



Il est bien connu que la répartition des populations d'oiseaux est en constante évolution, entre autres en raison de modifications de l'occupation des sols ou de changements de la structure des habitats à l'échelle des paysages. Ces transformations peuvent résulter de perturbations naturelles, comme les feux de forêt et les infestations d'insectes, ou d'activités anthropiques, comme l'urbanisation, l'agriculture et la récolte forestière (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

En contribuant à la réalisation du premier atlas (Gauthier et Aubry, 1995), puis du présent ouvrage, les observateurs d'oiseaux québécois ont pu remarquer que de nombreuses espèces sont beaucoup plus présentes aujourd'hui alors que d'autres sont maintenant plus difficiles à observer. Répéter le travail de produire un atlas des oiseaux nicheurs offre, de fait, une formidable occasion de dresser le portrait de la répartition des oiseaux d'un territoire donné, mais également de constater l'évolution de cette répartition dans le temps (Estrada *et al.*, 2004; Cadman *et al.*, 2010; Balmer *et al.*, 2013). Cela offre aussi la possibilité d'approfondir les connaissances sur les relations qui unissent les aires de nidification des oiseaux et les changements d'occupation du sol ou de composition des habitats à de très grandes échelles spatiales (Brotons *et al.*, 2008; Vallecillo *et al.*, 2009). Les données auxquelles les technologies d'imagerie donnent désormais accès (télétection, images satellitaires, cartographie numérique des types de couvert végétal et d'occupation des sols) permettent en effet de mesurer avec précision les changements d'habitat, dans le temps comme dans l'espace.

Ce chapitre présente dans un premier temps l'analyse des grands changements d'habitat advenus dans les paysages du Québec méridional depuis l'époque du premier atlas, et il s'appuie sur diverses sources d'information en lien avec les technologies d'imagerie. À la lumière de cette analyse, nous traitons ensuite de l'évolution de la probabilité d'observation des espèces d'un atlas à l'autre. Enfin, nous montrons comment les données du deuxième atlas, notamment la réalisation de près de 35 000 points d'écoute, permettent de constater comment les oiseaux réagissent aux changements d'habitat qui ne sont pas toujours perceptibles à l'échelle plus grossière des parcelles d'inventaire (voir l'encadré « Analyses complémentaires »).

Photo page de gauche: Grands Pics, par Luc Farrell

CHANGEMENTS D'HABITAT ET DE RÉPARTITION DES OISEAUX NICHEURS D'UN ATLAS À L'AUTRE

PAR PIERRE DRAPEAU, ALAIN LEDUC, BENOÎT JOBIN, LOUIS IMBEAU ET MÉLANIE DESROCHERS

CHANGEMENTS D'HABITAT

Dans l'intervalle de quelque vingt ans qui séparent la fin de la campagne de terrain du premier atlas et le début de celle du deuxième, les grands écosystèmes du Québec et les habitats qui les caractérisent ont connu divers changements. Ces changements tiennent à la fois à la dynamique naturelle des habitats (maturation du couvert forestier, épidémies d'insectes, feux de forêt, etc.) et aux diverses activités humaines (intensification de l'agriculture, urbanisation, aménagement forestier, exploitation minière, etc.).

La forêt constitue l'assise première des écosystèmes terrestres du Québec sous les 52° de latitude Nord, occupant plus de 85% du territoire. Son évolution est suivie au moyen d'inventaires réalisés à intervalles réguliers par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). Ces inventaires permettent d'étudier les habitats terrestres en général, par exemple de mesurer les changements d'affectation des terres (conversion de terres agricoles en friches forestières ou l'inverse: conversion d'usage forestier à non forestier). Nous avons donc utilisé cette source d'information pour analyser les modifications du couvert forestier, de même que les changements d'affectation des terres, dans chacun des grands domaines bioclimatiques (ou, dans certains cas, des régions naturelles) représentés dans le Québec méridional¹. À une échelle plus fine, nous avons eu recours aux données Landsat² et de la

1. Reportez-vous au chapitre 7 pour obtenir plus d'information sur les domaines bioclimatiques.

2. Programme de capture d'images de la surface terrestre à partir de satellites.

Financière agricole du Québec pour quantifier l'évolution des types de culture.

À notre connaissance, il s'agit ici du premier portrait d'ensemble de l'évolution du couvert forestier et des superficies en culture pour le Québec méridional. C'est une première au Canada dans le cadre de la production d'un atlas des oiseaux nicheurs, puisqu'un bilan quantitatif aussi détaillé (depuis un atlas précédent) n'a jamais été réalisé auparavant.

Habitats forestiers

En raison de l'étendue du territoire, l'inventaire forestier du Québec est mené sur une période de dix à quinze ans. Il permet néanmoins de suivre de façon adéquate l'évolution de la structure et de la composition des forêts du Québec. Au total, quatre inventaires «décennaux» ont été conduits pour l'ensemble du Québec forestier depuis les années 1970.

Nous nous sommes basés sur les inventaires décennaux effectués pendant les périodes les plus proches des campagnes du premier et du deuxième atlas, soit respectivement le deuxième inventaire (1979-1990; MER, 1984) et le quatrième (2000-2010; Lemieux *et al.*, 2014). Les deux années médianes de référence auxquelles correspondent les cartes écoforestières utilisées pour comparer entre elles les périodes d'atlas sont 1985 pour la première et 2005 pour la deuxième. Pour mesurer les changements du couvert forestier entre ces deux séries de cartes, nous avons utilisé la base de données SIFORT (Système d'Information FORestière par Tesselle) du MFFP, qui présente, pour chaque inventaire forestier décennal, les informations forestières à l'échelle de parcelles d'un niveau de résolution de 14 ha (140 000 m²).

Les cartes écoforestières fournissent des renseignements détaillés sur les peuplements forestiers, comme les espèces d'arbres qui y prédominent, leur hauteur, leur densité et la nature de leur sol. Nous avons choisi de regrouper les peuplements forestiers en fonction de deux critères considérés comme importants pour les oiseaux, à savoir leur structure et leur composition (MacArthur, 1971; James, 1971; Cody, 1985; Wiens, 1989). La structure des peuplements est ainsi divisée en trois classes de hauteur (< 4 m, 4-12 m, > 12 m). Les deux premières classes sont généralement désignées dans ce chapitre comme «en régénération» et «jeune», respectivement. Cependant, aucun terme n'est rattaché à la classe «> 12 m», puisque celle-ci peut englober des arbres d'âges fort divers. Quant à la composition en espèces d'arbres, elle compte trois classes: forêts feuillues, forêts mixtes et forêts résineuses. Il en résulte neuf grands types de couvert forestier susceptibles d'influer sur la répartition des oiseaux forestiers.

La figure 4.1 résume les changements, d'un atlas à l'autre, de la proportion du couvert forestier occupé par chacun des types de peuplements forestiers décrits ci-dessus, dans les différents domaines bioclimatiques du Québec

méridional. Aux fins du présent chapitre, ces derniers ont été regroupés en trois zones, qui traduisent les modes d'occupation du territoire et d'aménagement des forêts qu'on y pratique, lesquels sont les principaux vecteurs de changement des habitats des oiseaux.

La portion sud du Québec méridional, que nous désignons ici comme la «forêt tempérée», correspond ainsi aux domaines bioclimatiques de l'Érablière à caryer cordiforme et de l'Érablière à tilleul, dont la tenure des terres est principalement privée et où prime l'occupation du territoire à des fins agricoles et résidentielles. Juste au nord de la forêt tempérée, on trouve la «forêt de transition», qui est représentée par l'Érablière à bouleau jaune et la Sapinière à bouleau jaune. La tenure des terres y est principalement publique et l'aménagement forestier consiste principalement en des coupes partielles des tiges marchandes; cette pratique forestière rajeunit la forêt tout en maintenant un certain pourcentage de couvert arborescent. Enfin, la portion septentrionale du territoire est désignée sous le terme «forêt boréale» et regroupe la Sapinière à bouleau blanc et la Pessière à mousses; l'exploitation commerciale de la forêt s'y fait principalement au moyen de coupes qui créent de grandes superficies de milieux ouverts. On y pratique notamment les coupes avec protection de la régénération et des sols (CPRS), une récolte de toutes les tiges marchandes de plus de 9 cm de diamètre à hauteur de poitrine qui vise à protéger la régénération préétablie et les sols en limitant les déplacements de la machinerie.

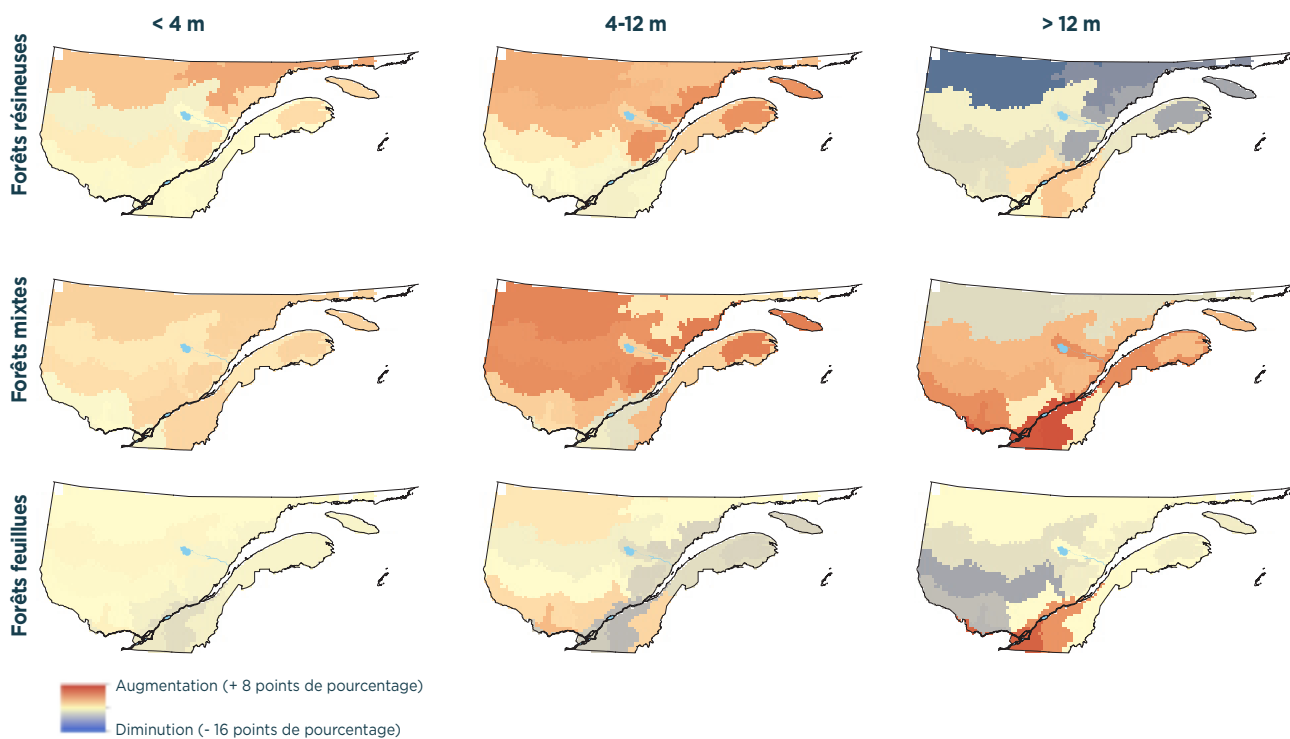
La forêt tempérée

Au sein de la forêt tempérée, le domaine bioclimatique de l'Érablière à caryer cordiforme (14 500 km²) occupe la portion la plus méridionale du Québec. Pour la période comprise entre 1985 et 2005, le couvert forestier n'y a progressé que de 482 km², soit de 3,3%. La situation est similaire pour l'Érablière à tilleul (31 000 km²), où le couvert forestier a globalement crû de seulement 4,8%.

Les changements les plus marquants dans la portion sud du Québec méridional consistent en l'accroissement de la superficie des peuplements feuillus et mixtes de plus de 12 m de hauteur. Parallèlement, la forêt tempérée a connu une diminution des couverts jeunes (4 à 12 m) et des habitats en régénération (moins de 4 m) (figure 4.1). Bien que ces résultats révèlent une maturation du couvert forestier, rappelons que la classe de plus de 12 m inclut autant des forêts relativement jeunes, qui se trouvaient dans la catégorie de 4 à 12 m en 1985, que des forêts plus âgées perturbées par l'activité humaine. Cette classe peut également comporter, mais dans une moindre mesure, de vieilles forêts caractérisées par un nombre important de gros et vieux arbres de même que par une bonne quantité d'arbres morts sur pied et au sol (Leduc et Bergeron, 1998; Angers *et al.*, 2005).

Il ne faut donc pas interpréter le gain de forêts de plus de 12 m comme un gain net de forêts matures et de vieilles

FIGURE 4.1 - Variations du couvert forestier (en points de pourcentage) par domaine bioclimatique entre l'époque du premier atlas et celle du deuxième



forêts. De fait, à l'instar de la situation qui caractérise l'ensemble de la forêt tempérée de l'est de l'Amérique du Nord (Frelich et Lorimer, 1991), la présence humaine a apposé son empreinte sur les forêts feuillues du Québec. Ces dernières ont été largement converties en terres agricoles (Jobin *et al.*, 2003; Domon et Bouchard, 2007) ou ont cédé la place au développement urbain (Domon *et al.*, 2000). En fait, il ne subsiste que très peu de vieilles forêts sur le territoire le plus densément peuplé du Québec méridional (Brisson *et al.*, 1994; Leduc et Bergeron, 1998; Angers *et al.*, 2005), et cette situation n'a pas changé entre 1985 et 2005. En somme, les peuplements de plus de 12 m dans la forêt tempérée sont davantage constitués d'arbres qui viennent d'atteindre cette hauteur, ou sinon de forêts matures qui sont perturbées par la coupe ou l'exploitation acéricole.

Par ailleurs, il importe de noter que les gains en superficie de peuplements de plus de 12 m en forêt tempérée n'excluent pas la possibilité de pertes locales de parcelles boisées, notamment dans les Basses-terres du Saint-Laurent (qui englobent l'Érablière à caryer cordiforme presque dans son ensemble et l'Érablière à tilleul en partie). En effet, l'analyse des changements relatifs aux terres agricoles montre que l'intensification de l'agriculture en faveur des cultures annuelles y a causé la perte de superficies boisées.

La forêt de transition

D'un atlas à l'autre, l'Érablière à bouleau jaune (65 600 km²) et la Sapinière à bouleau jaune (98 600 km²) ont connu peu de changements quant à l'occupation des sols par la

forêt. Les légers gains en superficies forestières (1 à 2%) résultent vraisemblablement d'une reforestation de terres agricoles marginales ayant été abandonnées au cours de la période à l'étude. Les changements les plus manifestes ont trait à la composition du couvert forestier de plus de 12 m : la trame forestière se caractérise maintenant par une plus forte proportion de forêts mixtes qu'à l'époque du premier atlas, augmentation qui s'est produite aux dépens surtout des couverts feuillus de la même classe de hauteur. Un changement dans le même sens a également été observé dans la strate de 4 à 12 m (figure 4.1).

Cette progression du couvert mixte n'est pas sans lien avec les pratiques de coupe de jardinage de feuillus matures. En coupant les arbres individuellement ou en bouquets, cette pratique crée des trouées dans la voûte forestière, ce qui peut favoriser les conifères en sous-bois. La croissance de ces derniers contribue alors à l'accélération du passage d'un couvert feuillu à un couvert mixte. Par ailleurs, on constate que les forêts résineuses de plus de 12 m affichent généralement une diminution d'un atlas à l'autre. Cela est vraisemblablement en lien avec la récolte des peuplements conifériens, notamment dans la Sapinière à bouleau jaune où les coupes progressives irrégulières, qui retirent un plus fort pourcentage de tiges que les coupes de jardinage, sont en progression (Bureau du forestier en chef, 2015). Enfin, la figure 4.1 permet de constater que, de manière générale, la superficie des forêts de 4 à 12 m (notamment les couverts mixtes) s'est accrue, mais qu'à l'inverse il y a peu de nouvelles superficies forestières en régénération (< 4 m), ce qui dénote une transition des forêts en régénération vers de jeunes peuplements.



Christine Lepage

Les récoltes forestières se sont étendues vers le nord depuis l'époque du premier atlas. Elles se sont concentrées dans la Pessière à mousses, le plus grand domaine bioclimatique de la forêt québécoise, et touchent plus particulièrement les forêts matures et âgées.

La forêt boréale

La forêt boréale du Québec méridional correspond à la Sapinière à bouleau blanc et à la Pessière à mousses. Le territoire y est principalement voué à l'exploitation commerciale des ressources ligneuses. La Sapinière à bouleau blanc (139 000 km²) marque la limite sud de la zone d'aménagement extensif de la forêt boréale commerciale et constitue le premier domaine bioclimatique à avoir été exploité en forêt boréale. D'un atlas à l'autre, peu de changements y ont été observés pour les forêts de plus de 12 m, bien que le taux de coupe en sapinière se soit maintenu à près de 1% par an (Bureau du forestier en chef, 2015). Cette stabilité révèle en fait l'effet compensatoire de la croissance d'une proportion importante de forêts qui mesuraient de 4 à 12 m en 1985 et qui, en 2005, avaient atteint ou dépassé les 12 m de hauteur. C'est notamment le cas des forêts mixtes constituées de feuillus intolérants à l'ombre comme le Peuplier faux-tremble et le Bouleau blanc, qui codominent avec le Sapin baumier, l'Épinette blanche, le Pin gris et l'Épinette noire. Toujours dans la Sapinière à bouleau blanc, on observe par ailleurs que la variation de la proportion du couvert forestier occupée par des peuplements résineux de plus de 12 m diffère entre les sous-domaines de l'ouest et de l'est (figure 4.1). Alors que dans le premier, cette proportion est restée virtuellement la même, dans le second, elle est passée de 31% en 1985 à 23% en 2005. Cette diminution est due au fait que la récolte commerciale ligneuse s'est accentuée dans la Sapinière à

bouleau blanc de l'est depuis l'époque du premier atlas. Quant à la progression des forêts de 4 à 12 m dans ces deux sous-domaines, elle résulte de la croissance des arbres qui étaient jeunes en 1985. Notons enfin que les coupes de récupération des arbres affectés par l'infestation de Tordeuses des bourgeons de l'épinette qui a sévi à la fin de la décennie 1970 et au début des années 1980 ont contribué à accroître les superficies en régénération, qui ont aujourd'hui atteint des hauteurs de 4 à 12 m.

La mixité de plus en plus importante du couvert forestier de la Sapinière à bouleau blanc s'observe également à l'échelle des grands paysages; elle révèle l'histoire des perturbations naturelles qui ont façonné ce domaine bioclimatique, notamment les incendies forestiers (Bergeron et Charron, 1994; Bergeron, 2000). Cette tendance générale revêt un intérêt particulier dans le contexte où, ces dernières années, divers travaux ornithologiques réalisés en forêt boréale mixte ont montré que les espèces d'oiseaux associées à un tel couvert forestier (p. ex. la Paruline à gorge orangée) peuvent être affectées par des aménagements forestiers industriels. En effet, ceux-ci favoriseraient le développement de couverts purs de feuillus ou de conifères au détriment de forêts mixtes (Drapeau *et al.*, 2000; Hobson et Bayne, 2000; Girard *et al.*, 2004; Young *et al.*, 2005). La progression des couverts mixtes sur l'ensemble de la Sapinière à bouleau blanc pourrait donc s'avérer favorable pour les espèces d'oiseaux nichant dans les forêts où conifères et feuillus sont présents, et ce même si certains secteurs y sont



Christine Lepage

La Tordeuse des bourgeons de l'épinette est un papillon dont les larves (chenilles) se nourrissent du feuillage annuel de certains conifères, en particulier le Sapin baumier. Lors d'infestations massives, l'effet cumulatif de la défoliation des arbres peut entraîner la mort d'une part importante de ceux-ci. En revanche, plusieurs espèces d'oiseaux tirent profit de telles infestations, l'abondance de chenilles constituant une véritable manne.

dominés par des couverts purs de feuillus ou de conifères (Drapeau *et al.*, 2000).

D'un atlas à l'autre, les activités d'exploitation forestière se sont étendues vers le nord, devenant fortement concentrées dans la Pessière à mousses, le plus grand domaine bioclimatique (412 400 km²) de la forêt québécoise. Cette progression a particulièrement touché les forêts matures et âgées, récoltées au moyen de CPRS. Ainsi, depuis l'époque du premier atlas, la proportion du couvert forestier occupée par les peuplements de plus de 12 m a fortement chuté dans la Pessière à mousses, particulièrement dans le sous-domaine de l'ouest, où elle est passée de 60 à 41% (figure 4.1). Cette diminution de près de 20 points de pourcentage est d'ailleurs la plus forte baisse enregistrée pour l'ensemble des domaines bioclimatiques du Québec méridional. De surcroît, une analyse de l'historique des fortes perturbations survenues dans la Pessière à mousses (coupes, feux et épidémies d'insectes) montre que d'un atlas à l'autre, la proportion des forêts de plus de 12 m touchées par une perturbation depuis moins de 50 ans est passée de 26 à 37% entre 1985 et 2005. Or, plusieurs études démontrent clairement que les paysages forestiers boréaux étaient, avant le déploiement de la foresterie commerciale, dominés par des forêts dont l'âge dépassait 100 ans (Bergeron *et al.*, 2001, 2004b, 2006; Lesieur *et al.*, 2002; Drever *et al.*, 2006; Le Goff *et al.*, 2007; Bélisle *et al.*, 2011; Boulanger *et al.*, 2013). Par conséquent, les forêts de plus de 12 m de hauteur récoltées au cours des dernières

décennies dans la forêt boréale étaient principalement des forêts âgées de plus de 100 ans.

En résumé, dans la Pessière à mousses, non seulement les forêts de plus de 12 m ont subi une perte nette de leur superficie, mais elles se sont également rajeunies, étant désormais constituées d'une plus forte proportion de forêts de 50 ans et moins. Ce rajeunissement est principalement lié à l'intensification de l'aménagement forestier au cours des dernières décennies (Imbeau *et al.*, 2015) ainsi que, dans une moindre mesure, aux incendies forestiers qui, sur cet immense territoire, ne peuvent pas toujours être contenus. Il importe au passage de souligner que les superficies brûlées annuellement n'ont que peu varié d'un atlas à l'autre (Chaste *et al.*, 2018).

Signalons enfin que la forêt boréale a été affectée par deux infestations de la Tordeuse des bourgeons de l'épinette au cours des décennies 1970 à 2010. Les travaux du premier atlas ont coïncidé avec la fin de l'infestation massive des années 1970, qui s'étendait sur l'ensemble de la forêt boréale. Cette infestation était toutefois en voie de se résorber au début des années 1980, au moment où s'amorçaient les relevés du premier atlas. La campagne du deuxième atlas a pour sa part débuté au moment où une infestation de tordeuses prenait de l'ampleur à la fois sur la Côte-Nord et au Témiscamingue (Bureau du forestier en chef, 2015). Cette dernière ne s'est toutefois pas étendue à l'ensemble de la forêt boréale.



Christine Lepage

De vastes pans des Basses-terres du Saint-Laurent sont aujourd'hui cultivés de façon intensive, comme ici en Montérégie, où les cultures annuelles prédominent, notamment celles du maïs et du soya. Au printemps, le sol de ces terres est dénudé et peu attrayant pour les oiseaux.

Habitats agricoles

De même que le milieu forestier, le paysage agricole a subi, depuis l'époque du premier atlas, des transformations parfois majeures. La plus visible d'entre elles est sans contredit l'intensification de l'agriculture dans les Basses-terres du Saint-Laurent, mais d'autres changements ont également pu avoir des répercussions sur les oiseaux nichant en milieu agricole. Les travaux du présent atlas font d'ailleurs état de diverses modifications dans la répartition, la probabilité d'observation et les effectifs de plusieurs de ces espèces³.

Les changements advenus dans les habitats agricoles du Québec méridional ont été analysés à deux échelles de résolution. Nous avons d'abord mesuré les changements d'occupation des sols pour déterminer si la superficie des terres agricoles a changé entre les deux atlas. Cela a été réalisé à partir des cartes écoforestières (c'est-à-dire des données SIFORT) à l'échelle des domaines bioclimatiques. Cette analyse a été menée à la même échelle de résolution (14 ha ou 140 000 m²) que pour les changements de couvert forestier.

Les changements relatifs aux types de culture ont pour leur part été analysés à une échelle beaucoup plus précise

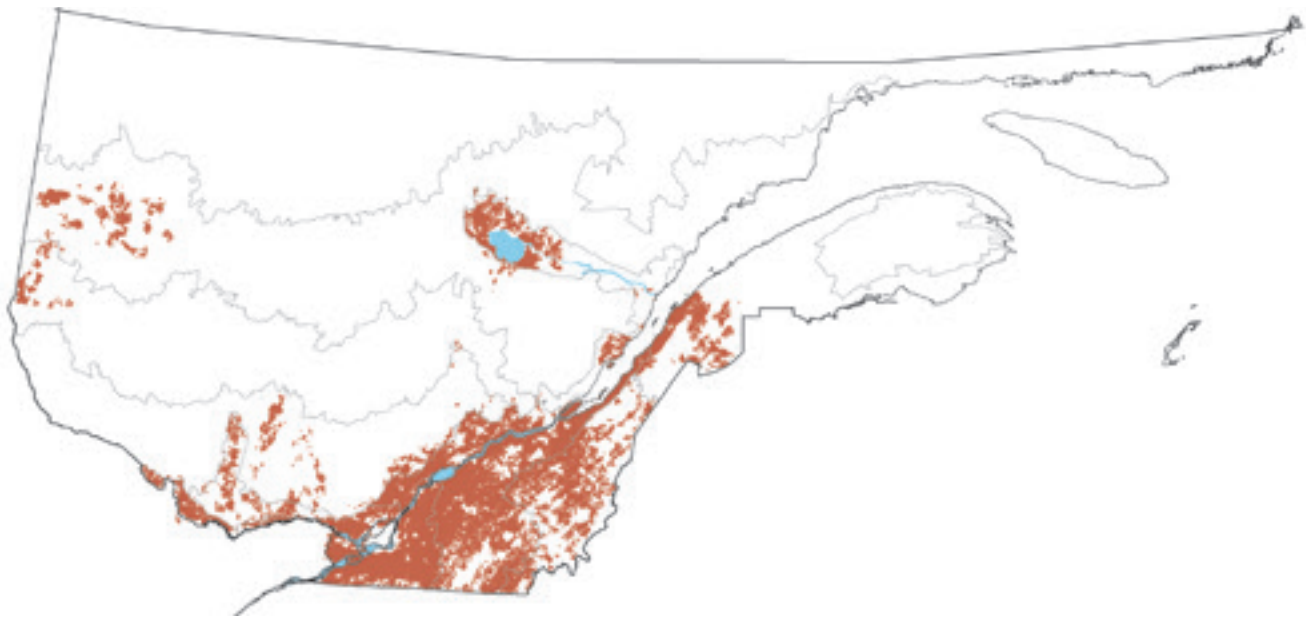
(625 m²) à partir des données de la Financière agricole du Québec. Pour le premier atlas, nous avons utilisé la cartographie de l'occupation du sol des principales régions agricoles du Québec méridional produite par Jobin *et al.* (2007) à l'aide d'images Landsat captées entre 1989 et 1994. Ces images constituent la meilleure source de données disponible qui puisse se rapporter à la période couverte par la campagne du premier atlas (1984-1989). Dans ce chapitre, elles sont nommées « données de 1993 ». Pour le deuxième atlas, nous avons caractérisé les types de culture pour la période 2010-2014 en nous basant sur les informations contenues dans la Base de données des cultures assurées⁴ de la Financière agricole du Québec. On trouve dans cette base le contour des parcelles cultivées et le type de culture qui y est pratiquée (maïs-grain, avoine, foin, etc.). Dans les cas où la classe de culture était désignée « indéfinie », nous avons utilisé l'information provenant de la cartographie des terres agricoles d'Agriculture Canada pour l'année 2014. Dans ce chapitre, les données agricoles relatives au deuxième atlas sont nommées « données de 2014 ».

Étant donné que la couverture spatiale des données de 1993 et de 2014 n'est pas la même, nous avons choisi d'utiliser le découpage spatial des données de la Financière agricole de 2014 comme base de comparaison afin d'ex-

3. Reportez-vous au chapitre 2 pour obtenir plus d'information sur la probabilité d'observation des espèces d'oiseaux.

4. Aujourd'hui la Base de données des parcelles et productions agricoles déclarées.

FIGURE 4.2 – Territoires agricoles retenus pour quantifier les changements de la composition des types d'agriculture entre 1993 et 2014



traire les données provenant des images Landsat de 1993. Il a ainsi été possible de mesurer les changements dans les types de cultures entre les deux atlas pour une seule et même aire d'étude; cependant, certaines régions non couvertes par les données de 1993 ont dû être exclues des analyses, entre autres la Gaspésie et la Côte-Nord.

Nous avons ensuite mesuré, à partir des données de 1993 et de 2014, la place qu'occupaient les types de culture décrits ci-dessous à l'époque du premier atlas et à celle du deuxième dans les secteurs du Québec méridional illustrés à la figure 4.2, lesquels couvrent une superficie de 18900 km².

- Cultures annuelles: Cultures avec labour annuel qui laissent généralement un sol dénudé à l'arrivée des oiseaux au printemps. Cette classe englobe la culture de céréales (p. ex. maïs, avoine, blé, orge) et d'oléagineux (soya, canola), ainsi que les cultures maraîchères et les sols dénudés.
- Cultures pérennes: Cultures non labourées annuellement qui présentent un couvert végétal au sol à l'arrivée des oiseaux au printemps. Cette classe comprend les pâturages, les cultures fourragères (p. ex. foin, luzerne), les jeunes friches (données de 1993) et les cultures indéfinies (données de 2014).

La catégorie des cultures spécialisées (p. ex. petits fruits, vergers, vignobles) n'a pas été retenue dans nos analyses puisqu'elle est absente des données de 1993. Il convient néanmoins de souligner ici que les cultures spécialisées couvrent une proportion négligeable (< 1%) de l'ensemble du territoire cultivé au Québec.

Les changements d'affectation des terres

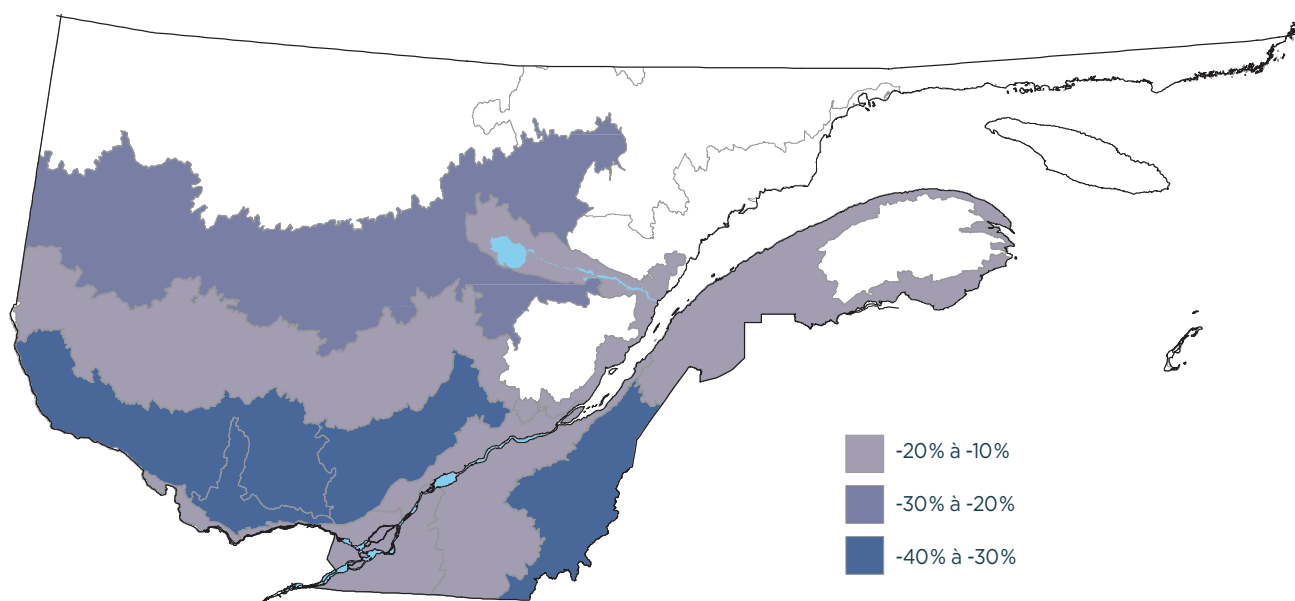
Le territoire agricole québécois est principalement localisé dans le sud, dans les domaines bioclimatiques de l'Érablière

à caryer cordiforme et de l'Érablière à tilleul. S'y ajoutent de petites portions de la Sapinière à bouleau jaune et de la Sapinière à bouleau blanc qui correspondent aux régions de l'Abitibi-Témiscamingue et du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Sans surprise, c'est dans la province naturelle des Basses-terres du Saint-Laurent, qui s'étend de la vallée de la rivière des Outaouais jusqu'à Kamouraska, que se concentre l'agriculture, avec 66% des terres agricoles considérées ici. Viennent ensuite les Appalaches à 20%, les Laurentides centrales (Saguenay-Lac-Saint-Jean) à 6%, les Laurentides méridionales à 4% et les Basses-terres de l'Abitibi (qui incluent le Témiscamingue) à 4%.

Les données SIFORT montrent que la superficie agricole a diminué dans toute l'aire d'étude entre les années 1985 et 2005 (figure 4.3), mais plus particulièrement sur les piémonts des Laurentides et des Appalaches, où depuis quelques décennies de nombreuses terres vouées à l'agriculture ont été abandonnées et se sont transformées en friches (Jobin *et al.*, 2007). Elles concordent d'ailleurs avec celles du recensement agricole de Statistique Canada, qui montrent que la superficie totale des fermes a diminué globalement au Québec entre les recensements de 1986 et de 2011.

Cette déprise agricole est également observable au cœur même des Basses-terres du Saint-Laurent, où de nombreuses terres moins productives ont été abandonnées (Rioux *et al.*, 2009b) ou encore converties en milieux urbains (Latendresse *et al.*, 2008a). Notons toutefois que dans la même région, on a rasé maints boisés situés au cœur de la matrice agricole afin d'accroître les superficies cultivables, un phénomène en partie exacerbé par la destruction d'arbres lors de la crise du verglas de 1998 (Jobin *et al.*, 2007). Une analyse détaillée de l'occupation du territoire entre 1951 et

FIGURE 4.3 - Changement des superficies agricoles entre 1985 et 2005 dans les sous-domaines bioclimatiques du Québec méridional (données SIFORT)



2001 montre par ailleurs que ces gains et ces pertes de surfaces agricoles se sont produits de façon inégale dans les Basses-terres du Saint-Laurent, tout comme en Abitibi-Témiscamingue ou au Saguenay-Lac-Saint-Jean (Ruiz et Domon, 2005).

Changements de types de culture

La place qu'occupaient les différents types de culture a beaucoup changé d'un atlas à l'autre. L'analyse détaillée de l'occupation du sol montre qu'en 1993, les cultures pérennes couvraient plus de 66% du territoire cultivé alors que les cultures annuelles n'en couvraient que le tiers. La situation était fort différente en 2014 : les cultures annuelles couvraient plus de 65% du territoire en question. En effet, à l'échelle de l'aire d'étude, ces dernières cultures s'étendaient sur 2,5 fois plus de territoire en 2014 qu'en 1993, tandis que la superficie couverte par les cultures pérennes avait diminué de près de la moitié. Sur l'ensemble du territoire analysé, ce sont 6 000 km² de cultures annuelles qui se sont ajoutées au détriment des cultures pérennes, lesquelles ont été réduites de plus de 3 000 km².

Cette conversion massive des cultures pérennes en cultures annuelles est particulièrement manifeste dans les Basses-terres du Saint-Laurent, où plus de 75% des terres qui étaient vouées aux cultures pérennes en 1993 avaient été converties en cultures annuelles en 2014. À l'opposé, moins de 10% des terres agricoles qui étaient occupées par des cultures annuelles dans cette même province naturelle avaient changé de statut en 2014. En fin de compte, d'un atlas à l'autre, les superficies des cultures pérennes ont diminué de moitié dans les Basses-terres du Saint-Laurent et du quart dans les

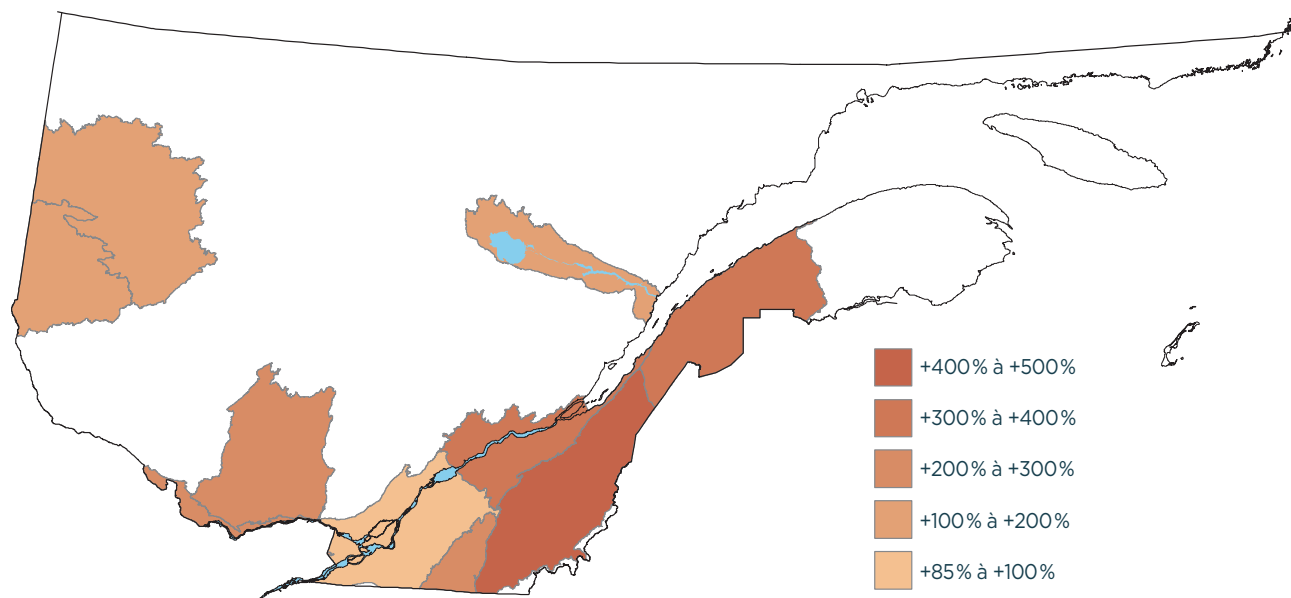
Appalaches et au Saguenay-Lac-Saint-Jean (figure 4.4). Soulignons que c'est dans la région naturelle de la Plaine du Haut-Saint-Laurent (Montérégie) que les gains des superficies couvertes par les cultures annuelles sont les plus faibles puisque ces dernières dominaient déjà le paysage agricole en 1993. Bien qu'une déprise agricole soit globalement observée en Abitibi-Témiscamingue et dans les Laurentides, plusieurs secteurs qui étaient sous couvert forestier en 1993 ont été convertis en cultures annuelles et pérennes en 2014.

Milieux humides

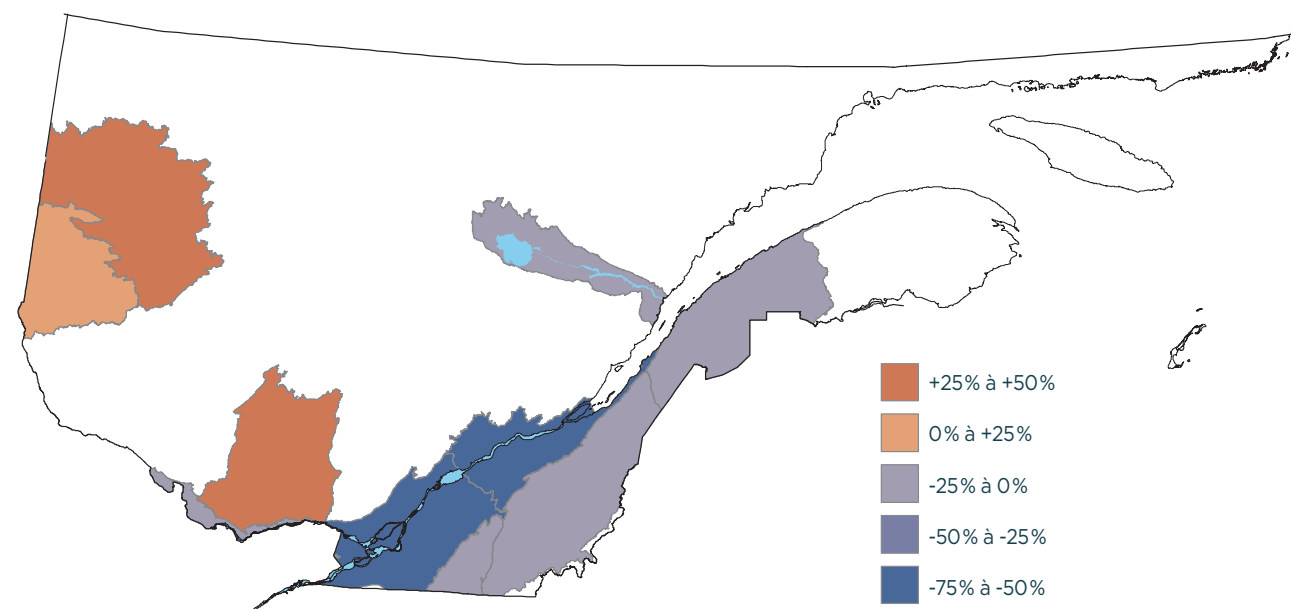
Nous ne disposons pas de données exhaustives sur les milieux humides pouvant permettre une analyse détaillée des changements advenus à l'échelle du Québec méridional depuis l'époque du premier atlas. Toutefois, diverses sources d'information offrent la possibilité d'établir des bilans régionaux. Par exemple, on estime que la création de réservoirs hydroélectriques et les activités sylvicoles auraient contribué à réduire la disponibilité des tourbières dans la forêt boréale (Rochefort *et al.*, 2011). Ailleurs au Québec, seules les Basses-terres du Saint-Laurent ont fait l'objet d'études permettant de quantifier l'évolution temporelle des milieux humides d'un atlas à l'autre (Pellerin et Poulin, 2013). Toujours dans les Basses-terres du Saint-Laurent, d'autres études portant sur de plus petits territoires ont révélé des changements importants en ce qui concerne les milieux humides, quoique pour des intervalles de temps plus longs. Nous puiserons dans les résultats de ces divers travaux pour décrire brièvement l'évolution de ces milieux depuis l'époque du premier atlas.

FIGURE 4.4 - Changements observés entre les années 1993 et 2014 de la superficie couverte par a) les cultures annuelles et b) les cultures pérennes dans les régions naturelles visées par ce chapitre, tels que mesurés à partir d'un échantillon où les données étaient disponibles pour ces deux périodes (le territoire agricole analysé est montré à la figure 4.2). Seules les régions naturelles dont la superficie totale cultivée est supérieure à 100 km² sont illustrées.

a) Cultures annuelles



b) Cultures pérennes



Le Québec recèle d'immenses ressources en eau douce et en milieux humides. De fait, on estime que 12,5% de sa superficie est couverte par des milieux humides, soit près de 190 000 km², dont 85% seraient des tourbières (Pellerin et Poulin, 2013). Au sud du 52^e parallèle (qui correspond grosso modo à la limite nord de l'aire d'étude du présent atlas), les milieux humides couvriraient environ 7,8% du territoire. C'est dans le nord-ouest du Québec méridional, soit dans les Basses-terres de l'Abitibi et les Hautes-terres de Mistassini, que la superficie couverte par les tourbières, marais et marécages est la plus importante (Ménard *et al.*, 2013).

Dans le sud du Québec, là où les milieux naturels sont sujets aux plus fortes pressions anthropiques (urbanisation, agriculture, transport, industrie), on estime que les milieux humides couvrent un territoire plus restreint. Par exemple, dans les Basses-terres du Saint-Laurent, ceux-ci couvrent 9,5% du territoire (Pellerin et Poulin, 2013). Parmi eux, les tourbières ombrotrophes occupent la place la plus importante (comme autour de Villeroi, Lévis et Lanoraie), suivies des marécages (p. ex. sur les rives du fleuve Saint-Laurent, du Richelieu ou de la rivière des Outaouais) et des marais (lac Saint-Pierre, rivière du Sud, etc.) (Grenier et Allard, 2012).

On estime que dans les Basses-terres du Saint-Laurent, entre 40 et 80 % des milieux humides ont disparu depuis le début de la colonisation (Pellerin et Poulin, 2013). Bien que la majorité de ces pertes soient survenues au cours des siècles derniers, notamment au cours du xx^e siècle (Environnement Canada, 1986), la destruction et la dégradation de ces milieux se poursuivent encore de nos jours. Pellerin et Poulin (2013) ont estimé qu'au moins 567 km² de milieux humides ont été perturbés dans les Basses-terres du Saint-Laurent sur une période d'environ 22 ans correspondant à l'intervalle entre les deux atlas. Cela équivaut à 19% de la superficie totale des milieux humides de cette province naturelle. Les activités agricoles et sylvicoles, principales sources de perturbations, affectent respectivement 44 % et 26 % des superficies perturbées totales. Suivent les activités industrielles et commerciales et le développement résidentiel (9 %). C'est dans les régions administratives du Centre-du-Québec et de la Montérégie que l'amplitude des perturbations s'est avérée la plus forte. L'agriculture est la principale source de perturbations en Montérégie et dans le Centre-du-Québec, alors que ce sont les activités sylvicoles qui posent problème en Mauricie et dans Lotbinière. Le développement résidentiel et l'extraction de tourbe sont quant à eux pointés du doigt dans la région de Montréal et dans celles de Bellechasse et du Bas-Saint-Laurent, respectivement.

D'autres études concernant de plus petits territoires montrent également que les milieux humides subissent toujours des pertes importantes dans les Basses-terres du Saint-Laurent. En Montérégie par exemple, on estime que près du quart (22%) de la superficie qu'occupaient les milieux humides en 1964 a été détruit entre 1964 et 2006, principalement en raison du développement agricole (GéoMont - Agence de géomatique Montérégienne, 2008). Dans le secteur du bassin versant de la rivière Bécancour, dans le Centre-du-Québec, c'est près de 25% des tourbières présentes en 1966 qui ont subi des perturbations irréversibles entre 1966 et 2010, sous l'influence de la culture de la canneberge (Avard *et al.*, 2013). Quant aux milieux humides riverains du Saint-Laurent, ils affichent une dynamique particulière: globalement, leur superficie totale a augmenté entre 1990-1991 et 2000-2002 mais les résultats sectoriels montrent, par exemple, des pertes nettes de milieux humides dans le secteur Montréal-Longueuil de même qu'au lac Saint-Pierre (Jean et Létourneau, 2011). Par ailleurs, dans ce dernier secteur, on a assisté à un changement des types de milieux humides. De fait, plusieurs milieux humides de la rive sud du lac Saint-Pierre ont été transformés en zones d'eau libre ou asséchés à des fins agricoles, alors que dans le secteur des baies Lavallière et Saint-François, des bas marais sont devenus de hauts marais ou des marécages. Ces changements seraient entre autres reliés aux modifications des niveaux d'eau du fleuve, un facteur agissant à grande échelle.



Christine Lepage

Les milieux humides subissent, encore aujourd'hui, les conséquences de l'activité humaine. L'extraction de la tourbe fait partie des sources de perturbation de ces habitats, tout comme l'agriculture, la foresterie, le développement résidentiel et l'industrialisation.

CHANGEMENTS DE PROBABILITÉ D'OBSERVATION DES OISEAUX

Tendances générales

Les changements qui ont touché les milieux forestiers, agricoles et humides depuis l'époque du premier atlas ont pu avoir une influence sur certains de nos oiseaux nicheurs. Il convient donc de jeter un regard d'ensemble sur les modifications de la probabilité d'observation de différents groupes d'espèces et de présenter une synthèse des principales tendances en lien avec les changements d'habitat abordés plus haut.

Au préalable, nous tenons toutefois à aviser le lecteur que les interprétations que nous faisons quant aux changements des probabilités d'observation des groupes d'espèces dont il est question ci-dessous doivent être considérées comme des pistes d'explication et non des affirmations. D'ailleurs, plusieurs espèces ont vu leur répartition et leurs effectifs changer radicalement sans qu'on puisse pour autant faire de lien avec des modifications d'habitat. C'est par exemple le cas du Dindon sauvage, de la Bernache du Canada et de l'Urubu à tête rouge, dont les populations ont connu une forte expansion d'un atlas à l'autre. Il importe par conséquent de garder en tête que bien d'autres facteurs que ceux propres aux habitats de nidification influent sur la répartition des oiseaux (chapitre 6). Par exemple, pour les oiseaux migrateurs, qui constituent la majeure partie de l'avifaune du Québec méridional, les conditions rencontrées en cours de migration ou dans les aires d'hivernage peuvent avoir des répercussions sur leur répartition ou leurs effectifs en période de nidification. Il n'en demeure

pas moins que les changements relatifs aux habitats de reproduction peuvent contribuer à expliquer, à des degrés divers, les changements de répartition observés chez de nombreuses espèces.

Les différences de probabilité d'observation des espèces d'un atlas à l'autre constituent la mesure comparative à partir de laquelle nous avons évalué les changements qu'ont connus, dans l'intervalle, les oiseaux nicheurs du Québec méridional. Nous avons pu calculer des différences de probabilité d'observation pour 186 espèces, lesquelles ont été regroupées en fonction de leurs affinités avec les grands types d'habitats traités plus haut. Les tendances générales quant aux différences de probabilité d'observation sont présentées au tableau 4.1. Nous y indiquons le nombre total d'espèces dont la probabilité d'observation a augmenté ou a diminué, en précisant celles pour lesquelles les changements sont substantiels, c'est-à-dire les espèces pour lesquelles une différence de probabilité d'observation de 5 points de pourcentage (ou plus) a été mesurée d'un atlas à l'autre.

Des 186 espèces pour lesquelles ce calcul a été effectué à l'échelle du Québec méridional, près de 90% (165) affichent un changement de leur probabilité d'observation de plus d'un demi-point de pourcentage d'un atlas à l'autre, alors qu'un peu moins de la moitié présentent un changement de 5 points de pourcentage ou plus (tableau 4.1). À l'échelle du Québec méridional, un plus grand nombre d'espèces voient leur probabilité d'observation diminuer qu'augmenter. Cette tendance est commune à tous les domaines bioclimatiques, ce qui est fort différent des tendances observées dans le deuxième

TABLEAU 4.1 – Nombre d'espèces dont la probabilité d'observation a augmenté ou diminué d'au moins un demi-point de pourcentage d'un atlas à l'autre, par domaine bioclimatique ou zone forestière ainsi que pour l'ensemble du Québec méridional. Les espèces sont regroupées en fonction de leur habitat préférentiel. Le nombre d'espèces qui montre une hausse ou une baisse substantielle (5 points de pourcentage ou plus) de la probabilité d'observation est indiqué entre parenthèses. Les cases orangées montrent les cas où l'écart entre le nombre d'espèces en hausse substantielle et le nombre d'espèces en baisse substantielle est de 5 ou plus.

Zone	Domaine bioclimatique	Tendance	Forêts de plus de 12 m	Jeunes forêts 4-12 m	Régénération < 4 m	Milieux ouverts ou agricoles	Milieux humides	Tous les habitats
Forêt tempérée	Érablière à caryer cordiforme et Érablière à tilleul	Hausse	29 (21)	4 (3)	4 (1)	16 (11)	17 (5)	70 (41)
		Baisse	30 (18)	6 (5)	8 (5)	24 (20)	21 (11)	89 (59)
Forêt de transition	Érablière à bouleau jaune et Sapinière à bouleau jaune	Hausse	27 (16)	6 (2)	4 (3)	12 (9)	15 (5)	64 (35)
		Baisse	33 (25)	6 (4)	10 (7)	28 (18)	20 (6)	97 (60)
Forêt boréale	Sapinière à bouleau blanc	Hausse	26 (14)	8 (4)	5 (3)	9 (5)	11 (6)	59 (32)
		Baisse	31 (19)	6 (1)	7 (5)	25 (16)	26 (11)	95 (52)
	Pessière à mousses	Hausse	21 (12)	7 (3)	6 (3)	6 (3)	12 (5)	52 (26)
		Baisse	27 (14)	4 (1)	5 (2)	22 (13)	24 (16)	82 (46)
Québec méridional		Hausse	28 (14)	7 (3)	3 (3)	12 (5)	9 (7)	59 (32)
		Baisse	34 (21)	7 (3)	9 (5)	30 (17)	26 (10)	106 (56)

atlas de l'Ontario : non seulement a-t-on observé davantage de changements à la hausse qu'à la baisse dans cette province, mais ces changements varient selon les endroits, marqués par des tendances à la hausse dans les régions du nord mais à la baisse dans celles du sud (Cadman *et al.*, 2010).

La décroissance de la probabilité d'observation des espèces à l'échelle du Québec méridional est largement imputable à la baisse – généralisée – des oiseaux de milieux ouverts ou agricoles. Elle est également influencée par le recul des oiseaux de milieux humides ou riverains, dont la probabilité d'observation a diminué de façon substantielle en forêt boréale et en forêt tempérée. Dans une moindre mesure, cette décroissance d'ensemble peut également s'expliquer par la baisse de la probabilité d'observation des oiseaux associés aux forêts matures, particulièrement dans les domaines de l'Érablière et de la Sapinière à bouleau jaune, de même que dans la Sapinière à bouleau blanc.

Oiseaux forestiers

Chez les oiseaux forestiers, les changements les plus importants des probabilités d'observation touchent les espèces qui occupent les forêts de plus de 12 m de hauteur, tandis que les probabilités d'observation des espèces de milieux en régénération (moins de 4 m) et de jeunes forêts (4 à 12 m) sont demeurées relativement stables d'un atlas à l'autre, tous domaines bioclimatiques confondus (tableau 4.1).

En forêt tempérée, comme on l'a dit plus haut, la maturation du couvert forestier, tant dans l'Érablière à caryer cordiforme que dans l'Érablière à tilleul, s'est traduite par un accroissement des superficies forestières de plus de 12 m. Ce changement pourrait être responsable des

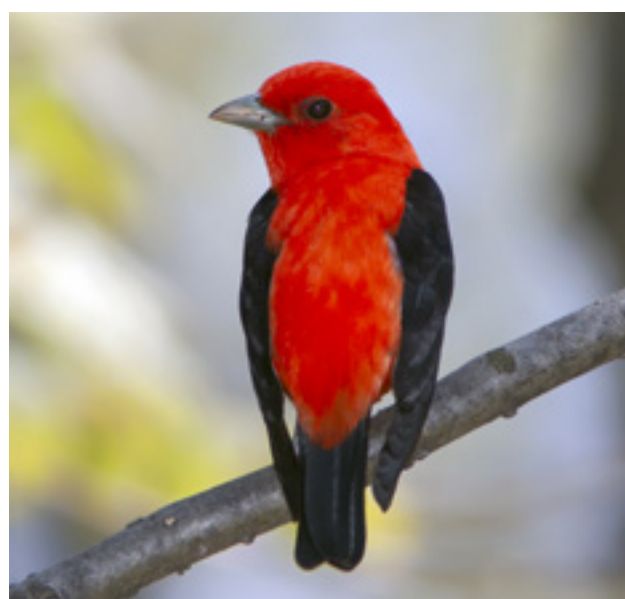
hausse des probabilités d'observation de certains pics, de la Sittelle à poitrine blanche et d'autres oiseaux associés aux arbres de fort diamètre, moribonds ou morts. Il pourrait également expliquer la hausse de la probabilité d'observation de plusieurs espèces de passereaux associés aux forêts matures comme la Paruline bleue, la Paruline des pins et la Paruline à gorge noire. Par contre, d'autres espèces associées aux hautes forêts de feuillus, comme la Grive des bois, le Pioui de l'Est et le Tyran huppé, n'ont vraisemblablement pas profité de cette maturation puisque leur probabilité d'observation a substantiellement diminué. Chez ces deux dernières espèces, la baisse est d'autant plus notable qu'au cours des travaux du deuxième atlas, la réalisation de points d'écoute par des participants aguerris aurait dû augmenter les chances de les détecter. La diminution constatée est donc un signal d'autant plus préoccupant quant à l'état de leurs populations. Par ailleurs, l'accroissement important de la probabilité d'observation du Cardinal rouge et, à un degré moindre, du Roselin familier, confirme l'implantation de ces espèces dans les environnements urbains et périurbains du Québec méridional.

Dans la forêt de transition, les transformations du couvert forestier par les coupes partielles (coupes de jardinage et progressive irrégulière) ont entraîné une diminution des couverts forestiers feuillu et résineux de plus de 12 m, notamment dans la Sapinière à bouleau jaune. Ces transformations ne sont probablement pas sans lien avec la diminution de la probabilité d'observation du Cardinal à poitrine rose et du Piranga écarlate (forêt feuillue). À l'inverse, les augmentations de la probabilité d'observation du Viréo à tête bleue et de la Sittelle à poitrine rousse sont peut-être liées à l'augmentation du couvert mixte de plus de 12 m. À nouveau, les diminutions importantes de la probabilité



Richard Léveillé

La Sittelle à poitrine blanche, dont la probabilité d'observation a augmenté depuis l'époque du premier atlas, a peut-être tiré profit de la maturation, d'un atlas à l'autre, du couvert forestier dans les domaines bioclimatiques de l'Érablière à caryer cordiforme et de l'Érablière à tilleul.



Pierre Bannon

La probabilité d'observation du Piranga écarlate a diminué sensiblement d'un atlas à l'autre.

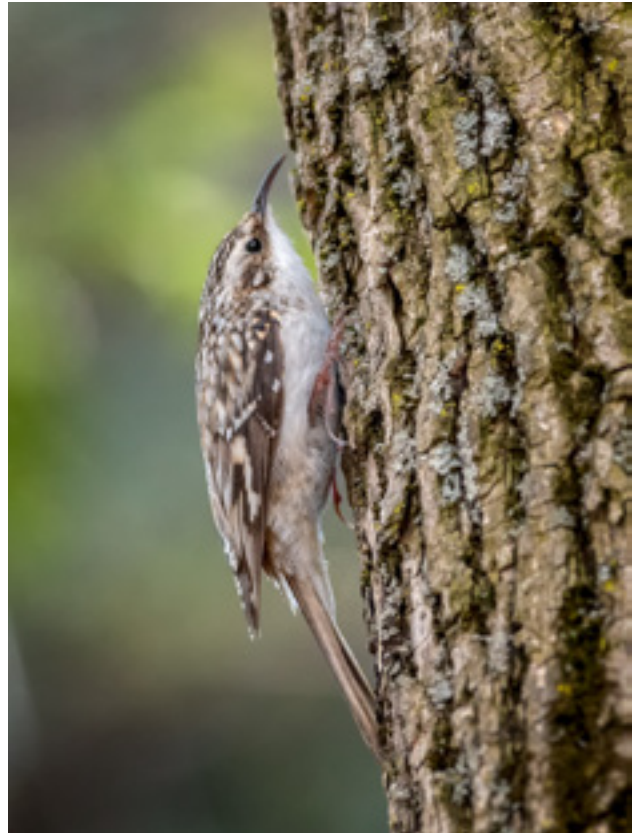
d'observation d'espèces relativement faciles à détecter par l'ouïe comme le Cardinal à poitrine rose et le Piranga écarlate méritent d'être soulignées.

En forêt boréale, les espèces caractérisées par les plus fortes variations de probabilités d'observation, à la hausse comme à la baisse, ne donnent pas nécessairement l'impression de réagir aux grands changements du couvert forestier (en termes de structure ou de composition des peuplements). Le remplacement d'une bonne partie du couvert forestier feuillu de plus de 12 m par de la forêt mixte dans la Sapinière à bouleau blanc peut en partie expliquer l'augmentation de la probabilité d'observation du Viréo à tête bleue, de la Sittelle à poitrine rousse et de la Paruline à collier. Ce n'est pas le cas du Gros-bec errant, une autre espèce associée aux couverts mixtes et résineux de plus de 12 m, qui montre à l'inverse une diminution de sa probabilité d'observation. Dans le cas de cette espèce toutefois, d'autres facteurs que l'habitat, comme la baisse des superficies affectées par la Tordeuse des bourgeons de l'épinette depuis les travaux du premier atlas, pourraient expliquer cette diminution généralisée de ses probabilités d'observation (Venier *et al.*, 2009). Dans la Pessière à mousses, la récolte à grande échelle de forêts résineuses de plus de 12 m aurait dû, nous semble-t-il, être accompagnée d'une diminution de la probabilité d'observation des espèces associées à ce type d'habitat. Or, hormis la Paruline à poitrine baie, qui présente une diminution de sa probabilité d'observation, la plupart des passereaux qui vivent dans les forêts conifériennes ne montrent pas de changements substantiels de leur probabilité d'observation. À l'inverse, le Grimpereau brun, une espèce associée aux forêts plus âgées (Guénette et Villard, 2005; Poulin et Villard, 2011; Drapeau *et al.*, 2016; Geleynse *et al.*, 2016), affiche une augmentation notable de cette probabilité, alors que l'on aurait pu s'attendre au contraire. En fait, la hausse de la probabilité d'observation de cette espèce discrète pourrait être liée à trois conditions concomitantes favorisant une détection accrue : une capacité accrue des observateurs à reconnaître ses vocalisations, le recours plus systématique à la diffusion des chants et des cris et une meilleure couverture de la Pessière à mousses par les atlasseurs.

Tordeuse des bourgeons de l'épinette

Tel qu'il a été mentionné plus haut, la forêt boréale a été frappée par des épidémies de la Tordeuse des bourgeons de l'épinette durant les campagnes de terrain de chacun des deux atlas. Pour mesurer la réponse de ces espèces à l'intensité de l'épidémie qui sévissait pendant les travaux du dernier atlas, nous avons analysé les données de points d'écoute réalisés de 2010 à 2014 sur le territoire de la Côte-Nord, la région la plus touchée (123 500 km² de forêt y ont été défoliés entre 2006 et 2015).

Sur les 1420 points d'écoute réalisés dans le secteur en question, nous avons sélectionné 839 points situés à moins de 100 m d'un peuplement résineux ou mixte de plus de 7 m de hauteur. Parmi ces points, nous avons



Jocelyne Feizo

La hausse notable, d'un atlas à l'autre, de la probabilité d'observation du Grimpereau brun est à première vue étonnante, mais s'explique peut-être par le fait que les participants au deuxième atlas savaient mieux reconnaître les vocalisations de l'espèce, sans compter qu'ils ont mieux couvert la Pessière à mousses.

mesuré la réponse des espèces à l'épidémie de tordeuse (cartes d'intensité de défoliation de la forêt du MFFP) en comparant leur fréquence ou leur abondance moyenne aux points d'écoute au moyen de méthodes statistiques (régressions logistiques et régressions de Poisson). Deux sous-ensembles de points d'écoute ont été comparés, l'un réalisé l'année précédant le début de la défoliation (n = 236) et l'autre conduit lors de la première année de la défoliation (n = 112). Plusieurs espèces ont montré une réponse statistiquement positive ($p < 0,05$) à la défoliation annuelle des peuplements forestiers par la Tordeuse des bourgeons de l'épinette, dont la Paruline tigrée, la Paruline obscure et la Paruline à poitrine baie, mais également le Gros-bec errant, le Moucherolle à ventre jaune, le Roselin pourpré, la Paruline à gorge noire, le Viréo à tête bleue, le Merle d'Amérique, la Sittelle à poitrine rousse, la Grive à dos olive et la Paruline à tête cendrée.

Par ailleurs, des trois espèces de parulines généralement associées à la tordeuse (Venier *et al.*, 2009), la Paruline obscure et la Paruline tigrée sont celles qui ont réagi le plus promptement à l'apparition du ravageur. Ainsi, entre l'année précédant la défoliation et la première année de défoliation, le nombre moyen de Parulines obscures détectées par point d'écoute a augmenté, tout comme la fréquence d'observation de la Paruline tigrée. Nous n'avons toutefois pas observé de tels changements chez la Paruline à poitrine baie. Ces résultats donnent



Christian Marcotte

La Paruline tigrée fait partie des espèces dites spécialistes de la Tordeuse des bourgeons de l'épinette. L'analyse des données de points d'écoute recueillies durant la campagne du deuxième atlas indique d'ailleurs que parmi celles-ci, ce sont la Paruline tigrée et la Paruline obscure qui ont réagi le plus promptement à l'apparition du ravageur sur la Côte-Nord.

à penser que la Paruline tigrée et la Paruline obscure convergent rapidement vers les secteurs où les larves de tordeuses abondent, avant même que l'intensité de la défoliation des arbres ne soit détectable par les relevés aériens. Grâce aux données de points d'écoute, qui sont récoltées à plus fine échelle que celle de la parcelle d'atlas de 100 km², et qui permettent l'acquisition de données sur l'abondance relative (plutôt que de simplement révéler la présence ou l'absence d'une espèce), il est possible de déterminer avec plus de précision l'effet réel des infestations d'insectes sur la répartition et l'abondance relative des oiseaux.

Oiseaux de milieux ouverts ou agricoles

Les espèces associées aux milieux ouverts ou agricoles sont l'un des groupes où l'on observe le plus souvent une baisse de la probabilité d'observation d'un atlas à l'autre pour l'ensemble du Québec méridional (tableau 4.1), un résultat comparable à celui obtenu en Ontario (Cadman *et al.*, 2010). Ce groupe d'oiseaux est d'ailleurs le seul à afficher de fortes tendances à la baisse dans chacun des domaines bioclimatiques du Québec méridional.

Les changements les plus marquants quant à l'affaiblissement des probabilités d'observation ou à la contraction des aires de répartition de ce groupe d'oiseaux

semblent résulter de plusieurs facteurs. L'un des plus déterminants est sans doute la conversion massive des cultures pérennes en cultures annuelles, notamment dans les Basses-terres du Saint-Laurent (Ruiz et Domon, 2005; Latendresse *et al.*, 2008b; Rioux *et al.*, 2009b). Les baisses observées pourraient également résulter de la déprise agricole et de la transformation subséquente de terres arables en friches, surtout sur les piémonts des Laurentides et des Appalaches, ou encore de la perte d'habitat causée par le développement résidentiel, industriel et commercial.

L'évolution des marchés agricoles, qui a conduit à une hausse marquée de la production de maïs et de soya (et plus récemment de canola), s'est faite principalement au détriment des terres exploitées en cultures pérennes (fourragères et pâturages). D'un atlas à l'autre, les pratiques d'élevage des bovins ont également changé, ceux-ci étant maintenant largement confinés à des installations intérieures si bien que les surfaces auparavant consacrées aux pâturages ont été grandement réduites. De leur côté, les superficies consacrées aux cultures fourragères ont subi des pertes nettes. Tous ces changements ont entraîné la destruction d'habitats liés à la reproduction et l'alimentation de nombreuses espèces d'oiseaux. On peut penser ici aux espèces nichant dans les milieux ouverts et qui requièrent un couvert végétal



La Maubèche des champs fait partie des oiseaux qui ont souffert de la transformation des pratiques agricoles depuis l'époque du premier atlas. L'abandon de nombreuses fermes dans les régions moins propices à l'agriculture (comme le piémont des Laurentides et des Appalaches) et la conversion massive des cultures pérennes en cultures annuelles en plein cœur des Basses-terres du Saint-Laurent ont entraîné la disparition d'une part importante des habitats que l'espèce recherche pour nicher.

et une litière abondante à leur retour au printemps, dont le Goglu des prés, la Sturnelle des prés et le Bruant des prés. S'ajoutent à cette liste d'autres espèces associées aux grands pâturages perdus à la suite de la déprise agricole sur les terres plus marginales, comme la Maubèche des champs, le Bruant vespéral, le Vacher à tête brune et l'Hirondelle rustique. Parallèlement, certaines espèces de canards autrefois communes dans le paysage agroforestier des Basses-terres du Saint-Laurent sont aujourd'hui moins nombreuses en raison de la perte de couvert de nidification et d'élevage, par exemple le Canard noir (Maisonneuve *et al.*, 2006) et la Sarcelle à ailes bleues (Brousseau et Lepage, 2013b).

Les oiseaux de milieux ouverts en zone agricole ne font pas seulement face à une baisse marquée de la disponibilité de leurs habitats de nidification, puisque la diminution de la qualité de ces habitats est aussi préoccupante. Sur les terres occupées par des cultures fourragères, par exemple, on observe un changement marqué des pratiques agricoles depuis les dernières décennies, notamment une tendance à récolter le foin plus tôt en saison. Le passage des faucheuses durant la période de reproduction des oiseaux champêtres entraîne la destruction des nids, ce qui contribue à réduire le succès reproducteur chez ces espèces (Tews *et al.*, 2013).

Il est bien connu que la diversité aviaire en paysage agricole est étroitement associée à la diversité des habitats qui s'y trouvent, incluant la variété des types de cultures (Benton *et al.*, 2003; Fahrig *et al.*, 2011; Martin *et al.*, 2012). De plus, les cultures fourragères accueillent davantage d'espèces d'oiseaux que les cultures annuelles (Jobin *et al.*, 1998; Burel *et al.*, 2004), cette diversité étant même rehaussée par la présence de pâturages (Jobin *et al.*, 1996; Cerezo *et al.*, 2011). Toutefois, bien que la biodiversité associée aux cultures annuelles soit généralement réduite, certaines espèces y sont étroitement associées, comme l'Alouette hausse-col et le Pluvier kill-dir. On aurait donc pu penser que ces dernières espèces profiteraient de la forte augmentation des superficies cultivées. Il s'avère toutefois qu'elles ont au contraire pâti de l'intensification agricole, montrant de fortes diminutions de leur probabilité d'observation. Il est possible que cette baisse soit reliée à des pratiques agricoles peu compatibles avec leurs besoins en période de reproduction, comme le passage répété de la machinerie agricole et l'utilisation accrue de semences traitées aux insecticides. Ici comme ailleurs, ces facteurs risquent d'affecter directement la démographie des oiseaux qui nichent dans ces milieux ouverts (Hallmann *et al.*, 2014; Rioux Paquette *et al.*, 2014; Lamoureux et Dion, 2016).

La raréfaction des insectes en milieu agricole compte également au nombre des facteurs ayant contribué à la décroissance des effectifs des oiseaux champêtres. De fait, dans les paysages dominés par les cultures annuelles, les insectes sont moins nombreux à cause de l'utilisation d'insecticides, ce qui diminue le succès de reproduction des



Alain Richard

Bien qu'il fréquente les champs cultivés, le Pluvier kildir ne semble pas du tout avoir tiré avantage de la hausse des superficies consacrées aux cultures annuelles, la probabilité de l'observer ayant grandement diminué depuis la campagne du premier atlas. Le passage répété de la machinerie agricole et l'utilisation accrue de semences traitées aux insecticides ont peut-être nuï à l'espèce.

oiseaux, en plus d'affecter le recrutement (Rioux Paquette *et al.*, 2014). Cela, combiné aux changements observés dans les types de cultures et les pratiques agricoles, a certainement contribué à affecter les populations nicheuses de plusieurs oiseaux qualifiés d'insectivores aériens (hirondelles, engoulevents et martinets), qui fréquentent les milieux ouverts agricoles et qui montrent des baisses marquées de leurs effectifs. Une tendance similaire a également été observée en Ontario (Cadman *et al.*, 2010).

C'est donc la combinaison de deux facteurs qui aurait contribué à la dégradation de la situation de plusieurs espèces d'oiseaux de milieux ouverts ou agricoles aujourd'hui considérées en péril, comme la Pie-grièche migratrice, la Sturnelle des prés, le Goglu des prés, l'Hirondelle rustique ou le Bruant sauterelle: la perte directe de sites de nidification et la dégradation de la qualité des habitats restants en raison de nouvelles pratiques agricoles peu compatibles avec le maintien des populations de ces espèces (Lamoureux et Dion, 2016). Ce constat alarmant n'est d'ailleurs pas unique au Québec; la situation s'observe dans les grandes régions agricoles du monde, que ce soit ailleurs en Amérique du Nord (Murphy 2003; Stanton *et al.*, 2018) ou en Europe (Donald *et al.*, 2006).

Oiseaux de milieux humides

Les oiseaux des milieux humides forment un groupe au sujet duquel l'analyse des changements de population n'est pas toujours aisée. D'une part, autant la probabi-



Pierre Bannon

Le fait que les foins soient de nos jours fauchés plus tôt qu'autrefois peut s'avérer nuisible aux oiseaux champêtres. En effet, le passage des faucheuses mécaniques durant la période de reproduction de la faune aviaire entraîne la destruction des nids, ce qui contribue à réduire le succès reproducteur chez les espèces touchées. Cette photo a, par exemple, été prise le 15 juin 2018 à Ormstown.

lité d'observation que les données BBS se prêtent mal à l'évaluation de leur situation. D'autre part, les données récoltées au Québec dans le cadre du Programme de surveillance des marais (le PSM, créé spécifiquement pour suivre ces espèces) proviennent uniquement de l'extrême sud du territoire; par conséquent, le PSM ne permet pas de dresser le portrait des tendances pour l'ensemble de l'aire visée par cet ouvrage. Malgré cela, l'analyse du changement de la probabilité d'observation ou des tendances démographiques (telles que mesurées par le PSM ou le BBS) permet d'obtenir un portrait général des changements d'effectifs des oiseaux du Québec méridional. De manière générale, les données indiquent que depuis les travaux du premier atlas, de nombreuses espèces associées aux marais et aux milieux humides ont vu leurs effectifs diminuer. Ainsi, à l'échelle du Québec méridional, des baisses substantielles de probabilité d'observation ont été observées notamment pour la Bécassine de Wilson, le Chevalier grivelé et l'Hirondelle de rivage. Le tableau 4.1 montre d'ailleurs que parmi les oiseaux de milieux humides, davantage d'espèces montrent des baisses de leur probabilité d'observation que des hausses depuis l'époque du premier atlas, et ce, particulièrement en forêt tempérée et en forêt boréale.

En forêt tempérée, les changements qui ont touché récemment les milieux humides ont pu avoir des effets négatifs sur les populations qui y nichent, comme cela semble avoir été le cas pour la Guifette noire, dont la probabilité d'observation a fortement chuté. En revanche, le Grèbe à bec bigarré et la Gallinule d'Amérique se distinguent par une probabilité d'observation relativement stable. Par ailleurs, bien que l'envahissement des marais par le Roseau commun soit préoccupant, la progression de l'espèce ne semble pas pour le moment avoir eu d'incidences négatives sur la probabilité d'observation du Troglodyte des marais, qui est connu pour désertier les marais envahis par la plante (Gagnon Lupien *et al.*, 2015). D'autres espèces davantage généralistes comme le Bruant des marais et la Paruline masquée sont toujours très communes dans les milieux humides du Québec méridional, quoique pour cette dernière, les données BBS rapportent un fléchissement des effectifs.

En forêt boréale, la situation de quelques espèces associées aux milieux humides est particulière. C'est le cas du Carouge à épaulettes, qui affiche une baisse beaucoup plus substantielle de sa probabilité d'observation qu'à l'échelle du Québec méridional, et ce, pour des raisons qui restent à élucider. Mais c'est le Quiscalc rouilleux, avec une diminution de plus de moitié de sa probabilité d'observation dans cette zone de l'aire d'étude, qui constitue l'un des cas les plus préoccupants. Une forte tendance à la baisse est également rapportée dans le plan de gestion de cette espèce produit par Environnement Canada (2015k) pour l'ensemble de la forêt boréale canadienne. Parmi les facteurs auxquels on attribue la décroissance des populations de ce quiscalc, la conversion des milieux humides en cultures annuelles dans son aire d'hivernage

Michel Bordeleau



De nombreux oiseaux associés aux milieux humides, dont le Chevalier grivelé, ont vu leurs effectifs diminuer depuis l'époque du premier atlas.

Jocelyne Feïzo



Le Troglodyte des marais est connu pour désertier les marais envahis par le Roseau commun. Cependant, si l'on se fie aux résultats du deuxième atlas, la progression de cette plante envahissante dans le sud du Québec ne semble pas, pour le moment, avoir eu d'incidences négatives sur la probabilité d'observation de cet oiseau.

occupe une place prépondérante. Toutefois, dans son aire de nidification, l'enneigement de vastes territoires par la création de réservoirs hydroélectriques pourrait avoir contribué à la dégradation de sa situation (Environnement Canada, 2015k). À l'inverse, la Paruline à couronne rousse, une espèce typique des tourbières, mais qui peut également utiliser d'autres types de milieux ouverts et semi-ouverts, a vu sa probabilité d'observation augmenter substantiellement sur l'ensemble de la forêt boréale. Il faut cependant souligner que le meilleur accès routier à la Pessière à mousses, la réalisation de points d'écoute de même qu'une capacité accrue des participants à reconnaître le chant de cette espèce ont certainement contribué à cette hausse.

CONCLUSION

D'un atlas à l'autre, les transformations de l'environnement en lien avec les activités humaines ont marqué de leur empreinte les paysages du Québec méridional, tant dans les régions densément peuplées que dans la vaste forêt boréale. Ces changements ont eu des conséquences diverses sur la faune aviaire : ils ont fait des gagnants et des perdants ou ont peu affecté d'autres espèces.

L'augmentation du couvert forestier et la maturation de la forêt feuillue de plus de 12 m dans les domaines bioclimatiques de l'Érablière à caryer et de l'Érablière à tilleul ont favorisé bon nombre d'oiseaux forestiers comme en témoigne la hausse de la probabilité d'observation du Grand Pic, du Pic maculé, du Pic chevelu, de la Sittelle à poitrine blanche, de la Paruline bleue, de la Paruline

des pins et de la Paruline à gorge noire. Dans l'Érablière à bouleau jaune et la Sapinière à bouleau jaune, où les couverts feuillu et résineux de plus de 12 m ont diminué au profit d'un couvert mixte, un plus grand nombre d'espèces forestières (25) ont vu leur probabilité d'observation chuter (de 5 points de pourcentage ou plus) plutôt qu'augmenter (16 espèces).

En forêt boréale, la progression vers le nord des activités forestières commerciales et le rajeunissement consécutif du couvert forestier ont réduit la disponibilité d'habitats pour l'avifaune associée aux forêts âgées (Drolet *et al.*, 1999; Drapeau *et al.*, 2000) tout en procurant aux espèces de milieux arbustifs et de jeunes forêts des gains d'habitats considérables. Même si l'examen des changements des probabilités d'observation des espèces associées aux forêts matures n'est pas concluant, il importe de rester vigilant. En effet, bien que plusieurs espèces de forêts matures aient historiquement montré une bonne tolérance aux perturbations naturelles (Drapeau *et al.*, 2016), si la tendance actuelle se maintient, le rajeunissement de la forêt boréale par la récolte de bois (Cyr *et al.*, 2009) pourrait affecter la viabilité à long terme des populations d'oiseaux des forêts âgées (Imbeau *et al.*, 2001). Cela pourrait notamment être le cas chez les oiseaux possédant des affinités écologiques avec les arbres de grand diamètre, mourants et morts (pics, sittelles, mésanges, grimpeaux, troglodytes, canards, hiboux), que ce soit pour leur alimentation ou leur reproduction (Imbeau *et al.*, 2001; Schmiegelow et Mönkkönen, 2002; Drapeau *et al.*, 2003, 2009; Cadieux et Drapeau, 2017). De plus, le recours de plus en plus fréquent aux coupes de récupération des arbres morts dans les territoires récemment brûlés réduit la disponibilité d'habitats riches en bois mort sur pied (Imbeau *et al.*, 1999; Nappi *et al.*, 2004), qui sont importants notamment pour le Pic à dos noir et les espèces (merlebleus, hirondelles) qui nichent dans les cavités qu'il a creusées (Nappi et Drapeau, 2009, 2011; Nappi *et al.*, 2010).

À notre avis, des pratiques forestières et des stratégies de conservation des vieilles forêts et de rétention des vieux arbres qui répondent mieux aux besoins écologiques de ce groupe d'espèces devront être élaborées (Bergeron *et al.*, 2007; Drapeau *et al.*, 2009, 2016). À cet égard, l'entrée en vigueur récente du Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État (Gouvernement du Québec, 2017a) laisse entrevoir des améliorations. Sa mise en œuvre devrait être accompagnée de suivis des populations des espèces corticoles et cavicoles (grimpeaux, pics, sittelles et mésanges), ces dernières constituant autant d'indicateurs de notre capacité à maintenir l'ensemble de l'avifaune dans les paysages aménagés (Drapeau *et al.*, 2008).

Les transformations majeures qu'ont connues les paysages agricoles du Québec depuis l'époque du premier atlas ont fortement affecté les oiseaux champêtres. Ces derniers comptent parmi les espèces dont les probabilités d'observation ont le plus baissé. La réduction des



Germain Lachance

Le recours de plus en plus fréquent aux coupes de récupération des arbres morts dans les territoires récemment brûlés réduit la disponibilité d'habitats riches en bois mort sur pied. Or ceux-ci sont importants pour le Pic à dos noir et les espèces qui font leurs nids dans les cavités qu'il a creusées, comme l'Hirondelle bicolor ou le Merlebleu de l'Est.

surfaces couvertes par les cultures pérennes, en raison de leur conversion en cultures annuelles ou à la suite de la déprise agricole, est sans doute en grande partie responsable de ces baisses. De même, les changements des pratiques de coupes fourragères au moment de la reproduction des oiseaux nichant au sol ont contribué à réduire grandement la qualité des habitats d'une forte proportion d'oiseaux champêtres au Québec.

Afin de freiner la décroissance de ces espèces et, espérons-le, d'améliorer leur sort, des mesures de conservation à différentes échelles doivent être prises. Dans les régions où les cultures pérennes sont encore bien présentes, il est important de maintenir, et idéalement d'accroître, la superficie de ce type de cultures. Parce que plusieurs espèces d'oiseaux champêtres ont besoin de vastes prairies agricoles pour nicher, la mise en place d'approches concertées permettant de maintenir des matrices agricoles dominées par les cultures pérennes est une avenue à explorer. Une planification des rotations des cultures est à l'étude dans le secteur de Granby, l'objectif étant de créer de vastes complexes de cultures pérennes favorables aux oiseaux champêtres tout en

minimisant les efforts requis de la part des producteurs agricoles (Blais, 2018).

Dans les régions où l'agriculture est dominée par les cultures annuelles, les mesures de conservation devraient viser la restauration de prairies agricoles (Davis *et al.*, 2013). Il serait également important de favoriser l'usage de pratiques agricoles bénéfiques aux oiseaux champêtres, notamment celles qui améliorent la qualité de leurs habitats et, par ricochet, la survie des nichées. Parmi ces pratiques, notons l'implantation du semis direct et du travail réduit du sol, la culture de céréales d'automne et l'intégration de plantes de couverture qui permettent d'offrir un couvert végétal additionnel dans les champs à l'arrivée des oiseaux au printemps (Lamoureux et Dion 2016; Wilcoxon *et al.*, 2018). D'ailleurs, de nombreux guides décrivant en détail des façons d'améliorer la qualité des habitats fauniques et la conservation de la biodiversité dans les paysages agricoles ont vu le jour au cours des dernières années, dont un ouvrage consacré aux oiseaux champêtres du Québec (Lamoureux et Dion, 2016). Ces pratiques de conservation présentent également des avantages pour

Christine Lepage



Les marais aménagés procurent des habitats de nidification de qualité pour plusieurs espèces d'oiseaux aquatiques. Leur présence dans le sud du Québec compense en partie la perte et la dégradation des milieux humides naturels. Réserve nationale de faune du Cap-Tourmente.

les producteurs tout en fournissant des services écosystémiques à la société, particulièrement en améliorant la qualité de l'eau et de l'air (Bennett, 2017). Dans un contexte où les ressources financières sont limitées, il convient de bien cibler les efforts de conservation à mettre en place afin qu'ils soient bénéfiques aux oiseaux qui montrent les plus forts signes de diminution des effectifs. De plus, comme la majeure partie du sud du Québec est de tenure privée, une planification intégrée et une étroite collaboration entre les organismes de conservation et le monde agricole s'imposent.

Bien que nous ne disposions pas de données quantitatives aussi précises pour les milieux humides que pour la forêt ou les milieux agricoles, il ne fait aucun doute qu'une réduction de la disponibilité des milieux humides ne peut que contribuer à réduire la taille des populations d'oiseaux qui en dépendent pour nicher. Dans les Basses-terres du Saint-Laurent, seulement 12% des milieux humides sont protégés, la presque totalité étant des marais, des marécages et des eaux peu profondes, alors que peu de tourbières sont l'objet de mesures de conservation (Pellerin et Poulin, 2013). En revanche, les marais aménagés, qui procurent des habitats de qualité pour toutes les espèces typiques des marais à quenouilles, disposent pour la plupart d'un certain statut de protection. Leur présence dans le paysage contribue donc à pallier (du moins en partie) les impacts négatifs associés à la dégradation et à la perte continue des milieux humides, si bien que leur maintien s'avère crucial (Jobin *et al.*, 2011b).

En adoptant la *Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques* (Gouvernement du Québec, 2017b), dont l'objectif est de n'enregistrer aucune nouvelle perte nette de milieux humides, le gouvernement du Québec a mis en place un outil législatif qui devrait faciliter la conservation des milieux humides et, par le fait même, celle des populations d'oiseaux nicheurs qui les fréquentent. Cette loi prévoit notamment la désignation de milieux humides prioritaires pour la conservation, tout comme l'obligation pour chaque MRC de produire un plan régional de conservation des milieux humides. Souhaitons que cela permette de réaliser des gains quant à la pérennité de ces habitats à la fois dans les régions les plus densément habitées, comme les Basses-terres du Saint-Laurent, mais également dans l'ensemble du Québec méridional, car les baisses des probabilités d'observation des oiseaux de milieux humides sont généralisées.

Soulignons enfin qu'au-delà des nouvelles politiques et législations concernant les habitats des oiseaux, la viabilité à long terme des populations aviaires repose plus que jamais sur la nécessité de mettre en œuvre des stratégies de conservation et de restauration des habitats qui soient davantage intégrées aux processus de planification et d'aménagement du territoire, car l'empreinte humaine marque maintenant tout le Québec méridional. Les résultats d'un éventuel troisième atlas des oiseaux nicheurs du Québec permettront d'évaluer la portée réelle des actions de conservation et de restauration des habitats qui seront mises en œuvre à l'avenir.



Mircea Costina

Les habitats que recherche le Goglu des prés pour se reproduire sont aujourd'hui moins nombreux qu'à l'époque du premier atlas. Nombre de cultures fourragères et de pâturages ont depuis été convertis en cultures annuelles ou ont simplement disparu en même temps qu'une large part des fermes laitières moins productives des régions rurales.

ANALYSES COMPLÉMENTAIRES

Comme il a été mentionné en début de chapitre, les données d'atlas permettent d'accroître notre compréhension des relations entre les changements d'habitat et la répartition des oiseaux. En faisant appel à l'analyse statistique, il est possible de quantifier ces relations au moyen de modèles de répartition des espèces (*species distribution models*) (Elith et Eathwick, 2009). Ces types de modèles ont été utilisés dans divers programmes d'atlas pour mesurer l'influence des changements spatio-temporels des habitats préférentiels de différentes espèces sur leur fréquence d'observation et leur abondance relative (Brotons *et al.*, 2008; Vallecillo *et al.*, 2009).

La réalisation de quelque 35 000 points d'écoute au cours de la campagne du deuxième atlas a permis d'établir les relations entre les données de présence (ou d'absence) des espèces et la disponibilité de leurs habitats préférentiels (ici : cultures annuelles, cultures pérennes, eau, milieux humides, milieux habités ainsi que les neuf types de peuplements forestiers dont il est question à la figure 4.1). Cette information a été utilisée afin d'obtenir une probabilité de présence des espèces, à l'échelle des parcelles, à partir de la disponibilité d'habitats déterminée tant au premier qu'au deuxième atlas. Dans le cadre d'un projet de collaboration internationale entre le Centre d'étude de la forêt et le Centre des sciences et des technologies forestières de Catalogne mené à l'Université du Québec à Montréal, des chercheurs ont établi une approche de modélisation statistique pour évaluer comment ces changements de disponibilité d'habitats des oiseaux permettaient notamment de prévoir les tendances calculées sur la même période par le Relevé des oiseaux nicheurs de l'Amérique du Nord (BBS). Nous présentons ici les résultats en lien avec les probabilités d'observation calculées en tenant compte uniquement de l'effort d'observation déployé durant la campagne du présent atlas (Regos *et al.*, 2018).

Parmi les 186 espèces d'oiseaux dont les différences de probabilité d'observation ont été calculées dans le cadre du deuxième atlas, il a été possible d'effectuer une analyse des changements de la disponibilité d'habitats pour 83 d'entre elles. De ce nombre, 18 espèces ont connu une diminution significative de la disponibilité d'habitat entre l'époque du premier atlas et celle du deuxième, laquelle était reliée à la baisse de la probabilité d'observation. De la même manière, la disponibilité de l'habitat a augmenté significativement dans le cas de 12 espèces, et la hausse était associée à l'augmentation de la probabilité d'observation. Pour les 53 autres espèces étudiées, la disponibilité de l'habitat préférentiel est demeurée stable au cours de cette même période.

Les espèces d'oiseaux pour lesquelles la disponibilité d'habitat a diminué significativement entre les deux atlas sont principalement associées à des habitats ouverts ou agricoles (cultures annuelles et pérennes, milieux ouverts non forestiers, plans d'eau, milieux habités). Ce résultat fait écho aux baisses de la probabilité d'observation de nombreuses espèces champêtres, notamment dans le territoire agricole des Basses-terres du Saint-Laurent. Pour ces espèces, le changement de disponibilité d'habitat d'un atlas à l'autre semble donc offrir une piste d'interprétation solide. Ainsi, les pertes nettes de pâturages, de cultures fourragères (p. ex. foin, luzerne) et de jeunes friches au profit des cultures annuelles auraient entraîné des pertes d'habitat de reproduction et d'alimentation pour le Goglu des prés, la Sturnelle des prés, le Bruant des prés, la Maubèche des champs, l'Hirondelle rustique et le Pluvier kildir, espèces pour lesquelles les probabilités d'observation s'inscrivent toutes à la baisse. Pour leur part, les douze espèces pour lesquelles la disponibilité d'habitat a augmenté de façon significative sont principalement associées aux forêts mixtes et feuillues. Pour l'ensemble des espèces, l'amplitude et l'étendue des hausses de disponibilité d'habitat sont toutefois moins fortes que celles des baisses observées.

Il est à noter que, pour la plupart des espèces forestières, la hausse de la disponibilité d'habitat ne se traduit pas nécessairement par une augmentation significative de la probabilité d'observation. La relation inverse a même été observée chez la Grive des bois : malgré une augmentation de la superficie des forêts feuillues de plus de 12 m, la probabilité d'observation a baissé substantiellement du premier au deuxième atlas. Cette tendance inverse est en partie explicable par le fait que cette espèce est associée à des forêts dont les strates de sous-bois sont denses (COSEPAC, 2012a). Or, des travaux réalisés dans le sud du Québec ont montré que celles-ci sont modifiées de manière importante par le broutage intensif que pratique le Cerf de Virginie (Collard *et al.*, 2010), un changement qui ne peut être perçu au moyen d'outils cartographiques. Il est donc tout à fait possible que les forêts feuillues de plus de 12 m ne représentent pas à coup sûr un milieu de qualité pour la Grive des bois.

La modélisation de la disponibilité de l'habitat et l'analyse de ses changements dans le temps et l'espace s'avèrent une approche originale qui contribue à mieux faire comprendre les changements dans la probabilité d'observation des espèces. Comme nous venons de le voir pour la Grive des bois, cette approche est toutefois tributaire de la qualité de l'information cartographique dont nous disposons et de l'échelle à laquelle est menée l'analyse. Le cas du Grand Pic et du Pic maculé illustre aussi les limites de ces informations cartographiques. En effet, notre analyse montre que l'augmentation des probabilités d'observation de ces deux picidés en forêt feuillue n'est pas appuyée par des changements significatifs de la disponibilité de leur habitat. De fait, la variable d'habitat la plus susceptible d'être associée à une hausse de la probabilité d'observation de ces deux espèces – la présence d'arbres de fort diamètre affectés par des caries au bois de cœur (Fouillet, 2018) – n'est pas cartographiée, ce qui nous contraint à utiliser une variable de remplacement (la quantité de forêts feuillues de plus de 12 m). On n'aborde alors que très indirectement la relation de cause à effet entre les changements populationnels et de répartition de ces espèces et la disponibilité de substrats de reproduction et d'alimentation, laquelle s'avère cruciale pour la sélection de l'habitat.