | 604,4               | 114,0          | 30,9           | 39,3           | 36,8         | 15,3             | 5,6                | 909,4           |
| Marais                       | 19,3             | 63,1            | 180,6                        | 11,2                | 2 279,5        | 537,2          | 493,6          | 25,9         | 6,1              | 0,5                | 3 617,0         |
| Marécage                     | 115,9            | 313,2           | 58,1                         | 27,2                | 489,8          | 4 396,0        | 1 178,3        | 122,7        | 281,3            | 5,0                | 6 987,6         |
| Prairie humide               | 62,1             | 355,1           | 6,1                          | 14,0                | 188,2          | 288,5          | 1 118,1        | 68,1         | 18,9             | 2,6                | 2 121,5         |
| Friche                       | 75,9             | 454,7           | 4,2                          | 3,7                 | 10,3           | 44,0           | 121,2          | 54,6         | 25,6             | 1,3                | 795,4           |
| Milieu forestier             | 54,1             | 173,0           | 2,9                          | 41,8                | 19,6           | 163,4          | 39,0           | 44,3         | 121,6            | 2,7                | 662,3           |
| Milieu anthropique           | 16,6             | 62,8            | 11,7                         | 8,1                 | 9,9            | 40,6           | 43,5           | 22,0         | 18,2             | 7,4                | 240,7           |
| <b>TOTAL 1950</b>            | <b>1 359,9</b>   | <b>5 331,5</b>  | <b>265,1</b>                 | <b>714,3</b>        | <b>3 128,4</b> | <b>5 570,8</b> | <b>3 406,2</b> | <b>555,0</b> | <b>532,1</b>     | <b>33,8</b>        | <b>20 897,1</b> |

**Tableau 5. Matrice de changement des cultures pérennes et des milieux naturels en cultures annuelles ou en milieux anthropiques (superficie en ha) entre 1950 et 1997 dans la zone de récurrence de 0-2 ans, selon les MRC (ajustée au niveau d'eau de 1997).**

| MRC               | 1950               |                 | Milieux naturels             |                     |            |             |                |             |                  | Cultures pérennes modifiées | Milieux naturels modifiés | Total habitats fauniques modifiés 1997 |
|-------------------|--------------------|-----------------|------------------------------|---------------------|------------|-------------|----------------|-------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|--|
|                   | Habitats fauniques | Culture pérenne | Eau libre (lac Saint-Pierre) | Eau libre (rivière) | Marais     | Marécage    | Prairie humide | Friche      | Milieu forestier |                             |                           |  |
| Bécancour         | Culture annuelle   | 8,7             |                              | 0,0                 | 0,4        | 0,2         | 0,7            | 0,3         | 0,1              | 8,7                         | 1,7                       | 10,5                                   |
|                   | Milieu anthropique | 1,7             | 0,1                          |                     | 0,2        | 0,2         | 0,2            | 0,3         | 0,6              | 1,7                         | 1,7                       | 3,5                                    |
|                   | <b>TOTAL</b>       | <b>10,5</b>     | <b>0,1</b>                   | <b>0,0</b>          | <b>0,6</b> | <b>0,5</b>  | <b>1,0</b>     | <b>0,6</b>  | <b>0,7</b>       | <b>10,5</b>                 | <b>3,5</b>                | <b>13,9</b>                            |
| D'Autray          | Culture annuelle   | 1 246,8         | 0,5                          | 0,3                 | 4,4        | 7,4         | 117,4          | 35,4        | 15,7             | 1 246,8                     | 181,2                     | 1 428,0                                |
|                   | Milieu anthropique | 18,9            | 0,9                          | 0,4                 | 0,8        | 2,5         | 14,9           | 1,7         | 5,5              | 18,9                        | 26,6                      | 45,6                                   |
|                   | <b>TOTAL</b>       | <b>1 265,7</b>  | <b>1,3</b>                   | <b>0,7</b>          | <b>5,3</b> | <b>9,9</b>  | <b>132,4</b>   | <b>37,1</b> | <b>21,2</b>      | <b>1 265,7</b>              | <b>207,9</b>              | <b>1 473,6</b>                         |
| Pierre-de-Saurel  | Culture annuelle   | 170,5           |                              | 0,1                 | 0,3        | 11,8        | 58,8           | 37,3        | 1,3              | 170,5                       | 109,7                     | 280,2                                  |
|                   | Milieu anthropique | 10,0            | 0,7                          | 1,8                 | 1,1        | 15,3        | 10,4           | 2,1         | 1,7              | 10,0                        | 33,1                      | 43,1                                   |
|                   | <b>TOTAL</b>       | <b>180,6</b>    | <b>0,7</b>                   | <b>2,0</b>          | <b>1,3</b> | <b>27,2</b> | <b>69,1</b>    | <b>39,4</b> | <b>3,0</b>       | <b>180,6</b>                | <b>142,7</b>              | <b>323,3</b>                           |
| Maskinongé        | Culture annuelle   | 584,9           |                              | 0,3                 | 0,0        | 2,0         | 1,4            | 10,3        | 3,3              | 584,9                       | 17,3                      | 602,3                                  |
|                   | Milieu anthropique | 22,6            | 1,8                          | 3,6                 | 1,4        | 14,3        | 11,2           | 8,4         | 6,9              | 22,6                        | 47,5                      | 70,1                                   |
|                   | <b>TOTAL</b>       | <b>607,5</b>    | <b>1,8</b>                   | <b>3,9</b>          | <b>1,4</b> | <b>16,3</b> | <b>12,6</b>    | <b>18,7</b> | <b>10,2</b>      | <b>607,5</b>                | <b>64,9</b>               | <b>672,4</b>                           |
| Nicolet-Yamaska   | Culture annuelle   | 546,2           |                              | 0,4                 | 0,6        | 11,8        | 124,5          | 18,4        | 1,8              | 546,2                       | 157,4                     | 703,7                                  |
|                   | Milieu anthropique | 9,3             | 0,0                          | 2,2                 | 2,6        | 8,2         | 5,7            | 0,9         | 1,9              | 9,3                         | 21,4                      | 30,7                                   |
|                   | <b>TOTAL</b>       | <b>555,5</b>    | <b>0,0</b>                   | <b>2,6</b>          | <b>3,1</b> | <b>20,0</b> | <b>130,2</b>   | <b>19,3</b> | <b>3,7</b>       | <b>555,5</b>                | <b>178,8</b>              | <b>734,3</b>                           |
| Trois-Rivières    | Culture annuelle   | 0,0             |                              |                     |            | 0,0         | 0,2            |             |                  | 0,0                         | 0,2                       | 0,2                                    |
|                   | Milieu anthropique | 0,3             | 8,3                          |                     | 3,8        | 0,1         | 1,1            | 8,6         | 1,7              | 0,3                         | 23,5                      | 23,8                                   |
|                   | <b>TOTAL</b>       | <b>0,3</b>      | <b>8,3</b>                   | <b>0,0</b>          | <b>3,8</b> | <b>0,1</b>  | <b>1,3</b>     | <b>8,6</b>  | <b>1,7</b>       | <b>0,3</b>                  | <b>23,7</b>               | <b>24,1</b>                            |
| <b>TOTAL 1950</b> | Culture annuelle   | 2 557,3         | 0,5                          | 1,1                 | 5,7        | 33,3        | 303,0          | 101,7       | 22,3             | 2 557,3                     | 467,6                     | 3 024,9                                |
|                   | Milieu anthropique | 62,8            | 11,7                         | 8,1                 | 9,9        | 40,6        | 43,5           | 22,0        | 18,2             | 62,8                        | 153,9                     | 216,7                                  |
|                   | <b>TOTAL</b>       | <b>2 620</b>    | <b>12</b>                    | <b>9</b>            | <b>16</b>  | <b>74</b>   | <b>346</b>     | <b>124</b>  | <b>40</b>        | <b>2 620</b>                | <b>622</b>                | <b>3 242</b>                           |

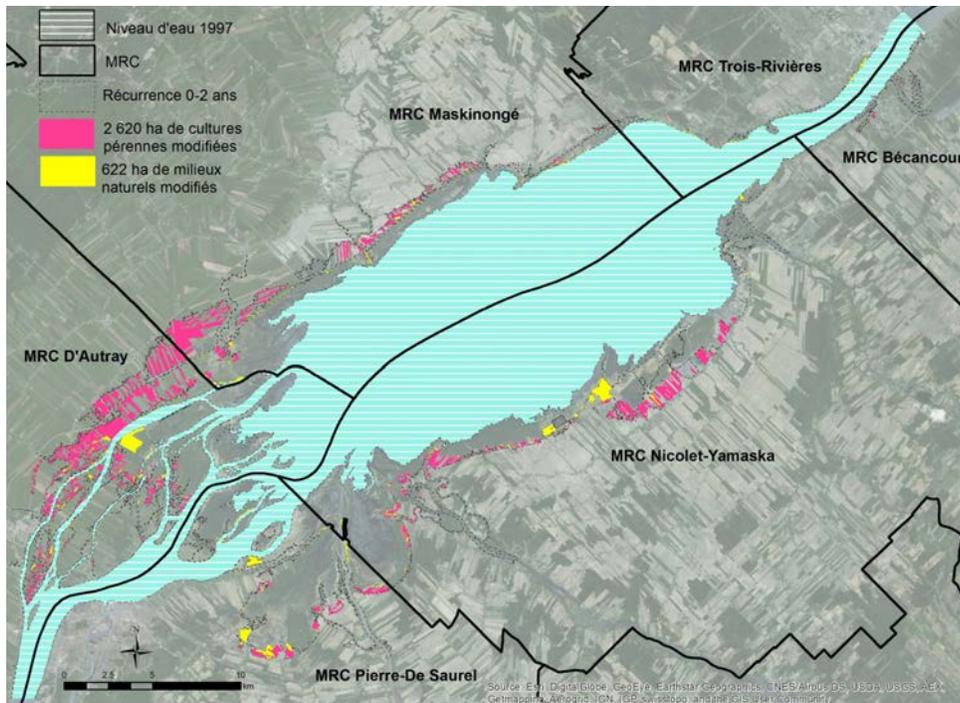


Figure 4. Cultures pérennes et milieux naturels modifiés en cultures annuelles ou en milieux anthropiques entre les années 1950 et 1997 dans la zone de récurrence de 0-2 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre (ajustée au niveau d'eau de 1997).

Dans la zone de récurrence de 0-2 ans, les cultures annuelles ont donc remplacé 2 557 ha de cultures pérennes et 468 ha d'habitats naturels, en particulier des prairies humides (65 %; 303 ha), présents en 1950. De même, les milieux anthropiques ont remplacé 154 ha de milieux naturels et 63 ha de cultures pérennes. Sur les 6 MRC représentées dans la zone d'étude, ce sont celles de D'Autray, de Nicolet-Yamaska et de Maskinongé qui ont affiché les plus grandes pertes d'habitats fauniques (entre 670 et 1 500 ha; tableau 5; figure 4).

## Discussion

### *Changements de l'occupation du sol au lac Saint-Pierre*

Les analyses réalisées indiquent que, durant la période étudiée, le principal changement d'occupation du sol dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre s'est produit au niveau des terres agricoles. Alors que les champs cultivés étaient en majorité composés de cultures pérennes en 1950, ils étaient dominés par des cultures annuelles en 1997. Ce constat est le même autant pour les zones de récurrence de 0-100 ans que de 0-2 ans. Les matrices de changement ont permis de confirmer que, dans la zone de récurrence de 0-2 ans, la majorité des terres occupées aujourd'hui par les cultures annuelles étaient à l'origine couvertes de cultures pérennes ( $\approx 2\,500$  ha sur les 3 700 ha de cultures annuelles présentes en 1997). Au total, c'est plus de 3 200 ha d'habitats fauniques (2 600 ha de cultures pérennes et 600 ha de milieux naturels) qui ont été modifiés au profit des cultures annuelles et des milieux anthropiques.

Ce changement d'utilisation du sol dans la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre est le reflet de la situation observée à plus grande échelle au niveau des terres fertiles et argileuses (à fort potentiel agricole) de la plaine du Saint-Laurent. En fait, au cours des dernières décennies, les agriculteurs ont amené de tels changements dans leurs pratiques qu'une métamorphose s'est opérée tant au niveau paysager que socio-économique. La réduction du nombre de fermes et l'augmentation de leur superficie, la priorisation des monocultures à grande échelle (utilisation maximale des terres) et le confinement du bétail dans des bâtiments font partie des principales pratiques qui ont contribué à modifier le paysage agricole (Pesant et Desmarais, 2003; Ruiz et Domon, 2005; Tessier et collab., 2009). On a ainsi assisté à la disparition des

fermes traditionnelles aux paysages diversifiés composés de boisés, de pâturages, de prairies et de cultures fourragères, et à leur remplacement par des cultures annuelles de céréales (maïs, blé) et d'oléagineux (soya). Cette transition vers une agriculture plus intensive et homogène explique, entre autres, la raréfaction des pâturages (leur superficie aurait diminué de l'ordre de 80 %; Ruiz et Domon, 2005), une des composantes essentielles des paysages agricoles traditionnels du Québec (Jobin et collab., 2007; Tessier et collab., 2009).

D'autres études font état de la conversion des cultures pérennes en cultures annuelles dans le sud du Québec (Ruiz et Domon, 2005; Domon et Bouchard, 2007; Jobin et collab., 2007; Latendresse et collab., 2008a,b; Rioux et collab., 2009). En outre, les données de Statistique Canada (2015) indiquent que cette tendance s'est poursuivie, dans l'ensemble du Québec après 1997, au-delà de la période couverte dans le cadre de la présente étude (diminution des cultures pérennes d'environ 5-10 % et augmentation des cultures annuelles de 25-30 %).

### *Impacts sur les écosystèmes et les communautés fauniques du lac Saint-Pierre*

Dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre, où l'agriculture occupe une place prépondérante, l'équilibre écosystémique de ce milieu très diversifié et très productif est sérieusement affecté par les nouvelles pratiques agricoles (Tessier et collab., 2009; Théberge et collab., 2011; MERN, 2013). Outre la perte de grandes superficies de cultures

pérennes, les impacts sur les écosystèmes sont nombreux, notamment : drainage et assèchement de milieux humides, perte de milieux forestiers et autres habitats fauniques, canalisation de cours d'eau, destruction de bandes de végétation riveraine, entrave à la libre circulation du poisson, altération de la qualité de l'eau, perte de connectivité entre les habitats, perte de biodiversité et d'intégrité écologique (Gélinas et collab., 1996; Painchaud, 1999; Vachon, 2003; Ruiz et Domon, 2005; Lussier, 2010; Théberge et collab., 2011; Jobin et collab., 2013; MERN, 2013; Martineau et collab., 2014).

Les prairies humides, les friches et les cultures pérennes sont des habitats recherchés par la perchaude pour se reproduire, au printemps, puisque les tiges végétales et les tapis de végétation morte offrent un support pour les œufs lors de la période de frai. Il n'est donc pas surprenant que la perte d'habitats de reproduction associée à la conversion des cultures pérennes en cultures annuelles soit considérée comme l'un des principaux facteurs responsables de l'effondrement des stocks de perchaude du lac Saint-Pierre (de la Chenelière et collab., 2014). D'ailleurs, les sols dénudés et peu végétalisés des cultures annuelles seraient systématiquement évités par les géniteurs (Benoît et collab., 1987; Mingelbier et collab., 2005). Parmi les autres facteurs responsables du déclin de la perchaude, on note les pêches sportives et commerciales, la pollution de l'eau, les espèces exotiques envahissantes, la prédation par le cormoran à aigrettes (*Phalacrocorax auritus*), les changements climatiques et la régularisation du niveau d'eau (de la Chenelière et collab., 2014). L'état précaire de la population de perchaudes, un maillon important des communautés aquatiques du lac Saint-Pierre, doit être interprété comme un indicateur de la détérioration de cet écosystème exceptionnel. D'ailleurs, d'autres espèces de poissons aux préférences similaires en termes d'habitats ([grand brochet (*Esox lucius*), crapet de roche (*Ambloplites rupestris*), crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*) et méné à tache noire (*Notropis hudsonius*)] présentent également des signes de déclin au lac Saint-Pierre (Brodeur, 2013).

Parallèlement, il est maintenant admis que l'intensification de l'agriculture a contribué à la perte de biodiversité dans les paysages agricoles, notamment chez les oiseaux champêtres (Jobin et collab., 1994, 1996; Robert et Laporte, 1995; Lamoureux et Dion, 2014). Au Canada, l'analyse des données provenant du Relevé des oiseaux nicheurs (RON) de l'Amérique du Nord, révèle d'ailleurs un déclin significatif et à long terme de plusieurs espèces d'oiseaux champêtres (Downes et collab., 2011). Les populations de plusieurs espèces auraient ainsi diminué de moitié au cours des 4 dernières décennies et les déclins se seraient accentués au cours des dernières années (Lamoureux et Dion, 2014). Ces déclins seraient causés par la perte de grandes superficies de cultures pérennes et de prairies humides et par les coupes fourragères hâtives qui détruisent les nids lors du passage de la machinerie. Bon nombre de ces espèces sont considérées à statut précaire ([goglu des prés, sturnelle des prés, hibou des marais (*Asio flammeus*), bruant de Nelson (*Ammodramus nelsoni*), et troglodyte à bec court

(*Cistothorus platensis*]) ou ont été identifiées comme espèces prioritaires requérant des actions de conservation dans le Québec méridional (EC, 2013). La dominance des cultures annuelles dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre serait donc peu propice à ces espèces.

De plus, les travaux réalisés par Bélanger (1989) dans les milieux insulaires du tronçon fluvial du Saint-Laurent ont démontré que les prairies (en particulier les prairies hautes) sont les principaux habitats recherchés par les canards barboteurs en période de reproduction, alors que les terres cultivées figurent parmi les habitats les moins convoités (Lehoux et collab., 2003; Lehoux et Dauphin, 2004). Or, la présente étude révèle que les prairies humides (hautes et basses confondues) constituent les habitats naturels qui ont connu les plus grandes pertes au cours des dernières décennies dans la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre, principalement au profit de cultures annuelles et, dans une moindre mesure, de milieux anthropiques ( $\approx 350$  ha perdus au total). Ces pertes d'habitats auraient donc possiblement réduit de façon significative le potentiel de recrutement des populations de sauvagine. En outre, la conversion des cultures pérennes en cultures annuelles pourrait être impliquée dans le déclin de la population du canard noir (*Anas rubripes*) et son remplacement par le canard colvert (*Anas platyrhynchos*) dans le sud-ouest du Québec (Maisonnette et collab., 2006; Lepage et Bordage, 2013). Le changement des pratiques agricoles pourrait également expliquer le déclin de la population de sarcelles à ailes bleues (*Anas discors*) dans l'écozone des plaines à forêts mixtes (Fast et collab., 2011).

## Conclusion

La zone littorale du lac Saint-Pierre était à l'origine couverte par une multitude d'habitats servant de site d'alimentation, de reproduction et d'alevinage à des centaines d'espèces fauniques. Toutefois, la situation actuelle de l'occupation du sol montre des signes inquiétants alors que plusieurs espèces connaissent des déclins marqués de leurs populations (p. ex. perchaude, oiseaux champêtres). Comme le mentionne de la Chenelière et collab. (2014), le rétablissement des populations fauniques, particulièrement celle de la perchaude, nécessitera des efforts considérables, en vue de conserver les habitats naturels, et de restaurer des habitats propices à la faune. L'amélioration de la qualité des habitats, particulièrement dans la zone de récurrence de 0-2 ans, devrait donc viser un retour vers une couverture du sol permanente plus propice aux espèces fauniques. La reconversion des cultures annuelles vers des cultures pérennes et la mise en place de bandes riveraines élargies permettraient, non seulement d'offrir des habitats propices à la faune, mais également de freiner les apports de sédiments et de produits de synthèse (pesticides, fertilisants) qui réduisent la qualité de l'eau des cours d'eau et affectent l'intégrité des écosystèmes du lac Saint-Pierre. Les résultats de notre étude (figure 4), couplés à ceux de de la Chenelière et collab. (2014), proposent des secteurs où des actions de restauration seraient requises dans la zone de récurrence de 0-2 ans, là où les milieux naturels et les cultures pérennes ont été modifiés.

Heureusement, plusieurs sites d'intérêt et des milieux humides d'importance situés autour du lac Saint-Pierre sont actuellement protégés ou conservés par des organismes de conservation ou des instances gouvernementales (Jobin et collab., 2013; MDDEFP, 2013; Nature Québec, 2015). Parallèlement, des efforts importants sont consentis afin de restaurer des cours d'eau et mettre en place des pratiques agricoles bénéfiques à la faune dans des secteurs clés de la plaine inondable du lac Saint-Pierre (p. ex. Saint-Barthélemy, Baie-du-Febvre). C'est par des efforts soutenus et la poursuite des initiatives existantes qu'un retour à grande échelle d'une couverture végétale propice à la faune permettra de renverser le déclin observé chez plusieurs espèces, dont la perchaude (de la Chenelière et collab. 2014).

Enfin, nos résultats ont montré des changements importants dans l'occupation du sol de la plaine inondable du lac Saint-Pierre pour la période allant de 1950 à 1997. Toutefois, les pertes d'habitats et la modification des paysages agricoles se sont poursuivies dans les années subséquentes (Latendresse et collab., 2008b; Papisodoro, 2010). Il sera bientôt possible d'obtenir une image actuelle de la répartition des habitats fauniques dans la région alors qu'une nouvelle cartographie de l'occupation du sol des basses-terres du Saint-Laurent est actuellement en production dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent. Cette cartographie, utilisant des sources de données géospatiales récentes et de haute résolution (p. ex. cartographie détaillée des milieux humides, cartes écoforestières actualisées), devrait être disponible en 2016. Elle permettra d'actualiser nos connaissances sur la dynamique des habitats et de l'occupation du sol dans le territoire à l'étude et de raffiner l'identification des sites à restaurer. Les aspects socio-économiques des changements préconisés devront également être considérés avant leur mise en application.

## Remerciements

Nous tenons à remercier sincèrement Dominique Côté, Geneviève Richard, Martine Benoit et Benoit Landry pour leur travail dévoué lors de l'interprétation des photos aériennes et le montage de la base de données. Nous remercions également Philippe Brodeur, Marc Mingelbier, Marianne Théberge et Jean Morin pour les échanges et le partage d'informations sur la situation des écosystèmes du lac Saint-Pierre. Enfin, nous remercions Josée De Guise, Luc Bélanger et Daniel Robitaille pour leur soutien tout au long du projet. Ce projet a été financé par Environnement Canada et par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. ◀

## Références

- BÉLANGER, L., 1989. Potentiel des îles du Saint-Laurent dulcicole pour la sauvagine et plan de protection. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Québec, 71 p.
- BENOÎT, J., R. BERGERON, J.-C. BOURGEOIS, S. DESJARDINS et J. PICARD, 1987. Les habitats et la faune de la région du lac Saint-Pierre : synthèse des connaissances. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Directions régionales de Montréal et de Trois-Rivières, Québec, ix + 123 p.
- BRODEUR, P., 2013. État des stocks et gestion de la perchaude au lac Saint-Pierre et dans le tronçon Bécancour-Batiscan. Atelier sur la faune aquatique, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 19-21 février 2013, Québec, 2 p.
- COOPÉRATIVE DE SOLIDARITÉ DE LA RÉSERVE DE LA BIOSPHERE DU LAC-SAINT-PIERRE, 2012. Réserve de la Biosphère du Lac-Saint-Pierre. Disponible en ligne à : <http://www.biospherelac-st-pierre.qc.ca>. [Visité le 15-05-17].
- DE LA CHENELIÈRE V., P. BRODEUR et M. MINGELBIER, 2014. Restauration des habitats du lac Saint-Pierre: un prérequis au rétablissement de la perchaude. *Le Naturaliste canadien*, 138 (2) : 50-61.
- DOMON, G. et A. BOUCHARD, 2007. The landscape history of Godmanchester (Quebec, Canada): Two centuries of shifting relationships between anthropic and biophysical factors. *Landscape Ecology*, 22 : 1201-1214.
- DOWNES, C., P. BLANCHER et B. COLLINS, 2011. Landbird trends in Canada, 1968-2006. *Canadian Biodiversity: Ecosystem Status and Trends 2010*, Technical Thematic Report n° 12, Canadian Councils of Resource Ministers, Ottawa, x + 94 p.
- EC (ENVIRONNEMENT CANADA), 2013. Stratégie de conservation des oiseaux pour la région de conservation des oiseaux 13 de la région du Québec : plaine du Saint-Laurent et des lacs Ontario et Érié. Service canadien de la faune, Environnement Canada, Québec, 156 p. + annexes.
- FAST, M., B. COLLINS et M. GENDRON, 2011. Tendances des populations reproductrices de sauvagine au Canada. *Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010*, Rapport technique thématique n° 8. Conseils canadiens des ministres des ressources, Ottawa, vi + 42 p.
- GÉLINAS, N., C. MAISONNEUVE et L. BÉLANGER, 1996. La bande riveraine en milieu agricole : importance pour les micro-mammifères et l'herpétofaune. *Revue de littérature*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Québec, 47 p.
- GIGNAC, H. et N. GARIÉPY, 2000. L'archipel du lac Saint-Pierre : terre d'eau. *Continuité*, 85 : 35-37.
- ICOAN (Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord), 2012. État des populations d'oiseaux au Canada, 2012. Environnement Canada, Ottawa, 36 p.
- JOBIN, B., J.-L. DESGRANGES, N. PLANTE et C. BOUTIN, 1994. Relations entre la modification du paysage rural, les changements de pratique agricole et les fluctuations des populations d'oiseaux champêtres du sud du Québec (Plaine du Saint-Laurent). Gauthier et Guillemette consultants inc., pour Environnement Canada. Série de rapports techniques n° 191, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, xi + 95 p. + annexes + supplément.
- JOBIN, B., J.-L. DESGRANGES et C. BOUTIN, 1996. Population trends in selected species of farmland birds in relation to recent developments in agriculture in the St. Lawrence Valley. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 57 : 103-116.
- JOBIN, B., C. LATENDRESSE, C. MAISONNEUVE, A. SEBBANE et M. GRENIER, 2007. Changements de l'occupation du sol du sud du Québec pour la période 1993-2001. Série de rapports techniques n° 483, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, 112 p. + annexes.
- JOBIN B., R. LANGEVIN, M. ALLARD, S. LABRECQUE, D. DAUPHIN, M. BENOIT et P. AQUIN, 2013. Évaluation d'une approche d'analyse du paysage pour planifier la conservation des habitats des oiseaux migrateurs et des espèces en péril dans l'écozone des Plaines à forêts mixtes : étude de cas au lac Saint-Pierre. Série de rapports techniques n° 527, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, 74 p. + annexes.
- LAMOUREUX, S. et C. DION, 2014. Stratégies de protection des oiseaux champêtres en région dominée par une agriculture intensive (Partie I: Espèces et régions prioritaires, revue des programmes étrangers). Regroupement QuébecOiseaux, Montréal, 71 p.

- LATENDRESSE, C., B. JOBIN, A. BARIL, C. MAISONNEUVE, C. BOUTIN et D. CÔTÉ, 2008a. Dynamique spatiotemporelle des habitats fauniques dans l'écorégion des Basses terres du fleuve Saint-Laurent, 1950-1997. Série de rapports techniques n° 494, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, 83 p. + annexes.
- LATENDRESSE, C., B. JOBIN, C. MAISONNEUVE, A. SEBBANE et M. GRENIER, 2008b. Changements de l'occupation du sol dans le Québec méridional entre 1993 et 2001. *Le Naturaliste canadien*, 132 (1): 14-23.
- LEHOUC, D. et D. DAUPHIN, 2004. La sauvagine et les niveaux d'eau dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre et les milieux insulaires de la portion dulcicole du Saint-Laurent. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Québec, 21 p.
- LEHOUC, 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). Les oiseaux nicheurs du Québec: Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec, Montréal, p. 1207-1213.
- LEHOUC, D., D. DAUPHIN, O. CHAMPOUX, J. MORIN et G. LÉTOURNEAU, 2003. Impact des fluctuations des niveaux d'eau sur les canards barboteurs en reproduction dans le tronçon lac Saint-Louis/lac Saint-Pierre (utilisation des données d'habitats) (rapport final). Environnement Canada, Service canadien de la faune, Service météorologique du Canada et Centre Saint-Laurent, Québec, ix + 65 p. + annexes.
- LEPAGE, C. et D. BORDAGE (sous la direction de), 2013. État des populations de sauvagine du Québec, 2009. Série de rapports techniques n° 525, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, xiii + 250 p.
- LUSSIER, C., 2010. Bandes riveraines en milieu agricole – Bassin versant de la rivière aux Brochets. Agroforesterie appliquée. Coopérative de Solidarité du bassin versant de la Rivière-aux-Brochets, Bedford, 24 p. + tableaux + cartes + photos.
- MAGNAN, P., Y. MAILHOT et P. DUMONT, 2008. État du stock de perchaude du lac Saint-Pierre en 2007 et efficacité du plan de gestion de 2005. Comité avisé scientifique sur la gestion de la perchaude du lac Saint-Pierre, Université du Québec à Trois-Rivières et Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Trois-Rivières, iv + 28 p. + annexes.
- MAISONNEUVE, C., L. BÉLANGER, D. BORDAGE, B. JOBIN, M. GRENIER, J. BEAULIEU, S. GABOR et B. FILION, 2006. American black duck and mallard breeding distribution and habitat relationships along a forest-agriculture gradient in southern Québec. *Journal of Wildlife Management*, 70: 450-459.
- MARTINEAU, I., F. BOIVIN et É. LÉGER, 2014. À chacun sa bande. Guide des bandes riveraines en milieu agricole. Club-conseil Gestrie-Sol, Granby, 23 p.
- MDDEFP (MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS), 2013. Le lac Saint-Pierre: un joyau à restaurer. MDDEFP, Québec, 28 p.
- MERN (MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES), 2013. Gros plan sur le Centre-du-Québec: restauration et suivi d'habitats aquatiques en milieu agricole. Disponible en ligne à: <https://www.mern.gouv.qc.ca/centre-du-quebec/region/projets-suivi-aquatique.jsp>. [Visité le 15-06-04].
- MINGELBIER, M., P. BRODEUR et J. MORIN, 2005. Recommandations concernant les poissons et leurs habitats dans le Saint-Laurent fluvial et évaluation des critères de régularisation du système lac Ontario – Saint-Laurent. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche sur la faune, Québec, 141 p.
- MINGELBIER, M., Y. REYJOL, P. DUMONT, Y. MAILHOT, P. BRODEUR, D. DESCHAMPS et C. CÔTÉ, 2008. Les communautés de poissons d'eau douce dans le Saint-Laurent. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, 8 p.
- MORIN, J. et A. BOUCHARD, 2000. Les bases de la modélisation du tronçon Montréal/Trois-Rivières. Rapport scientifique SMC Québec – Section Hydrologie RS-100, Environnement Canada, Sainte-Foy, 57 p.
- NATURE QUÉBEC, 2015. Le quatuor des ZICO du lac Saint-Pierre et de son archipel. Disponible en ligne à: <http://www.naturequebec.qc.ca/Zico/Article.aspx?aid=6211>. [Visité le 15-05-28].
- PAINCHAUD, J., 1999. La production porcine et la culture du maïs. Impacts potentiels sur la qualité de l'eau. *Le Naturaliste canadien*, 123 (1): 41-46.
- PAPASODORO, C., 2010. Cartographie de l'évolution spatio-temporelle des pertes de milieux naturels dans la région de Lanaudière, pour le secteur des Basses-terres du Saint-Laurent, de 1994 à 2008. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune et Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Repentigny, 30 p.
- PESANT, Y. et C. DESMARAIS, 2003. Agriculture et paysage: multifonctionnalité et écoconditionnalité. Rapport de la mission effectuée en France dans les régions de l'Auvergne et de la vallée de la Loire entre le 12 et le 22 octobre 2003. MAPAQ, Direction régionale de la Montérégie, secteur est, et Direction régionale du Centre-du-Québec, Saint-Hyacinthe, 99 p.
- RICHARD, G., D. CÔTÉ, M. MINGELBIER, B. JOBIN, J. MORIN et P. BRODEUR, 2011. Utilisation du sol dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre (fleuve Saint-Laurent) durant les périodes 1950, 1964 et 1997: interprétation de photos aériennes, numérisation et préparation d'une base de données géoréférencées. Rapport technique préparé pour le ministère des Ressources naturelles et de la Faune et Environnement Canada, Québec, 42 p.
- RIOUX, S., C. LATENDRESSE, B. JOBIN, A. BARIL, C. MAISONNEUVE, C. BOUTIN et D. CÔTÉ, 2009. Dynamique des habitats fauniques dans les Basses-terres du Saint-Laurent de 1950 à 1997. *Le Naturaliste canadien*, 133 (2): 20-28.
- ROBERT, M. et P. LAPORTE, 1995. Rapport sur la situation de la pie-grièche migratrice (*Lanius ludovicianus*) au Québec. Série de rapports techniques n° 243, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, 61 p.
- RUIZ, J. et G. DOMON, 2005. Paysages de l'agriculture en mutation. Dans: POUILLOUEC-GONIDEK, P., G. DOMON et S. PAQUETTE (édit.). Paysages en perspective. Presses de l'Université de Montréal, Montréal, p. 47-97.
- STATISTIQUE CANADA, 2015. Estimation de la superficie, du rendement, de la production et du prix moyen à la ferme des principales grandes cultures, en unités métriques. Tableau 001-0010. Disponible en ligne à: <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/pick-choisir?lang=fra&p2=33&id=0010010>. [Visité le 15-06-04].
- TESSIER, A., F. ST-ONGE et S. GARIÉPY, 2009. Le paysage rural au Québec: enjeux agricoles et solutions agroforestières. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec, vi + 124 p.
- THÉBERGE, M., P. BRODEUR et R. DUMAS, 2011. Protocole d'évaluation de l'impact des pratiques agricoles dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre et des bénéfices de l'aménagement des cours d'eau sur l'habitat du poisson. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Trois-Rivières, 14 p. + annexes.
- THE RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT, 2014. Lac Saint-Pierre. Service d'information sur les Sites Ramsar. Disponible en ligne à: <https://rsis.ramsar.org/fr/rs/949>. [Visité le 15-06-04].
- VACHON, N., 2003. L'envasement des cours d'eau: processus, causes et effets sur les écosystèmes avec une attention particulière aux Catostomidés dont le chevalier cuirré (*Moxostoma hubbsi*). Société de la Faune et des Parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, Rapport technique 16-13, vi + 49 p.