

Comparaison des impacts relatifs à l'épandage de phytocides chimiques et aux traitements mécaniques en milieu forestier

Mémoire de

Julien Fortier (candidat *M.Sc.* Environnement)

et

Christian Messier, *Ph.D.* (professeur d'écologie forestière à l'UQAM)

**Présenté à la Commission du Bureau d'audience publique sur
l'environnement**

Mai 2006

1. L'intensification de l'aménagement forestier au Québec : une pierre angulaire de la foresterie durable

Afin de sortir de la crise forestière qui sévit actuellement et afin de se préparer aux effets imprévisibles des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers, il est important de mettre en place des stratégies d'aménagement forestier qui vont optimiser le capital ligneux tout en assurant la protection de la majorité de la forêt. D'ailleurs, une des recommandations centrales du rapport de la Commission Coulombe (2004) était que « L'aménagement écosystémique soit au cœur de la gestion des forêts publiques du Québec ». Bien que le projet d'épandage de phytocide de la compagnie Smurfit-Stone inc. ait lieu sur des terres privées, la mise en œuvre d'un projet de gestion de la végétation compétitive semble légitime afin de maximiser l'établissement et la croissance des jeunes peuplements résineux. En augmentant la productivité ligneuse sur certains sites grâce à une intensification de l'aménagement sylvicole, il pourrait être possible d'augmenter la proportion d'aires protégées et de diminuer la récolte et l'intensité de l'aménagement forestier sur la majorité du territoire forestier. Ceci pourrait donc faciliter l'implantation de l'aménagement écosystémique. Cependant, bien qu'il soit souhaitable d'intensifier l'aménagement forestier par des traitements de maîtrise de la végétation, il faut cependant déterminer la meilleure stratégie qui offrira le moins d'impacts négatifs au niveau écologique, social et économique.

C'est dans ce contexte que nous allons présenter sommairement les résultats de nos recherches concernant les diverses stratégies de gestion de la végétation qui pourraient être utilisées dans ce projet. Les impacts des traitements mécaniques à l'aide d'une débrousailluse seront comparés à ceux des traitements chimiques (aérien et terrestre) dans une perspective globale d'aménagement forestier durable.

2. Les impacts du dégagement chimique : le cas du glyphosate

Aujourd'hui, les phytocides sont reconnus comme des substances chimiques relativement dangereuses pour la santé humaine et celle des écosystèmes. Parmi les phytocides les plus utilisées, on en retrouve qui sont potentiellement cancérigènes et/ou perturbateurs du système endocrinien (NCAP 1999a). Une fois lessivés par l'eau de pluie ou dispersés par le vent, certains de ces composés chimiques se retrouvent dans les cours d'eau et les aquifères (NCAP 1999b). De plus, quelques un de ces phytocides appartiennent à la classe des produits chimiques persistants en raison de leur potentiel de bioaccumulation.

Cependant, ce ne sont pas tous les phytocides qui ont la même toxicité pour l'environnement. Le glyphosate, un ingrédient actif développé par Monsanto sous plusieurs formulations, est largement utilisé en foresterie pour éliminer la végétation compétitrice. Au Canada, en 1998 environ 38% des traitements sylvicoles réalisés dans les plantations utilisaient le glyphosate (Mihajlovich *et al.* 2004).

Le glyphosate (N-phosphonomethylglycine), un inhibiteur compétitif, bloque une enzyme spécifique à la plante, la 3-énolpyruvylshikimate-5-phosphate synthase (Voet et Voet

1998). Il perturbe ainsi certaines voies métaboliques propres aux végétaux, dont la synthèse des acides aminés aromatiques (Harzler 2001). Le glyphosate est donc un phytocide non-sélectif, systémique et post-émergeant (Franz *et al.* 1997). Généralement, on le retrouve sous la forme d'un sel couplé à l'isopropylamine, un surfactant facilitant son transport à travers la cuticule végétale (Relyea 2005). Ce surfactant a aussi la particularité de restreindre la mobilité de la molécule dans l'écosystème.

Plusieurs études toxicologiques démontrent que le glyphosate, à cause de son mode d'action particulier, est hautement toxique pour les plantes et largement non-toxique pour les animaux (William *et al.* 2000, Tatum 2004). De plus, il n'existe aucune évidence que le glyphosate possède des propriétés de neurotoxicité, d'immunotoxicité et de perturbateur endocrinien (SERA 2002). En fait le glyphosate est l'une des substances chimiques les mieux caractérisées aujourd'hui et il existe même des informations toxicologiques pour les métabolites issus de cette substance (William *et al.* 2000).

Au niveau de sa dispersion dans l'environnement, le glyphosate présente des qualités intéressantes lorsque utilisé avec un surfactant approprié. Fortement retenu par le sol et donc peu lessivé, ce sont les microorganismes qui dégradent la majeure partie du glyphosate non absorbé par les plantes (Kools *et al.* 2005). Les pertes au niveau de la photodécomposition et/ou volatilisation semblent négligeables (Couture *et al.* 1995, Malik et Kishore 1989). Par ailleurs, plusieurs chercheurs travaillent déjà depuis plus d'une vingtaine d'années dans le but d'optimiser les processus d'utilisation du glyphosate dans les aires de reboisement afin de réduire davantage ses impacts sur les écosystèmes (Thompson et Pitt 2003).

Il existe toutefois une forte controverse à savoir si les formulations commerciales du glyphosate, comme le Roundup^{MD} ou le Vision^{MD}, sont potentiellement plus toxiques que l'ingrédient actif seul. À cet effet, des études en laboratoire montrent, par exemple, que le Roundup^{MD} est plus toxique au niveau des érythrocytes (Pieniazek, *et al.* 2004) et au niveau de la respiration mitochondriale (Peixoto 2005) que le glyphosate. Néanmoins, bien que ces études aient démontré la toxicité accrue du Roundup^{MD}, elles ne sont pas représentatives de réels scénarios d'exposition. William *et al.* (2000) ont d'ailleurs démontré que le Roundup^{MD} n'a aucun effet négatif sur le développement, sur le système reproducteur et endocrinien. Selon ces auteurs, le Roundup^{MD} ne présente donc aucun risque pour la santé humaine et celle des mammifères lorsqu'il est utilisé adéquatement.

Enfin, il est important de faire la distinction entre les usages agricoles et sylvicoles de phytocides. En sylviculture, la période critique pour l'épandage se situe généralement pendant les deux premières années suivant l'établissement des semis (Balandier *et al.* 2006). Elle peut, par contre, s'étirer sur quelques années en présence d'une compétition végétale féroce. Sommes toute, dans la majeure partie des cas rencontrés en foresterie, l'application de phytocides survient une à deux fois pour toute la durée de la rotation (qui peut durer entre 20 et 70 ans) alors qu'en agriculture intensive cette application est réalisée au moins une fois l'an et à chaque année. Les impacts environnementaux découlant de chacun de ces usages sont donc bien différents.

2.1 Les impacts environnementaux

Impacts directs sur la flore

Au niveau des l'impacts sur la flore et la faune forestière, on observe habituellement un changement temporaire dans la composition et l'abondance relative des espèces végétales suite à un traitement au glyphosate (Micheal et Hermy 2002). En d'autres mots la structure de la communauté végétale est le paramètre le plus affecté par l'épandage de phytocides. L'effet majeur se fait évidemment sentir l'année du traitement où, selon la proportion de la superficie traitée, une majeure partie de la végétation est habituellement supprimée totalement. À moyen terme (4-5 ans), l'abondance relative tend à revenir à ce qu'elle était avant le traitement. Les impacts sur la flore son donc éphémère et n'affecte généralement pas l'intégrité écologique du site traité.

Impacts indirects sur la faune

Puisque qu'un traitement utilisant un phytocide comme le glyphosate modifie substantiellement le couvert végétal terrestre à court terme, la faune est affectée indirectement dû une modification de l'habitat et des ressources alimentaires.

- ***Invertébrés*** : La densité et diversité de certaines espèces peuvent être modifiées par un traitement au glyphosate en milieu forestier (Lautenschlager et Sullivan 2002, Couture *et al.* 1995).
- ***Amphibiens*** : Les populations ne semblent pas affectées négativement par un traitement au glyphosate (Lautenschlager et Sullivan 2002, Couture *et al.* 1995).
- ***Faune aviaire*** : Le changement de végétation et donc d'habitats peut-être positif ou négatif dépendamment de l'espèce (Lautenschlager and Sullivan 2002, Couture *et al.* 1995).
- ***Petits mammifères*** : La diversité et la densité des populations semblent peu affectées par un traitement au glyphosate en milieu forestier (Lautenschlager and Sullivan 2002, Couture *et al.* 1995).
- ***Gros mammifères*** : L'utilisation du territoire par l'orignal et le lièvre tend à être réduite les 3 années suivant le traitement au glyphosate, mais la situation revient à la normale à moyen terme. Le chevreuil ne semble pas affecté négativement à court et moyen terme. (Lautenschlager and Sullivan, 2002, Couture *et al.* 1995)

- **Microfaune :** Au niveau microscopique, les communautés bactériennes et fongiques semblent très peu affectées par l'épandage de glyphosate en milieu forestier (Houston *et al* 1998, Stratton et Stewart 1992).

Comparativement à un épandage au sol, l'épandage aérien provoque des impacts sur la faune un peu plus important à cause des probabilités de dérive du phytocide employé. Les petits cours d'eau qui sillonnent le site à traité ont aussi plus de chance d'être touché par le phytocide. Il est cependant possible de mitiger ces impacts en épandant le phytocide manuellement (sac à dos) et seulement à la base des plants qui nécessitent un dégagement. Cela aurait pour effet de créer deux dynamiques de végétation dans le temps, ce qui augmente la diversité des habitats et potentiellement la biodiversité.

2.2 Les impacts sociaux

Perception du public

Au cours des dernières années, plusieurs audiences publiques et plusieurs études ont soulevé l'importance de la controverse sociale qui existe au sujet de l'emploi des phytocides en milieu forestier (BAPE 1991, Wagner 1994, BAPE 1997, Wagner *et al.* 1998, Richardson et Thistle 2005). De plus, l'utilisation de méthodes chimiques pour aménager le territoire est souvent projetée d'une façon négative par les médias (Newton 2005).

Wagner *et al.* (1998) rapportent que lors d'un sondage national réalisé en 1989 par le Environics Research Group, environ 71 % des Canadiens s'opposent à l'utilisation des phytocides en forêt. Les principales raisons évoquées étaient alors les risques pour la faune et les habitants de la région traitée. En Ontario, la population en général et celle dépendante des activités forestières perçoivent le dégagement chimique par voie aérienne comme étant le traitement le plus risqué. La difficulté à contrôler les épandages, le risque de catastrophe, l'impact sur les générations futures et sur la santé sont les principaux motifs d'inquiétude. Le deuxième traitement le moins bien perçu des Ontariens serait l'épandage de phytocides au sol et le traitement biologique avec un myco-phytocide. Globalement, pour l'Ontario, 82 % des gens et 77 % des communautés dépendantes de la forêt trouve l'épandage aérien inacceptable et ces chiffres diminuent à 63 % et 65 % respectivement pour un épandage au sol. (Wagner *et al.* 1998).

Santé et sécurité des travailleurs

L'utilisation du glyphosate, qu'il se réalise de façon aérienne ou au sol, ne semble pas causer de contraintes de santé pour les travailleurs. Suite aux analyses du Centre de Toxicologie du Québec, le BAPE (1997) concluait que le risque d'intoxication est très bas lorsque les mesures de sécurité sont correctement suivies. Une étude de Lavy *et al.*

(1992) réalisée sur 14 travailleurs (épandage au sol manuel) démontre qu'après 12 semaines consécutives d'analyses urinaires, aucun d'entre eux n'a été testé positif.

Cependant, certains risques sont associés à l'épandage manuel au sol. Les travailleurs peuvent se blesser à cause des chutes ou se faire des entorses lorsque le terrain est très accidenté. L'équipement pose aussi certaines contraintes ergonomiques, mais elle sont moins grandes que celle rencontrées au niveau d'un traitement à la débrouailleuse.

Santé et sécurité de la population

Le BAPE (1997) concluait dans son rapport que selon un scénario d'exposition réel, le risque à court terme pour la population, les pêcheurs et les chasseurs est négligeable.

2.3 Les impacts économiques

L'application aérienne de phytocides est de loin le traitement de gestion de la végétation le moins coûteux. L'application au sol de son côté est un plus coûteuse, mais moins que l'utilisation d'une débrouailleuse. Il faut aussi considérer qu'un seul traitement par année est suffisant avec le dégagement chimique, ce qui n'est pas toujours le cas avec un dégagement mécanique manuel.

Création d'emploi et développement régional

L'épandage aérien ne constitue pas un outil de développement régional, car peu d'emplois sont générés par cette activité. Cependant, au même titre que le dégagement mécanique manuel, l'épandage terrestre manuel de phytocides, crée un nombre important d'emplois, ce qui génère des retombés économiques pour la région.

Certification

Selon le Forest Stewardship Council (FSC 2003), la gestion forestière doit promouvoir le développement et l'adoption de techniques non chimiques et à faibles impacts sur l'environnement pour gérer la végétation accompagnatrice ou tout autre forme de peste. Il n'en demeure pas moins que l'utilisation de phytocides est considérée acceptable par le FSC, seulement si les gains environnementaux d'un tel usage sont clairement démontrés. De plus, certains phytocides ne sont pas tolérés par le FSC, mais le glyphosate ne fait pas parti de ceux-ci.

Augmentation du capital ligneux

En forêt boréale et en forêt boréale mixte, une étude synthèse de Wagner *et al.* (2004) démontre qu'on obtient des gains de croissance allant de 50 à 450 % pour les principales essences à valeur commerciale.

3. Les impacts du dégagement mécanique à l'aide d'une débrousailluse

La méthode la plus couramment employée pour remplacer les phytocides est le dégagement mécanique (manuel ou motorisé) des plantations ou de la régénération naturelles et la préparation mécanique du site de reboisement. Ces opérations mécaniques sont d'une efficacité très variable selon le type d'écosystème et leur succès dépend très fortement du type de végétation qui est visé (Balandier *et al.* 2006).

Au Québec, des études réalisées depuis plus de 15 ans démontrent que des gains de croissances significatifs chez l'épinette noire sont obtenus 5 ans et 10 ans suivant un traitement mécanique manuel (débrousailluse) singulier ou répété (Jobidon et Charette 1997, Jobidon *et al.* 1999). À l'inverse, on constate que dans les plantations de peupliers hybrides du sud du Québec, les opérations mécaniques avec un tracteur forestier sont inefficaces pour maîtriser la végétation accompagnatrice (Coll *et al.* 2006). Il s'avère donc nécessaire de bien différencier entre les diverses méthodes mécaniques de gestion de la végétation compétitrice. Dans le cadre du projet actuel, il ne semble pas que l'utilisation d'un tracteur forestier (dégagement et préparation du site) soit envisageable vu les contraintes physiques et l'éloignement des sites visés. Nous présenterons donc seulement les principaux impacts du dégagement réalisé avec une débrousailluse.

3.1 Les impacts écologiques

Impacts directs sur la flore

Après avoir réalisé une importante revue de littérature sur le sujet, nous pouvons constater qu'il existe peu d'études documentant l'impact du dégagement à la débrousailluse sur les communautés végétales et fauniques. Cependant, la plupart des études réalisées sur le sujet rapportent que cette technique de dégagement est sécuritaire et présentent peu d'impacts écologiques négatifs (Micheal et Hermy 2002).

De manière générale, un traitement à la débrousailluse provoque un effet moins drastique sur la composition et la structure végétale comparativement au dégagement chimique (Balandier *et al.* 2006) et donc on peut extrapoler que l'impact sur la faune devrait-être aussi moindre que celle d'un dégagement chimique.

Impacts indirects sur la faune

- **Invertébrés** : Les populations de coléoptères, de gastropodes, d'arthropodes ne semblent pas affectées par ce type de traitement (Lautenschlager et Sullivan 2002).
- **Amphibiens** : Les populations étudiées ne semblent pas affectées négativement par un traitement à la débrousailluse (Bogart *et al.* 1995)

- **Faune aviaire :** Les différentes espèces aviaires ne semblent pas affectées négativement par ce type de traitement (Easton et Martin, 1998).
- **Petits mammifères :** Les communautés de petits mammifères (i.e. souris sylvestre, campagnol à dos roux, suisse, etc.) ne semble pas affectées par ce type de traitement (Lautenschlager et Sullivan 2002).
- **Gros mammifères :** Les populations de chevreuil et de lièvres ne semblent pas affectés négativement par ce type de traitement (Lautenschlager et Sullivan 2002). Cependant, pour l'orignal, l'utilisation hivernale du territoire traité peut être réduite à court terme (2 ans), ce qui est aussi le cas lors d'un dégagement chimique (Lautenschlager *et al.* 1999).

Autres impacts sur l'environnement

La débroussailleuse est une source de bruit importante et donc une nuisance pour la faune. Cependant, aucune étude dans le domaine de l'écologie forestière ne semble quantifier cet impact.

Certains gaz hautement toxiques sont aussi émis par le moteur 2 temps de la débroussailleuse, notamment du monoxyde de carbone, du benzène, de la formaldéhyde et des hydrocarbures polycycliques aromatiques (BAPE 1997). Ces gaz sont toutefois dissipés rapidement dans l'air et donc peu susceptibles de causer un impact sur la faune et la flore.

Finalement, la débroussailleuse libère une quantité importante de carbone, ce qui contribue à l'augmentation globale des gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

3.2 Les impacts sociaux

Perception du public

Comme le mentionne Wagner *et al* (1998) dans leur étude sur les perceptions publiques face aux différentes alternatives de maîtrise de la végétation compétitrice, les traitements mécaniques sont généralement bien perçus par le grand public et les communautés économiquement dépendante de la foresterie. Bien que l'étude a été réalisée en Ontario, on peut s'attendre à des résultats similaires pour le Québec. Plus de 90 % du grand public et des communautés dépendantes trouvent que le dégagement à la débroussailleuse est très acceptable ou acceptable (Wagner *et al.* 1998).

Santé et sécurité des travailleurs

Bien que la perception du public soit favorable à l'utilisation de la débroussailleuse pour réaliser le dégagement, les impacts négatifs en terme de santé et sécurité des travailleurs sont forts importants. Les risques d'accidents (chutes, entorse, piqûre d'insecte, etc.) sont

élevés chez les débroussailleurs et ces derniers ressentent souvent des douleurs reliées à leur travail à cause des contraintes ergonomique qu'impose l'équipement, mais aussi en raison des obstacles physiques présent sur le site (Dubeau *et al* 2003). Et parce que les travailleurs sont souvent payés à l'hectare dégagé, ils adoptent un rythme de travail plutôt élevé sans nécessairement prendre des périodes de repos, ce qui peut réduire leur concentration et augmenter les risques d'incidents (Dubeau *et al.* 2003).

S'additionne à cela, le risque que représente l'exposition des travailleurs aux gaz d'échappement de la débroussailleuse. Plusieurs de ces gaz (monoxyde de carbone, benzène, formaldéhyde, hydrocarbures polycycliques aromatiques, etc.) en plus d'être des irritants du système respiratoire sont reconnus comme étant cancérigène et/ou neurotoxique. D'ailleurs le BAPE (1997) a déjà reconnu qu'il existe une incertitude concernant l'impact des gaz d'échappement à cause de leur nombre élevé et des nombreuses interactions biologiques potentielles.

3.3 Les impacts économiques

Le dégagement à la débroussailleuse est le traitement qui coûte le plus cher lorsqu'on le compare à un traitement chimique aérien et même à un épandage de phytocide manuel au sol.

Création d'emploi et développement régional

Lorsque l'on compare les activités de dégagement mécanisé au dégagement chimique par voie aérienne, il est clair que le dégagement à la débroussailleuse crée beaucoup plus d'emploi. Ce type de dégagement permet donc une certaine forme de développement régional, bien que les emplois créés soient éprouvants et peut payés. De plus, il est de plus en plus difficile de trouver des travailleurs acceptant de faire ce genre de travail.

Certification forestière

Les organismes de certification, tel le FSC, sont favorables à l'utilisation du dégagement mécanique manuel comme moyen de gestion de la végétation.

Augmentation du capital ligneux

Bien que ce type de dégagement favorise la croissance des arbres, les gains de croissance sont généralement moins importants que lorsqu'un traitement chimique est employé. On aura ainsi besoin d'une plus grande superficie aménagée intensivement pour arriver à récolter des volume de bois comparable à ceux obtenus avec un aménagement intensif basé sur l'emploi de phytocides.

4. Acceptabilité du projet tel quel

La compagnie Smurfit-Stone inc. propose d'effectuer des arrosages aériens de phytocides sur une partie de ses terrains forestiers situés au nord de La Tuque et dans la MRC du Domaine-du-Roy, à proximité du réservoir Gouin. Nous allons donc voir quel est le niveau d'acceptabilité de ce projet dans une perspective d'aménagement forestier durable.

Au niveau écologique

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'épandage aérien de phytocide que ce soit le glyphosate ou un autre composé chimique est la technique de gestion de la végétation qui présente le plus d'impact direct sur le milieu récepteur. Résumons ces impacts :

- **Impact négatif sur la flore :** Changement à court terme (quelques années) dans l'abondance relative des espèces donc changement dans la structure de la communauté végétale.
- **Impact négatif sur la faune :** À court terme, certaines espèces d'oiseaux sont affectées à cause de la modification d'habitat qu'entraîne la disparition de la végétation. L'orignal de même que le lièvre semblent moins utiliser le territoire à court terme. Certaines espèces d'invertébrés sont affectées.
- **Autres impacts négatifs :** Puisqu'un épandage aérien est beaucoup moins précis qu'un épandage au sol, il y a des risques de dérive du phytocide sur le milieu environnant. Par ailleurs, puisque plusieurs ruisseaux sillonnent le territoire visé par le traitement, une certaine quantité de phytocide se retrouvera dans l'eau.

En résumé, par rapport à un traitement à la débrousailluse, l'épandage aérien semble provoquer des impacts écologiques directs plus marqués, tant au niveau de la faune que de la flore. Cependant, ces impacts ne prennent place qu'à court terme, soit les 3 années suivant le traitement.

- **Impact positif en minimisant les chemins forestiers :** Cependant, bien qu'un certain nombre de points négatifs soient soulevés, l'épandage aérien ne nécessite pas que des chemins forestiers soient ouverts et entretenus afin que les travailleurs sylvicoles accèdent au site. Plusieurs impacts sont d'ailleurs associés avec l'ouverture de chemins forestiers : destruction et fragmentation des habitats, mortalité due aux collisions avec les véhicules, modification du comportement animal, altération de l'environnement physique et chimique, propagation d'espèces exotiques, etc. (Bourgeois *et al.* 2005).
- **Impact positif en minimisant les superficies aménagées intensivement :** L'utilisation d'herbicide devrait permettre d'augmenter la productivité forestière par rapport à un traitement mécanique. Une telle augmentation de production pourrait être utilisée pour augmenter les aires protégées et implanter un aménagement écosystémique sur une plus grande portion du territoire. Il faut savoir que l'aménagement écosystémique requiert la plupart du temps une

diminution de la récolte de bois pour satisfaire les besoins de la faune et flore en zones boisés ainsi qu'en bois morts et vivants de grosses tailles.

Au niveau social:

Contrairement au dégagement à l'aide d'une débrousailluse, l'épandage aérien ne présente pas de risque significatif sur le plan de la santé et de la sécurité des travailleurs. De plus, les risques d'intoxication par la population et les autres utilisateurs du territoire sont quasi inexistantes.

Néanmoins, la perception très négative du public à l'égard de ce traitement constitue un obstacle de taille. Dans le contexte de l'aménagement forestier durable, où l'un des objectifs principaux est de respecter l'opinion publique et celle des groupes environnementaux, l'épandage aérien de phytocide est à proscrire. Après tout c'est le traitement qui attire le moins la faveur du public. Cependant, si le public pouvait être convaincu que l'utilisation d'herbicide sur une petite portion de la forêt aménagée intensivement permettrait l'augmentation des aires protégées et des superficies aménagées de façon plus écologiques (principe du zonage fonctionnel), il serait sûrement plus enclin à accepter une telle utilisation limitée à une faible proportion du territoire forestier.

Par ailleurs, l'épandage aérien crée très peu d'emploi et ne peut donc pas être considéré comme une activité contribuant au développement régional.

Au niveau économique:

Sur le plan économique, l'épandage aérien est le traitement le moins dispendieux de tous. De plus, de meilleurs gains de croissance sont généralement obtenus, ce qui génère de plus grand volume de bois par hectare traité comparativement à un traitement à la débrousailluse.

Cependant, dans le contexte de la certification forestière, l'épandage aérien est l'option qui semble la moins appropriée pour réaliser le dégagement, bien que le FSC tolère cet usage lorsqu'il fait partie d'une stratégie intégrée de gestion de la végétation.

5. Autre scénario envisageable: une application terrestre et localisée de glyphosate

Lors de nos recherches effectuées sur les diverses alternatives de gestion de la végétation, nous sommes venus à la conclusion que l'un des traitements les plus acceptables serait l'application terrestre (sac à dos) et locale de glyphosate (figure 1).

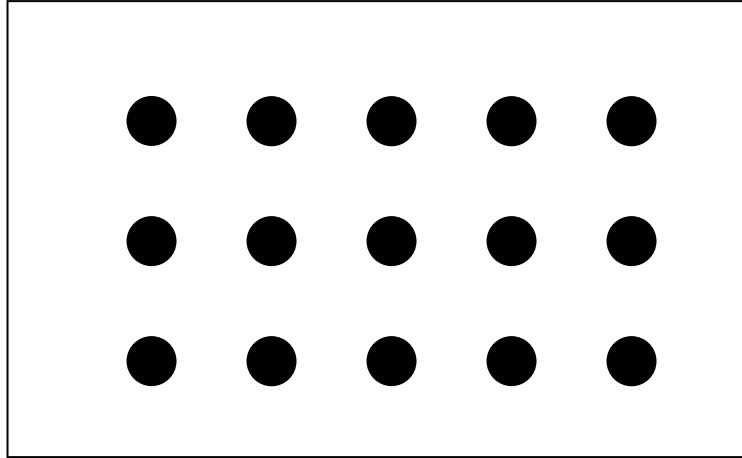


Figure 1 : Schématisation d'un traitement local avec utilisation de phytocide. La zone en blanc demeure non traitée et les zones en noir (dimensions variables) forment la surface où la végétation compétitive, autour du semis, devrait être supprimée.

Justification écologique

Puisque les impacts écologiques d'un traitement chimique sont proportionnels à la superficie traitée, l'utilisation d'un traitement local permet de réduire considérablement ces impacts tant sur la faune que la flore.

Par ailleurs, vu que ce n'est pas la totalité de la surface qui est traitée, le traitement créera deux dynamiques de végétation décalée dans le temps et l'espace. La diversité des habitats se retrouverait donc augmentée, ce qui pourrait s'avérer favorable pour la biodiversité.

De plus, les risques associés à la dérive du phytocide sont considérablement réduits à cause de la très grande précision du traitement manuel.

Justification sociale

Bien que la perception du public soit négative vis-à-vis les traitements chimiques, il semble qu'un usage plus rationnel de phytocide soit plus acceptable qu'un épandage aérien.

Par ailleurs, au niveau de la santé et sécurité des travailleurs, il y a moins de risques associés à l'épandage terrestre manuel de phytocide par rapport à un traitement à la débrousailluse, car l'équipement pose moins de contrainte ergonomiques et les émanations toxiques du phytocide sont interceptées par le masque de protection. Comparé à l'épandage aérien les risques pour les travailleurs sont quand même plus élevés.

Au niveau du développement régional, cette option créerait beaucoup plus d'emplois qu'un simple épandage aérien.

Justification économique

Bien que plus coûteux qu'un traitement aérien, l'épandage local de phytocide permet des gains de croissance comparable à un traitement sur la superficie totale. Cependant, peu d'études documentent cette technique d'épandage, en terme de gain de croissance obtenu pour le dégagement des résineux, lorsqu'on est en présence d'une compétition pour la lumière.

Au niveau de la certification forestière, il semble plus facile de justifier un traitement local qu'un traitement aérien.

6. Recommandations / Remarques

Les opérations de préparation du site de même que le dégagement des plantations et de la régénération naturelle ne peuvent être réalisés que seulement là où des chemins forestiers sont convenablement aménagés.

Les activités de dégagement, qu'elles soient chimiques ou mécaniques, peuvent se justifier dans le cadre d'une gestion durable des forêts si cette intensification de l'aménagement sert à l'implantation d'aires protégées et d'un aménagement écosystémique sur d'autres sites destinés à l'exploitation forestière.

Bien que l'usage sylvicole de phytocide mène à de plus faibles impacts qu'en agriculture, l'utilisation de ces substances chimiques devrait être adéquatement surveillée et faire l'objet d'un suivi environnemental adéquat afin de s'assurer que leur présence en milieux naturels ne compromette pas l'intégrité des écosystèmes forestiers.

Il n'existe pas d'indication scientifique que le glyphosate est dommageable pour l'environnement, la faune ou l'homme lorsqu'il est utilisé correctement. Cependant la perception du public demeure très négative.

Il faudrait réaliser les opérations de gestion de la végétation seulement sur les sites les plus productifs pour maximiser le gain de rendement sur la plus petite superficie possible.

Il est suggéré de payer les travailleurs sylvicoles sur une base horaire et non au rendement. Cela aura pour effet de réduire les risques d'accident qui surviennent lorsque le travailleur perd sa concentration en raison d'un dépassement de ses capacités physiques.

L'utilisation ou non de phytocides en forêt doit s'évaluer de façon globale en considérant tous les aspects positifs et négatifs directs et indirects. Dans le cadre de la présente audience, l'épandage aérien de glyphosate pour contrôler la végétation occasionne des aspects à la fois négatif et positif. Les aspects négatifs sont surtout les risques de

contamination des cours d'eau secondaire sur le site et la perception négative du public. Les aspects positifs sont la réduction de construction de chemins forestiers, la minimisation des effets potentiellement négatifs d'un traitement mécanique sur la santé des travailleurs, la diminution du bruit et de gaz à effet de serre causé par la débroussailleuse et les gains de croissance qui peuvent être utilisés pour augmenter les aires protégées et instaurer l'aménagement écosystémique sur une plus grande portion du territoire.

La décision finale de permettre ou pas l'utilisation des phytocides doit donc inclure l'ensemble des effets directs et indirects et ne peut être considérée sans une évaluation précise des aspects positifs et négatifs.

Selon nous, une utilisation rationnelle de glyphosate pour augmenter la productivité forestière sur une petite portion du territoire se justifie et constitue fort probablement la meilleure décision d'un point de vue de la gestion durable d'un territoire si le gain en productivité est utilisé pour réduire les impacts négatifs de la foresterie sur le reste du territoire (principe du zonage fonctionnel).

7. Références

- Balandier, P., C. Collet., J.H. Miller, P.E. Reynolds and S.M. Zedaker. (2006) Designing forest vegetation management strategies based on the mechanisms and dynamics of crop tree competition by neighbouring vegetation. *Forestry* 79 (1): 3-27.
- Bourgeois, L., Kneeshaw, D. et Boisseau, G. (2005) Les routes forestières au Québec : les impacts environnementaux, sociaux et économiques. *VertigO*, vol.6 (2) p. 1-9
- Bureau d'Audience Publique sur l'Environnement (BAPE). (1997) Programme de dégagement de la régénération forestière. Rapport d'enquête et d'audience publique, gouvernement du Québec, Québec (Qc). 133 p.
- Bureau d'Audience Publique sur l'Environnement (BAPE). (1991) Des forêts en santé. Rapport d'enquête et d'audience publique sur la Stratégie de protection des forêts. Commission sur la protection des forêts, gouvernement du Québec, Québec (Qc). 277 p.
- Coll, L., C. Messier, S. Delangrange and F. Berninger. 2006. Belowground competition between hybrid poplar and the herbaceous vegetation in plantation established on previously logged forest sites in southern Quebec. In submission.
- Couture, G., Legris, J., Langevin, L. et Laberge, L. (1995) Évaluation des impacts du glyphosate utilisé dans le milieu forestier, Ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, Service du suivi environnemental, 199 pp.
- Dubeau, D., Lebel, L.G. et Imbeau, D. (2003) Étude intégrée des ouvriers sylvicoles débroussilleurs au Québec, note de recherche forestière 128, 6 pp.
- Franz, J.E., Mao, M.K. et Sikorski, J.A. (1997) Glyphosate : a unique global herbicide, American Chemical Society Monograph 189. American Chemical Society, Washington DC.
- Forest Stewardship Council (FSC). 2003. FSC Principles & Criteria of Forest Stewardship. http://www.fsc.org/en/about/policy_standards/princ_criteria.

- Hartzler, B (2001) Glyphosate – A Review, Department of Agronomy, Iowa State University, Weed science, 7 pp.
- Houston, A.P.C., Visser, S. et Lautenschlager, R.A. (1998) Response of microbial processes and fungal community structure to vegetation management in mixedwood forest soils, Canadian Journal of Botany, vol. 76, no. 12, 9 pp.
- Jobidon, R., Trottier, F. et Charette, L. (1999) Dégagement chimique ou manuelle de plantation d'épinette noire ? Étude de cas dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc au Québec, The Forestry Chronicle, vol. 76, p. 973-979
- Jobidon, R. et Charette, L. (1997) Effet, après 10 ans, du dégagement manuel simple ou répété et de la période de coupe de la végétation de compétition sur la croissance de l'épinette noire en plantation, Canadian Journal of Forest Research, vol. 27, p. 293-305
- Lautenschlager, R.A., W.J. Dalton, M.L. Cherry and J.L. Graham. (1999) Conifer release alternatives increase aspen forage quality in northwestern Ontario. J. Wildl. Manage. 63(4): 1320–1326.
- Lautenschlager, R.A. and T.P. Sullivan. (2002) Effects of herbicide treatments on biotic components in regenerating northern forests, For. Chron. 78: 695-731
- Lavy, T.L., Cowell, J.E., Steinmetz, J.R. et Massey, J.H. (1992) Conifer seedlings nursery worker exposure to glyphosate, Archives of Environmental Contamination and Toxicology, vol. 22, no. 1, 8 pp.
- Malik, J., Barry, G. et Kishore, G. (1989) The Herbicide Glyphosate, Biofactors, vol. 2, no. 1, 9 pp.
- Micheal J. L. and M. Hermy (2002) Ecological Impact of Forest Vegetation Management. *In* Theme syntheses of the Fourth International Conference on Forest Vegetation Management. pp. 3-9. Nancy, France.
- Mihajlovich, M., Pitt, D. et Blake, P. (2004) Comparaison of four glyphosate herbicide formulations for white spruce release treatment, The Forestry Chronicle, vol. 80, 5 pp.
- NCAP, Northern Coalition for Alternative to Pesticides (1999a) Are pesticides hazardous to our health? Journal of pesticide reform, vol.19, 2 pp.
- NCAP, Northern Coalition for Alternative to Pesticides (1999b) Do Pesticides Contaminate Our Rivers, Streams, and Wells? Journal of pesticide reform, vol.19, 1 pp.
- Newton, M. (2005) Taking charge in forest vegetation management. *In* abstracts from the 5th International Conference on Forest Vegetation Management: Usable Science, Practical Outcomes and Future Needs. pp. 33. Corvallis, Oregon, USA.
- Peixoto, F. (2005) Comparative effects of the Roundup and glyphosate on mitochondrial oxidative phosphorylation, Chemosphère, vol. 61, no. 8, p. 1115-1122
- Pieniazek, D., Bozena, B. et Duda, W. (2004) Comparison of the effect of Roundup Ultra 360 SL pesticide and its active compound glyphosate on human erythrocytes Pesticide Biochemistry and Physiology, vol. 79, no. 2, p. 58-63

- Relyea, R.A. (2005) The Lethal Impacts of Roundup and Predatory Stress in Six Species of North American Tadpoles, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, vol. 48, no. 3, 7 pp.
- Richardson, B and H. Thistle (2005) No praying – just spraying *In* abstracts from the 5th International Conference on Forest Vegetation Management: Usable Science, Practical Outcomes and Future Needs. pp. 42. Corvallis, Oregon, USA
- SERA, Syracuse Environmental Research Associates, (2002) TR 01-43-08-04a, Neurotoxicity, Immunotoxicity, and Endocrine Disruption with Specific Commentary on Glyphosate, Triclopyr and Hexazinone: Final Report, Submitted to the Forest Service
- Stratton, G.W. et Stewart, K.E. (1992) Glyphosate effects on microbial biomass in a coniferous forest soil, *Environmental Toxicology and Water Quality*, vol. 7, no. 3, 14 pp.
- Tatum, V.L. (2004) Toxicity, transport, and fate of forest herbicides, *Wildlife Society Bulletin*, vol. 32, no. 4, 7 pp.
- Thompson D., et Pitt, D. (2003) A review of Canadian forest vegetation management research and practice, *Annals of Forest Sciences*, vol., 60, 14 pp.
- Voet, D. et Voet, J. (1998) *Biochimie*, De Boeck Université, Paris et Bruxelles, 1361pp
- Wagner, R.G. (1994) Toward integrated forest vegetation management, *Journal of Forestry*, vol. 92, no. 11, 5 pp.
- Wagner, R.G., Flynn, J. et Gregory, R. (1998) Public perceptions of risk and acceptability of forest vegetation management alternatives in Ontario, *The Forestry Chronicle*, vol. 77, no. 5, p. 720-727
- Wagner R.G., M. Newton, E.C. Cole, J.H. Miller, and B.D. Shiver. (2004) The role of herbicides for enhancing forest productivity and conserving land for biodiversity in North America. *Wildlife Society Bulletin* 32(4): 1028-1041.
- Williams, G.M., Kroes, R., et Munro, I.C. (2000) Safety Evaluation and Risk Assessment of the Herbicide Roundup and Its Active Ingredient, Glyphosate, for Humans. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, vol. 31, p. 117-165