Inventaire acoustique de la perdrix grise (*Perdix perdix*) dans les zones de chasse 7 et 8 en 2017, 2018 et 2019

Février 2022

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS

Votre gouvernement

Québec

Photographies de la page couverture :
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

© Gouvernement du Québec
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2022
ISBN (version imprimée) : 978-2-550-91847-9
ISBN (PDF) : 978-2-550-91843-1

Équipe de réalisation

Rédaction

Pierre Blanchette, biologiste, Ph.D., Direction de l'expertise sur la faune terrestre, l'herpétofaune et l'avifaune (DEFTHA)

Sarah Sherman Quirion, technicienne de la faune, DEFTHA

Remerciements

Nos sincères remerciements vont à mesdames Kathleen Bédard, Stéphanie Cholette et Caroline Dubé de même qu'à messieurs Florent Archambault, Philippe Beaupré, Guillaume Canac-Marquis, Samuel Dufour-Pelletier, Sébastien Faucher, Maxime Lavoie, Florent Lemieux, Francis Lessard, Florian Perret, Yves Robitaille et Mathieu Thériault. Un remerciement spécial est également adressé à tous les propriétaires qui nous ont donné accès à leur propriété aux fins de cette étude. Finalement, nous exprimons toute notre reconnaissance à madame Élizabeth Bro de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage de France pour ses conseils judicieux et la patience dont elle a fait preuve pour répondre à nos nombreuses questions.

Référence à citer

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP). 2022. *Inventaire acoustique de la perdrix grise (*Perdix perdix*) dans les zones de chasse 7 et 8 en 2017, 2018 et 2019*. Gouvernement du Québec, Québec, 29 p.

Date	Version	Nature du document/des modifications	Chargé(e)s de projet
Février 2022	01	Première édition	Pierre Blanchette

Résumé

La perdrix grise (*Perdix perdix*) est originaire d'Eurasie et a été introduite avec succès au Québec au milieu du XX^{e} siècle. Elle a maintenant le statut d'espèce acclimatée et de petit gibier. Elle est d'ailleurs l'une des principales espèces de petit gibier recherchées par les chasseurs québécois. Les populations de cette espèce ont connu une forte diminution de leur abondance à la fin des années 1970, ici et ailleurs dans son aire de répartition. Ce projet s'inscrit dans le cadre des actions prévues dans le Plan de gestion du petit gibier 2011-2018 et a pour but d'évaluer l'abondance des populations de perdrix grises dans deux zones de chasse. Un inventaire passif acoustique par point d'écoute de perdrix grises au printemps a été utilisé afin d'estimer l'abondance des couples dans les zones de chasse 7 et 8 en 2017, 2018 et 2019. Une approche statistique visant à mesurer le taux d'occupation de site en fonction d'une détection imparfaite a permis d'estimer la densité des populations des deux zones de chasse.

Au total, 105 sites ont été inventoriés au cours des trois années. Le nombre moyen de périodes d'écoute d'une heure par site échantillonné a été de 5,9 et les perdrix grises ont été détectées à 36 sites pour un taux naïf de détection de 0,34. La probabilité de détection de perdrix grises a augmenté en fonction du jour julien jusqu'à un maximum et a diminué par la suite ($\hat{\beta}_{\text{Jour julien}}$ = 0,72, erreur-type= 0,24; $\hat{\beta}_{\text{Jour julien}^2}$ = -0,48, erreur-type = 0,20, échelle logistique), et elle a été de 0,28 (erreur-type = 0,56) en moyenne. Aucune variable d'habitat utilisée n'est importante pour expliquer la probabilité d'occupation de site (leur intervalle de confiance à 95 % inclut 0). La probabilité d'occupation de site moyenne est de 0,482 (erreur-type = 0,069). La densité des coqs a été estimée à partir de la probabilité d'occupation de site de chaque site échantillonné calculée à partir des modèles plausibles (dont le ΔAICc < 2,0) pondérés par leur poids (AICc Wt). La densité des populations de perdrix grises est la même dans les zones de chasse 7 et 8 et est estimée à 0,61 couple/km^2 (int. conf. à 95 % = 0,30 – 0,92) en supposant que chaque mâle détecté était accompagné par une femelle.

Les résultats indiquent que les densités des populations de perdrix grises des zones de chasse 7 et 8 sont relativement faibles comparées à celles trouvées ailleurs en Amérique du Nord et en Europe. Des suggestions sont proposées afin d'améliorer la méthode d'inventaire pour la rendre plus efficace et abordable.

Table des matières

Équipe de réalisation ..... **I**
Résumé ..... **II**
Table des matières ..... **III**
Liste des tableaux ..... **III**
Liste des figures ..... **IV**
Introduction **1**
Objectifs particuliers 2
Matériel et méthodes **2**
Régions d'étude 2
Description des secteurs d'inventaire 2
Généralités 3
Schème expérimental 4
Description des habitats échantillonnés 6
Analyses statistiques 6
Résultats **7**
Discussion **12**
Conclusion **14**
Liste des références **15**
Annexe 1 ..... **19**
Annexe 2 ..... **21**
Annexe 3 ..... **23**
Annexe 4 ..... **25**

Liste des tableaux

Tableau 1. Années d'inventaire, zones de chasse considérées et superficie en agriculture des secteurs inventoriés 3
Tableau 2. Définition des habitats agricoles considérés pour l'analyse des inventaires des populations de perdrix grises dans les zones de chasse 7 et 8 en 2017, 2018 et 2019 6
Tableau 3. Répartition de l'effort d'inventaire des populations de perdrix grises entre les années 7
Tableau 4. Classement des modèles testés pour expliquer la probabilité de détection (p) de perdrix grises basé sur le critère d'Akaike corrigé pour les petits échantillons (AICc). Les variables de détection sont le jour julien, le nombre de SM, les précipitations et la température. Le nombre de paramètres (k), la différence du AICc par rapport au premier modèle (ΔAICc), le poids du modèle (AICc Wt) et la vraisemblance logarithmique (« log-likelihood »; LL) sont présentés. 8
Tableau 5 Classement des modèles testés pour expliquer la probabilité d'occupation de site (Ψ) de perdrix grises basé sur le critère d'Akaike corrigé pour les petits échantillons (AICc). Les variables d'occupation sont les proportions de l'aire échantillonnée en cultures annuelles (Agri.an), en cultures pérennes (Agri.per), en sols agricoles non cultivés (Sol) et en d'autres milieux (Autre), de même que la zone de chasse (Zone). Les variables de détection sont les mêmes pour tous les modèles. Le nombre de paramètres (k), la différence du AICc par rapport au premier modèle (ΔAICc), le poids du modèle (AICc Wt) et la vraisemblance logarithmique (« log-likelihood »; LL) sont présentés. 10

Liste des figures

Figure 1. Localisation des points d'inventaire acoustique de perdrix grises en 2017, 2018 et 2019 3
Figure 2. Exemple de la disposition en trio des enregistreurs numériques (triangles noirs) et de l'aire échantillonnée 5
Figure 3. Exemple d'une image sonore caractéristique d'un cri de type appel de perdrix grise, extraite à l'aide du logiciel Song Scope 5
Figure 4. Relations entre le jour julien et la probabilité de détection des perdrix grises dans les zones de chasse 7 et 8 en 2017, 2018 et 2019. La zone grise représente l'intervalle de confiance à 95 %. 9
Figure 5. Densités des mâles de perdrix grises selon les modèles d'occupation de site dans les zones de chasse 7 et 8 à partir des inventaires acoustiques effectués en 2017, 2018 et 2019. Les barres indiquent l'intervalle de confiance à 95 %. 11

Introduction

La perdrix grise (*Perdix perdix*) appartient à la famille des phasianidés de l'ordre des galliformes. Elle a été introduite en Amérique du Nord au début du XX^{e} siècle (Chabot et coll., 1979) et au Québec entre 1929 et 1942 (Rand, 1945; Chabot et coll., 1979, Cyr et Larivée, 1995), où elle est maintenant considérée comme acclimatée (MRNF 2009). Les données du programme de suivi de populations d'oiseaux nord-américains (BBS) montrent une tendance à long terme à la baisse pour le Québec (Smith et coll., 2019). Les principaux facteurs limitatifs pour la perdrix grise au Québec seraient essentiellement la qualité de l'habitat, les accidents causés par les machines agricoles durant la période de nidification, la contamination par les pesticides, les conditions climatiques (notamment les précipitations durant l'été, les tempêtes et le verglas en hiver), la prédation et la chasse (Gauthier et coll., 2008). L'intensification des pratiques agricoles, particulièrement le développement de la culture du maïs, a été désignée comme la cause probable de ce déclin autant en Amérique du Nord (Burnett et coll., 2017) qu'en Europe, lieu d'origine de l'espèce (Bro et coll., 2000; Bro et coll., 2006).

Au Québec, la perdrix grise serait la troisième espèce d'intérêt pour les chasseurs de petit gibier (Blanchette et coll., 2020), même s'il faut prendre ce résultat avec prudence, car cette espèce est souvent confondue avec le tétras du Canada ou la gélinotte huppée. La saison de chasse se déroule de la mi-septembre jusqu'au 15 novembre, à l'exception de la zone de chasse 8 où la chasse est interdite depuis 1997.

La perdrix grise est une espèce champêtre typique. Elle affectionne les champs agricoles et les steppes naturelles, bien qu'elle puisse utiliser les forêts clairsemées ou les tourbières (Bro, 2016). En Europe, l'abondance de l'espèce serait liée à l'importance des cultures céréalières (Bro, 2016). Au Québec, elle fréquente principalement les milieux ouverts tels que les prairies naturelles ou les plaines agricoles, les terres cultivées des fermes laitières et d'élevage, les friches ainsi que les bordures de champs et fossés (Gauthier et Aubry, 1995; Blanchette et Sherman-Quirion, 2021).

Le Plan de gestion du petit gibier 2011-2018 (Lamontagne et coll., 2011) a émis le constat que la connaissance des populations des espèces de petit gibier au Québec était déficiente. Ce projet s'inscrit dans l'action **6.1.2** du Plan de gestion du petit gibier, soit *effectuer des travaux de recherche sur les espèces de petit gibier identifiées dans Gauthier et coll. (2007) (lièvre d'Amérique, gélinotte huppée, tétras du Canada et perdrix grise)* et dans l'action **3.2.2,** soit *brosser un portrait de la situation des espèces de petit gibier*. Ce dernier objectif consiste à brosser un portrait régional des populations de petit gibier pour lesquelles des problèmes de disponibilité de la ressource ou de prélèvements sont appréhendés, comme c'est le cas pour la perdrix grise à la suite du déclin de ses populations.

Des travaux préliminaires ont été effectués afin de tester deux méthodes d'inventaire de perdrix grises dans les conditions du Québec (Descamps et Blanchette, 2011). La méthode des points d'écoute avec repasse de chants n'a pas donné de bons résultats et celle de la prospection linéaire dans les champs a permis de détecter des couples de perdrix grise, mais nécessiterait un effort trop important pour être appliquée à une zone de chasse, particulièrement lorsque la densité de perdrix est faible. Depuis ces travaux, une nouvelle approche basée sur la méthode des points d'écoute a été développée, soit l'inventaire acoustique passif (IAP) (Browning et coll., 2017). L'utilisation de l'IAP a augmenté au cours

des dernières années (Rhinehart et coll., 2019; Sugai et coll., 2019; Perez-Granados et Traba, 2021). Cette méthode utilise des enregistreurs numériques qui sont disposés dans le milieu naturel et qui enregistrent les sons, par exemple les chants d'oiseaux, selon un horaire programmé par les expérimentateurs. La bande sonore numérique peut être écoutée en entier ou par séquences afin de détecter l'espèce recherchée. Des algorithmes existent afin d'effectuer un premier filtre visant à réduire le temps d'écoute par les observateurs. Un avantage opérationnel de l'IAP est que les travaux de terrain (installation et déplacement des enregistreurs) et d'écoute en laboratoire peuvent s'effectuer dans le cadre d'un horaire normal de travail. De plus, plusieurs sites peuvent être inventoriés au même moment selon le nombre d'enregistreurs utilisés.

Des essais de l'IAP ont été faits en 2016 afin de valider l'application de cette méthode à la perdrix grise et de préciser certains paramètres essentiels à son utilisation dans le contexte du Québec (Perret, 2016). Ainsi, le comportement de chant de la perdrix, la période optimale pour effectuer l'inventaire, la distance de détection des chants et l'influence de divers paramètres météorologiques ont été précisés (Perret, 2016). L'IAP a donc été choisi pour la réalisation d'un inventaire des populations de perdrix grises à l'échelle d'une zone de chasse.

Objectifs particuliers

Plus particulièrement, ce projet poursuit les deux objectifs suivants :

1. Mettre au point une méthode d'inventaire des populations régionales de perdrix grises;

2. Appliquer la méthode d'inventaire aux zones de chasse 7 et 8.

Matériel et méthodes

Régions d'étude

Un premier inventaire a été fait à titre expérimental dans un secteur de la zone de chasse 7 en 2017 (figure 1). En 2018, la zone 7 localisée dans les basses-terres et au sud du fleuve Saint-Laurent a été inventoriée en entier et la partie de la zone de chasse 8 située au sud du fleuve Saint-Laurent l'a été en 2019 (figure 1).

Description des secteurs d'inventaire

À l'intérieur des zones de chasse, un secteur d'inventaire a été délimité afin d'exclure la portion appalachienne des zones, les grands massifs forestiers et le milieu urbain. La superficie des zones de chasse en milieu agricole est présentée au tableau 1.

Tableau 1. Années d'inventaire, zones de chasse considérées et superficie en agriculture des secteurs inventoriés

Année d'inventaire	Zone inventoriée	Superficie en agriculture (km^2)
2017	7, en partie	464,7
2018	7, sud du fleuve, basses-terres	2626,0
2019	8, sud du fleuve	5305,5

Généralités

En hiver, les perdrix grises se rassemblent en compagnies de plusieurs individus composées d'adultes et de jeunes de l'année. À partir de la mi-mars, les couples se forment et se dispersent pour trouver un endroit pour la reproduction. Les mâles, et moins fréquemment les femelles, ont pour comportement territorial d'émettre un cri caractéristique habituellement très tôt le matin (dans l'heure précédant le lever du soleil) ou encore en fin de journée (dans l'heure suivant le coucher du soleil). La dispersion des couples est complétée au début d'avril et les territoires sont alors fixés (Aufradet, 1996). Au Québec, le taux de détection des cris territoriaux de perdrix est maximal à la fin du mois de mars et les perdrix sont les plus actives à l'aurore et au crépuscule (Perret, 2017).

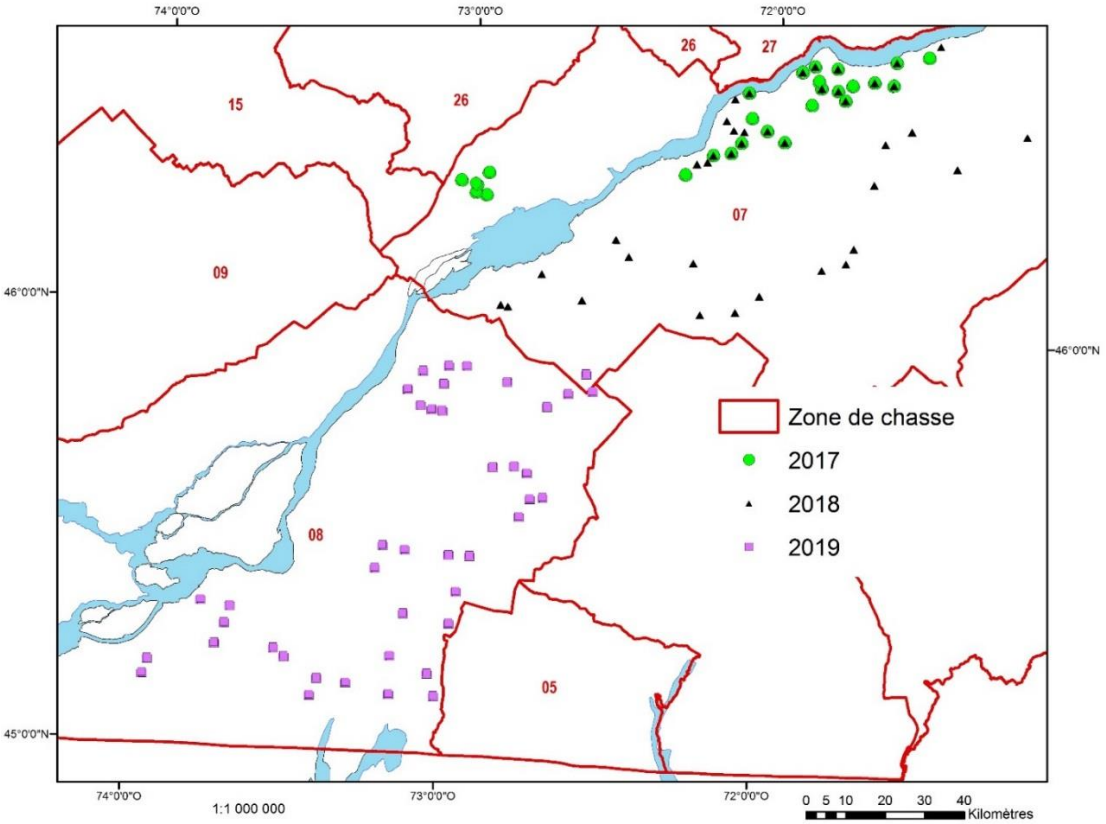


Figure 1. Localisation des points d'inventaire acoustique de perdrix grises en 2017, 2018 et 2019

Schème expérimental

L'inventaire a été effectué à l'aide d'enregistreurs numériques (« Song meters », SM) de la compagnie Wildlife Acoustic Inc. (Maynard, Massachusetts, États-Unis). Les modèles SM2 et SM3 ont été utilisés en 2017 et 2018 et seulement le modèle SM3 en 2019. Afin d'optimiser la détection des cris de perdrix, différentes programmations des appareils ont été testées, selon les spécifications du fabricant (https://www.wildlifeacoustics.com/uploads/user-guides/SM3-USER-GUIDE-20200805.pdf), à l'aide d'enregistrements de perdrix (71 décibels) émis à différentes distances (50 à 500 m) dans des conditions d'utilisation jugées normales (vent = 10 à 15 km/heure). La programmation retenue (annexe 1) permet de détecter un cri de perdrix grise jusqu'à un maximum de 300 m de l'appareil.

Les SM ont été déployés par groupes de 3 (trio) disposés en triangle espacés de 500 m les uns des autres (figure 2). Le micro omnidirectionnel était placé à 2 m de hauteur sur une tige de bois avec un angle de 45 degrés vers le bas afin de permettre à l'eau de s'écouler. En considérant le rayon de détection des SM de 300 m, la surface inventoriée par un trio est de 78,11 ha, ce qui correspond à la taille du domaine vital d'un mâle en période de reproduction (Blanchette et Sherman-Quirion, 2021). Ce design expérimental permet de minimiser la violation de la prémisse de fermeture spatiale des sites échantillonnés (Linden et coll., 2017). Il permet également de détecter différents mâles présents dans la même aire inventoriée, lorsque la densité des mâles est élevée, à partir de l'intensité des cris captés par les SM du trio. La position de chaque trio a été déterminée aléatoirement. Pour ce faire, une grille de points équidistants de 500 m a été générée dans les secteurs à l'étude à l'aide d'ArcGis (version 10.4). Les points qui n'étaient pas dans un milieu agricole ont été éliminés. Le centre du trio était positionné sur les points sélectionnés en s'assurant que les SM étaient à au moins 200 m d'une bordure forestière. Une autorisation des propriétaires des terrains sélectionnés était demandée avant le déploiement des trios.

Les trios étaient installés par une équipe de deux personnes de la mi-mars à la mi-avril de chaque année. Les SM étaient fonctionnels durant deux périodes d'une heure par jour. La première période couvrait l'heure précédant le lever du soleil et la seconde, l'heure suivant le coucher du soleil. Chaque trio était laissé sur place trois ou quatre jours, permettant ainsi d'obtenir un échantillonnage de six ou huit périodes d'une heure. Par la suite, les appareils SM étaient déplacés vers un nouveau lieu d'échantillonnage.

Les bandes sonores numériques ont été écoutées en totalité en 2017 et 2018 afin de détecter tous les cris de perdrix grise. En 2019, un filtrage a été réalisé à l'aide de l'extension « warbleR » (Araya-Salas 2021) du logiciel R (R Core Team 2016). Les spécifications pour optimiser la détection des cris de perdrix grise ont été établies à la suite d'essais effectués à partir de bandes sonores contenant de tels cris de différentes qualités (annexe 2). Cette étape permet de cibler les séquences à écouter, diminuant sensiblement le temps consacré à l'analyse des bandes sonores. L'analyse des bandes sonores a été réalisée avec le logiciel Song Scoop (version 4.0; Wildlife Acoustics Inc.). Le logiciel permettait, entre autres, de visualiser les patrons de chants sonores des perdrix grises pour faciliter leur détection (figure 3). Les informations notées étaient le numéro du trio, le numéro du SM du trio, la date, la période (am ou pm), la qualité de l'enregistrement (0 : nulle, 1 : faible, 2 : moyenne, 3 : bonne), l'heure du début de la période et, dans le cas d'une détection d'un cri de perdrix grise, l'heure du début du cri, le type de cri (appel ou alerte), la durée du cri (en secondes), la force du cri (fort, moyen, faible, très faible).

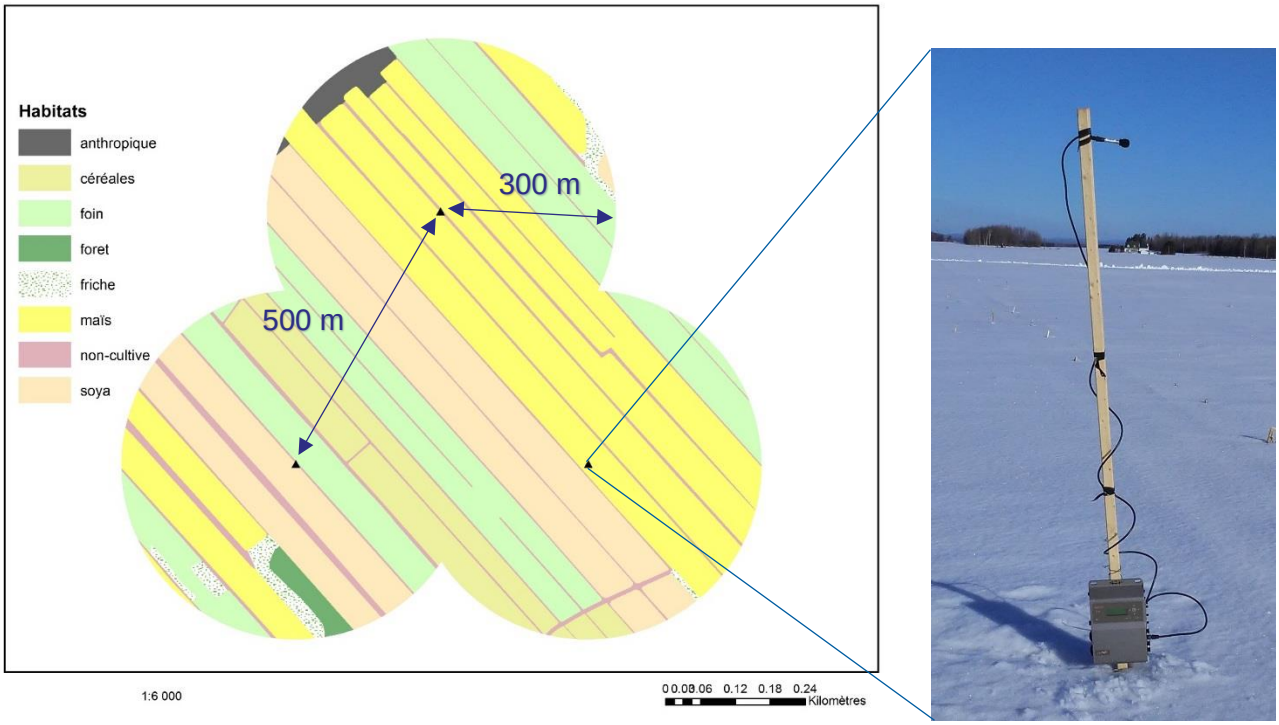


Figure 2. Exemple de la disposition en trio des enregistreurs numériques (triangles noirs) et de l'aire échantillonnée

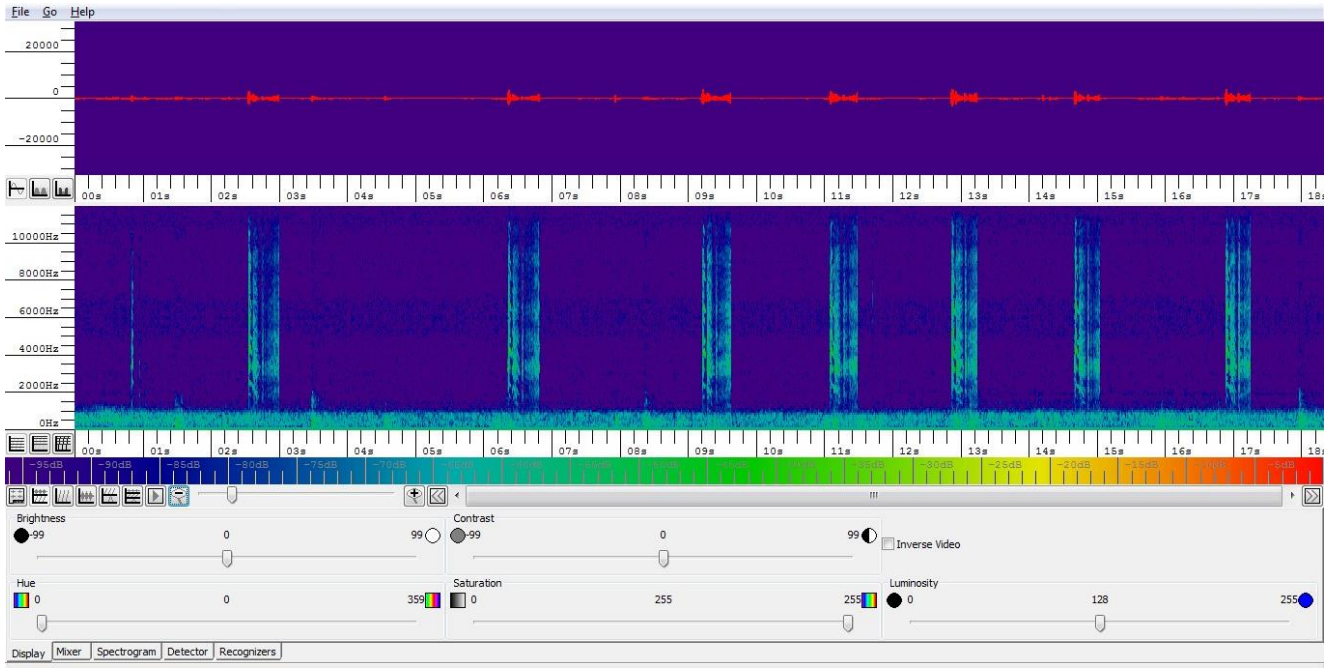


Figure 3. Exemple d'une image sonore caractéristique d'un cri de type appel de perdrix grise, extraite à l'aide du logiciel Song Scope

Description des habitats échantillonnés

Les habitats agricoles ont été cartographiés à partir de la base de données géomatiques d'occupation des sols du Plan d'action Saint-Laurent (ECCC et MDDELCC 2018) et de la base cartographique de La Financière agricole de l'année précédant l'inventaire. La définition des habitats considérés est présentée au tableau 2. La proportion des habitats dans la superficie inventoriée par les trios (78,11 ha; figure 2) a été extraite à l'aide d'ArcGis.

Tableau 2. Définition des habitats agricoles considérés pour l'analyse des inventaires des populations de perdrix grises dans les zones de chasse 7 et 8 en 2017, 2018 et 2019

Habitat	Définition
Agri.an	Cultures annuelles : les céréales à paille (ex. : blé), les protéagineuses, toutes cultures de maïs et de soya et les cultures maraîchères (carottes, choux, etc.) et de petits fruits.
Agri.per	Cultures pérennes incluant les pâturages et les cultures fourragères.
Sol	Milieu agricole non cultivé incluant les friches, principalement les bordures le long des fossés et entre les champs.
Autre	Autres milieux : milieu bâti, forêt, route, eau.

Analyses statistiques

L'approche d'occupation de site, c'est-à-dire la probabilité qu'une espèce ou un individu soit présent à un site donné à un moment donné, en tenant compte d'une détection imparfaite, peut être utilisée comme une solution de rechange à une estimation directe de la densité des populations lorsque les ressources pour le suivi sont limitées (MacKenzie et Nichols, 2004). L'analyse utilisée est la « single-season occupancy » (Mackenzie et coll., 2002) afin d'estimer les probabilités d'occupation et de détection des perdrix grises. Comme le nombre de perdrix différentes détectées à un trio est généralement de 1, on ne peut pas utiliser une approche « n-mixtures models » pour évaluer l'abondance de la population; la densité de la population sera déduite directement à partir de la probabilité d'occupation (MacKenzie et Nichols, 2004).

Dans un premier temps, la probabilité de détection (p) a été modélisée à partir des variables reliées à la détection des perdrix, soit le jour julien et son effet quadratique, la température et son effet quadratique, la vitesse du vent, la quantité de pluie et le nombre de SM fonctionnels (1 à 3). Le nombre de SM correspond aux SM dont la cote de qualité de l'enregistrement était supérieure à 0 lors de la période considérée. La période (am ou pm) n'a pas été considérée, car les travaux préliminaires ont montré que les perdrix grises chantaient autant le matin qu'en fin de journée (Perret, 2016). Par la suite, la probabilité d'occupation des sites (Ψ) a été modélisée en tenant compte du meilleur modèle identifié à la première étape. Une approche par sélection de modèles basée sur le critère Akaike corrigé pour les petits échantillons (AICc) a permis d'identifier le meilleur modèle, soit celui ayant le plus faible AICc (Burnham et Anderson, 2002). Les variables ont été standardisées ([x – moyenne] / écart-type) au préalable afin

de faciliter la convergence des modèles. Les variables fortement corrélées (r > 0,7) n'ont pas été incluses dans un même modèle. Un test de vraisemblance (« goodness-of-fit ») sur le modèle global a été réalisé à l'aide d'une approche paramétrique de type « boostrap » avec 10 000 échantillons (MacKenzie and Bailey, 2004). Les paramètres et leur intervalle de confiance à 95 % ont été estimés par inférence multimodèle. Les analyses statistiques ont été réalisées avec les extensions « unmarked » et « AICmodavg » du logiciel R (Mazerolle, 2017; Fiske et coll., 2015; R Core Team, 2016).

Résultats

Un total de 105 sites a été inventorié au cours des trois années (tableau 3). Le nombre moyen de périodes a été de 5,9 et les perdrix grises ont été détectées à 36 sites pour un taux naïf de détection de 0,34 (annexe 3).

Tableau 3. Répartition de l'effort d'inventaire des populations de perdrix grises entre les années

Année d'inventaire	Zone inventoriée	Nombre de trios	Superficie inventoriée (km^2)	Proportion du secteur en agriculture inventoriée (%)
2017	7, en partie	26	20,3	4,4
2018	7, au sud du fleuve, dans les basses-terres	37	28,9	1,1
2019	8, au sud du fleuve	42	32,8	0,6

À la première étape des analyses, 11 modèles incluant les variables liées à la détection ont été testés afin d'expliquer la probabilité de détection. Le test de vraisemblance sur le modèle global indique qu'il n'y a pas de surdispersion (X^2 = 168,3, P = 0,27, c-hat = 1,01). Deux modèles entrent en compétition (AICc < 2,0) afin d'expliquer la probabilité de détection (tableau 4). Le meilleur modèle (AICWt = 0,53) est composé des variables Jour julien et son effet quadratique alors que le second modèle (AICcWt = 0,26) est composé des mêmes variables en plus du nombre de SM fonctionnels. Cependant, seules les variables du premier modèle sont importantes pour expliquer la probabilité de détection (leur intervalle de confiance à 95 % n'inclut pas 0). La probabilité de détection de perdrix grises a augmenté en fonction du jour julien jusqu'à un maximum et a diminué par la suite ($\hat{\beta}_{\text{Jour julien}}$ = 0,72, erreur-type = 0,24; $\hat{\beta}_{\text{Jour julien}^2}$ = -0,48, erreur-type = 0,20, échelle logistique; figure 4) et elle a été de 0,28 (erreur-type = 0,56) en moyenne. Ainsi, ces deux variables seront incluses dans les modèles testés pour expliquer la probabilité d'occupation de site à la seconde étape.

À la seconde étape, 16 modèles ont été testés afin d'expliquer la probabilité d'occupation de site des perdrix grises (tableau 5). Le test de vraisemblance sur le modèle global indique qu'il n'y a pas de surdispersion (X^2 = 161,69, P = 0,29, c-hat = 1,1). Huit modèles entrent en compétition à titre de meilleur modèle pour expliquer la probabilité d'occupation de site, ce qui démontre une grande incertitude. La proportion de l'aire échantillonnée en sol agricole non cultivé (Sol) compose le meilleur modèle, mais avec un poids de seulement 0,15. Aucune variable utilisée n'est importante pour expliquer la probabilité

d'occupation de site (l'intervalle de confiance à 95 % de leur paramètre inclut 0). La probabilité d'occupation de site moyenne est de 0,482 (erreur-type = 0,069). Les relations entre les variables et la probabilité d'occupation de site par la perdrix grise sont présentées à l'annexe 4.

La densité des populations de perdrix grises a été estimée en utilisant la probabilité d'occupation de site comme une estimation directe de la densité (MacKenzie et Nichols, 2004). La probabilité d'occupation de site moyenne a été calculée à partir des modèles plausibles (dont le ΔAICc < 2,0) pondérés par leur poids (AICc Wt) pour chaque trio visité. La densité des populations de perdrix grises des zones de chasse 7 et 8 est estimée à 0,69 couple/km2 (int. conf. à 95 % = 0,34 – 1,01) et 0,49 couple/km2 (int. conf. à 95 % = 0,25 – 0,80) respectivement et 0,61 couple/km2 (int. conf. à 95 % = 0,30 – 0,92) au total, en supposant que chaque mâle détecté était accompagné par une femelle (figure 5).

Tableau 4. Classement des modèles testés pour expliquer la probabilité de détection (p) de perdrix grises basé sur le critère d'Akaike corrigé pour les petits échantillons (AICc). Les variables de détection sont le jour julien, le nombre de SM, les précipitations et la température. Le nombre de paramètres (k), la différence du AICc par rapport au premier modèle (ΔAICc), le poids du modèle (AICc Wt) et la vraisemblance logarithmique (« log-likelihood »; LL) sont présentés.

Modèle	K	AIC	ΔAICc	AICc Wt	LL
Ψ (.) p (Jour julien + Jour julien^2)	4	395,25	0	0,53	-193,43
Ψ (.) p (Jour julien + Jour julien^2 + Nombre de SM)	5	396,71	1,45	0,26	-193,05
Ψ (.) p (Jour julien)	3	399,51	4,26	0,06	-196,64
Ψ (.) p (Jour julien + Nombre de SM)	4	400,23	4,97	0,04	-195,91
Ψ (.) p (Jour julien + Jour julien^2 + Nombre de SM + Température+ Température^2 + Vitesse du vent + Précipitations)	9	400,99	5,73	0,03	-190,55
Ψ (.) p (Précipitations)	3	4001,36	6,10	0,02	-197,56
Ψ (.) p (Jour julien + Nombre de SM + Température + Vitesse du vent + Précipitations)	7	401,43	6,18	0,02	-193,14
Ψ (.) p (Nombre de SM)	3	402,52	7,27	0,01	-198,14

Ψ (.) p (.)	2	402,98	7,72	0,01	-199,44
Ψ (.) p (Température)	3	404,89	9,64	<0,00	-199,33
Ψ (.) p (Température + Température^2)	4	406,89	11,63	<0,01	-199,24

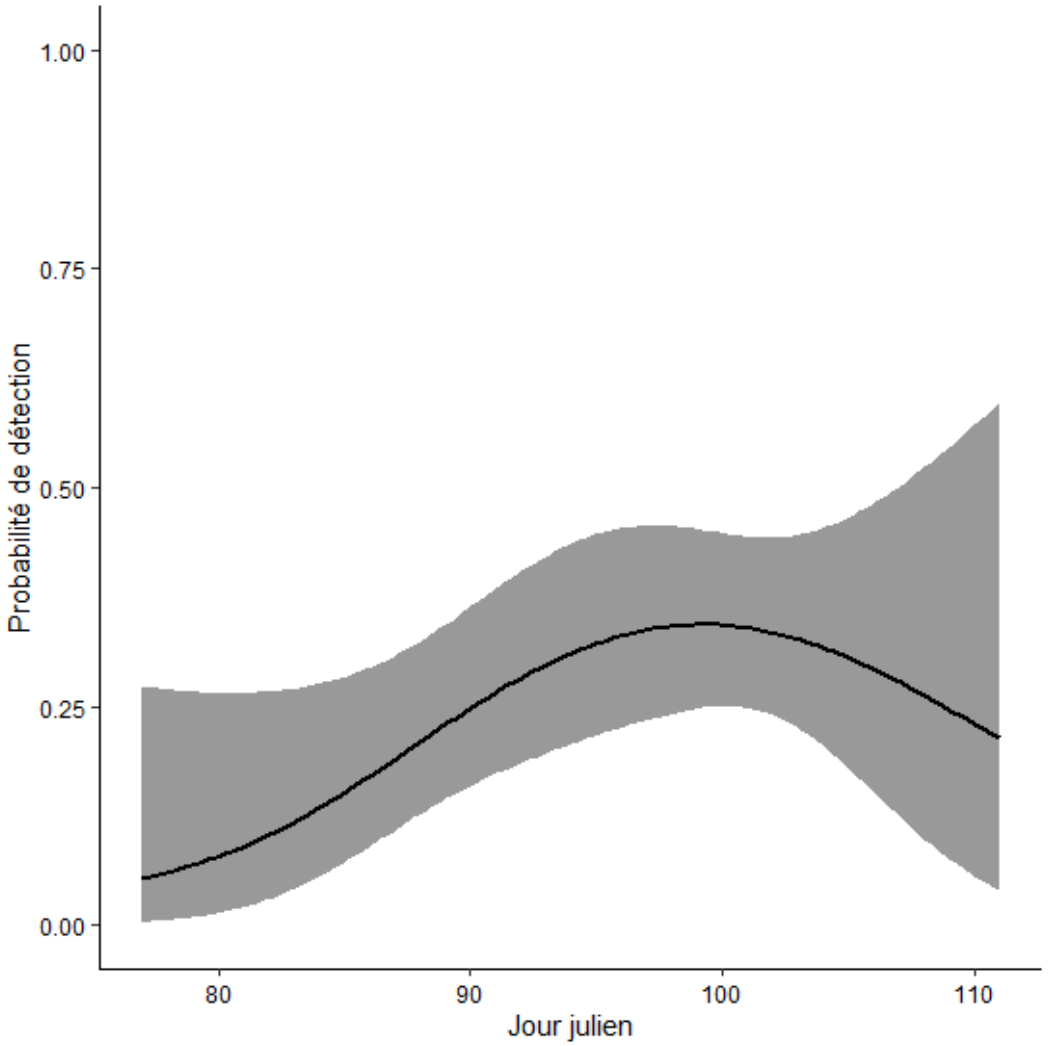


Figure 4. Relations entre le jour julien et la probabilité de détection des perdrix grises dans les zones de chasse 7 et 8 en 2017, 2018 et 2019. La zone grise représente l'intervalle de confiance à 95 %.

Tableau 5 Classement des modèles testés pour expliquer la probabilité d'occupation de site (Ψ) de perdrix grises basé sur le critère d'Akaike corrigé pour les petits échantillons (AICc). Les variables d'occupation sont les proportions de l'aire échantillonnée en cultures annuelles (Agri.an), en cultures pérennes (Agri.per), en sols agricoles non cultivés (Sol) et en d'autres milieux (Autre), de même que la zone de chasse (Zone). Les variables de détection sont les mêmes pour tous les modèles. Le nombre de paramètres (k), la différence du AICc par rapport au premier modèle (∆AICc), le poids du modèle (AICc Wt) et la vraisemblance logarithmique (« log-likelihood »; LL) sont présentés.

Modèle	K	AICc	∆AICc	AICc Wt	LL
Ψ (Sol) p (Jour julien + Jour julien^2)	5	393,07	0	0,15	-191,23
Ψ (Zone) p (Jour julien + Jour julien^2)	5	393,41	0,34	0,12	-191,40
Ψ (Agri.per + Sol) p (Jour julien + Jour julien^2)	6	394,06	0,99	0,09	-190,60
Ψ (Agri.an + Autre) p (Jour julien + Jour julien^2)	6	394,09	1,02	0,09	-190,62
Ψ (Sol + Autre) p (Jour julien + Jour julien^2)	6	394,47	1,40	0,07	-190,81
Ψ (Agri.per) p (Jour julien + Jour julien^2)	5	394,50	1,43	0,07	-191,95
Ψ (Agri.an + Sol + Autre) p (Jour julien + Jour julien^2)	7	394,65	1,58	0,07	-189,75
Ψ (Agri.an + Sol) p (Jour julien + Jour julien^2)	6	394,67	1,61	0,07	-190,91
Ψ (Agri.per + Sol + Autre) p (Jour julien + Jour julien^2)	7	395,23	2,16	0,05	-190,04
Ψ (.) p (Jour julien + Jour julien^2)	4	395,25	2,18	0,05	-193,43
Ψ (Agri.per + Autre) p (Jour julien + Jour julien^2)	6	395,44	2,37	0,05	-191,29
Ψ (Agri.an) p (Jour julien + Jour julien^2)	5	395,45	2,38	0,04	-192,42

Modèle	K	AICc	ΔAICc	AICc Wt	LL
Ψ (Autre) p (Jour julien + Jour julien^2)	5	396,26	3,19	0,03	-192,83
Ψ (Agri.an + Sol + Autre + Zone) p (Jour julien + Jour julien^2)	8	396,38	3,31	0,03	-189,44
Ψ (Agri.per + Sol + Autre + Zone) p (Jour julien + Jour julien^2)	8	396,86	3,79	0,02	-189,68
Ψ (.) p (.)	2	402,98	9,91	0,00	-199,43

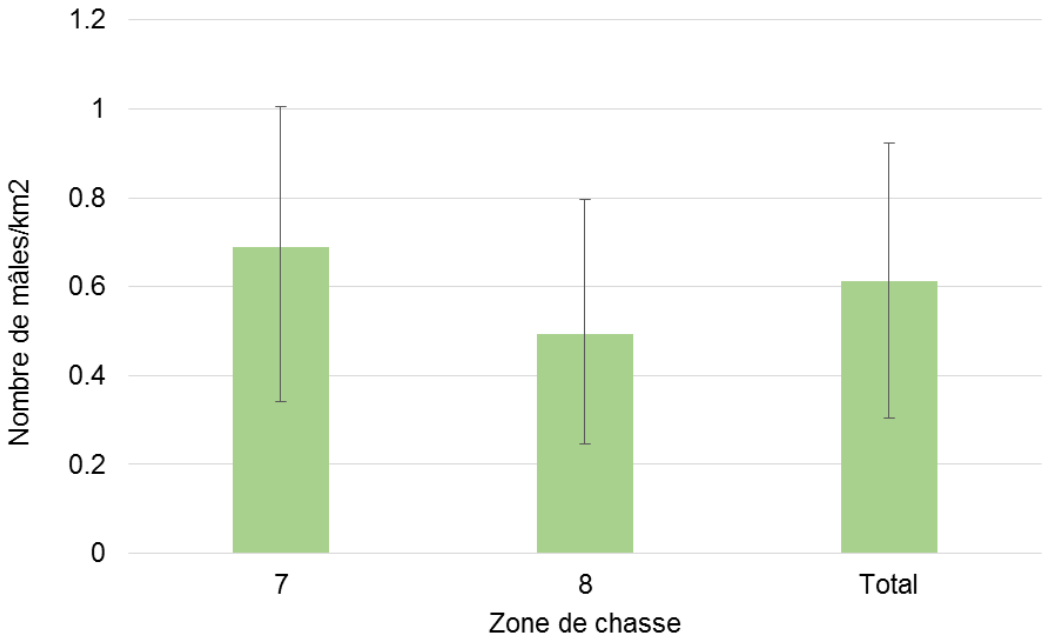


Figure 5. Densités des mâles de perdrix grises selon les modèles d'occupation de site dans les zones de chasse 7 et 8 à partir des inventaires acoustiques effectués en 2017, 2018 et 2019. Les barres indiquent l'intervalle de confiance à 95 %.

Discussion

Il existe une relation étroite entre le nombre de mâles chantant au printemps et la densité de la population de perdrix grises (Panek, 1998). Ainsi, la densité relative des couples reproducteurs est un bon indicateur de celle de la population (Brol et col., 2003; Bro et col., 2008; Kasprzykowski et Golawski, 2008). Les résultats de la présente étude indiquent que la zone de chasse n'est pas une variable importante pour expliquer la densité des couples. Cependant, cette variable compose le second modèle en importance avec un poids de 0,12, ce qui montre une tendance selon laquelle la densité estimée de la zone 8 serait plus faible que celle de la zone 7.

La densité moyenne des deux zones de chasse, soit 0,61 couple/km2, indique que les populations de perdrix grises étudiées sont de faible densité comparativement à celles recensées dans certaines régions d'Amérique du Nord ou d'Europe. Traylor et coll. (2001) ont estimé des densités de populations de perdrix grises qui variaient entre 2 et 6 couples/km2 dans les plaines centrales des États-Unis. Panek (2006) a mesuré des densités de couples variant de 0,5 à 10,5/km2 en Pologne au début des années 2000 dans des secteurs de 100 à 200 km2. En France, Bro et coll. (2005) ont mesuré des densités variant de 2,9 à 27,9 couples/km2 dans différents secteurs en 10 années d'étude. Ces auteurs notent que les densités mesurées des populations de perdrix grises considérées à petites échelles sont très hétérogènes et présentent de grandes fluctuations interannuelles à la hausse ou à la baisse, ce qui rend l'établissement de tendances des populations difficile à préciser. Au Québec, deux autres études ont estimé la densité des populations de perdrix grises. Chabot et coll. (1979) ont mesuré une densité de 2 perdrix/km2 en hiver dans un secteur de 100 km2 en Montérégie (zone de chasse 8) à la fin des années 1970 en ayant recours à un sondage auprès des agriculteurs. Descamps et Blanchette (2011) ont pour leur part mesuré une densité de 0,32 couple/km2 dans la MRC de Lotbinière (zone de chasse 7) au printemps 2010 à l'aide de la méthode par prospection des éléments linéaires. Il est hasardeux de comparer les résultats entre les études, car les méthodes employées, la période et les superficies considérées varient entre celles-ci.

Les modèles les plus plausibles pour expliquer le taux de détection incluent la date (jour julien) et le nombre de SM en fonction (tableau 4). La détection a été maximale à la première semaine d'avril pour ensuite diminuer, ce qui laisse croire que les couples ont fixé leur territoire à cette période de l'année. Les variables reliées à la météorologie (température, vent, précipitations) ne font pas partie des modèles les plus plausibles pour expliquer la détection. Le nombre de périodes d'écoute (n = 6) et leur durée relativement longue (1 heure) permettent probablement l'échantillonnage dans des conditions météorologiques suffisamment favorables et homogènes pour ne pas influencer le taux de détection.

Le grand nombre de modèles plausibles pouvant expliquer l'occupation (tableau 5) traduit une grande incertitude quant à la sélection d'habitats spécifiques par la perdrix grise en cette période de l'année. Le meilleur modèle obtenu indique que les sols agricoles non cultivés ont tendance à être sélectionnés par les couples pour établir leur territoire. Ce résultat va dans le même sens que ceux de Blanchette et Sherman-Quirion (2021), dont le meilleur modèle pour expliquer la présence d'un domaine vital de perdrix grise durant l'été incluait les habitats agricoles non cultivés et les friches, et ce, à partir d'une étude par suivi télémétrique. Le nombre relativement peu élevé de trios par rapport à la superficie des

zones d'étude a probablement contribué à la variabilité élevée des estimations dans le contexte d'abondance relativement faible des populations en présence.

L'abondance des prédateurs semble influencer celle des populations de perdrix grises. Farago et coll. (2012) ont proposé que la densité des populations de perdrix grises d'Hongrie en août était positivement associée avec la densité des écotones et la récolte de renards roux et de corneilles. De plus, la densité de perdrix au printemps et en août était aussi corrélée avec la récolte de chiens et de chats errants dans les secteurs à l'étude. L'inclusion de variables indicatrices de l'abondance des prédateurs de la perdrix grise pourrait probablement améliorer sensiblement la performance des modèles pouvant expliquer l'occupation des sites par cette espèce.

La méthode utilisée pourrait être améliorée afin d'augmenter le taux de détection des perdrix grises. En effet, il y a eu plusieurs périodes pour lesquelles un ou plusieurs SM avaient une cote de qualité d'enregistrement de 0. Ainsi, sur les 648 périodes d'enregistrement au total, 39,6 % n'avaient pas les 3 SM en fonction. Les causes les plus fréquentes d'une qualité nulle d'enregistrement d'un SM sont 1) le vent fort accompagné de pluies fortes à l'occasion, 2) le bris d'équipement incluant les pôles et le micro tombés par terre, 3) les bruits environnants intenses (machinerie, automobiles, cours d'eau, etc.). La perte de sensibilité des microphones au cours de leur utilisation a été démontrée et semble réduire la zone de détection pour certaines espèces d'oiseaux (Turgeon et coll., 2017). Des vérifications de la sensibilité des microphones utilisés devraient être effectuées régulièrement afin d'assurer la fiabilité de cette méthode (Turgeon et coll., 2017).

L'analyse des cris demeure fastidieuse et énergivore même avec le programme qui filtre les enregistrements. À moins d'améliorer sensiblement la performance des programmes, on peut essayer de réduire ce travail par d'autres moyens. Kasprzykowski et Golawski (2009) ont dénombré un nombre de coqs chantants significativement plus élevé après l'émission de repasses de cris de coqs. La repasse des cris suscite un comportement de cris de défense territoriale chez la perdrix grise, ce qui devrait augmenter sa détection. Un appareil permettant d'émettre des cris de perdrix grise pourrait être couplé à chaque SM. Ainsi, au lieu de programmer des périodes de 60 minutes à l'aube et au crépuscule, une programmation consistant en une repasse de cris de perdrix de 30 secondes suivis de 5 minutes d'enregistrement toutes les 15 minutes réduirait à 20 minutes le temps d'écoute au lieu des 60 minutes actuelles. De nouveaux modèles de SM plus compacts et moins dispendieux sont maintenant disponibles. Des tests pour évaluer leur fiabilité et mesurer la distance de détection d'un cri de perdrix devront cependant être effectués avant leur utilisation.

Dans la présente étude, les populations de perdrix grises évaluées ont été définies sur la base des limites administratives des zones de chasse qui constituent l'unité de gestion de la majorité des espèces de gibier du Québec. Une délimitation plus fine, basée par exemple sur des unités qui sont agriculturalement plus homogènes, pourrait avoir pour résultat des densités de couples plus ou moins élevées selon la qualité de l'habitat dans les unités. Cependant, l'inventaire de ces unités nécessiterait des ressources matérielles et humaines plus importantes.

Conclusion

La densité des populations de perdrix grises des zones de chasse 7 et 8 est relativement faible, mais se compare à celle de populations de perdrix grises de certaines régions d'Europe, d'où provient l'espèce. La chasse sportive a été fermée dans la zone 8 depuis plus de 20 ans, ce qui n'a toutefois pas permis à la population de cette zone d'augmenter en nombre. Des études plus poussées devront être réalisées avant de statuer précisément sur l'effet de la fermeture de la chasse sur les populations de cette espèce.

La méthode de l'inventaire autonome acoustique utilisée possède des avantages d'un point de vue opérationnel, mais demeure énergivore dans le cas d'une espèce peu abondante comme la perdrix grise. La période propice pour cette méthode est relativement courte (1 mois environ), ce qui nécessite le déploiement d'un grand nombre d'appareils afin d'obtenir une taille d'échantillon suffisante pour des résultats statistiquement valables. De nouveaux modèles d'appareils acoustiques plus simples et moins dispendieux pourront permettre de réduire substantiellement les coûts. L'ajout d'un dispositif permettant d'émettre un cri de perdrix grise, suscitant une réponse quasi immédiate des mâles environnants lors des périodes d'enregistrement, permettrait de raccourcir sensiblement le temps d'enregistrement et, par conséquent, le temps d'écoute par le personnel du Ministère.

D'autres méthodes pourraient être testées afin d'évaluer périodiquement l'abondance de perdrix grises. L'enregistrement de la récolte des chasseurs sportifs via un système central informatisé ou l'utilisation des données d'observation de cette espèce par les ornithologues amateurs via le site e-Bird pourront peut-être permettre d'atteindre cet objectif à moindre coût et avec une précision acceptable.

Liste des références

Araya-Salas, M. (2021). warbleR : Streamline bioacoustic analysis. [https://marce10.github.io/warbleR/].

AUFRADET, D. (1996). La perdrix grise, comportement, gestion, chasse, Éditions du Gerfaut, Paris, 192 p.

BLANCHETTE, P., M. LAVOIE et P. LARUE (2020). Enquête 2018 sur les enjeux et besoins associés à la chasse au petit gibier au Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'expertise sur la faune terrestre, l'herpétofaune et l'avifaune, 67 p.

BLANCHETTE, P., et S. SHERMAN-QUIRION (2021). Sélection de l'habitat de reproduction et paramètres démographiques de la perdrix grise (Perdix perdix) au Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'expertise sur la faune terrestre, l'herpétofaune et l'avifaune, 40 p.

BRO E. (2016). La perdrix grise, biologie, écologie, gestion et conservation, Biotope, Mèze, 304 p.

BRO E., et F. REITZ (2008). La perdrix grise de plaine (Perdix perdix). Tout le gibier de France : distribution, effectifs et tendances : 116-123, Hachette, Paris, 503 p.

BRO E., F. REITZ, P. MAYOT et P. LANDRY (2006). Conservation de la perdrix grise : la France au premier rang. Faune sauvage, 272 : 22-30.

BRO E., F. SARRAZIN, J. CLOBERT, et F. REITZ (2000). Demography and the decline of the grey partridge Perdix perdix in France. Journal of Applied Ecology. 37 : 432-448.

ROWNING, E., R. GIBB, P. GLOVER-KRAPFER et K.E. JONES (2017). Passive acoustic monitoring in ecology and conservation, WWF Conservation Technology Series 1(2), WWF-UK, Woking, United Kingdom.

BURNETT, J. L., L. S. WSZOLA, N. A. MIROCHNITCHENKO, E. F. STUBER, C. R. ALLEN, M. B. BROWN, D. TWIDWELL et J. P. CARROLL (2017). Gray partridge distribution in North America: Changing landscapes and environment for an introduced species. p. 82 In Bro, É.et M. Guillemain (eds) 33rd IUGB congress and 14th Perdix symposium abstract book. ONCFS, Paris.

BURNHAM, K. P. et D. R. ANDERSON (2002). Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach, 2nd ed. Springer, New York.

CHABOT, J., R. McNEIL et J. BURTON (1979). Une étude sur la perdrix grise (Perdix perdix) au Québec, Direction de la recherche faunique R.R.F. 41, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Québec, 186 p.

CYR, A., et J. LARIVÉE (1995). Atlas saisonnier des oiseaux du Québec, Les Presses de l'université de Sherbrooke et Société de loisir ornithologique de l'Estrie, Sherbrooke, 771 p.

DESCAMPS, C., et P. BLANCHETTE (2011). Méthodes d'évaluation des populations de perdrix grise au sud du Québec : année pilote, Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats, 58 p.

ECC et MDDELCC (2018). Cartographie de l'occupation du sol des basses-terres du Saint-Laurent – Rapport méthodologique, Environnement et Changement climatique Canada et ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Plan d'action Saint-Laurent, Québec, 48 p.

FARAGO, S., G. DITTRICH, K. HORVATH-HANGYA et D. WINKLER (2012). Twenty years of the grey partridge population in the LAJTA project (Western Hungary). Animal biodiversity and conservation 35.2: 311-319.

FISKE, I. et R. CHANDLER (2011). Unmarked : an R package for fitting hierarchical models of wildlife occurrences and abundance. J. Stat. Soft. 43: 1-23.

GAUTHIER I., H. BASTIEN et S. LEFORT (2008). État de situation des principales espèces de petit gibier exploitées au Québec, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, 231 p.

GAUTHIER, J., et Y. AUBRY (1995). Les oiseaux nicheurs du Québec : l'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, 1295 p.

KASPRZYKOWSKI, Z. et A. GOLAWSKI (2009). Does the use of playback affect the estimate of number of grey partridges Perdix perdix? Wildl. Biol. 15 : 123-128.

LAMONTAGNE, Gilles, M. GAGNIER, M. HUOT et H. BASTIEN. (2011). Plan de gestion du petit gibier 2011-2018, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats, 74 p.

LINDEN, D. W., A. K. FULLER, J. A. ROYLE et M. P. HARE (2017). Examining the occupancy-density relationship for a low-density carnivore. J. App. Ecol. 54: 2043–2052.

MACKENZIE, D. T., et L. L. BAILEY (2004). Assessing the fit of site-occupancy models. J. Agric. Biol. Environ. Stat. 9: 300-318.

MACKENZIE, D. T., et J. D. NICHOLS (2004). Occupancy as a surrogate for abundance estimation. Animal biodiversity and conservation 27: 461-467.

MACKENZIE, D. T., J. D. NICHOLS, G. B. LACHMAN, S. DROEGE, J. ANDREW ROYLE et C. A. LANGTIMM (2002). Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. Ecology 83: 2248-2255.

MAZEROLLE, M. (2017). AICcmodavg: model selection and multimodel inference based on (Q)AIC(c). [https://CRAN.R-project.org/package=AICcmodavg].

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune — Faune Québec (2009). Liste de la faune vertébrée du Québec. Mise à jour de septembre 2009, [En ligne]. [https ://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/vertebree/recherche/index.asp].

PANEK, M. (1998). Use of call counts for estimating spring density of the grey partridge Perdix perdix. Acta Ornithologica 33; 143-148.

PANEK, M. (2006). Monitoring grey partridge (Perdix perdix) populations in Poland: methods and results. Wildl. Biol. Pract. 2; 72-78.

PEREZ-GRANADOS, C., et J. TRABA (2021). Estimating bird density using passive acoustic monitoring: a review of methods and suggestions for futher research. Ibis DOI: 10.1111/ibi.12944.

PERRET, F. (2016). Évaluation des paramètres environnementaux influençant le comportement de chant de la perdrix grise (Perdix perdix) afin d'établir une méthode d'inventaire fiable et abordable, essai M. Sc. en biogéosciences de l'environnement, Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Université Laval, Québec, 35 p.

R CORE TEAM (2016). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria. [https://www.R-project.org/].

RAND, A. L. (1945). Hungarian partridge in the Ottawa-Montréal area. Can. Field. Nat. 59: 26-27.

RHINEHART, T. A., L. M. CHRONISTER, T. DEVLIN et J. KITZES (2019). Acoustic localization of terrestrial wildlife: current practices and future opportunities. Ecology and Evolution DOI: 10.1002/ece3.6216.

Smith, A. C., M-A.R. Hudson, V. I. Aponte et C. M. Francis (2019). Site Web du Relevé des oiseaux nicheurs de l'Amérique du Nord – Tendances démographiques au Canada, version des données de 2017. Environnement et Changement climatique Canada, Gatineau (Québec).

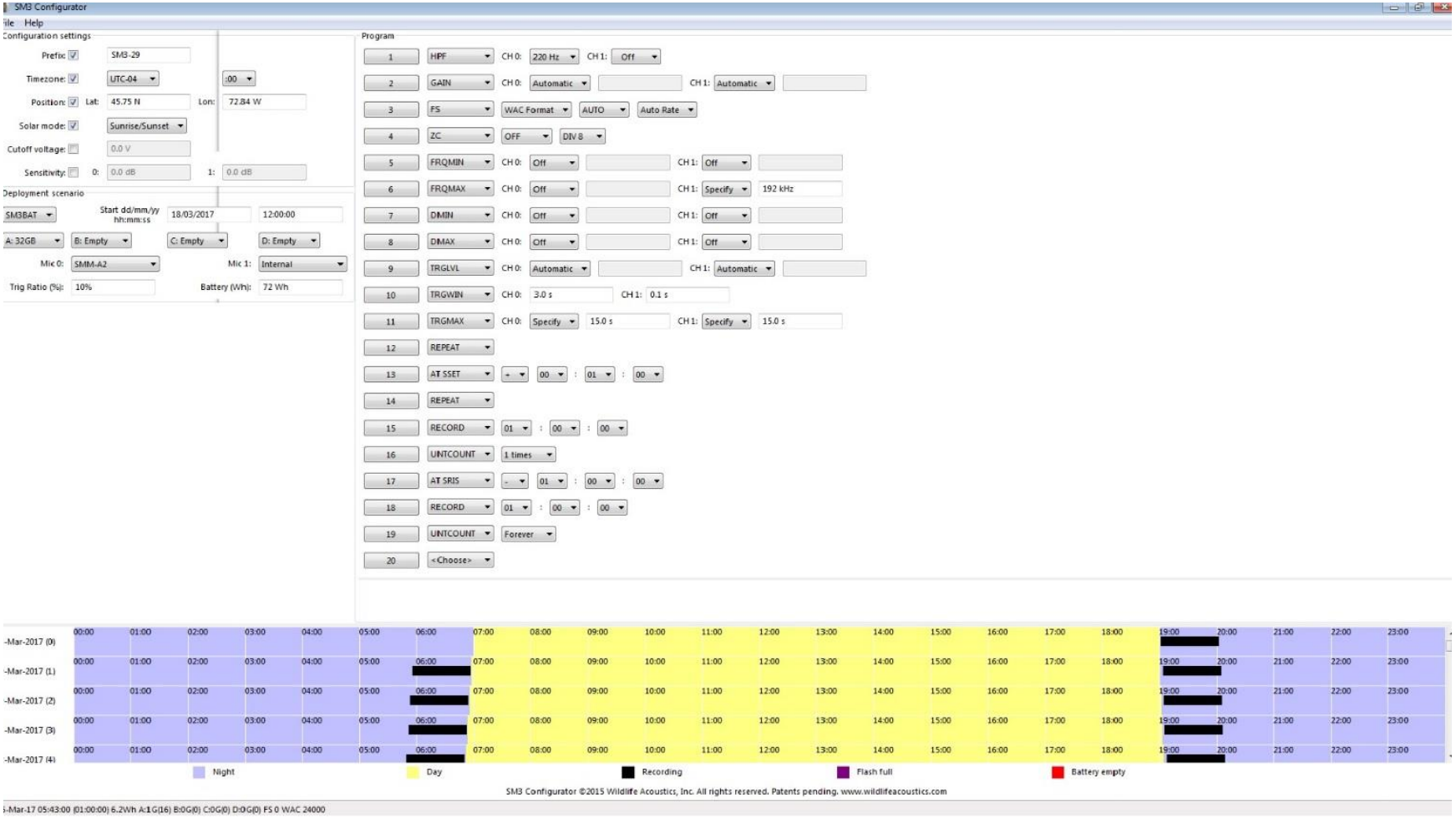
SUGAI, L. S. M., T. S. F. SILVA, J. W. JR. RIBEIRO et D. LLUSIA (2019) Terrestrial passive acoustic monitoring: review and perspective. Bioscience 69: 15-25.

TRAYLOR, S. S., K. E. CHURCH et D. L. DRAHEIM (2001). Range expansion of grey partridge (Perdix perdix) in the Central Great Plains, USA. Game and Wildlife Science 18: 243-252.

TURGEON, P. J., S. L. VAN WILGENBURG, et K. L. DRAKE (2017). Microphone variability and degradation: implications for monitoring programs employing autonomous recording units. Avian Cons. & Ecol. 12(1) 9.

Annexe 1

Programmation des SM3 retenue pour l'inventaire de perdrix grises



Annexe 2

Spécifications de l'extension « warbleR » utilisées pour l'analyse des enregistrements afin de détecter des cris de perdrix grise

```
# Script écrit par Maxime Lavoie, MFFP

#Spécifier le dossier dans lequel est le fichier audio .wav

setwd("C:/Mrnmicro/perdrix/wav_coupe")

#Charger le package warbler

library(package = warbleR)

#Spécifier le nom du fichier wav à sélectionner

wavs <- list.files(pattern = ".wav$", ignore.case = TRUE)

#Analyser le fichier

resultat<- autodetec(flist = wavs, bp = c(2.5, 4.5), power = 2, threshold = 10, mindur = 0.02, maxdur = 0.5, envt="hil", ssmooth = 300, ls = TRUE, res = 200, flim = c(2.5, 4.5), wl = 300, set = TRUE, sxrow = 5, rows = 10, redo = TRUE)

#Sauvegarder la table des détections en csv

write.csv2(resultat,file=paste("Détections_",Sys.Date(),".csv",sep=""),row.names=FALSE)

#Pour voir le nombre de détections

table(resultat$sound.files)

#Effacer les objets et la mémoire

rm(list=ls())
```

Annexe 3

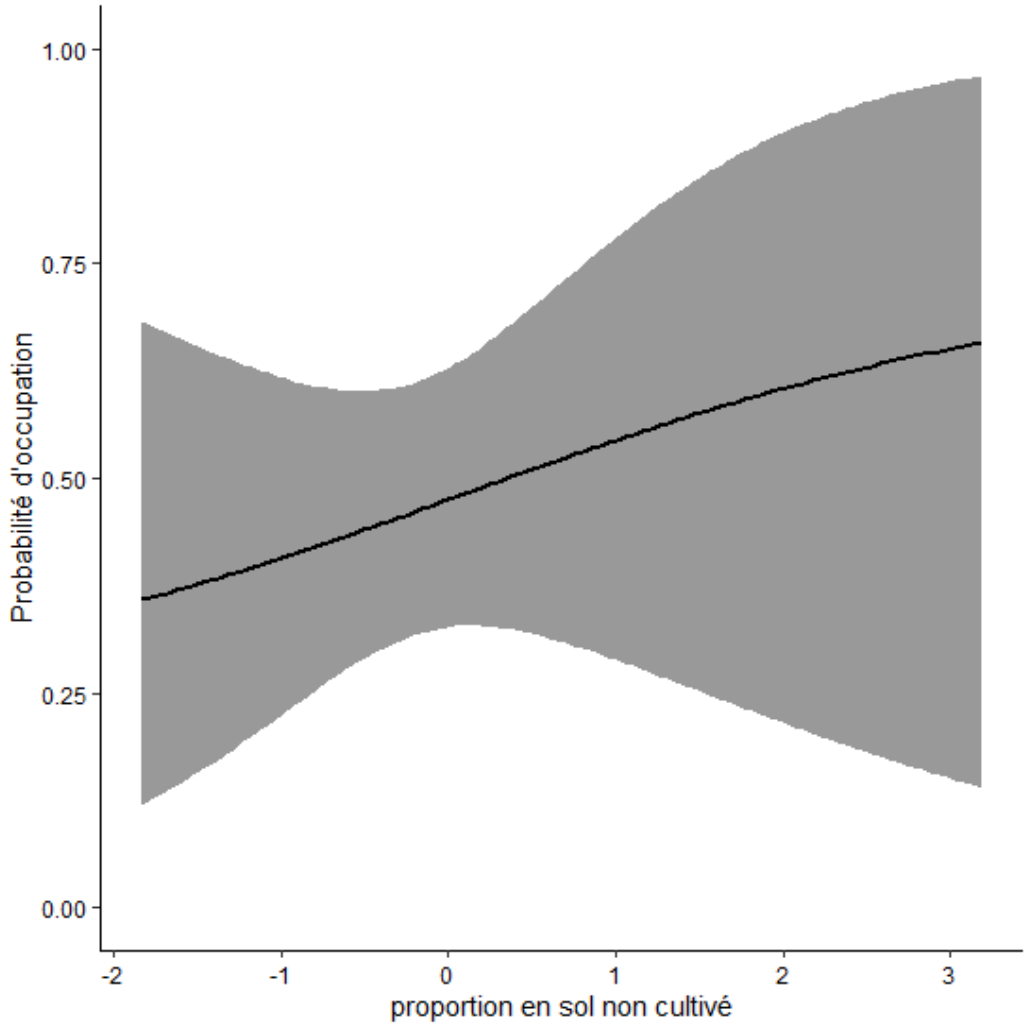
Historique des détections de la perdrix grise (*Perdix perdix*) lors des inventaires des zones de chasse 7 et 8 en 2017, 2018 et 2019. Présence = 1, absence = 0, non disponible = « . ».

Historique des détections	Nombre de sites
0 – 0 – 0 – 0 – 0 – 0	64
0 – 0 – 0 – 0 – 0 – 1	7
0 – 0 – 0 – 0 – 1 – 1	2
0 – 0 – 0 – 1 – 0 – 0	3
0 – 0 – 0 – 1 – 1 – 0	1
0 – 0 – 0 – 1 – 1 – 1	2
0 – 0 – 1 – 0 – 0 – 0	1
0 – 0 – 1 – 0 – 0 – 1	1
0 – 0 – 1 – 0 – 1 – 0	1
0 – 0 – 1 – 1 – 0 – 1	1
0 – 1 – 0 – 0 – 0 – 0	3
0 – 1 – 0 – 0 – 0 – 1	1
0 – 1 – 0 – 1 – 0 – 0	2
0 – 1 – 0 – 1 – 1 – 0	1
0 – 1 – 1 – 1 – 0 – 1	1
1 – 0 – 0 – 0 – 0 – 0	2
1 – 0 – 0 – 0 – 1 – 1	1
1 – 0 – 0 – 1 – 0 – 0	2
1 – 0 – 1 – 0 – 1 – 1	1
1 – 1 – 1 – 1 – 1 – 1	3
0 – 0 – 0 – 0 – 0 – .	1
0 – 0 – 0 – 0 – . – 0	1
0 – 0 – 0 – . – 0 – 0	1
0 – . – 0 – 0 – 0 – 0	1
0 – . – . – . – . – 1	1
. – 0 – 0 – 0 – 0 – .	1

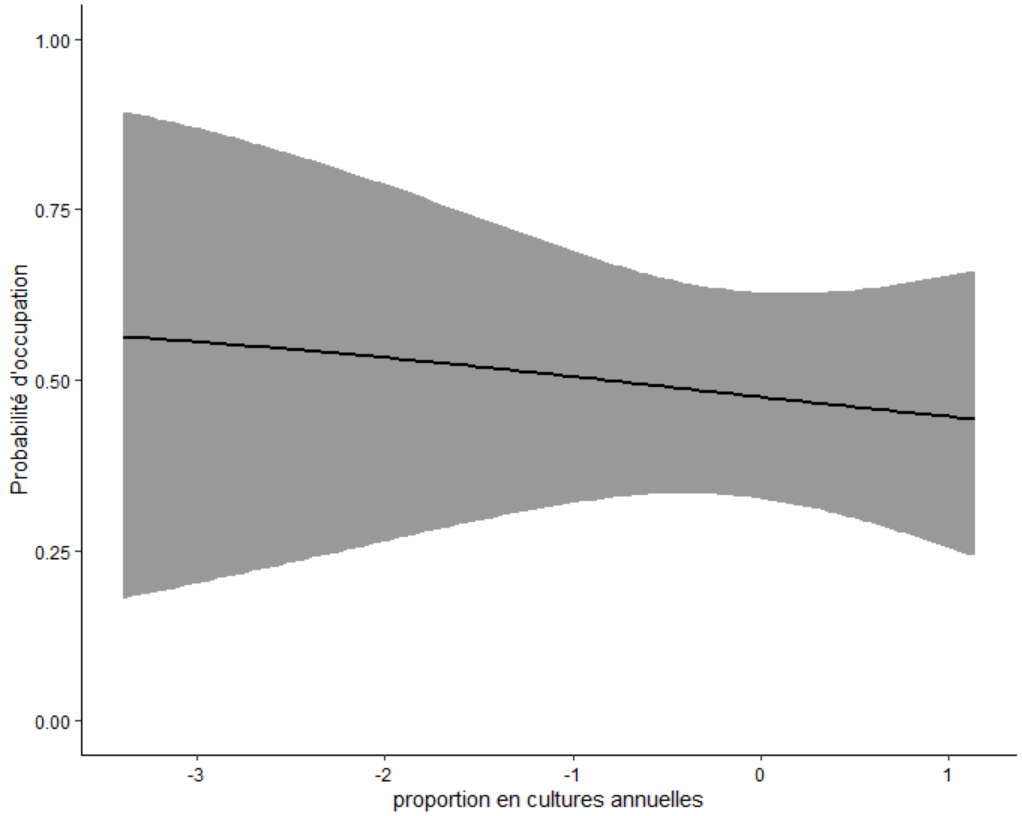
Annexe 4

Relations entre les variables d'habitat testées pour expliquer la probabilité d'occupation de site des perdrix grises dans les zones de chasse 7 et 8 en 2017, 2018 et 2019. Les variables ont été standardisées (x – moyenne/écart-type). La zone en gris indique l'intervalle de confiance à 95 %.

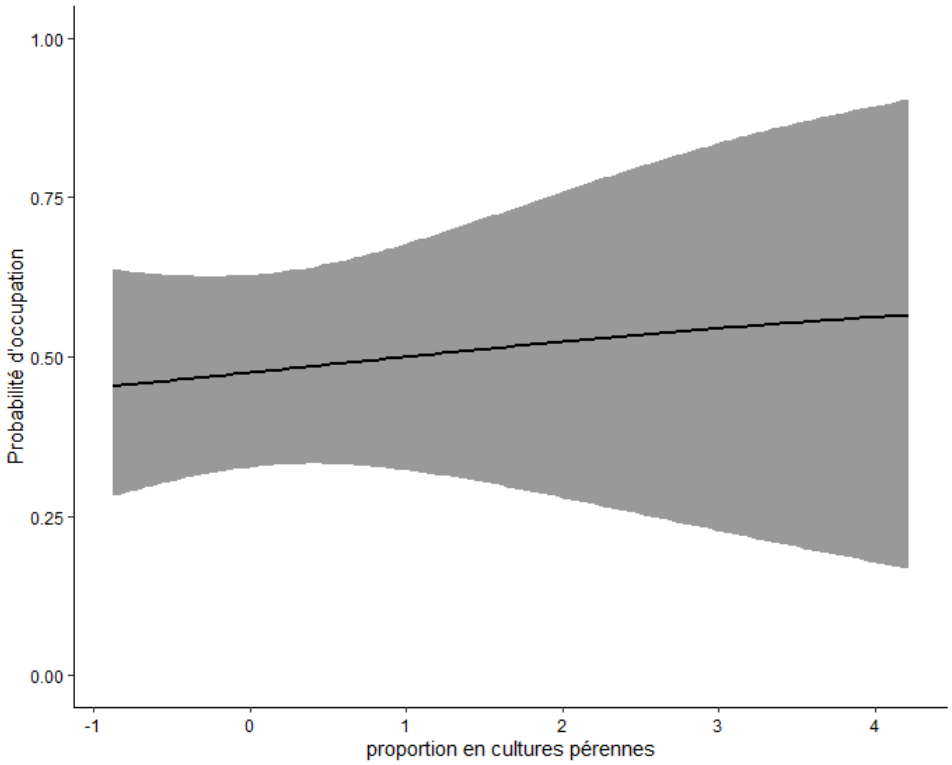
Proportion des sols agricoles non cultivés



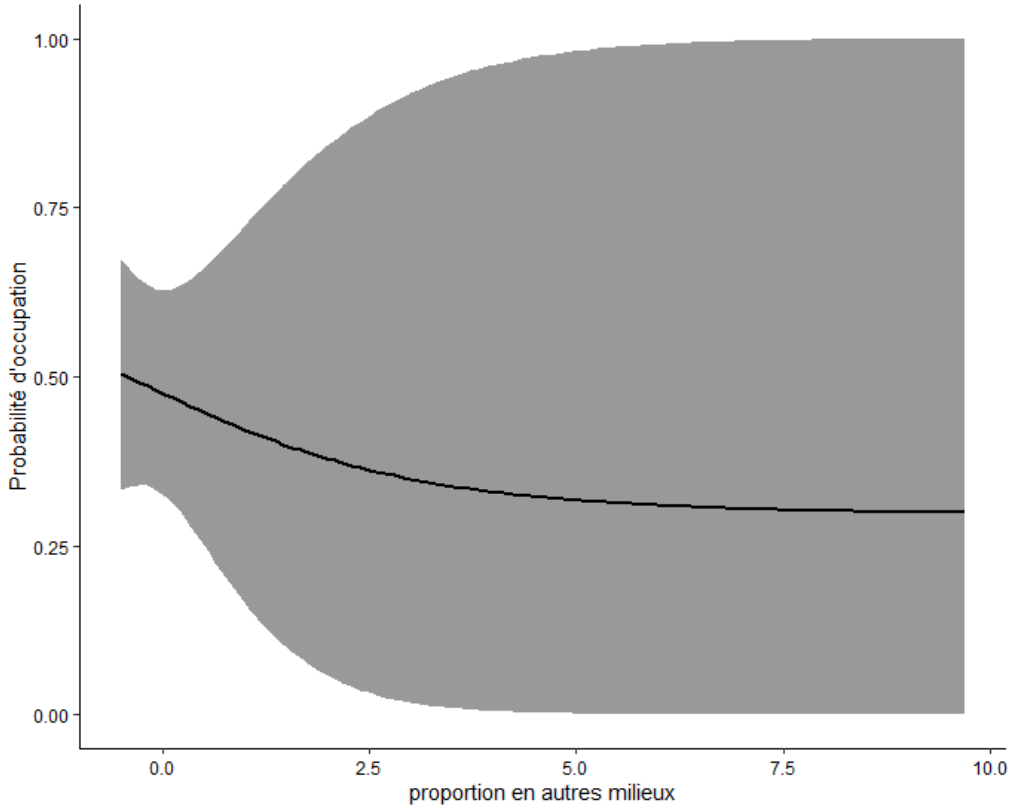
Proportion des cultures annuelles



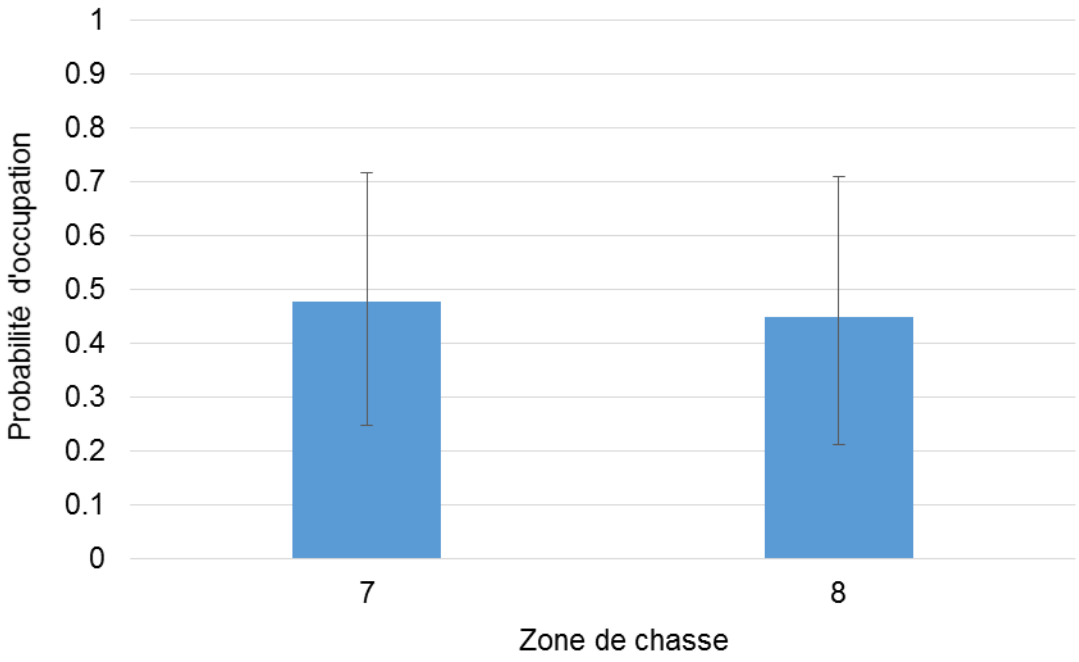
Proportion des cultures pérennes



Proportion des autres types de milieux



Zone de chasse



Forêts, Faune
et Parcs
Québec