

Coop Quatre Temps

Impact à court terme d'une éclaircie précommerciale adaptée aux peuplements mixtes sur le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*)

**Rapport final dans le cadre du programme de mise en valeur des ressources du milieu
forestier – Volet II (2010-2011)**



Par



Coop Quatre Temps

Pour

**Le groupe des Partenaires pour le développement forestier durable des communautés de
Charlevoix et du Bas-Saguenay**



Mai 2011

Équipe

Michaël Tremblay, biologiste. M.Sc : Analyse des données et rédaction du document

Nathaël Bergeron, biologiste. M.Sc. : Chargé de projet, installation du dispositif, prise de données et analyses.

Samuel Crase : Installation du dispositif et prise de mesures.

Fabien Gagné : Installation du dispositif et prise de mesures.

Table des matières

Équipe	ii
Table des matières	iii
Liste des figures	iv
Liste des tableaux	iv
Résumé	1
Introduction	2
L'éclaircie précommerciale et le lièvre d'Amérique.....	2
L'éclaircie précommerciale adaptée aux peuplements mixtes.....	3
Objectif	4
Aire d'étude	5
Le traitement	6
Méthode	7
Dispositif.....	7
Les données avant traitement.....	7
Caractérisation de l'habitat du lièvre.....	8
<i>Caractérisation de la végétation</i>	8
<i>Évaluation de la composition</i>	8
<i>Évaluation du couvert</i>	8
<i>Variables de l'habitat</i>	9
Utilisation de l'habitat	11
Analyses statistiques	11
Résultats	12
Densité des tiges avant les traitements d'EPC.....	12
Utilisation des sites par le lièvre en hiver.....	13
Description de l'habitat.....	14
Discussion	25
Utilisation des sites par le lièvre en hiver.....	25
Effet du traitement d'EPC mixte sur les variables d'habitat.....	25
Les variables de l'habitat favorisant la présence du lièvre.....	25
Efficacité du traitement d'EPC mixte pour le maintien du lièvre.....	26
Influence de la densité avant traitement.....	27
La densité des petites tiges feuillues.....	27
Le sorbier d'Amérique.....	28
Retour du lièvre dans les sites éclaircis.....	28
Conclusion	29
Références	30

Liste des figures

Figure 1: Localisation du projet du Lac du Carcajou.....	5
Figure 2 : Schémas de l'éclaircie précommerciale adaptée aux peuplements mixtes.....	6
Figure 3: Répartition des transects à l'intérieur du dispositif expérimental.....	7
Figure 4: Transect de 180 mètres.....	9
Figure 5 : Densité des tiges (feuillus $\geq 1,6m$; résineux $\geq 1m$) dans différents sites avant les traitements d'éclaircies.....	12
Figure 6 : Densité moyenne (\pm écart-type) des tiges (résineux $\geq 1m$, feuillues $\geq 1,6m$) avant traitement entre les trois conditions. Les colonnes qui ont une même lettre ne sont pas significativement différentes entre les conditions ($P > 0,05$).....	13
Figure 7 : Incidence moyen (\pm écart-type) des crottins de lièvre d'Amérique par condition. Les colonnes qui ont une même lettre ne sont pas significativement différentes entre les conditions ($P > 0,05$).....	14
Figure 8 : Densité moyenne (\pm écart-type) des gaules (tige $\geq 1,30m$) mesurées dans les trois conditions. Les colonnes qui ont une même lettre ne sont pas significativement différentes entre les conditions ($P > 0,05$).....	15
Figure 9 : Densité moyenne (\pm écart-type) des essences résineuses et feuillues selon la hauteur des tiges dans les conditions étudiées. * inclut principalement le sapin baumier et les épinettes sp.. ** inclut principalement le peuplier faux-tremble, le bouleau blanc, l'érable rouge, le noisetier, l'érable à épis et l'érable de Pensylvanie. Les colonnes qui ont une même lettre ne sont pas significativement différentes entre les conditions ($P > 0,05$).....	16
Figure 10 : Obstruction latérale de la végétation (moyenne \pm écart-type) par classes de hauteur dans les conditions étudiées pendant l'été 2009. Les colonnes qui ont une même lettre ne sont pas significativement différentes entre les conditions ($P > 0,05$).....	17
Figure 11 : Obstruction latérale de la végétation (moyenne \pm écart-type) par classes de hauteur dans les conditions étudiées pendant l'automne 2009. Les colonnes qui ont une même lettre ne sont pas significativement différentes entre les conditions ($P > 0,05$).....	18
Figure 12 : Représentation des sites étudiés selon les deux premiers facteurs de l'analyse en composante principale (variance expliquée = 50,4%).....	24

Liste des tableaux

Tableau 1 : Abréviation mnémotechnique des variables mesurées lors de cette étude.....	9
Tableau 2 : Résultats de l'ANOVA pour le nombre de tiges avant traitement entre les trois.....	13
Tableau 3 : Résultats de l'ANOVA pour l'incidence des crottins de lièvre d'Amérique entre les deux années d'EPC mixte et les témoins.....	13
Tableau 4 : Coefficient de corrélation de Pearson et niveau de probabilité entre l'incidence du crottin de lièvre d'Amérique par station et les variables de l'habitat. Les variables grisées ont un niveau de probabilité $P < 0,25$	19
Tableau 5 : Modèle de l'analyse de régression multiple.....	20
Tableau 6: Coefficient de corrélation de Pearson et niveau de probabilité entre les variables retenues pour le modèle et les autres variables retenues pour l'analyse de régression multiple. Les corrélations significatives à $P \leq 0,05$ sont indiquées en gras.....	22
Tableau 7 : Résultats de l'analyse en composante principale effectuée avec les 38 variables de l'habitat retenues pour l'analyse de régression multiple.....	23

Résumé

Depuis 2007, la Coopérative Quatre Temps et le groupe des Partenaires pour le Développement Forestier Durable (PDFD) des communautés de Charlevoix et du Bas-Saguenay en partenariat avec la Compagnie AbitibiBowater réalisent et développent une nouvelle méthode de travaux d'EPC selon une approche par multitraitement. Dans ces projets d'EPC par multitraitement, une EPC adapté aux peuplements mixtes dans laquelle les tiges feuillues sont éclaircies et les tiges résineuses sont toutes laissées sur le terrain était réalisée. Il était suggéré que ce type d'EPC pourrait favoriser le maintien du lièvre dans les peuplements puisque la conservation des résineux suite au traitement d'EPC adapté aux peuplements mixtes assurerait un couvert de protection pendant l'hiver pour le lièvre d'Amérique. Dans ce cas, ce type de traitement deviendrait une mesure d'atténuation de l'EPC dans le but de conserver certains attributs importants pour la faune. L'objectif de ce projet était de documenter l'utilisation par le lièvre des peuplements ayant subi l'éclaircie adaptée à la forêt mixte et établir une corrélation entre les paramètres de l'habitat (couverture, végétation, structure) et l'utilisation par le lièvre. Les résultats démontrent que pendant l'hiver le lièvre utilise significativement moins les peuplements éclaircis par l'EPC mixte que les sites témoins non éclaircis. Ce résultat s'explique par le fait que la densité des gaules feuillues est très importante pour le lièvre puisqu'elle est fortement corrélée avec les données de l'obstruction latérale et que ces variables sont les principales variables explicatives de l'incidence du crottin de lièvre. L'EPC mixte en réduisant fortement la densité des gaules feuillues, réduit l'obstruction latérale sous la valeur optimale pour le lièvre ce qui diminue le couvert de protection. Il semble que la contribution au couvert de protection des bosquets et des tiges résineuses laissées sur place ne soit pas suffisante pour assurer le maintien du lièvre d'Amérique. Selon les résultats, les bosquets de résineux laissés sur pied sont probablement trop petits pour assurer un bon couvert de protection dans les sites éclaircis. Dans ce cas, ce type de traitement ne pourrait pas devenir une mesure d'atténuation de l'EPC dans le but de conserver certains attributs importants pour la faune. Cependant, ce traitement pourrait fournir une qualité d'habitat intermédiaire entre l'EPC conventionnelle et les peuplements témoins. Pour avoir cette réponse, il aurait été intéressant de faire une comparaison de l'incidence du crottin de lièvre dans les sites d'EPC mixte avec ceux de l'EPC conventionnelle réalisée dans le même projet d'approche par multitraitement afin de vérifier si l'impact était aussi, plus ou moins important dans ce type d'EPC que dans les EPC mixtes. Il aurait alors été possible de mettre en perspective le résultat mesuré dans les EPC mixtes en ayant une comparaison avec des sites témoins et avec un traitement d'EPC conventionnelle reconnu pour avoir un impact important sur le lièvre d'Amérique. Toutefois, il est suggéré pour l'instant de ne pas évaluer ce traitement comme une mesure d'atténuation pour la faune et de continuer à appliquer *Les lignes directrices visant à encadrer la pratique de l'éclaircie précommerciale pour le maintien de la biodiversité* (Cimon et Labbé 2006). Évidemment, dans une approche par multitraitement, il arrive souvent que certains secteurs ne soient pas voués à l'EPC. Ces secteurs pourraient probablement servir d'îlots refuges pour le lièvre d'Amérique en hiver.

Introduction

L'éclaircie précommerciale et le lièvre d'Amérique

L'éclaircie pércommerciale (EPC) est un traitement sylvicole qui vise à diminuer la densité des tiges dans un jeune peuplement afin de concentrer la croissance sur un nombre restreint d'arbres (Doucet *et al.* 1996). Les effets attendus de ce traitement sont une hausse de l'accroissement en diamètre des tiges résiduelles, une modification de la composition des peuplements, une réduction des frais d'exploitation lors des coupes subséquentes et une réduction de l'âge d'exploitabilité technique (Pothier 2002, MRN 2002).

Plusieurs études réalisées dans le nord-est américain et au Québec ont démontré clairement que l'EPC avait un impact négatif à court terme sur certaines espèces fauniques, en particulier le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus* Erxleben, 1777), espèce constituant un maillon important de la chaîne alimentaire de l'écosystème forestier (Sansregret *et al.* 2000, Breton 2001, Breton 2003, Bujold 2002, Fortin 2002, Blanchette *et al.* 2003, Ausband et Baty 2005, Etcheverry *et al.* 2005, Griffin et Mills 2007, Homyack *et al.* 2007). En effet, pendant l'été, la nourriture pour le lièvre est abondante. La végétation herbacée et les feuilles peuvent également protéger le lièvre contre les prédateurs. Par contre, en hiver, le lièvre doit utiliser des peuplements constitués de nombreux conifères pouvant l'abriter contre les prédateurs et où la densité de tiges feuillues est appréciable afin d'avoir un nombre suffisant de ramilles pour se nourrir (Blanchette *et al.* 2003). Dans ce contexte, l'habitat d'hiver est essentiel pour le maintien de la population locale du lièvre (Beaudoin 2001). Le lièvre est donc affecté par la perte d'abris d'hiver et de nourriture puisque l'EPC diminue la qualité de l'obstruction visuelle et le nombre de ramilles disponibles à court terme (MRN 2002).

Afin de contrer cette problématique, l'avis scientifique du Ministère des Ressources naturelles proposait une stratégie d'intervention visant à minimiser les impacts de l'EPC sur les populations de lièvre (MRN 2002). Celle-ci consistait à répartir dans le temps et l'espace les superficies traitées afin de maintenir des conditions d'habitats propices pour le lièvre à l'échelle locale et de conserver des bosquets non traités dans les peuplements éclaircis de plus de 40 hectares (MRN 2002). Cette proposition a été appliquée par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune au moyen de l'Objectif de protection et de mise en valeur du milieu forestier (OPMV) 7 : Ligne directrice visant à encadrer l'éclaircie précommerciale afin d'assurer le maintien de la biodiversité (Cimon et Labbé 2006).

Certaines variantes à l'EPC conventionnelle ont également été testées au cours des années afin de diminuer les impacts sur la faune et permettent le maintien partiel d'abris et de nourriture. Les éclaircies testées étaient l'EPC avec protection des valeurs fauniques et l'EPC avec conservation de bandes refuges (Sansregret 2000, Sansregret *et al.* 2000, Parizeau 2009). L'éclaircie précommerciale avec bosquets (Fortin 2002, Ausband et Baty 2005), l'éclaircie précommerciale d'hiver (Lavoie 2001) et l'éclaircie par puits de lumière (détourage faunique) (Houle et Fortin 2009, Allard 2009) ont également été testées. Les résultats sur le maintien du lièvre suite à ces différents types d'EPC sont variables, mais en général ces sites éclaircis étaient plus fréquentés que ceux ayant été traités par l'EPC conventionnelle.

L'éclaircie précommerciale adaptée aux peuplements mixtes

Depuis 2007, la Coopérative Quatre Temps et le groupe des Partenaires pour le Développement Forestier Durable (PDFD) des communautés de Charlevoix et du Bas-Saguenay en partenariat avec la Compagnie AbitibiBowater réalisent et développent une nouvelle méthode de travaux d'EPC selon une approche par multitraitement. Ces projets d'EPC par multitraitement découlaient d'une problématique rencontrée sur les territoires fauniques de la région. En effet, des travaux d'EPC conventionnelle avaient lieu dans des peuplements mixtes du Bas-Saguenay dominé par des feuillus de lumière comme le peuplier faux tremble (*Populus tremuloides* Michx.) et après le traitement, il ne restait que de minces tiges de peupliers espacées au trois mètres sur le terrain traité. Les gestionnaires fauniques critiquaient l'aspect visuel offert qu'il qualifiait de « quasi désertique » et questionnaient la qualité d'habitat qui était maintenant offerte pour la petite faune. Leurs questionnements étaient d'ailleurs très bien fondés puisqu'il est reconnu que l'EPC a un effet important à court terme sur la faune (Sansregret *et al.* 2000, Breton 2001, Breton 2003, Bujold 2002, Fortin 2002, Blanchette *et al.* 2003, Ausband et Baty 2005, Etcheverry *et al.* 2005, Griffin et Mills 2007, Homyack *et al.* 2007).

Suite à cette problématique, il a été décidé d'élaborer une méthode afin de cibler le bon traitement au bon endroit. Cette méthode s'appuie sur un inventaire par points d'observation dans lequel un point d'observation (parcelle) est réalisé systématiquement au 50 mètres sur le terrain. Les données amassées sont majoritairement qualitatives et servent à réaliser le bon traitement au bon endroit à partir des observations réalisées. Cette méthode permet donc de réaliser plusieurs types d'EPC différents dans le même secteur au lieu d'appliquer un seul type de traitement pour tous les peuplements (Tremblay 2009).

Parallèlement à ce projet, le chercheur Marcel Prévost de la Direction de la recherche forestière (DRF) du MRNF installait un dispositif de recherche sur l'éclaircie précommerciale de tremblaies dans le secteur du Lac Germain, à proximité de la pourvoirie du club Bataram. En raison de la remise en question de l'application du traitement d'EPC dans les peuplements à dominance de tremble (MRNFP 2003), cette étude visait, entre autres, à vérifier le bien fondé de conférer au site, dès le bas âge des peuplements, une vocation feuillue ou résineuse au lieu de tolérer ou même favoriser la mixité des espèces. En ce sens, une EPC favorisant le peuplier faux-tremble mais épargnant systématiquement les résineux du sous-étage, qui ne nuisent possiblement pas à sa croissance, pourrait représenter un compromis intéressant et permettrait de favoriser deux cohortes en même temps (Prévost 2004). D'un point de vue forestier, les avantages de ce traitement sont nombreux pour les peuplements mixtes du Bas-Saguenay. En effet, les résineux sont conservés dans le peuplement pour la prochaine rotation, ils profiteront de l'ouverture du couvert feuillu, leur présence permettra de diminuer en partie l'envahissement du territoire par les feuillus de lumière et pourra diminuer le développement du chancre hypoxylonien chez les peupliers faux-tremble éclaircis.

Cette éclaircie a donc été réalisée opérationnellement avec d'autres types d'EPC dans les projets d'EPC par multitraitement. La conservation des résineux dans le traitement améliorerait la qualité visuelle du site. De plus, la conservation des résineux peut servir d'abris d'hiver pour le lièvre et favoriser son maintien dans ces peuplements. Dans ce sens, ce type de traitement deviendrait aussi une mesure d'atténuation de l'EPC dans le but de conserver certains attributs importants

pour la faune. Ce traitement permettrait donc d'améliorer les peuplements autant dans les domaines forestier et faunique. Cependant, l'effet sur le lièvre n'a pas encore été testé.

Objectif

L'objectif de ce projet est de documenter l'utilisation par le lièvre des peuplements ayant subi l'éclaircie adaptée à la forêt mixte qui vise la préservation d'un couvert mélangé feuillu-résineux. La présence des résineux conservé suite à ce type d'éclaircie devrait permettre le maintien de la structure et du couvert de protection, deux attributs essentiels pour l'habitat d'hiver du lièvre d'Amérique. Ce projet vise à établir une corrélation entre les paramètres de l'habitat (couverture, végétation, structure) et l'utilisation par le lièvre.

Aire d'étude

Le secteur étudié est dans la forêt mixte de Charlevoix et du Bas-Saguenay. Ce territoire fait partie du sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'est caractérisé surtout par les forêts mélangées mésiques (Saucier *et al.* 1998). Le secteur est sur le territoire de la ZEC Buteux-Bas-Saguenay près du Lac du Carcajou (Figure 1). La température annuelle moyenne est de 2,5°C et les précipitations annuelles moyennes sont de 1002 mm, dont environ 30 % sous forme de neige (Environnement Canada, Station Petit-Saguenay).

Les sites d'études sont des secteurs ayant subi des coupes avec protection de la régénération et des sols (CPRS) entre les années 1999 et 2003. Les peuplements en régénération étaient principalement composés de peuplier faux-tremble, d'érable rouge (*Acer rubrum* Linné.) et de bouleau blanc (*Betula papyrifera* Marsh.) pour les feuillus commerciaux, de sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill), d'épinette noire (*Picea mariana* (Miller.) BSP.) et d'épinette blanche (*Picea glauca* (Moench) Voss.) pour les résineux. Il y avait également la présence de feuillus non-commerciaux, principalement le noisetier à long bec (*Corylus cornuta* Marsh.), l'érable à épis (*Acer spicatum* Lam.), l'érable de Pennsylvanie (*Acer pensylvanicum* Linné.) et l'aulne rugueux (*Alnus rugosa* (DuRoi) Sprengel.).

Au cours de la saison estivale 2006, ces secteurs de coupe ont fait l'objet d'un suivi « 4 ans » exigé par le Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). L'analyse des données obtenues indiquait que ces secteurs étaient aptes à être traités en travaux d'éclaircie précommerciale (EPC) mixte.

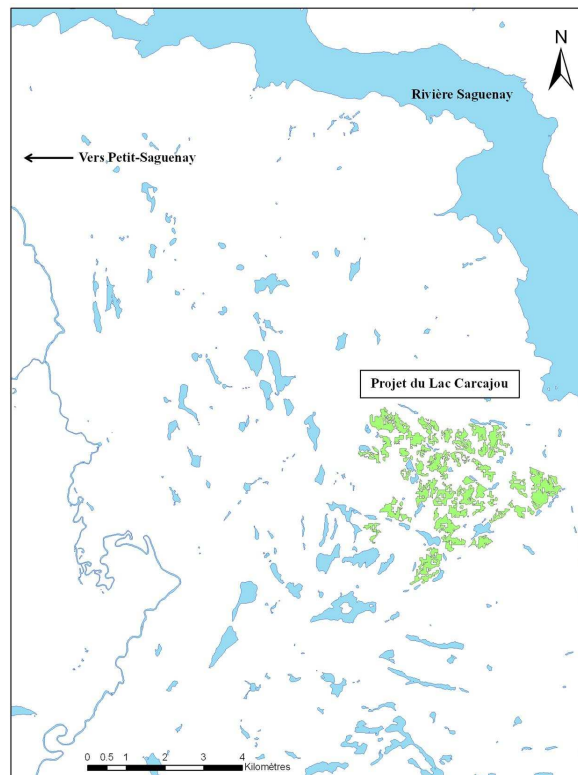


Figure 1: Localisation du projet du Lac du Carcajou

Le traitement

(Technique élaborée par monsieur Marcel Prévost de la Direction de la recherche forestière)
(Prévost 2004)

L'éclaircie adaptée aux peuplements mixtes se fait en créant des espacements de 3 mètres (> 2 m) en épargnant systématiquement tous les résineux. Ce type de traitement devrait donner 1100 tiges/hectare de feuillus.

Pour les feuillus, seules les tiges de moins du 1/3 de la hauteur de la tige feuillue éclaircie sont conservées. Quelle que soit leur hauteur, les tiges résineuses sont conservées systématiquement. La sélection des tiges à éclaircir suit certaines règles traçant les grandes lignes à adopter pour l'UG 33. Les arbres fourchus ou à deux têtes ne doivent pas être favorisés, ne se dirigeant pas vers une qualité sciage.

La sélection entre feuillus tolérants et feuillus intolérants doit respecter l'ordre suivant de priorité d'espèces désirées :

Bouleau jaune > Érable à sucre > Peuplier faux-tremble > Bouleau blanc > Érable rouge

Les défauts suivants déclassent les tiges feuillues au détriment d'essences moins recherchées :

- Arbre fourchu
- Blessure importante
- Carie ou champignon sur le tronc
- Chancre
- Cimes ou racines détruites sur plus du tiers (> 1/3)

Dans le cas où aucune espèce recherchée n'est présente, un arbre de remplissage doit être conservé dans un but d'éducation du peuplement. Ainsi, il faut donner la priorité aux arbres fruitiers. Il est important de dégager les résineux des essences non-commerciales en respectant la norme du 1/3 de hauteur dans les secteurs où il n'y a pas de feuillus commerciaux.

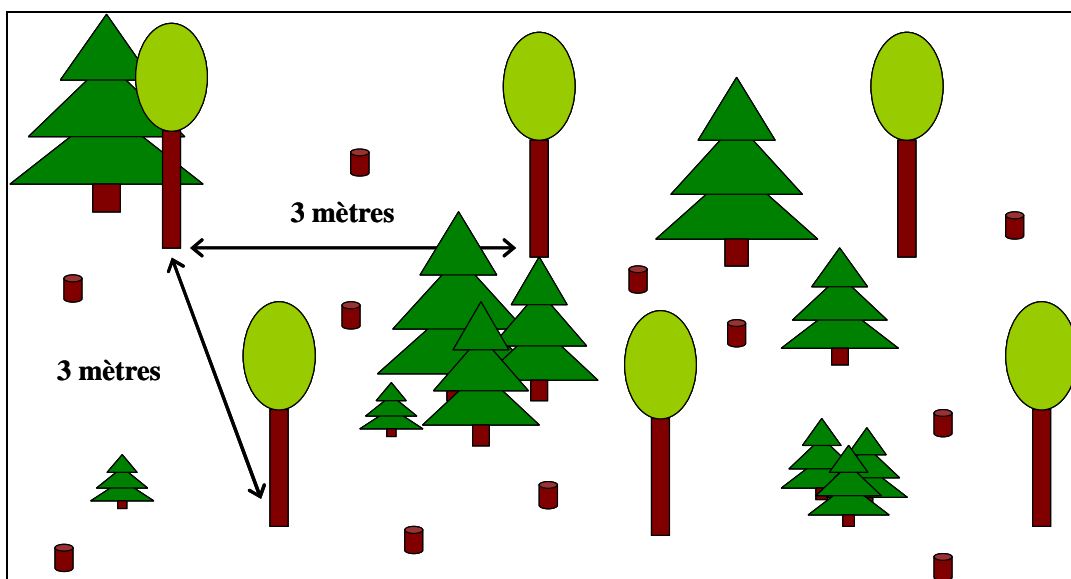


Figure 2 : Schémas de l'éclaircie précommerciale adaptée aux peuplements mixtes

Méthode

Dispositif

Des transects linéaires de 180 mètres dans lequel 10 poteaux ont été plantés au 20 mètres pour indiquer le centre des placettes ont été installés à l'intérieur de blocs ayant été traités en 2008 (sept transects linéaires) et en 2009 (neuf transects linéaires) par une éclaircie précommerciale adaptée à la forêt mixte. Le même type de transect a été installé dans les blocs témoins. Les blocs témoins sont des superficies ayant été traités en CPRS dans les mêmes années que les blocs éclaircis, mais dont aucun traitement d'éclaircie précommerciale n'a été appliqué (sept transects linéaires). La Figure 3 montre le dispositif expérimental.

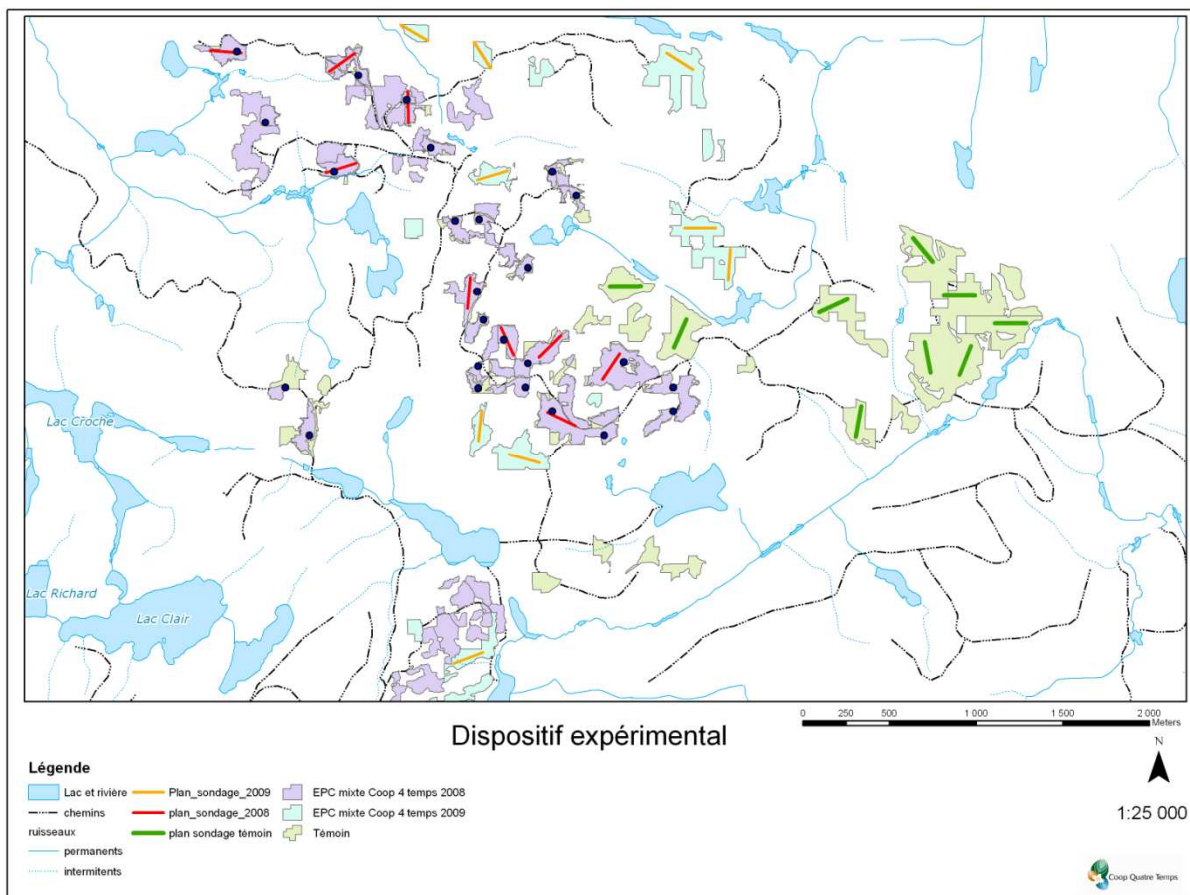


Figure 3: Répartition des transects à l'intérieur du dispositif expérimental.

Les données avant traitement

En 2006 et 2007, des inventaires de suivis 4 ans après coupe ont été réalisés dans ce secteur. Il s'agissait de grappes de 10 microplacettes espacées au 5 mètres dans lesquelles des données étaient prises selon les exigences du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Dans chacune des microplacettes de 4m², tous les résineux de 1 m et plus étaient dénombrés et tous les feuillus de 1,6 m et plus étaient dénombrés. Ces données donnaient le nombre de tiges par hectare pour évaluer l'admissibilité du site au traitement d'EPC. Pour chacun des transects, la grappe de placettes avant traitement la plus proche a été cherchée afin d'évaluer la densité des tiges

résineuses et feuillues avant traitement pour chacun des sites. Certains transects n'avaient pas de grappe proche. Il a donc été impossible d'évaluer la densité avant traitement pour ces sites.

Caractérisation de l'habitat du lièvre

Caractérisation de la végétation

Une caractérisation de la végétation a été effectuée sur tous les transects à raison de 2 microplacettes de 4 m² au point 4 et 7. Les tiges arborescentes et arbustives d'une hauteur supérieure à 10 cm ont été dénombrées selon leur essence et leur classe de hauteur. Six classes ont été utilisées (10-60cm, 61-150cm, 151-250cm, 251-350cm, 351-400cm et 401cm et +) afin d'évaluer la structure des peuplements et la hauteur des différentes espèces ligneuses.

Évaluation de la composition

Afin d'évaluer les paramètres de l'habitat, deux placettes de 5,64 de rayons étaient systématiquement placées le long du transect aux points 4 et 7. À l'intérieur de ces placettes de 100 m², tous les arbres ayant un diamètre à la hauteur de poitrine (DHP, 1,30m) ont été dénombrés par essence et par classe de taille. La hauteur moyenne des tiges a également été notée dans ces placettes.

Évaluation du couvert

L'obstruction visuelle latérale permet d'évaluer la densité horizontale des peuplements. Cette donnée a été mesurée afin de caractériser la qualité du couvert pour la protection du lièvre contre les prédateurs et décrire la variation de la structure du feuillage (Nudds 1975). Celle-ci a été évaluée en utilisant un panneau à profil de végétation placé à 15 mètres de l'observateur (Nudds 1975). Un pourcentage d'obstruction visuelle latérale a été estimé dans toutes les placettes. L'obstruction avec feuillage a été prise en été tandis que l'obstruction sans feuillage a été mesurée à l'automne, après la chute des feuilles. Dans chacune des microplacettes, le pourcentage d'obstruction visuelle latérale moyen était évalué selon cinq classes de hauteur (0-0,5m, 0,5-1m, 1-1,5m, 1,5-2m, 2-2,5m) et selon quatre mesures prises à 0°, 90°, 180° et 270°. L'obstruction visuelle a été mesurée systématiquement au 20 mètres sur tous les transects. Les mêmes points serviront aussi de microplacettes pour le décompte des fèces (figure 4).

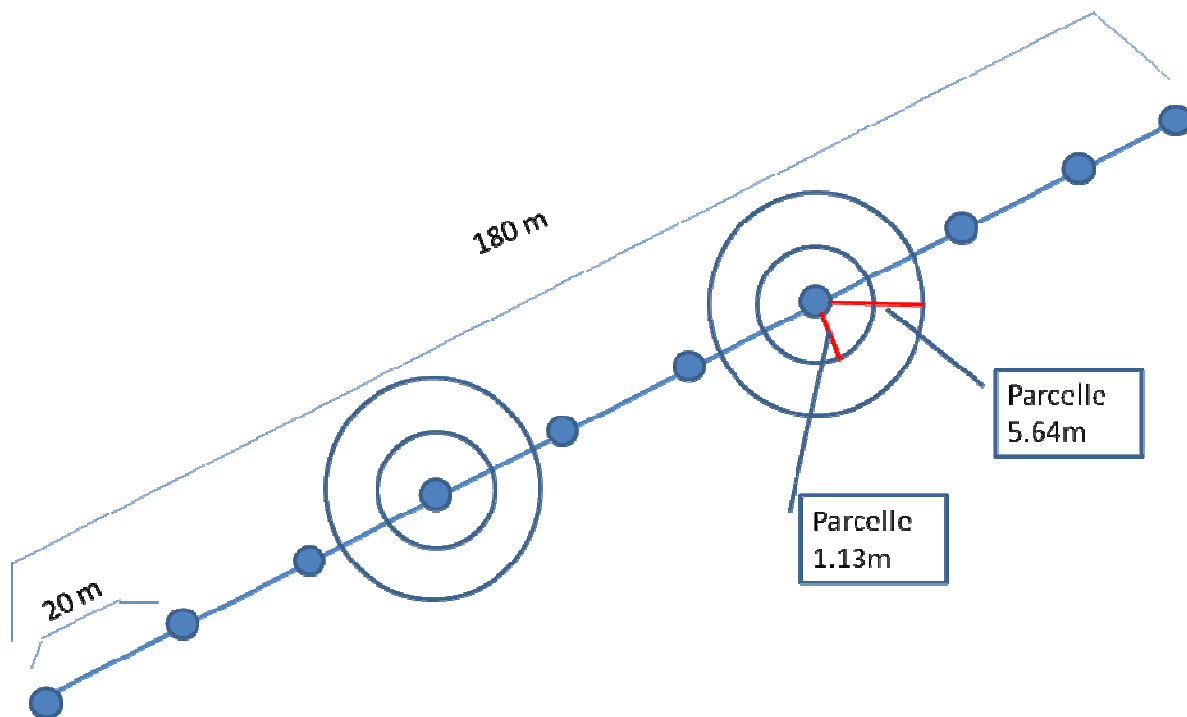


Figure 4: Transect de 180 mètres.

Variables de l'habitat

Le tableau 1 présente les abréviations mnémoniques des différentes variables d'habitats analysées dans ce projet.

Tableau 1 : Abréviations mnémoniques des variables mesurées lors de cette étude

Abréviations	Définitions
EP_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules d'épinettes sp.
SAB_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules de sapin baumier
THO_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules de thuya
Res_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules de résineux
PET_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules de peuplier faux-tremble
BOP_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules de bouleau blanc
ERR_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules d'érable rouge
BOJ_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules de bouleau jaune
COC_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules de noisetier
PRP_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules de cerisier de Pennsylvanie
ERE_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules d'érable à épis
ERP_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules d'érable de Pennsylvanie
SOA_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules de sorbier d'Amérique
AME_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules d'amélanchier sp.
Autre-NC_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules d'autres essences non-commerciales
Feuil_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules de feuillus
Tot_Den_Gaules	Densité (tige/ha) de gaules totale
EP < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges d'épinettes sp. plus petite que 150 cm
EP ≥ 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges d'épinettes sp. plus grande ou égale à 150 cm
EP_Tot	Densité (tige/ha) totale d'épinettes
SAB < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de sapin baumier plus petite que 150 cm

SAB \geq 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de sapin baumier plus grande ou égale à 150 cm
SAB_Tot	Densité (tige/ha) totale de sapin baumier
PIB < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de pin blanc plus petite que 150 cm
THO < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de thuya plus petite que 150 cm
Res < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de résineux plus petite que 150 cm
Res \geq 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de résineux plus grande ou égale à 150 cm
Res_Tot	Densité (tige/ha) totale de résineux
BOP < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de bouleau blanc plus petite que 150 cm
BOP \geq 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de bouleau blanc plus grande ou égale à 150 cm
BOP_Tot	Densité (tige/ha) totale de bouleau blanc
PET < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de peuplier faux-tremble plus petite que 150 cm
PET \geq 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de peuplier faux-tremble plus grande ou égale à 150 cm
PET_Tot	Densité (tige/ha) totale de peuplier faux-tremble
BOJ < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de bouleau jaune plus petite que 150 cm
BOJ \geq 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de bouleau jaune plus grande ou égale à 150 cm
BOJ_Tot	Densité (tige/ha) totale de bouleau jaune
ERR < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges d'érable rouge plus petite que 150 cm
ERR \geq 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges d'érable rouge plus grande ou égale à 150 cm
ERR_Tot	Densité (tige/ha) totale d'érable rouge
COC < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de noisetier plus petite que 150 cm
COC \geq 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de noisetier plus grande ou égale à 150 cm
COC_Tot	Densité (tige/ha) totale de noisetier
PRP < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de cerisier de Pensylvanie plus petite que 150 cm
PRP \geq 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de cerisier de Pensylvanie plus grande ou égale à 150 cm
PRP_Tot	Densité (tige/ha) totale de cerisier de Pensylvanie
SOA < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de sorbier d'Amérique plus petite que 150 cm
ERE < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges d'érable à épis plus petite que 150 cm
ERE \geq 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges d'érable à épis plus grande ou égale à 150 cm
ERE_Tot	Densité (tige/ha) totale d'érable à épis
ERP < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges d'érable de Pensylvanie plus petite que 150 cm
ERP \geq 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges d'érable de Pensylvanie plus grande ou égale à 150 cm
ERP_Tot	Densité (tige/ha) totale de Pensylvanie
AME < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges d'amélanchier sp. plus petite que 150 cm
Autre_NC < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges d'autres essences non-commerciales plus petite que 150 cm
Autre_NC \geq 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges d'autres essences non-commerciales plus grande ou égale à 150 cm
Autre_NC_Tot	Densité (tige/ha) totale d'autres essences non-commerciales
Feuil < 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de feuillus plus petite que 150 cm
Feuil \geq 150 cm	Densité (tige/ha) de tiges de feuillus plus grande ou égale à 150 cm
Feuil_Tot	Densité (tige/ha) totale de feuillus
Total < 150 cm	Densité (tige/ha) totale de tiges plus petite que 150 cm
Total \geq 150 cm	Densité (tige/ha) totale de tiges plus grande ou égale à 150 cm
Total_Tot	Densité (tige/ha) totale de tiges
Hauteur	Hauteur moyenne des tiges dominantes
Été_Obla_05	% moyen d'obstruction du couvert latéral entre 0 et 0,5 m de hauteur en été
Été_Obla_10	% moyen d'obstruction du couvert latéral entre 0,5 et 1 m de hauteur en été
Été_Obla_15	% moyen d'obstruction du couvert latéral entre 1 et 1,5 m de hauteur en été
Été_Obla_20	% moyen d'obstruction du couvert latéral entre 1,5 et 2 m de hauteur en été
Été_Obla_25	% moyen d'obstruction du couvert latéral entre 2 et 2,5 m de hauteur en été
Été_Obla_Tot	% moyen d'obstruction du couvert latéral entre 0 et 2,5 m de hauteur en été
Aut_Obla_05	% moyen d'obstruction du couvert latéral entre 0 et 0,5 m de hauteur en automne
Aut_Obla_10	% moyen d'obstruction du couvert latéral entre 0,5 et 1 m de hauteur en automne
Aut_Obla_15	% moyen d'obstruction du couvert latéral entre 1 et 1,5 m de hauteur en automne
Aut_Obla_20	% moyen d'obstruction du couvert latéral entre 1,5 et 2 m de hauteur en automne
Aut_Obla_25	% moyen d'obstruction du couvert latéral entre 2 et 2,5 m de hauteur en automne

Utilisation de l'habitat

L'incidence des fèces du lièvre permet d'évaluer l'utilisation du territoire en hiver. Le nettoyage des microplacettes a été réalisé juste avant l'arrivée de la neige à la fin 2009 et le décompte (absence-présence) a été réalisé dès la fonte de la neige au printemps 2010. Ces résultats permettent d'évaluer l'effet des variables de composition et de structure sur l'utilisation du territoire.

Analyses statistiques

La normalité et l'homogénéité de l'incidence des fèces et des variables descriptives de l'habitat ont été vérifiées et une transformation par la racine carrée ou logarithmique a été utilisée lorsque nécessaire afin de respecter les postulats de base aux analyses subséquentes.

Des ANOVA à un facteur ont été réalisées afin de comparer la densité des tiges dans les différentes conditions avant la réalisation des traitements. Des tests de comparaison multiple (test de Tukey) ont ensuite été réalisés afin de relever des différences significatives entre les conditions.

Une ANOVA à un facteur a été réalisée pour comparer l'incidence des fèces entre les conditions. Un test de comparaison multiple (test de Tukey) a ensuite été réalisé afin de relever des différences significatives entre les conditions.

Les descripteurs d'habitats après traitement ont également été comparés entre les conditions au moyen d'une ANOVA à un facteur et dans le cas où les variances différaient significativement entre elles, des tests de comparaisons multiples (test de Tukey) ont été réalisés entre les moyennes.

L'analyse de régression multiple a été utilisée afin d'identifier les variables de l'habitat qui expliquent le mieux la variation de l'incidence des fèces de lièvre entre les sites étudiés. Le nombre de variables à inclure dans l'analyse a d'abord été réduit afin de respecter les postulats de base. Seules les variables significativement corrélées (test de corrélation de Pearson) avec l'incidence de fèces au seuil de $P < 0,25$ ont été retenues pour l'analyse de régression multiple. La méthode utilisée pour le choix des variables a ensuite été la méthode pas à pas (stepwise) selon la procédure Mixed de Jump. Les données retenues ont ensuite été introduites dans le modèle.

Des tests de corrélations (test de corrélation de Pearson) ont également été réalisés entre les variables du modèle de régression multiple et les autres variables de l'habitat retenues pour l'analyse de régression multiple.

Finalement, une analyse en composante principale avec les variables retenues pour l'analyse de régression multiple a été réalisée afin de séparer les sites selon les principaux facteurs.

Les analyses ont été réalisées avec le logiciel Jump In version 5.1 (SAS Institute Inc. 2003).

Résultats

Densité des tiges avant les traitements d'EPC

La densité, avant le traitement d'EPC, des tiges de plus de 1 m pour les résineux et de plus de 1,6 m pour les feuillus est présentée à la figure 5 pour chacun des sites où il a été possible de prendre ces mesures. La norme actuelle pour l'admissibilité d'un peuplement au traitement d'EPC est de 4000 tiges/ha (MRNF 2008). Tous les sites mesurés présentaient une densité supérieure ou égale au minimum requis par la norme. La densité variait de 4000 à 42750 tiges/ha. La composition en feuillus et résineux variait beaucoup d'un site à l'autre.

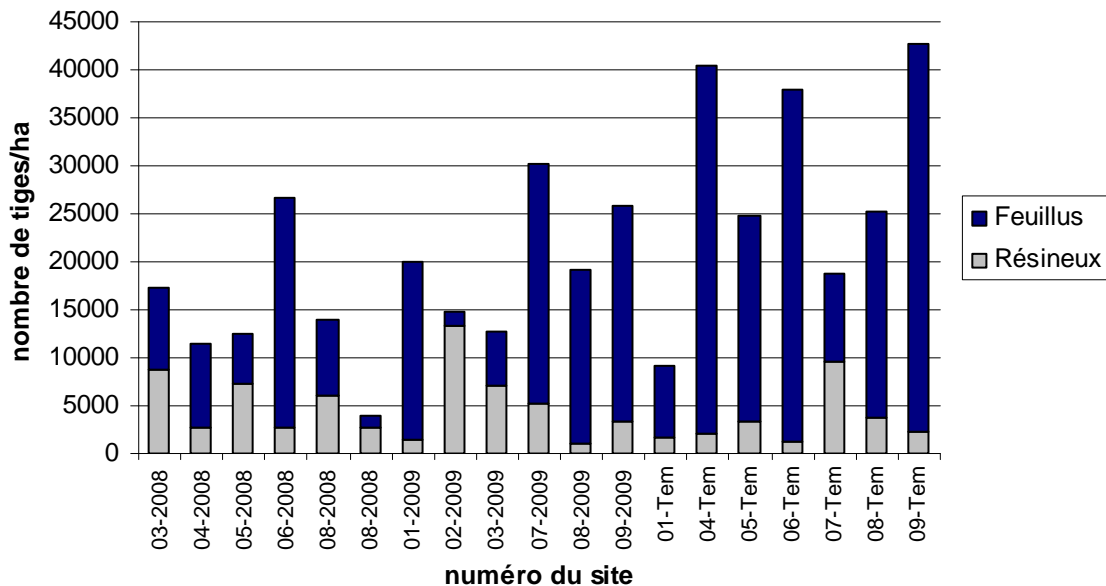


Figure 5 : Densité des tiges (feuillus $\geq 1,6m$; résineux $\geq 1m$) dans différents sites avant les traitements d'éclaircies

Les analyses de variance (ANOVA) entre les densités moyennes avant traitement montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les conditions pour les tiges résineuses et feuillues analysées séparément (Tableau 2). Cependant, il y a une différence significative ($P = 0.0488$) entre la densité moyenne du total des tiges pour les sites éclaircis en 2008 et les sites témoins avant la réalisation du traitement d'EPC (Tableau 2, Figure 6). Cette différence significative est probablement attribuable à la grande variabilité de la densité entre les sites avant la réalisation du traitement (Figure 5). Il est cependant possible de dire que les sites étaient tous aptes au traitement d'EPC mixte et que les sites témoins pourront être comparés aux sites éclaircis.

Tableau 2 : Résultats de l'ANOVA pour le nombre de tiges avant traitement entre les trois conditions

Type de tige	Effet	Variable auxiliaire (F)	P ≤	Degré de liberté
Résineux	Conditions	0,70	0,5096	2
Feuillus	Conditions	3,51	0,0544	2
Total	Conditions	3,67	0,0488	2

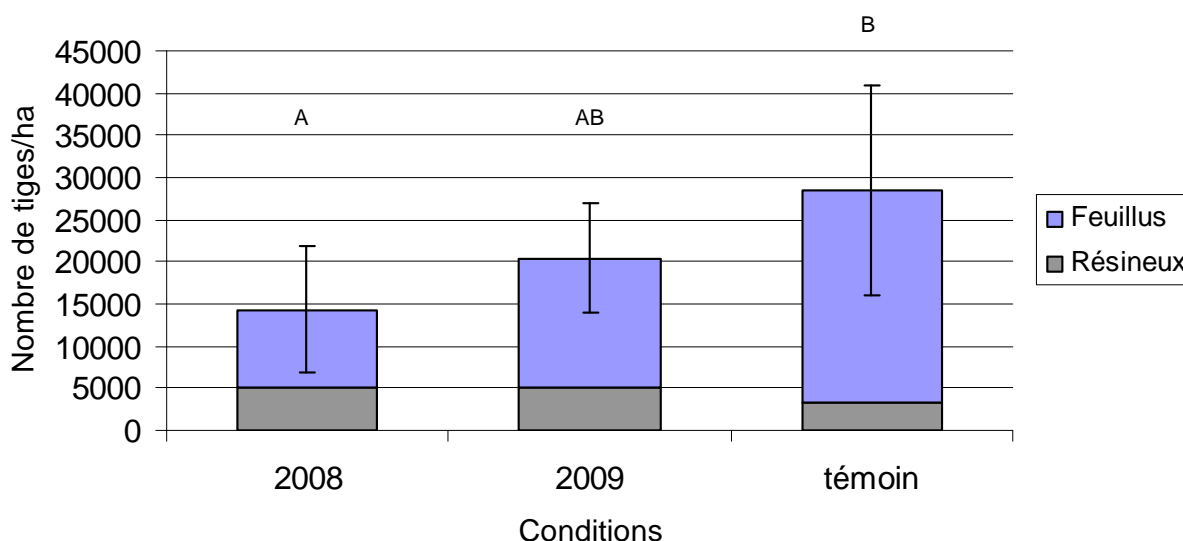


Figure 6 : Densité moyenne (\pm écart-type) des tiges (résineux \geq 1m, feuillues \geq 1,6m) avant traitement entre les trois conditions. Les colonnes qui ont une même lettre ne sont pas significativement différentes entre les conditions ($P > 0,05$)

Utilisation des sites par le lièvre en hiver

Les données sur l'incidence des fèces de lièvre montrent qu'il y a une différence significative entre les conditions (Tableau 3). L'incidence du crottin a été significativement plus importante dans les sites témoins que dans les sites éclaircis. Il n'y avait pas de différence entre les sites éclaircis en 2008 et ceux éclaircis en 2009 (Figure 7).

Tableau 3 : Résultats de l'ANOVA pour l'incidence des crottins de lièvre d'Amérique entre les deux années d'EPC mixte et les témoins

Effet	Variable auxiliaire (F)	P ≤	Degré de liberté
Conditions	8,14	0,0026	2

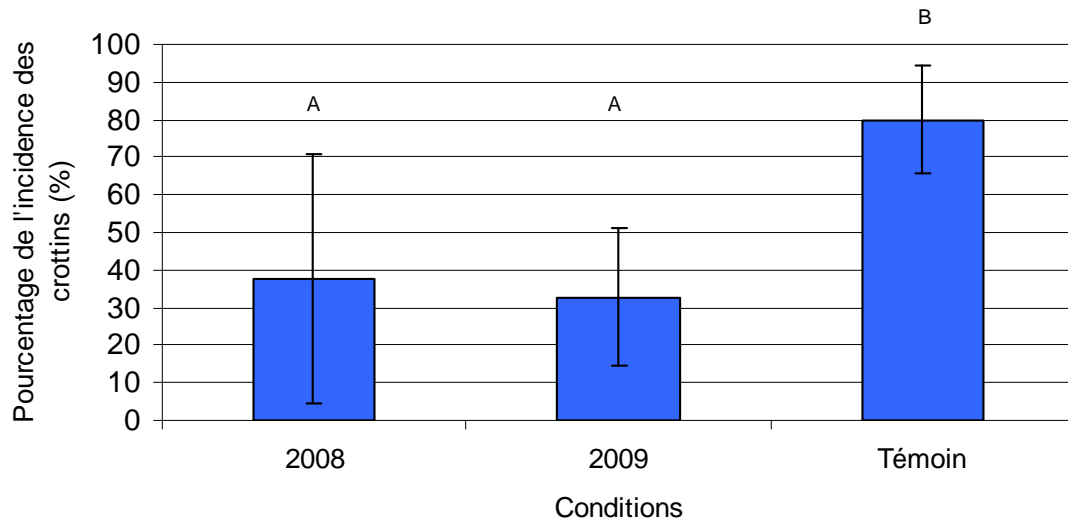


Figure 7 : Incidence moyen (\pm écart-type) des crottins de lièvre d'Amérique par condition. Les colonnes qui ont une même lettre ne sont pas significativement différentes entre les conditions ($P > 0,05$)

Description de l'habitat

La densité moyenne des gaules résineuses ne différait pas entre les conditions ($F = 0,06$, $P = 0,9457$, 2 d.l.). La densité moyenne des gaules feuillues différait significativement entre les conditions ($F = 50,33$, $P \leq 0,0001$, 2 d.l.). Elle était plus élevée dans les sites témoins que dans les sites éclaircis (Figure 8). La densité moyenne totale différait significativement entre les conditions en raison de la différence entre la densité des gaules feuillues dans les sites témoins et ceux éclaircis ($F = 21,28$, $P \leq 0,0001$, 2 d.l.).

Il n'y avait pas de différence significative entre la densité des résineux de moins de 150 cm ($F = 2,66$, $P = 0,0975$, 2 d.l.), de 150 cm et plus ($F = 0,04$, $P = 0,9655$, 2d.l.) et pour le total des tiges résineuses (1,30, $P = 0,2941$, 2d.l.) (Figure 9). La densité des tiges feuillues de 150cm et plus était significativement plus élevée que celle des sites éclaircis ($F = 13,33$, $P = 0,0002$, 2d.l.) (Figure 9). Il n'y avait pas de différence significative entre les conditions pour les tiges feuillues de moins de 150 cm ($F = 0,47$, $P = 0,6299$, 2d.l.) et pour le nombre total de tiges feuillues ($F = 0,43$, $P = 0,6583$, 2d.l.) (Figure 9).

L'obstruction latérale de la végétation en été entre 0 et 0,5m différait significativement entre les sites éclaircis en 2009 et les sites témoins ($F = 8,88$, $P = 0,0017$, 2d.l.) (Figure 10), mais il n'y avait pas de différence entre les sites éclaircis en 2008 et les sites témoins et entre les sites éclaircis en 2008 ceux éclaircis en 2009. Pour toutes les autres classes de hauteur, l'obstruction latérale en été différait significativement entre les conditions (0,5 à 1m : $F = 19,49$, $P \leq 0,0001$, 2d.l.; 1 à 1,5m : $F = 25,84$, $P \leq 0,0001$, 2d.l.; 1,5 à 2m : $F = 22,79$, $P \leq 0,0001$, 2d.l.; 2 à 2,5m : $F = 16,63$, $P = 0,0001$, 2d.l.; 0 à 2,5m : $F = 20,68$, $P = 0,0001$, 2d.l.) et elle était significativement plus faible dans les sites éclaircis que dans les sites témoins (Figure 10). L'obstruction latérale

moyen entre 0 et 2,5m était de 71 % pour les sites éclaircis en 2008, de 69% pour les sites éclaircis en 2009 et de 94% pour les sites témoins (Figure 10).

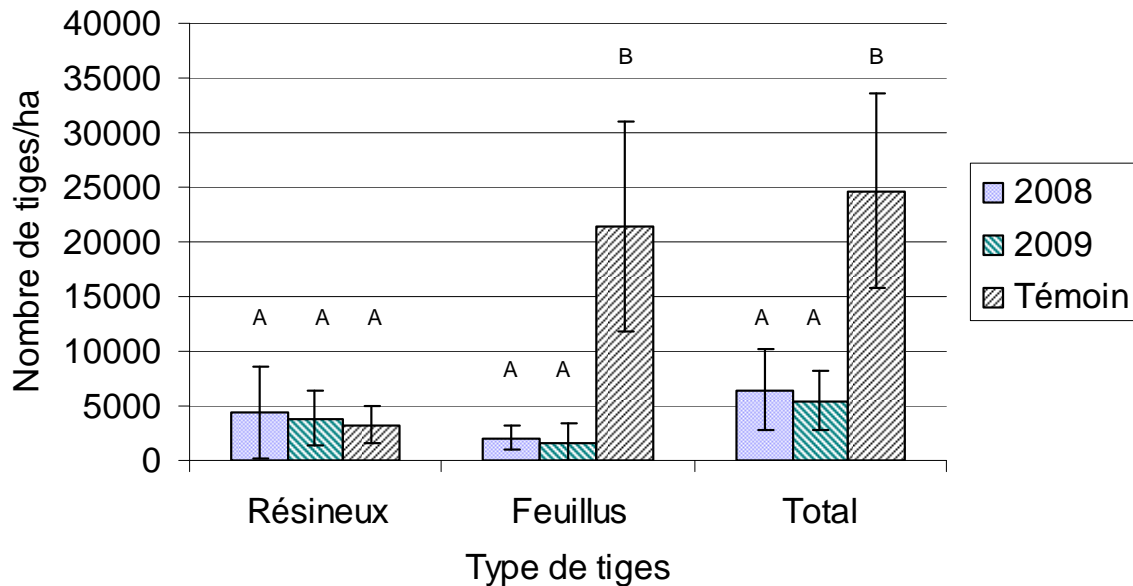


Figure 8 : Densité moyenne (\pm écart-type) des gaules (tige $\geq 1,30$ m) mesurées dans les trois conditions. Les colonnes qui ont une même lettre ne sont pas significativement différentes entre les conditions ($P > 0,05$)

L'obstruction latérale de la végétation en automne différait significativement entre les conditions pour toutes les classes de hauteur sauf celle de 2 à 2,5m de hauteur (0 à 0,5m : $F = 7,84$, $P = 0,0031$, 2d.l.; 0,5 à 1m : $F = 9,37$, $P = 0,0013$, 2d.l.; 1 à 1,5m : $F = 5,98$, $P = 0,0092$, 2d.l.; 1,5 à 2m : $F = 4,66$, $P = 0,0219$, 2d.l.; 0 à 2,5m : $F = 6,05$, $P = 0,0088$, 2d.l.) et elle était significativement plus faible dans les sites éclaircis que dans les sites témoins (Figure 11). Pour l'obstruction latérale de 2 à 2,5m il n'y avait pas de différence significative ($F = 2,88$, $P = 0,0795$, 2d.l.), mais la moyenne était également plus faible dans les sites éclaircis que dans les sites témoins. L'obstruction latérale moyen entre 0 et 2,5m était de 65 % pour les sites éclaircis en 2008, de 65% pour les sites éclaircis en 2009 et de 81% pour les sites témoins (Figure 10).

Le tableau 4 présente les coefficients de corrélation de Pearson entre l'incidence du crottin (%) et les variables d'habitats mesurées pendant la saison 2009. Des 70 variables d'habitat mesurées, 38 ont une corrélation significative au seuil de 0,25 et ont été retenues pour l'analyse de régression multiple. De ces 38 variables, 12 sont significativement corrélées positivement ($P < 0,05$) avec l'incidence de crottins soit la densité de gaules de peuplier faux-tremble (PET_Den_Gaules), la densité de gaules d'érable rouge (ERR_Den_Gaules), la densité de gaules feuillues (Feuil_Den_Gaules), la densité de gaules totale (Tot_Den_Gaules), la densité de tiges de peuplier faux-tremble plus grandes ou égales à 150cm (PET ≥ 150 cm), la densité totale de tiges plus grandes ou égales à 150cm (Tot ≥ 150 cm), l'obstruction latérale mesurée en automne pour les cinq classes de hauteur (Aut_Obla_05, Aut_Obla_10, Aut_Obla_15, Aut_Obla_20, Aut_Obla_25) et la moyenne entre 0 et 2,5m (Aut_Obla_Tot). La densité de tiges de noisetier

plus petites que 150cm (COC < 150cm), la densité de tiges feuillues plus petites que 150cm (Feuil < 150cm) et la densité totale de tiges plus petites que 150cm (Tot < 150cm) étaient significativement corrélée négativement avec l'incidence de crottins de lièvre.

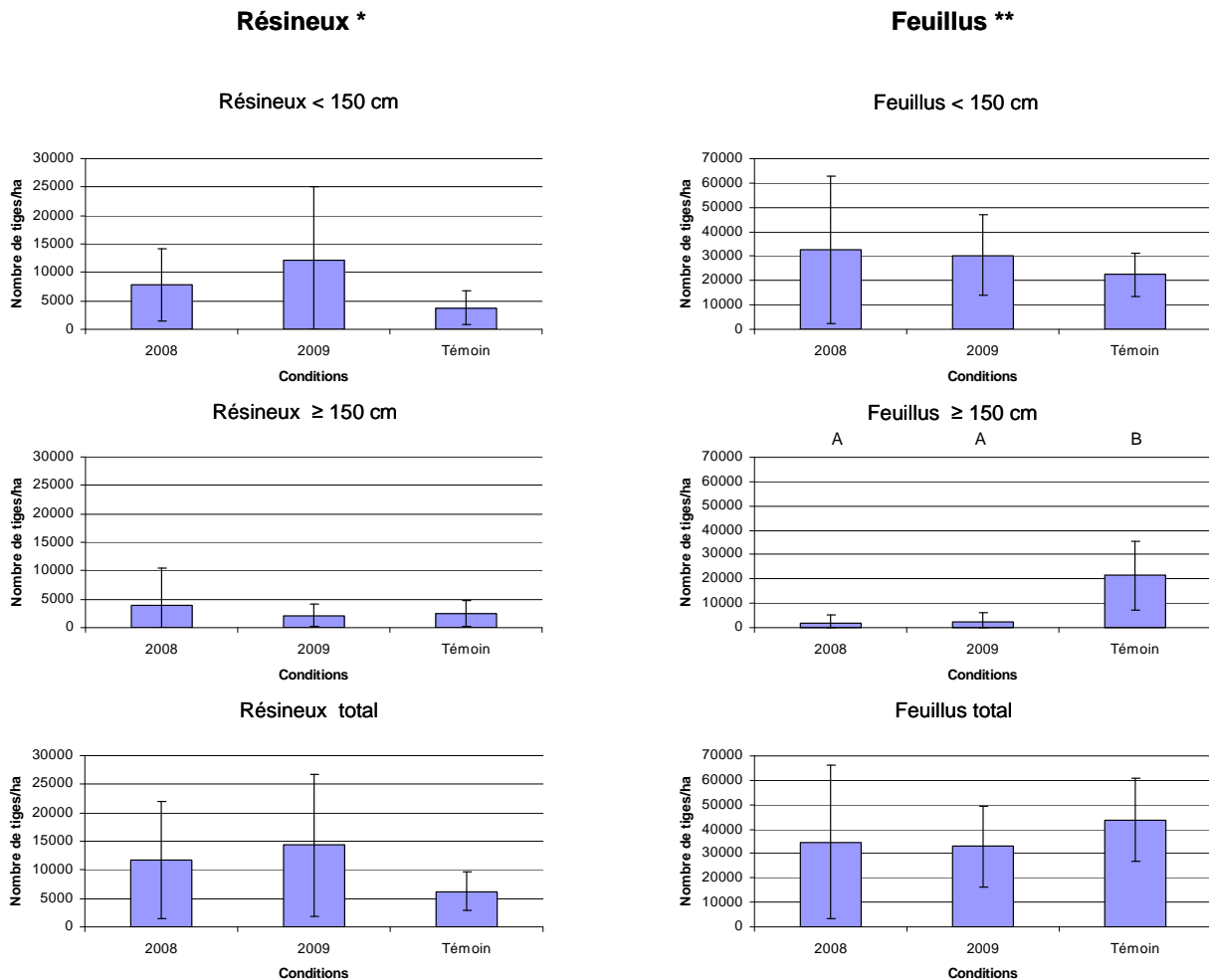


Figure 9 : Densité moyenne (\pm écart-type) des essences résineuses et feuillues selon la hauteur des tiges dans les conditions étudiées. * inclut principalement le sapin baumier et les épinettes sp.. ** inclut principalement le peuplier faux-tremble, le bouleau blanc, l'érable rouge, le noisetier, l'érable à épis et l'érable de Pensylvanie. Les colonnes qui ont une même lettre ne sont pas significativement différentes entre les conditions ($P > 0,05$)

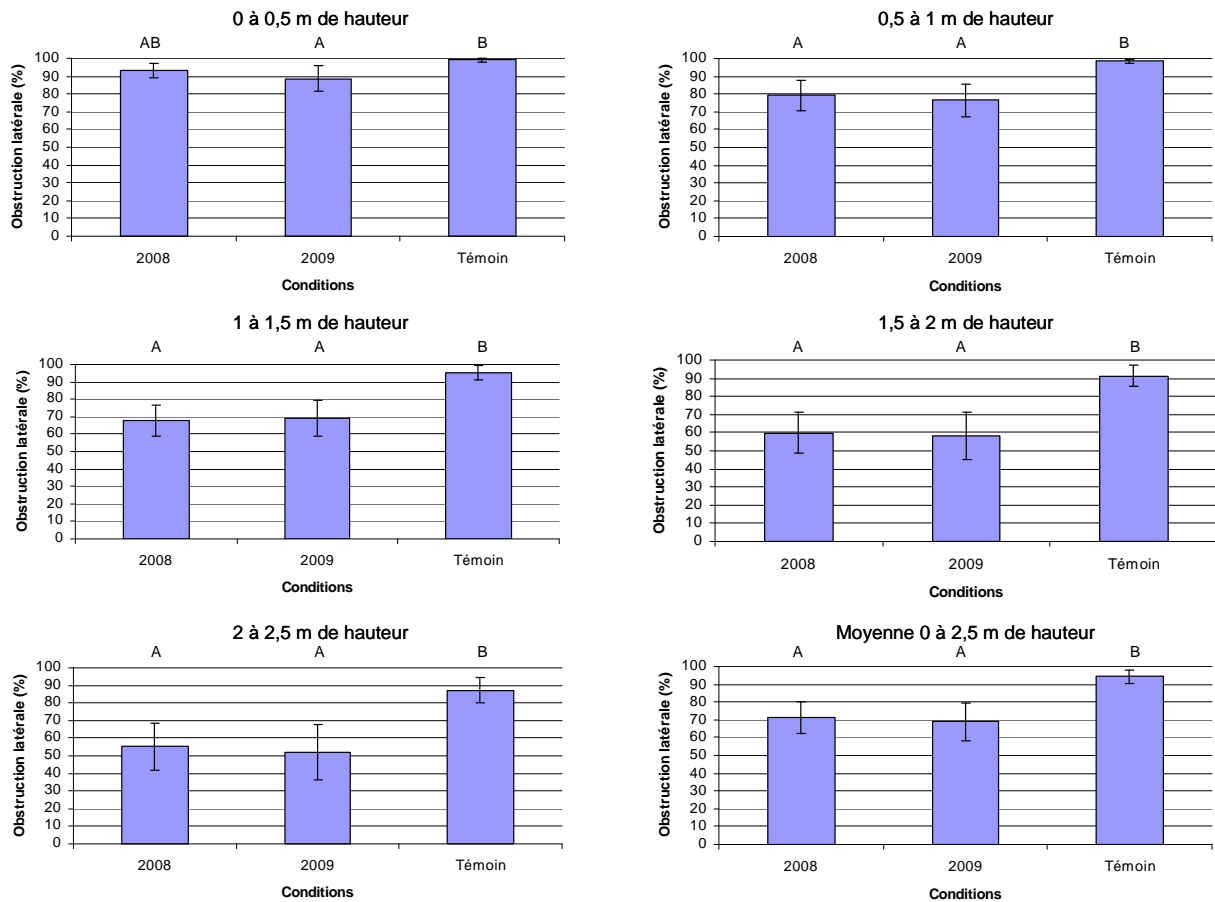


Figure 10 : Obstruction latérale de la végétation (moyenne \pm écart-type) par classes de hauteur dans les conditions étudiées pendant l'été 2009. Les colonnes qui ont une même lettre ne sont pas significativement différentes entre les conditions ($P > 0,05$)

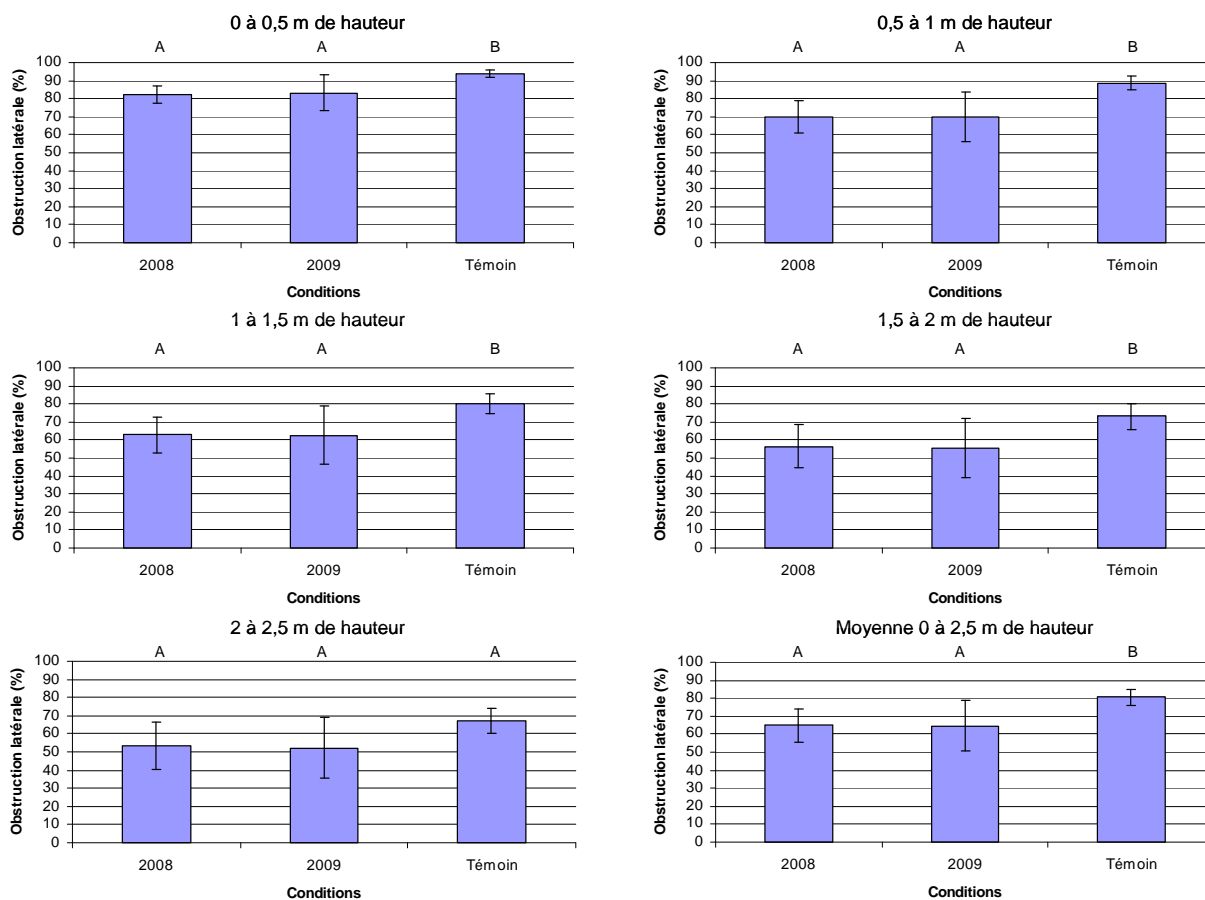


Figure 11 : Obstruction latérale de la végétation (moyenne ± écart-type) par classes de hauteur dans les conditions étudiées pendant l'automne 2009. Les colonnes qui ont une même lettre ne sont pas significativement différentes entre les conditions ($P > 0,05$)

Tableau 4 : Coefficient de corrélation de Pearson et niveau de probabilité entre l'incidence du crottin de lièvre d'Amérique par station et les variables de l'habitat. Les variables grisées ont un niveau de probabilité $P < 0,25$

Variabes de l'habitat	Coefficient de Pearson	P <=
EP_Den_Gaules	0,055356	0,8019
SAB_Den_Gaules	0,348301	0,1034
THO_Den_Gaules	0,259175	0,2324
Res_Den_Gaules	0,358577	0,0929
PET_Den_Gaules	0,538365	0,0080
BOP_Den_Gaules	0,243877	0,2621
ERR_Den_Gaules	0,612951	0,0019
BOJ_Den_Gaules	0,123433	0,5747
COC_Den_Gaules	0,242977	0,2639
PRP_Den_Gaules	0,195922	0,3703
ERE_Den_Gaules	0,197644	0,3660
ERP_Den_Gaules	0,283318	0,1902
SOA_Den_Gaules	0,371987	0,0805
AME_Den_Gaules	0,127744	0,5613
Autre-NC_Den_Gaules	0,358351	0,0931
Feuil_Den_Gaules	0,505264	0,0139
Tot_Den_Gaules	0,622482	0,0015
EP < 150 cm	-0,27197	0,2093
EP ≥ 150 cm	-0,27234	0,2087
EP_Tot	-0,28825	0,1823
SAB < 150 cm	-0,05899	0,7892
SAB ≥ 150 cm	0,340405	0,1120
SAB_Tot	0,141789	0,5187
PIB < 150 cm	-0,27234	0,2087
THO < 150 cm	-0,06355	0,7733
Res < 150 cm	-0,14232	0,5171
Res ≥ 150 cm	0,325267	0,1299
Res_Tot	0,021218	0,9234
BOP < 150 cm	-0,18936	0,3868
BOP ≥ 150 cm	-0,09198	0,6764
BOP_Tot	-0,1833	0,4025
PET < 150 cm	-0,10485	0,6340
PET ≥ 150 cm	0,41543	0,0487
PET_Tot	0,301949	0,1614
BOJ < 150 cm	0,087707	0,6907
BOJ ≥ 150 cm	0,145249	0,5084
BOJ_Tot	0,096045	0,6629
ERR < 150 cm	0,269801	0,2131
ERR ≥ 150 cm	0,34167	0,1106
ERR_Tot	0,333887	0,1195
COC < 150 cm	-0,47769	0,0212
COC ≥ 150 cm	0,240485	0,2690
COC_Tot	-0,39768	0,0602
PRP < 150 cm	-0,31489	0,1433
PRP ≥ 150 cm	-0,05766	0,7938
PRP_Tot	-0,19079	0,3832
SOA < 150 cm	-0,24763	0,2546

ERE < 150 cm	-0,35169	0,0998
ERE ≥ 150 cm	0,195874	0,3704
ERE_Tot	-0,20849	0,3397
ERP < 150 cm	-0,2442	0,2615
ERP ≥ 150 cm	0,166345	0,4481
ERP_Tot	-0,18296	0,4034
AME < 150 cm	0,060437	0,7841
Autre_NC < 150 cm	-0,06011	0,7853
Autre_NC ≥ 150 cm	0,284447	0,1884
Autre_NC_Tot	-0,04287	0,8460
Feuil < 150 cm	-0,50058	0,0150
Feuil ≥ 150 cm	0,404425	0,0556
Feuil_Tot	-0,24765	0,2546
Total < 150 cm	-0,60164	0,0024
Total ≥ 150 cm	0,517729	0,0114
Total_Tot	-0,29939	0,1652
Hauteur	0,362235	0,0894
Aut_Obla_05	0,605888	0,0022
Aut_Obla_10	0,68083	0,0003
Aut_Obla_15	0,670734	0,0005
Aut_Obla_20	0,679716	0,0004
Aut_Obla_25	0,678863	0,0004
Aut_Obla_Tot	0,692271	0,0003

Le meilleur modèle obtenu suite à l'analyse de régression multiple est présenté au tableau 5. Selon ce modèle la densité de gaules d'érable rouge (ERR_Den_Gaules), la densité de gaules de sorbier d'Amérique (SOA_Den_Gaules), la densité de tiges de sapin baumier plus grandes ou égales à 150cm (SAB ≥ 150cm), la densité de tiges résineuses plus grandes ou égales à 150cm (RES ≥ 150cm), la densité de tiges de noisetier plus petites que 150cm (COC < 150cm) et la densité de tiges d'autres essences non commerciales plus grandes ou égale à 150cm (Aut_NC ≥ 150cm) sont les variables qui expliquent le mieux la variabilité de l'incidence du crottin entre les sites.

Tableau 5 : Modèle de l'analyse de régression multiple

Variables	Estimation	Erreur-type	Valeur de t	P ≤
Intercept	22,105521	6,867176	3,22	0,0054
ERR_Den_Gaules	0,0106014	0,002046	5,18	<0,0001
SOA_Den_Gaules	0,103404	0,03727	2,77	0,0135
SAB ≥ 150 cm	0,0196412	0,012827	1,53	0,1452
RES ≥ 150 cm	-0,016278	0,012923	-1,26	0,2259
COC <150 cm	-0,00038	0,000241	-1,58	0,1346
Aut_NC ≥ 150 cm	0,0133906	0,006593	2,03	0,0592

Valeur de F = 12,4166 P= < 0,0001 R² = 82,3%

Le tableau 6 présente les corrélations de Pearson entre ces variables et les autres variables de l'habitat retenues pour l'analyse de régression multiple. La densité de gaules d'érable rouge (ERR_Den_Gaules) est fortement corrélée avec les données de densité des tiges feuillues et la densité du peuplier faux-tremble en particulier. Elle est également fortement corrélée avec les données d'obstruction latérale. La densité de gaules de sorbier d'Amérique (SOA_Den_Gaules) n'est pas corrélée avec les autres variables d'habitat. La densité de tiges de sapin baumier plus grandes ou égales à 150cm ($SAB \geq 150\text{cm}$) est fortement corrélée avec les données de densités des grandes tiges résineuses et avec l'obstruction latérale de 2 à 2,5m de hauteur. Elle est inversement corrélée avec la densité totale des tiges plus petite que 150cm. La densité de tiges résineuses plus grandes ou égales à 150cm ($RES \geq 150\text{cm}$) est fortement corrélée avec les densités des hautes tiges de sapin baumier et inversement corrélée avec la densité totale des tiges plus petite que 150cm. La densité de tiges de noisetier plus petites que 150cm ($COC < 150\text{cm}$) est fortement corrélée avec la densité de petites tiges d'érable à épis, de tiges feuillues et de petites tiges au total. Elle est inversement corrélée avec la densité des gaules résineuses et l'obstruction latérale. Finalement, la densité de tiges d'autres essences non-commerciales ($Aut_NC \geq 150\text{cm}$) est corrélée avec la densité de gaules de thuya et la densité d'érable rouge.

Suite à l'analyse en composante principale effectuée avec les 38 variables utilisées pour l'analyse de régression multiple, quatre facteurs ont été retenus suite à l'analyse visuelle du diagramme par points des valeurs propres en fonction du nombre de facteurs. Ces quatre facteurs expliquent plus de 70% de la variance totale entre les sites (Tableau 7). Le premier facteur (explique 31,9% de la variance) est influencé par des variables de l'obstruction latérale et de la densité des gaules feuillues. Le second facteur (explique 18,5% de la variance) est influencé par la densité totale des tiges résineuses et feuillues. Le troisième facteur (explique 11,9% de la variance) est influencé par les tiges résineuses et feuillues plus petites que 150cm et finalement le quatrième facteur (explique 7,8% de la variance) est influencé par les tiges feuillues non-commerciales de plus de 150cm. La figure 12 présente la répartition des sites étudiés en fonction des deux premiers facteurs de l'analyse en composante principale. Les deux premiers facteurs permettent de bien séparer les conditions des sites témoins des conditions des sites éclaircis. La distinction entre les deux années d'éclaircie n'est pas possible. La principale différence entre les sites témoins et les sites éclaircis est donc attribuable à la densité des tiges feuillues et résineuses, en particulier la densité des gaules feuillues, ainsi qu'à l'obstruction latérale de la végétation.

Tableau 6: Coefficient de corrélation de Pearson et niveau de probabilité entre les variables retenues pour le modèle et les autres variables retenues pour l'analyse de régression multiple. Les corrélations significatives à $P \leq 0,05$ sont indiquées en gras

Variable de l'habitat	ERR_Den_Gaules		SOA_Den_Gaules		SAB \geq 150 cm		RES \geq 150 cm		COC <150 cm		Aut_NC \geq 150 cm	
	Coefficient de Pearson	$P \leq$	Coefficient de Pearson	$P \leq$	Coefficient de Pearson	$P \leq$	Coefficient de Pearson	$P \leq$	Coefficient de Pearson	$P \leq$	Coefficient de Pearson	$P \leq$
SAB_Den_Gaules	-0,21973	0,3137	-0,01149	0,9585	0,771723	0,0001	0,768905	0,0001	-0,44240	0,0345	0,034152	0,8771
THO_Den_Gaules	0,212067	0,5821	-0,13075	0,5521	-0,04939	0,8229	-0,05292	0,8105	-0,15894	0,4688	0,960641	0,0001
Res_Den_Gaules	-0,17823	0,4159	-0,01679	0,9394	0,739419	0,0001	0,738848	0,0001	-0,46434	0,0256	0,065731	0,7657
PET_Den_Gaules	0,901345	0,0001	0,094986	0,6664	-0,13831	0,5291	-0,14599	0,5063	-0,22015	0,3128	-0,04995	0,8209
ERR_Den_Gaules	-	-	0,164219	0,4540	-0,21441	0,3259	-0,22109	0,3107	-0,14418	0,5116	0,176899	0,4194
ERP_Den_Gaules	0,182086	0,4057	0,271219	0,2106	0,091156	0,6791	0,090367	0,6818	-0,17159	0,4337	-0,06805	0,7577
SOA_Den_Gaules	0,164219	0,4540	-	-	-0,14494	0,5094	-0,15159	0,4899	-0,21499	0,3246	-0,10449	0,6352
Autre-NC_Den_Gaules	0,442584	0,0344	-0,15983	0,4663	-0,15511	0,4798	-0,15987	0,4662	-0,17073	0,4361	0,852756	0,0001
Feuil_Den_Gaules	0,744891	0,0001	0,098156	0,6559	-0,08858	0,6877	-0,0966	0,6611	-0,17147	0,4340	0,082219	0,7092
Tot_Den_Gaules	0,712667	0,0001	0,095853	0,6635	0,123579	0,5743	0,115189	0,6007	-0,31064	0,1491	0,103435	0,6386
EP < 150 cm	-0,27493	0,2042	-0,18156	0,4071	-0,17641	0,4207	-0,15940	0,4675	-0,19415	0,3747	-0,09285	0,6735
EP \geq 150 cm	-0,10152	0,6449	-0,10449	0,6352	-0,08074	0,7142	-0,02160	0,9221	-0,01882	0,9321	-0,04545	0,8368
EP_Tot	-0,27574	0,2028	-0,18546	0,3969	-0,17833	0,4156	-0,15652	0,4757	-0,18996	0,3853	-0,09413	0,6692
SAB \geq 150 cm	-0,21441	0,3259	-0,14494	0,5094	-	-	0,998247	0,0001	-0,24696	0,2560	-0,08074	0,7142
PIB < 150 cm	-0,10152	0,6449	-0,10449	0,6352	-0,08074	0,7142	-0,02160	0,9221	-0,01882	0,9321	-0,04545	0,8368
Res \geq 150 cm	-0,22109	0,3107	-0,15159	0,4899	0,998247	0,0001	-	-	-0,24882	0,2523	-0,08368	0,7042
PET \geq 150 cm	0,871474	0,0001	-0,02596	0,9064	-0,20653	0,3444	-0,21023	0,3356	-0,14006	0,5239	0,004941	0,9821
PET_Tot	0,813405	0,0001	-0,07472	0,7347	-0,26100	0,2290	-0,26463	0,2224	-0,04109	0,8523	-0,04776	0,8287
ERR < 150 cm	0,420204	0,0431	0,048444	0,8263	-0,29209	0,1762	-0,27784	0,1993	-0,18847	0,3891	0,405492	0,0549
ERR \geq 150 cm	0,513773	0,0122	0,226182	0,2994	-0,15175	0,4894	-0,15977	0,4665	-0,04547	0,8368	0,29085	0,1782
ERR_Tot	0,518649	0,0112	0,11037	0,6161	-0,29475	0,1722	-0,28508	0,1873	-0,17414	0,4268	0,433702	0,0387
COC < 150 cm	-0,14418	0,5116	-0,21499	0,3246	-0,24696	0,2560	-0,24882	0,2523	-	-	-0,12701	0,5636
COC_Tot	0,006774	0,9755	-0,20067	0,3586	-0,27472	0,2046	-0,27814	0,1988	0,958079	0,0001	-0,14938	0,4963
PRP < 150 cm	-0,21664	0,3208	-0,16229	0,4594	-0,1254	0,5686	-0,12997	0,5545	0,323673	0,1319	-0,0706	0,7489
ERE < 150 cm	-0,12588	0,5671	-0,14911	0,4971	-0,18897	0,3878	-0,19626	0,3694	0,697619	0,0002	-0,11315	0,6072
Autre_NC \geq 150 cm	0,176899	0,4194	-0,10449	0,6352	-0,08074	0,7142	-0,08368	0,7042	-0,12701	0,5636	-	-
Feuil < 150 cm	-0,08737	0,6918	-0,25687	0,2367	-0,39279	0,0637	-0,38866	0,0668	0,874861	0,0001	-0,10376	0,6376
Feuil \geq 150 cm	0,742618	0,0001	0,129911	0,5547	-0,14247	0,5167	-0,15034	0,4935	-0,11918	0,5881	0,011918	0,9570
Total < 150 cm	-0,23041	0,2902	-0,33057	0,1234	-0,42410	0,0437	-0,41660	0,0480	0,791197	0,0001	-0,12991	0,5547
Total \geq 150 cm	0,653248	0,0007	0,073242	0,7398	0,222061	0,3085	0,214929	0,3247	-0,20816	0,3405	-0,01864	0,9327
Total_Tot	0,182008	0,4059	-0,30223	0,1610	-0,30421	0,1582	-0,30092	0,1629	0,701932	0,0002	-0,14969	0,4954
Hauteur	0,349583	0,1020	0,118789	0,5893	0,277253	0,2001	0,263944	0,2236	0,008708	0,9685	-0,04048	0,8545
Aut_Obla_05	0,530604	0,0092	0,244761	0,2603	0,182447	0,4047	0,176141	0,4214	-0,43854	0,0363	0,157708	0,4723
Aut_Obla_10	0,564359	0,0050	0,343971	0,1080	0,198851	0,3630	0,190608	0,3837	-0,56373	0,0051	0,183451	0,4021
Aut_Obla_15	0,46321	0,0260	0,371528	0,0809	0,327856	0,1267	0,318208	0,1389	-0,49763	0,0157	0,064144	0,7712
Aut_Obla_20	0,435412	0,0378	0,379323	0,0742	0,371168	0,0812	0,361311	0,0903	-0,46453	0,0255	0,051491	0,8155
Aut_Obla_25	0,4127	0,0503	0,406374	0,0543	0,414763	0,0491	0,404001	0,0559	-0,43258	0,0392	0,027852	0,8996
Aut_Obla_Tot	0,491903	0,0171	0,372476	0,0801	0,324002	0,1315	0,314431	0,1440	-0,49879	0,0154	0,09246	0,6748

Tableau 7 : Résultats de l'analyse en composante principale effectuée avec les 38 variables de l'habitat retenues pour l'analyse de régression multiple

Variabes de l'habitat	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4
SAB_Den_Gaules	0,06028	-0,30082	-0,00974	-0,02468
THO_Den_Gaules	0,04854	-0,02003	0,26778	-0,34872
Res_Den_Gaules	0,06432	-0,29547	0,01082	-0,00959
PET_Den_Gaules	0,21355	0,20199	0,00371	0,12098
ERR_Den_Gaules	0,19940	0,21143	0,09237	0,01357
ERP_Den_Gaules	0,12702	0,03400	-0,14701	0,13429
SOA_Den_Gaules	0,08844	-0,03549	-0,02144	0,01831
Autre-NC_Den_Gaules	0,08983	0,08750	0,31616	-0,29433
Feuil_Den_Gaules	0,22099	0,19121	-0,05452	0,09054
Tot_Den_Gaules	0,24542	0,11050	-0,05280	0,09013
EP < 150 cm	-0,09846	-0,07299	0,18401	0,35406
EP ≥ 150 cm	-0,05945	-0,00306	0,15487	0,30524
EP_Tot	-0,10083	-0,07106	0,19237	0,37081
SAB ≥ 150 cm	0,07362	-0,24616	-0,15807	-0,06650
PIB < 150 cm	-0,05945	-0,00306	0,15487	0,30524
Res ≥ 150 cm	0,07032	-0,24709	-0,14935	-0,04858
PET ≥ 150 cm	0,17706	0,22142	0,08018	0,08815
PET_Tot	0,13747	0,24016	0,08483	0,06964
ERR < 150 cm	0,03961	0,10769	0,37690	-0,03818
ERR ≥ 150 cm	0,11053	0,14375	0,10970	-0,10702
ERR_Tot	0,06748	0,13552	0,35398	-0,06520
COC < 150 cm	-0,15898	0,20412	-0,19217	-0,14049
COC_Tot	-0,11798	0,22821	-0,21886	-0,10331
PRP < 150 cm	-0,08309	0,05771	-0,13355	-0,10453
ERE < 150 cm	-0,11945	0,18166	-0,18159	-0,11070
Autre_NC ≥ 150 cm	0,04649	0,01046	0,27771	-0,34948
Feuil < 150 cm	-0,16433	0,24990	-0,11136	-0,07928
Feuil ≥ 150 cm	0,20594	0,20159	-0,06974	0,12462
Total < 150 cm	-0,20985	0,19780	-0,04482	0,03005
Total ≥ 150 cm	0,22900	0,10934	-0,12317	0,10545
Total_Tot	-0,07286	0,28071	-0,12777	0,10058
Hauteur	0,15807	0,03837	-0,20701	-0,16044
Aut_Obla_05	0,24385	-0,01921	-0,00040	0,06837
Aut_Obla_10	0,26998	-0,04064	0,01355	0,03139
Aut_Obla_15	0,26238	-0,06664	-0,07058	0,00014
Aut_Obla_20	0,25709	-0,07820	-0,09461	-0,02599
Aut_Obla_25	0,24642	-0,08249	-0,09389	-0,06329
Aut_Obla_Tot	0,26610	-0,06376	-0,05731	-0,00525
% de la variance expliquée	31,9	18,5	11,9	7,8

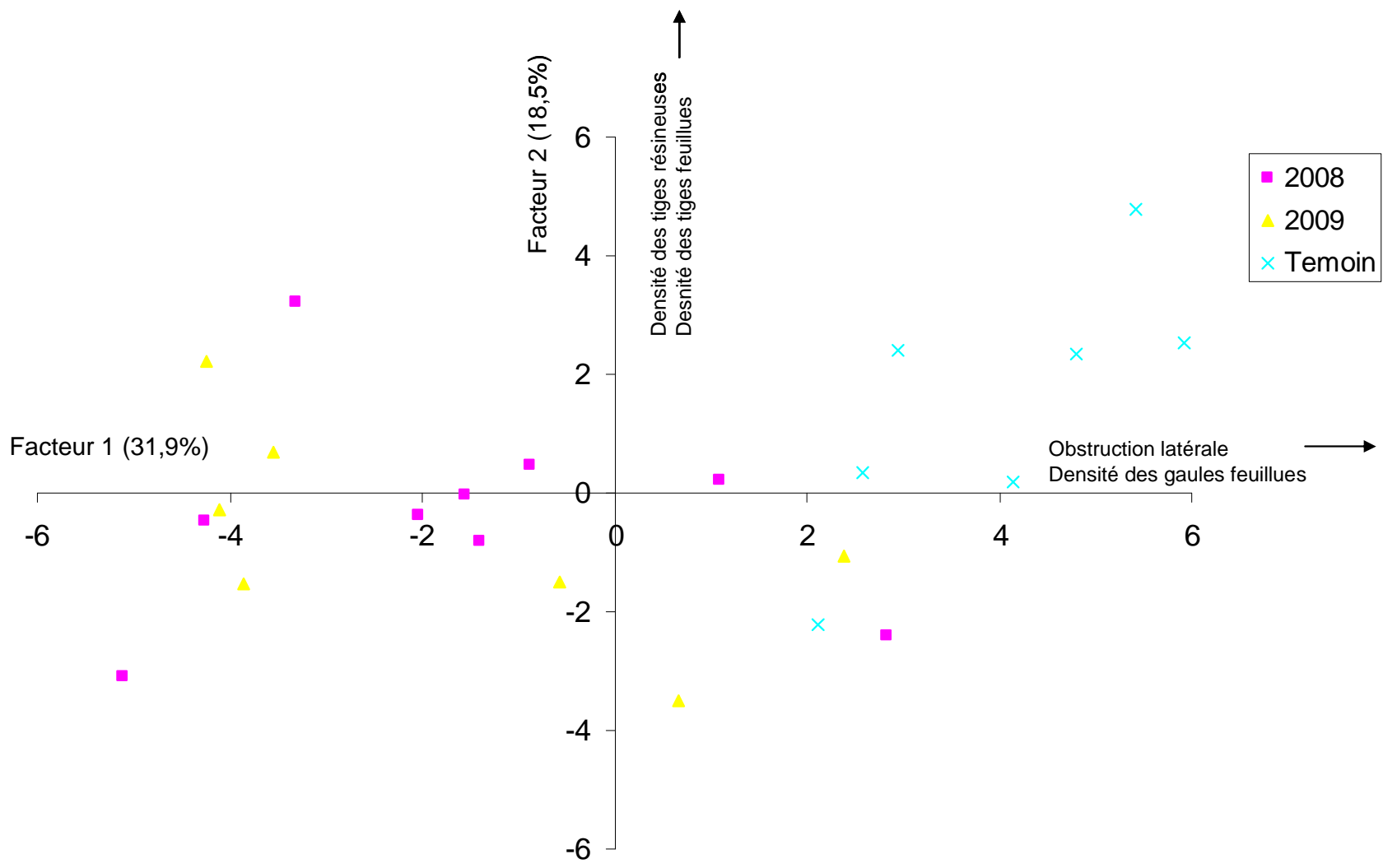


Figure 12 : Représentation des sites étudiés selon les deux premiers facteurs de l'analyse en composante principale (variance expliquée = 50,4%)

Discussion

Utilisation des sites par le lièvre en hiver

Les résultats démontrent que pendant l'hiver le lièvre utilise significativement moins les peuplements éclaircis selon la méthode d'éclaircie précommerciale mixte que les sites témoins non éclaircis jusqu'à au moins deux ans après l'EPC (Figure 7, Tableau 3). Ce résultat est donc similaire aux résultats des autres études réalisés suite à des traitements d'EPC conventionnelle (Sansregret *et al.* 2000, Breton 2001, Breton 2003, Bujold 2002, Fortin 2002, Blanchette *et al.* 2003, Ausband et Baty 2005, Etcheverry *et al.* 2005, Griffin et Mills 2007, Homyack *et al.* 2007). Comme dans ces études, le lièvre semble délaisser les sites éclaircis immédiatement après le traitement.

Effet du traitement d'EPC mixte sur les variables d'habitat

Le traitement d'EPC adapté vise à couper les tiges feuillues en compétition avec les tiges feuillues d'avenir. Le graphique de la figure 8 montre que ce traitement diminue fortement la densité de tiges feuillues. La figure 9 montre quant à elle que ce sont surtout les tiges hautes (plus de 150cm) qui sont coupées dans ce traitement. L'EPC mixte diminue donc principalement la densité des gaules feuillues dans les peuplements. Les résineux ne sont pas coupés dans ce traitement. C'est pourquoi dans les figures 8 et 9 il n'y a aucune différence entre les conditions pour la densité des tiges résineuses pour toutes les hauteurs.

Ce traitement, par la réduction de la densité des tiges feuillues, a comme conséquence directe de réduire significativement l'obstruction latérale de la végétation. En effet, l'obstruction latérale était significativement inférieure dans les sites éclaircis que dans les sites témoins pour la majorité des classes de hauteur, mais même pour les classes de hauteur où il n'y avait pas de différence significative, la moyenne de l'obstruction latérale était supérieure dans les sites témoins (Figure 10 et 11). Selon la littérature, l'habitat optimal pour le lièvre doit avoir une obstruction latérale de 85% et plus (Ferron et Ouellet 1992, Ferron *et al.* 1996). L'obstruction latérale moyenne en hiver était de 65% dans les sites éclaircis et de 81% pour les sites témoins ce qui était en dessous du 85% même pour les sites témoins (Figure 11). Même en été, avec la présence de feuilles, l'obstruction latérale optimale n'était pas atteinte par les sites éclaircis (71% en 2008, 69% en 2009), mais elle l'était pour les sites témoins (94%) (Figure 10).

Les variables de l'habitat favorisant la présence du lièvre

Le modèle de régression multiple afin d'expliquer la variance de l'incidence du crottin est composé de variables explicatives qui sont difficiles à expliquer sans faire l'analyse de corrélation de ces variables avec les autres variables de l'habitat (Tableau 6). À la lumière de cette analyse, il semble que la densité des gaules d'érable rouge soit corrélée avec la densité de tiges d'une autre essence feuillue commerciale importante, le peuplier faux-tremble. Elle est aussi fortement corrélée avec l'obstruction latérale de la végétation. Selon le modèle, ce serait donc les variables d'obstruction latérale de la végétation expliquées principalement par la densité des gaules feuillues qui serait principalement responsable de la variation de l'incidence du crottin entre les sites. Ces variables ont également les corrélations les plus fortes avec l'incidence du

crottin (Tableau 4). C'est aussi ces variables qui sont liées au premier facteur de l'analyse en composante principale qui permet de bien séparer les sites témoins des sites éclaircis (Figure 12). La densité des tiges résineuses de plus de 150cm composées principalement de tiges de sapin baumier sont aussi des variables explicatives du modèle de régression multiple (Tableau 5). Ces données sont corrélées aussi avec l'obstruction latérale de 2 à 2,5m. La densité de tiges résineuse est également une composante du deuxième facteur de l'analyse en composante principale (Figure 12).

Efficacité du traitement d'EPC mixte pour le maintien du lièvre

La présence d'un couvert de protection dense constitué d'essences résineuses semble un préalable à l'utilisation soutenue d'un peuplement par le lièvre (Beaudoin 2001, Fortin 2002, Litvaitis 2001, Wolff 1980). Avant la réalisation de cette étude, l'hypothèse avait été émise que puisque le traitement d'EPC adapté aux peuplements mixtes conserve toutes les tiges résineuses sur le site éclairci, ceci permettrait au lièvre de se servir de ces résineux comme un couvert de protection pendant l'hiver et que l'impact de l'éclaircie sur le lièvre serait moindre. Ce type d'EPC pourrait alors conserver certains attributs important pour le lièvre au même titre que l'EPC avec bosquet (Fortin 2002, Ausband et Baty 2005). Or, les résultats indiquent clairement un impact important de l'EPC mixte sur la présence du lièvre (Figure 7). Ce résultat s'explique par le fait que la densité des gaules feuillues est très importante pour le lièvre dans ces sites puisqu'elle est fortement corrélée avec les données de l'obstruction latérale (Tableau 6) et ces variables sont les principales variables explicatives de l'incidence du crottin de lièvre (Tableau 4,5, et 7, Figure 12). L'EPC mixte en réduisant fortement la densité des gaules feuillues, réduit l'obstruction latérale sous la valeur optimale pour le lièvre ce qui diminue le couvert de protection (Figure 10 et 11). Il semble que la contribution au couvert de protection des bosquets et des tiges résineuses laissées sur place ne soit pas suffisante pour assurer le maintien du lièvre d'Amérique.

Le lièvre peut survivre dans des blocs d'un seul tenant de moins de 1 hectare (Beaudoin 2001). Le maintien de bosquets de 1 hectare et constituant environ 15% de l'aire totale non traitée à l'intérieur de peuplements traités par EPC semble avoir réduit substantiellement les impacts de ce traitement sur le lièvre (Fortin 2002). Il est également demandé par le Ministère des Ressources naturelles et de la Faune de conserver des bosquets au minimum de 1 hectare afin de conserver l'habitat du lièvre (Cimon et Labbé 2006). Selon les résultats, les bosquets de résineux laissés sur pied sont probablement trop petits pour assurer le maintien du lièvre dans les sites éclaircis.

La conservation des tiges résineuse lors de l'EPC mixte ne permet pas de conserver un couvert de protection adéquat pour le lièvre. Dans ce cas, ce type de traitement ne pourrait pas devenir une mesure d'atténuation de l'EPC dans le but de conserver certains attributs importants pour la faune. Cependant, les résultats d'une autre étude sur le suivi du lièvre dans des EPC conventionnelles montrent un pourcentage d'obstruction latérale de la végétation des deux premières années après l'éclaircie inférieure à ceux de cette étude (Blanchette *et al.* 2003). Dans ce cas il est possible que l'impact de l'EPC mixte sur l'habitat du lièvre soit inférieur à l'impact des EPC conventionnelles. Ce traitement pourrait donc fournir une qualité d'habitat intermédiaire entre l'EPC conventionnelle et les peuplements témoins. Pour avoir cette réponse, il aurait été intéressant de faire une comparaison de l'incidence du crottin de lièvre dans les sites d'EPC mixte avec ceux de l'EPC conventionnelle réalisés dans le même projet d'approche par multitraitements afin de vérifier si l'impact était aussi, plus ou moins important dans ce type

d'EPC que dans les EPC mixtes. Il aurait alors été possible de mettre en perspective le résultat mesuré dans les EPC mixtes en ayant une comparaison avec des sites témoins et avec un traitement d'EPC conventionnelle reconnu pour avoir un impact important sur le lièvre d'Amérique (Sansregret *et al.* 2000, Breton 2001, Breton 2003, Bujold 2002, Fortin 2002, Blanchette *et al.* 2003, Ausband et Baty 2005, Etcheverry *et al.* 2005, Griffin et Mills 2007, Homyack *et al.* 2007).

Influence de la densité avant traitement

Il est possible qu'une partie des résultats sur l'utilisation des sites en hiver par le lièvre soit biaisée par le fait que la densité était en moyenne plus importante dans les peuplements témoins que les peuplements éclaircis avant la réalisation des traitements (Figure 6). Cette différence n'était, en général, pas significative, sauf pour la densité totale des tiges entre les sites éclaircis en 2008 et les sites témoins (Tableau 2, Figure 6). Cependant, une tendance était observable (Figure 5, Figure 6). Dans ce cas, il est possible que le lièvre fréquentait déjà moins en hiver les sites éclaircis que ceux témoins en raison d'un manque d'abri dû à la plus faible densité initiale dans ces sites et que l'EPC mixte aurait un impact moins important que celui mesuré dans cette étude. Toutefois, si la présence du lièvre dépendait uniquement de la densité avant traitement, l'incidence du crottin aurait été plus importante dans les sites éclaircis en 2009 que ceux en 2008 alors que ce n'est pas le cas dans les résultats (Figure 6, Figure 7). Il ne faut pas oublier aussi qu'il y a une différence significative seulement pour la densité totale entre les sites éclaircis en 2008 et les sites témoins et qu'il n'y a pas de différence pour la densité des tiges feuillues et résineuses prises séparément (Tableau 2, Figure 6). L'EPC mixte a donc une influence certaine sur l'utilisation moins importante des sites éclaircis par le lièvre.

La densité des petites tiges feuillues

Une autre variable importante de l'analyse de régression multiple est la densité de tiges de noisetier inférieur à 150cm (Tableau 5). Cette variable est corrélée avec les petites tiges d'une autre essence non-commerciale, l'érable à épis et avec les tiges feuillues de moins de 150cm (Tableau 6). Elle est inversement corrélée avec la densité des gaules résineuses et les données de l'obstruction latérale de la végétation. De plus, les variables de la densité des tiges de noisetier, feuillues et totales de moins de 150cm sont inversement corrélées avec l'incidence du crottin de lièvre (Tableau 4). Il semble que la forte densité des petites tiges feuillues, principalement représentées par le noisetier, soit une composante de l'habitat que le lièvre évite en hiver. Peut-être en raison de problème pour le déplacement de celui-ci. Il est cependant plus plausible que ce lien entre la présence de petites tiges feuillues et la présence du lièvre soit un effet indirect entre le fait que l'ouverture du couvert favorise la pousse de ces tiges et que l'ouverture du couvert défavorise la présence du lièvre. Dans ce cas, c'est l'ouverture du couvert, en diminuant le couvert de protection, qui aurait un impact négatif sur le lièvre et non la présence de petites tiges feuillues. L'augmentation des petites tiges feuillues (principalement des drageons) suite à l'ouverture du couvert par l'EPC a déjà été observée dans d'autres études et cette augmentation ne semble pas avoir eu d'effet sur l'utilisation du milieu par le lièvre d'Amérique (Blanchette *et al.* 2003, Bujold 2002). Ce résultat appuie donc la deuxième hypothèse sur ces corrélations inverses entre la densité des petites tiges feuillues et l'incidence du crottin de lièvre.

Le sorbier d'Amérique

Finalement, une de variable explicative du modèle de régression multiple indique que le sorbier d'Amérique à une influence sur l'incidence du crottin de lièvre (Tableau 5). Puisque cette variable n'a aucune corrélation significative avec d'autres variables de l'habitat (Tableau 6), il semble difficile d'interpréter ce résultat. Il est possible que le lièvre ait une préférence pour se nourrir de cette essence en hiver, mais aucun résultat en ce sens provenant de la littérature n'a été trouvé.

Retour du lièvre dans les sites éclaircis

Bien qu'il n'y ait pas de différence significative entre l'incidence du crottin dans les sites éclaircis en 2008 et ceux éclaircis en 2009 (Figure 7), la moyenne est supérieure dans les sites éclaircis en 2008. Ce résultat peut suggérer un retour progressif des conditions propices pour l'utilisation des sites par le lièvre en hiver. Bien que non significatif, la moyenne d'obstruction latérale supérieure pour presque toutes les hauteurs pour l'année 2008 comparée à l'année 2009 peut également représenter un retour des conditions propices. Le temps de retour ne peut pas être estimé dans cette étude, mais il est en général de 4 à 5 ans pour les sites éclaircis selon l'EPC conventionnelle (Blanchette *et al.* 2003).

Conclusion

Au départ, l'hypothèse était que la conservation des résineux suite au traitement d'EPC adapté aux peuplements mixtes assurerait un couvert de protection pendant l'hiver pour le lièvre d'Amérique et que l'impact de l'éclaircie sur le lièvre serait minime. Les résultats démontrent que pendant l'hiver le lièvre utilise significativement moins les peuplements éclaircis par l'EPC mixte que les sites témoins non éclaircis. Ce résultat s'explique par le fait que la densité des gaules feuillues est très importante pour le lièvre dans ces sites puisqu'elle est fortement corrélée avec les données de l'obstruction latérale et que ces variables sont les principales variables explicatives de l'incidence du crottin de lièvre. L'EPC mixte en réduisant fortement la densité des gaules feuillues, réduit l'obstruction latérale sous la valeur optimale pour le lièvre ce qui diminue le couvert de protection. Il semble que la contribution au couvert de protection des bosquets et des tiges résineuses laissées sur place ne soit pas suffisante pour assurer le maintien du lièvre d'Amérique. Selon les résultats, les bosquets de résineux laissés sur pied sont probablement trop petits pour assurer le maintien du lièvre dans les sites éclaircis. Dans ce cas, ce type de traitement ne pourrait pas devenir une mesure d'atténuation de l'EPC dans le but de conserver certains attributs importants pour la faune.

Cependant, ce traitement pourrait fournir une qualité d'habitat intermédiaire entre l'EPC conventionnelle et les peuplements témoins. Pour avoir cette réponse, il aurait été intéressant de faire une comparaison de l'incidence du crottin de lièvre dans les sites d'EPC mixte avec ceux de l'EPC conventionnelle réalisés dans le même projet d'approche par multitraitements afin de vérifier si l'impact était aussi, plus ou moins important dans ce type d'EPC que dans les EPC mixtes. Il aurait alors été possible de mettre en perspective le résultat mesuré dans les EPC mixtes en ayant une comparaison avec des sites témoins et avec un traitement d'EPC conventionnelle reconnu pour avoir un impact important sur le lièvre d'Amérique.

Toutefois, il est suggéré pour l'instant de ne pas évaluer ce traitement comme une mesure d'atténuation pour la faune et de continuer à appliquer *Les lignes directrices visant à encadrer la pratique de l'éclaircie précommerciale pour le maintien de la biodiversité* (Cimon et Labbé 2006). Évidemment, dans une approche par multitraitements, il arrive souvent que certains secteurs ne soient pas voués à l'EPC. Ces secteurs pourraient probablement servir d'îlots refuges pour le lièvre d'Amérique en hiver.

Références

- Allard, É., 2009. Éclaircie précommerciale par puits de lumière, Rapport final. Service de l'innovation et de l'expérimentation, Coopérative forestière des Hautes-Laurentides. 22 p.
- Ausband, D.E., Baty G.R., 2005. Effects of precommercial thinning on snowshoe hare habitat use during winter in low-elevation montane forests. *Can. J. For. Res.* 35: 206-210
- Beaudoin, C., 2001. Modification de l'utilisation de l'espace et de la sélection de l'habitat chez le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*) en fonction du risque de prédation. Thèse de maîtrise, Université Laval, Département de biologie. 65 p.
- Blanchette, P., Desjardins, S., Poirier, M., Legris, J., LaRue, P., 2003. Utilisation par le lièvre d'Amérique de peuplements traités par éclaircie précommerciale dans le domaine de l'érablière à bouleau jaune et de la pessière à mousses. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune. 63 p.
- Breton, É., 2000. Les éclaircies précommerciales : rapport d'une étude de deux ans et stratégies d'intervention proposées afin d'atténuer les impacts sur la faune. Le territoire populaire Chénier, la Société de la faune et des parcs du Québec, le ministère des Ressources naturelles du Québec et Produits Alliance-Guérrette inc. 69 p. et Annexes.
- Breton, É., 2003. Efficacité des mesures d'atténuation dans les éclaircies précommerciales pour le lièvre d'Amérique et la gélinotte huppée. Le territoire populaire Chénier en collaboration avec la Société de la faune et des parcs du Québec. 41 p. + annexes.
- Bujold, F., 2002. Régénération de la sapinière à bouleau à papier : efficacité des techniques usuelles et effets sur la faune et les habitats fauniques (le cas de l'éclaircie précommerciale). Rapport annuel 2001-2002. Université Laval pour la Direction de la recherche forestière du ministère des Ressources naturelles du Québec. Sainte-Foy. 39 p.
- Cimon, A., Labbé, P., 2006. Ligne directrice visant à encadrer la pratique de l'éclaircie précommerciale afin d'assurer le maintien de la biodiversité, Québec, Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement forestier. 13 p.
- Doucet, R., Pineau, M., Ruel, J.C., Sheedy, G., 1996. Sylviculture appliquée pp. 965-1004. *dans* En collaboration. Manuel de foresterie. Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, Les Presses de l'Université Laval, Sainte-Foy. 1428 p.
- Etcheverry, P., Ouellet, J.P., Crête, M., 2005. Response of small mammals to clear-cutting and precommercial thinning in mixed forests of southeastern Quebec. *Can J. For. Res.* 35: 2813-2822
- Ferron, J., Couture, R., Lemay, Y., 1996. Manuel d'aménagement des boisés privés par la petite faune. Fondation de la faune du Québec, Sainte-Foy. 206 p.

- Ferron, J., Ouellet, J.P., 1992. Daily partitioning of summer habitat and use of space by the snowshoe hare in southern boreal forest. *Canadian journal of Zoology*. 70: 2178-2183
- Fortin, J., 2002. L'éclaircie précommerciale avec bosquets : un nouvel outil pour maintenir le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*) dans les peuplements traités. Thèse de maîtrise, Université du Québec à Rimouski. 90 p.
- Griffin, P.C., Mills, L.S., 2007. Precommercial thinning reduces snowshoe hare abundance in the short term. *Journal of Wildlife Management*. 71(2): 559-564
- Homyack, J.A., Harrison, D.J., Krohn, W.B., 2007. Effects of precommercial thinning on snowshoe hares in Maine. *Journal of Wildlife Management*. 71(1): 4-13
- Houle Bellerive, B., Fortin, M., 2009. Éclaircie précommerciale faunique (détournement faunique), Résumé des travaux de la saison 2008. Rapport final. Service de l'innovation et de l'expérimentation, Coopérative forestière des Hautes Laurentides. 32 p.
- Lavoie, É., 2001. Les effets à court terme de l'éclaircie précommerciale d'hiver et d'été sur la faune. Québec, Département de biologie, Université Laval, Mémoire de 1^{er} cycle. 67 p.
- Litvaitis, J.A., 2001. Importance of early successional habitats to mammals in eastern forests. *Wildl. Soc. Bull.* 29: 466-473
- Ministère des Ressources naturelles (MRN), 2002. Le traitement d'éclaircie précommerciale pour le groupe de production prioritaire SEPM. Avis scientifique. Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Québec. 126 p.
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), 2008. Instructions relatives à l'application de l'arrêté ministériel sur la valeur des traitements sylvicoles admissibles en paiement des droits, Exercice 2008-2009. Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune, Direction de l'aménagement des forêts publiques et privées, Québec. 121 p.
- Ministère des Ressourcse naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP), 2003. Manuel d'aménagement forestier, 4^{eme} édition. Gouvernement du Québec, Québec. Pagination multiple.
- Nudds, T.D., 1977. Quantifying vegetation structure of wildlife cover. *Wildl. Soc. Bull.* 5 : 177-186
- Parizeau, L., 2009. Impact à moyen terme de l'éclaircie précommerciale sur le lièvre et les passeraux nicheurs dans la sapinière à bouleau blanc de l'est (Résultats concernant les tiges seulement) (document préliminaire). Faculté de foresterie et de géomatique, Québec, Université Laval, Thèse de maîtrise. 20 p.

- Pothier, D., 2002. Twenty-year results of precommercial thinning in a balsam fir stand. *For. Ecol. and manage.* 168: 177-186
- Prévost, M., 2004. Éclaircie précommerciale de tremblaies, Dispositif du Lac Germain (Sagard). Unité de gestion de Charlevoix (UG 33), région de Québec. Direction de la recherche forestière. 7 p.
- Sansregret, H., 2000. Effets de l'éclaircie précommerciale sur les petits mammifères et les oiseaux forestiers dans la sapinière à bouleau blanc de l'est. Département des sciences du bois et de la forêt. Sainte-Foy, Université Laval, Thèse de maîtrise. 56 p.
- Sansregret, H., Courtois, J., Bélanger, L., Huot, J., 2000. Effets de l'éclaircie précommerciale sur le lièvre d'Amérique, les oiseaux forestiers et les petits mammifères dans la sapinière à bouleau blanc. Rapport final. Département des sciences du bois et de la forêt, Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval. Sainte-Foy. 33 p. + 1 annexe
- SAS Institute Inc., 2003. JMP Statistics and graphics guide, version 5.1. Cary, NC, USA. 770 p.
- Saucier, J.P., Bergeron, J.F., Grondin, P., Robitaille, A., 1998. Les régions écologiques du Québec méridional (3^e version) : un des éléments du système hiérarchique du territoire mis au point par le Ministère des Ressources naturelles du Québec. L'Aubelle no 124, suppl. février-mars 1998. 12 p.
- Tremblay, M., 2009. Mise en œuvre d'une approche opérationnelle de réalisation des travaux d'éclaircie précommerciale adaptés au contexte de réhabilitation de la sapinière à bouleau jaune (version 2009). Coop Quatre Temps. *Dans le cadre du Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier Volet 1.* 67 p.
- Wolff, J.O., 1980. The role of habitat patchiness in the population dynamics of snowshoe hares. *Ecol. Monog.* 50(1): 111-130