

**Mise en place de dispositifs de suivi des effets
écologiques et environnementaux de la récolte
intégrée de biomasse forestière dans les
peuplements feuillus et mixtes de la région de
l'Outaouais et des Laurentides**

Rapport d'étape
(2010-11)

présenté à

**Ressources naturelles
et Faune**

Québec 

Direction des affaires régionales de l'Outaouais

et à

**Ressources naturelles
et Faune**

Québec 

Direction des affaires régionales de l'Estrie-Montréal-Montérégie
et de Laval-Lanaudière-Laurentides

Mars 2011



Institut québécois d'Aménagement
de la Forêt feuillue

Équipe de réalisation de l'IQAFF*

Équipe scientifique et de rédaction : Philippe Nolet, M.Sc.
Marie-Ève Roy, M.Sc.
Sylvain Delagrangé, Ph.D.

Équipe technique: Régis Pouliot (IQAFF)
Serge Raposo (Dryade) *Tech.F.*

*IQAFF : Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue
58 Principale, Ripon, Québec, J0V 1V0
Tél : 819-983-6589 ; Fax : 819-983-6588
Courriel : iqaff@iqaff.qc.ca
Site internet : www.iqaff.qc.ca

Remerciements

Ce projet a été rendu possible grâce à une subvention du programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier (PMVRMF) Volet-I du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNFQ).

Sommaire

Équipe de réalisation de l'IQAFF*	2
Remerciements	2
Liste des figures	4
Liste des tableaux	4
I. Rappel des objectifs	5
II. Cadre de travail	5
II.1. Contexte opérationnel	5
II.2. Approche choisie.....	6
III. Réalisations 2010-2011	7
III.1. Méthodologie.....	7
III.1.a. Les nutriments	7
III.1.b. Les sols	11
III.1.c. La biodiversité, la régénération et le bois mort.....	12
III.2. Résultats préliminaires	15
III.2.a. Les nutriments	15
III.2.b. Les sols	17
III.2.c. La biodiversité.....	17
III.3. Calendrier 2011-2012	19
IV. Évolution des dépenses 2010-2011	20
Références	21

Liste des figures

Figure A. Localisation des sites d'étude dans les régions de l'Outaouais et des Laurentides	8
Figure B. Schémas reprenant les principales étapes de mesures et de prélèvement des arbres étudiés	9
Figure C. Dispositif visant à quantifier l'effet de la quantité de débris ligneux et la grosseur des débris ligneux sur la qualité des sols. DHP 15 signifie que la cime provient d'un arbre de 15 cm de DHP. DHP 25 signifie que la cime provient d'un arbre de 25 cm de DHP.	11
Figure D. Dispositif d'échantillonnage pour une parcelle de 1 ha.	15
Figure E. Proportion d'allocation de biomasse dans les différents compartiments de l'arbre pour des individus de 15 à 35 cm de DHP. Les résultats sont présentés pour les 2 essences étudiées.	15
Figure F. Masse sèche de tronc (haut) et des branches < à 5 cm de diamètre (en bas) en fonction des classe de DHP et des 2 essences étudiées.	16
Figure G. Évolution de la quantité de biomasse aérienne totale en fonction du DHP et des 2 espèces étudiées.	17

Liste des tableaux

Tableau A. Résumé des caractéristiques des deux sites sélectionnés pour la récolte d'échantillons (à partir des informations Polyfor 4 ^{ème} décennal)	7
Tableau B. Récapitulatif des estimations ou mesures des masses, et des volumes des quatre compartiments étudiés chez les arbres sélectionnés.	10
Tableau C. Résumé des caractéristiques des quatre sites sélectionnés pour l'évaluation des effets de la récolte de biomasse sur la biodiversité (à partir des informations Polyfor 4 ^{ème} décennal).....	12
Tableau D. Les différents sites, les réplicats et les superficies échantillonnées.	13

I. Rappel des objectifs

Les grands objectifs de cette étude étaient (i) d'évaluer à court terme, l'impact du traitement sylvicole intitulé « récolte intégrée de la biomasse forestière » sur les différentes composantes du fonctionnement de l'écosystème forestier et (ii) d'installer un dispositif de suivi de ces effets à moyen et long terme.

Plus spécifiquement, le suivi à court terme de l'effet de la récolte intégrée de la biomasse forestière devait se faire sur les composantes suivantes :

- **Objectif 1 - La régénération en essences forestières** : Est-ce que la récolte de biomasse intégrée à la coupe partielle peut compromettre la régénération des peuplements?
- **Objectif 2 - L'intégrité des sols forestiers (la stabilité des sols, l'état de la litière, et la fertilité)** : Est-ce que la récolte de biomasse intégrée à la coupe partielle change les caractéristiques d'intégrité des sols forestiers?
- **Objectif 3 - La biodiversité** : Est-ce que la récolte de biomasse intégrée à la coupe partielle peut causer des risques de pertes de biodiversité, plus particulièrement en ce qui concerne les espèces qui dépendent du bois mort tels les petits mammifères, l'herpétofaune et le cortège floristique? On s'attend à dégager une relation entre la proportion en espèces dépendantes et le volume de débris ligneux au sol.
- **Objectif 4 - Le bois mort** : Est-ce que la récolte de biomasse intégrée à la coupe partielle réduit significativement la quantité et la qualité du bois mort et modifie son effet structurant sur l'habitat.

II. Cadre de travail

II.1. Contexte opérationnel

La récolte intégrée de la biomasse forestière en régime de coupe partielle apporte des défis importants, de telle sorte que la façon (ou les façons) dont elle sera opérationnalisée n'est encore pas arrêtée. Par exemple, on ne connaît pas jusqu'à quel diamètre fin bout cette récolte doit être effectuée. Il est probable que pour les chantiers proches des usines, il soit possible de récolter des branches de plus petits diamètres. Autres exemples, on ne sait pas si la récolte se fera par arbre entier ou par tronc entier, ni en combien d'étape l'ensemble du traitement se fera. Ne sachant pas, à ce jour, quelles seront les modalités de récolte de biomasse qui seront adoptées en coupe partielle, il est difficile, voire impossible, d'évaluer opérationnellement les effets d'un tel traitement. Dans ce contexte, nous avons donc élaboré une approche souple qui nous permettra, une fois les modalités de traitements définies, d'appréhender les effets sur la régénération forestière, l'intégrité des sols, la biodiversité et le bois mort.

II.2. Approche choisie

Dans le cadre opérationnel défini, nous avons mis l'accent, pour l'année 2010-2011, sur la réalisation de l'objectif 2, qui nous apparaît le plus crucial. Les dispositifs permettant d'atteindre les objectifs 1, 3 et 4 seront mis en place à l'été 2011 et sont décrits dans la section III.1.c.

Pour l'atteinte de l'objectif 2, l'approche choisie consiste donc à fournir le maximum d'informations pertinentes reliées aux effets potentiels de la récolte de biomasse (totale ou partielle) des résidus de coupe sur la quantité prélevée de nutriments, la fertilité et la richesse des sols. Pour cela, nous avons décidé d'évaluer la quantité et la concentration d'éléments nutritifs dans les différents compartiments de l'arbre en fonction des espèces et de classes de DHP. Nous avons divisé l'arbre en compartiments qui sont le plus susceptibles d'être retirés lors des interventions de récolte intégrée de biomasse forestière : le tronc, les grosses branches (entre 5 et 10 cm de diamètre), les branches moyennes (entre 2 et 5 cm de diamètre) et les petites branches ou bois raméal (<2cm de diamètre). Connaissant la quantité d'éléments nutritifs dans chacun des compartiments de l'arbre, il sera possible de modéliser avec précision les effets de n'importe quelle modalité de traitement sur l'extraction des éléments nutritifs de l'écosystème (détails section III.1.a). Aussi, afin de vérifier comment une telle extraction influence la richesse des sols dans le temps, nous avons mis en place un dispositif où diverses quantités et grosseurs de débris ligneux sont laissées sur le parterre de coupe (section III.1.b).

III. Réalisations 2010-2011

III.1. Méthodologie

III.1.a. Les nutriments

Aires d'étude

Considérant le territoire ciblé, deux espèces ont été sélectionnées (i.e. l'érable à sucre (*Acer saccharum*) et le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*)) pour faire l'étude des concentrations en nutriment dans l'arbre. La sélection des sites d'étude a donc été faite à l'intérieur de peuplements caractérisés comme des érablières à bouleau jaune, en Outaouais et dans les Laurentides. Le premier peuplement choisi est localisé dans la réserve faunique Papineau-Labelle en Outaouais (Figure A). Le second peuplement sélectionné se trouve dans la région des Laurentides à l'ouest de Mont-Laurier (Figure A). Les critères importants de sélection de ces deux sites étaient i) la présence d'un minimum de 30% de bouleau jaune dans le couvert afin de s'assurer une bonne disponibilité des deux essences et ii) l'appartenance des peuplements au régime de coupe partielle mais dont la dernière intervention remontait au moins à 15 ans, afin de s'assurer la disponibilité d'un large gradient de DHP. Un résumé des principales caractéristiques des deux sites choisis est présenté dans le Tableau A.

Tableau A. Résumé des caractéristiques des deux sites sélectionnés pour la récolte d'échantillons (à partir des informations Polyfor 4^{ème} décennal)

	Région	Type Peu.	Pertu.	Sup.	Dépôt	Pente	Densité	Cl_Haut	
Site 1	OUT	ErBj	VIN	CJ 1995	14.2	2A	B	B	2
Site 2	LAU	ErBj	VIN	CJ 1993	9.6	1A	B	B	1

Codes : ErBj : Érablière à bouleau jaune, Type Peu : Type de peuplement, Sup : superficie, Cl_Haut : Classe de hauteur

Choix des arbres

Un total de 48 individus ont été sélectionnés et mesurés. La répartition des arbres s'est faite également entre les sites (24 arbres par région) et entre les espèces (24 arbres par essence). Ainsi par site et par espèce, 12 arbres ont été choisis le long d'un gradient de DHP allant de 14 à 34 cm. Chaque arbre a été sélectionné après vérification de l'absence de défauts majeurs (chancre, bris de grosses branches, etc.).

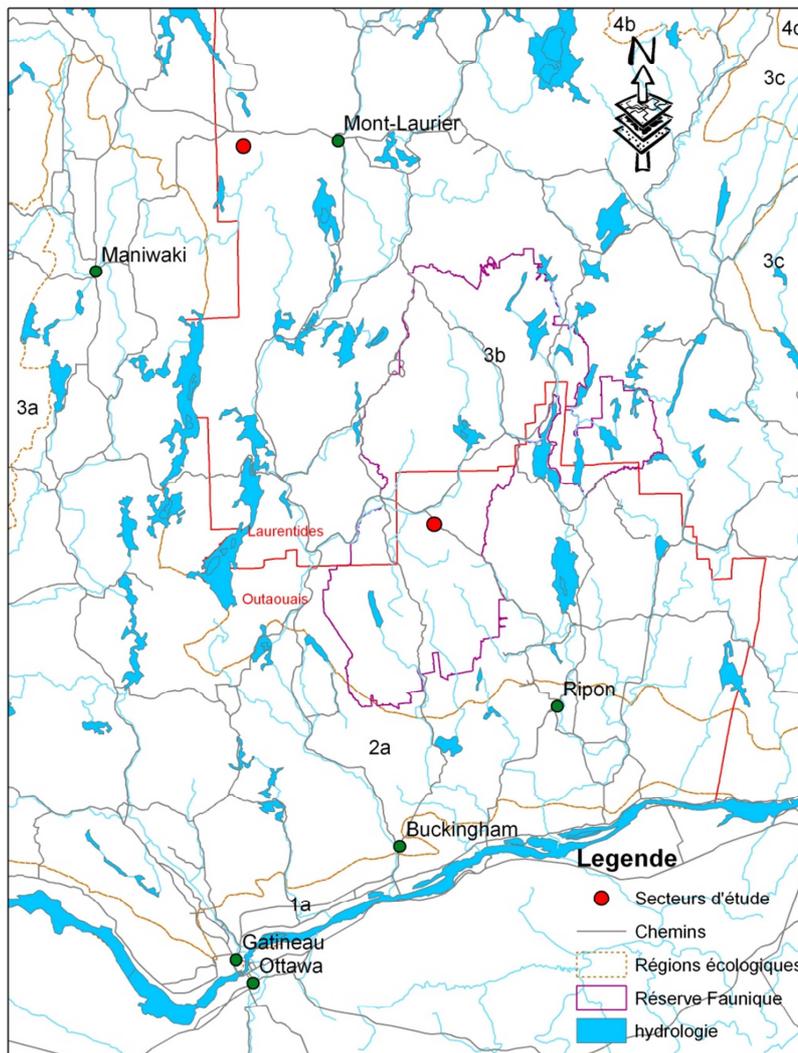


Figure A. Localisation des sites d'étude dans les régions de l'Outaouais et des Laurentides

Mesures

Après la sélection des arbres, la hauteur du DHP a été marquée à la peinture et le DHP, mesuré à l'aide d'un ruban diamétral. Une fois l'arbre abattu (à 30 cm du sol), la hauteur de l'arbre (hauteur de la souche ajoutée à la distance horizontale de l'arbre abattu mesurée au Vertex) a été évaluée et deux disques (à la souche et au DHP) ont été récoltés (Figure B). Les arbres ont ensuite été séparés en 4 compartiments de biomasse épigée et entièrement pesés (masse humide) sur le terrain à l'aide d'un peson électronique Carp Spirit (max 100 kg, précision 100g, Bourgogne, FR). Chaque compartiment de tissus ligneux correspondait à des classes consécutives de diamètre (gros bout-fin bout); 1 : Le tronc (de la souche à 10 cm fin bout), 2 : Les grosses branches (de 10 cm gros bout à 5 cm fin bout), 3 : les branches moyennes (de 5.1 cm gros bout à 2

cm fin bout) et 4 : le bois raméal (de gros bout inférieur à 2 cm jusqu'aux extrémités). La longueur du tronc (hauteur de la souche ajoutée à la distance horizontale de la tige mesurée au Vertex jusqu'à la section de 10 cm) a été notée afin d'en calculer le volume. Un échantillon de chacun des 4 compartiments a ensuite été prélevé et rapidement pesé de retour au laboratoire. Dans le cas du tronc, l'écorce a été séparée du bois à l'aide d'un ciseau à bois afin de distinguer les 2 types de tissu. Le volume de chacun des échantillons ($n = 48 \times 5 = 240$) a alors été mesuré en immergeant totalement l'échantillon dans une bassine d'eau disposée sur une balance de précision. La masse d'eau déplacée par le volume de l'échantillon nous a permis de calculer le volume d'eau déplacé par ce même échantillon (la masse volumique de l'eau est de 1 g/ml soit 1 g/cm^3). Ensuite, chacun des échantillons a été séché dans un séchoir à bois jusqu'à stabilisation de la masse de l'échantillon (environ 4 à 5 jours). Tous les échantillons ont alors été pesés (masse sèche) et broyés afin d'en faire le dosage des nutriments.

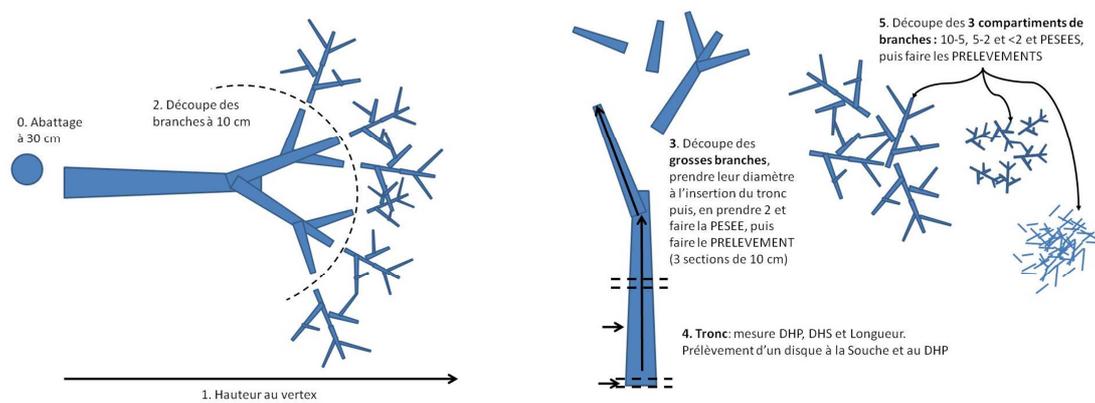


Figure B. Schémas reprenant les principales étapes de mesures et de prélèvement des arbres étudiés

A l'aide, du volume, et des masses sèche et humide des échantillons, la teneur en eau de chaque compartiment de chaque arbre a été calculée. A partir de cette information, la masse sèche totale des 4 compartiments a été retrouvée (en passant par le volume dans le cas du tronc, cf. Tableau B).

Dosage des éléments nutritifs

Le dosage des nutriments sera fait au printemps 2011 par le laboratoire agréé BioLab (Joliette, QC, Canada). Un total de 7 variables sera mesuré; L'azote total (N) par dosage Kjeldahl, l'aluminium (Al), le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le potassium (K) et le sodium (Na) par spectrométrie d'émission optique (ICP-AES) et les phosphores totaux (P). Ces résultats seront exprimés par unité de matière sèche et il sera alors possible

d'évaluer la quantité absolue de chacun des nutriments dans chacun des compartiments.

Tableau B. Récapitulatif des estimations ou mesures des masses, et des volumes des quatre compartiments étudiés chez les arbres sélectionnés.

COMPARTIMENT	MASSE (humide)	TENEUR EN EAU	Masse volumique	MASSE (sèche)	VOLUME
TRONC	Estimation via Volume, Densité de bois & Teneur en eau	Mesure sur sous-échantillon	Mesure sur sous-échantillon	Estimation via masse humide et teneur en eau	Estimation via \emptyset et longueur
GROSSES BRANCHES	Mesure	Mesure sur sous-échantillon	Mesure sur sous-échantillon	Estimation via masse humide et teneur en eau	Estimation via Masse & Masse volumique
BRANCHES MOYENNES	Mesure	Mesure sur sous-échantillon	Mesure sur sous-échantillon	Estimation via masse humide et teneur en eau	Estimation via Masse & Masse volumique
BOIS RAMEAL	Mesure	Mesure sur sous-échantillon	Mesure sur sous-échantillon	Estimation via masse humide et teneur en eau	Estimation via Masse & Masse volumique

Création d'un outil d'exploration d'extraction de nutriments

L'outil de quantification de retrait d'éléments nutritifs sera également élaboré à partir des données récoltées lors de cette campagne de mesure. Pour cela, une matrice comprenant une banque d'arbres de différents diamètres sera créée et contiendra toute l'information concernant les quantités de biomasse et de nutriments contenus dans chacun de ces compartiments. A partir de requêtes, il sera alors possible de créer un peuplement à partir de ces individus et de tester l'importance du retrait de nutriments suivant l'application de différents traitements sylvicoles. En effet, il est prévu que l'utilisateur puisse à la fois créer n'importe quelle structure de peuplement d'éraiblière à bouleau jaune et qu'il puisse sélectionner le retrait des billes et/ou cimes et/ou portion de cimes afin d'en connaître l'effet sur le retrait des éléments nutritifs.

III.1.b. Les sols

Un secteur de 3 ha a été délimité (173 m x 173 m). Puis, à l'intérieur de celui-ci, un secteur de 1,5 ha a été délimité (122,5 m x 122,5 m) de façon à protéger le secteur avec un tampon de 50 m de tous les côtés. Ce secteur a été quadrillé de 49 points distancés de 20 m chacun (Figure C). Puis, des cimes d'arbres (ERS) abattus par nous-même ont été apportées dans un rayon de 5 m autour de chacun de ces mêmes 35 points. La grosseur des branches apportées à ces points varie tout comme le DHP des arbres dont sont issues ces cimes. Nous pourrions ainsi vérifier à la fois l'effet de l'apport de la quantité de débris ligneux laissés sur le parterre de coupe et de la grosseur de ces débris ligneux sur la fertilité du sol. Pour l'analyse des sols, nous avons récolté, avant traitement, 3 échantillons de sol à 10 cm (provenant de 3 endroits différents autour du point), lesquels ont par la suite été amalgamés et préparés pour analyse chimique.

17	7	40	2	22	21	4
15	44	46	19	42	14	27
31	3	36	33	10	39	11
12	30	48	35	29	43	32
18	26	47	8	1	37	16
41	5	45	49	9	24	20
28	25	38	13	23	6	34

	Témoins
	DHP 15 branches <= 10 cm
	DHP 15 branches <= 5 cm
	DHP 15 branches <= 2 cm
	DHP 25 branches <= 10 cm
	DHP 25 branches <= 5 cm
	DHP 25 branches <= 2 cm
	Non-utilisés

Figure C. Dispositif visant à quantifier l'effet de la quantité de débris ligneux et la grosseur des débris ligneux sur la qualité des sols. DHP 15 signifie que la cime provient d'un arbre de 15 cm de DHP. DHP 25 signifie que la cime provient d'un arbre de 25 cm de DHP.

III.1.c. La biodiversité, la régénération et le bois mort

Pour la mise en place de ce dispositif de suivi, quatre sites d'études seront installés. Ces sites permettront de mener à bien la comparaison des zones traitées et des zones non-traitées, ainsi que le suivi avant-après contrôle-impact.

Sélection des sites

Les quatre sites sélectionnés se trouvent dans le domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune, à l'intérieur de la réserve faunique Papineau-Labelle (voir Figure A). Les sites sont répartis dans la région des Laurentides et de l'Outaouais. Les critères de sélection des quatre sites sont représentés au tableau C. De plus les sites doivent être à plus de 1 km de distance, afin d'éviter l'influence des différents traitements et les erreurs de remesure. Les peuplements sélectionnés doivent appartenir au régime de coupe partielle, mais dont la dernière intervention remonte à plus de 30 ans.

Traitements

Pour 3 des 4 sites, des coupes partielles (coupe de jardinage) seront effectuées à l'été/automne 2011 et la biomasse sera récoltée. La même compartimentation de l'arbre (voir section II.2) sera appliquée afin de simuler la récolte partielle ou totale de la biomasse après coupe de jardinage. Ainsi, la cime se trouve divisée en 3 compartiments : les grosses branches (entre 10 et 5cm de diamètre), les branches moyennes (entre 5 et 2cm de diamètre) et les petites branches ou bois raméal (<2cm de diamètre).

Tableau C. Résumé des caractéristiques des quatre sites sélectionnés pour l'évaluation des effets de la récolte de biomasse sur la biodiversité (à partir des informations Polyfor 4^{ème} décennal)

	Affectation	Type Peu.	Pertu.	Sup. (ha)	Année récolte	Pente	Densité	Cl_Haute
Site 1	Témoin	ErBj	VIN ≠ après 1980	≥15	≠	B	A, B	1,2
Site 2	CJ (>10)	ErBj	VIN ≠ après 1980	≥15	Été/Aut. 2011	B	A, B	1,2
Site 3	CJ (10-5)	ErBj	VIN ≠ après 1980	≥15	Été/Aut. 2011	B	A, B	1,2
Site 4	CJ (5-2)	ErBj	VIN ≠ après 1980	≥15	Été/Aut. 2011	B	A, B	1,2

Codes : ErBj : Érablière à bouleau jaune, Type Peu : Type de peuplement, Pertu : perturbation, Sup : superficie, Cl_Haut : Classe de hauteur

Mise en place du dispositif

Dans chaque site, 5 parcelles de 1 ha, séparées de plus de 100m, seront échantillonnées (Tableau D). Dans chaque parcelle, un dispositif d'échantillonnage systématique (Bleu, Figure C) ainsi qu'un dispositif d'échantillonnage non-aléatoire de microsites (Jaune,

Figure C) sont présents. Le dispositif d'échantillonnage non-aléatoire de microsites est positionné après une recherche terrain de forte présence de branches et de cimes. Le volume de débris ligneux au sol à l'hectare doit être semblable entre les sites avant traitement.

Tableau D. Les différents sites, les réplicats et les superficies échantillonnées.

Traitement	Nom du site	Nombre de parcelles/site	Taille d'une parcelle	Superficie échantillonnée
Témoin non-traité	Site 1	5	1 ha	5 ha
CJ + récolte grosse branches	Site 2	5	1 ha	5 ha
CJ + récolte de grosses et moyennes branches	Site 3	5	1 ha	5 ha
CJ + récolte de grosses, moyennes et petites branches	Site 4	5	1 ha	5 ha

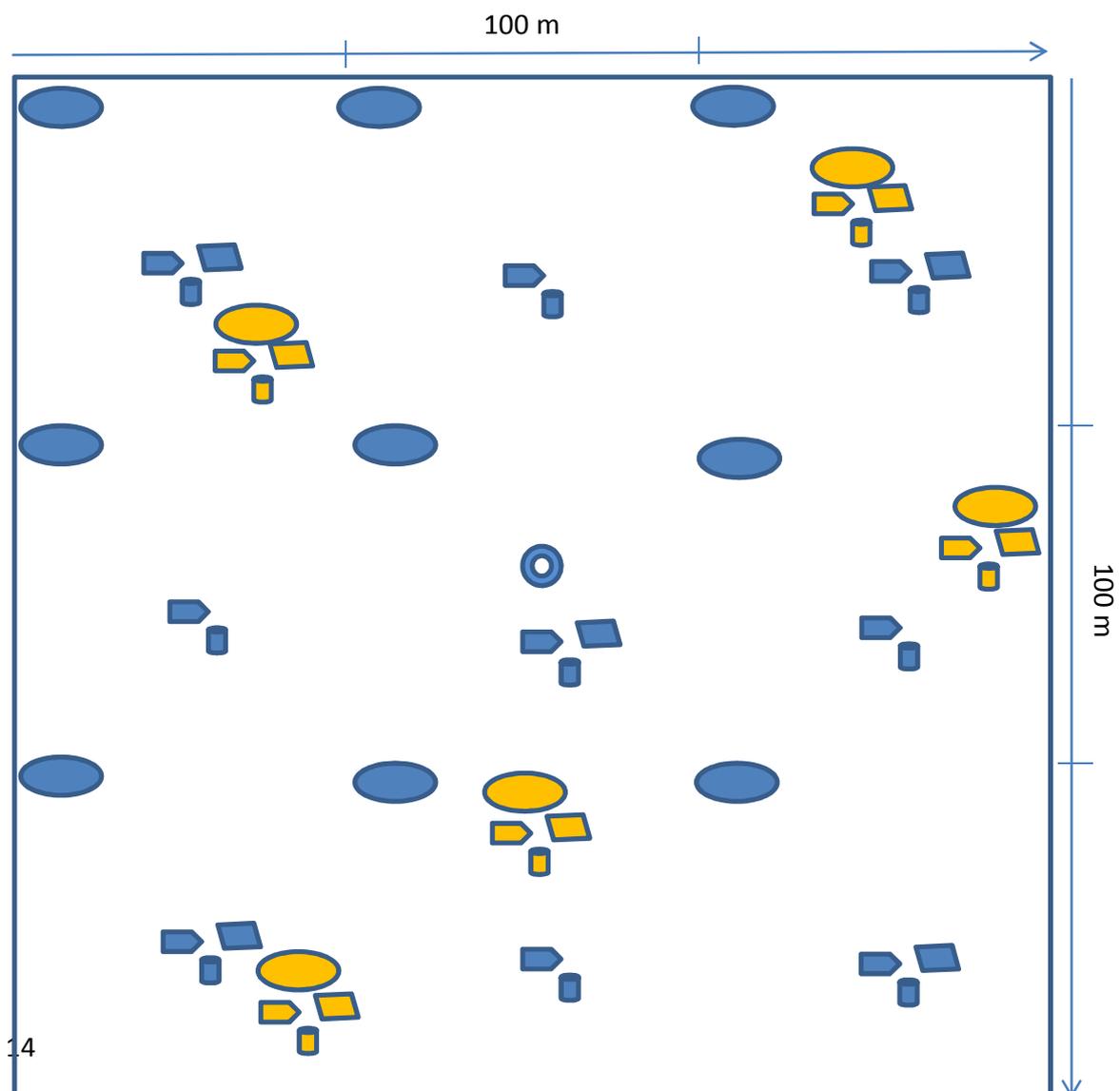
Mesures avant et après traitement

Les mêmes mesures sont prises avant et après traitement durant le printemps et l'été. La biodiversité du cortège floristique est inventoriée dans chaque parcelle à l'aide de 9 placettes circulaire de 5m² positionnées au 30m pour l'échantillonnage systématique et de 5 placettes circulaire de 5m² pour l'échantillonnage aléatoire des microsites. La disposition des placettes est représentée à la Figure D. Les bryophytes sont identifiés par famille, tandis que l'identification des fougères, prêles et lycopes se fait à l'espèce lorsque possible (sans analyse d'ADN). Toutes les autres plantes vasculaires sont identifiées à l'espèce si possible. L'occurrence des différentes espèces ainsi que l'estimation de la densité par placettes sont notées. Pour évaluer l'état de la régénération, les semis et les gaules d'espèces ligneuses sont dénombrés par espèce et par classes de taille.

Pour l'herpétofaune, plusieurs méthodes sont mises en place, tenant compte des différentes espèces d'urodèles (salamandres et triton), de couleuvres et d'anoures (rainette, grenouille, etc.) que l'on retrouve dans nos zones d'étude. L'inventaire est fait principalement par des recherches actives et standardisées sur le terrain (par quadrat), ainsi que par l'enregistrement des chants de reproduction pour les anoures. Les inventaires standardisés s'effectuent durant la journée et consistent à retourner les pierres, les troncs renversés ainsi que les débris ligneux au sol, tels que bûches, branches et écorces (Galois et Ouellet 2005). Tous les éléments sont replacés dans leur position initiale. Chaque animal capturé est identifié, mesuré à l'aide d'une règle ($\pm 0,1$ mm) et quelquefois photographié avant d'être relâché sur place. Les œufs et les exuvies de certaines espèces permettent aussi l'identification (Ouellet *et al.* 2004). Le microhabitat de capture est déterminé et géoréférencé. L'enregistrement des chants de reproduction des anoures est fait au printemps et durant l'été afin de couvrir le plus d'espèces possible (Desroches et Banville. 2002). Une enregistreuse est installée au

centre de la parcelle et enregistre les chants durant 1 heure chaque nuit, pendant 10 nuits (Figure D). Les espèces entendues sont ensuite notées. Pour estimer l'abondance relative des espèces, les cotes suivantes sont attribuées: 0 = aucun individu entendu, 1 = quelques individus pouvant être comptés séparément, 2 = quelques individus avec chevauchement de coassements et 3 = chorale avec des coassements non dénombrables (Trottier 2006).

La technique capture/recapture avec des pièges à petits mammifères (par parcelles : 9 pour le dispositif systématique et 5 pour les microsites), ainsi que des pièges fosses (par parcelles : 9 pour le dispositif systématique et 5 pour les microsites) est utilisée pour évaluer la diversité des petits mammifères (Figure D). Chaque animal est identifié à l'espèce, marqué (coupe de poil) et relâché. Le microhabitat de capture est déterminé et géoréférencé. Des pistes de sables sont installées (par parcelles : 5 pour le dispositif systématique et 5 pour les microsites), afin d'avoir un indice de la diversité et de l'abondance (Figure D). Les traces servent à l'identification de l'espèce, et le nombre de passage est dénombré.



Légende : Bleu : Dispositif d'échantillonnage systématique

Jaune : Dispositif d'échantillonnage non-aléatoire de microsites

Figure D. Dispositif d'échantillonnage pour une parcelle de 1 ha.

-  Parcelle circulaire avec 1.200m de rayon (3000 m²)
-  Piège à petit mammifère
-  Piège fosse
-  Piste de sable

III.2. Résultats préliminaires

III.2.a. Les nutriments

Plusieurs résultats préliminaires, pertinents dans le contexte de la récolte de biomasse, peuvent être présentés en ce qui concerne la répartition de biomasse dans les différents compartiments des arbres. D'abord, il existe des différences significatives entre les 2 espèces étudiées dans leur répartition de biomasse, leur masse volumique et leur masse absolue. En effet, quel que soit le DHP, l'ERS alloue plus de biomasse dans son tronc que dans ses branches alors que chez le BOJ, l'allocation de biomasse était similaire dans ces 2 grands compartiments. Dans le détail, il apparaît que l'allocation supérieure de biomasse chez le BOJ (comparativement à l'ERS) dans les branches se retrouve principalement dans les branches de diamètre inférieur à 5cm (Figure E).

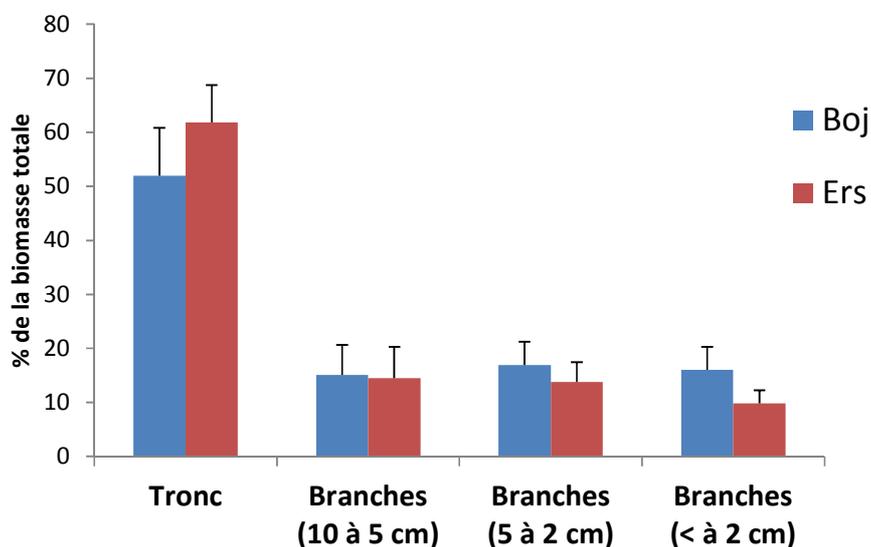


Figure E. Proportion d'allocation de biomasse dans les différents compartiments de l'arbre pour des individus de 15 à 35 cm de DHP. Les résultats sont présentés pour les 2 essences étudiées.

Ces différences d'allocation entre espèce se matérialisent lors de la quantification de la masse des différents compartiments (Figure F). L'ERS possède donc des masses de tronc toujours supérieures au BOJ, quel que soit le DHP, et le BOJ développe des masses de branches < 5cm de diamètre toujours supérieures à l'ERS.

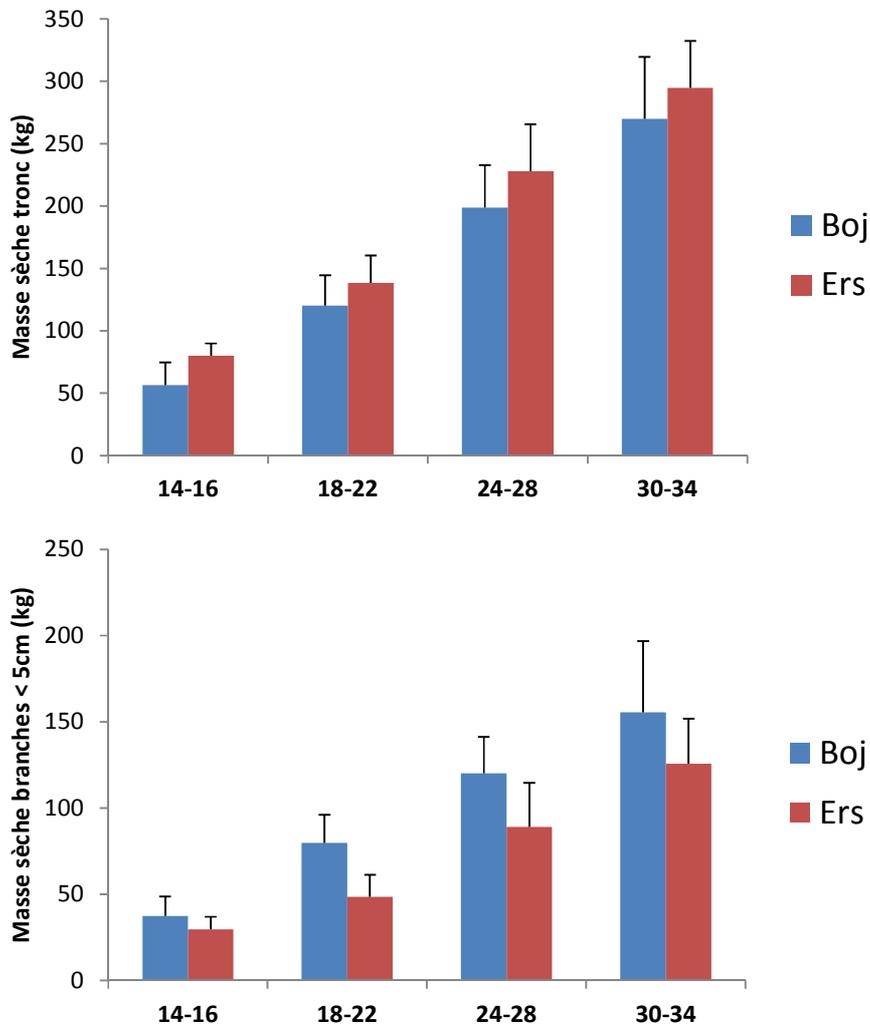


Figure F. Masse sèche de tronc (haut) et des branches < à 5 cm de diamètre (en bas) en fonction des classe de DHP et des 2 essences étudiées.

Cependant, à DHP égal, l'ERS et le BOJ produisent des quantités de biomasse aérienne tout à fait identiques (Figure G). Ainsi, à DHP égal, même si la même quantité de biomasse est retirée de l'écosystème en prélevant l'une ou l'autre des 2 espèces, dans le cas du BOJ on retirera plus de branches (et particulièrement plus de bois raméal) que dans le cas d'un ERS.

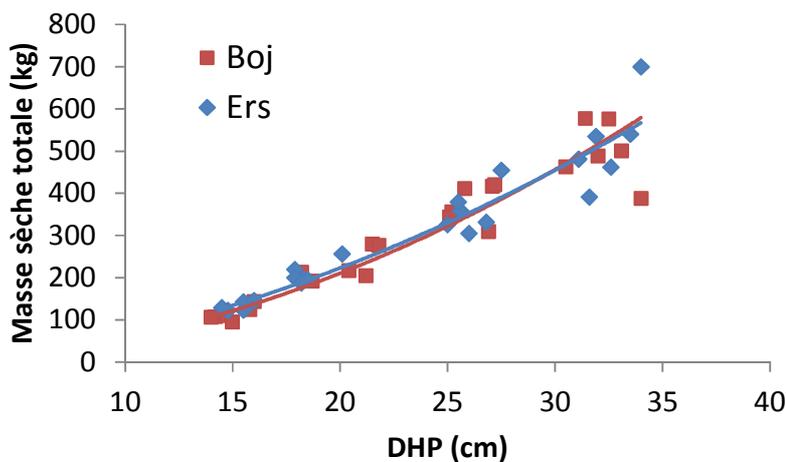


Figure G. Évolution de la quantité de biomasse aérienne totale en fonction du DHP et des 2 espèces étudiées.

III.2.b. Les sols

Les échantillons de sols avant traitement ont été récoltés, mais ne seront analysés que lorsque nous aurons d'autres échantillons, un an après traitement.

III.2.c. La biodiversité

Aucun résultat préliminaire n'est disponible pour l'instant. Les mesures avant traitement pour le cortège floristique, l'herpétofaune et les petits mammifères doivent être effectuées au printemps et à l'été. En raison de cette contrainte temporelle, les données et les résultats pour l'année 1 (avant traitement), seront effectuées au printemps et à l'été 2011.

Une revue de littérature a été effectuée sur l'effet de la récolte de la biomasse intégrée aux coupes partielles sur la biodiversité. Les grandes lignes sont résumées ci-dessous.

La récolte de la biomasse intégrée à la coupe de jardinage peut accentuer certains effets ou créer de nouveaux effets sur la biodiversité présente. Parmi les effets possibles, qui pourraient affecter la biodiversité, on note :

1. L'augmentation de la compaction du sol, de la perturbation et des blessures due aux passages répétitifs de la machinerie.
2. La perte de microhabitat, de couvert de protection et cachette due au prélèvement des cimes.
 - Les amas de cimes et de branches au sol sont des microhabitats et une ressource trophique pour les vertébrés tels que les petits rongeurs vulnérables à la prédation (Ecke *et al.* 2002; Landmann *et al.* 2009;

Hacker 2005, Berg *et al.* 1994, Harmon *et al.* 1986) ainsi que les amphibiens (Hagan et Grove 1999).

- L'importance des débris ligneux en forêt est connue pour l'herpétofaune ; la proportion de certaines espèces (ex : salamandre rayée) augmentant avec l'augmentation du volume de débris ligneux au sol (Bonin *et al.* 1999). Plusieurs espèces de couleuvres (ex. : couleuvre à ventre rouge, verte, à collier, rayée) et de salamandre peuvent utiliser les débris ligneux comme abri (Desroches et Rodrigue 2004). Ceux-ci peuvent aussi être des sites d'enfouissement lors de l'hibernation (ex. : rainette crucifère, rainette faux-grillon, grenouille des bois). Lors de période sèche, les amas de débris au sol peuvent servir de micro-habitat plus humide (Heatwole 1962).
- Ces débris sont également importants pour les petits mammifères, particulièrement selon leur état de décomposition (Doyon et Bouffard 2008). Dans les paysages aménagés, par exemple, il existe une relation positive entre l'abondance du campagnol roux et les débris ligneux au sol. L'abondance de la souris sylvestre a aussi été corrélée avec la disponibilité de débris ligneux au sol (> 10 cm) (Etcheverry *et al.* 2005).

3. L'altération des propriétés du sol et les niveaux de nutriments.

- L'utilisation intensive de la biomasse peut être l'une des causes de la dégradation de la biodiversité par le biais de changements dans la nature et l'intensité de l'utilisation de sols (Landmann *et al.* 2009). Les effets indirect de la récolte de la biomasse, comme la diminution du pH des sols, peut diminuer la richesse des espèces d'amphibiens (Wyman et Jancola 1992). L'établissement des semis et des gaules d'espèces forestières est dépendant des conditions microclimatiques et des sites (températures, humidité, nutriments, etc.).
- La récolte de la biomasse forestière, lors de coupe totale, a été démontrée comme défavorable pour les bryophytes forestière, mais pas pour les plantes vasculaires (Astrom *et al.* 1995). Une autre étude observe que le maintien de cimes est défavorable à la richesse de la flore vasculaire (Deconchat et Baient 2001).

Il est important de noter que les effets potentiels soulevés dans le point 3 pourront être évalués à partir des résultats obtenus sur le suivi de l'effet sur les sols (section III.2.b.) et de la littérature sur le lien entre la biodiversité et le sol (nutriments/ph). Les points 1 et 2 seront étudiés dans le cadre de cette étude grâce à la mise en place du dispositif décrit dans la section III.1.c.

III.3. Calendrier 2011-2012

Axe	Tâche	Description	Période prévue
Nutriments	Analyse des échantillons	Dosage par BioLab	Mars 2011
	Analyse des données		Été 2011
	Développement de l'outil de comparaison de traitements	Programmation de l'outil et incorporation des matrices de données	Automne 2011
	Rédaction du rapport		Hiver 2011-12
Sols	Mesure terrain (remesure)	(prélèvement de sol)	Été 2011
	Analyse des échantillons		Automne 2011
	Analyse des données		Automne 2011
	Rédaction du rapport		Hiver 2011-12
Biodiversité	Installation du dispositif de suivi		Juin 2011
	Mesures terrain (Avant)	Cortège floristique, régénération forestière, herpétofaune, petits mammifères	Juin-Juillet 2011
	Application des traitements	Récolte des différents compartiments	Automne 2011
	Analyse des données		Automne 2011
	Rédaction du rapport		Hiver 2011-12
	Remesure terrain (Après)	Cortège floristique, régénération forestière, herpétofaune, petits mammifères	Printemps-Été 2012

IV. Évolution des dépenses 2010-2011

Poste budgétaire	Unité	Taux	Biomasse Laurentides		Biomasse Outaouais	
			Quantité	Montant	Quantité	Montant
Salaires techniciens	Jours	300\$/jr	72,84	21 852,00 \$	64,47	19 341,00 \$
Salaires chercheurs	Jours	450\$/jr	40,63	18 283,50 \$	36,56	16 452,00 \$
Déplacements	Km	0,4\$/km	4052	1 620,80 \$	3943	1 577,20 \$
Hébergement				467,23 \$		467,22 \$
Repas				270,43 \$		328,89 \$
Matériel terrain				524,88 \$		649,64 \$
Coûts d'analyse d'échantillons				7 567,50 \$		7 567,50 \$
Amortissement informatique	Jours	20\$/jr*ord	21,63	432,60 \$	19,56	391,20 \$
Sous-total				51 018,94 \$		46 774,65 \$
Frais de gestion (5%)				2 550,95 \$		2 338,73 \$
Total des dépenses réalisées				53 569,89 \$		49 113,38 \$
<i>Dépenses admissibles par région selon les contrats respectifs</i>				53 519,00 \$		49 090,00 \$

Références

- ÅSTRÖM, M., DYNESIUS, M., HYLANDER, K., et C. NILSSON. 2005. *Effects of slash harvest on bryophytes and vascular plants in southern boreal forest clear-cuts*. Journal of Applied Ecology 42, 1194–1202.
- BERG, A., B. EHNSTRÖM, L. GUSTAFSSON, T. HALLINGBÄCK, M. JONSELL et J. WESLIEN. 1994. *Threatened plant, animal, and fungus species in Swedish forests: distribution and habitat associations*. Conserv. Biol. 8: 718-731.
- BONIN, J., J.-F. DESROCHES, M. OUELLET et A. LEDUC. 1999. *Les forêts anciennes: refuges pour les salamandres*. Nat. can. Hiver 1999: 13-18.
- DECONCHAT, M., et G. BAIENT. 2001. *Effets des perturbations du sol et de la mise en lumière occasionnées par l'exploitation forestière sur la flore à une échelle fine*. Annals of forest science, 58 (3) : 315-328.
- DESROCHES, J.-F. et D. BANVILLE. 2002. *Inventaire des amphibiens, des reptiles et des micromammifères sur la côte de Beaupré en 1998*. Société de la faune et des parcs du Québec, 43 pages.
- DESROCHES, J.-F. et D. RODRIGUE. 2004 *Amphibiens et reptiles du Québec et des maritimes*. Édition Michel Quintin, Waterloo. 288 p.
- DOYON, F. et D. BOUFFARD. 2008. *L'intégration des valeurs fauniques et de biodiversité à la planification forestière*. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue, Ripon. 33 p. + annexes.
- ECKE, F., LOFGREN, O. et D. SORLIN. 2002. *Population dynamics of small mammals in relation to forest age and structural habitat factors in northern Sweden*. Journal of Applied Ecology, 39 (5) : 781-792.
- ETCHEVERRY, P., OUELLET, J.-P. et M. CRÊTE. 2005. *Response of small mammals to clearcutting and precommercial thinning in mixed forests of southeastern Quebec*. Can. J. For. Res. 35: 2813-2822.
- GALOIS, P. et M. OUELLET. 2005. *Le grand bois de St-Grégoire, un refuge pour l'herpétofaune dans la plaine montréalaise*. Le naturaliste canadien, Vol. 129, No. 2. p.8
- HACKER, J.J. 2005. *Effects of logging residue removal on forest sites*. West Central Wisconsin Regional Planning Commission. Wisconsin. 29 p.

HAGAN, J. M. et S.L. GROVE. 1999. *Coarse woody debris*. J. For. 97 (1) : 6-11.

HEATWOLE, H. 1962. Environmental factors influencing local distribution and activity of the salamander, *Plethodon cinereus*. Ecology 43: 460-472.

LANDMANN, G., GOSELIN, F. et I. BONHÊME. 2009. *Bio2, biomasse et biodiversité forestières. Augmentation de l'utilisation de la biomasse forestière : implications pour la biodiversité et les ressources naturelles*. Paris, MEEDDM-Ecofor, 210 p.

OUELLET, M., P. GALOIS et R. PÉTEL. 2004. *Inventaire des amphibiens et des reptiles sur le mont Royal au cours de l'année 2004*. Rapport scientifique réalisé pour la Ville de Montréal, Québec, 25 p.

TROTTIER, J. 2006. *Impact de l'exploitation forestière sur la richesse et l'abondance des amphibiens de la forêt boréale méridionale du Bas-Saint-Laurent*. Université du Québec à Rimouski. 102 p.

WYMAN, R. L., JANCOLA, J., 1992. *Degree and Scale of Terrestrial Acidification and Amphibian Community Structure*. Journal of Herpetology. 26 (4) : 392-401.