

Effet de l'âge des coupes partielles sur la richesse et la structure et composition des communautés d'oiseaux nicheurs à Kenauk, Outaouais



Présenté à

Table régionale en gestion intégrée des ressources et du territoire public de
l'Outaouais
Raymond Barrette, coordonnateur

Et

Société canadienne pour la conservation de la nature
Joël Bonin, directeur du Québec
Marie-Andrée Tougas-Tellier, chargée de projets

Préparé par

Carl Savignac, M.Sc. biologiste de la faune aviaire
Dendroica Environnement et Faune
11 chemin Carnochan, Chelsea, Québec



4 février 2020

Résumé

Dans la forêt feuillue du sud du Québec, les milieux humides et riverains constituent généralement les habitats forestiers les plus riches en termes de diversité aviaire. Cette forêt est aménagée principalement par la coupe partielle qui consiste à prélever 40 % de la croissance des arbres d'un peuplement. Afin de pallier au manque d'étude concernant l'impact de ce type de sylviculture sur les communautés d'oiseaux nicheurs, nous avons initié un projet sur le territoire de Kenauk (260 km²) en Outaouais ayant comme objectif de comparer la structure et la composition des communautés aviaires ainsi que de comparer la fréquence d'occupation par la paruline du Canada nichant à l'intérieur de bandes riveraines de 100m en fonction de trois types de traitements:

1. Forêts non aménagées (NA)
2. Forêts aménagées par des coupes partielles âgées de 2-12 ans (CP récente)
3. Forêts aménagées par des coupes partielles âgées de 13-23 ans (CP vieille)

Nous avons inventorié les oiseaux nicheurs forestiers en juin 2018 selon la méthode des stations d'écoute dans un dispositif de 93 stations réparties également entre les trois traitements. Nous avons également mesuré plusieurs paramètres de l'habitat à 52 de ces stations.

La comparaison des paramètres de la végétation entre les trois traitements révèle que les forêts riveraines « CP récente » étaient caractérisées principalement par des valeurs élevées pour quatre paramètres liés à la strate arbustive (p.ex. densité en tiges d'arbustes 2,5-8 cm et % densité foliaire entre 0-2m). Pour leur part, la structure de la végétation des forêts riveraines « CP vieille » avait des similitudes autant avec les deux autres traitements, mais se démarquaient par un % élevé de recouvrement en arbustes de 2-7m. Les forêts riveraines «NA» étaient caractérisées principalement par une hauteur de la canopée plus élevée et par paramètres liés aux arbustes aux valeurs plus faibles (p.ex. % de recouvrement en arbustes 0-2m et % densité foliaire 0-2,5m).

La comparaison de la richesse en espèces d'oiseaux nicheurs entre les trois traitements révèle que les forêts riveraines «NA» ont une richesse en espèces observées similaire à celle des forêts riveraines « CP récente » avec 50 espèces recensées. Le traitement « CP vieille » avait, quant à lui, une richesse observée 10 % plus faible que les deux autres traitements, soit 45 espèces. Cette différence peut être due possiblement à la plus faible hétérogénéité de la structure forestière de ce dernier traitement.

La comparaison de la composition et de la structure des communautés d'oiseaux nicheurs entre les trois traitements suggère que l'âge des coupes partielles ne semble pas avoir un impact important sur les oiseaux forestiers des forêts riveraines à Kenauk. Nos résultats indiquent toutefois quelques différences notables. Premièrement, il semble qu'il y a une plus grande abondance d'espèces inféodées aux jeunes forêts ouvertes et arbustives dans les forêts CP récente. Par ailleurs, on a noté une plus grande abondance de picidés dans les CP vieille ainsi que des espèces de couverts forestiers immatures et fermés. Dans les forêts riveraines «NA», la communauté d'oiseaux se démarquait par une plus grande abondance d'espèces inféodées aux forêts matures et vieilles et ayant une hauteur de la canopée élevée. Par ailleurs, les espèces suivantes étaient pour leur part considérées comme des espèces généralistes et étaient peu associées avec un traitement en particulier telles que le merle d'Amérique et le viréo aux yeux rouges.

La Paruline du Canada a été détectée à une fréquence similaire entre les trois traitements (entre 30 et 38 %), ce qui suggère que l'application de la coupe partielle à Kenauk offre un habitat de nidification favorable pour cette espèce en péril. Toutefois, la comparaison des pourcentages de stations ayant des indices de nidification confirmés et probables suggère que l'espèce aurait un meilleur succès reproducteur dans les forêts coupées il y a deçà plus de 12 ans et dans les forêts «NA». Bien que dans le traitement « CP récente », les paramètres liés à la strate arbustive ont des valeurs élevées, la plus grande abondance d'espèces d'oiseaux de milieu arbustif a pu faire en sorte d'augmenter la compétition interspécifique et nuire à la reproduction de la paruline du Canada. Dans les 12 premières années suivant une coupe partielle, l'habitat ne serait donc pas optimal, mais nos données indiquent qu'après ce laps de temps, ces peuplements aménagés redeviennent favorables pour la paruline du Canada.

À la vue de nos résultats, nous recommandons les actions suivantes afin de maintenir la richesse et la structure des oiseaux forestiers nicheurs de forêts riveraines ainsi que de maintenir et/ou d'augmenter la population de paruline du Canada sur le territoire de Kenauk :

1) Favoriser les coupes partielles plutôt que les coupes totales incluant les coupes par bandes (coupes totales étroites) dans les forêts riveraines

2) Maintenir des bandes riveraines «NA» d'au moins 25 m (50 m idéalement) dans les secteurs de coupes afin de maintenir à la fois des forêts plus vieilles et les perturbations naturelles qui y sont associées

3) Planifier des coupes partielles ayant un taux de rétention en arbres matures élevé et d'essences variées

4) Maintenir les populations de castors à Kenauk afin de maintenir la dynamique et les fonctions écologiques des milieux humides forestiers et ainsi maintenir un niveau de perturbation constant dans les forêts riveraines

5) Continuer de contrôler la population de cerfs par la chasse, notamment dans les secteurs où la superficie en milieux humides forestiers est importante afin de réduire le surbrouillage des habitats forestiers riverains.

Table des matières

Résumé.....	ii
Table des matières	iv
Introduction	1
Site d'étude	1
Méthodologie	2
Sélection des sites d'inventaire	2
Description de la végétation	3
Description des communautés d'oiseaux nicheurs	4
Résultats	5
Comparaison des paramètres de l'habitat.....	5
Comparaison de la richesse en espèces, de la composition et de la structure des communautés d'oiseaux nicheurs	6
Comparaison de la richesse en espèces entre les traitements.....	9
Description des communautés d'oiseaux nicheurs	11
Espèce à statut particulier	14
Discussion.....	15
Description des communautés d'oiseaux nicheurs entre les traitements.....	15
Effet de l'âge des coupes partielles sur l'occurrence de la Paruline du Canada	17
Recommandations de conservation.....	18
Remerciements	18
Références.....	19
Annexe	22

Introduction

Les milieux humides et riverains constituent généralement les habitats les plus riches et diversifiés en faune aviaire du milieu forestier (Larue et coll. 1995; Bud et coll., 2004). Comparativement aux forêts de hautes terres, les forêts riveraines sont façonnées par de multiples perturbations naturelles (castors, chablis, inondations; Naiman et coll., 1988), ce qui augmente généralement le degré d'hétérogénéité dans la structure de la végétation basse (c.-à-d. herbacées et arbustes bas) ce qui fournit couvert de protection et des habitats d'alimentation pour de nombreuses espèces d'oiseaux forestiers (Westwood et coll. 2017).

Environ 95% de la forêt de feuillus du sud du Québec est aménagée selon la coupe partielle (Doyon et coll. 2005). Cette pratique sylvicole consiste à prélever 40 % de la croissance des arbres d'un peuplement (arbres de diamètre supérieur à 10 cm et de 1,3 m de hauteur) (P. Audet, comm. pers. 2020). On connaît généralement bien l'impact des coupes partielles sur la faune aviaire dans les forêts de hautes terres du sud du Québec (Doyon et coll. 2005), mais nos connaissances sur les impacts de la coupe partielle dans un contexte de forêts riveraines sont présentement limitées.

L'objectif de cette étude était de comparer la richesse en espèces et la structure et la composition des communautés aviaires ainsi que de comparer la fréquence d'occupation par la paruline du Canada, une espèce en péril (COSEPAC 2008), à l'intérieur de bandes riveraines de 100m en fonction de trois types de traitements:

1. Forêts non aménagées (NA)
2. Forêts aménagées par des coupes partielles âgées de 2-12 ans (CP récente)
3. Forêts aménagées par des coupes partielles âgées de 13-23 ans (CP vieille)

Site d'étude

Le site d'étude était situé à Kenauk Nature (45.750618°; -74.824142°), un paysage forestier d'une superficie de 265 km² faisant partie majoritairement du domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune et donc caractérisé par une forêt à prédominance d'essences feuillues (Figure 1; Forget et coll., 2006). Ce territoire montagneux situé dans la MRC de Papineau, à proximité des municipalités de Montebello et de Notre-Dame-de-Bonsecours se situe à une altitude moyenne située entre 150 et 400 mètres et compte un total de 65 lacs et des centaines de marais et marécages et un cours d'eau majeur : la rivière Kinonge. Cette forêt privée est aménagée pour la foresterie depuis de nombreuses décennies et est principalement aménagée par des coupes partielles et des coupes par bandes depuis le début des années 1980, et ce, sur des unités de gestion de superficies moyennes de 300 ha (Varin et coll., 2016). Récemment, une zone de 60 km² a été acquise, pour fin de conservation de la biodiversité, par un consortium formé des entreprises Lyme Timber, Kenauk-Nature S.E.C. et la Société canadienne pour la conservation de la nature (CNC).

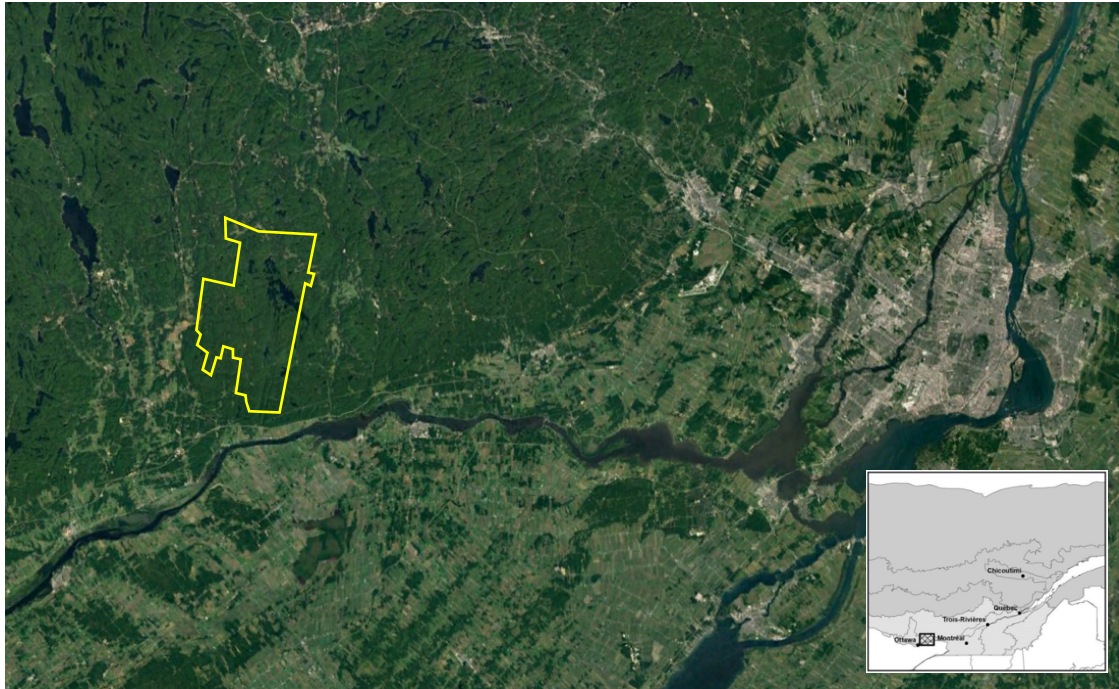


Figure 1 : Localisation du site d'étude à Kenauk nature dans le sud-est de la région de l'Outaouais (modifiée de Goggle Earth, 2019).

Méthodologie

Sélection des sites d'inventaire

La méthode du dénombrement à rayon limité (DRL) de 50 m (ou station d'écoute) a été utilisée pour dénombrer tous les oiseaux chanteurs nicheurs présents (Bibby et coll., 2000). Un total de 93 points d'écoute a été localisé de façon égale à l'intérieur des trois traitements et les inventaires ont eu lieu en juin 2018. Afin d'éviter de recompter les mêmes individus, les points d'écoute étaient espacés d'au moins 250 m. Les stations étaient visitées entre le lever du soleil et 9h00 lorsque les conditions seront propices (aucune pluie et faible vent). Les points d'écoute étaient d'une durée de 10 minutes, divisés en sections de 5 minutes et les oiseaux y étaient dénombrés par observateur expérimenté à deux occasions au mois de juin, et ce, à au moins 7 jours d'intervalle. Les conditions climatiques (température, vitesse du vent, couverture nuageuse, précipitation et niveau de nuisance sonore) étaient notées lors des deux visites d'inventaire. Les oiseaux étaient dénombrés et leurs statuts de nidification (possible, probable ou confirmé) étaient déterminés selon les indices comportementaux de nidification employés dans le cadre des travaux de l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec (Robert et coll., 2019). La repasse du chant (c.-à-d. 2 périodes de 30 secondes) de la paruline du Canada était également utilisée après le 5 minutes d'écoute dans les stations où l'espèce n'était pas détectée durant le premier 5 min afin de s'assurer de son absence. Afin de réduire le biais associé au temps d'observation durant la matinée, les stations visitées tôt en matinée durant la première visite étaient visitées plus tard lors de la seconde visite et vice versa. De plus, afin de réduire le biais d'identification associé à chacun des observateurs, une rotation fut effectuée entre ces derniers afin que les stations ne soient pas visitées deux fois par le même observateur.

La base de données forestière de Kenauk (Robert Vanier, données non publiées) a été utilisée pour identifier 11 mosaïques forestières contenant des superficies significatives de

milieux humides et riverains. Les mosaïques forestières ont été sélectionnées sur la base de plusieurs critères, dont l'accessibilité. Elles devaient premièrement être dominées par la forêt de feuillus mature (plus de 70 ans) (c.-à-d. érablière à bouleau jaune ou érablière à tilleul). De plus, elles devaient offrir des superficies élevées en milieux humides (c.-à-d. étangs de castors et marécages arborescents) et/ou riverains (c.-à-d. rives de lacs et/ou rivières) afin de pouvoir accommoder un minimum de 6 stations d'écoute et ainsi optimiser le déplacement de l'équipe d'inventaire.

Chacune des stations d'écoute situées dans les peuplements aménagés devait être caractérisée par un minimum de 50 % de leur surface (c.-à-d. 0,8 ha) en leur traitement respectif (Annexe 1). Les stations du traitement « CP récente » étaient pour la plupart localisés à l'intérieur de mosaïques forestières dominées soit par des peuplements dominés par des coupes partielles effectuées entre 2007 et 2017 ou aménagées par un mélange de CP récente et d'interbandes de 30 m de forêts coupées par bandes (CB) avant 1995. Environ 60 % de ces dernières stations étaient adjacentes à des bandes riveraines «NA» ou aménagées avant 1985 de largeur variant entre 10 et 50 m. Par ailleurs, les stations du traitement « CP vieille » étaient pour la majorité situées dans des mosaïques forestières dominées par des peuplements ayant été coupées de façon partielle entre 1996 et 2005. Environ 30 % de ces dernières stations étaient adjacentes à des bandes riveraines «NA» de largeur variant entre 15 et 50 m. Le type de coupe partielle qui dominait les mosaïques forestières sélectionnées comme « CP récente » et « CP vieille » était principalement la coupe de jardinage (CJ) avec prélèvement d'arbres de 25 à 35%. Quelques mosaïques étaient dominées par d'autres types de coupes partielles telles que des coupes avec réserves de semenciers (CS), coupes par bandes (CB), coupe d'amélioration (CAM) ou coupe de régénération avec abris (SW). Les stations dans le traitement «NA» étaient composées en majorité de forêts «NA» depuis au moins 1985. L'âge de ces dernières forêts variait entre 70 et 120 ans.

Description de la végétation

Un inventaire de végétation détaillé fut effectué à 48 des 93 stations (CP récente= 15 stations, CP vieille = 19 stations et «NA»= 14 stations). À chacune de ces stations, une série de paramètres d'habitat furent mesurés à 3 parcelles situées à 5, 25 et 45 m le long d'un transect partant de la rive d'un milieu humide et allant perpendiculairement jusqu'au centre d'une station (situé à 50m d'un milieu humide). Les paramètres mesurés sont décrits au tableau 1.

Tableau 1: Listes des paramètres d'habitat mesurés à 48 stations d'écoute à Kenauk, 2018-2019.

Paramètres	Description
Type forestier	Identification des essences dominantes et co-dominantes
% recanopée	% de recouvrement de la canopée. Prise de 4 mesures/parcelle au densiomètre
Htcanopée (m)	Hauteur de la canopée. Hauteur d'un arbre représentatif de la canopée estimée à l'aide d'un clinomètre
Surftot	Surface terrière totale. Mesure du DHP des arbres sélectionnés au prisme # 2
#tigarbustetotal0-2,5cm	Nombre de tiges d'arbustes de diamètre 0-2,5cm. Décompte des tiges d'arbustes de 0-2,5 cm de diamètre dans une parcelle de 3x3 m (9 m ²) au centre de la station
#tigarbustetotal2,5-8cm	Nombre de tiges d'arbustes de diamètre 2,5-8cm. Décompte des tiges d'arbustes de 2,5-8 cm de diamètre dans une parcelle de 7,7 X 7,7m (59 m ²) au centre de la station

%Defol0-2,5m	Densité foliaire de la strate arbustive 0-2,5m. Mesures prises selon la méthode d'un panneau de densité foliaire de 34 cm de largeur par 2,5 m de hauteur et divisé en sections de 0,5 m. Le % du feuillage arbustif couvrant chacune des sections de 0,5 m était noté selon les classes de recouvrement suivantes : 1 :0-20%, 2 :21-40%, 3 : 41-60%...5 :81-100%. Prise de lecture à 10 m en face de la personne tenant le carton. Une densité moyenne obtenue pour chacune des classes de recouvrement de la végétation. Un total de 4 mesures prises aux 4 points cardinaux (selon la méthode modifiée de Nudds 1977)
%recarb0-2m	% recouvrement des arbustes de 0-2 m.% relatif estimé visuellement dans une parcelle de 9 m ² placée au centre de la parcelle principale
%recarb2-7m	% recouvrement des arbustes de 2-7 m. % relatif estimé visuellement dans une parcelle de 59 m ² placée au centre de la parcelle principale
%herb	% recouvrement de la strate herbacée. % relatif estimé visuellement pour toutes les espèces ayant plus de 5% de recouvrement dans une parcelle de 9 m ²

Analyse statistique

Pour fin d'analyser des données, nous avons considéré uniquement les espèces ayant au moins trois détections. Nous avons de plus enlevé de l'analyse les individus détectés avant et après la période de 10 min ainsi que les individus détectés en vol au-dessus de la canopée. Les espèces ne pouvant se recenser adéquatement par la méthode des stations d'écoute (corvidés, rapaces, sauvagines, gallinacés) ont également été enlevées des analyses. Par ailleurs, comme le suggèrent Schmiegelow et coll., (1997), le nombre d'individu détectés à une station était le maximum d'individus détectés durant les deux visites.

Description de la richesse des espèces d'oiseaux

Le nombre d'espèces détecté dans des inventaires aviaires conduits comme à Kenauk est généralement incomplet et provient souvent d'échantillon de tailles différentes (Nichols et coll., 1998). Afin d'obtenir une estimation plus précise de la richesse en espèces, nous avons utilisé la méthode de raréfaction de la richesse en espèces du logiciel EstimateS 9.1.0 de Colwell (2013) afin d'obtenir des valeurs observées et prédites de richesse. Chacune des détections a été considérée de façon égale (c.-à-d.- abondance = 1 pour chacun des individus détectés).

Description des communautés d'oiseaux nicheurs

Nous avons utilisé l'analyse par composante principale (PCA), une technique d'ordination linéaire afin d'évaluer la distribution des stations d'écoute en relation avec les différents paramètres de la végétation (ter Braak et Smilauer, 2012). Les groupes utilisés dans l'ordination correspondent aux trois types de traitements préétablis. L'interprétation de la PCA est principalement graphique où les stations d'écoute les plus semblables sont regroupées ensemble dans l'ordination.

Nous avons utilisé l'analyse PCA également afin de définir les stations selon la composition et l'abondance des espèces d'oiseaux. On a utilisé la PCA pour interpréter le regroupement des stations basé sur nos connaissances des associations habitats-espèces. Les groupes utilisés dans l'ordination correspondent aux trois types de traitements préétablis. L'interprétation de la PCA est principalement graphique où les espèces d'oiseaux appartenant à une même communauté sont regroupées ensemble dans l'ordination. Les décomptes d'oiseaux ont préalablement subi une transformation racine carrée.

Une analyse de redondance (RDA) (Van den Wollenberg 1977), une méthode dissymétrique a également été utilisée pour décrire statistiquement les relations entre l'abondance des espèces d'oiseaux et des variables de l'habitat en fonction de gradients environnementaux. La RDA utilise simultanément la méthode d'ordination et de régression multiple pour tester statistiquement chacune des variables de l'habitat dans la relation avec l'abondance des oiseaux forestiers (ter Braak et Smilauer, 2012). Les axes de l'ordination sont incrémentés de façon à ce que chacune des variables de l'habitat avec un axe puisse être lue directement par la ligne perpendiculaire partant de l'axe d'intérêt jusqu'à la pointe de la flèche. Par conséquent, plus une flèche est longue, plus elle est corrélée avec les données qu'une flèche plus courte. Les flèches verticales et horizontales sont hautement corrélées avec seulement un des deux axes, tandis que les flèches diagonales dans l'ordination sont corrélées autant avec les deux axes. Dans l'ordination, la position de chacune des espèces d'oiseaux par rapport à chacune des variables de l'habitat est indicatrice de leurs réponses envers ces variables. Par ailleurs, la proximité des espèces entre elles dans l'ordination signifie qu'elles répondent à des variables de l'habitat similaires. Les variables ont été testées selon la technique de permutation Monte Carlo avec 499 permutations. Les variables de l'habitat n'ont pas été transformées puisqu'elles correspondent à des valeurs/unité qui auraient pu demander différents types de transformation.

Les analyses statistiques ont été exécutées avec le logiciel CANOCO 5 (ter Braak et Smilauer, 2012).

Résultats

Comparaison des paramètres de l'habitat

Les comparaisons univariées des paramètres de la végétation indiquent que cinq paramètres de la végétation diffèrent de façon significative entre les trois traitements (Annexe 2). Quatre des cinq paramètres sont associés aux strates arbustives (%recarb2-7m; %arb0-2m; %DEF0-2,5m et %DEF1-1,5m) ainsi que Surftr. Trois de ces paramètres sont semblables entre les traitements « CP récente » et « CP vieille », mais diffèrent avec les valeurs du traitement «NA» (Annexe 3).

Les forêts riveraines «NA» à Kenauk étaient caractérisées par une hauteur de la canopée, une surface terrière et un pourcentage de recouvrement en herbacée plus élevés (Annexe 2). Ce type de forêt avait également des valeurs faibles pour les paramètres suivants : % densité foliaire 1-1,5m, % densité foliaire 0-2,5m, % de recouvrement en arbustes 0-2m et % de recouvrement en fougères.

Les forêts riveraines « CP récente » pour leur part étaient caractérisées par de plus grandes valeurs pour les paramètres liés aux arbustes suivants : nombre de tiges d'arbustes 2,5-8cm de diamètre, % densité foliaire 1-1,5m, % densité foliaire 0-2,5m et % de recouvrement en arbustes 0-2m.

Les forêts riveraines «CP vieille» étaient caractérisées par un plus grand pourcentage de recouvrement en arbustes de 2-7 m. La structure de ce type de forêt avait plusieurs similitudes avec soit, les forêts «NA» (surface terrière, % de densité foliaire 1-1,5m, % densité foliaire 0-2,5 m et % de recouvrement en arbustes 0-2m) et les forêts « CP récente» (% recouvrement en arbustes de 0-2m et de 2-7 m, % de densité foliaire 1-1,5m, % densité foliaire 0-2,5 m).

La distribution des stations d'écoute en relation avec les paramètres de la végétation dans l'espace d'ordination suggère premièrement une association entre les paramètres liés

avec le traitement «NA». La hauteur de la canopée ainsi que la surface terrière sont associés avec ce dernier traitement (Figure 2). En comparaison, les stations du traitement « CP récente » étaient définies principalement par un % de recouvrement de la canopée plus élevé ainsi que par un % de recouvrement élevé en petits arbustes et par un nombre élevé de tiges d'arbustes petits (Figure 2). Par ailleurs, les stations du traitement « CP vieille » étaient associées à un % élevé de recouvrement en grands arbustes et par un nombre élevé de tiges d'arbustes grands (Figure2).

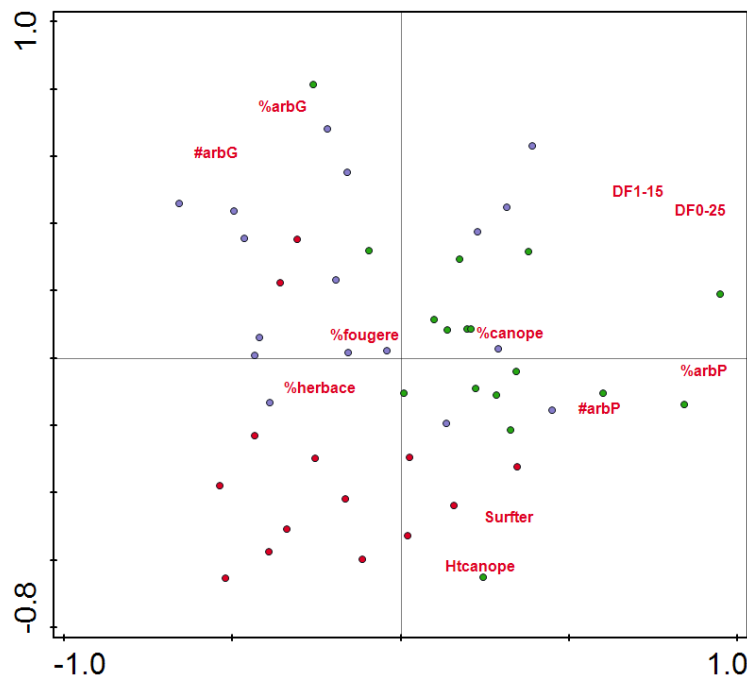


Figure 2: Analyse par composante principale (PCA) montrant la distribution des stations d'écoute en relation avec les différents paramètres de la végétation mesurés à 48 stations à Kenauk, 2018. Les cercles verts représentent les stations CP récente, les cercles bleus correspondent aux stations CP vieille et les cercles rouges, les stations situées dans des forêts riveraines «NA».

Comparaison de la richesse en espèces, de la composition et de la structure des communautés d'oiseaux nicheurs

Dans l'ensemble, un total de 2251 individus de 74 espèces ont été détectés dans les 93 stations d'écoute visitée à Kenauk en 2018 (Annexe 3). Ceci inclut 59 espèces d'oiseaux chanteurs, 4 espèces d'oiseaux aquatiques, 3 espèces de corvidés, 5 espèces de picidés, 2 espèces de rapaces et 1 espèce de gallinacé. Tous traitements confondus, les cinq espèces le plus abondantes étaient le Viréo aux yeux rouges (voir les noms scientifiques à l'annexe 2), Paruline couronnée, Grive fauve, Paruline noir et blanc et la Paruline à flanc marron avec plus de 85 mentions chacune et représentant 31 % de toutes les observations.

L'analyse des rangs des abondances d'oiseaux pour chacun des traitements indique que les communautés d'oiseaux que l'on retrouve dans les trois traitements ont des similarités principalement chez les espèces les plus abondantes telles que le viréo aux yeux rouges, la paruline couronnée, paruline noir et blanc, le pic maculé, la paruline du Canada et la grive fauve (Tableau 2).

Les forêts « CP récente » Certaines espèces telles que Paruline masquée, Paruline bleue et le Cardinal à poitrine rose ont été détectées principalement dans le traitement « CP

récente ». Par ailleurs, la Paruline à gorge orangée fait partie des espèces les plus abondantes dans la « CP vieille » et le traitement «NA».

Aucune espèce d'oiseau détecté dans notre inventaire ne peut être considéré comme une espèce spécialiste d'un traitement spécifique. Toutes les espèces détectées lors de l'inventaire étaient rapportées dans le traitement « CP récente ». Six espèces qui figurent dans le traitement « »NA» » et « CP récente », mais sont absentes dans le traitement « CP vieille » (paruline à tête cendrée, paruline à collier, pic flamboyant, jaseur d'Amérique, roselin pourpré et troglodyte des forêts. Dans le traitement «NA», le passerin indigo était la seule espèce absente de ce type de forêt.

Pour les espèces de 5^e rangs en abondance et moins, les similarités entre les traitements sont généralement plus fortes entre la forêt «NA» et la CP vieille; ces deux traitements ayant des communautés d'oiseaux assez différents de celle que l'on rencontre dans la CP récente. Par exemple, la Paruline à gorge orangée, Pioui de l'Est, Grive solitaire, Mésange à tête noire, Moucherolle tchébec et la sittelle à poitrine blanche.

Les espèces suivantes : sittelle à poitrine rousse, paruline à collier, viréo à tête bleue, bruant à gorge blanche, merle d'Amérique, piranga écarlate, paruline des ruisseaux et le geai bleu étaient beaucoup plus abondant dans les forêts «NA».

Les espèces suivantes atteignaient leurs plus grandes abondances dans le traitement « CP récente » : passerin indigo, paruline bleue, paruline à flanc marron et le cardinal à poitrine rose (Tableau 2).

Contrairement aux autres traitements, les forêts « CP vieille » étaient surtout caractérisées par des espèces cavicoles telles que le pic mineur, pic chevelu, grand pic et le tyran huppé. La paruline à croupion jaune y était également bien représentée dans ce traitement.

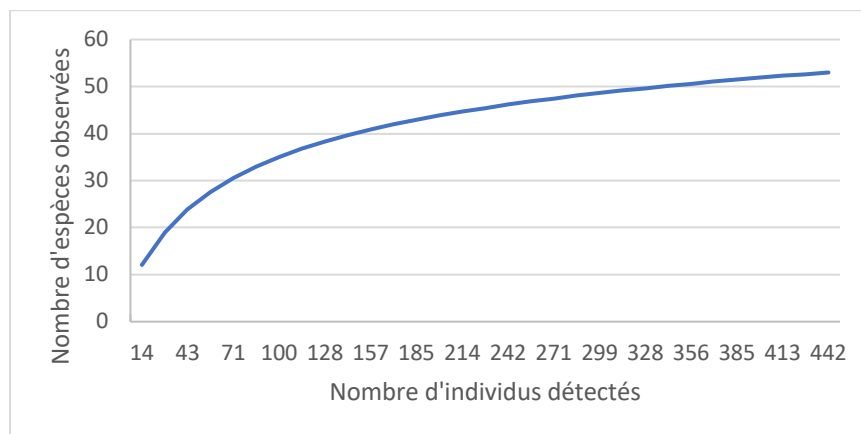
L'espèce ayant une plus grande abondance dans le traitement CP récente est la paruline bleue qui est au 5^e raga tandis qu'elle est au 10^e et au 8^e rang dans les traitements «NA» et CP vieille respectivement (Tableau 2).

Tableau 2: Comparaison de l'abondance (en rang) des 15 espèces le plus abondantes dans chacun des traitements inventoriés à Kenauk. Les espèces ayant le même rang signifient qu'elles ont la même abondance. Les noms complets et les codes des espèces sont fournis à l'annexe 2.

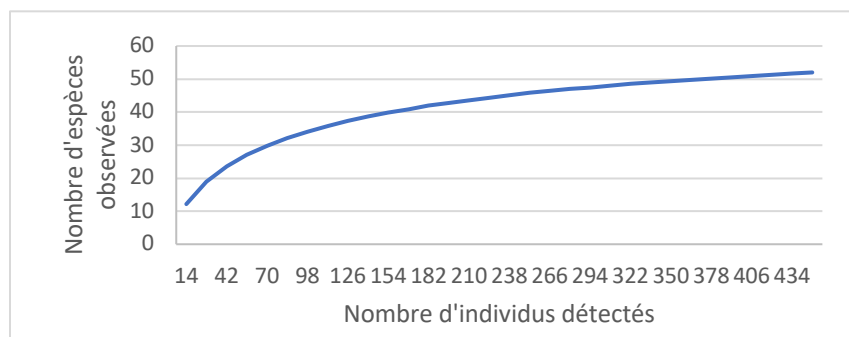
Espèces	Non aménagée	CP récente	CP vieille
VIYR	1	1	1
PACO	2	3	1
GRFA	3	4	2
PIMA	3	6	6
PANB	4	5	3
GEBL	5	14	9
MEAM	6	10	13
PACA	6	8	5
BRGB	7	13	14
PAFM	7	2	4
PAGO	7	11	7
PIEC	8	12	11
SIPR	8		12
CAPR	9	7	9
BRCH	10	12	11
PABL	10	5	8
PAFL	11	11	7
PAMA	11	9	6
PARU	11		
PIES	11		14
PIFL	11		
VITB	11		
CAEP	12		
GRSO	12		10
METN	12	12	12
PACL	12		
PAGN	12	14	8
MOTC	13		15
QUBR	15		13
SIPB	15		15
BRMA			15
CHJA			
COBN			
GRBR			
GRPI			14
JAAM			
PACJ			14
PAIN		15	
PAJA			
PATC			
PATR		13	
PICH			15
PIMI			15
ROPO			
TRFO			
TYHU			11

Comparaison de la richesse en espèces entre les traitements

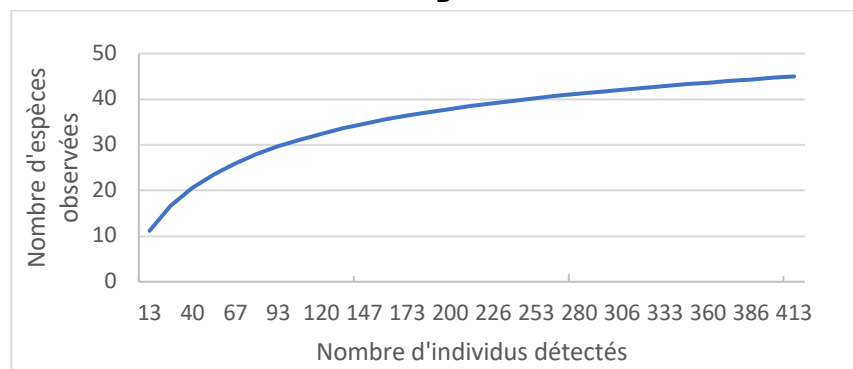
Les forêts riveraines «NA» ainsi que les forêts riveraines «CP récente» ont une richesse en espèces observées similaire et correspondent aux habitats forestiers inventoriés les plus riches avec approximativement 50 espèces (pour un échantillon comparable de 400 individus) (Figure 3,4). Pour leur part, le traitement CP vieille a une richesse observée 10 % plus faible que les deux autres traitements, soit 45 espèces. Selon la plus grande taille d'échantillon possible (442 détections), la richesse observée dans la forêt «NA» est de 53 espèces. Il est prédit que les traitements CP récente et «NA» peuvent atteindre 60 espèces d'oiseaux nicheurs et ont une richesse en espèces supérieures au traitement CP 10-20 ans (richesse prédite de 50 espèces) (Figure 3,4).



A

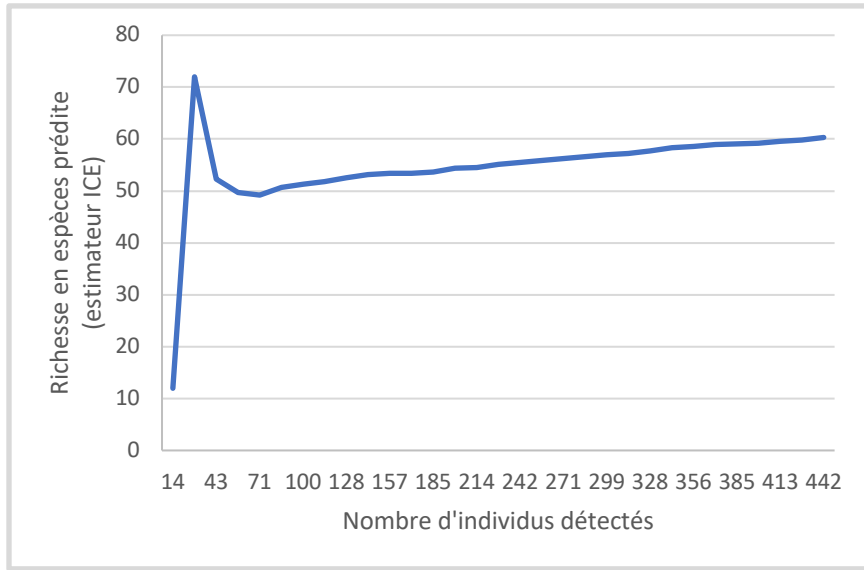


B

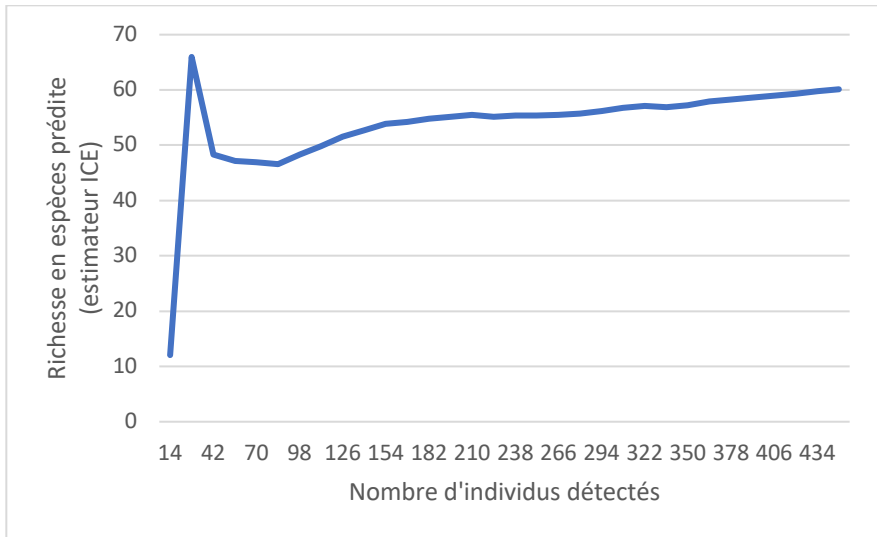


C

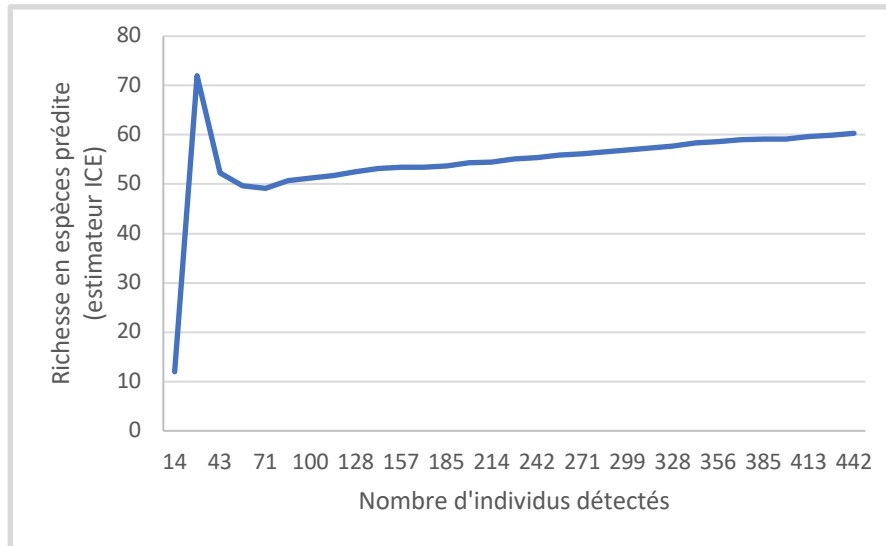
Figure 3: Courbes de raréfaction de la richesse en espèces d'oiseaux nicheurs à Kenauk, 2018. A) Forêts riveraines «NA», b) CP récente et c) CP vieille.



A



B



C

Figure 4 : Courbe de prédiction de la richesse en espèces d'oiseaux nicheurs en fonction du nombre d'individus détecté à Kenauk, 2018. A) Forêts riveraines «NA», b) CP récente et c) CP vieille.

Description des communautés d'oiseaux nicheurs

L'analyse PCA montrant la relation entre la distribution des oiseaux nicheurs avec la distribution des stations d'écoute indique que les stations d'écoute appartenant aux trois traitements se chevauchent grandement dans l'espace de l'ordination suggérant que les communautés d'oiseaux sont similaires dans ces types de forêts (Figure 5). On note toutefois un certain regroupement entre le viréo aux yeux rouges, la grive solitaire, la paruline noir et blanc et la paruline couronnée avec les stations du traitement « CP vieille ». Le pioui de l'Est et le piranga écarlate seraient plus associés au traitement «NA» (Figure 5).

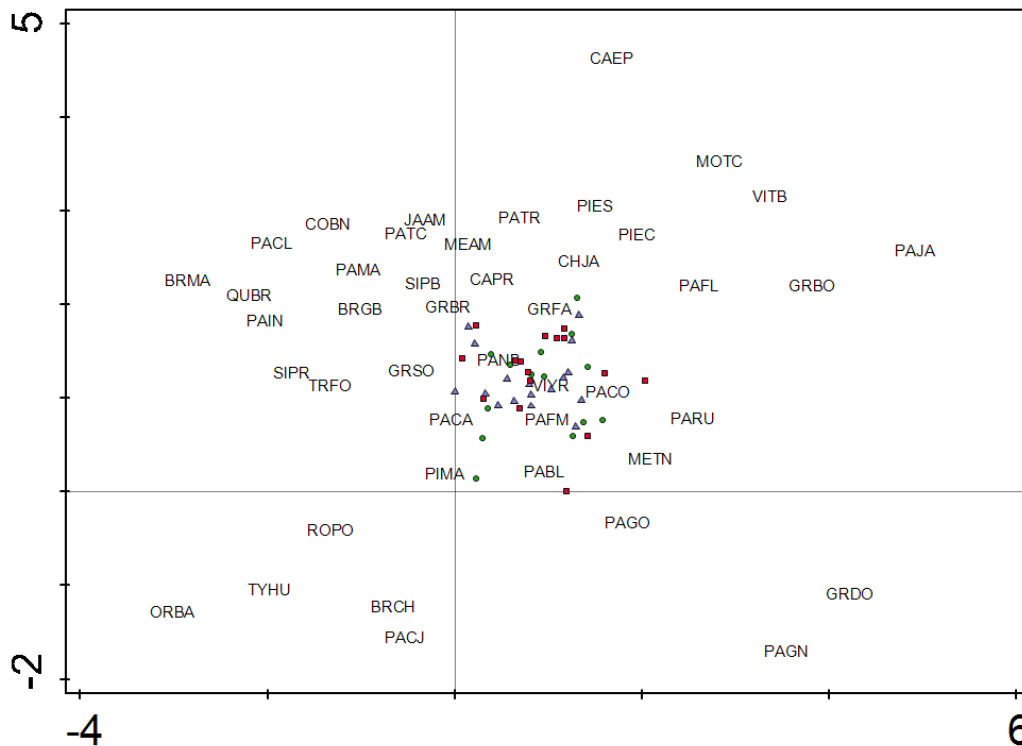


Figure 5: Analyse par correspondance multiple (PCA) de 48 stations d'écoute montrant la relation entre la distribution des oiseaux nicheurs et la distribution des stations d'écoute répartie entre les trois traitements à Kenauk, 2018. Les cercles verts représentent les stations CP 2-10 ans, les triangles bleus correspondent aux stations CP 11-20 ans et les carrés rouges, les stations situées dans des forêts riveraines «NA». Les espèces d'oiseaux appartenant à des communautés similaires sont regroupées ensemble dans l'espace de l'ordination. De plus, la proximité des espèces d'oiseaux à un groupe de stations spécifiques indique qu'ils y sont associés.

La variation définie par le PCA pour les trois traitements variait entre 24,9 et 66,2% (Tableau 3).

Tableau 3: Statistiques de la PCA pour les trois traitements à Kenauk, 2018

Statistique PCA	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4
Eigenvalue	0,248	0,166	0,134	0,112
Variation cumulative expliquée	24,88	41,51	54,97	66,2

L'axe horizontal de la RDA est généralement fortement corrélé négativement avec le % d'arbuste 2-7m et fortement corrélé positivement avec le % de recouvrement en fougères. L'axe horizontal correspond à un gradient de forêts riveraines ouvertes à droite de l'axe vers des forêts fermées (à gauche de l'axe). Les espèces d'oiseaux associés à ces dernières variables sont entre autres la paruline du Canada, le cardinal à poitrine rose, la paruline à flancs marrons, la paruline noir et blanc, la paruline triste, le bruant des marais, le troglodyte des forêts, le bruant à gorge blanche, le chardonneret jaune et la sittelle à poitrine blanche

pour les forêts plus ouvertes et paruline à gorge noire, paruline à gorge orangée et la grive à dos olive dans les forêts fermées (Figure 6).

L'axe vertical correspond à un gradient forêts matures (au-dessus du 0) et forêts jeunes (en dessous du 0) (Figure 6). L'axe vertical est fortement corrélé négativement avec le % de densité foliaire 0-2,5 m et fortement corrélée positivement avec le nombre de tiges d'arbustes 2,5-8 cm, la surface terrières. L'interprétation du gradient de cet axe est reliée à L'axe vertical correspond à un gradient d'une augmentation du bas vers le haut. Les espèces qui répondent à ce gradient sont la grive des bois, la grive fauve et le moucherolle tchébec dans les forêts matures et le pic maculé, l'oriole de Baltimore et la sittelle à poitrine rousse dans les forêts riveraines plus jeunes.

Les espèces situées au centre de l'ordination correspondent à des espèces généralistes qui sont plus faiblement associées aux paramètres de la végétation. Des exemples incluent le merle d'Amérique, le roselin pourpré et le viréo aux yeux rouges (Figure 6).

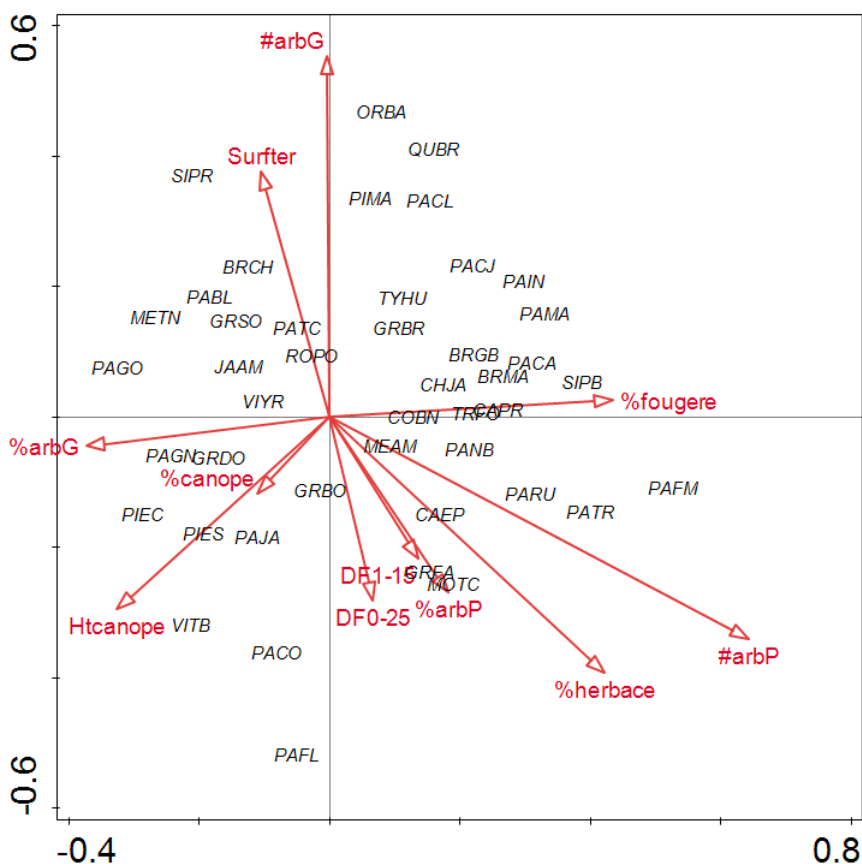


Figure 6: Ordination par analyse de redondance (RDA) de la relation entre les oiseaux nicheurs et les paramètres de l'habitat dans les forêts riveraines à Kenauk, 2018 : L'axe horizontal représente un gradient entre des forêts fermées (gauche du 0) et ouvertes (droite du 0) et l'axe vertical correspond à un gradient forêts matures (au-dessus du 0) et forêts jeunes (en dessous du 0). La proximité (distance perpendiculaire) d'une espèce (code de 4 lettres) à une flèche indique l'importance relative du paramètre d'habitat associé. Plus une flèche d'une caractéristique est longue et horizontale, plus elle est importante dans la différenciation du gradient associé. L'axe horizontal de la RDA explique 4,5% de la variance des paramètres d'habitat, alors que l'axe vertical en explique également 4,5 %. Le nom des espèces est fourni à l'annexe 2.

Tableau 4: Statistiques de la RDA pour décrire les communautés d'oiseaux nicheurs forestiers de bandes riveraines à Kenauk, 2018-2019.

Statistique	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4
Eigenvalue	0,045	0,045	0,031	0,029
Variation cumulative expliquée	4,54	9,01	12,14	15,03
% de variation expliquée	17,89	35,49	47,82	59,19

Espèce à statut particulier

Un total de cinq espèces à statut précaire fut détecté lors des inventaires aviaires à Kenauk en 2018. La paruline du Canada était l'espèce la plus souvent détectée avec 45 mentions (Tableau 5). Cette dernière espèce fut rapportée en proportion similaire dans les trois traitements (CP jeune= 32 %; CP vieille= 38 %; Non aménagée= 30 %, Figure 7). Le pioui de l'Est fut détecté à 15 reprises lors des inventaires et était présent, mais peu commun dans les trois traitements (Tableau 5). La grive des bois, une espèce de forêt feuillue ayant une strate arbustive bien développée, fut détectée à six reprises (Tableau 5). Le moucherolle à côtés olive fut détecté à 4 reprises, mais principalement à l'extérieur des stations d'écoute et l'engoulevent bois-pourri à une seule reprise. Ce qui suit est une description plus détaillée pour chacune de ces espèces.

Tableau 5 : Mentions d'espèces d'oiseaux forestiers à statut précaire détectées lors des inventaires aviaires à Kenauk en 2018.

Espèce	CP récente	CP vieille	«NA»
Paruline du Canada	15	18	14
Pioui de l'Est	4	4	7
Grive des bois	3	0	3
Moucherolle à côtés olive*			
Engoulevent bois-pourri	0	0	1

*détecté à l'extérieur des stations d'écoute à l'intérieur de milieux humides

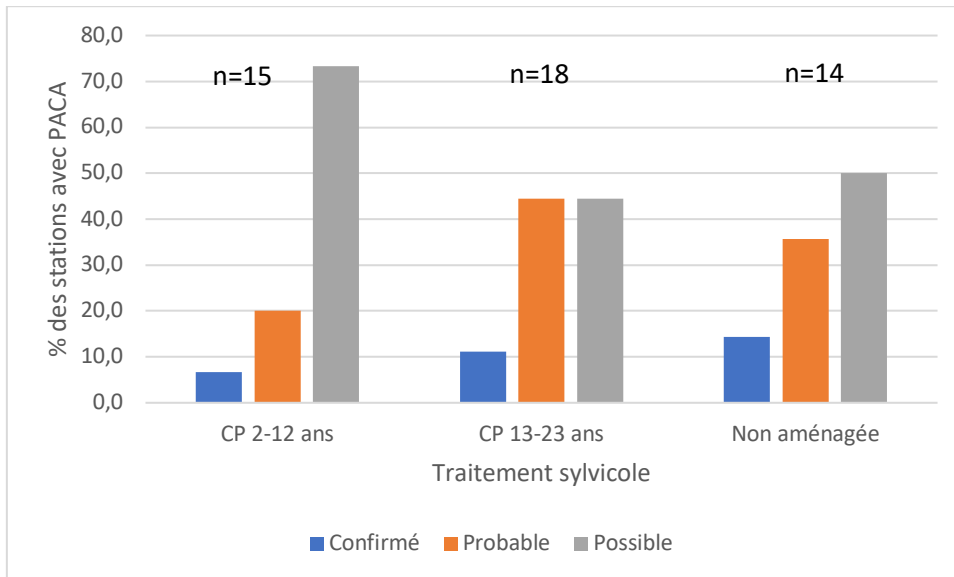


Figure 7: Pourcentage des stations d'écoute avec présence de Paruline du Canada selon l'indice de nidification et le type de traitement sylvicole à Kenauk, 2018-19.

Discussion

Description des communautés d'oiseaux nicheurs entre les traitements

La comparaison des paramètres de la végétation entre les trois traitements révèle que les forêts riveraines « CP récente » étaient caractérisées principalement par des valeurs élevées pour quatre paramètres liés à la strate arbustive (p.ex. densité en tiges d'arbustes 2,5-8 cm et % densité foliaire entre 0-2m). Pour leur part, la structure de la végétation des forêts riveraines «CP vieille» avait des similitudes autant avec les deux autres traitements, mais se démarquaient par un % élevé de recouvrement en arbustes de 2-7m. Les forêts riveraines «NA» étaient caractérisées principalement par une hauteur de la canopée plus élevée et par paramètres liés aux arbustes aux valeurs plus faibles (p.ex. % de recouvrement en arbustes 0-2m et % densité foliaire 0-2,5m). Il convient toutefois de noter que nos mesures des paramètres de végétation, qui était limitée à des sections de 50 m allant d'une rive jusqu'à l'intérieur de la forêt, a pu fausser dans une certaine mesure les résultats de la comparaison de la structure végétale entre les traitements puisque ces dernières sections se trouvaient fréquemment, et ce peu importe l'âge des coupes partielles, à l'intérieur de bandes riveraines «NA».

La comparaison de la composition et de la structure des communautés d'oiseaux nicheurs entre les trois traitements suggère que l'âge des coupes partielles ne semble pas avoir un impact important sur les oiseaux forestiers des forêts riveraines à Kenauk. Nos résultats indiquent toutefois quelques différences notables. Premièrement, il semble qu'il y a une plus grande abondance d'espèces inféodées aux jeunes forêts ouvertes et arbustives dans les forêts CP récente. Dans ce traitement, la communauté d'oiseaux avait une plus grande proportion d'espèces associées aux forêts jeunes ayant un couvert arborescent ouvert et une la strate arbustive basse bien développée telle que la paruline bleue, le passerin indigo et la paruline à flanc marron. La présence de ces dernières espèces s'explique probablement par la présence d'une structure forestière plus hétérogène incluant une strate arbustive basse dense et un couvert arborescent ouvert qui est créée par la coupe partielle (Doyon et coll. 2005). Par ailleurs, plusieurs espèces d'oiseaux inféodés aux forêts matures «NA» semblaient être défavorisées par l'application de la coupe partielle en milieu riverain. Certaines espèces

telles que la sittelle à poitrine rousse, la sittelle à poitrine blanche, le moucherolle tchébec, le pioui de l'Est et la paruline des ruisseaux étaient rares dans les forêts aménagées de façon récentes. Ceci est probablement dû à l'absence de plusieurs composantes de l'habitat comme le % de recouvrement en arbres.

Nos résultats suggèrent de plus que l'impact des coupes partielles appliquées en forêts riveraines est de courte durée. En effet, nos résultats indiquent que durant la période 12-23 ans suivant une coupe, l'habitat redevient propice pour plusieurs espèces d'oiseaux inféodés aux forêts «NA» matures. Par exemple, plusieurs espèces qui semblaient répondre négativement au traitement « CP récente » tel que les sittelles, le Moucherolle tchébec et le Pioui de l'Est, étaient redevenues à des niveaux d'abondance semblable à ce que l'on a observé dans les forêts «NA». Néanmoins, contrairement aux deux autres traitements, les forêts « CP 13 à 23 ans » avaient une plus grande abondance de plusieurs espèces de picidés (p. ex. grand pic, pic maculé, pic chevelu) ainsi que des espèces de couverts forestiers immatures et fermés telles que la grive solitaire, la paruline noir et blanc, la paruline couronnée et la paruline flamboyante. En ce qui a trait à la plus grande abondance de cette dernière espèce, celle-ci est reconnue comme étant une spécialiste des forêts ayant une strate arbustive haute dense, une composante de l'habitat importante dans les forêts aménagées par la coupe partielle de plus de 10 ans (Doyon et coll. 2005). De plus, la richesse en espèces dans ces dernières forêts était plus faible que les deux autres traitements. Ceci s'explique probablement en raison du taux de fermeture du couvert forestier qui affecte le taux de lumière atteignant le sol et qui, par conséquent, réduit la croissance des herbacées et des arbustes situés en sous couvert.

Notre étude suggère que la coupe partielle appliquée dans l'érablière à bouleau jaune représente une pratique sylvicole pouvant augmenter l'hétérogénéité des peuplements de feuilles et correspond à la pratique sylvicole qui peut favoriser le maintien de la plupart des espèces d'oiseaux nicheurs de ce domaine bioclimatique. Toutefois, Doyon et coll. (2005) mettent en gardent sur le fait d'appliquer cette pratique selon un temps de rotation trop court qui ferait en sorte de rajeunir ces peuplements à long terme. À Kenauk, le temps de rotation est de 20 ans (P. Audet, comm. pers. 2010). D'autre part, ils mettent également en évidence le fait que l'application intensive de coupes partielles à grandes échelles peut également nuire aux espèces qui nécessitent des peuplements dominés par les semis et les gaulis d'arbres, une situation que l'on observe suivant, par exemple, l'application de coupes totales ou par bandes. De plus, lors de l'application de coupes partielles, la composition en essence change en fonction des objectifs d'aménagement qui sont souvent associés au maintien de la santé des arbres et d'une densité ou volume. Par exemple, à Kenauk, les peupliers et les hêtres à grandes feuilles (qui sont sujets à la maladie) sont sélectionnés lors de la coupe partielle de certains peuplements (P. Audet, comm. pers. 2010) ce qui risque de réduire de façon importante et à long terme ces deux essences dans le paysage forestier de Kenauk. Ainsi, cette pratique sylvicole appliquée de façon intensive et à grande échelle pourrait avoir des effets néfastes pour plusieurs espèces d'oiseaux telles que les espèces cavicoles qui utilisent de façon importante les peupliers matures pour la construction de leur nid ou les espèces granivores (p.ex. sittelle à poitrine blanche) qui dépendent de la production de faines provenant des hêtres.

Nos résultats concernant la description de la communauté d'oiseaux de la forêt «NA» sont intéressants en soi puisque peu de données ont été récoltées jusqu'à maintenant pour ce type de forêt dans le sud du Québec. Bien que Doyon et col. (2005) ont décrit les oiseaux nicheurs dans des forêts non aménagées de hautes terres, leurs résultats en ce qui a trait à la description des communautés aviaires dans ce type d'habitat ont des similitudes avec les nôtres. Premièrement, nos résultats, tout comme ceux de Doyon et coll. (2005), indiquent que la communauté d'oiseaux nicheurs d'espèces des forêts «NA» se démarque par la plus grande abondance d'espèces associées associées à une structure de végétation de fin de succession ayant une hauteur de la canopée élevée telle que la paruline à collier, le piranga

écarlate, le pioui de l'Est, le viréo à tête bleue et la paruline des ruisseaux (Gauthier et Aubry 1995; Hunter 1999).

Nos résultats indiquent par ailleurs que la richesse en espèces des forêts riveraines «NA» est parmi les plus élevées à Kenauk (avec les secteurs de coupes partielles récents). Ceci s'explique sans doute par la structure de la végétation qui y est très diversifiée, notamment par l'action de plusieurs types de perturbations naturelles qui augmentent l'hétérogénéité dans les strates de végétation (Naiman et coll. 1988). En effet, la présence de chablis et les activités des castors qui participent à l'augmentation du volume de débris ligneux au sol et l'effet des inondations printanières qui enrichissent le sol par l'apport de sédiment ajoutent à l'augmentation de la diversification de l'habitat (Naiman et coll. 1988). Notre étude suggère que le maintien de forêts matures et vieilles par la protection de bandes riveraines de 50 m dans un paysage forestier aménagé par la coupe partielle est important pour maintenir la structure de la communauté d'oiseaux forestiers nicheurs inféodée à ce type de forêt.

Effet de l'âge des coupes partielles sur l'occurrence de la Paruline du Canada

Cette espèce a été détectée à plus de la moitié des stations d'écoute et fait partie des 10 espèces les plus abondantes dans les forêts riveraines à Kenauk, tous traitements confondus (47 des 93 stations). La plupart des mentions détectées sans la repasse du chant concernaient de mâles chanteurs détectés à moins de 20 m de la bordure d'un milieu humide. Ceci suggère que cette espèce occupe qu'une fine bande riveraine durant la reproduction. Des mâles chanteurs et quelques couples ont été détectés soit passivement ou à l'aide de la repasse du chant à 50 m de milieux humides suggérant que l'espèce protège toutefois une bande riveraine allant jusqu'à cette distance. Toutefois, à part quelques exceptions, très peu de mâles chanteurs ont été détectés à plus de 50 m d'un milieu humide lors des inventaires, suggérant que les hautes terres sont probablement peu propices pour cette espèce. L'abondance élevée de cette espèce dans notre dispositif de bandes riveraines s'explique par sa préférence en termes d'habitat forestier humide ainsi que d'une complexité élevée de la végétation basse comme l'ont également démontré plusieurs études récentes effectuées en Outaouais et dans les Maritimes (Dendroica Environnement et Faune, 2014; 2015; 2020; Westwood et coll., 2017; Bale et coll. 2020). Par exemple, dans des paysages forestiers du sud de l'Outaouais comprenant des forêts de hautes terres et de basses-terres, Dendroica Environnement et Faune (2014; 2015) indique qu'entre 70 et 100% des mentions de Paruline du Canada se situent à moins de 50 m de milieux humides forestiers ou de rives de plans d'eau ou de cours d'eau. La préférence marquée pour des milieux humides forestiers et forêts riveraines à Kenauk, tout comme ailleurs en Outaouais, suggère que la Paruline du Canada pourrait être considérée comme une espèce indicatrice de la diversité aviaire pour ce type d'habitat (DEF, 2015a; 2015b).

La paruline du Canada espèce fut rapportés en proportion similaire dans les trois traitements ce qui suggère que les coupes partielles, tant récentes que plus vieille, favorisent l'habitat de nidification pour cette espèce. Toutefois, il convient de noter toutefois que nos résultats indiquent également qu'en tenant compte du pourcentage de station ayant des indices de nidification confirmés ou probables (ces dernières suggérant de manière plus probante la nidification telle que l'observation de transport de nourriture par un adulte où la présence d'un adulte agité), le traitement « CP récente » semble moins propice que les autres traitements en raison du pourcentage faible en indices confirmés ou probables et du pourcentage élevé en indices. Un habitat ayant majoritairement des mentions de nidification « possible » peut suggérer que l'espèce est non nicheuse puisque des mâles y ont détecté qu'à une seule reprise et ne montrait aucun signe de nidification probant. Par ailleurs, le traitement « CP vieille » serait, selon nos résultats, le meilleur habitat pour l'espèce suivi de près par les forêts «NA» puisque le pourcentage des stations avec indices de nidifications

confirmés et probables dépasse 50 % des stations. Nos résultats diffèrent donc quelques peu de ceux de Reitsma et coll. (2008) qui ont démontré que les forêts coupées partiellement sont de qualité équivalente à celle des marécages arborescents non aménagés composés d'érables rouges dans le New Hampshire.

Bien qu'un plus faible indice de nidification de la paruline du Canada dans les forêts CP jeunes pourrait s'expliquer par une plus grande rareté des sites de nidification adéquats dans ces forêts, une plus grande abondance d'espèces compétitrices pourrait également en être la cause. En effet, la colonisation des forêts CP jeunes par plusieurs espèces spécialistes de milieux forestiers arbustifs telles que la Paruline à flancs marron, paruline triste, paruline bleue et du passerin indigo pourraient potentiellement compétitionner avec la paruline du Canada pour les mêmes ressources (p. ex. insectes et sites de nidification). Nos résultats suggèrent que l'impact des coupes partielles récentes sur la reproduction de la paruline du Canada n'est que de courte durée puisqu'après environ 12 ans suivant une coupe partielle, l'abondance de ces dernières espèces diminue de façon importante et le nombre de mentions de paruline du Canada ayant un indice de nidification probable ou confirmé augmente de façon substantielle.

Recommandations de conservation

À la vue de nos résultats, nous recommandons les actions suivantes afin de maintenir la richesse et la structure des oiseaux forestiers nicheurs de forêts riveraines ainsi que de maintenir et/ou d'augmenter la population de paruline du Canada sur le territoire de Kenauk :

- 1) Maintenir des bandes riveraines d'au moins 25 m dans les secteurs de coupes afin de maintenir à la fois des forêts plus vieilles et les perturbations naturelles qui y sont associées
- 2) Planifier des coupes partielles ayant un taux de rétention en arbres matures élevé et d'essences variées
- 3) Maintenir les populations de castors à Kenauk afin de maintenir la dynamique et les fonctions écologiques des milieux humides forestiers et ainsi maintenir des forêts riveraines diversifiées
- 4) Continuer des contrôles la population de cerfs par la chasse, notamment dans les secteurs où la superficie en milieux humides forestiers est importante

Remerciements

L'auteur remercie premièrement tous les bénévoles du Club des ornithologues de l'Outaouais (COO) pour leur motivation et ténacité durant les deux périodes de terrain et sans lesquels les inventaires n'auraient pas pu avoir lieu avec autant de succès : Robert Alvo, Jean-Pierre Artigau, Laurent Bédard, Donald Dallaire et Daniel Toussaint. Merci au personnel de Conservation de la nature Canada dont Marie-Pierre Tougas-Tellier, Catherine Collette-Haché et leurs stagiaires : Éloïse Le Tum-Boivin, Jean-Marie Mondor et Janie Dambremont pour leur assistance technique et administrative. Le financement a été rendu possible grâce à la Table régionale en gestion intégrée des ressources et du territoire public de l'Outaouais, Conservation de la nature Canada, Club des ornithologues de l'Outaouais et de Sciences et technologies de l'Environnement d'Environnement Canada, Protection des oiseaux du Québec et Kenauk Inc. Merci également à Pascal Audet, Robert Vanier et JLC géomatique pour leur soutien technique et cartographique. Enfin, un merci spécial à Liane Nowell de Kenauk nature et à son équipe pour l'hébergement et le soutien technique lors des inventaires de végétation.

Références

- Audet, P. ingénieur forestier. Commentaire personnel à C. Savignac. Janvier 2020.
- Bale, S. K.F. Beazley, A. Westwood et P. Bush. 2020. The benefits of using topographic features to predict climate-resilient habitat for migratory forest landbirds: An example for the Rusty Blackbird, Olive-sided Flycatcher, and Canada Warbler. *The Condor: Ornithological Applications* 122:1–19.
- Bibby C.J., N.D. Burgess, D.A. Hill, et S.H. Mustoe. 2000. *Bird Census Techniques*, Second Edition. Academic Press, London, UK. xvii 302 pp.
- Bub B.R., D.J. Flaspohler, et C.J.F. Huckins. 2004. Riparian and upland breeding-bird assemblages along headwater streams in Michigan's upper peninsula. *Journal of Wildlife Management* 68: 383-392
- Chace, J.F., S.D. Faccio et A. Chacko. 2009. Canada Warbler habitat use of northern hardwoods in Vermont. *Northeastern Naturalist* 16:491-500.
- Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- COSEPAC. 2008. Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur la Paruline du Canada (*Wilsonia canadensis*) au Canada, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vi +35 p. (www.registrelep.gc.ca/status/status_f.cfm)
- Darveau M., P. Beauchesne, L. Bélanger, J. Huot et P. Larue. 1995. Riparian Forest Strips as Habitat for Breeding Birds in Boreal Forest. *The Journal of Wildlife Management* 59: 67-78
- Dendroica Environnement et Faune. 2014. Programme d'inventaire d'oiseaux et de plantes en péril à l'intérieur de quatre terres publiques intramunicipales de la MRC des Collines-de-l'Outaouais dans le cadre du respect des normes environnementales du Forest stewardship council. Rapport produit et rédigé dans le cadre du Programme de Développement Régional et Forestier. Présenté à la MRC des Collines-de-l'Outaouais. Chelsea. 47 pp.
- Dendroica Environnement et Faune. 2015. Inventaires d'espèces à statut particulier (oiseaux nicheurs et plantes) dans le TPI 35 (secteur nord) de la MRC des Collines-de-l'Outaouais-2015. Rapport produit et rédigé dans le cadre du Programme de Développement Régional et Forestier. Présenté à la MRC des Collines-de-l'Outaouais. Chelsea. 28 pp.
- Dendroica Environnement et Faune. 2020. Intégration de la technologie lidar aéroporté dans la création d'un indice de qualité de l'habitat pour la Paruline du Canada à Kenauk, Outaouais Présenté à la Table régionale de gestion intégrée des ressources et du territoire public de l'Outaouais et à la Société canadienne pour la conservation de la nature. Chelsea, Québec. 30 pp. + annexes.
- Doyon F., D. Gagnon et J-F. Giroux. 2005. Effects of strip and single-tree selection cutting on birds and their habitat in a southwestern Quebec northern hardwood forest. *Forest Ecology and Management* 209 :101–115.
- Drapeau, P., A. Leduc, J. F. Giroux, J. P. L. Savard, Y. Bergeron et W. L. Vickery 2000. Landscape-scale disturbances and changes in bird communities of boreal mixed-wood forests. *Ecological Monographs* 70:423-444.
- Forget, É., F. Doyon, et D. Bouffard. 2006. Plan d'aménagement 2006-2015 du territoire Fairmont Kenauk. Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue. Rapport technique, 93 p.
- Gauthier, J., et Y. Aubry. 1996. Les oiseaux nicheurs du Québec : Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional, Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société

québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, Montréal, xviii + 1295 p.

Grinde, A. R. et G. J. Niemi, 2016. Influence of landscape, habitat, and species co-occurrence on occupancy dynamics of Canada warblers. *The Condor*, 118, 513-531.

Hunter, M. (Ed.). 1999. *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Cambridge: Cambridge University Press. 698 pp.

LaRue, P., L. Belanger et J. Huot. 1995. Riparian edge effects on boreal balsam fir bird communities. *Can. J. For. Res.* 25:555-566.

Naiman R.J., C.A. Johnston et J.C. Kelley. 1988. Alteration of North American streams by beaver: the structure and dynamics of streams are changing as beaver recolonize their historic habitat. *BioScience* 38: 753-762

Reitsma, L.R. M.T. Hallworth, et P. M. Benham. 2008. Does age influence territory size, habitat selection, and reproductive success of male Canada Warblers in central New Hampshire? *The Wilson Journal of Ornithology* 120:446–454

Robert M., M.-H. Hachey, D. Lepage, et A. R. Couturier (dir.). *Deuxième atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional*. Regroupement QuébecOiseaux, Service canadien de la faune (Environnement et Changement climatique Canada) et Études d'oiseaux Canada, Montréal, XXV + 694 p.

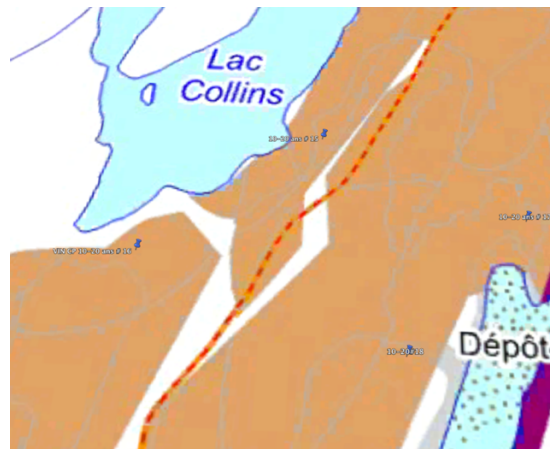
Varin, M., M. Dupuis, P. Bournival et J. Fink. 2015. Acquisition de connaissances essentielles à l'aménagement intégré des ressources sur le territoire Kenauk en Outaouais. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 2015-17. 36 pages.

ter Braak, C.J.F. et P. Šmilauer. 2012. *Canoco Reference Manual and User's Guide: Software for Ordination (version 5.0)*. Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA.

Westwood, A., C. Harding, L. Reitsma et D. Lambert. 2017. *Guidelines for Managing Canada Warbler Habitat in the Atlantic Northern Forest of Canada*. High Branch Conservation Services. Hartland, VT.

Van den Wollenberg, A. L. (1977). Redundancy analysis: An alternative for canonical correlation analysis. *Psychometrika*, 42(2), 207–219.

Annexe 1: Exemple de stations d'écoute localisées dans les trois traitements à Kenauk, 2018.



A



B



C

Exemple de stations d'écoute localisées dans le traitement « CP vieille » (zone en brun) en A, « CP récente » (zone en brun) en B et dans le traitement «NA» en C. Les zones en blanc sont des secteurs non aménagés depuis au moins 1985, les zones vertes, des secteurs coupés entre 1996 et 2015, les zones en brun, des secteurs coupés entre 1996 et 2015 et les zones en mauve, des secteurs coupés entre 1985 et 1995. Les zones grises sont des milieux humides.

Annexe 2 : Comparaisons univariées des paramètres de la végétation
entre les trois traitements dans la bande riveraine de 50 m à Kenauk,
2018-19

Paramètres de la végétation	CP récente \bar{X}	CP récente σ	CP vieille \bar{X}	CP vieille σ	«NA» \bar{X}	«NA» σ	X^2	dl	P
% recouvrement canopée	84,33	6,53	82,54	7,44	81,60	9,03	0,68	2	0,71
Ht canopée(m)	20,35	3,06	19,62	2,75	22,07	3,20	5,49	2	0,06
Surface terrière tot	21,15a	6,28	14,49b	4,40	18,52ab	5,25	9,98	2	0,007
#tigearbuste total 0-2,5cm/9m ²	45,82	25,32	32,81	14,80	37,33	51,51	5,57	2	0,06
#tigearbuste total 2,5-8cm/59,3m ²	5,13	3,06	8,40	5,48	6,28	4,18	3,66	2	0,16
%Denfol Moy 1-1,5m	2,28a	0,64	2,16ab	1,00	1,58b	0,52	8,00	2	0,018
%Denfol Moy 0-2,5m	2,45a	0,58	2,10ab	0,62	1,69b	0,45	11,10	2	0,004
%recarbuste 0-2m	39,37a	14,84	26,93ab	12,59	22,28b	18,36	9,33	2	0,009
%recarbuste 2-7m	18,55ab	19,99	32,09a	22,49	14,45b	14,29	6,67	2	0,036
%recherbacés	33,54	4,50	32,19	4,20	49,62	6,80	4,94	2	0,08
%fougère	14,92	3,42	12,51	2,54	6,63	1,84	5,08	2	0,07

Annexe 3 : Liste des espèces d'oiseaux détectés aux 93 stations d'écoute localisés dans les forêts riveraines à Kenauk, Outaouais, 2018. Le nombre maximal des détections entre les deux visites est noté.

Nom français	Nom latin	Code	Nbre max	Nom français	Nom latin	Code	Nbre max
Bernache du Canada	<i>Branta canadensis</i>	BECA	15	Paruline bleue	<i>Dendroica caerulescens</i>	PABL	53
Bruant chanteur	<i>Melospiza melodia</i>	BRCH	48	Paruline du Canada	<i>Wilsonia canadensis</i>	PACA	64
Bruant familier	<i>Spizella passerina</i>	BRFA	1	Paruline à croupion jaune	<i>Dendroica coronata</i>	PACJ	10
Bruant à gorge blanche	<i>Zonotrichia albicollis</i>	BRGB	66	Paruline à collier	<i>Parula americana</i>	PACL	14
Bruant des marais	<i>Melospiza georgiana</i>	BRMA	37	Paruline couronnée	<i>Seiurus aurocapilla</i>	PACO	153
Buse à épaulettes	<i>Buteo lineatus</i>	BUPE	2	Paruline flamboyante	<i>Setophaga ruticilla</i>	PAFL	52
Canard branchu	<i>Aix sponsa</i>	CABR	1	Paruline à flancs marron	<i>Dendroica pensylvanica</i>	PAFM	89
Carouge à épaulettes	<i>Agelaius phoeniceus</i>	CAEP	66	Paruline à gorge noire	<i>Dendroica virens</i>	PAGN	40
Cardinal à poitrine rose	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	CAPR	68	Paruline à gorge orangée	<i>Dendroica fusca</i>	PAGO	45
Chardonneret jaune	<i>Spinus tristis</i>	CHJA	10	Passerin indigo	<i>Passerina cyanea</i>	PAIN	12
Cornille d'Amérique	<i>Corvus brachyrhynchos</i>	COAM	16	Paruline jaune	<i>Dendroica petechia</i>	PAJA	11
Coulicou à bec noir	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	COBJ	4	Paruline à joues grises	<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	PAJG	7
Coulicou à bec jaune	<i>Coccyzus americanus</i>	COBN	13	Paruline masquée	<i>Geothlypis trichas</i>	PAMA	73
Colibri à gorge rubis	<i>Archilochus colubris</i>	COGR	1	Paruline noir et blanc	<i>Mniotilta varia</i>	PANB	87
Dindon sauvage	<i>Meleagris gallopavo</i>	DISA	4	Paruline des ruisseaux	<i>Parkesia noveboracensis</i>	PARU	34
Engoulevent bois-pourri	<i>Caprimulgus vociferus</i>	ENBP	1	Paruline à tête cendrée	<i>Dendroica magnolia</i>	PATC	4
Geai bleu	<i>Cyanocitta cristata</i>	GEBL	96	Paruline triste	<i>Oporornis philadelphia</i>	PATR	20
Gélinotte huppée	<i>Bonasa umbellus</i>	GEHU	1	Petite Buse	<i>Buteo platypterus</i>	PEBU	3
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	GOAR	1	Pic chevelu	<i>Picoides villosus</i>	PICH	16
Grive des bois	<i>Hylocichla mustelina</i>	GRBO	18	Piranga écarlate	<i>Piranga olivacea</i>	PIEC	43
Grimpereau brun	<i>Certhia americana</i>	GRBR	6	Pioui de l'Est	<i>Contopus virens</i>	PIES	36
Grand Corbeau	<i>Corvus corax</i>	GRCO	10	Pic flamboyant	<i>Colaptes auratus</i>	PIFL	23
Grive à dos olive	<i>Catharus ustulatus</i>	GRDO	3	Pic maculé	<i>Sphyrapicus varius</i>	PIMA	85
Grive fauve	<i>Catharus fuscescens</i>	GRFA	151	Pic mineur	<i>Picoides pubescens</i>	PIMI	16
Grand Pic	<i>Dryocopus pileatus</i>	GRPI	22	Plongeon huard	<i>Gavia immer</i>	PLHU	16
Grive solitaire	<i>Catharus guttatus</i>	GRSO	60	Quiscale bronzé	<i>Quiscalus quiscula</i>	QUBR	23
Harle couronné	<i>Lophodytes cucullatus</i>	HACO	1	Roitelet à couronne dorée	<i>Regulus satrapa</i>	ROCD	1
Hirondelle bicolor	<i>Tachycineta bicolor</i>	HIBI	1	Roselin pourpré	<i>Carpodacus purpureus</i>	ROPO	9
Jaseur d'Amérique	<i>Bombycilla cedrorum</i>	JAAM	8	Sittelle à poitrine blanche	<i>Sitta carolinensis</i>	SIPB	14
Martin-pêcheur d'Amérique	<i>Megaceryle alcyon</i>	MAPE	1	Sittelle à poitrine rousse	<i>Sitta canadensis</i>	SIPR	25
Merle d'Amérique	<i>Turdus migratorius</i>	MEAM	55	Tourterelle triste	<i>Zenaida macroura</i>	TOTR	2
Mésange à tête noire	<i>Poecile atricapillus</i>	METN	35	Troglodyte des forêts	<i>Troglodytes hiemalis</i>	TRFO	22
Moucherolle des aulnes	<i>Empidonax alnorum</i>	MOAU	7	Tyran huppé	<i>Myiarchus crinitus</i>	TYHU	29
Moucherolle à côtés olive	<i>Contopus cooperi</i>	MOCO	4	Tyran tritri	<i>Tyrannus tyrannus</i>	TYTR	3
Moucherolle phébi	<i>Sayornis phoebe</i>	MOPH	8	Viréo mélodieux	<i>Vireo gilvus</i>	VIME	1
Moucherolle tchébec	<i>Empidonax minimus</i>	MOTC	23	Viréo à tête bleue	<i>Vireo solitarius</i>	VITB	19
Oriole de Baltimore	<i>Icterus galbula</i>	ORBA	5	Viréo aux yeux rouges	<i>Vireo olivaceus</i>	VIYR	224
						# indiv	2251

						# Total espèce	74
--	--	--	--	--	--	-------------------	----