

**Évaluation de l'épandage de
phytocides par voie aérienne
en milieu forestier sur les terrains
privés de Smurfit-Stone inc.**

RAPPORT PRINCIPAL

PRÉSENTÉ AU

Ministère de l'Environnement
Direction des évaluations environnementales

PAR

Smurfit-Stone

ET



Centre collégial de transfert de technologie
en foresterie

AUTEURS DE L'ÉTUDE

Smurfit-Stone

Denis Jutras, ing.f.
Chef forestier Canada

Jean Nantel, ing.f.
Directeur des systèmes forestiers informatiques

Gaétan Simard, ing.f.
Premier ing.f. de projets

CERFO (Centre collégial de transfert technologique en foresterie)

Donald Blouin, ing.f., M.Sc.
Responsable de projet

Hugues Lapierre, ing.f., M.Sc.
Chargé de projet

Emmanuelle Boulfroy, agr. M.Sc.
Chargée de projet

Guy Lessard, ing.f., M.Sc.
Réviseur

TABLE DES MATIÈRES

AUTEURS	I
TABLES DES MATIÈRES	II
LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES FIGURES	XII
ANNEXES	XIV
INTRODUCTION	1
1. MISE EN CONTEXTE DU PROJET	2
1.1. Présentation de l’initiateur du projet et du consultant en charge du projet	2
1.1.1. Présentation générale de l’initiateur	2
1.1.1.1. Les grands principes de sa politique environnementale et de développement durable	4
1.1.2. Présentation du consultant en charge de l’étude	5
1.2. Contexte et raison d’être du projet	5
1.2.1. Contexte environnemental	5
1.2.1.1. Principales contraintes écologiques du milieu	5
1.2.1.2. Écologie des espèces en régénération	5
1.2.1.3. Outils mis à la disposition du forestier pour gérer la présence de la compétition	11
1.2.1.4. Rôle faunique des espèces résineuses considérées dans l’écosystème	12
1.2.1.5. Écologie des plantes en compétition	13
1.2.2. Contexte économique et social	27
1.2.2.1. Intérêts et principales préoccupations des diverses parties concernées (résultats des consultations)	27
1.2.2.2. Bilan de la rencontre avec des représentants du Regroupement des Locataires de Terres Publiques (RLTP)	29
1.2.2.3. Ententes avec les communautés autochtones	30
1.2.2.4. Effets d’entraînement du projet sur le développement de la région	30
1.2.3. Contexte politique et légal	31
1.2.3.1. Orientations gouvernementales, régionales et municipales	31
1.2.3.2. Lois et règlements	35
1.2.4. Contexte technique	41
1.2.4.1. Évolution des méthodes utilisées au niveau de l’arrosage aérien	41
1.3. Description du projet	42
1.3.1. Objectifs du projet	42
1.3.2. État de la situation actuelle et historique des activités de dégagement	43
1.3.2.1. État d’envahissement de la végétation de compétition, besoins de dégagement	43

1.3.2.2	Historique du contrôle de la végétation non désirée.....	45
1.3.3	Justification du projet d'arrosage aérien.....	46
1.4	Solution de rechange au projet.....	47
1.4.1	Présentation des solutions de rechange au projet.....	47
1.5	Grille de critères permettant le choix de la ou les solutions retenues.....	47
1.5.1	Modes de dégagement.....	47
1.5.2	Produits utilisés.....	48
1.6	Aménagements et projets connexes.....	48
2.	DESCRIPTION DU MILIEU RÉCEPTEUR.....	49
2.1	Délimitation de la zone d'étude.....	49
2.1.1	Localisation du territoire couvert par l'étude d'impact.....	49
2.1.2	Localisation des secteurs retenus pour le projet d'arrosage aérien de phytocides.....	52
2.1.3	Localisation des peuplements potentiellement visés par l'arrosage aérien de phytocides.....	53
2.1.3.1	Les plantations nécessitant un dégagement du fait de l'envahissement de la compétition.....	53
2.1.3.2	Les peuplements d'origine naturelle, à vocation résineuse, âgés entre 10 et 25 ans, dont la régénération résineuse est envahie par la végétation concurrente.....	55
2.1.3.3	Les peuplements prêts à être récoltés au cours des prochaines années, et nécessitant un dégagement suite à leur remise en production.....	56
2.1.3.4	Les sites ayant subi une perturbation majeure, qui feront l'objet prochainement d'une préparation de terrain accompagnée d'une destruction de la végétation de compétition à des fins de reboisement.....	58
2.2	Description des composantes pertinentes.....	58
2.2.1	Milieu biophysique.....	58
2.2.1.1	Description des composantes du milieu physique.....	58
2.2.1.2	Description des composantes végétales du milieu.....	68
2.2.1.3	Description des espèces animales (en terme de valeurs sociales, culturelles et économiques ou scientifiques).....	76
2.2.2	Milieu humain.....	88
2.2.2.1	Aménagement et utilisation du territoire.....	88
2.2.2.2	Profil des communautés régionales et locales.....	97
3.	DESCRIPTION DES VARIANTES DE RÉALISATION.....	107
3.1.	Pratiques préventives visant à limiter l'installation de la végétation de compétition ou limiter l'impact de la compétition sur la régénération résineuse.....	107
3.1.1.	Méthodes de récolte et d'opération.....	107
3.1.2.	La préparation de terrain.....	108
3.1.3.	L'utilisation de plants à forte dimension adaptés au site et en santé.....	112
3.2.	Modes d'intervention possibles pour la préparation de terrain.....	113
3.2.1.	Description de la préparation de terrain à l'aide de phytocides.....	113
3.2.2.	Description de la préparation de terrain à l'aide d'outil mécanique.....	114
3.3.	Modes d'intervention possibles pour le dégagement.....	114

3.3.1.	Description générale des modes d'intervention.....	114
3.3.1.1	Modèles et techniques-outils disponibles pour le dégagement de la régénération forestière.....	117
3.3.1.2	Modèles et techniques-outils pour lesquels des recherches plus poussées avaient été jugées nécessaires dans le cadre de l'étude comparative des modes de dégagement de la régénération forestière de 1995	124
3.3.2.	Tendance au niveau de l'utilisation de phytocides ailleurs au Canada et dans le monde.....	126
3.4.	Description détaillée des modes d'intervention pertinents.....	127
3.4.1.	Arrosage de phytocides par voie aérienne	128
3.4.2.	Arrosage de phytocides par voie terrestre.....	136
3.4.3.	Dégagement mécanique.....	142
3.4.4.	Dégagement mécanique avec application d'un phytocide.....	147
3.4.5.	Synthèse de la description des modes d'intervention pertinents	150
3.5.	Produits phytocides disponibles pour le dégagement.....	156
3.5.1.	Description générale des phytocides	156
3.5.1.1	Ce que sont les phytocides.....	156
3.5.1.2	Les phytocides homologués au Canada.....	157
3.5.1.3	L'évolution des phytocides au cours des dernières années	158
3.5.2.	Description détaillée des phytocides pertinents.....	160
3.5.2.1	Le glyphosate.....	160
3.5.2.2	Le triclopyr	170
3.5.2.3	Le 2 ,4-D.....	178
3.5.2.4	Le chondrostereum purpureum.....	182
3.5.2.5	Synthèse de la description des phytocides pertinents	187
3.6.	Description du programme d'entretien de la régénération et de la préparation de terrain	192
3.6.1.	Les superficies envisagées dans le programme	192
3.6.2.	Arrosage aérien de phytocide	192
3.6.2.1	Description des activités.....	192
3.6.2.2	Description des travaux	194
3.6.2.3	Équipements	194
3.6.2.4	Phytocides.....	195
3.6.2.5	Installations – Infrastructures	196
3.6.2.6	Calendrier	198
3.6.2.7	Coûts.....	198
3.6.2.8	Affectation du territoire.....	198
3.6.3.	Dégagement mécanique avec débroussailleuse	199
3.6.3.1	Situation pour laquelle cette méthode sera utilisée.....	199
3.6.3.2	Activités préparatoires.....	199
3.6.3.3	Description des travaux	199
3.6.3.4	Équipements	200

3.6.3.5	Calendrier	200
3.6.3.6	Coûts.....	200
3.7.	Identification des aires à traiter	200
3.7.1.	Dégagement de plantation et de la régénération résineuse naturelle	201
3.7.1.1	Critères forestiers.....	201
3.7.1.2	Critères opérationnels.....	201
3.7.1.3	Critères environnementaux.....	202
4.	ANALYSE DES IMPACTS DES VARIANTES SÉLECTIONNÉES POUR MAÎTRISER LA VÉGÉTATION	203
4.1	Détermination et évaluation des impacts de la préparation de terrain.....	203
4.1.1	Effets de la préparation de terrain réalisée de façon mécanique.....	203
4.1.2	Effets de la préparation de terrain réalisée avec phytocides.....	205
4.1.3	Effets de la préparation de terrain réalisée spécifiquement par arrosage aérien de phytocides.....	205
4.2	Détermination et évaluation des impacts des modes de dégagement de la régénération	205
4.2.1	Effets généraux du dégagement.....	205
4.2.1.1	Impacts environnementaux.....	206
4.2.1.2	Impacts sociaux	210
4.2.1.3	Impacts économiques	211
4.2.2	Effets du dégagement réalisé à l'aide de phytocides	212
4.2.2.1	Impacts environnementaux.....	213
4.2.2.2	Impacts sociaux	219
4.2.2.3	Impacts économiques	219
4.2.2.4	Impacts associés aux adjuvants	220
4.2.3	Effets du dégagement réalisé par arrosage aérien de phytocides.....	223
4.2.3.1	Impacts environnementaux.....	223
4.2.3.2	Impacts sociaux	224
4.2.3.3	Impacts économiques	225
4.2.4	Effets du dégagement réalisé par arrosage terrestre des phytocides.....	225
4.2.4.1	Impacts environnementaux.....	225
4.2.4.2	Impacts sociaux	227
4.2.4.3	Impacts économiques	228
4.2.5	Effets du dégagement réalisé de façon mécanique (avec ou sans application de phytocides).....	228
4.2.5.1	Impacts environnementaux.....	228
4.2.5.2	Impacts sociaux	232
4.2.5.3	Impacts économiques	234
4.2.6	Synthèse des impacts des modes d'intervention.....	236
4.3	Détermination et évaluation des impacts des phytocides	243
4.3.1	Le glyphosate.....	243

4.3.1.1	Impacts environnementaux.....	243
4.3.1.2	Impacts sociaux	249
4.3.2	Le triclopyr	253
4.3.2.1	Impacts environnementaux.....	253
4.3.2.2	Impacts sociaux	261
4.3.3	Biophytocide Chondrostereum purpureum.....	264
4.3.3.1	Impacts environnementaux.....	264
4.3.3.2	Impacts sociaux	266
4.3.4	Synthèse des impacts des phytocides	268
4.4	Atténuation des impacts	272
4.4.1	Atténuation des impacts généraux associés au dégagement.....	272
4.4.2	Atténuation des impacts associés à l'utilisation de phytocides	272
4.4.2.1	Atténuation des risques généraux reliés à l'utilisation de phytocides	272
4.4.2.2	Moyens pour se débarrasser le plus écologiquement possible des contenants de phytocides après usage	273
4.4.2.3	Atténuation des risques pour la santé des populations environnantes	274
4.4.2.4	Atténuation des risques pour la santé des travailleurs (adapté de Dow Agro Sciences, 2003).....	274
4.4.2.5	Atténuation des risques en lien avec des déversements accidentels.....	275
4.4.2.6	Atténuation des risques en lien avec l'entretien des appareils d'application utilisés	275
4.4.2.7	Atténuation des risques reliés à la dérive et les applications hors cible	275
4.4.2.8	Atténuation des risques d'impacts sur les espèces vivant dans les milieux humides et aquatiques.....	276
4.4.3	Atténuation des impacts associés à l'arrosage aérien de phytocide.....	277
4.4.3.1	Modalités et mesures de protection des sols, des rives, des eaux de surface et souterraines, de la flore, de la faune et de leurs habitats, incluant les mesures temporaires	277
4.4.3.2	Particularités lors de l'application des phytocides.....	277
4.4.3.3	Détermination de zones de protection adéquates pour les zones sensibles	278
4.4.4	Atténuation des impacts associés à l'arrosage terrestre de phytocides.....	278
4.4.4.1	Modalités et Mesures de protection des sols, des rives, des eaux de surface et souterraines, de la flore, de la faune et de leurs habitats, incluant les mesures temporaires	279
4.4.4.2	Utilisation d'équipements de protection et de sécurité.....	279
4.4.5	Atténuation des impacts associés au dégagement mécanique	281
4.4.5.1	Modalités et mesures de protection des sols, des rives, des eaux de surface et souterraines, de la flore, de la faune et de leurs habitats, incluant les mesures temporaires	281
4.4.5.2	Choix de la période des travaux	281
4.4.5.3	Détermination de zones de protection adéquates pour les zones sensibles	281
4.4.5.4	Respect des normes de sécurité et utilisation d'équipements de protection conformes ..	281
4.4.5.5	Favoriser la santé des travailleurs.....	282

4.4.6	Synthèse des méthodes d'atténuation	283
4.5	Choix de la variante optimale.....	289
4.6	Mesures compensatoires des impacts résiduels.....	292
4.7	Synthèse du programme	292
4.7.1	Objectifs du projet	292
4.7.2	Justifications du projet.....	292
4.7.3	Modalités de réalisation	293
4.7.3.1	Dégagement de la régénération	293
4.7.3.2	Préparation de terrain	293
4.7.4	Principaux impacts appréhendés.....	294
4.7.5	Mesures d'atténuations prévues.....	295
4.7.6	Rencontre des objectifs du développement durable	295
4.7.6.1	Maintien de l'intégrité de l'environnement	295
4.7.6.2	Amélioration de l'efficacité économique	296
4.7.6.3	Amélioration de l'équité sociale.....	296
5.	PLAN DES MESURES D'URGENCE	297
5.1.	Description des incidents probables	297
5.1.1.	Déversement	297
5.1.1.1	Lors du transport (Inspiré de Boateng 2002).....	297
5.1.1.2	Lors de la manipulation	297
5.1.2.	Écrasement d'avion	297
5.1.2.1	Pilote (équipage).....	298
5.1.2.2	Produits et équipements.....	298
5.1.3.	Contamination par l'utilisation de vêtements de protection entrés en contact avec les phytocides.....	298
5.1.4.	Empoisonnement	298
5.2.	Bilan des accidents passés.....	298
5.3.	Description des mesures à prendre pour éviter les accidents	298
5.3.1.	Précaution générale à prendre lors de la manipulation des phytocides (adapté de Boateng 2002).....	298
5.3.2.	Précautions à prendre pour l'entreposage sécuritaire des phytocides (adapté de Boateng 2002).....	302
5.3.3.	Précaution à prendre lors du transport des phytocides (adapté de Boateng 2002)	303
5.3.4.	Précaution à prendre lors de l'application des phytocides (adapté de Boateng 2002).....	304
5.3.5.	Précaution à prendre lors de l'application de phytocides par voie aérienne (adapté de Boateng 2002).....	304
5.4.	Mesures à prendre en cas d'accident	305
5.4.1.	En cas de déversement (adapté de Boateng 2002).....	305
5.4.1.1	Cas de déversement contrôlable	306
5.4.1.2	Cas de déversement hors contrôle	307
5.4.1.3	Rapport de déversement	307

5.4.1.4	Liste de l'équipement nécessaire en cas de déversement (adapté de Boateng 2002).....	308
5.4.2.	En cas d'empoisonnement (inspiré de Boateng 2002).....	308
5.4.3.	Pour le nettoyage des vêtements de protection (inspiré de Boateng 2002)	309
5.5.	Informations nécessaires en cas d'urgence.....	311
5.5.1.	Coordonnées des personnes responsables.....	311
5.5.2.	Équipements disponibles	312
5.5.3.	Cartes et plans des trajets à privilégier	312
5.6.	Structure d'intervention en cas d'urgence (Adapté de Boateng 2002).....	314
5.6.1.	Procédure générale d'intervention d'urgence en forêt.....	315
5.6.2.	Procédure en cas de déversement mineur	316
5.6.3.	Procédure en cas de déversement majeur	316
5.7.	Premier secours	317
5.7.1.	Éléments d'une trousse de premiers soins dans le cas de l'utilisation d'herbicides (tiré de Boateng 2002).....	317
5.7.2.	Modes de communication.....	318
5.8.	Modalité de mise à jour et de réévaluation des mesures d'urgence	319
5.9.	Programme de formation des intervenants	319
5.9.1.	Formation des intervenants (mise à niveau) (adapté de Boateng 2002).....	319
5.9.2.	Programme de mise à l'essai	319
6.	SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE	320
6.1	Description des moyens et mécanismes mis en place pour s'assurer du respect des exigences légales et mesures d'atténuation.....	320
6.2	Description des moyens et mécanismes mis en place pour surveiller toute perturbation de l'environnement.....	320
6.3	Description des moyens et mécanismes mis en place pour assurer le bon fonctionnement des activités du projet, des équipements et des installations	322
6.3.1	Localisation des interventions	323
6.3.2	Protocoles prévus.....	323
6.3.3	Liste des paramètres mesurés	323
6.3.4	Échéancier de réalisation	324
6.4	Description du mécanisme d'intervention en cas d'observation du non-respect des exigences légales et environnementales ou des engagements de l'initiateur	324
6.5	Engagement de l'initiateur quant au dépôt des rapports de surveillance.....	324
7.	SUIVI ENVIRONNEMENTAL	325
7.1	Objectifs et composantes du programme de suivi environnemental	325
7.1.1	Objectif 1 : Évaluation de l'atteinte des objectifs de dégagement et de préparation de terrain.....	326
7.1.2	Objectif 2 : Évaluation au terrain des impacts, prévus ou non, du projet de dégagement et de préparation de terrain	326
7.1.3	Objectif 3 : Appréciation terrain de l'efficacité des mesures d'atténuation	326
7.2	Méthodologie d'analyse environnementale préconisée.....	326

7.2.1	Protocoles et méthodes scientifiques envisagés (expérience terrain)	327
7.2.1.1	Méthode quantitative	327
7.2.1.2	Méthode qualitative	327
7.2.2	Liste des paramètres mesurés et barème utilisé (expériences terrain)	327
7.3	Mécanismes d'intervention en cas de dégradation imprévue de l'environnement.....	327
7.4	Modalités concernant les engagements relatifs à la production des rapports de suivi (nombre, fréquence, format)	328
7.5	Engagement sur la diffusion des résultats du suivi auprès de la population concernée	328
CONCLUSION		239
BIBLIOGRAPHIE		330
GLOSSAIRE		339

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Résultats, après 5 ans, de la survie, hauteur, diamètre et ratio hauteur/diamètre pour le pin gris ..	10
Tableau 2	Synthèse de l'utilisation de certaines essences forestières résineuses par les principales espèces fauniques ayant un intérêt sur le plan économique	13
Tableau 3	Description de l'habitat des principales essences de compétition	15
Tableau 4	Caractéristiques physiologiques, morphologiques et phénologiques des principales essences de compétition.....	18
Tableau 5	Considérations d'aménagement et de sylviculture des principales essences de compétition.....	20
Tableau 6	Interférences des principales essences de compétition avec les espèces cultivées.....	23
Tableau 7	Rôle dans l'écosystème des principales essences de compétition	25
Tableau 8	Liste des organismes invités et personnes présentes à la rencontre d'information	28
Tableau 9	Récapitulatif des différentes classes de pesticides	37
Tableau 10	Classification des permis requis	38
Tableau 11	Classification des certificats requis	38
Tableau 12	Résultats obtenus du programme de suivi oculaire des plantations de plus de 5 ans sur les terrains privés de Smurfit-Stone en 1998	44
Tableau 13	Superficies (ha et %) occupées par les sites les plus riches sur les blocs nord et sud (représentant approximativement le territoire couvert par le projet).....	45
Tableau 14	Superficies forestières entretenues (hectare) sur les terrains privés de Smurfit-Stone en fonction de la méthode utilisée.....	46

Tableau 15	Définition des niveaux hiérarchiques du système de classification écologique du territoire mis au point par le ministère des Ressources naturelles du Québec	59
Tableau 16	Caractéristiques climatiques des régions écologiques touchant le territoire d'étude	61
Tableau 17	Degré d'invasion des espèces concurrentes par types écologiques (pour les types écologiques occupant plus de 1 % de la superficie totale des blocs nord et sud).....	73
Tableau 18	Définition et pourcentage d'occupation des principaux types écologiques sur les blocs nord et sud (Smurfit-Stone 2001; Grondin et al. 1999).....	74
Tableau 19	Description sommaire et importance relative des habitats représentatifs de plusieurs espèces fauniques sur l'ensemble des terrains privés de Smurfit-Stone.....	82
Tableau 20	Pourcentage de la population active par secteur d'activité.....	98
Tableau 21	Statistiques de prélèvement pour la chasse à l'orignal et à l'ours noir, depuis 1991, sur les grands terrains privés du nord (blocs nord et sud) de Smurfit-Stone (Zones 14, 16 et 18).....	100
Tableau 22	Projets réalisés en collaboration entre les communautés atikamekw et l'industrie forestière de la région, sur les terrains privés de Smurfit-Stone et plus globalement dans la région de la Mauricie depuis 1985 (Smurfit-Stone 2001).....	101
Tableau 23	Indicateurs du marché du travail. Janvier et décembre 2002.	102
Tableau 24	Comparaison des méthodes (inspiré de Stewart 1978 in OMNR 1998).....	108
Tableau 25	Liste non exhaustive de machines existantes pour réaliser une préparation de terrain de façon mécanique.....	114
Tableau 26	Présentation des familles de méthodes de dégagement de la régénération, avantages et inconvénients (adaptation de Belle et al. 1996, tiré de Wagner et Colombo 2001)	115
Tableau 27	Tableau synthèse de tous les modèles et techniques-outils analysés dans le cadre de l'étude comparative des modes de dégagement de la régénération forestière produite par le MRN en 1995 et potentiellement applicables dans le cadre de ce projet.....	119
Tableau 28	Bilan de 2 années d'essais de pâturage avec des moutons en Colombie-Britannique (adapté de Ministère des forêts du BC, 2004).....	124
Tableau 29	Perception du public Ontarien face à l'utilisation de différents moyens de contrôle de la végétation	126
Tableau 30	Choix des herbicides selon la végétation à contrôler dans un contexte forestier européen.....	127
Tableau 31	Critères relatifs à la sélection des modes d'intervention	127
Tableau 32	Résultat de concentration détectée en dehors des zones traitées en fonction du mode d'arrosage	135
Tableau 33	Estimation de la quantité de contaminants émis dans l'atmosphère au moment de la coupe manuelle à l'aide de tronçonneuses et de débroussailluses (projection effectuée dans le cadre d'une étude d'impact réalisée par Hydro-Québec).....	146
Tableau 34	Tableau récapitulatif des moyens à l'étude pour le dégagement de la régénération et la préparation de terrain.....	150
Tableau 35	Tableau comparatif de la toxicité de certains produits de consommation de tous les jours (Monsanto 2000)	157

Tableau 36	Liste complète des phytocides (ingrédients actifs) homologués pour usage forestier au Canada	157
Tableau 37	Critères relatifs à la sélection des phytocides	160
Tableau 38	Périodes d'application et concentrations à utiliser dans le cas du Vision®	168
Tableau 39	Synthèse du devenir du triclopyr dans l'environnement (tiré de MRN de 1995 annexe G)	172
Tableau 40	Tableau adapté de MRN 1995, annexe G, présentant la sensibilité de quelques espèces végétales au phytocide triclopyr	174
Tableau 41	Tableau récapitulatif des phytocides présélectionnés	187
Tableau 42	Liste de certains adjuvants pouvant être utilisés dans les formulations de phytocides et leurs effets potentiels sur l'homme et l'environnement	221
Tableau 43	Bilan global des émissions potentiellement issues de la combustion du carburant associé au projet de dégagement à l'étude si celui-ci était fait à l'aide de débroussailleuses	230
Tableau 44	Émission dans l'atmosphère des principaux contaminants, Québec 1980-1999	230
Tableau 45	Tableau synthèse des impacts potentiels ou réels des modes d'intervention	236
Tableau 46	Valeur du coefficient d'adsorption aux particules de sol de différents phytocides	249
Tableau 47	Différents niveaux de toxicité associée au triclopyr et ces différentes formulations (MRN, 1995 annexe G)	255
Tableau 48	Les niveaux de toxicités aiguës du triclopyr et de Garlon 4 (Tiré de Agriculture Canada 1991)	258
Tableau 49	DL ₅₀ en fonction des concentrations d'application (tirées de Agriculture Canada, 1991)	258
Tableau 50	Toxicité orale aiguë du triclopyr et du Garlon 4® (Agriculture Canada, 1991)	259
Tableau 51	Résumé du niveau de toxicité par grand groupe d'organismes (tiré de www.pesticideinfo.org février 2004)	260
Tableau 52	Effet du triclopyr sur la faune aquatique (tiré de USDA, 2001)	260
Tableau 53	Résumé de la toxicité aiguë du triclopyr	263
Tableau 54	Résumé de la toxicité chronique du triclopyr	264
Tableau 55	Tableau synthèse des impacts des phytocides	268
Tableau 56	Exemple de marqueurs potentiellement utilisables (tiré de Baoteng, 2002)	273
Tableau 57	Vêtements de protection à utiliser lorsqu'il y a manipulation de phytocides (adapté de Baoteng, 2002)	279
Tableau 58	Tableau résumé des méthodes d'atténuation	283
Tableau 59	Cotation attribuée aux différents modes de dégagement pour les critères d'évaluation pertinents	290
Tableau 60	Cotation attribuée aux différents phytocides pour les critères d'évaluation pertinents	291
Tableau 61	Fiche de contrôle des règles de sécurité à respecter lors des activités impliquant l'utilisation de phytocides	301

Tableau 62	Portion d'une fiche de contrôle de rapport de vérification des équipements de pulvérisation.....	305
Tableau 63	Contenu minimal du matériel de récupération	308
Tableau 64	Éléments inclus dans la liste de contrôle pour s'assurer du respect des exigences légales et mesures d'atténuation.....	320

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Localisation des fournisseurs en fibre vierge pour l'usine de Smurfit-Stone de La Tuque en 2000	3
Figure 2	Courbe type de la croissance de l'épinette en compétition avec des feuillus de lumière (Tiré de Thiffault et al, 2003).....	9
Figure 3	Relation entre la croissance du pin gris et le niveau de compétition.....	11
Figure 4	Localistaion des limites des MRC.....	34
Figure 5	Localisation de l'ensemble des terrains privés de Smurfit-Stone (bloc Nord et Sud).....	50
Figure 6	Localisation de l'ensemble des terrains privés de Smurfit-Stone (bloc Bas St-Maurice)	51
Figure 7	Territoire couvert spécifiquement par le projet d'arrosage aérien de phytocides	52
Figure 8	Localisation des plantations datant de 1978 à aujourd'hui.....	54
Figure 9	Peuplements d'origine naturelle âgés de 10 à 25 ans et qui présentent potentiellement des problèmes de compétition	55
Figure 10	Localisation des peuplements matures et prématures.....	57
Figure 11	Premiers niveaux de la classification écologique du MRNFP appliqués au territoire d'étude.....	60
Figure 12	Relief du territoire d'étude	62
Figure 13	Élévation du territoire d'étude.....	63
Figure 14	Classes de pentes du territoire d'étude	64
Figure 15	Dépôts de surface présents sur le territoire d'étude.....	66
Figure 16	Localisation des cours d'eau et lacs	67
Figure 17	Répartition des classes de végétation forestière présentes sur la totalité des blocs nord et sud, en fonction de la composition en essences et de l'âge des peuplements	68
Figure 18	Localisation des peuplements en voie de régénération sur le territoire d'étude.....	70
Figure 19	Localisation des jeunes peuplements mélangés à bon potentiel de production sur le territoire d'étude.....	71
Figure 20	Localisation des peuplements prématures et matures sur le territoire d'étude.....	72

Figure 21	Qualité de l’habitat pour l’original	83
Figure 22	Qualité de l’habitat pour l’ours noir	84
Figure 23	Qualité de l’habitat pour la martre d’Amérique	85
Figure 24	Localisation de l’Aire faunique communautaire de Gouin	87
Figure 25	Localisation du camps forestiers Wapous	89
Figure 26	Concentration et localisation des baux de villégiature, camps illégaux	90
Figure 27	Concentration et localisation des zones de chasse et pourvoiries	91
Figure 28	Localisation des communautés d’Opitciwan et de Wemotaci ainsi que des camps autochtones ...	93
Figure 29	Localisation des zones de trappe touchant le territoire d’étude.....	94
Figure 30	Réseau routier et barrages présents sur les terrains privés de Smurfit-Stone	96
Figure 31	Un exemple de bracke	109
Figure 32	TTS à action hydraulique	110
Figure 33	Bulldozer équipé d’un peigne.....	110
Figure 34	Scarificateur de type Donaren	111
Figure 35	Effet du scarifiage et des phytocides sur la croissance en hauteur de la régénération (tiré de English et Titus 2000)	112
Figure 36	Schéma représentant le moment idéal pour le dégagement en fonction du temps écoulé depuis l’établissement de la plantation (tiré de Thiffault et al. 2003 note a).....	115
Figure 37	Exemple d’avion utilisé à l’époque pour faire de l’arrosage.....	129
Figure 38	Exemple d’avion et de l’équipement utilisé aujourd’hui pour faire des projets d’arrosage.....	131
Figure 39	Représentation du plan de vol planifié et réalisé grâce à l’aide d’un GPS.....	131
Figure 40	Dispositif d’arrosage : rampe agricole et à barillet.....	137
Figure 41	Différentes formes de dégagement (tiré de MRN 1995 annexe D).....	143
Figure 42	Schéma de la dégradation du glyphosate.....	163
Figure 43	Schématisation de la synthèse d’acide aminé aromatique dans la plante et mode d’action du glyphosate (EPSPS) dans le processus	166
Figure 44	Dégradation du triclopyr dans l’environnement.....	173
Figure 45	Dispositif d’application de la technologie Myco-Tech™	185
Figure 46	Localisation des aéroports utilisés comme base d’opérations et en cas d’urgence dans le cadre de ce projet d’arrosage	197
Figure 47	Effet du dégagement sur la croissance en diamètre (tiré de Roy et al. 2003).....	207
Figure 48	Volume marchand des placettes en fonction des divers traitements ayant été effectués (tiré de Daggett et Wagner, 2002)	211

Figure 49	Valeur marchande des bois basée sur les tiges de plus de 10 cm au fin bout et sur les prix du Maine State Forest Service (tiré de Daggett et Wagner, 2002).....	212
Figure 50	Niveaux admissibles d'exposition au bruit avec un niveau de référence de 90 décibels et un taux d'échange de 5 décibels (tiré de MRN, 1995 annexe D).....	232
Figure 51	Caractérisation du niveau de risque d'exposition au glyphosate (tiré de Felsot 2000)	251
Figure 52	Caractérisation du niveau de risque d'exposition au surfactant du Roundup, le POEA (tiré de Felsot 2000).....	252
Figure 53	Exemple de fiche de rapport d'accident	321

ANNEXES

Ces annexes sont présentées dans le document d'annexes associé à l'étude d'impact.

Annexe 1	Revue de littérature sur l'autécologie des principales espèces de compétition d'importance pour la régénération forestière au Québec
Annexe 2	Coordonnées des personnes invitées à la consultation préalable au dépôt de l'étude d'impact tenu le 29 janvier 2004
Annexe 3	Le processus d'homologation en résumé
Annexe 4	- Code de gestion des pesticides - Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides
Annexe 5	- Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement - Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement
Annexe 6	Bilan des plantations réalisées entre 1975 et 1989 sur le territoire de la Mauricie
Annexe 7	Fiche de caractérisation de l'utriculaire à scapes géminés
Annexe 8	Localisation des mentions d'observation de pygargue à tête blanche
Annexe 9	Directives pour le débroussaillage avec moutons
Annexe 10	Bilan des activités d'épandage d'herbicide au Canada entre 1998-2003
Annexe 11	Méthode d'évaluation de la qualité des gouttes issues d'un arrosage
Annexe 12	Liste des herbicides homologués au Canada pour usage forestier en mars 2004
Annexe 13	Étiquettes des produits à base de glyphosate
Annexe 14	Listes des espèces de végétaux sensibles au traitement par le phytocide Vision®
Annexe 15	Étiquette complète des phytocides Vision® et Glyphos®

Annexe 16	Liste des impuretés retrouvées dans les produits à base de triclopyr
Annexe 17	Liste des additifs retrouvés dans les produits à base de triclopyr
Annexe 18	Étiquette complète du phytocide Release®
Annexe 19	Étiquettes des produits à base de 2,4-D
Annexe 20	Étiquette complète du phytocide 2,4-D Ester 700
Annexe 21	Monographie du bioherbicide Myco-Tech™
Annexe 22	Ensemble des fiches techniques présentant les procédures et mesures actuellement en place chez Smurfit-Stone

INTRODUCTION

Smurfit-Stone est le plus important fabricant intégré de produits d'emballages en carton et en papier en Amérique du Nord. Les terrains forestiers concernés par la présente étude sont tous la propriété de Smurfit-Stone. Ceux-ci se situent au nord de La Tuque dans les MRC Haut Saint-Maurice et Domaine du Roy et sont répartis en deux secteurs importants (figure 7). La superficie à vocation forestière que totalisent ces deux blocs implique près de 320 000 ha de territoire forestier. Depuis de nombreuses années, Smurfit-Stone réalise sur ces territoires de nombreuses activités d'aménagement forestier qui concourent à lui assurer une partie de l'approvisionnement nécessaire au fonctionnement de ses usines.

Parmi ces activités d'aménagement, l'utilisation de l'arrosage aérien de phytocides constitue, dans certains cas, la seule alternative possible pour des raisons d'efficacité et de coût. Cette technique est utilisée spécifiquement pour deux types d'activité : 1- le dégagement de la régénération résineuse en place (naturelle ou artificielle) et 2- la préparation de terrain en prévision d'une remise en production. L'utilisation de l'arrosage aérien de phytocides constitue une activité contrôlée par la Loi sur la qualité de l'environnement et ses règlements associés. Ainsi, selon la section II, article 2 q) du Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement, lorsque les superficies concernées par les applications aériennes de phytocides dépassent 600 hectares, le promoteur du projet devient assujéti à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. Comme Smurfit-Stone avait atteint la limite des 600 hectares, la compagnie a produit un avis de projet informant le ministère de l'Environnement de son intention de vouloir poursuivre les arrosages au cours des prochaines années. Suite à la réception de cet avis de projet, le ministère de l'Environnement a informé Smurfit-Stone qu'elle devrait produire une étude d'impact concernant son projet d'arrosage de phytocides et a émis une directive décrivant de façon détaillée le contenu de cette étude, et ce, pour chacun des thèmes suivants :

- Le contexte du projet;
- Le milieu où se tient le projet;
- Le projet et ses variantes;
- Les caractéristiques des modes d'intervention et des phytocides;
- Les impacts des variantes sélectionnées;
- Le plan des mesures d'urgence;
- Le programme de surveillance environnementale;
- Le programme de suivi environnemental.

C'est ainsi que Smurfit-Stone a mandaté le CERFO, un centre collégial de transfert de technologie en foresterie, pour réaliser cette étude d'impact sur l'environnement. Bien qu'obligatoire, cette étude est perçue positivement par Smurfit-Stone. L'entreprise considère cette étape comme une opportunité de revoir ses méthodes de travail et de s'assurer que celles-ci correspondent à ce qui se fait de mieux à la lumière des connaissances actuelles. Les travaux ainsi réalisés dans le cadre de cette étude auront des retombées qui vont au-delà de la réponse à une exigence réglementaire.

1. MISE EN CONTEXTE DU PROJET

1.1. Présentation de l'initiateur du projet et du consultant en charge du projet

1.1.1 Présentation générale de l'initiateur

Smurfit-Stone, le chef de file des emballages en Amérique du Nord

Smurfit-Stone est le plus important fabricant intégré d'emballages en carton et en papier en Amérique du Nord. Cette compagnie emploie 35 000 employés, répartis dans 250 installations dont la grande majorité sont situées aux États-Unis.

Smurfit-Stone possède 4 usines de carton plat pour boîtes aux États-Unis, et 21 usines de carton-caisse, dont 4 au Québec, une au Nouveau-Brunswick, une en Ontario et 16 aux États-Unis. La production primaire était en 2003 de 8,8 millions de tonnes, dont 80 % était composé de carton-caisse, ce qui fait de Smurfit-Stone le premier fabricant de ce produit au monde. Plus des deux tiers (67 %) de sa production primaire de carton-caisse sont consommés par les propres usines de transformation de Smurfit-Stone, qui sont spécialisées entre autres dans la production de cartonnages ondulés. La production de carton se fait à partir de fibres vierges (22,2 millions de tonnes) et de fibres recyclées (3,2 millions de tonnes). Les fibres vierges proviennent de la forêt (territoires forestiers de Smurfit-Stone, terres publiques et terres privées), de scieries par le biais d'ententes d'approvisionnement (sous-produits du sciage) et du marché du recyclage. Smurfit-Stone est, à ce titre, le plus important recycleur de papier au monde, en récupérant chaque année plus de 6 millions de tonnes de papier recyclé.

Ses activités en Mauricie

Plus spécifiquement en Mauricie, Smurfit-Stone est propriétaire de 391 110 hectares de forêt répartis en deux endroits, soit au nord-ouest du réservoir Gouin et autour de La Tuque. La localisation et la description de ces terrains sont présentées dans le chapitre 2 (Description du milieu récepteur). Ces terrains privés sont sous la gestion des Ressources forestières – La Tuque. Ce territoire est couvert par 323 546 hectares de superficies forestières (près de 83 % de la superficie totale) qui sont sous aménagement forestier tel que présenté dans le plan général d'aménagement forestier 2002-2011. La possibilité forestière de ces terrains privés a été estimée en 2001 à 360 000 m³ par année, dont 290 000 m³ en volume résineux.

Les différentes parcelles de terrains forestiers constituant l'actuelle propriété de Smurfit-Stone ont été acquises à différentes dates. Les premières acquisitions remontent à 1911, lorsque Saint Maurice Valley Railway Compagny achète au gouvernement du Québec les premières parcelles. D'autres acquisitions de parcelles ont eu lieu au cours des décennies, jusqu'à la fin des années 1990. La dernière transaction enregistrée et touchant le territoire d'étude, concerne la vente de l'ensemble des terrains privés de Cartons Saint-Laurent inc. à Smurfit Stone inc. en 2000.

Smurfit-Stone possède une usine de fabrication en Mauricie, à La Tuque plus précisément. Cette usine est le principal employeur de main-d'œuvre dans le secteur secondaire dans la MRC du Haut-Saint-Maurice, puisqu'elle emploie environ 650 personnes. Elle produit du carton couverture entièrement blanchi pour l'alimentation à raison de 325 tonnes métriques par jour, et depuis juin 2000, du carton couverture white-Top et White-Top couché, à raison de 900 tonnes métriques par jour. Son approvisionnement est constitué de 23 % de copeaux résineux et 62 % de bran de scie et planure ainsi que 15 % de copeaux feuillus. Avant 1994, les volumes récoltés étaient dirigés, par flottage, aux usines de Smurfit-Stone à La Tuque et Trois-Rivières. Cette dernière a toutefois fermé ses portes en 1992. Depuis 1994, tout le bois résineux provenant des terrains privés (290 000 m³) transite par des scieries, qui retournent à Smurfit-Stone des copeaux, de la sciure et des planures. Les principaux bénéficiaires s'approvisionnant sur les terrains privés de Smurfit-Stone sont, pour la période de 1995 à 2000 : Abitibi-Consolidated, Bowater, Kruger et Scierie Opitciwan. Une partie de l'approvisionnement résineux de l'usine de La Tuque se fait donc via des contrats avec lesdites usines de sciage, permettant ainsi

d'établir des ententes d'approvisionnement à plus long terme pour l'usine de La Tuque (ce qui correspond à 40 % de l'approvisionnement global de l'usine). Le reste de l'approvisionnement de l'usine est obtenu sur le marché libre dans un rayon de 525 km de La Tuque et à même un CAAF feuillu dans les forêts publiques environnantes. Pour ce qui est du bois feuillu provenant des terrains privés, il est acheminé à un plan de mise en copeaux appartenant à Smurfit-Stone, puis transporté à l'usine de La Tuque. La figure 1 montre la localisation des usines qui assurent l'approvisionnement de l'usine de La Tuque.

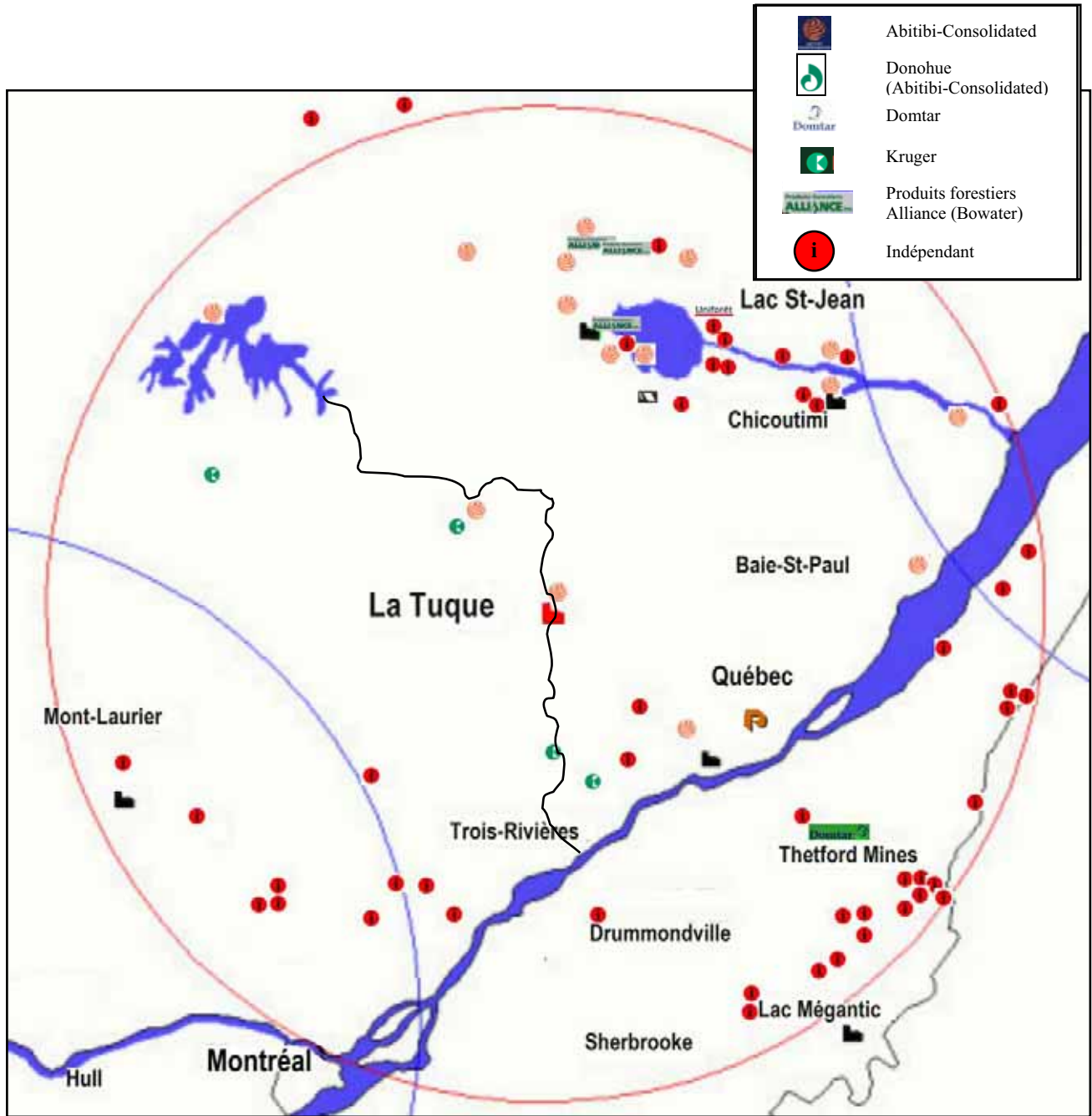


Figure 1 Localisation des fournisseurs en fibre vierge pour l'usine de Smurfit-Stone de La Tuque en 2000

1.1.1.1 Les grands principes de sa politique environnementale et de développement durable

Politique d'aménagement forestier durable

La politique forestière environnementale de Smurfit-Stone est la suivante :

« Notre politique est de protéger l'environnement en s'assurant que nos activités d'aménagement forestier respectent la productivité des forêts et la préservation de ses ressources.

Nous nous engageons à prévenir la pollution et à mettre en œuvre des mesures et des moyens nécessaires pour minimiser les impacts environnementaux de nos activités :

- en agissant en conformité avec les lois, règlements et normes en matière d'environnement et d'intervention en forêt;
- en soutenant et favorisant la formation;
- en améliorant constamment notre performance environnementale.

Nous encourageons et soutenons l'aménagement durable des forêts en appliquant et en favorisant des pratiques qui respectent les principes suivants :

- la conservation de la diversité biologique;
- le maintien et l'amélioration de l'état de la productivité des écosystèmes forestiers;
- la conservation des sols et de l'eau;
- le maintien de la contribution des écosystèmes forestiers aux grands cycles écologiques;
- le maintien des avantages socio-économiques multiples des forêts pour la collectivité;
- la prise en considération des valeurs et des besoins exprimés par le public concerné par nos activités.

Nous attendons à ce que nos fournisseurs en fibre de bois participent aux programmes de formation et adoptent des pratiques qui soient compatibles avec l'aménagement forestier durable.

Face au public et à nos clients, nous nous efforçons de maintenir un dialogue ouvert et d'offrir un service de qualité répondant à leurs besoins ».

Certification

Depuis juillet 2003, les terrains privés de Smurfit-Stone sont certifiés ISO 14 001. Cette certification implique que les travaux sylvicoles (incluant le dégagement) soient exécutés avec toute la rigueur nécessaire au niveau de leur surveillance et de leur suivi.

La certification impose également le respect de la réglementation en vigueur. La réglementation et les instructions de travail doivent être communiquées aux employés et entrepreneurs concernés. Une session de formation doit être aussi organisée par Smurfit-Stone auprès de ces derniers.

Les travaux sylvicoles dont le dégagement, doivent être encadrés par un plan de mesures de prévention et d'intervention en cas de mesures d'urgence.

1.1.2 Présentation du consultant en charge de l'étude

La réalisation de l'étude d'impact est à la charge du Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO). Le CERFO est un organisme à but non lucratif, qui existe en vertu d'un article de la Loi sur les collèges d'enseignement général et professionnel. Il est reconnu par le ministère du Développement économique et régional. Il fait partie du Réseau Trans-tech, regroupant 23 centres collégiaux de transfert de technologie du Québec (CCTT). Le siège social du CERFO est situé à Sainte-Foy, sur les terrains du Cégep de Sainte-Foy, auquel le CERFO est rattaché.

La **mission du CERFO** est, dans une perspective de développement durable, contribuer à la progression technologique et à l'essor des entreprises, organismes et maisons d'enseignement collégial associés au secteur forestier québécois. Pour cela, le CERFO offre une gamme de services en transfert de technologie et de connaissances, comme l'analyse et la recherche appliquée, la formation et l'information spécialisées sur mesure, l'aide, le soutien et l'accompagnement technique. Ces services sont axés sur l'évolution des pratiques, des processus, des procédés, des techniques et des technologies. Le CERFO est principalement actif dans la province de Québec, avec à son crédit, la réalisation de quelques mandats internationaux.

Les **activités du CERFO** touchent les 3 grands axes forestiers. En aménagement forestier, le CERFO réalise des activités liées à l'écologie du milieu, la gestion intégrée des ressources, la sylviculture, l'installation et le suivi de dispositifs expérimentaux et la planification forestière. Des activités de voirie et de certification sont réalisées en opérations forestières, alors que le développement de logiciels spécialisés, le cadennassage et le séchage font partie des activités du domaine de la transformation du bois.

1.2. Contexte et raison d'être du projet

1.2.1 Contexte environnemental

1.2.1.1 Principales contraintes écologiques du milieu

Outre les contraintes écologiques qui sont déjà prises en considération par la législation en vigueur (présence de cours d'eau, etc.), il n'existe, à la connaissance de Smurfit-Stone, aucune contrainte écologique du milieu qui pourrait affecter la réalisation du projet d'arrosage aérien de phytocides.

1.2.1.2 Écologie des espèces en régénération

Les quatre principales essences résineuses présentes sur le territoire d'étude sont l'épinette noire (*Picea mariana* (Mill) BSP), l'épinette blanche (*Picea glauca* (Moench) Voss.), le pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.) et le sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.). Smurfit-Stone privilégie dans un premier temps, lors de sa planification des opérations de dégagement, les peuplements dont le coefficient de distribution des essences résineuses est supérieur à 60 %, toutes essences confondues. Dans un second temps, la compagnie traitera en priorité les secteurs qui sont composés en majeure partie d'épinettes blanches et noires, au détriment du pin gris et du sapin baumier. En effet, le pin gris est plutôt associé à des sites sablonneux, où la présence d'essences de compétition est plus sporadique, moins problématique, et nécessitant dans une moindre mesure une opération de dégagement. En ce qui concerne le sapin baumier, on lui privilégie toujours les semis ou plants d'épinette noire, d'épinette blanche ou de pin gris, du fait de la meilleure valeur ajoutée de ces 3 essences. **Les trois essences résineuses qui feront donc l'objet d'une présentation au niveau de leurs réactions à une pression de compétition sont l'épinette blanche, l'épinette noire et le pin gris.**

M. Robert Jobidon, Ph.D., est l'un des principaux experts du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, en matière de gestion de la végétation de compétition. M. Jobidon s'est en effet longtemps penché sur la réaction de plusieurs essences résineuses à la pression d'une végétation de compétition. Certaines de ses études sont, de plus, basées sur des relevés de végétation réalisés sur de longues périodes (5 ou même 10 ans).

C'est pour cette raison que les effets d'une pression de compétition sur l'épinette noire et l'épinette blanche proviennent principalement de ses études.

a) Épinette noire

Réaction de l'épinette noire à une pression de compétition

Jobidon et Charrette (1997) ont publié une étude sur les effets, après 10 ans, du dégagement manuel simple ou répété, sur la croissance de l'épinette noire en plantation. Cette étude a été réalisée dans le Témiscouata (sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'est), là où la compétition est essentiellement constituée de framboisiers (*Rubus idaeus* L.), et de feuillus de lumière à croissance en hauteur non finie comme le cerisier de Pennsylvanie (*Prunus pennsylvanicum*), d'érable à épis (*Acer spicatum*), le bouleau blanc (*Betula papyrifera* Marsh.) et le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides* Michx.). Deux types de dégagement ont été testés : (1) la coupe au sol de toutes les tiges de compétition et (2) la coupe au sol de toutes les tiges de compétition sur une bande de 60 cm de chaque côté des plants. Au moment du dégagement, les plants d'épinette noire mesuraient en moyenne 49 cm et avaient un diamètre au collet de 7,2 mm. Une deuxième étude publiée par Jobidon *et al.* (1999) compare l'effet du dégagement chimique et du dégagement mécanique dans le Bas-Saint-Laurent et en Gaspésie, dans le sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'est, là où la compétition est principalement occupée par le framboisier (*Rubus idaeus* L.). Les effets du dégagement ont été évalués 5 ans après le dégagement d'une plantation d'épinette noire.

Une autre étude publiée par Jobidon (1992 et 1994) s'est également attachée à décrire la réponse des plants d'épinette noire à une pression de compétition variable, exercée par un type de végétation dont la croissance en hauteur est finie, constituée de broussailles comme le framboisier (*Rubus idaeus* L.) et l'épilobe à feuilles étroites (*Epilobium angustifolium* L.). L'impact de la végétation de compétition a été estimé durant les 2^e et 3^e années de croissance des plants d'épinette noire, période pendant laquelle différents degrés de compétition ont été testés (application terrestre de glyphosate).

Plusieurs des résultats de ces trois études sont présentés ci-dessous et permettent de comprendre la réaction des plants d'épinette noire à différents degrés de compétition.

Effet de la compétition sur la croissance de l'épinette noire

La lumière est généralement la ressource environnementale limitant le plus la croissance des plantations en bas âge (Jobidon, 1994). Une pression de compétition provoque donc chez les plants d'épinette noire, **une nette diminution de la croissance en hauteur et en diamètre au collet.**

En effet, Jobidon *et al.* (1999) ont mis en évidence sur une période de 10 ans, des pertes de croissance en hauteur et en diamètre sur les plants non dégagés (*versus* les plants dégagés) de l'ordre de 12,5 à 24,8 % pour la hauteur, et de 25,2 à 42,9 % pour le diamètre. Jobidon et Charrette (1997) ont mis en évidence des baisses de croissance en hauteur et en diamètre respectivement de 53 et 79 % des plants non dégagés, par rapport aux plants totalement dégagés de toute pression de compétition.

L'étude de Jobidon (1994) montre, quant à elle, qu'un niveau de 60 % de pleine lumière solaire transmise à la demi-portion supérieure du semis, peut définir un seuil de réponse pour distinguer significativement les semis d'épinette noire supprimés de ceux qui ne le sont pas, sur la base de la hauteur totale, de l'accroissement annuel moyen en hauteur et du diamètre au collet des semis. Ces différences significatives atteignent respectivement pour la hauteur totale, l'accroissement annuel moyen en hauteur et le diamètre au collet, les valeurs de 18,5, 44,7 et 23,2 %.

Une étude réalisée en Ontario, correspondant à la comparaison d'un traitement où il n'y a aucun contrôle de la végétation herbacée, avec un traitement à l'herbicide réalisé chaque année, durant 3 ans (Wagner *et al.* 2001), montre des baisses respectives de 10, 40 et 70 % pour la croissance en hauteur, le diamètre et le volume de la tige, 3 ans après la plantation de plants d'épinette noire. Une autre étude réalisée dans le nord de l'Ontario (Wagner *et al.* 1996 in Wagner *et al.* 2001) a montré des baisses de volumes chez l'épinette noire de l'ordre de

64 à 73 % lorsqu'un couvert d'herbacé est resté en place durant les 3 premières années suivant la mise en terre des plants.

Par contre, même si de nombreuses études mettent en évidence des gains significatifs de croissance en hauteur lors d'un contrôle de la végétation de compétition (Newton *et al.* 1992 *in* Wagner *et al.* 2001; Wood et von Althen 1993 *in* Wagner *et al.* 2001; Wood et Mitchell 1995 *in* Wagner *et al.* 2001; Jobidon 1994; Jobidon et Charrette 1997; Jobidon *et al.* 1999), **la croissance en hauteur est moins sensible à la présence d'une pression de compétition, en comparaison avec la croissance en diamètre. La croissance en diamètre représente finalement un meilleur indicateur du degré de compétition exercée par la végétation concurrente** (Morris *et al.* 1990 *in* Wagner *et al.* 2001; Newton *et al.* 1992 *in* Wagner *et al.* 2001; Jobidon et Charrette 1997; Jobidon *et al.* 1999). Il faut, en effet, attendre plusieurs années après le contrôle de la végétation pour que la croissance en hauteur des plants résineux augmente, alors que l'amélioration de la croissance en diamètre après la disparition de la végétation de compétition est beaucoup plus rapide (Wood et Mitchell 1995 *in* Wagner *et al.* 2001). Le fait que la croissance en hauteur soit moins affectée que la croissance en diamètre peut s'expliquer par la phénologie des espèces de compétition comparativement à l'épinette noire qui complète sa croissance en hauteur tôt en saison, alors que les espèces de compétition sont toujours en période de croissance. Par contre, l'épinette réalise sa croissance en diamètre tard en saison alors que le développement des espèces de compétition est passablement complété, et ainsi plus directement affecté (Brand et Janas 1988 *in* Jobidon *et al.* 1999).

Effet de la compétition sur la forme de la cime

La compétition influence le développement de la cime, et principalement son expansion latérale exprimée par sa largeur (Stewart 1987 *in* Jobidon et Charrette 1997). En effet, des plants soumis à une compétition ont une cime plus étroite que des plants dégagés.

Effet de la compétition sur la structure du peuplement

La compétition, qui survient au cours des premières années de la plantation, affecte la structure du peuplement. Elle provoque un étalement des dimensions, principalement en diamètre, accompagné d'une prédominance des petites tiges. Plus la compétition perdure, plus l'étalement des classes de diamètre s'accroît et plus la majorité des individus appartient aux classes de dimensions inférieures (Jobidon et Charrette, 1997). Le développement de hiérarchie dans les dimensions des plants s'observe également chez un peuplement issu de régénération naturelle (Newton et Smith 1988 *in* Jobidon et Charrette 1997; Newton 1990 *in* Jobidon et Charrette 1997). Ce phénomène a également été mis en évidence par Wagner *et al.* (2001). Il peut être attribuable à l'effet d'une pression de compétition présente, mais aussi à d'autres facteurs comme le patron temporel d'établissement des semis, la génétique des individus, l'hétérogénéité de l'environnement. L'évolution des distributions des diamètres et des hauteurs n'est, par contre, pas attribuable à la mortalité qui, dans tous les cas, est survenue majoritairement chez les plants les plus petits (Jobidon et Charrette, 1997).

Effet prolongé du dégagement

On observe un **effet prolongé du dégagement**, même si la végétation de compétition présente souvent une forte résurgence (deux ans après la réalisation du dégagement mécanique, les pourcentages de couverture et les hauteurs moyennes de la végétation de compétition sont comparables entre les parcelles traitées et témoins dans Jobidon et Charrette (1997)). En effet, l'accroissement annuel moyen en hauteur et en diamètre, des 5 dernières années, des plants qui ont subi un dégagement total (c'est-à-dire entre l'année 5 et l'année 10) sont respectivement 78 et 117 % supérieurs à ceux des plants non dégagés (Jobidon et Charrette 1997). De plus, dans le cas de l'étude de Jobidon *et al.* (1999), les profils de croissance dans le temps des plants dégagés et témoins ne sont pas significativement parallèles. Cela signifie que les plants dégagés affichent un rythme de croissance supérieure à celui des plants envahis par la compétition, et cet écart s'accroît significativement avec le temps. Ces effets à long terme sont attribuables à la bonification du rythme de croissance conférée aux jeunes plants par le traitement de dégagement (Jobidon et Charrette 1997; Jobidon *et al.* 1999), **et à l'acquisition par les jeunes**

plants de meilleures positions sociales au sein du peuplement, reconnues pour se conserver et se renforcer dans le temps (Riou-Nivert 1983 *in* Jobidon *et al.* 1999, Jobidon et Charrette 1997).

b) Épinette blanche

Réaction de l'épinette blanche à une pression de compétition

Une étude récente réalisée par Jobidon (2000) a permis d'évaluer l'impact de différents degrés de compétition sur la croissance, la nutrition, l'accumulation de biomasse et la structure du peuplement de l'épinette blanche, au cours des 5 premières années suivant la plantation. Cette étude a été réalisée dans le Bas-Saint-Laurent, où la compétition est essentiellement constituée de framboisiers (*Rubus idaeus* L.) et de feuillus intolérants (Peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides* Michx.) et bouleau blanc (*Betula papyrifera* Marsh.)). La compétition exercée par les feuillus intolérants est, donc, caractérisée par une croissance en hauteur non finie. Cinq niveaux de compétition ont été comparés : présence de 0, 25, 50, 75 et 100 % de l'indice de surface foliaire de la végétation concurrente.

Deux autres études, se déroulant en Colombie-Britannique (Domaine bioclimatique de la pessière sub-boréale), se sont attardées à décrire la réponse de plants d'épinette blanche 10 ans après un dégagement aérien au glyphosate (application du glyphosate l'année suivant la plantation). Les principales essences de compétition opprimant les plants d'épinette blanche sont, dans le cas de l'étude de Biring et Hays-Byl (2000), le peuplier faux-tremble, *Alnus viridis* spp. *Sinuata* et *Lonicera involucrata*, formant dans le cas des placettes témoins, la strate dominante de 8,4 m de hauteur en moyenne, au-dessus d'une strate composée par l'essence plantée, opprimée, d'une hauteur de 1,25 m. Dans l'étude de Biring *et al.* (2001), les essences de compétition sont davantage l'épilobe à feuilles étroites (*Epilobium angustilium* L.), le framboisier (*Rubus idaeus*), *Rubus parviflorus* et des graminées.

Effet de la compétition sur la croissance de l'épinette blanche

La croissance en hauteur n'est pas sérieusement affectée par la présence d'une compétition modérée (couvert de compétition présent à 25 ou 50 %) durant les 3 premières années. **À partir de la quatrième année, la croissance en hauteur devient plus sensible à la présence d'un couvert de compétition, en particulier s'il occupe 50 % et plus de l'indice de surface foliaire (Jobidon, 2000).**

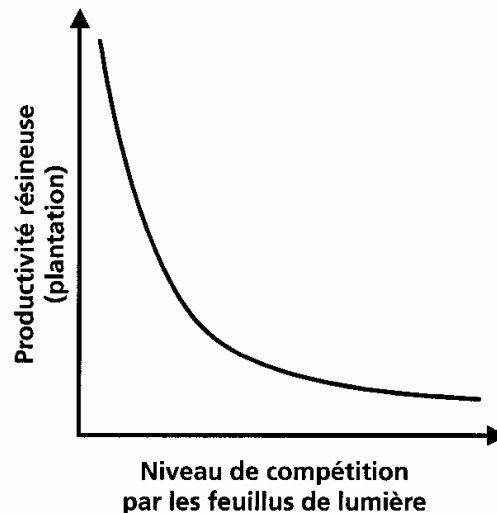
Comme c'est le cas pour l'épinette noire, la **croissance en diamètre est beaucoup plus sensible** à la présence d'espèces de compétition, et est plus affectée par cette dernière que la croissance en hauteur (Jobidon 2000; Biring et Hays-Byl 2000; Biring *et al.* 2001). En effet, dans l'étude de Jobidon (2000), dès la première année, le patron de croissance en diamètre des plants d'épinette blanche soumis à 0 % de compétition se distingue de tous les autres niveaux de compétition (qu'ils soient de faibles à très élevés). La présence d'une végétation compétitrice provoque, de plus, les plus fortes réductions de croissance dès l'apparition des premiers individus feuillus qui interceptent la lumière. À l'instar d'autres espèces résineuses, il semble que la croissance de l'épinette noire ou blanche en présence de feuillus de lumière se décrit mieux par une courbe curvilinéaire (figure 2). Après 5 ans, la présence d'un couvert de compétition de 25 % de l'indice de surface foliaire (faible compétition) entraîne déjà une baisse de croissance en diamètre de 1,66 fois la croissance en diamètre des plants exposés à aucune compétition. Plus le degré de compétition est élevé, plus l'impact sur la croissance en diamètre est important. Ainsi, lorsque la compétition est maximale (présence de 100 % de l'indice de surface foliaire de la végétation de compétition), cette dernière réduit le diamètre de l'épinette blanche par un facteur de 3.

L'étude de Biring et Hays-Byl (2000) met également en évidence une augmentation significative de la croissance en diamètre, dès la première année suivant l'application d'un dégagement aux phytocides. Après 5 et 10 ans, on observe une différence de diamètre entre les plants témoins et les plants traités qui mesurent respectivement 7,0 et 15,7 mm. La croissance en hauteur, quant à elle, ne montre une différence significative entre les plants témoins et traités qu'à partir de la 3^e année suivant l'application du traitement de phytocides. Le fait que la croissance en diamètre soit plus affectée par la compétition que la croissance en hauteur a déjà été mis en évidence dans plusieurs autres études (Brand et Janas 1988 *in* Jobidon 2000; Wood et Dominy 1988 *in* Jobidon 2000). Wagner *et al.* (2001) ont également mis en évidence une baisse de 70 % de la surface terrière des tiges d'épinette blanche après 7 ans, lors de la présence d'une compétition herbacée dans les Grands Lacs.

Nichols *et al.* (1995) in Wagner *et al.* (2001) ont observé une diminution de 78 % du volume des tiges d'épinette blanche après 7 ans d'oppression par une végétation concurrente herbacée, dans le nord du Minnesota.

La **biomasse totale** (souterraine et aérienne) est également **largement affectée** par la présence d'un couvert de compétition (Jobidon *et al.* 2000). Ainsi, la biomasse totale de plants développés en l'absence de compétition est supérieure d'un facteur 9,7 à celle des plants soumis à 100 % de l'indice de surface foliaire de la compétition. Le nombre de branches d'un plant diminue avec l'augmentation de la pression de compétition. Il semble que la compétition soit davantage exercée pour la ressource lumineuse que pour les éléments nutritifs.

Figure 2 Courbe type de la croissance de l'épinette en compétition avec des feuillus de lumière (Tiré de Thiffault *et al.* 2003)



Effet de la compétition sur la structure du peuplement

Tout comme la génétique et les facteurs environnementaux (microsite), **la compétition influence la structure d'un peuplement**, en modifiant la distribution des diamètres des tiges constituant le peuplement. On observe, en effet, **davantage de plus petits diamètres en présence d'une compétition**, par comparaison avec des plants dégagés. Ceci signifie que la présence d'une compétition au cours des premières années de vie des semis joue un rôle majeur en influençant la composition future des strates dominantes et codominantes d'un peuplement : avec la présence d'une compétition croissante, la proportion de tiges d'épinettes susceptibles de former les strates dominante ou codominante diminue. Plus la compétition perdure, plus l'étalement des classes de diamètre s'accroît et plus la majorité des individus appartient aux classes de dimensions inférieures (Jobidon 2000).

Ainsi, il ne faut pas négliger les premiers traitements sylvicoles dans la vie d'un peuplement (suppression d'une végétation concurrente par le dégagement) qui jouent un rôle majeur dans le devenir et la structure finale du peuplement.

Effet de la compétition sur le volume de bois et l'âge de rotation du peuplement

Dans le cas de l'étude de Biring et Hays-Byl (2000), des simulations ont été réalisées à l'aide du modèle MGM (Mixedwood Growth Model) (version 98E) (Titus 1999 in Biring et Hays-Byl 2000), de manière à projeter, dans le temps, les volumes produits d'épinette blanche et de peuplier évoluant ensemble dans différentes conditions de peuplements mélangés. Il apparaît, suite à ces projections, que le traitement de dégagement par phytocides permettrait d'**augmenter le volume résineux de 235 % et réduire l'âge de rotation des peuplements de 30 ans**, par rapport à des plants qui ont grandi dans un milieu envahi par la compétition.

c) Pin gris

Réaction du pin gris à une pression de compétition

Le pin gris étant une essence intolérante (Burns *et al.*, 1990), il est donc convenable de considérer que cette espèce est fortement sensible à la compétition. Plusieurs auteurs sont en accord avec cet énoncé, et plus précisément sur deux points : la survie du pin gris n'est pas affectée par la compétition herbacée au cours de ces premières années, mais cette compétition affecte significativement sa croissance (Noland *et al.*, 2001, Wagner *et al.*, 1999).

Le site d'étude de Noland *et al.*, (2001), situé dans la région des Grands Lacs sur un sol à texture sableuse en Ontario, a subi une coupe totale en 1987-89, une préparation de terrain, en 1991 et il a été planté, en 1992, avec du pin gris, de l'épinette noire et du pin blanc. La compétition présente est majoritairement herbacée. Après 5 ans, les arbres plantés, subissant la compétition, ont une hauteur et un diamètre significativement moins élevés que ceux n'ayant aucune compétition. Le ratio hauteur/diamètre est, quant à lui, significativement plus élevé en présence de compétition, ce qui indique que la croissance en diamètre est plus affectée par la végétation que la croissance en hauteur (tableau 1).

Tableau 1 Résultats, après 5 ans, de la survie, hauteur, diamètre et ratio hauteur/diamètre pour le pin gris

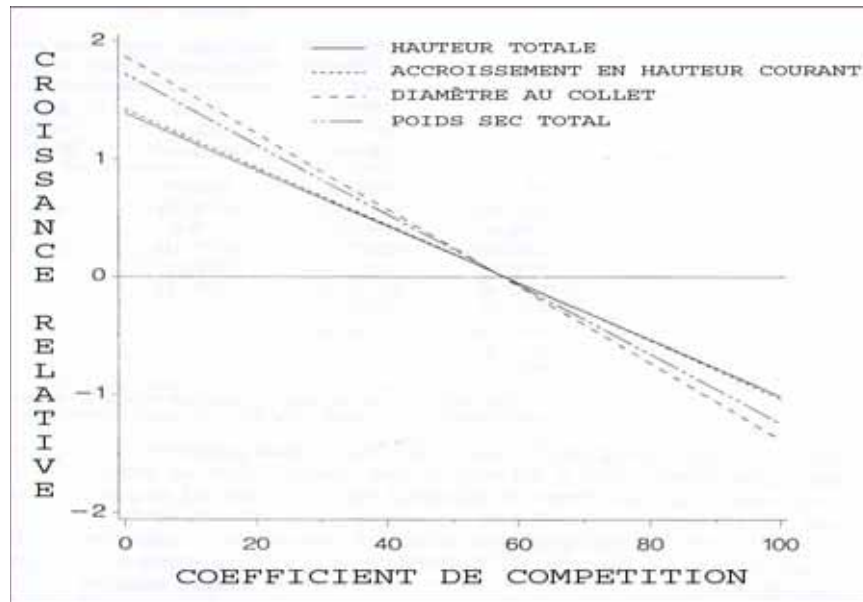
Type de plants	Traitement de la végétation	Survie (% ± e.t.)	Hauteur (cm ± e.t.)	Diamètre de la tige (cm ± e.t.)	Hauteur/diamètre (ratio ± e.t.)
Contenants 140 cavités	Avec compétition	81 ± 2a	147.2 ± 4.0b	3.01b ± 0.14b	49.2 ± 1.3a
	Sans compétition	81 ± 2a	176.7 ± 5.9a	5.12a ± 0.24a	34.6 ± 0.8b
Contenants 67 cavités	Avec compétition	78 ± 2a	154.7 ± 5.9b	3.06b ± 0.11b	50.7 ± 1.6a
	Sans compétition	81 ± 2a	177.7 ± 4.3a	5.39a ± 0.13a	33.0 ± 0.5b
Racines nues	Avec compétition	93 ± 2a	196.9 ± 1.9a	3.83b ± 0.13b	51.7 ± 1.6a
	Sans compétition	93 ± 2a	205.4 ± 4.0a	5.91a ± 0.13a	34.8 ± 0.2b

e.t. = erreur type

Les résultats de Ter-Mikaelian *et al.* (1999) indiquent que l'accroissement de la biomasse des semis de pin gris est fortement et directement relié (R^2 de 0,77 à 0,88) aux estimés de couvertures de la végétation compétitrice. Une relation directe peut également être faite entre la biomasse et le diamètre au collet; le coefficient de corrélation entre ces deux variables étant de 0.912 pour le pin gris (Morris *et al.*, 1990).

Morris *et al.* (1990) ont aussi démontré une relation linéaire forte entre le niveau de compétition et la croissance du pin gris. La croissance en hauteur et en diamètre est, donc, réduite de façon significative à mesure que la compétition augmente (figure 3); **le diamètre au collet étant un indicateur plus fiable que la hauteur**. Les auteurs en arrivent aussi à la conclusion que le pin gris a un comportement analogue à l'épinette noire en situation de compétition; le pin gris étant plus intolérant à l'ombre, celui-ci est, par contre, affecté plus fortement.

Figure 3 Relation entre la croissance du pin gris et le niveau de compétition



adapté de Morris *et al.* (1990)

1.2.1.3 Outils mis à la disposition du forestier pour gérer la présence de la compétition

Il est donc recommandé de **réaliser un ou même plusieurs traitements répétés** qui viseraient à éliminer la compétition, puisque **ces traitements réalisés en bas âge influencent principalement la croissance en diamètre, la position sociale qu'occuperont les tiges à un stade ultérieur et donc, finalement, la structure du peuplement d'âge commercial**. Sachant que les positions sociales acquises tendent à se préserver dans le temps, et que les pertes de croissance juvénile ne peuvent être compensées par des interventions tardives, les premiers traitements de gestion de la végétation seront les plus conséquents sur le devenir du peuplement (Thiffault *et al.* 2003). Il est, de plus, important de rappeler que les plus grosses pertes de croissance chez l'épinette sont associées à la présence des premiers individus feuillus qui interceptent la lumière.

Il est donc recommandé d'opter pour une suppression de la végétation de compétition si l'on veut maximiser la réponse de la végétation résineuse, et de dégager les semis d'épinette dès qu'une situation de compétition est détectée.

La présence d'une certaine proportion de feuillus intolérants dans une plantation d'épinette blanche peut, par contre, être également bénéfique, puisqu'elle limiterait les risques d'acidification du sol, qui peut provoquer, à long terme, une baisse de productivité du site (Brand *et al.* (1986) *in* Jobidon (1999); Hendrickson (1990) *in* Jobidon (1999); Côté et Fyles (1994) *in* Jobidon (1999)). Il est donc recommandé de **maintenir la présence d'un certain couvert de feuillus intolérants dans les secteurs de production d'épinette, après que celle-ci ait atteint l'âge de 10 ans**. La période optimale pour favoriser la présence d'une telle compétition est lorsque l'épinette est âgée entre 10 et 15 ans, au moment de la réalisation des traitements d'éclaircie précommerciale.

Avant l'âge de 10 à 15 ans, la présence d'une compétition de feuillus intolérants est plus nuisible que positive, et doit être contrôlée.

Deux outils de conduite de peuplement s'offrent donc au forestier qui souhaite dégager un peuplement d'épinette noire ou blanche :

- Le **ratio hauteur/diamètre (au sol)** qui est largement influencé par la présence d'une végétation concurrente (H/D augmente avec la pression de compétition (Jobidon 2000; Biring et Hays-Byl 2000; Biring *et al.* 2001)). **Un ratio en deçà de 55 limitera les pertes de croissance et les impacts de la végétation concurrente sur la structure du peuplement** (Jobidon 2000). Dans le cas de l'épinette blanche (Jobidon 2000), H/D = 55 correspond à un pourcentage de couvert de compétition égal à 25 % du couvert initial. Cela signifie que l'épinette blanche est une essence relativement sensible à un faible couvert de compétition. Wagner *et al.* (2001) rapportent plusieurs études où $40 < H/D < 60$ correspond à la présence d'une végétation de compétition peu dense, alors que $60 < H/D < 90$ correspond à une forte pression de compétition (présence d'une compétition arbustive qui dépasse en hauteur les tiges d'épinette) (Newton *et al.* (1992) in Wagner *et al.* (2001); Burgess et Baldock (1994) in Wagner *et al.* (2001); Lieffers et Stadt (1994) in Wagner *et al.* (2001); Wood et Mitchell (1995) in Wagner *et al.* (2001)).
- Le pourcentage de lumière disponible, arrivant sur la moitié supérieure du semis ou du plant, qu'il est conseillé de maintenir au-dessus d'un certain seuil, si l'on souhaite limiter les effets d'une pression de compétition à croissance finie (Jobidon 1992).

Ce seuil est égal à :

- **60 % de la pleine lumière solaire pour les épinettes noire ou blanche;**
- **80 % de la pleine lumière solaire pour le pin gris.**

Dans le cas de l'épinette de Norvège, comme il s'agit d'une espèce tolérante à l'ombre, celle-ci a probablement des exigences de lumière comparables aux épinettes noire et blanche, alors que le pin sylvestre est une espèce intolérante à l'ombre ayant un comportement probablement semblable au pin gris.

Il n'est, par contre, **pas conseillé de se fier au taux de mortalité des tiges durant les premières années** pour évaluer l'effet de la compétition, car ces deux éléments ne sont pas corrélés à court terme (Jobidon *et al.* 1999). Jobidon et Charrette (1997) ont montré à ce titre que 10 ans après plantation, la mortalité des tiges dégagées et non dégagées était similaire. Biring et Hays-Byl (2000) montrent également qu'après 10 ans, le taux de survie des plants d'épinette blanche est identique, qu'il s'agisse de plants traités par phytocides, ou soumis à une pression de compétition.

1.2.1.4 Rôle faunique des espèces résineuses considérées dans l'écosystème

Les rôles des espèces résineuses dans l'écosystème présentent l'utilisation qu'en font les espèces fauniques les plus fréquemment rencontrées sur le territoire, au niveau de leur alimentation et de la constitution d'un abri. L'information est présentée de manière synthétique, sous la forme d'un tableau (tableau 2). Notons que les besoins en habitats des différentes espèces fauniques peuvent être liés à des conditions particulières du peuplement forestier (stade de développement, densité spécifique). Les milieux de passage n'offrent peu de ressources utiles (nourriture, couvert) aux espèces concernées et sont donc considérés à faible potentiel d'habitat.

Tableau 2 Synthèse de l'utilisation de certaines essences forestières résineuses par les principales espèces fauniques ayant un intérêt sur le plan économique

ESPÈCES FAUNIQUES CONSIDÉRÉES	ESPÈCES VÉGÉTALES CONSIDÉRÉES		
	ÉPINETTE NOIRE	ÉPINETTE BLANCHE	PIN GRIS
Orignal	Couvert en hiver (peuplements de 30 ans et +) (Samson <i>et al.</i> 2002)	Couvert en été (peuplements de 30 ans et +) (Samson <i>et al.</i> 2002)	Milieu de passage (Samson <i>et al.</i> 2002)
Cerf de Virginie	Milieu de passage (MEF 1997)	Milieu de passage (MEF 1997)	Milieu de passage (MEF 1997)
Ours noir	Alimentation : présence de petits fruits dans certains peuplements résineux en régénération (Samson 2001)	Alimentation : présence de petits fruits dans certains peuplements résineux en régénération (Samson 2001)	Alimentation : présence de petits fruits dans certains peuplements résineux en régénération Les jeunes grimpent aux pins gris en cas de danger (protection) (Samson 2001)
Castor	Utilisation pour la construction du barrage et de la hutte et alimentation occasionnelle (Fortin <i>et al.</i> 2001)	Utilisation pour la construction du barrage et de la hutte et alimentation occasionnelle (Fortin <i>et al.</i> 2001)	Essence peu ou pas utilisée par le castor (Fortin <i>et al.</i> 2001)
Lièvre d'Amérique	Couvert et alimentation en hiver (Ferron <i>et al.</i> 1996)	Milieu de passage (Ferron <i>et al.</i> 1996)	Milieu de passage (Ferron <i>et al.</i> 1996)
Gélinotte huppée	Milieu peu ou pas fréquenté (Ferron <i>et al.</i> 1996)	Couvert en hiver (Ferron <i>et al.</i> 1996)	Milieu peu ou pas fréquenté (Ferron <i>et al.</i> 1996)
Tétras du Canada	Alimentation au printemps et en hiver (Ferron <i>et al.</i> 1996)	Milieu peu ou pas fréquenté (Ferron <i>et al.</i> 1996)	Alimentation en hiver (Ferron <i>et al.</i> 1996)
Martre d'Amérique	Couvert en hiver (peuplements résineux matures et denses) (Bertrand 1999)	Couvert en hiver (peuplements résineux matures et denses) (Bertrand 1999)	Couvert en hiver (peuplements résineux matures et denses) (Bertrand 1999)

1.2.1.5 Écologie des plantes en compétition

Il existe au Québec quatre grands types de végétation de compétition susceptibles de compromettre l'établissement ou la croissance des semis résineux :

- 1) les graminées, typiques des terres abandonnées par l'agriculture;
- 2) les éricacées;
- 3) les onagracées (l'épilobe, *Epilobium angustifolium* L.)
- 4) les broussailles dont le framboisier (*Rubus idaeus* L.) qui constitue la principale espèce problématique;
- 5) les feuillus de lumière, par exemple le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides* Michx.) et le bouleau blanc (*Betula papyrifera* Marsh.), le cerisier de Pennsylvanie (*Prunus pennsylvanica* L.f.).

Les **principales essences de compétition rencontrées sur le territoire d'étude** sont :

- le **bouleau blanc** (*Betula papyrifera* Marsh),
- le **peuplier faux-tremble** (*Populus tremuloides* Michx),
- le **cerisier de Pennsylvanie** (*Prunus pensylvanica* L.),
- l'**érable à épis** (*Acer spicatum* Lam.),
- le **kalmia à feuilles étroites** (*Kalmia angustifolia* L.),
- le **lédon du Groenland** (*Ledum groenlandicum* Oeder).

La synthèse des différentes caractéristiques de ces essences est présentée (tableaux 3 à 7). Cette synthèse provient d'une revue de littérature présentée dans l'annexe 1. Les points concernant l'habitat, les caractéristiques physiologiques, les considérations d'aménagement, les interférences avec les espèces cultivées et leur rôle dans l'écosystème sont abordés.

1.2.2 Contexte économique et social

1.2.2.1 **Intérêts et principales préoccupations des diverses parties concernées (résultats des consultations)**

Les terrains privés de Smurfit-Stone représentent un vaste territoire partiellement accessible, au potentiel diversifié. On y retrouve plusieurs types d'utilisateurs aux intérêts et préoccupations diverses.

Les intérêts et préoccupations des différents utilisateurs ont été recueillis à deux occasions :

- une réunion d'information a été organisée par Smurfit-Stone le 29 janvier 2004 à La Tuque,
- une rencontre organisée par Smurfit-Stone avec un représentant du Regroupement des Locataires de Terres Publiques (RLTP).

a) **Bilan de la réunion d'information du 29 janvier 2004**

Les objectifs de cette réunion étaient les suivants :

- (1) **informer les différents utilisateurs** du territoire d'étude de la réalisation du projet d'étude d'impact sur l'arrosage aérien de phytocides sur une portion des terrains privés de Smurfit-Stone;
- (2) **recueillir les commentaires, préoccupations et intérêts des utilisateurs** du territoire face au projet futur d'arrosage aérien de phytocides.

Les représentants des différents regroupements d'utilisateurs des terrains privés de Smurfit-Stone ont été conviés à cette rencontre d'information. Le tableau 8 présente la liste des personnes invitées et des personnes présentes à cette rencontre, en fonction de l'organisme auquel elles appartiennent. L'annexe 2 présente les coordonnées des personnes invitées. Lors de cette soirée d'information et de discussion, plusieurs intérêts et préoccupations ont été soulevés. Les principaux intervenants qui ont fait mention de leurs préoccupations sont les représentants des communautés autochtones et certains membres d'associations qui étaient présents.

Tableau 8 Liste des organismes invités et personnes présentes à la rencontre d'information

ORGANISME INVITÉS	PERSONNES PRÉSENTES
Agence régionale de Mise en valeur des Forêts privées du Lac-Saint-Jean	
Agence régionale de Mise en valeur des Forêts privées Mauricienne	
Association des trappeurs du haut Saint-Maurice	
Club Shannosh inc.	
Club Trudel & Perron inc.	M. Rosaire Grenier
Club Wis-ti-ti inc.	
Comité des Mesures d'harmonisation de Wemotaci	MM. G. Bherer et Simon Cocoo
Conseil du territoire Opitciwan	MM. F.-D. Damée et L.-M. Dubé
Membres Opitciwan	MM. J.-G. Awashish, G. Clary et B. Awashish
Conseil de la Nation Atikamekw	Mme M. Petiquay
Corporation de gestion du réservoir Gouin inc.	
MRC du Domaine-du-Roy	
MRC-Ville La Tuque	MM. J. Proulx et E. Lepage
MRNFP Bureau régional du Saguenay - Lac-Saint-Jean – Secteur forêt	
MRNFP Unité de gestion de Roberval et de Saint-Félicien	
MRNFP, Unité de gestion de La Tuque	
MRNFP, Secteur Terres	
MENV, Direction régionale du Saguenay - Lac-Saint-Jean	
MENV, Direction régionale de la Mauricie	
Santé-Canada	M. N. Marchand

b) Intérêts et préoccupations concernant le choix de la méthode de dégagement, le phytocide utilisé pour l'arrosage aérien et ses impacts sur la santé humaine

Plusieurs questions ont été soulevées :

- Quel phytocide sera utilisé lors de l'arrosage aérien?
- Que devient le glyphosate une fois qu'il est absorbé par la plante?
- Qu'est-ce que le processus d'homologation? À quels tests le produit homologué a-t-il été soumis avant d'obtenir son homologation?
- Quels sont les risques pour la santé du pilote qui pratique l'arrosage aérien?

La MRC du Domaine du Roy n'était pas présente à la réunion d'information, mais a communiqué avec Smurfit-Stone pour l'informer qu'elle favorise sur son territoire, l'usage des phytocides, plutôt que l'utilisation de débroussailluses pour la réalisation des opérations de dégagement. En effet, cette MRC estime que la non-persistance dans l'environnement des phytocides utilisés rend les opérations de dégagement moins nocives que l'utilisation de débroussailluses qui dégagent certains gaz toxiques (Mario Roy, département de l'aménagement de la MRC du Domaine-du-Roy, communication personnelle).

c) **Intérêts et préoccupations concernant les impacts du produit sur le milieu visé par l'arrosage aérien**

- Quels sont les impacts de ce produit sur les écosystèmes au sens large, en considérant que les écosystèmes arrosés font partie du milieu de vie des autochtones?
- Les essences de compétition ciblées par le glyphosate sont essentiellement des essences feuillues, qui sont souvent bénéfiques pour la faune. Comment minimiser l'impact de l'arrosage aérien dans des secteurs où la présence de feuillus est plutôt rare, et devient donc important pour le maintien des espèces fauniques dépendantes de ces essences?
- Certaines plantes de sous-bois sont considérées comme des plantes médicinales aux yeux des communautés autochtones. Quel est l'effet du glyphosate sur ces plantes? Comment limiter l'impact de l'arrosage aérien au niveau des secteurs qui contiennent ces plantes importantes aux yeux des communautés autochtones?

d) **Préoccupations concernant l'existence d'un plan de communication préalable à toute activité d'arrosage**

- De nombreuses familles autochtones sont nomades, et sont en déplacement pendant la fenêtre de temps où les arrosages aériens sont prévus (de début août à mi-septembre). Il serait donc important de mettre en place un plan de communication permettant d'informer suffisamment tôt ces familles des opérations d'arrosage aérien, afin d'éviter qu'elles se retrouvent à proximité d'un secteur arrosé.

1.2.2.2 **Bilan de la rencontre avec des représentants du Regroupement des Locataires de Terres Publiques (RLTP)**

Cette rencontre a été organisée suite à la réponse du RLTP dans un journal local (Le Nouvelliste, 5 avril 2004), suite à l'annonce du projet d'étude d'impact d'arrosage aérien de phytocides. Le RLTP faisait en effet mention dans ce court article, de ses craintes concernant les impacts des produits utilisés lors de l'arrosage aérien sur l'environnement et, entre autres, sur la faune terrestre et aquatique.

Une rencontre a été organisée par Smurfit-Stone le 26 avril 2004, de manière à écouter les préoccupations du RLTP et à répondre à leurs interrogations. Les principales questions qui ont été posées par M. Gilbert Tousignant, secrétaire du RLTP, sont les suivantes :

- quel produit sera utilisé;
- quelle sera la méthode d'arrosage;
- quels seront les peuplements visés par l'arrosage aérien;
- quelle superficie sera touchée annuellement par l'arrosage aérien;
- quelles mesures seront prises lorsque les arrosages auront lieu à proximité de chalets;
- à quel moment dans l'année auront lieu les travaux et comment seront avertis les résidents des chalets ?

1.2.2.3 Ententes avec les communautés autochtones

Il n'existe aucune entente officielle écrite entre Smurfit-Stone et les communautés autochtones locales (communautés atikamekws d'Opitciwan et de Wemotaci), concernant l'utilisation des terrains privés par les autochtones. Par contre, Smurfit-Stone accepte leur présence sur ses terrains privés. Il existe aussi des engagements moraux, afin de prioriser l'embauche de personnes autochtones pour la réalisation des activités sylvicoles sur les terrains privés. Ainsi, depuis 1985, des membres des communautés autochtones participent à des travaux sylvicoles réalisés sur les terrains privés de Smurfit-Stone. Les entreprises employant des membres des communautés autochtones et réalisant des travaux sylvicoles sur les terrains privés de Smurfit-Stone sont, entre autres, Services Forestiers Opitciwan et Services Forestiers Atikamekw ASKI de Wemotaci. Le tableau 22 (p. 101) présente, à ce titre, l'historique des projets réalisés en collaboration entre les communautés atikamekws et l'industrie forestière sur les terrains privés de Smurfit-Stone et les alentours. En période de pointe, près d'une centaine de travailleurs embauchés par Smurfit-Stone proviennent des communautés autochtones, sans compter plusieurs autres travailleurs oeuvrant pour des entrepreneurs affectés à la récolte.

1.2.2.4 Effets d'entraînement du projet sur le développement de la région

Les industriels forestiers du Québec font face à des problèmes majeurs d'approvisionnement en bois. Ainsi, **pour la province de Québec au complet, la possibilité forestière, en 2002, était de 53 872 076 m³** (41 903 326 m³ en forêt publique et 11 968 750 m³ en forêt privée) (mrnfp.gouv.qc.ca. février 2004a). **La consommation des usines québécoises de transformation primaire du bois était à pareille date de 71 324 000 m³** et provenait de :

- la forêt publique : 31 297 300 m³
- la forêt privée : 8 198 368 m³
- l'échange entre des usines : 24 593 780 m³
- l'extérieur du Québec : 7 234 552 m³ (Source : <http://www.mrnfp.gouv.qc.ca>. (Février 2004b) / source des données : Registre forestier, Division de l'évaluation de la demande, DDIPF, MRNFP).

Il est donc clair que la province de Québec ne peut s'autosuffire en terme d'approvisionnement de ses usines primaires de transformation du bois.

En ce qui concerne la région administrative de la Mauricie, en 2002, la possibilité forestière était de 4 175 251 m³ (attribution de cette possibilité égale à 3 444 623 m³) (Source : <http://www.mrnfp.gouv.qc.ca>. (Février 2004a), alors que la consommation en bois par l'ensemble des usines de transformation primaire de cette région était de 8 300 048 m³ à pareille date (Source : <http://www.mrnfp.gouv.qc.ca>. (Février 2004b)).

Sachant que le Québec est déjà dépendant d'un approvisionnement à l'extérieur de la province, des baisses de disponibilité en bois sur le territoire québécois entraîneraient des effets dramatiques au niveau économique et social dans la région de la Mauricie, puisque l'économie de cette région est basée pour au moins 40 % sur l'industrie forestière (fermetures d'usines, mise à pied, etc.).

Il devient donc impératif de minimiser et de prévenir les pertes en volumes de bois. L'un des moyens préconisés consiste à assurer des productions à plus haut rendement dans certains secteurs, et sur les sites les plus productifs, en particulier. Cette priorisation des productions à haut rendement sur certaines portions de territoires a également pour effet d'être en mesure de favoriser des aménagements plus extensifs sur d'autres. La réalisation de travaux de dégagement sur les sites les plus productifs, comme le préconise le présent projet, constitue alors l'un des moyens permettant de s'assurer des rendements forestiers meilleurs.

Ainsi, on peut conclure que la réalisation du projet d'arrosage aérien de phytocides permettra d'augmenter la productivité forestière des terrains privés de Smurfit-Stone, en augmentant les superficies de jeunes peuplements résineux dégagés et en réalisant ces travaux sur certains sites très productifs qui ne seraient pas traités autrement pour des raisons de coût, d'accessibilité, etc. Par conséquent, la productivité de sites dégagés sera meilleure et les volumes de bois récoltés en seront augmentés, entraînant ainsi des répercussions positives sur l'économie de la région, qui est basée en grande partie sur l'industrie forestière.

1.2.3 Contexte politique et légal

1.2.3.1 Orientations gouvernementales, régionales et municipales

a) Stratégie de protection des forêts

Présentation de la Stratégie

La *Stratégie de protection des forêts* (MRNQ, 1994) du domaine public a vu le jour en mai 1994, et vise l'établissement d'une sylviculture adaptée, pour assurer la régénération et la croissance des arbres et des peuplements, dans une perspective s'appuyant sur la diversité des ressources à conserver et à utiliser. Plus particulièrement, elle vise à réduire l'utilisation des pesticides, tout en amoindrissant l'impact négatif des insectes ravageurs, des maladies et de la végétation de compétition sur les forêts et les aires en régénération, et en assurant un rendement soutenu de la matière ligneuse.

La Stratégie poursuit donc simultanément quatre objectifs :

- Maintenir les rendements forestiers et les activités socio-économiques existantes;
- Respecter les composantes biophysiques du milieu;
- Minimiser, et si possible, éliminer l'utilisation des pesticides en milieu forestier;
- Favoriser une mise en valeur et une utilisation harmonieuse de l'ensemble des ressources de la forêt.

La Stratégie met également de l'avant les effets bénéfiques que peut apporter une végétation concurrente. On peut citer, par exemple, la prévention de l'érosion du sol, l'amélioration de la régulation hydrique, l'absorption et la remise en circulation des éléments nutritifs libérés par l'accroissement des taux de décomposition et de nitrification. Par contre, lorsque la densité de la végétation concurrente devient trop élevée, les espèces de transition font concurrence aux essences désirées et nuisent à leur croissance. En fait, le défi du sylviculteur est d'établir un équilibre assurant la présence simultanée des essences désirées et de la végétation concurrente.

La prévention constitue le cœur même de la Stratégie. Elle est basée sur le respect de certains principes écologiques. Ces derniers devraient permettre de réduire les problèmes occasionnés par les insectes, les maladies ou la végétation concurrente, en créant ou en maintenant des conditions défavorables à leur émergence et à leur expansion, tout en tenant compte de la fragilité de certains milieux.

Comme les méthodes préventives ne sauront, à elles seules, assurer dans tous les cas le rendement forestier soutenu, la Stratégie propose également deux principales recommandations concernant la lutte contre la végétation concurrente :

- (1) L'aboutissement, en 1994, de l'étude comparative des différents modes de dégagement possibles pour favoriser la régénération forestière débutée par le MRN en 1993.
- (2) L'élimination au plus tard en 2001, de l'utilisation des phytocides chimiques en forêt.

Principales conclusions de l'étude comparative des différents modes de dégagement possibles pour favoriser la régénération forestière (MRNQ, 1995a, b).

Comme l'avait proposé la Stratégie de protection des forêts, l'étude comparative des différents modes de dégagement possibles pour favoriser la régénération forestière, réalisée par le MRNQ, a été terminée en 1995.

Le MRNQ conclut dans cette étude que le scénario 2, soit **le scénario favorisant tous les modes de dégagement, que ce soit mécanique, biomécanique, par pulvérisation terrestre et aérienne de phytocides**, est à retenir. Les autres scénarios envisagés étaient les suivants :

- scénario 1 : modes mécanique et biomécanique seulement;
- scénario 3 : tous les modes sauf la pulvérisation aérienne;
- scénario 4 : mode à action par phytocides;
- scénario 5 : aucune intervention.

Le scénario 2 a été retenu, car le MRNQ en voyait 4 principaux avantages :

- 1) Il tient compte des caractéristiques régionales quant à la situation forestière, économique, environnementale et sociale;
- 2) Il a un rapport bénéfices/coûts avantageux partout au Québec;
- 3) Il représente une économie de 114 M\$ par rapport au scénario 1 (notons que cette économie a été actualisée par la commission du BAPE, suite à la réalisation des travaux exécutés en 1995 et 1996, et que la nouvelle économie actualisée est de 56 M\$);
- 4) Il diminue les impacts du dérangement et le nombre d'accidents par rapport au scénario 1.

Notons que dans l'étude menée par le MRNQ, tous les scénarios seraient équivalents quant à leurs impacts sur les plans social et environnemental (à l'exception des aspects soulevés au point 4 ci-dessus).

Conclusions de la commission du BAPE concernant les audiences publiques qui se sont déroulées en 1997, suite au dépôt public de l'étude comparative des différents modes de dégagement possibles pour favoriser la régénération forestière (BAPE 1997).

La commission du BAPE a évalué uniquement les impacts des scénarios 1 et 2, puisqu'il y a eu cristallisation des positions des différents participants autour de ces 2 scénarios. Dans le cas du phytocide, seul le glyphosate a été examiné, puisque c'est le seul que propose le scénario 2.

La commission considère que les impacts environnementaux découlant de l'utilisation du glyphosate sont supérieurs à court terme à ceux du mode de dégagement mécanique (particulièrement en ce qui concerne les habitats fauniques, la distribution, la densité et la diversité de la faune).

L'utilisation des outils mécaniques présenterait à court terme des risques plus élevés pour les travailleurs. Par contre, les impacts sociaux et sanitaires positifs du dégagement mécanique compenseraient largement les risques encourus. De plus, les risques encourus par les travailleurs réalisant le dégagement mécanique sont plus familiers à la population, et donc, plus faciles à accepter.

La commission prend en compte la méfiance du public pour tout ce qui est chimique et les incertitudes liées aux effets à long terme des phytocides. La commission applique, à l'utilisation des phytocides en forêt, le principe de prudence développé par la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement.

Après avoir entendu des participants décrire les avantages sociaux, économiques et sanitaires du scénario 1 pour leur communauté (création d'emplois, amélioration des conditions économiques en région, etc.), la commission estime que ce scénario constitue un outil de développement économique régional. Notons qu'en 1997, le bassin de travailleurs forestiers était estimé suffisant par le MRNQ pour permettre l'application de tous les scénarios (possibilité par contre que les travailleurs aient à se déplacer d'une région à une autre), même si les représentants du milieu forestier avaient indiqué que le scénario 1 pourrait engendrer des problèmes.

En conclusion, la commission appuie l'engagement gouvernemental inclus dans la *Stratégie de protection des forêts*, qui consiste à éliminer l'utilisation des phytocides chimiques en forêt au plus tard en 2001. Elle retient donc le scénario 1 comme celui devant être progressivement instauré à compter de 1997. La commission convient que, des cas problématiques pourraient temporairement subsister, particulièrement dans les régions du Bas-Saint-Laurent et de Québec, et ce, malgré les efforts pour les prévenir. Ces cas problématiques devraient faire l'objet d'une autorisation spéciale du MRNQ pour l'usage du glyphosate. Afin de circonscrire encore davantage l'usage du glyphosate, la commission opine qu'il y aurait lieu de constituer un comité aviseur ayant pour fonction de conseiller le ministre responsable des forêts québécoises sur d'éventuels cas d'exception quant à l'utilisation du glyphosate. Ce comité devrait inclure des représentants du MRNQ, de l'industrie forestière, des groupes environnementaux et fauniques intéressés, et des utilisateurs de la forêt.

C'est dans le contexte où l'étude comparative des différents modes de dégagement possibles pour favoriser la régénération forestière, réalisée par le ministère des Ressources naturelles du Québec en 1995, préconisait le scénario 2 favorisant tous les modes de dégagement, que ce soit : les dégagements mécanique, biomécanique, par pulvérisation terrestre et aérienne de phytocides. Il est jugé opportun de poursuivre la présente étude.

b) Schémas d'aménagement et plans d'urbanisme

MRC

Le territoire visé par le projet d'arrosage aérien de phytocides est localisé sur deux MRC : celle du **Domaine du-Roy** et celle du **Haut-St-Maurice** (figure 4). **Ces deux MRC n'ont, à l'heure actuelle, aucun règlement ou directives en vigueur en ce qui concerne l'arrosage de phytocides sur les terrains forestiers privés** (Justin Proulx, département de l'aménagement de la MRC Haut-St-Maurice, communication personnelle; Mario Roy, département de l'aménagement de la MRC du Domaine-du-Roy, communication personnelle).

La MRC du Domaine-du-Roy favorise quant à elle, l'usage des phytocides sur son territoire, plutôt que l'utilisation de débroussailleuses pour la réalisation des opérations de dégagement. En effet, cette MRC estime que la non persistance dans l'environnement des phytocides utilisés rend les opérations de dégagement moins nocives que l'utilisation de débroussailleuses qui dégagent certains gaz toxiques (Mario Roy, département de l'aménagement de la MRC du Domaine-du-Roy, communication personnelle).

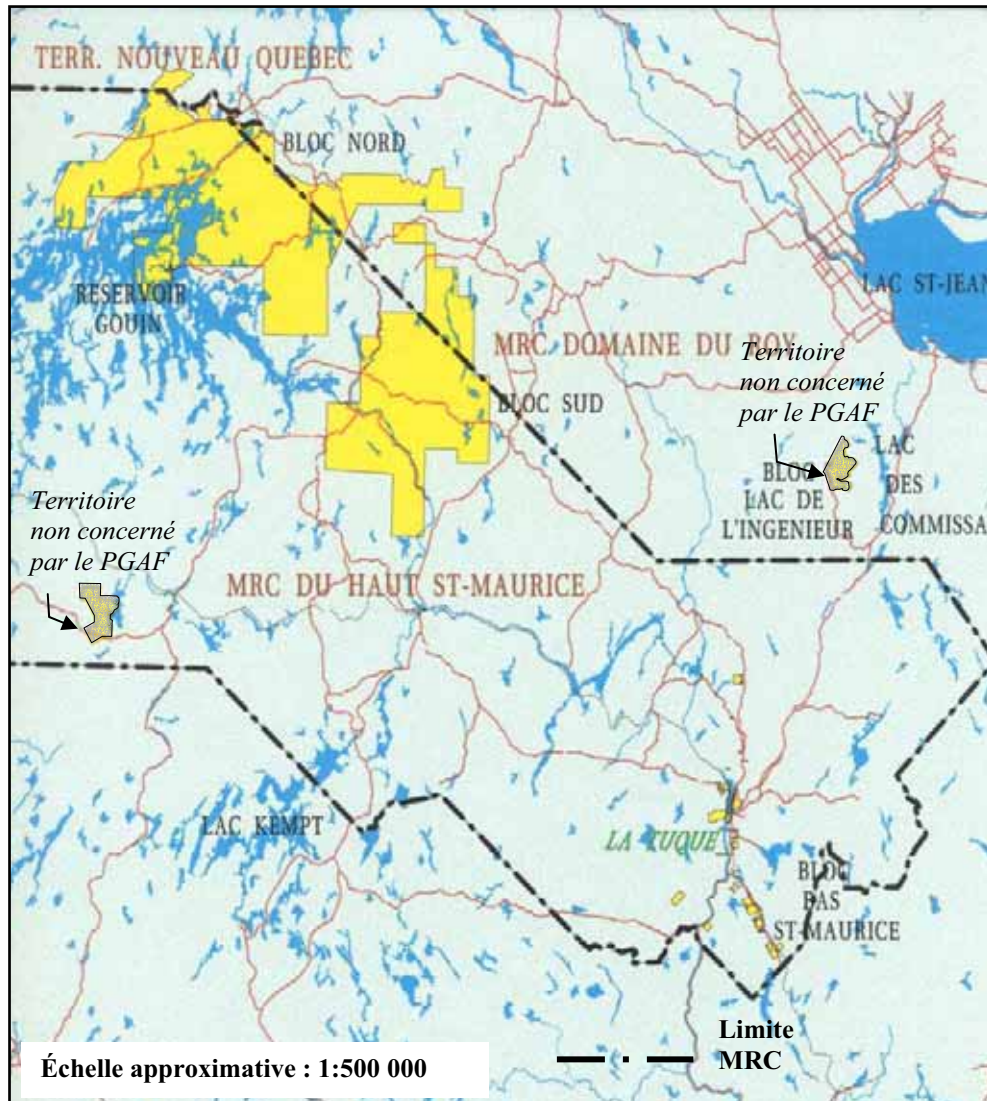


Figure 4 Localisation des limites des MRC

Municipalités

En ce qui concerne les municipalités sur lesquelles sont localisés les terrains ciblés par le projet d'arrosage aérien de phytocides, il n'y a également **aucune réglementation spéciale qui régit les modes de dégagement**. La seule obligation du propriétaire forestier privé qui souhaite réaliser des opérations d'épandage de phytocides, concerne, pour le moment, l'obtention auprès de la municipalité concernée, d'un certificat de conformité qui lui est demandé par le MENV lors du processus d'obtention du certificat d'autorisation.

Les principales municipalités où sont présents des terrains privés de Smurfit-Stone ou localisées à proximité de ces derniers sont l'agglomération de l'ancienne ville de La Tuque, La Croche et La Bostonnais, les petites agglomérations de Sanmaur, Casey et Rapide-Blanc-Station, ainsi que les 2 réserves autochtones de Wemotaci et Opitciwan.

c) Sécurité publique

La Direction générale de la sécurité civile à Sainte-Foy a été contactée, de manière à établir s'il existe, dans le cadre d'un projet d'arrosage aérien de phytocides sur des terrains forestiers privés, des orientations gouvernementales ou des directives particulières en matière de sécurité publique. À l'heure actuelle, il n'existe aucune directive officielle concernant ce type de projet (Maria Fortin, Direction générale de la sécurité civile, Sainte-Foy, communication personnelle). Il s'agit, par contre, au promoteur du projet de proposer un plan de mesure d'urgence répondant spécifiquement aux différents aspects proposés dans la directive envoyée par le MENV pour la réalisation de l'étude d'impact.

d) Santé publique

Le Centre de toxicologie du Québec, a été contacté dans le but d'établir s'il existe, dans le cadre d'un projet d'arrosage aérien de phytocides sur des terrains forestiers privés, des orientations gouvernementales, des directives particulières ou des projets de directives à court terme, en dehors des obligations légales, en matière de santé publique. Il n'existe, à l'heure actuelle, aucun document de ce type existant ou en préparation (M. Onil Samuel, Centre de toxicologie du Québec, communication personnelle).

1.2.3.2 Lois et règlements

Au Canada, le domaine des pesticides est à compétence partagée entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux. Le gouvernement fédéral a confié à l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) la gestion de la *Loi sur les produits antiparasitaires*, dans laquelle est défini le mécanisme d'homologation des pesticides préalable à leur mise en marché. Toutes les provinces possèdent leur propre législation ou réglementation sur les pesticides, visant, entre autres, à encadrer les activités des vendeurs et des utilisateurs de ces produits. Au Québec, l'usage et la vente des pesticides sont réglementés par la *Loi sur les pesticides* et de façon complémentaire, par la *Loi sur la qualité de l'environnement*.

a) Loi sur les produits antiparasitaires (L.R.C. 1985, ch.P-9) et Règlement sur les produits antiparasitaires (C.R.C., ch. 1253)

Au Canada, la *Loi et le Règlement sur les produits antiparasitaires* sont les principales mesures législatives fédérales, régissant l'homologation, la fabrication, l'étiquetage, l'importation, la vente et l'utilisation de tous les pesticides. La *Loi sur les produits antiparasitaires* et son règlement stipulent que tout produit antiparasitaire utilisé ou importé doit être homologué, sauf s'il en est expressément exempté par la réglementation. Depuis 1995, le gouvernement fédéral a confié à l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada, la gestion de cette loi. Le régime fédéral de réglementation de la lutte antiparasitaire a été récemment révisé en profondeur. La nouvelle *Loi sur les produits antiparasitaires* a reçu la sanction royale le 12 décembre 2002. Sa date d'entrée en vigueur est encore à déterminer.

La nouvelle loi permettra notamment :

1. De mieux protéger la santé et l'environnement, en :
 - exigeant une protection spéciale pour les nourrissons et les enfants;
 - tenant compte de l'exposition aux pesticides de toutes provenances (dont les aliments et l'eau);
 - réduisant les risques liés aux pesticides, notamment en limitant l'homologation aux seuls pesticides dont la pertinence est démontrée dans la lutte antiparasitaire.

2. D'améliorer la transparence du système de réglementation, en :
 - *prévoyant la mise en place d'un registre public donnant accès aux rapports d'évaluation détaillés sur les pesticides homologués;*
 - *permettant au public de consulter les données des tests qui ont servi à évaluer les pesticides.*

3. D'améliorer le contrôle posthomologation des pesticides, en :
 - *contraignant les entreprises à déclarer tout effet nocif;*
 - *rendant obligatoire la réévaluation des vieux pesticides 15 ans après leur homologation;*
 - *donnant au ministre le pouvoir de retirer un pesticide du marché si le producteur ne fournit pas les données requises;*
 - *accroissant les pouvoirs d'inspection et les sanctions maximales (jusqu'à 1 million de dollars).*

Le processus d'homologation comprend l'évaluation des produits sur les plans :

- toxicologique (toxicité aigüe, étude à court et long terme, étude pharmacocinétique, pouvoir mutagène, tératogène, produit de dégradation, étude sur la reproduction...),
- de l'exposition professionnelle ou des tiers,
- du métabolisme et de la toxicocinétique,
- des résidus dans les aliments (exposition aux résidus contenus dans les aliments en une seule journée et pendant toute la vie. Calcul pour une population en général, régionale, et par sous-population),
- de la chimie et du devenir dans l'environnement,
- de l'écotoxicité,
- de la valeur (évaluation de l'efficacité, des avantages économiques, de la valeur compétitive et de la contribution des pesticides au développement durable).

L'annexe 3 présente, en détail, le processus d'homologation que doit subir tout pesticide avant que son utilisation ne soit autorisée.

b) Loi sur les pesticides (L.R.Q., c. P-9.3)

La *Loi sur les pesticides* est sous la responsabilité du ministre de l'Environnement du Québec. Elle a été adoptée par l'Assemblée nationale du Québec en 1987 et a été modifiée à plusieurs reprises. Elle poursuit deux grands objectifs :

- 1) Éviter et réduire les atteintes à la santé des êtres humains ou des autres espèces vivantes, ainsi que les dommages causés à l'environnement et aux biens;
- 2) Rationaliser et réduire l'usage des pesticides.

Les moyens retenus afin d'atteindre ces objectifs sont d'abord de promouvoir l'analyse, l'évaluation et la maîtrise des incidences des pesticides (par exemple : le suivi dans l'environnement). Le contrôle législatif et réglementaire constitue également l'un des moyens retenus afin d'assurer les qualifications des intervenants et de

fixer des balises de pratique. La loi exige aussi des registres et des bilans de vente et d'utilisation, de manière à savoir quels pesticides circulent sur le territoire québécois.

La *Loi sur les pesticides* est constituée de deux textes légaux présentés dans l'annexe 4 :

- Le *Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides (L.R.Q., c. P-9.3, r.0.1)*, adopté initialement en 1997, et modifié en 2003 suite aux nouvelles dispositions proposées dans le *Code de gestion des pesticides*;
- Le *Code de gestion des pesticides (L.R.Q., c. P-9.3, r.0.01)*, entré en vigueur le 03 avril 2003.

Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides

Le *Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides* régit, entre autres, la classification des pesticides. **Les pesticides sont classés en fonction de cinq différents niveaux de risques, ce qui permet d'ajuster les exigences réglementaires au niveau de risques que ces produits représentent pour la santé et l'environnement.** Le tableau 9 compare de façon sommaire les classifications fédérale et québécoise des pesticides.

Tableau 9 Récapitulatif des différentes classes de pesticides

CLASSIFICATION FÉDÉRALE	CLASSIFICATION QUÉBÉCOISE	DESCRIPTION DE LA CLASSE (classification du <i>Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides</i>)
Pesticides à usage restreint	Classe 1	Pesticides constitués d'un mélange qui renferme un ou plusieurs des ingrédients actifs suivants : aldicarbe, aldrine, chlordane, dieldrine, endrine, heptachlore et tout pesticide dont l'enregistrement n'est pas exigé par la <i>Loi sur les produits antiparasitaires</i> (utilisé à des fins expérimentales).
	Classe 2	Pesticides considérés à usage restreint dans la <i>Loi sur les produits antiparasitaires</i> , sauf ceux désignés en classe 1 et certaines formulations de <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> (B.T.k.). La partie principale de l'étiquette du contenant d'un produit de classe 2 comporte une mention indiquant qu'il s'agit d'un produit à usage restreint.
Pesticides à usage commercial, agricole ou industriel	Classe 3	La plupart des pesticides considérés à usage commercial, agricole ou industriel dans la <i>Loi sur les produits antiparasitaires</i> . Cette classe comprend, en plus, les pesticides constitués de B.T.k. destinés à un usage en forêt ou sur une terre boisée ainsi que les mélanges constitués de fertilisants et de pesticides de classe 3 préparés par son utilisateur.
Pesticides à usage domestique	Classe 4	Tous les pesticides considérés à usage domestique dans la <i>Loi sur les produits antiparasitaires</i> et qui sont généralement présentés sous forme de concentré et non compris dans la classe 5. Cette classe comprend aussi tous les mélanges de fertilisants et de pesticides pour la pelouse, sauf ceux compris dans la classe 3.
	Classe 5	Tous les pesticides à usage domestique vendus sous forme de préparation prête à utiliser, en volume ou en poids égal ou inférieur à un litre ou à un kilogramme, et visant certaines fonctions bien spécifiques. Cette classe comporte aussi tout pesticide à usage domestique constitué d'un mélange qui renferme exclusivement un ou plusieurs des ingrédients actifs suivants : B.t.k., terre diatomée et savon, et ce, sans égard au format.

Les pesticides utilisés dans le milieu forestier et concernés par le projet d'arrosage aérien de phytocides font partie de la classe 3.

De plus, la loi prévoit des mécanismes permettant de s'assurer que les utilisateurs et les vendeurs de pesticides sont compétents et conscients des dangers que ces produits comportent, en obligeant la plupart des utilisateurs et des vendeurs de pesticides à se conformer à un régime de permis et de certificats. Le *Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides* met alors en place le **régime de permis pour les entreprises, et de certificats de compétence pour les vendeurs et utilisateurs de pesticides**. Les tableaux 10 et 11 présentent les différents types de permis et de certificats requis en fonction des activités réalisées. Des sous-catégories sont également définies dans le texte de loi (cf. annexe 4), mais ne sont pas présentées dans le cadre de ces tableaux synthèses. Un permis est valide pour une période de 3 ans, un certificat pour 5 ans.

Tableau 10 Classification des permis requis

ACTIVITÉ NÉCESSITANT UN PERMIS	CATÉGORIE DE PERMIS	CLASSE DE PESTICIDES VENDUS OU UTILISÉS	COÛT DU PERMIS (AU 1 ^{ER} JANVIER 2003)
Vente au gros	A	1 à 5	509 \$
Vente au détail	B	1 à 4	169 à 509 \$
Travaux d'application rémunérés	C	1 à 4	509 \$
Travaux d'application non rémunérés *	D	1 à 3	85 \$

* Exemption pour l'aménagiste forestier qui exécute des travaux non rémunérés si son entreprise compte moins de 10 employés.

* Exemption pour l'agriculteur s'il exécute ou offre d'exécuter des travaux à des fins agricoles sans en faire le commerce.

Lors de travaux rémunérés, l'application d'un pesticide par un aéronef dans les aires forestières exige la détention d'un permis de catégorie C.

Tableau 11 Classification des certificats requis

ACTIVITÉ NÉCESSITANT UN CERTIFICAT	CATÉGORIE DE CERTIFICATS	CLASSES DE PESTICIDES VENDUS OU UTILISÉS	COÛT DU CERTIFICAT (AU 1 ^{ER} JANVIER 2003)
Vente au gros	A	1 à 5	142 \$
Vente au détail	B	1 à 4	
Travaux d'application rémunérés	CD	1 à 4	
Travaux d'application non rémunérés		1 à 3	
Travaux d'application réalisés par un agriculteur	E	1 à 3	
Travaux d'application réalisés par aménagiste forestier *	F	1 à 3	

* On entend par aménagiste forestier un producteur forestier ou titulaire d'un permis d'intervention forestière selon la Loi sur les forêts (< 10 employés) ou un simple aménagiste forestier.

Lors de travaux rémunérés, l'application d'un pesticide par un aéronef dans les aires forestières exige la détention d'un certificat de catégorie CD.

Code de gestion des pesticides

Le *Code de gestion des pesticides* met de l'avant les normes encadrant la vente, l'entreposage et l'usage des pesticides, ainsi que la protection des zones sensibles, et ce, de façon à réduire l'exposition des personnes et de l'environnement à ces produits. **Les applications de pesticides en milieu forestier, par voie terrestre ou aérienne, sont régies par ce code.** Les exigences de cette réglementation visent surtout les titulaires de permis et certificats exigés en vertu du *Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides*. Bien que le *Code de gestion des pesticides* soit entré en vigueur le 3 avril 2003, l'application de certaines dispositions se fera d'ici 2008.

Les principaux aspects touchés par le Code sont présentés de manière synthétique ci-dessous :

- **Les conditions d'entreposage** (dont l'entreposage à l'intérieur des zones inondables);
- **Les conditions nécessitant l'installation d'un aménagement de rétention** (plancher, plate-forme ou bassin étanche qui visent à retenir toute fuite ou tout déversement de pesticides et à les récupérer entièrement);
- **Les conditions de préparation et d'application;**
- **Les distances d'éloignement à respecter** (par rapport aux fossés, aux cours d'eau, aux plans d'eau, aux installations de captage d'eau, aux immeubles protégés);
- **Les règles particulières à suivre dans le cas d'application de pesticides par type de milieu, dont le milieu forestier;**
- **Les règles à suivre pour la vente au détail.**

Les principaux faits saillants, concernant les règles particulières à suivre dans le cadre du programme d'arrosage aérien de phytocides en milieu forestier, sont les suivants (pour les détails, se référer au texte de lois dans l'annexe 4 :

- Application du phytocide à **plus de 60 m d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau ou d'un immeuble protégé.**
- **Installation à chaque entrée de toute voie carrossable qui pénètre dans l'aire traitée, d'une affiche** faisant mention de « TRAITEMENT AVEC PESTICIDES », incluant un pictogramme indiquant l'interdiction de cueillir des végétaux à des fins de consommation dans les aires traitées, et les mentions suivantes :
 - « Ingrédients actifs »
 - « Numéro d'homologation »
 - « Titulaire du permis »
 - « Adresse »
 - « Numéro de téléphone »
 - « Titulaire du certificat »
 - « Centre antipoison du Québec »
 - « Date d'application »
- **Publication dans un journal** distribué sur le territoire où les travaux seront réalisés **ou diffusion par un poste de radio ou de télévision** qui diffuse sur le territoire, d'un message relatif à la réalisation des travaux. Ce message doit apparaître au moins pendant une semaine et au plus tôt, trois semaines avant le

début des travaux, et comprend le nom et les coordonnées du propriétaire du terrain, la nature, le but et la localisation des travaux, les restrictions relatives à la fréquentation des lieux traités et à la consommation des végétaux qui proviennent de ces lieux, le nom et les coordonnées du responsable des travaux.

- **Réalisation d'une tenue de registre des travaux**, contenant les dates d'application du produit utilisé, le nom et le numéro d'homologation du produit, les zones traitées, les conditions météorologiques qui prévalaient lors de chacune des applications.
- **Rédaction d'un rapport sur la réalisation des travaux**, qui doit être transmis au ministre au plus tard deux mois après la fin des travaux. Ce rapport doit contenir le nom, la quantité et le numéro d'homologation du produit utilisé, les dates d'application, les zones traitées, l'équipement employé, le nom des titulaires de permis et de certificat qui ont exécuté les travaux et leur numéro de permis ou certificat.

c) Loi et règlements sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2)

La *Loi sur la qualité de l'environnement* qui relève du ministre de l'Environnement du Québec, remonte à 1972. Conformément à cette loi et aux nombreux règlements qui en découlent, certains projets sont assujettis à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. Cette loi oblige également certains utilisateurs à obtenir un certificat d'autorisation. Dans le cadre d'un projet d'arrosage aérien de phytocides, deux règlements sont concernés. Ils sont présentés dans l'annexe 5. Il s'agit du :

- *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* (c. Q-2, r.9), adopté en 1981 et modifié à de nombreuses reprises;
- *Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement* (c. Q-2, r.1), adopté en 1993 et modifié à plusieurs reprises.

Le *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* impose une **étude d'impact pour tout programme ou projet de pulvérisation aérienne de pesticides à des fins non agricoles sur des superficies de 600 hectares ou plus**. Les pulvérisations d'un insecticide dont le seul ingrédient actif est *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* et les pulvérisations expérimentales d'insecticides en milieu forestier impliquant une nouvelle technique d'application sur une superficie totale de moins de 5 000 hectares sont exclues de cette réglementation.

Le *Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement* a été modifié par l'entrée en vigueur le 03 avril 2003 du *Règlement modifiant le Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement*, après l'adoption du *Code de gestion des pesticides*. Suite à ces récentes modifications, il est maintenant requis d'un promoteur ou d'un utilisateur qu'il obtienne, du ministre de l'Environnement, un **certificat d'autorisation** avant de pouvoir réaliser les travaux suivants (Article 2) :

- l'utilisation de pesticides appartenant à la classe 1, telle qu'établie selon la classification réglementaire de la *Loi sur les pesticides*;
- l'utilisation de pesticides autres qu'un phytocide ou *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstak*, par voie aérienne, dans un milieu forestier ou à des fins non agricoles;
- l'utilisation de pesticides dans un milieu aquatique pourvu d'un exutoire superficiel vers un bassin hydrographique.

Tout projet soumis au processus d'étude d'impact est également soumis à une demande de certificat d'autorisation, lorsque l'étude d'impact est jugée satisfaisante par le ministre de l'Environnement (Article 6).

d) Loi sur l'aéronautique (L.R.C. 1985, c.A-2) et Règlement de l'aviation canadien (RAC)

En 1996, Transport Canada a procédé à une révision complète de la réglementation portant sur la sécurité aérienne. Le nouveau règlement intitulé le *Règlement de l'aviation canadienne* (RAC), réunissant en une seule publication l'ancien *Règlement de l'air* et les anciennes *Ordonnances de la navigation*, est entré en vigueur le 10 octobre 1996.

En vertu de la *Loi sur l'aéronautique*, « il est interdit d'exploiter un service de transport aérien à moins d'être titulaire d'un certificat d'exploitation aérienne qui autorise l'exploitation d'un tel service et de se conformer à ses dispositions ». De plus, « il est interdit d'utiliser un avion ou un hélicoptère pour effectuer un travail aérien à moins d'être titulaire d'un certificat d'exploitation aérienne qui l'y autorise et de se conformer à ses dispositions (...) pour l'épandage de produits ». Ce certificat atteste que le service aérien a l'équipement et les capacités voulus pour exercer des activités de transporteur aérien de façon sécuritaire.

Dans le cas de l'épandage de pesticides, le certificat d'exploitation précise que « seuls sont habilités à effectuer des pulvérisations aériennes de pesticides, les transporteurs aériens qui détiennent un certificat d'exploitation émis par Transport Canada et portent l'annotation de service spécialisé suivante : épandage et dispersion de produits ».

1.2.4 Contexte technique

1.2.4.1 Évolution des méthodes utilisées au niveau de l'arrosage aérien

À la fin des années 1980, et ce, jusqu'au milieu des années 90, les travaux préparatoires et les travaux d'arrosage aérien demandaient **une logistique au sol assez lourde**, et comprenaient les étapes suivantes :

- 1) Repérage sur le terrain des zones sensibles; marquage de ces dernières sur une photographie aérienne et sur une carte forestière au 1 : 20 000, à l'usage du pilote et de l'aménagiste forestier. Une zone jugée sensible ou vulnérable ne fait pas l'objet de pulvérisation de phytocides (Ex : héronnières, rivières à saumons, prises d'eau, réserves écologiques, habitations, lacs, cours d'eau, habitats du castor, etc).
- 2) Deux semaines avant le traitement : balisage au sol des zones sensibles avec des sacs blancs à intervalle de 100 mètres et balisage du contour des blocs à arroser avec des sacs orangés. Une visite sur le terrain avec le pilote et le responsable du balisage est organisée.
- 3) Lors de la réalisation de l'arrosage aérien, une personne au sol était assignée pour aider le pilote à gérer ses lignes de vol de la façon suivante : avec un ballon gonflé à l'hélium, la personne se déplaçait à tous les 15 mètres. Un contact radio était maintenu entre cette dernière et le pilote.

En 1996, avec l'arrivée de la technologie GPS (Global positioning system), la personne, qui avait la charge de baliser les lignes de vol au sol pour le pilote au moment de la réalisation du traitement, a été éliminée. Par contre, le marquage au sol des zones sensibles et du contour des blocs avec des sacs de couleur est demeuré jusqu'en 2001.

En 2002, la technique d'arrosage aérien s'est vue complètement modernisée :

- 1) Création par l'aménagiste forestier, à l'aide d'un SIG (système d'information géographique), d'une couverture numérique contenant les polygones à arroser, le réseau hydrographique et le réseau routier du secteur. Envoi de cette couverture par internet au responsable de l'arrosage. Notons que les zones sensibles ainsi que les zones tampons les entourant, sont exclues de la couverture des polygones à traiter.

- 2) Traitement de cette information, de manière à la rendre compatible avec le système GPS de l'avion. Après traitement, la couverture numérique apparaît directement sur l'écran du système GPS de l'avion.
- 3) Lors du passage de l'avion sur les blocs planifiés, un système d'avertissement visuel à partir du GPS indique au pilote quand il doit traiter (ouvrir les vannes) et quand il doit arrêter de traiter (fermer les vannes).
- 4) Après la réalisation de l'arrosage aérien, les données de vol provenant du système GPS de l'avion sont converties, de manière à être compatibles avec le système SIG utilisé. Toutes les lignes de vol sont alors transposées sur la carte forestière du devis, ce qui permet, alors, un contrôle instantané des travaux.

1.3 Description du projet

1.3.1 Objectifs du projet

Le programme d'arrosage aérien de phytocides s'incorpore dans les scénarios sylvicoles de la compagnie, comme étant l'un des maillons importants de la chaîne des activités forestières, permettant d'atteindre les objectifs suivants :

- a) Maintenir le rendement soutenu des forêts;
- b) Favoriser des retombées économiques régionales importantes;
- c) Respecter ses engagements sociaux;
- d) Respecter l'environnement.

a) Atteindre le rendement soutenu de la forêt sur les terrains privés de Smurfit-Stone

Smurfit-Stone a comme objectif de maintenir le niveau de rendement soutenu de sa forêt, et doit, pour se faire, réaliser les traitements sylvicoles nécessaires au maintien de la vocation résineuse de ses peuplements forestiers. L'arrosage aérien de phytocides constitue l'un des principaux moyens permettant d'atteindre cet objectif, qui représente l'un des engagements corporatifs de la compagnie au niveau du développement durable.

Les suivis des plantations réalisées depuis 1978 sur les terrains privés de Smurfit-Stone démontrent qu'il existe un besoin de dégagement d'environ deux milliers d'hectares par année, si l'on veut traiter l'ensemble des plantations envahies par une végétation concurrente indésirable nuisant à la croissance des essences résineuses. Sans l'utilisation de la technologie de l'arrosage aérien, Smurfit-Stone ne pourra, pour des raisons budgétaires et d'accessibilité, dégager qu'environ la moitié des superficies planifiées à traiter, perdant alors une partie importante du potentiel de ses plantations qui sont en train de se convertir en peuplements mélangés, voire feuillus dans les pires situations. L'arrosage aérien permettrait, par contre, de se rapprocher de l'objectif d'un deux milliers d'hectares par année, et donc, de dégager l'ensemble des plantations qui le nécessitent, y compris celles qui sont inaccessibles par la voie terrestre.

b) Favoriser des retombées économiques régionales importantes

Smurfit-Stone, de par le maintien et même l'amélioration de la production forestière sur ses territoires à vocation résineuse, favorise à moyen et long terme, un niveau plus élevé de récolte de matière ligneuse sur ses terres, et de ce fait même l'activité économique en découlant.

La réalisation du projet d'arrosage aérien de phytocides, en permettant d'augmenter les superficies dégagées chaque année et par conséquent, la productivité de nombreuses plantations, a comme objectif à plus long terme d'accroître les volumes de bois récoltés sur les terrains privés de Smurfit-Stone. La mise en application du

programme d'arrosage aérien de phytocides aura donc directement des répercussions positives sur l'économie de la région de la Mauricie, qui repose en grande partie (40 %) sur l'industrie forestière (Cf Section 2.2.2.2).

c) Respecter ses engagements sociaux

Smurfit-Stone a comme objectif de perpétuer ses engagements envers les travailleurs sylvicoles de la région de la Mauricie.

Jusqu'à présent, l'essentiel du dégagement des plantations présentes sur les terrains privés de Smurfit-Stone a été réalisé de manière mécanique. Même si Smurfit-Stone cherche à utiliser la technologie de l'arrosage aérien de phytocides, elle compte continuer à dégager une portion substantielle de ses plantations de manière mécanique. Elle souhaite également perpétuer les engagements moraux qui existent entre elle et les 2 communautés atikamekw présentes sur ses terrains (Wemotaci et Opitciwan), afin de prioriser l'embauche de personnes autochtones pour la réalisation des activités sylvicoles réalisées sur ses terrains privés.

En fait, on note une pénurie importante de main-d'œuvre dans la région de la Mauricie, en ce qui concerne l'exécution des travaux sylvicoles. Le dégagement par arrosage aérien de phytocides permettra de combler les superficies qui ne pourront, de toute façon, pas être traitées du fait d'une telle pénurie.

d) Respecter l'environnement

Smurfit-Stone adhère à une politique forestière environnementale, qui a pour objectif de protéger l'environnement, en s'assurant que les activités d'aménagement forestier respectent la productivité des forêts et la préservation de ses ressources (Cf. Section 1.1.1.1.).

De par l'adhésion à cette politique, Smurfit-Stone s'engage tout au long des travaux d'arrosage aérien de phytocides, à prévenir la pollution et à mettre en œuvre des mesures et des moyens nécessaires pour minimiser les impacts environnementaux de ses activités. De plus, les travaux d'arrosage aérien de phytocides seront réalisés selon des pratiques qui respectent les principes de conservation de la diversité biologique, du maintien et de l'amélioration de l'état de la productivité des écosystèmes forestiers, de conservation des sols et de l'eau, de prise en considération des valeurs et des besoins exprimés par le public concerné par les activités d'arrosage.

1.3.2 État de la situation actuelle et historique des activités de dégagement

1.3.2.1 État d'envahissement de la végétation de compétition, besoins de dégagement

Le redémarrage du programme de suivi de plantations réalisé en 1997 et 1998 a permis de faire ressortir l'importance du suivi afin d'identifier la compétition entre les espèces et ainsi mieux prévoir les besoins de dégagement. Le tableau 12 présente quelques résultats obtenus lors du suivi oculaire des plantations réalisé en 1998. Ainsi, **environ 12 % des plantations nécessitent un dégagement**. Ce sont les plantations d'épinette noire sur tills qui ont les plus grands besoins de dégagement, en raison d'une qualité supérieure de la station, et donc d'un envahissement supérieur par la végétation concurrente.

Tableau 12 Résultats obtenus du programme de suivi oculaire des plantations de plus de 5 ans sur les terrains privés de Smurfit-Stone en 1998

Critères	Espèces												Total	
	Epinette noire						Pin gris							
	Tils		Fluvio.		Total		Tils		Fluvio.		Total		(ha)	(%)
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)		
Superficie des plantations	3 481	28	1 215	10	4 696	38	3 278	26	4 566	36	7 844	62	12 540	100%
Fraction suivie	2 482	712	782	64	3 264	70	1 623	50	2 381	52	4 004	51	7 268	57
H. moy 10 ans	1,5 m		1,4 m		1,6 m		3 m		3,2 m		3,3 m		**	
Tiges dégagées	67%		83%		73%		79%		89%		86%		80%	
Densité (F + FNC)	3 422 ti/ha		1 305 ti/ha		2 575 ti/ha		1 527 ti/ha		950 ti/ha		1 095 ti/ha		1 835 ti/ha	
Diagnostic Libre de croître	39%		64%		49%		68%		85%		81%		65%	
Diagnostic Libre de croître à revoir ¹	35%		32%		34%		16%		11%		11%		22%	
Diagnostic Dégagement	26%		4%		17%		16%		4%		8%		12%	

1. Libre de croître à revoir indique la présence d'un ou de plusieurs éléments qui semblent nuire au développement de la plantation sans être certain qu'il aura un impact significatif à long terme.
2. Proportion des plantations suivies

Les principales essences de compétition rencontrées sont : le bouleau blanc (*Betula papyrifera* Marsh.), le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides* Michx.), le cerisier de Pennsylvanie (*Prunus pensylvanica*), l'érable à épis (*Acer spicatum*) et certaines éricacées (essentiellement le kalmia à feuilles étroites (*Kalmia angustifolia*) et de manière plus marginale le lédon du Groenland (*Ledum groenlandicum*)).

Les problèmes d'envahissement des éricacées se retrouvent plutôt dans les secteurs ayant fait l'objet d'une perturbation majeure (coupe totale, feu). La présence importante de ces espèces limite alors l'installation des essences résineuses.

Les essences de compétition feuillues quant à elles, envahissent surtout les jeunes plantations et les jeunes peuplements naturels d'épinette noire (*Picea mariana* (Mill) BSP) et d'épinette blanche (*Picea glauca* (Moench.) Voss.). Les peuplements matures localisés sur les sites les plus productifs sont essentiellement les plus susceptibles d'être envahis par les essences feuillues après une perturbation majeure (feu, coupe). Dans le secteur touché par le projet d'arrosage aérien de phytocides, les sites identifiés comme les plus riches et les plus productifs sont principalement les peuplements forestiers localisés sur les types écologiques MS22 et RS25, et à un niveau légèrement inférieur RS22 (Cf. Section 2.2.1.2.b pour la définition des types écologiques). Le tableau 13 illustre les superficies couvertes par les sites les plus riches. Il met en évidence que plus de 40 % de la superficie couverte par le projet d'arrosage aérien de phytocides est occupée par des peuplements localisés sur les sites parmi les plus riches, et ceux-ci sont susceptibles de subir des problèmes d'envahissement de la végétation concurrente après une perturbation comme une coupe totale.

Tableau 13 Superficies (ha et %) occupées par les sites les plus riches sur les blocs nord et sud (représentant approximativement le territoire couvert par le projet)

BLOC	SUPERFICIES OCCUPÉES PAR LES SITES TRÈS RICHES (ESSENTIELLEMENT MS22 ET RS25)		SUPERFICIES OCCUPÉES PAR LES SITES RICHES (ESSENTIELLEMENT RS22)		SUPERFICIE TOTALE DE CHAQUE BLOC
	Hectares	%	Hectares	%	
Nord	27 523	11,7	38 416	16,3	235 975
Sud	51 086	34,4	43 159	29,1	148 400
Nord et Sud	78 609	20,4	81 575	21,2	384 375

Enfin, d'une manière plus générale, on observe sur les terrains privés de Smurfit-Stone un net envahissement des essences feuillues dans les peuplements résineux depuis les dernières décennies. En effet, en comparant les cartes forestières datant de 1962, 1985 et 1998, il apparaît que la proportion de peuplements feuillus présents sur le territoire a augmenté de façon importante. Dans le bloc sud par exemple, les peuplements feuillus passent de moins de 2 % en 1962 à 19 % en 1998. Cet envahissement des essences feuillues peut être associé, entre autres, aux grandes perturbations anthropiques et naturelles, **particulièrement celles du feu de 1983 qui a couvert environ 33 300 hectares** sur les terrains privés de Smurfit-Stone.

1.3.2.2 Historique du contrôle de la végétation non désirée

Smurfit-Stone réalise le contrôle de la végétation non désirée depuis de nombreuses années. L'arrosage aérien de phytocides représente l'une des méthodes utilisées en 2002, en complément au mode mécanique. Aucun arrosage terrestre de phytocides n'a eu lieu sur les terrains privés qui font l'objet du projet d'arrosage aérien. Le phytocide utilisé est le Vision® (glyphosate). Le tableau 14 présente, au cours des 10 dernières années, les superficies ayant fait l'objet de dégagement de plantation et d'éclaircie précommerciale de la régénération résineuse, en fonction de la méthode utilisée.

Tableau 14 Superficies forestières entretenues (hectare) sur les terrains privés de Smurfit-Stone en fonction de la méthode utilisée

ANNÉES	DÉGAGEMENT DE PLANTATION		ÉCLAIRCIE PRÉCOMMERCIALE	
	MÉCANIQUE	PHYTOCIDE AÉRIEN	MÉCANIQUE	PHYTOCIDE AÉRIEN
2003	481	0	150	0
2002	343	172	186	350
2001	679	0	169	0
2000	470	0	364	0
1999	0	0	1243	0
1998	0	0	2270	0
1997	0	0	1060	0
1996	0	0	536	0
1995	0	0	581	0
1994	0	0	533	0

1.3.3 Justification du projet d'arrosage aérien

Comme cela a été détaillé dans la section précédente, 12 % des plantations en moyenne nécessitent un dégagement, du fait de la présence importante d'espèces concurrentes indésirables, qui nuisent à la croissance des essences résineuses. **Selon le PGAF, Smurfit-Stone estime que les besoins globaux de dégagement de la régénération résineuse (plantation et régénération naturelle) s'élèvent environ à 2 000 hectares par année, sur l'ensemble de ses terrains privés (323 546 ha productifs), pour une période de 10 ans. De ce nombre, ce sont 1 000 ha (répartis en dégagement de plantation (20 %) et dégagement de peuplement naturel résineux (80 %)) qui doivent être traité par arrosage aérien car ces sites ne sont pas accessibles par voie terrestre ou présentent des contraintes opérationnelles trop importantes pour rendre le traitement économiquement viable.**

Les principales essences concurrentes indésirables qui envahissent les plantations ou peuplements naturels résineux sur les terrains privés de Smurfit-Stone sont parmi les **espèces de compétition les plus agressives** en terme de rapidité d'installation après une perturbation, de densité de colonisation, de vitesse de croissance et de degré d'oppression auprès des espèces résineuses en place (il s'agit du peuplier faux-tremble et du bouleau blanc, et dans une moindre mesure de l'érable à épis et du cerisier de Pennsylvanie. Ces espèces ont la capacité, en l'absence de contrôle de la végétation concurrente, d'affecter de manière significative les croissances en diamètre et en hauteur des semis d'épinette noire et blanche, qui sont les 2 principales essences concernées par des problèmes de compétition.

La compétition influence également à long terme la structure du peuplement résineux, en modifiant la distribution des diamètres des tiges le constituant. Avec la présence d'une compétition croissante, la proportion de tiges résineuses susceptibles de former les strates dominantes ou codominantes diminue. Ainsi, **en l'absence de contrôle de la végétation concurrente indésirable dans les plantations ou peuplements résineux envahis, il est à prévoir des baisses importantes de rendement.** De telles baisses de rendements ont d'ailleurs été mises en évidence lors de suivis de plantations non entretenues, réalisés par Meunier *et al.* (2003) sur les terres publiques de la Mauricie, dans l'ancienne unité de sondage 69 située à proximité des terrains privés de Smurfit-Stone qui sont à l'étude (annexe 6). Cette étude a montré que toutes les plantations inventoriées

localisées sur tous les types écologiques, à l'exception des plantations de pins sur RE21 et RS25, ne présentaient pas les caractéristiques associées aux plantations et se voyaient donc attribuer un rendement de forêt naturelle plutôt que de plantation. Notons que plus de 40 % de la superficie des terrains privés sont occupés par des peuplements localisés sur les sites parmi les plus riches, et donc largement susceptibles de subir des problèmes d'invasion de la végétation concurrente après une perturbation. Ces sites ont pourtant vraisemblablement un potentiel de rendement forestier supérieur à la moyenne pour les essences résineuses, du fait de leur richesse relative plus élevée.

1.4 Solution de rechange au projet

1.4.1 Présentation des solutions de rechange au projet

En l'absence d'autorisation à réaliser l'arrosage aérien de phytocides en vue de dégager certains des secteurs envahis, Smurfit-Stone planifie de ne pouvoir dégager chaque année pas plus de la moitié des superficies planifiées, et ce, essentiellement pour des raisons budgétaires et d'accessibilité. Le mode de dégagement alternatif choisi est en effet le dégagement mécanique, qui est beaucoup plus coûteux à l'hectare que le dégagement aérien par phytocides, et ne permet pas d'avoir accès aux secteurs inaccessibles. Ainsi, si le dégagement aérien avec phytocides n'est pas autorisé, une partie importante des plantations envahies ne pourra être dégagée. Il s'agit entre autres des plantations et peuplements résineux inaccessibles par la voie terrestre, mais situés sur des sites particulièrement riches sur lesquels il est envisageable d'espérer des rendements forestiers supérieurs à la moyenne s'ils sont entretenus.

En l'absence de dégagement par arrosage aérien avec phytocides, des baisses importantes de rendement et ultérieurement de volumes récoltés sont donc à prévoir, rendant alors difficile l'atteinte de l'objectif de rendement soutenu de la forêt sur les terrains privés de Smurfit-Stone. **Des conséquences au niveau de l'économie régionale sont peut-être également à envisager à long terme, sachant que l'économie de la Mauricie repose principalement sur l'industrie forestière, et que le Québec s'en va dans les années à venir, vers des problèmes majeurs de disponibilité en bois.**

Il est important de noter que **le dégagement aérien avec phytocides n'est pas vu par Smurfit-Stone comme l'unique mode de dégagement des plantations et peuplements résineux envahis.** Smurfit-Stone entend, en effet, toujours dégager une partie des secteurs envahis par le mode mécanique, en continuant d'employer la main-d'œuvre forestière locale disponible. **Le dégagement par arrosage aérien est davantage vu comme un moyen alternatif, permettant de dégager des superficies supplémentaires qui ne pourraient être, de toute façon, traitées par le mode mécanique.** Le dégagement aérien avec phytocides serait, en effet, utilisé en priorité dans les secteurs qui sont inaccessibles par la voie terrestre, et qui présentent un potentiel forestier particulièrement intéressant pour les essences résineuses (cas des sites les plus riches).

1.5 Grille de critères permettant le choix de la ou les solutions retenues

1.5.1 Modes de dégagement

Les critères servant à faire la sélection des modes de dégagement sont :

- Faisabilité;
 - Disponibilité de la main-d'œuvre nécessaire,
 - Contrainte liée à l'accessibilité des sites,
 - Possibilité d'accidents,
 - Longueur de la période pour réaliser les travaux,
 - Contrainte météorologique,
 - Durée des travaux,
 - Difficulté d'exécution.

- Efficacité;
 - Taux de survie des plants,
 - Maîtrise de la végétation cible,
 - Nombre de traitements.
- Impacts environnementaux, effets sur :
 - La qualité de l'air,
 - Le milieu aquatique,
 - La faune.
- Impacts sociaux, effets sur :
 - Les activités de plein air,
 - La santé et la sécurité des travailleurs et de la population.
- Impacts économiques, effets sur :
 - La création d'emploi
 - Le coût à l'hectare

1.5.2 Produits utilisés

Les critères servant à faire la sélection des produits utilisés sont :

- Faisabilité;
 - Mode d'application aérien possible
- Efficacité;
 - Maîtrise de la végétation en générale,
 - Maîtrise des éricacées et autres herbacées,
 - Faible toxicité générale.
- Impacts environnementaux, effets sur :
 - Le milieu aquatique,
 - Les eaux de surface et souterraines,
 - La faune terrestre, aquatique, aviaire et les insectes,
 - Les espèces à dégager.
- Impacts sociaux, effets sur :
 - Les activités de plein air,
 - La santé et la sécurité des travailleurs et de la population.
- Impacts économiques :
 - Coût à l'hectare

1.6 Aménagements et projets connexes

À la connaissance de Smurfit-Stone, aucun projet connexe qui serait susceptible d'influencer la conception ou les impacts du projet d'arrosage aérien, n'est actuellement planifié ou en cours de réalisation.

2. DESCRIPTION DU MILIEU RÉCEPTEUR

2.1 Délimitation de la zone d'étude

2.1.1 Localisation du territoire couvert par l'étude d'impact

La compagnie Smurfit-Stone, enregistrée sous le statut de producteur forestier, possède des terrains privés couvrant une superficie de près de 4 000 km² (400 000 ha) dans les régions du Haut et Bas Saint-Maurice tels que présentés aux figures 5 et 6.

2.1.2 Localisation des secteurs retenus pour le projet d'arrosage aérien de phytocides

Les secteurs retenus pour le projet d'arrosage aérien de phytocides couvrent une portion seulement des terrains privés de Smurfit-Stone présentés dans la section précédente. Il s'agit en fait de la **totalité du bloc sud**, et des **parties est et sud du bloc nord**. La figure 7 présente plus en détail le contour du territoire couvert spécifiquement par le projet d'arrosage aérien de phytocides. Les portions de territoire exclues du projet d'arrosage correspondent en fait aux terrains privés situés à proximité de la réserve d'Opitecwan, qui sont généralement peu touchés par des problèmes importants de compétition.

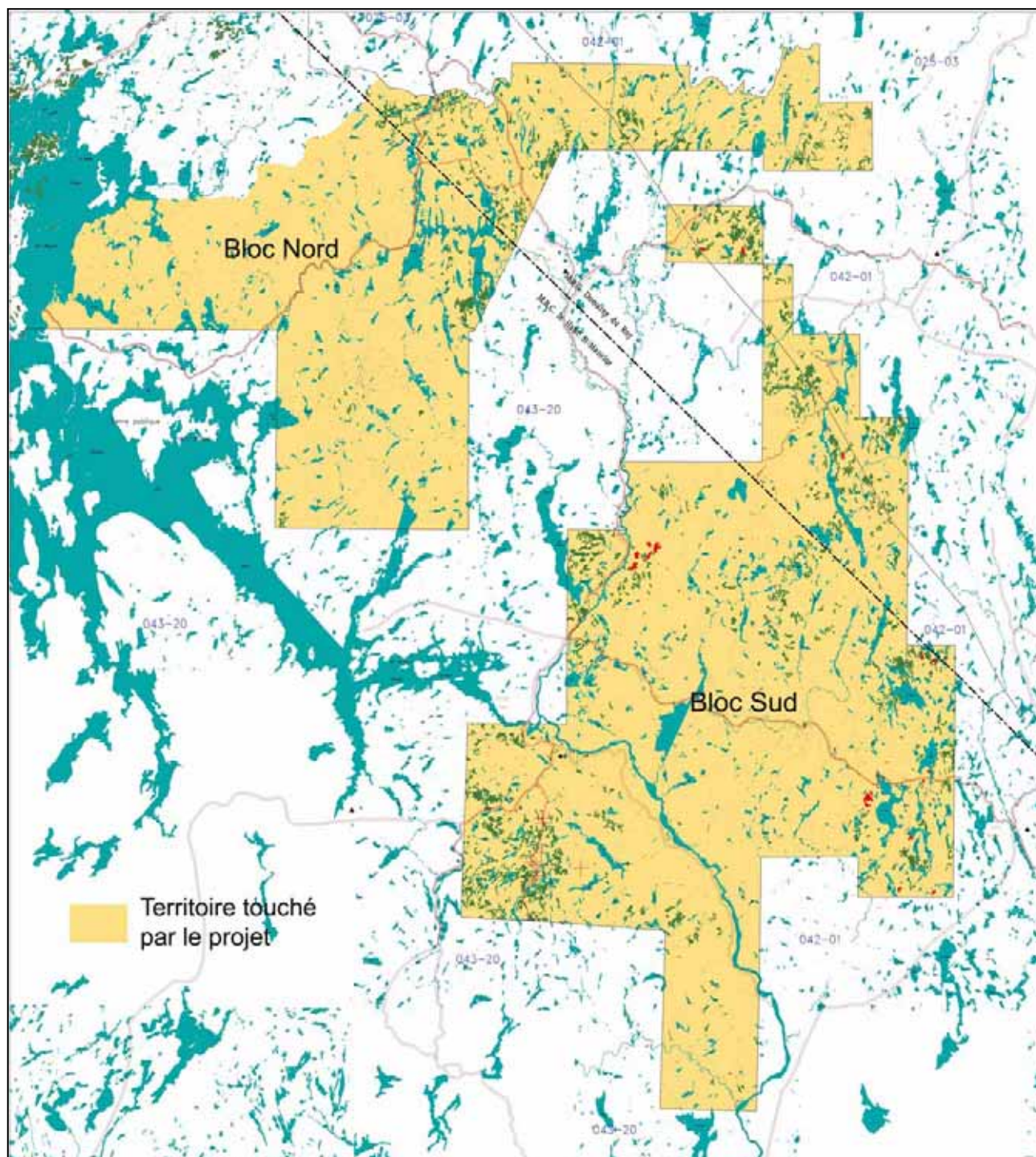


Figure 7 Territoire couvert spécifiquement par le projet d'arrosage aérien de phytocides

2.1.3 Localisation des peuplements potentiellement visés par l'arrosage aérien de phytocides

Chaque peuplement présentant un problème de compétition doit faire l'objet d'une évaluation pour déterminer la méthode la plus appropriée à utiliser pour les opérations de dégagement. Les peuplements forestiers favorisés pour l'arrosage aérien doivent répondre à l'ensemble des critères suivants :

- les **plantations** et, dans une moindre mesure, les **peuplements d'origine naturelle**, à production prioritaire résineuse et dont la **régénération résineuse est distribuée aussi uniformément que possible**;
- les peuplements âgés entre **10 et 25 ans**;
- les peuplements envahis par une **végétation concurrente abondante**;
- les peuplements localisés sur les **stations les plus riches et productives**;
- les peuplements **inaccessibles** par voie terrestre (cas des peuplements qui sont uniquement accessibles par chemins d'hiver ou peuplements issus de feu, par exemple);
- les peuplements situés à des **distances sécuritaires des plans d'eau, cours d'eau et villégiature**;
- les peuplements de **superficie suffisamment grande** pour être traitable et **regroupés en concentration suffisante** pour justifier, économiquement, l'opération d'arrosage aérien.

Les secteurs **ciblés, par ordre de priorité**, par les opérations de pulvérisation aérienne sont détaillés dans les sections suivantes.

2.1.3.1 Les plantations nécessitant un dégagement du fait de l'envahissement de la compétition

L'année 1978 marque le début des plantations importantes sur les terrains privés de Smurfit-Stone. La figure 8 présente la localisation des plantations datant de 1978 à aujourd'hui. Toutes les plantations datant de 1978 à aujourd'hui font ou ont fait l'objet d'un suivi régulier, de manière à identifier, par des inventaires, la nécessité ou non d'effectuer un dégagement. Les résultats montrent qu'en moyenne 12 % des plantations vont nécessiter un dégagement 7 ans après leur mise en terre. Ceci permet d'estimer **les besoins de dégagement des plantations à environ 200 hectares/an pour les 10 prochaines années**.

2.1.3.2 Les peuplements d'origine naturelle, à vocation résineuse, âgés entre 10 et 25 ans, dont la régénération résineuse est envahie par la végétation concurrente

Les peuplements qui sont localisés sur les sites les plus productifs seront choisis, en premier lieu, pour être dégagés. De plus, les secteurs inaccessibles seront dégagés par un mode de dégagement par arrosage aérien en priorité. **Les superficies couvertes par des peuplements d'origine naturelle qui, sont potentiellement à dégager, sont estimées à 875 hectares/an pour les 10 prochaines années.** Des contraintes budgétaires imposent par contre, d'en traiter un maximum de 475 hectares/année si l'arrosage aérien n'est pas envisagé. La figure 9 présente les peuplements d'origine naturelle qui sont âgés de 10 à 25 ans et qui présentent potentiellement des problèmes d'envahissement de la compétition.

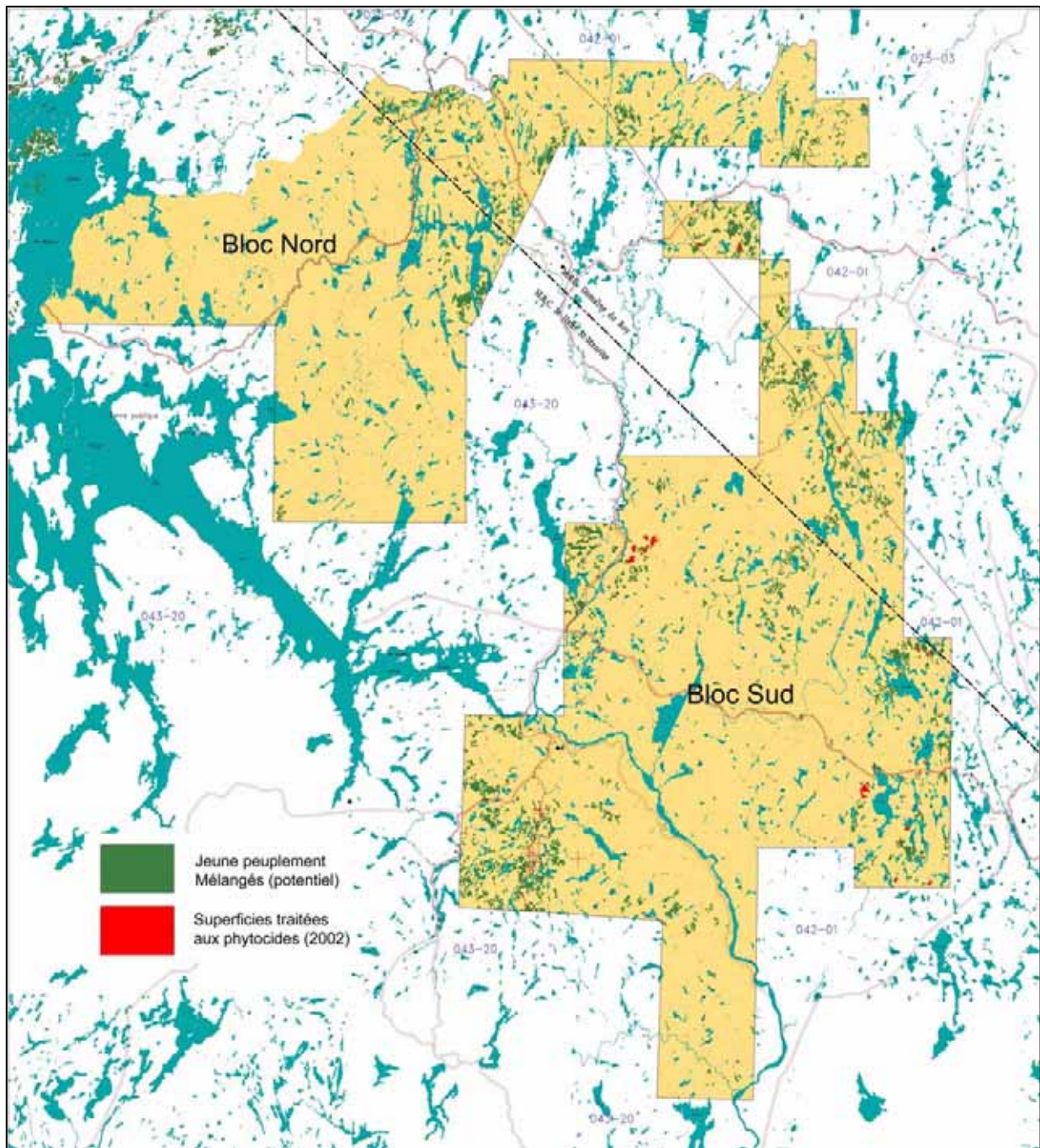


Figure 9 Peuplements d'origine naturelle âgés de 10 à 25 ans et qui présentent potentiellement des problèmes de compétition

2.1.3.3 Les peuplements prêts à être récoltés au cours des prochaines années, et nécessitant un dégagement suite à leur remise en production

Une partie des peuplements identifiés matures et prématures, dans le PGAF de 2002-2011, feront l'objet d'une récolte dans les prochaines années. Parmi les peuplements récoltés, certains présenteront des problèmes d'invasion par la végétation concurrente, en particulier ceux localisés sur les sites les plus riches. Une partie des peuplements récoltés nécessitera donc des opérations de dégagement suite à leur remise en production, que leur régénération soit naturelle ou artificielle. Les besoins de dégagement sont ciblés *a priori* en fonction de la nature du type écologique. Smurfit-Stone a en effet identifié certains types écologiques comme étant plus riches et productifs, et présentant généralement des problèmes d'invasion par la végétation concurrente (Cf. Section 2.2.1.2.). Des inventaires après coupe et des visites sur le terrain par les superviseurs permettront de localiser les secteurs problématiques. La figure 10 présente la localisation des peuplements actuellement matures et prématures.

2.1.3.4 Les sites ayant subi une perturbation majeure, qui feront l'objet prochainement d'une préparation de terrain accompagnée d'une destruction de la végétation de compétition à des fins de reboisement

Ces sites caractérisent essentiellement des peuplements ayant subi une coupe totale ou un feu, il y a au moins 5 ans.

Le feu de 1983 est le principal feu que Smurfit-Stone souhaite remettre en production dans ce contexte. Environ 7 000 hectares de peuplements brûlés présentent actuellement une régénération résineuse déficiente, voire nulle, et des problèmes d'envahissement par une végétation concurrente importante (généralement des éricacées). De plus, le sol de ces milieux est généralement plutôt mince (épaisseur inférieure à 50 cm) et présente donc des risques importants de scalpage. Il est donc prévu de réaliser dans ces cas, une préparation de terrain mécanique légère, accompagnée d'une destruction de la végétation concurrente à l'aide d'un arrosage aérien de phytocides, de manière à limiter les risques de scalpage du sol, et de faciliter et optimiser les opérations de reboisement, planifiées dans les années à venir. Notons que dans le cas des vieux feux, toute opération de destruction de la végétation concurrente à l'aide d'une méthode terrestre (avec phytocides ou mécanique) est souvent compromise, en raison de la présence importante de chicots, qui représente un danger pour les travailleurs. **Les superficies provenant du feu de 1983 et qui sont potentiellement à traiter pour supprimer la végétation concurrente en place avant de réaliser le reboisement, sont donc estimées à environ 740 hectares/an pour les 10 prochaines années** dans le PGAF

En ce qui concerne **les vieux bûchers**, Smurfit-Stone estime qu'environ 12 % de ses anciennes coupes (de plus de 5 ans) présentent des problèmes d'envahissement de la compétition et une régénération résineuse déficiente. Ces peuplements seraient ciblés pour des opérations de suppression de la végétation concurrente accompagnant une préparation de terrain préalable aux opérations de reboisement. **Smurfit-Stone estime à environ 800 hectares/an les superficies ciblées par ces traitements.**

Il est, par contre, difficile de définir la proportion de ces superficies qui seront couvertes par un dégagement aérien avec phytocides (*versus* dégagement mécanique ou terrestre avec phytocides), puisque de nombreux critères entrent en ligne de compte pour le choix des sites propices à l'arrosage aérien.

2.2 Description des composantes pertinentes

2.2.1 Milieu biophysique

2.2.1.1 Description des composantes du milieu physique

a) Classification écologique du MRNFP

C'est le système de classification écologique du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs qui est utilisé dans le cadre de la planification et de l'exécution des activités forestières de Smurfit-Stone. Ce système comprend 11 niveaux hiérarchiques qui permettent de décrire les unités par des traits distinctifs liés au climat, à la végétation, au relief et à la morphologie régionale et locale. Le tableau 15 présente une définition des unités de classification hiérarchique.

Tableau 15 Définition des niveaux hiérarchiques du système de classification écologique du territoire mis au point par le ministère des Ressources naturelles du Québec

Niveaux hiérarchiques	Définition des niveaux
Zone de végétation	Vaste territoire, à l'échelle continentale, caractérisé par la physionomie des formations végétales.
Sous-zone de végétation	Portion d'une zone de végétation caractérisée par la physionomie de la végétation de fin de succession dominante dans le paysage.
Domaine bioclimatique	Territoire caractérisé par la nature de la végétation de fin de succession exprimant l'équilibre entre le climat et les sites mésiques.
Sous-domaine bioclimatique	Portion d'un domaine bioclimatique qui présente des caractéristiques distinctes de végétation, révélant des différences du régime des précipitations ou des perturbations naturelles.
Région écologique	Territoire caractérisé par la composition et la dynamique forestière sur les sites mésiques ainsi que par la répartition des types écologiques dans le paysage.
Sous-région écologique	Portion d'une région écologique où la nature de la végétation des sites mésiques présente un caractère soit typique du domaine bioclimatique auquel elle appartient, soit plus méridional ou plus septentrional.
Unité de paysage régional	Portion de territoire caractérisée par une organisation récurrente des principaux facteurs écologiques permanents du milieu et de la végétation.
District écologique	Portion de territoire caractérisée par un pattern propre du relief, de la géologie, de la géomorphologie et de la végétation régionale.
Étage de végétation	Portion de territoire où l'altitude a une influence si marquée sur le climat que la structure et souvent la nature de la végétation sont modifiées. Celles-ci s'apparentent alors à celle des régions plus septentrionales.
Type écologique	Portion de territoire, à l'échelle locale, présentant une combinaison permanente de la végétation potentielle et des caractéristiques physiques de la station.
Type forestier	Portion d'un type écologique occupée par un écosystème forestier dont la composition et la structure actuelle sont distinctes.

La figure 11 présente les premiers niveaux de cette classification pour le territoire d'étude. On remarque que la grande majorité du territoire d'étude est localisé dans le sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'ouest (Grondin *et al.* 1999). Seule une partie limitée du territoire d'étude localisée au nord chevauche en partie le sous-domaine de la pessière noire à mousse de l'ouest. Plus spécifiquement, on retrouve sur le territoire d'étude la sous-région écologique 5c-T (Collines du Lac Lareau), et dans une moindre mesure la 5c-S (Collines du Lac Tranche), la 5b-T (Coteaux du Réservoir Gouin) et la 6eT (Coteaux de la Rivière Nestaocano). La description des caractéristiques climatiques des régions écologiques touchant le territoire d'étude sont présentées dans le tableau 16.

Tableau 16 Caractéristiques climatiques des régions écologiques touchant le territoire d'étude

SOUS-DOMAINES	RÉGION ÉCOLOGIQUE	PRÉCIPITATIONS ANNUELLES (MM)	TEMPÉRATURE ANNUELLE MOYENNE (°C)	SAISON DE VÉGÉTATION (JOURS)
Sapinière à bouleau blanc de l'ouest	5b	900	1	155
	5c	1000	1	155
Pessière à mousse de l'ouest	6e	800-1000	0 et -1	130-155

b) Relief, élévation et pentes

Le relief caractérisant le territoire d'étude est celui de collines. Les sommets dépassent rarement 600 m, et l'élévation est généralement comprise entre 400 et 600 m. Le bloc sud-est plus accidenté que le bloc nord, en ayant davantage de sommets dépassant 600 m et davantage de superficies couvertes par les classes de pentes supérieures à 15 %. Les figures 12, 13 et 14 présentent respectivement le relief régional, l'élévation et les classes de pentes que l'on retrouve sur le territoire d'étude.

c) Dépôts de surface

La dernière glaciation est à l'origine de l'agencement des dépôts meubles retrouvés sur les terrains privés de Smurfit-Stone. La localisation des différents types de dépôts est présentée à la figure 15. Les *dépôts meubles d'origine glaciaire* (essentiellement 1A, 1AM et 1AY) sont les plus importants et couvrent environ 80 % de la superficie couverte par la totalité des blocs nord et sud. Ces dépôts, en raison de la roche-mère en place, présentent une forte pierrosité (pierres, cailloux et blocs anguleux) et une matrice sableuse dominante.

Les *dépôts d'origine fluvioglaciaire* (essentiellement 2BE et 2A) sont les seconds en importance et couvrent environ 15 % de la superficie couverte par la totalité des blocs nord et sud. Leur matrice est très sableuse et certaines formes particulières de ce type de dépôt, comme les eskers (2AE) peuvent présenter une pierrosité importante en gravier et cailloux.

Les *dépôts organiques* (essentiellement 7E et 7T) représentent enfin moins de 6% de la superficie couverte par la totalité des blocs nord et sud. Par contre, il est important de noter que ces dépôts sont principalement localisés sous forme de grandes tourbières, dans la portion du bloc nord qui ne fait pas partie du territoire couvert par le projet d'arrosage aérien.

Les autres types de dépôts présents sur le territoire, soit les dépôts fluviatiles, éoliens et glaciolacustres, sont marginaux en proportion et comptent pour moins de 1% du territoire d'étude.

d) Cours d'eau, lacs et milieux humides

Tous les lacs et cours d'eau sont potentiellement utilisables pour des activités récréotouristiques (pêche, canotage, etc.), car Smurfit-Stone permet l'accès libre à tous les lacs et cours d'eau qui sont localisés sur ses terrains privés. La figure 16 présente la localisation des lacs et cours d'eau.

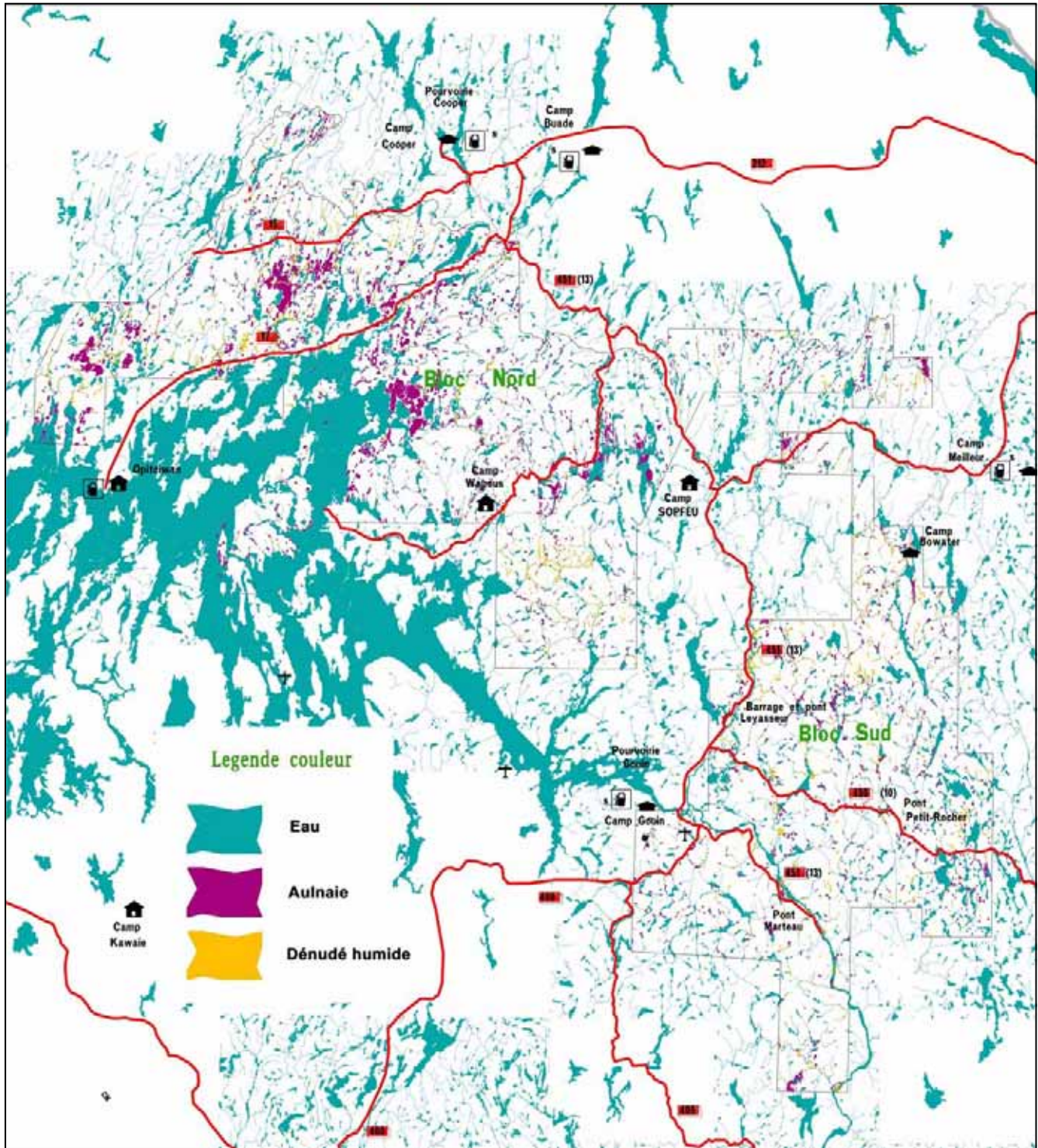


Figure 16 Localisation des cours d'eau et lacs

e) Écosystème à potentiel élevé ou présentant un intérêt particulier

Aucun écosystème forestier exceptionnel n'a été rapporté pour le territoire d'étude. À la connaissance de Smurfit-Stone, il n'existe aucun écosystème à potentiel élevé ou présentant un intérêt particulier sur ses terrains privés.

2.2.1.2 Description des composantes végétales du milieu

a) Composition et stade de développement des peuplements forestiers

Les peuplements forestiers ont été classés en fonction de leurs types (peuplements feuillu, mélangé ou résineux), en apportant une nuance quant à la composition en essences dans le cas des peuplements résineux (pessière, pinède grise, sapinière, autres résineux). Dans le cas des peuplements feuillus, ils sont principalement composés de bouleau blanc et/ou de peuplier faux-tremble. Le stade de développement est également l'une des composantes très importantes d'un peuplement forestier, puisqu'il définit le degré de maturité du peuplement, indiquant, entre autres, le temps qui sépare le dit peuplement de la récolte finale, et la qualité d'un habitat faunique, par exemple. Plusieurs classes de maturité ont été définies par Smurfit-Stone, soit en voie de régénération (terrains coupés encore non régénérés), régénérée (généralement la classe d'âge de 10 ans), jeune, prématuration (généralement de 20 ans plus jeune que l'âge de maturité), mature (prêt à être récolté), surannée (ayant dépassé généralement de 20 ans l'âge optimal de récolte). La figure 17 présente la répartition des classes de végétation forestière présentes sur le territoire d'étude, en fonction de la composition en essences et de l'âge des peuplements.

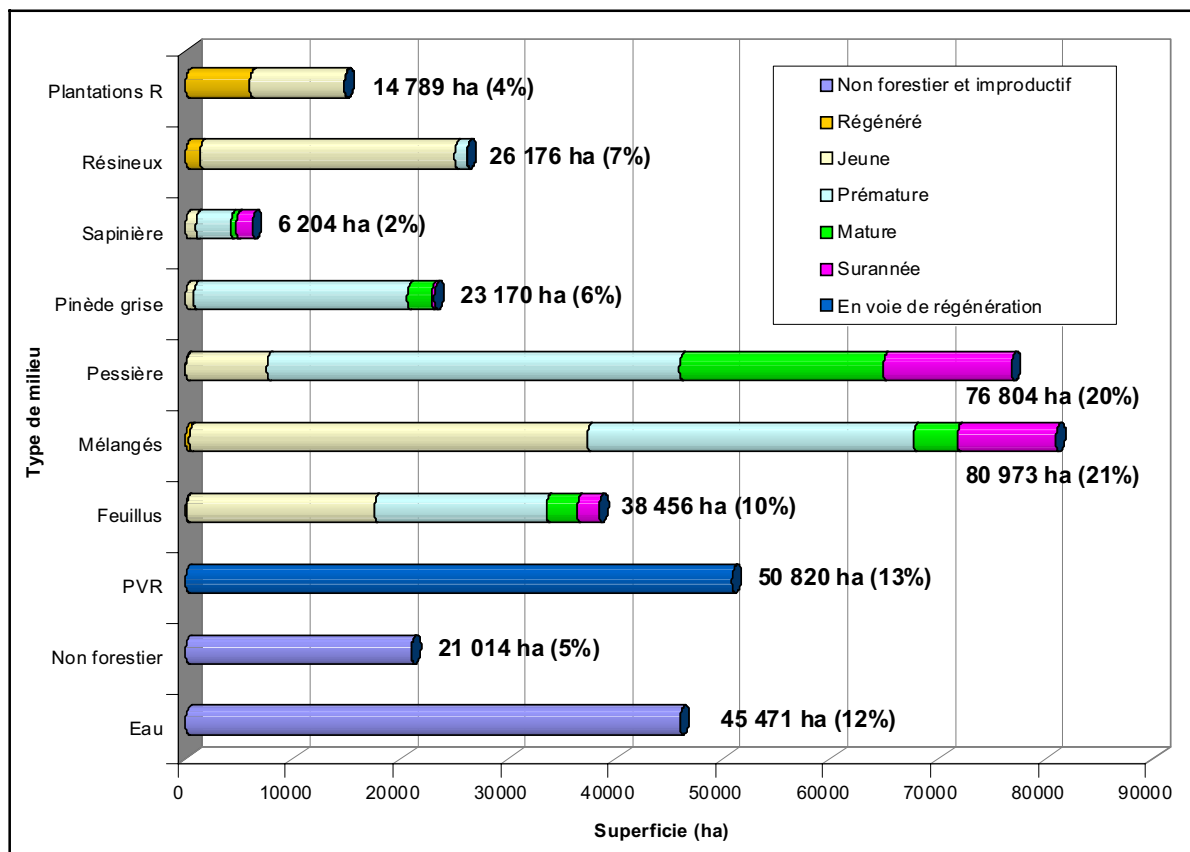


Figure 17 Répartition des classes de végétation forestière présentes sur la totalité des blocs nord et sud, en fonction de la composition en essences et de l'âge des peuplements

Les **peuplements en voie de régénération** et **régénérés** constituent respectivement environ 13 % du territoire couvert par les blocs nord et sud (50 800 hectares) et 2 % du territoire (7 700 hectares). Parmi ces peuplements, certains sont issus de feux. Les superficies brûlées et bien régénérées naturellement varient d'un feu à l'autre (dans le feu de 1995 : 36 %; dans le feu de 1983 : 48 %, dont seulement 22 % de composition résineuse ou mélangée). Certains secteurs brûlés peuvent, de plus, faire l'objet d'un envahissement rapide des feuillus intolérants et d'une végétation concurrente non désirée si aucune stratégie de remise en production n'est rapidement mise en place. D'autres peuplements en voie de régénération sont issus de coupe. L'absence de régénération est typique des sites à faible potentiel de production et des peuplements de pin gris. La figure 18 présente la localisation des peuplements en voie de régénération.

Les **jeunes peuplements** (âgés de 30 ans) sont très abondants sur le territoire d'étude, puisqu'ils couvrent environ 96 300 hectares sur la totalité des blocs nord et sud (25 % de la superficie totale des 2 blocs). On observe ainsi un rajeunissement important de la forêt. Parmi les jeunes peuplements, plus de la moitié sont de composition forestière feuillue ou mélangée. On observe d'ailleurs un envahissement des feuillus, évalués à 15 % environ, depuis les quarante dernières années sur les terrains privés de Smurfit-Stone. Les jeunes peuplements, particulièrement ceux issus de feux sur les sites à bon potentiel de production, sont susceptibles à un envahissement des feuillus non commerciaux et feuillus intolérants commerciaux. Cette succession naturelle, après une perturbation majeure comme le feu ou la coupe, exerce une compétition importante sur les tiges résineuses, retarde et peut même compromettre la production de fibre résineuse. La figure 19 présente la localisation des jeunes peuplements mélangés sur les sites à bon potentiel. La forêt mélangée, composée de sapins, d'épinettes et de bouleaux, est, par contre, un habitat des plus diversifiés répondant aux besoins de bon nombre d'espèces animales.

Les **peuplements prématures** sont également très abondants, puisque les peuplements de 50 ans occupent près de 109 000 hectares (soit 28 %) sur la totalité des blocs nord et sud. Plus de la moitié de ces peuplements provient des feux de 1941 et 1944. Ces peuplements sont majoritairement de type résineux, même si une portion non négligeable (42 %) est composée des types feuillu et mélangé. Au rythme de croissance actuelle, ces peuplements généreront un surcroît de maturité d'ici 20 ans. La figure 20 présente la localisation des peuplements prématures.

Les **peuplements matures et surannés** couvrent respectivement environ 28 600 et 24 900 hectares sur la totalité des blocs nord et sud (soient 7,5 % et 6,5 % de la superficie totale des 2 blocs). Ils présentent la caractéristique d'être souvent morcelés et dispersés sur le territoire. Les peuplements matures sont essentiellement de type résineux (aux) composés majoritairement par la pessière. Chez les peuplements surannés, on observe, par contre, une part plus importante occupée par les types feuillu et mélangé (près de la moitié). La figure 20 présente la localisation des peuplements matures.

b) Degré d’envahissement de la végétation concurrente en fonction du type écologique

La donnée de type écologique est un bon indicateur du degré de richesse d’un milieu, et, donc, de la capacité d’un milieu à être envahi par de la végétation concurrente. On pose, en effet, l’hypothèse que plus un milieu est riche, plus les risques d’envahissement d’une végétation concurrente non désirée sont importants. Le type écologique peut être défini comme une portion de territoire caractérisée par une combinaison relativement uniforme du sol et de la chronoséquence végétale (OIFQ 2000). Cette notion intègre donc les caractéristiques physiques du milieu ainsi que son potentiel à supporter un type de végétation potentielle, qui influence grandement le type de végétation concurrente que l’on va y retrouver. Le tableau 17 classe les principaux types écologiques présents sur le territoire d’étude en fonction des risques d’envahissement de la végétation de compétition qu’ils présentent. On entend par « principaux types écologiques », ceux qui occupent plus de 1 % de la superficie totale du territoire. Les types écologiques dominants, soient ceux occupant plus de 10 % du territoire, apparaissent en gras. La définition des types écologiques et les pourcentages de superficie occupée par chacun sur les blocs nord et sud sont présentés dans le tableau 18. Cette classification est basée sur l’expérience terrain du personnel de Smurfit-Stone, sur la liste des essences indicatrices que l’on retrouve sur les différents types écologiques rencontrés dans la sous-région écologique 5c-T (Grondin *et al.*, 1998) ainsi que sur les commentaires de M. Jacques Blouin (MRNFP, communication personnelle). Il est important de noter que cette classification est générale, et que les risques d’envahissement peuvent varier sur un même type écologique en fonction du type d’intervention forestière, de l’intensité de l’intervention, de l’altitude, du pourcentage de recouvrement de l’espèce de compétition avant intervention, et d’autres variables du milieu physique. La végétation concurrente a été divisée en deux grandes catégories :

1. les essences feuillues commerciales (bouleau blanc et peuplier faux-tremble) et non commerciales (cerisier de Pennsylvanie et érable à épis),
2. Les éricacées.

Tableau 17 Degré d’envahissement des espèces concurrentes par types écologiques (pour les types écologiques occupant plus de 1 % de la superficie totale des blocs nord et sud)

Risque élevé d’envahissement des espèces feuillues commerciales et non commerciales	Risque moindre d’envahissement des espèces feuillues commerciales et non commerciales et des éricacées	Risque élevé d’envahissement des éricacées	Risque élevé d’envahissement des éricacées si peuplements ouverts – Risque moindre si peuplement fermés
MS22 RS25	RS22 RS2A	RE20 RE25 RS20	RE21 RE22 RE24 RS21

Tableau 18 Définition et pourcentage d'occupation des principaux types écologiques sur les blocs nord et sud (Smurfit-Stone 2001; Grondin *et al.* 1999)

TYPE ÉCOLOGIQUE (% SUP)	DÉFINITION, DESCRIPTION ET LOCALISATION
MS22 (25,0 %)	Sapinière à bouleau blanc sur dépôt mince à épais, de texture moyenne et de drainage mésique
	<p>MS22 est l'un des types écologiques dominants du territoire. Il est principalement observé sur les tills mésiques, de plus de 25 cm d'épaisseur, localisé à mi-pente, sur les pentes B, C ou D (de 3 à 30 %. Cf. Annexe P pour davantage de détails sur les classes de pente) et à des altitudes fort variables (150 à 600 m). Les peuplements retrouvés sur ce type écologique ont un potentiel de production très élevée.</p>
RS20 (1,3 %)	Sapinière à épinette noire sur dépôt très mince, de texture variée et de drainage xérique à hydrique
	<p>RS20 est caractéristique des dépôts dont l'épaisseur est inférieure à 25 cm et où la végétation potentielle est composée d'un couvert de sapin baumier et d'épinette noire, ou de feuillus de lumière (bouleau blanc et peuplier faux-tremble) dont le recouvrement de la cime au sol est supérieur à 25 %.</p>
RS21 (2,0 %)	Sapinière à épinette noire sur dépôt mince à épais, de texture grossière et de drainage xérique-mésique
	<p>RS21 est caractéristique des dépôts constitués principalement de sables bien drainés et dont la végétation potentielle est composée d'un couvert de sapin baumier et d'épinette noire, ou de feuillus de lumière (bouleau blanc et peuplier faux-tremble) dont le recouvrement de la cime au sol est supérieur à 25 %.</p>
RS22 (27,3 %)	Sapinière à épinette noire sur dépôt mince à épais, de texture moyenne et de drainage mésique
	<p>RS22 est le type écologique le plus fréquent sur le territoire couvert par les blocs nord et sud. Il est associé à un relief accidenté sur des dépôts de tills. Il est également caractéristique des secteurs dont la végétation potentielle est composée d'un couvert de sapin baumier et d'épinette noire, ou de feuillus de lumière (bouleau blanc et peuplier faux-tremble) dont le recouvrement de la cime au sol est supérieur à 25 %. On lui associe une grande variété d'espèces indicatrices allant de l'association de latifoliées (cornouiller du Canada (<i>Cornus canadensis</i>), aralie à tige nue (<i>Aralia nudicaulis</i>), clintonie boréale (<i>Clintonia borealis</i>), coptide du Groenland (<i>Coptis groenlandica</i>), linnée boréale (<i>Linnaea borealis</i>), maïanthème du Canada (<i>Maianthemum canadense</i>), pyroles (<i>Pyrola</i> sp.) et trientale boréale (<i>Trientalis borealis</i>) aux éricacées (<i>Kalmia</i> à feuilles étroites (<i>Kalmia angustifolia</i>), ledon du Groenland (<i>Ledum groenlandicum</i>)).</p>
RS2A (2,6 %)	Sapinière à épinette noire sur dépôt mince à épais en bas de pente, de texture moyenne et de drainage mésique
	<p>Ce type écologique représente une légère variante de RS22, spécifique aux bas de pente.</p>
RS25 (2,3 %)	Sapinière à épinette noire sur dépôt mince à épais, de texture moyenne et de drainage subhydrique
	<p>RS25 est caractéristique des dépôts de tills dont l'épaisseur est supérieure à 25 cm, généralement sur les bas de pentes ainsi que sur les terrains plats de drainage légèrement déficient (40). La végétation potentielle est également composée d'un couvert de sapin baumier et d'épinette noire, ou de feuillus de lumière (bouleau blanc et peuplier faux-tremble) dont le recouvrement est supérieur à 25 %.</p>

<p>RE20</p> <p>(1,2 %)</p>	<p>Pessière noire à mousses ou à éricacées sur dépôt très mince, de texture variée et de drainage xérique à hydrique</p> <p>Ce type se retrouve sur les petites collines, les sommets et les escarpements sur roc, recouverts d'épinette noire, de pin gris ou d'un mélange de ces 2 essences. Le sapin baumier et l'épinette blanche y occupent un recouvrement total inférieur à 25 %. L'épinette noire ou le pin gris ou une combinaison des deux constituent le couvert forestier. Le sous-bois est dominé par les éricacées (kalmia à feuilles étroites (<i>Kalmia angustifolia</i>), airelle à feuilles étroites (<i>Vaccinium angustifolia</i>), airelle fausse myrtille (<i>Vaccinium myrtilloides</i>), ledon du Groenland (<i>Ledum groenlandicum</i>)) ou les mousses hypnacées (Hypne de schreber (<i>Pleurozium schreberi</i>), dicranes (<i>Dicranum sp.</i>) et hypne cimier (<i>Ptilium crista-castrensis</i>)).</p>
<p>RE21</p> <p>(10,9 %)</p>	<p>Pessière noire à mousses ou à éricacées sur dépôt mince à épais, de texture grossière et de drainage xérique-mésique</p> <p>Ce type caractérise les épandages fluvioglaciaires bien drainés, recouverts de pinèdes grises ou de pessières noires à éricacées. Ses caractéristiques floristiques (sous-bois) et forestières (couvert) sont sensiblement les mêmes que RE20.</p>
<p>RE22</p> <p>(17,4 %)</p>	<p>Pessière noire à mousses ou à éricacées sur dépôt mince à épais, de texture moyenne et de drainage mésique</p> <p>RE22 est le type écologique de pessière noire le plus observé sur le territoire ouvert par les blocs nord et sud. On le retrouve principalement sur les mi-pentes et les hauts de pentes recouverts de tills bien à modérément drainés. On y observe les mêmes plantes de sous-bois et les mêmes caractéristiques forestières que chez RE20.</p>
<p>RE24</p> <p>(1,5 %)</p>	<p>Pessière noire à mousses ou à éricacées sur dépôt mince à épais, de texture grossière et de drainage subhydrique</p> <p>Ce type écologique caractérise les sables de drainage légèrement déficient, généralement dans des zones de faible relief. Le pin gris est relativement bien représenté, alors que le mélèze augmente légèrement en fréquence et en abondance, par rapport à la version plus sèche (RE21). On y retrouve les groupes d'essences indicatrices des milieux pauvres, soit la combinaison de kalmia à feuilles étroites (<i>Kalmia angustifolia</i>), airelle à feuilles étroites (<i>Vaccinium angustifolia</i>), airelle fausse myrtille (<i>Vaccinium myrtilloides</i>) et ledon du Groenland (<i>Ledum groenlandicum</i>), ou la combinaison des sphagnes (<i>Sphagnum</i>).</p>
<p>RE25</p> <p>(4,6 %)</p>	<p>Pessière noire à mousses ou à éricacées sur dépôt mince à épais, de texture moyenne et de drainage subhydrique</p> <p>Ce type écologique s'observe généralement sur les tills localisés en bas de pentes et sur les terrain plat de drainage légèrement déficient (40). La pente est rarement supérieure à 15 %. L'épinette noire et le pin gris sont les espèces vedettes du couvert arborescent. On y retrouve les espèces de sous-bois typiques de la pessière de drainage déficient, soient par exemple : l'association de ledon du Groenland (<i>Ledum groenlandicum</i>), cassandre caliculé (<i>Cassandra caliculata</i>), kalmia à feuilles d'Andromède (<i>Kalmia polifolia</i>), smilacine trifoliée (<i>Smilacina trifolia</i>) et chiogène hispide (<i>Chiogenes hispidula</i>) ou l'association de kalmia à feuilles étroites (<i>Kalmia angustifolia</i>), airelle à feuilles étroites (<i>Vaccinium angustifolia</i>), airelle fausse myrtille (<i>Vaccinium myrtilloides</i>), ledon du Groenland (<i>Ledum groenlandicum</i>) et des sphagnes (<i>Sphagnum</i>), ou encore l'association de hypne de Schreber (<i>Pleurozium schreberi</i>), dicranes (<i>Dicranum sp.</i>), hypne cimier (<i>Ptilium crista-castrensis</i>), et des sphagnes (<i>Sphagnum</i>).</p>

c) Espèces menacées ou vulnérables

Une demande précise concernant l'existence et la localisation des espèces végétales menacées ou vulnérables présentes sur le territoire d'étude a été adressée au ministère de l'Environnement du Québec (Centre de données sur le patrimoine du Québec). Après vérification, il est apparu qu'il n'y a **aucune mention d'espèce végétale menacée ou vulnérable** sur le territoire couvert par le projet d'arrosage aérien de phytocides.

Par contre, il existe près du lac Lareau, non loin des propriétés de Smurfit-Stone, une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable : l'**urticaire à scapes géminés** (*Utricularia geminiscapa*). Cette espèce devrait attirer une attention spéciale si Smurfit-Stone avait à réaliser des inventaires particuliers, et toute information concernant la présence de cette plante devrait être rapportée au ministère de l'Environnement. L'annexe 7 présente la fiche signalétique de cette espèce.

2.2.1.3 Description des espèces animales (en terme de valeurs sociales, culturelles et économiques ou scientifiques)

a) Abondance, distribution, diversité

À la connaissance de Smurfit-Stone, il n'existe aucune donnée (relevés d'inventaire, cartes de localisation, etc.) décrivant l'abondance, et la distribution des espèces animales présentes sur son territoire. Par contre, des listes d'animaux susceptibles d'être rencontrés sur les terrains privés ont été produites à partir de la littérature existante et d'observations terrain.

Les mammifères

Les principaux mammifères susceptibles d'être rencontrés sur le territoire d'étude sont (Banfield 1977; Presscott et Richard 1996) :

ORDRE DES INSECTIVORES

Famille des soricidés

Musaraigne cendrée (*Sorex cinereus*)

Musaraigne fuligineuse (*Sorex fumeus*)

Musaraigne nordique (*Sorex arcticus*)

Musaraigne palustre (*Sorex palustris*)

Musaraigne pygmée (*Microsorex hoyi*)

Grande musaraigne (*Blarina brevicauda*)

Famille des talpidés

Condylure à nez étoilé (*Condylura cristata*)

ORDRE DES CHIROPTÈRES

Famille des vespertilionidés

Vespertilion brun (*Myotis lucifugus*)

Vespertilion nordique (*Myotis septentrionalis*)

Chauve-souris argentée (*Lasionycteris noctivagans*)

Chauve-souris rousse (*Lasiurus borealis*)

Chauve-souris cendrée (*Lasiurus cinereus*).

ORDRE DES LAGOMORPHES

Famille des léporidés

Lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*)

ORDRE DES RONGEURS

Famille des sciuridés

Tamias rayé (*Tamias striatus*)

Marmotte commune (*marmota monax*)

Écureuil roux (*Tamiasciurus hudsonicus*)

Grand polatouche (*Glaucomys sabrinus*)

Famille des castoridés

Castor du Canada (*Castor canadensis*)

Famille de cricéidés

Souris sylvestre (*Peromyscus maniculatus*)
Campagnol-à-dos-roux de Gapper (*Clethrionomys gapperi*)
Campagnol des bruyères (*Phenacomys intermedius*)
Campagnol des champs (*Microtus pennsylvanicus*)
Campagnol des rochers (*Microtus chrotorrhinus*)
Campagnol-lemming de Cooper (*Synaptomys cooperi*)
Rat musqué commun (*Ondatra zibethicus*)

Famille des muridés

Souris commune (*Mus musculus*)

Famille des dipodidés

Souris-sauteuse des champs (*Zapus hudsonius*)

Souris-sauteuse des bois (*Napaeozapus insignis*)

Famille des éréthizontidés

Porc-épic d'Amérique (*Erethizon dorsatum*)

ORDRE DES CARNIVORES

Famille des canidés

Loup (*Canis lupus*)

Coyote* (*Canis latrans*)

Renard roux (*Vulpes vulpes*)

Famille des ursidés

Ours noir (*Ursus americanus*)

Famille des procyonidés

Raton Laveur* (*Procyon lotor*)

Famille des mustélidés

Martre d'Amérique (*Martes americana*)

Vison d'Amérique (*Mustela vison*)

Pékan (*Martes pennanti*)

Carcajou* (*Gulo gulo*)

Hermine (*Mustela erminea*)

Moufette rayée (*Mephitis mephitis*)

Belette pygmée (*Mustela nivalis*)

Loutre de rivière (*Lutra canadensis*)

Belette à longue queue (*Mustela frenata*)

Famille des félidés

Cougar* (*Felis concolor*)

Lynx du Canada (*Lynx canadensis*)

ORDRE DES ARTIODACTYLES

Famille des cervidés

Cerf de Virginie* (*Odocoileus virginianus*)

Orignal (*Alces alces*)

* Les guides consultés n'indiquent pas la présence de ces espèces sur les territoires des Francs-Alleux. Par contre, elles auraient été observées par des travailleurs forestiers. Il faudrait confirmer leur présence sur les territoires.

Les oiseaux

Les principaux oiseaux susceptibles d'être rencontrés sur le territoire d'étude sont (Gauthier et Aubry 1995; Peterson 1994; Godfrey 1990) :

ORDRE DES GAVIIFORMES

Plongeon huart (*Gavia immer*)

ORDRE DES CICONIIFORMES

Butor d'Amérique (*Botaurus lentiginosus*)

Grand héron (*Ardea herodias*)

ORDRE DES ANSERIFORMES

Bernache du Canada (*Branta canadensis*)

Canard branchu (*Aix sponsa*)

Canard colvert (*Anas platyrhynchos*)

Canard d'Amérique (*Anas americana*)

Canard noir (*Anas rubripes*)

Canard pilet (*Anas acuta*)

Fuligule à collier (*Aythya collaris*)

Garrot à œil d'or (*Bucephala clangula*)

Grand harle (*Mergus merganser*)

Harle couronné (*Lophodytes cucullatus*)

Harle huppé (*Mergus serrator*)

Macreuse à front blanc (*Melanitta perspicilla*)

Petit fuligule (*Aythya affinis*)

Petit garrot (*Bucephala albeola*)

Sarcelle à ailes vertes (*Anas crecca*)

Sarcelle à ailes bleues (*Anas discors*)

ORDRE DES FALCONIFORMES

Aigle royal (*Aquila chrysaetos*)

Autour des palombes (*Accipiter gentilis*)

Balbusard pêcheur (*Pandion haliaetus*)

Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*)

Buse à queue rousse (*Buteo jamaicensis*)

Crécerelle d'Amérique (*Falco sparverius*)

Épervier brun (*Accipiter striatus*)

Faucon émerillon (*Falco columbarius*)

Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*)

Petite buse (*Buteo platypterus*)

Pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*)

ORDRE DES GALIFORMES

Gélinotte huppée (*Bonasa umbellus*)

Tétras du Canada (*Dendragapus canadensis*)

ORDRE DES GRUIFORMES

Bécassine des marais (*Gallinago gallinago*)

Chevalier branlequeue (*Actitis macularia*)

Grand Chevalier (*Tringa melanoleuca*)

Marouette de Caroline (*Porzana carolina*)

Râle jaune (*Coturnicops noveboracensis*)

ORDRE DES CHARADRIIFORMES

Goéland argenté (*Larus argentatus*)

Goéland à bec cerclé (*Larus delawarensis*)

Pluvier kildir (*Charadrius vociferus*)

Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*)

ORDRE DES STRIGIFORMES

Nyctale boréale (<i>Aegolius funereus</i>)	Hibou des marais (<i>Asio flammeus</i>)
Chouette épervière (<i>Surnia ulula</i>)	Hibou moyen duc (<i>Asio otus</i>)
Chouette rayée (<i>Strix varia</i>)	Petite nyctale (<i>Aegolius acadicus</i>)
Grand duc d'Amérique (<i>Bubo virginianus</i>)	

ORDRE DES CAPRIMULGIFORMES

Engoulevent d'Amérique (*Chordeiles minor*)

ORDRE DES APODIFORMES

Colibri à gorge rubis (*Archilochus colubris*)
Martinet ramoneur (*Chaetura pelagica*)

ORDRE DES CORACIIFORMES

Martin pêcheur d'Amérique (*Ceryle alcyon*)

ORDRE DES PICIFORMES

Grand pic (<i>Dryocopus pileatus</i>)	Pic maculé (<i>Sphyrapicus varius</i>)
Pic à dos noir (<i>Picoides arcticus</i>)	Pic mineur (<i>Picoides pubescens</i>)
Pic chevelu (<i>Picoides villosus</i>)	Pic tridactyle (<i>Picoides tridactylus</i>)
Pic flamboyant (<i>Colaptes auratus</i>)	

ORDRE DES PASSERIFORMES

Alouette cornue (<i>Eremophila alpestris</i>)	Moucherolle tchébec (<i>Empidonax minimus</i>)
Bec-croisé bifascié (<i>Loxia leucoptera</i>)	Paruline à calotte noire (<i>Wilsonia pusilla</i>)
Bruant à gorge blanche (<i>Zonotrichia albicollis</i>)	Paruline à collier (<i>Parula americana</i>)
Bruant chanteur (<i>Melospiza melodia</i>)	Paruline à couronne rousse (<i>Dendroica palmarum</i>)
Bruant de Le Conte (<i>Ammodramus leconteii</i>)	Paruline à croupion jaune (<i>Dendroica coronata</i>)
Bruant de Lincoln (<i>Melospiza lincolni</i>)	Paruline à flancs marron (<i>Dendroica pensylvanica</i>)
Bruant de marais (<i>Melospiza georgiana</i>)	Paruline à gorge noire (<i>Dendroica virens</i>)
Bruant des prés (<i>Passerculus sandwichensis</i>)	Paruline à gorge orangée (<i>Dendroica fusca</i>)
Bruant familier (<i>Spizella passerina</i>)	Paruline à joues grises (<i>Vermivora ruficapilla</i>)
Bruant vespéral (<i>Pooecetes gramineus</i>)	Paruline à poitrine baie (<i>Dendroica castanea</i>)
Cardinal à poitrine rose (<i>Pheucticus ludovicianus</i>)	Paruline à tête cendrée (<i>Dendroica magnolia</i>)
Carouge à épaulettes (<i>Agelaius phoeniceus</i>)	Paruline bleue (<i>Dendroica caerulescens</i>)
Chardonneret jaune (<i>Carduelis tristis</i>)	Paruline couronnée (<i>Seiurus aurocapillus</i>)
Corneille d'Amérique (<i>Corvus brachyrhynchos</i>)	Paruline des ruisseaux (<i>Seiurus noveboracensis</i>)
Durbec des sapins (<i>Pinicola enucleator</i>)	Paruline du Canada (<i>Wilsonia canadensis</i>)
Étourneau sansonnet (<i>Sturnus vulgaris</i>)	Paruline flamboyante (<i>Setophaga ruticilla</i>)
Geai bleu (<i>Cyanocitta cristata</i>)	Paruline jaune (<i>Dendroica petechia</i>)
Goglu des prés (<i>Dolichonyx oryzivorus</i>)	Paruline masquée (<i>Geothlypis trichas</i>)
Grand corbeau (<i>Corvus corax</i>)	Paruline noir et blanc (<i>Mniotilta varia</i>)
Grimpereau brun (<i>Certhia americana</i>)	Paruline obscure (<i>Vermivora peregrina</i>)
Grive à dos olive (<i>Catharus ustulatus</i>)	Paruline tigrée (<i>Dendroica tigrina</i>)
Grive solitaire (<i>Catharus guttatus</i>)	Paruline triste (<i>Oporornis philadelphia</i>)
Gros-bec errant (<i>Coccothraustes vespertinus</i>)	Paruline verdâtre (<i>Vermivora celata</i>)
Hirondelle à front blanc (<i>Hirundo pyrrhonota</i>)	Quiscale bronzé (<i>Quiscalus quiscula</i>)
Hirondelle bicolore (<i>Tachycineta bicolor</i>)	Quiscale rouilleux (<i>Euphagus carolinus</i>)

Hirondelle de rivage (*Riparia riparia*)
Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*)
Jaseur des cèdres (*Bombycilla cedrorum*)
Junco ardoisé (*Junco hyemalis*)
Merle d'Amérique (*Turdus migratorius*)
Mésange à tête brune (*Parus hudsonicus*)
Mésange à tête noire (*Parus atricapillus*)
Mésangeai du Canada (*Perisoreus canadensis*)
Moineau domestique (*Passer domesticus*)
Moucherolle à côtés olive (*Contopus borealis*)
Moucherolle à ventre jaune (*Empidonax flaviventris*)
Moucherolle des aulnes (*Empidonax alnorum*)

Roitelet à couronne dorée (*Regulus satrapa*)
Roitelet à couronne rubis (*Regulus calendula*)
Roselin pourpré (*Carpodacus purpureus*)
Sittelle à poitrine rousse (*Sitta canadensis*)
Tarin des pins (*Carduelis pinus*)
Troglodyte des forêts (*Troglodytes troglodytes*)
Troglodyte familier (*Troglodyte aedon*)
Tyran tritri (*Tyrannus tyrannus*)
Vacher à tête brune (*Molothrus ater*)
Viréo à tête bleue (*Vireo solitarius*)
Viréo aux yeux rouges (*Vireo olivaceus*)
Viréo de Philadelphie (*Vireo philadelphicus*)

Les poissons

Les principaux poissons susceptibles d'être rencontrés sur le territoire d'étude sont (Bernatchez et Giroux 1991) :

Famille des Salmonidés

Omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*)
Cisco de lac (*Coregonus artedii*)
Grand corégone (*Coregonus clupeaformis*)
Éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*)

Ménomini rond (*Prosopium cylindraceum*)
Ménomini rond (*Prosopium cylindraceum*)
Touladi (*Salvelinus namaycush*)

Famille des Ésocidés

Grand brochet (*Esox lucius*)

Famille des Cyprinidés

Méné de lac (*Couesius plumbeus*)
Méné à nageoires rouges (*Notropis cornutus*)
Naseux des rapides (*Rhinichthys cataractae*)

Mulet à cornes (*Semotilus atromaculatus*)
Mulet perlé (*Semotilus margarita*)
Ouitouche (*Semotilus corporalis*)

Famille des Catostomidés

Meunier rouge (*Catostomus catostomus*)

Meunier noir (*Catostomus commersoni*)

Famille des Percopsidés

Omisco (*Percopsis omiscomaycus*),

Famille des Gadidés

Lotte (*Lota lota*)

Famille des Gastérostéidés

Épinoche à cinq épines (*Culaea inconstans*)
Épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*)

Épinoche à neuf épines (*Pungitius pungitius*)

Famille des Cottidés

Chabot tacheté (*Cottus bairdi*)
Chabot visqueux (*Cottus cognatus*)

Chabot à tête plate (*Cottus ricei*)

Famille des Percidés

Fouille roche (*Percina caprodes*)
Perchaude (*Perca flavescens*)

Doré jaune (*Stizostedion vitreum*)

De plus, selon une liste provenant des bureaux de la Société de la faune et des parcs deux espèces non-citées dans Bernatchez et Giroux 1992 se rajouteraient à la liste. Ces espèces auraient été capturés lors de pêche expérimentale par le ministère. Ces espèces sont :

Famille des Cyprinidés

Ventre rouge du Nord (*Phoxinus eos*)

Museau noir (*Notropis heterolepis*).

b) Habitats fauniques

La mise en valeur des ressources forestières dans le contexte du développement durable propose une vision de la forêt comme un ensemble d'écosystèmes supportant une diversité d'espèces adaptées à la mosaïque régionale. Pour contribuer au maintien de la diversité et à l'obtention de densités cibles pour des espèces fauniques exploitées, il est nécessaire de maintenir une quantité suffisante d'habitats de qualité.

Smurfit-Stone, qui pendant de nombreuses années, n'a pas attaché d'attention particulière à la gestion et à l'aménagement des habitats fauniques lors de la réalisation de ses travaux d'aménagement forestier, favorise depuis quelques années l'acquisition de connaissances sur ces derniers. La compagnie a choisi l'approche des indices de qualité de l'habitat (IQH) qui nécessite la sélection d'espèces fauniques représentatives des conditions écologiques présentes sur ses terrains privés. Ainsi, au cours de la saison estivale 2000 et 2001, des travaux ont permis de qualifier les *habitats fauniques terrestres* et d'acquérir un ensemble de connaissances sur la faune et les habitats.

Ces indices appuient la description de la diversité des écosystèmes forestiers, en intégrant d'autres facteurs directement liés aux besoins des espèces fauniques représentatives dont les structures verticales (densité, hauteurs, etc.) et horizontales (fragmentation, bordure, etc.) de la végétation. Chaque polygone forestier s'est donc vu coter d'un indice en se basant sur la correspondance entre ses caractéristiques et celles qui sont requises pour former l'habitat idéal de l'espèce concernée.

Ces IQH permettent de comparer différents territoires et portions de territoires entre eux ou encore de suivre l'évolution d'un territoire sur une longue période, à mesure que les peuplements forestiers vieillissent ou sont affectés par des perturbations. Les IQH constituent cependant une représentation simplifiée de la réalité faunique et ne qualifient que l'habitat d'un groupe d'espèces. Ils ne donnent donc pas de renseignements sur la présence de l'espèce visée, ni sur les densités de population dans les secteurs étudiés.

La connaissance du territoire que Smurfit-Stone a développé à l'aide des IQH permet de localiser les différents secteurs à problèmes ou à grand potentiel faunique. Ainsi, en utilisant la foresterie comme outil de façonnement du paysage, Smurfit-Stone compte jouer sur les mosaïques forestières et l'âge des peuplements pour aménager des habitats plus favorables à la majorité des espèces présentes sur ses terrains, ou à des espèces vedettes comme l'orignal. Le tableau 19 présente une description sommaire et l'importance relative des habitats représentatifs de plusieurs espèces fauniques sur l'ensemble des terrains privés de Smurfit-Stone. Les figures 21, 22 et 23 montrent quelques exemples d'IQH calculés pour l'orignal, l'ours noir et la martre d'Amérique.

Suite à ces analyses, il semble que les terrains privés de Smurfit-Stone présentent **de grandes superficies forestières où l'habitat est favorable à l'orignal et à l'ours noir**. En effet, pour l'orignal, les classes d'IQH élevées et moyennes se retrouvent respectivement sur 55 et 26 % du territoire, alors que pour l'ours noir, elles couvrent respectivement 64 et 10 % de la superficie totale. Dans le cas de la **martre, la moitié des terrains privés présentent des caractéristiques intéressantes pour l'habitat de cette espèce** (les classes excellent, bon, en devenir, milieu de passage et milieu peu utilisable couvrent respectivement 7, 41, 2, 28 et 22 %).

Tableau 19 Description sommaire et importance relative des habitats représentatifs de plusieurs espèces fauniques sur l'ensemble des terrains privés de Smurfit-Stone

ESPÈCE REPRÉSENTATIVE	HABITAT REPRÉSENTATIF	SUP¹ (HA)	%
Ours noir	Les peuplements forestiers en voie de régénération	70 707	18,4
Gélinotte huppée	Les jeunes peuplements forestiers mélangés	37 016	9,6
Paruline à tête cendrée	Les jeunes peuplements forestiers résineux	41 801	10,9
Martre d'Amérique	Les peuplements matures et surannés mélangés	13 269	3,5
Sittelle à poitrine rousse	Les peuplements matures et surannés résineux	35 414	9,2
Orignal d'Amérique	Les milieux fragmentés (grand domaine)	NA	
Lièvre d'Amérique	Les milieux fragmentés (petit domaine)	NA	

1. *Superficie de l'habitat représentatif pouvant être utilisée par l'espèce représentative.*
2. *NA : Évaluation de la superficie non applicable en raison d'un non-appartenance à un stade de développement unique.*

Une analyse de l'évolution des écosystèmes forestiers depuis 1962 permet de noter un rajeunissement de la forêt et un envahissement des espèces feuillues; phénomène pouvant être associé aux grandes perturbations anthropiques et naturelles qui ont eu lieu sur les terrains privés, notamment le grand feu de 1983. Ceci signifie que les territoires privés de Smurfit-Stone sont, depuis quelques décennies, de plus en plus favorables à la gélinotte huppée, ainsi qu'à toutes les espèces fauniques dont l'habitat représentatif est constitué de jeunes peuplements feuillus et mélangés.

En matière de gestion des *habitats aquatiques*, l'Aire faunique communautaire de Gouin (figure 24), mise en place en 2000, effectue un contrôle de la gestion de la pêche sur le réservoir Gouin et contribue à l'acquisition de connaissances sur les frayères pour le doré associé à ce plan d'eau. De plus, au cours des dix dernières années, la démolition de certaines infrastructures liées aux activités de flottage du bois a permis de restaurer certains habitats aquatiques. Les travaux de reboisement complémentaires ont permis la restauration des berges voisines (mise en terre de 200 000 plants forestiers de pins gris et d'aulnes).

c) Espèces menacées ou vulnérables

Une demande précise concernant l'existence et la localisation des espèces fauniques menacées ou vulnérables présentes sur le territoire d'étude a été adressée au Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) de la Société de la faune et des parcs du Québec. Après vérification, il est apparu qu'il n'y a **aucune mention d'espèces fauniques menacées ou vulnérables** ou susceptibles d'être ainsi désignées ou d'intérêt pour le CDPNQ sur le territoire couvert par le projet d'arrosage aérien de phytocides ou à l'intérieur d'un périmètre d'influence de ce dernier.

Toutefois, certaines mentions de **pygargues à tête blanche** ont été rapportées à proximité du territoire couvert par le projet d'arrosage aérien (cf. annexe 8), ce qui représente des secteurs ayant un potentiel intéressant. Cette espèce devrait donc attirer une attention spéciale si Smurfit-Stone avait à réaliser des inventaires particuliers, et toute information concernant sa présence devrait être rapportée au Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ).

2.2.2 Milieu humain

2.2.2.1 Aménagement et utilisation du territoire

a) Périmètre d'urbanisation, concentrations d'habitations, zones urbaines, projets de développement domiciliaire

Aucun périmètre d'urbanisation, concentration d'habitations, zone urbaine, projet de développement domiciliaire ne sont présents sur le territoire d'étude.

b) Zones commerciales, industrielles, agricoles

Aucune zone industrielle, commerciale ou agricole ne sont présentes sur le territoire d'étude.

c) Camps forestiers, zones de villégiature, activités récréatives

Un seul *camp forestier* en opération est présent sur le territoire couvert par le projet d'arrosage aérien de phytocides. Il s'agit du camp Wapous (48°38'29''; 74°19'59'') qui est loué par le Service forestier d'Opitciwan. La figure 25 présente sa localisation. On peut noter que dans les années passées, plusieurs camps forestiers étaient installés sur les terrains privés pour loger une main-d'œuvre abondante. À l'exception d'un seul, ils ont tous été fermés et détruits au début des années 1990.

On dénombre, en date du 1^{er} avril 2001, l'octroi de 65 *baux de villégiature* enregistrés par Smurfit-Stone sur ses terrains privés (figure 26). Aucune *pourvoirie* n'y est localisée. Par contre, plusieurs pourvoiries sont situées à proximité des terrains privés de la compagnie, sur le pourtour du réservoir Gouin. La figure 26 présente également la localisation des camps illégaux alors que les pourvoiries sont présentées à la figure 27. Aucun *autre lieu d'activités récréatives* (campings, terrains de golf, pistes cyclables, etc.) n'est présent sur le territoire concerné.

d) Territoires autochtones

Les communautés autochtones concernées par le projet d'arrosage aérien de phytocides sont les *Atikamekws*, et plus précisément la *communauté d'Opitciwan*, située sur la rive nord du réservoir Gouin, à environ 170 km (à vol d'oiseau) au nord-ouest de la ville de La Tuque et la communauté de *Wemotaci* située à environ 100 km (à vol d'oiseau) au nord-ouest de La Tuque (figure 28). La réserve d'Opitciwan couvre une superficie de 927 hectares, celle de Wemotaci 2 978 hectares.

Les deux communautés sont situées à l'extérieur du territoire concerné par le projet d'arrosage aérien de phytocides. Cependant, les activités traditionnelles réalisées par ces communautés ont un rayon d'action qui couvre la totalité des terrains privés de Smurfit-Stone. La figure 29 présente, à ce titre, la répartition des zones de trappe par rapport aux contours des terrains privés de Smurfit-Stone.

e) **Aires naturelles vouées à la protection ou à la conservation (parcs, réserves) ou présentant un intérêt pour leurs aspects récréatifs, esthétiques, historiques ou éducatifs**

Aucune aire naturelle vouée à la protection ou à la conservation ou présentant un intérêt pour ses aspects récréatifs, esthétiques ou éducatifs n'est présente sur le territoire couvert par le projet d'arrosage aérien.

En ce qui concerne le patrimoine culturel et historique des communautés autochtones présentes sur le territoire concerné, Smurfit-Stone a entamé récemment un recensement des lieux présentant des intérêts particuliers pour les autochtones (sépulture, etc.). Par contre, cette information, qui n'est pas officielle et formelle, est difficile à obtenir, et n'est pour le moment pas colligée. Smurfit-Stone souhaite, néanmoins, la prendre en considération lors de la planification et de la réalisation de ses activités sylvicoles, lorsqu'elle sera connue.

f) **Infrastructures de transport et de services publics (routes, chemins de fer, lignes électriques, aqueducs, égouts, sites d'enfouissement, etc.), infrastructures communautaires et institutionnelles**

Réseau routier

Depuis 1989, le réseau routier principal donnant accès et parcourant les terrains privés n'a subi aucun développement, ni modification majeure. Seuls des programmes d'entretien et de réfection des surfaces de roulement ont été réalisés sur les routes principales. La figure 30 présente le réseau routier couvrant les terrains privés de Smurfit-Stone.

Barrages

Un seul barrage présent sur le secteur couvert par le projet d'arrosage aérien est encore en opération de nos jours. Il s'agit du barrage du Lac Levasseur (Cap Rouge) appartenant à Hydro-Québec (48°26'; 73°59') (figure 30). De nombreux autres barrages étaient autrefois en opération sur les terrains privés, mais la division forestière responsable de la gestion de ces structures a entrepris, successivement en 1991, 1992 et 1993, un programme de démolition et de revégétalisation de ces sites.

g) **Source d'alimentation en eau potable (puits privés, municipaux), périmètres de protection actuels ou prévus autour des ouvrages de captage d'eau souterraine et de surface**

Il n'existe aucun ouvrage de captage d'eau municipal sur les terrains privés de Smurfit-Stone. De plus, à l'heure actuelle, Smurfit-Stone n'a pas connaissance de la localisation précise des sources d'approvisionnement en eau des chalets présents sur son territoire. Par contre, il est important de mentionner que les secteurs visés par l'arrosage aérien de phytocides sont principalement inaccessibles, et donc, majoritairement éloignés des chalets.

h) **Aires sylvicoles et acéricoles**

Aucune aire acéricole n'est présente sur le territoire d'étude. Par contre, la totalité du territoire d'étude est à vocation de production forestière, et peut donc être considérée comme une aire sylvicole.

i) **Paysages incluant les éléments et ensembles visuels d'intérêt local ou touristique et les points de repère permettant de représenter le milieu**

La présence de plans d'eau importants et de zones de villégiature amènent à considérer la forêt comme étant productrice de paysages jouant un rôle esthétique à l'échelle du territoire et de la région. Une attention particulière est alors apportée à ce phénomène lors de l'attribution des baux de villégiature et la planification des opérations sylvicoles à proximité des zones de villégiature concentrée.

Un zonage d'au plus 1,5 km (zone visible) faisant partie du schéma d'aménagement de la MRC du Haut-Saint-Maurice, s'applique également au **corridor panoramique du Saint-Maurice** traversant les terrains privés de Smurfit-Stone, où il est préconisé un maintien de la qualité visuelle du paysage. Dans ce secteur, la récolte forestière y est permise, mais en superficies restreintes (coupes partielles). Ce secteur a fait, en partie, l'objet d'un brûlage intense lors du passage du feu de 1983, et Smurfit-Stone a remis en production de grandes superficies en y réalisant des plantations suite à ce feu. On observe actuellement un envahissement important des essences de compétition dans plusieurs de ces plantations et des travaux de dégagement ont déjà été réalisés, sans nuire à la qualité visuelle des paysages. Notons qu'il n'existe aucune restriction sur les travaux de remise en production et d'entretien de peuplements non commerciaux dans ce secteur.

2.2.2.2 Profil des communautés régionales et locales

a) **Profil économique**

Dans le passé

Sur le plan historique, la Mauricie peut être considérée comme le berceau de l'industrialisation au Québec alors que vers 1730, les Forges du Saint-Maurice devenaient la première entreprise sidérurgique de l'Amérique du Nord. Depuis, l'exploitation forestière et l'hydroélectricité ont joué un rôle majeur dans le développement économique régional. Dans les années 1950, grâce aux industries textiles et papetières, la Mauricie s'affichait même comme l'une des économies les plus prospères du pays (Source : <http://www.emploi Quebecmauricie.net> (Janvier 2004)).

Les principaux secteurs de l'activité économique d'aujourd'hui dans la région de la Mauricie

(Source : <http://www.emploi Quebecmauricie.net> (Janvier 2004))

Les ressources forestières, hydrauliques et le potentiel agricole de la région de la Mauricie ont orienté le développement de ses activités économiques. Les secteurs primaires (agriculture, exploitation forestière) et secondaire (construction et produits manufacturés) procurent encore aujourd'hui une plus grande proportion d'emplois en Mauricie qu'ailleurs au Québec, toutes proportions gardées. Ses industries s'articulent autour des

secteurs traditionnels tels que les pâtes et papier, la transformation métallique, le bois, le meuble. Le secteur tertiaire est moins important en Mauricie qu'ailleurs au Québec (toutes proportions gardées), mais ce secteur tend à se développer. On observe en effet :

- une augmentation des emplois dans le secteur des services et une diminution dans le secteur secondaire (construction et manufactures),
- une diminution des emplois reposant sur les compétences manuelles,
- une augmentation des emplois basés sur des connaissances plus spécialisées.

De plus, l'économie régionale amorce graduellement un virage vers des secteurs liés aux nouveaux courants d'innovation technologique et à l'économie du savoir. Parmi les secteurs à haut niveau du savoir en Mauricie, nous retrouvons :

- les services professionnels, scientifiques et techniques,
- la fabrication de machines industrielles et commerciales,
- la fabrication de matériel informatique et électronique.

Le pourcentage de la population active occupant chacun des secteurs d'activité est présenté pour la région de la Mauricie et la province du Québec dans le tableau 20.

Tableau 20 Pourcentage de la population active par secteur d'activité

SECTEURS	MAURICIE	PROVINCE
Primaire	3,6 %	2,9 %
Secondaire	22,9 %	18,2%
Tertiaire	69,4 %	74,5 %

Les principaux secteurs de l'activité économique d'aujourd'hui – zoom sur la MRC Ville de La Tuque

(Source : [http://www.Emploi Québec \(2003b\)](http://www.Emploi Québec (2003b)))

Les terrains privés de Smurfit-Stone sont majoritairement situés sur le territoire de la MRC Ville de La Tuque. Il nous apparaît donc important de préciser les différentes activités économiques qui y sont présentes. Notons que la portion des terrains de la compagnie qui n'est pas comprise sur la MRC Ville de La Tuque est attachée à la MRC Domaine-du-Roy, qui appartient à la région du Lac-Saint-Jean.

La MRC Ville de La Tuque couvre près de 75 % du territoire de la Mauricie et est caractérisée par la présence d'une vaste étendue forestière couvrant plus de 90 % de la superficie totale. Le territoire municipalisé n'occupe que 8 % et les terrains agricoles sont marginaux. La population de l'ensemble de la MRC ne représente que 6,2 % de la population totale mauricienne (15 860 habitants en 2001).

Le secteur primaire est composé d'une vingtaine d'établissements agricoles, majoritairement à production laitière et élevage de bovins. Cette activité économique génère très peu d'emplois et les établissements restent de petite taille. L'exploitation forestière et les services forestiers représentent, par contre, environ 15 % de l'emploi total de la MRC. Cet effectif se retrouve dans une trentaine d'entreprises de tailles différentes.

Le secteur secondaire est caractérisé par la présence dominante des industries du bois, de l'industrie de la fabrication de carton et de l'industrie du meuble. Ce secteur industriel compte, à lui seul, pour 23,2 % de l'emploi total. Au cours des dernières années, l'apparition de plusieurs petites entreprises a permis de modifier la structure mono-industrielle de la région. Les ateliers d'usinage et les scieries font désormais partie du secteur. La compagnie Smurfit-Stone demeure cependant, le principal employeur de la région avec un effectif de 700 travailleurs. Au cours des dernières années, cette entreprise s'est orientée dans la fabrication d'un produit à

plus forte valeur ajoutée, le carton couverture White Top et s'est aussi concentrée à conquérir de nouveaux marchés. Enfin, le secteur de la construction fournit près de 4 % des emplois.

Le secteur tertiaire comprend la grande majorité des entreprises présentes sur la MRC, soit 82 % d'entre elles. La part relative en terme d'emplois est de 66 %. Les services de production qui incluent le transport, l'entreposage, les communications, la finance, les assurances, les services immobiliers regroupent 126 entreprises (12 % des emplois). Les services de consommation fournissent environ 35 % des emplois à l'intérieur de 440 entreprises. Le secteur des services de soins de santé et des services sociaux représentent 40 % des emplois, alors que l'administration publique et les services d'enseignement occupent respectivement près de 10 et 7 % des emplois.

Rôle majeur de l'industrie forestière en Mauricie

L'industrie forestière joue un rôle important dans le développement économique de la Mauricie, avec près de 40 % des emplois en région. La masse salariale des emplois directement liés à l'industrie manufacturière du secteur forestier dans la région de la Mauricie est de 288,6 millions de dollars, les livraisons de ce secteur totalisent 2 106,6 millions de dollars, et la valeur ajoutée à l'activité totale est de 974,2 millions de dollars. (Source : <http://www.cifq.qc.ca> (Février 2004)).

L'industrie forestière peut être divisée en 3 catégories : l'exploitation forestière, l'industrie du bois et les pâtes et papiers. L'**exploitation forestière** se subdivise à son tour en deux activités bien distinctes : (1) l'aménagement forestier (services forestiers) qui englobe le reboisement, le débroussaillage et la préparation de terrain en vue de la récolte et (2) les activités de récolte (activités d'exploitation) qui comprennent l'abattage, la première transformation du bois sur le terrain et le transport des billes. Dans le secteur de l'aménagement forestier, on comptait, en 2002, 155 entreprises employant près de 1 800 travailleurs. La grande majorité de ces entreprises (71 %) sont de petites tailles, ne comptant que de 1 à 4 employés. Cependant, on retrouve deux grandes entreprises avec un effectif variant entre 200 et 500 travailleurs (Source : <http://www.emploi Quebecmauricie.net> (Février 2004a)).

En ce qui concerne l'**industrie du bois** (qui comprend les scieries, les ateliers de rabotage et les usines de bardeaux), on dénombrait, en 2001, dans la région de la Mauricie, 109 employeurs et un niveau d'emplois s'établissant à 3 775 travailleurs. 43 % des entreprises ont à leur emploi moins de 5 employés (Source : <http://www.emploi Quebecmauricie.net> (Février 2004b)). Par contre, 14 scieries sont dans la classe produisant plus de 10 000 m³/an (Source : <http://www.cifq.qc.ca> (Février 2004)).

Le secteur des **pâtes et papiers et produits connexes** compte 13 entreprises, procurant un total de près de 4 400 emplois en 2001. Des activités d'une valeur de près de 150 millions de dollars sont générées par année. L'importance de ce secteur est énorme pour la région, puisque qu'il représente, à lui seul, 40 % des expéditions manufacturières et englobe 21,5 % de l'ensemble des emplois manufacturiers de la région. La Mauricie produit 18 % des pâtes, papiers et cartons manufacturés sur tout le territoire québécois et est la première région productrice de la province du Québec (Source : <http://www.emploi Quebecmauricie.net> (Février 2004c)).

Activités récréotouristiques liées au milieu forestier

En Mauricie, la forêt est non seulement le lieu d'une exploitation forestière importante, mais elle contribue aussi fortement à l'économie locale via le créneau récréotouristique. À titre d'exemple, la MRC Ville de La Tuque est caractérisée par la présence d'une vaste étendue forestière et d'un immense réseau de 3 500 lacs et 300 rivières. Ce territoire a donc un potentiel récréotouristique évident, et on y retrouve plus de 4 500 chalets, 63 pourvoiries, 9 ZEC et deux réserves écologiques. Cette dimension économique de la forêt se traduit à la fois par des centaines d'emplois, par le maintien de plusieurs emplois existants et contribue grandement au rayonnement de la région (Source : <http://www.emploi Quebec.net> (2003b)).

Plus spécifiquement sur les terrains privés de Smurfit-Stone, étant donné leur étendue et le nombre important de lacs que l'on y retrouve ainsi que le libre accès au territoire, le secteur touché par le projet d'arrosage aérien de

phytocides est largement fréquenté par les chasseurs et pêcheurs. Depuis 1978, les terrains privés sont considérés comme un territoire libre pour les activités de chasse et pêche, soumis aux réglementations gouvernementales en matière de chasse et pêche. Puisque l'accès aux terrains privés n'est pas contrôlé, il est difficile d'obtenir des statistiques précises concernant les activités de chasse et pêche. Toutefois, une enquête terrain réalisée en 1998 permet d'estimer la fréquentation des terrains privés par les adeptes de chasse à l'original et démontre que 40 % des chasseurs proviennent de la région de la Mauricie (Faune Conseil PDG 1998).

Les principales activités de chasse sont celles à l'original, à l'ours noir et au petit gibier (lièvres, gélinottes et tétras du Canada). Le tableau 21 présente les statistiques de prélèvement pour la chasse à l'original et à l'ours noir depuis 1991 sur les grands terrains privés du nord (blocs nord et sud) de Smurfit-Stone (Zones 14, 16 et 18). Le plan de gestion de l'original limite depuis 1994 le prélèvement sur la population dans les zones concernées (14, 16 et 18). La réglementation pour la chasse à l'ours a, quant à elle, été modifiée en 1999 pour limiter le prélèvement à un ours au printemps, la chasse n'étant plus permise à l'automne. Les espèces pêchées sont le doré, le brochet, l'omble de fontaine, le touladi et le corégone. La pêche est pratiquée dans les lacs et dans les quelques rivières qui sillonnent le territoire. Les activités de trappe sont interdites sur les terrains privés de Smurfit-Stone pour les non-autochtones, puisque ce territoire est occupé par plusieurs réserves à castors.

Tableau 21 Statistiques de prélèvement pour la chasse à l'original et à l'ours noir, depuis 1991, sur les grands terrains privés du nord (blocs nord et sud) de Smurfit-Stone (Zones 14, 16 et 18).

ANNÉE	CHASSE À L'ORIGINAL	CHASSE À L'OURS
1991	55	8
1992	60	12
1993	56	15
1994	42	24
1995	44	33
1996	39	24
1997	42	7
1998	38	5
1999	76	14
2000	41	ND
Moyenne	49,3	15,7

Ces données excluent les prélèvements effectués par les autochtones.

Les communautés autochtones présentes sur le territoire d'étude : leurs activités traditionnelles et le tournant vers une économie mixte.

Confrontées par le développement économique forestier depuis 1912 de par leur situation géographique, les communautés d'Opitciwan et de Wemotaci ont déployé maints efforts pour assurer le maintien de leurs activités traditionnelles.

Le modèle économique communautaire et collectiviste de ces communautés atikamekws a longtemps mis l'emphase sur les traditions de chasse et l'attachement au territoire et aux traditions. Les activités de chasse,

pêche, trappe et certaines activités traditionnelles sont pratiquées par les communautés sur un vaste territoire englobant les terrains couverts par le projet d'arrosage aérien de phytocides.

Le plan de développement économique de ces communautés préconise, depuis le début des années 1990, une migration vers une économie mixte faisant place aux partenaires industriels et à une autonomie politique des projets de développement économique. Les activités économiques des communautés concernées sont diversifiées et basées, entre autres, sur les arts et artisanat, le piégeage, la foresterie, la construction, la mécanique générale et le transport routier.

La mise en place des services forestiers à Opitciwan et à Wemotaci, de la scierie avec Abitibi-Consolidated (Opitciwan) et du projet de scierie avec Smurfit-Stone et Gérard Crête et fils (Wemotaci) se veut l'aboutissement d'efforts communautaires qui contribuent au développement économique et renforcent le rôle de ces partenaires dans le développement durable des ressources forestières. Le tableau 22 dresse le portrait des collaborations entre les communautés atikamekws et l'industrie forestière de la région, sur les terrains privés de Smurfit-Stone et plus globalement dans la région de la Mauricie depuis 1985.

Tableau 22 Projets réalisés en collaboration entre les communautés atikamekws et l'industrie forestière de la région, sur les terrains privés de Smurfit-Stone et plus globalement dans la région de la Mauricie depuis 1985 (Smurfit-Stone 2001)

ANNÉE	DESCRIPTION DES PROJETS RÉALISÉS
1985	Première participation aux travaux de reboisement (25 reboiseurs, 1 730 000 plants)
1986	Projet de formation de la main-d'œuvre (2 000 000 plants)
1990	Premier contrat de reboisement avec le Conseil de la Nation Atikamekw (2 000 000 plants)
1991	Premier contrat d'éclaircie précommerciale avec le Conseil de la Nation Atikamekw (150 hectares) a sur terre publique)
1992	Premier contrat de reboisement avec le Conseil de bande d'Opitciwan (2 000 000 plants)
1993	Premiers contrats de reboisement et d'éclaircie précommerciale octroyés à Services forestiers Opitciwan (4 000 000 plants sur terre publique et 400 hectares sur terre publique)
1994	Premier contrat d'éclaircie précommerciale octroyé à Services forestiers Opitciwan sur les terrains privés (533 hectares)
1998	Démarrage de la Scierie Opitciwan
1998	Premier contrat d'éclaircie commerciale octroyé à Services forestiers Opitciwan
1999	Première entente annuelle pour l'approvisionnement de l'usine d'Opitciwan (CPRS : 12 421 m ³ et ECR : 22 661 m ³)
2001	Consolidation du projet de Scierie Wemotaci

b) Profil social

Profil général

La population mauricienne représente 3,9 % de la population québécoise, soient environ 260 000 habitants. Cette population est vieillissante avec les 45,2 % occupée par des adultes de 45 ans et plus (Source : <http://www.emploi.quebec> (2003a)).

Près d'une personne sur 4 (soit 24,6 %) détient moins d'un certificat d'études secondaires, alors que 33 % de la population mauricienne a un diplôme d'études collégiales ou universitaires. (Source : <http://www.emploi.quebec> (2003a))

Les indicateurs du marché du travail sont présentés dans le tableau 23 pour les périodes de décembre et janvier 2002 (Source : <http://www.emploi.quebec> (2003a)).

Tableau 23 Indicateurs du marché du travail. Janvier et décembre 2002.

INDICATEURS	JANVIER 2002	DÉCEMBRE 2002
Population de 15 ans et plus	216 400	215 900
Population active	124 300	130 200
Population en emploi	108 300	117 400
Temps plein	86 600	91 000
Temps partiel	21 800	26 400
Population en chômage	16 000	12 800
Taux d'activité	57,4 %	60,3 %
Taux de chômage	12,9 %	9,8 %
Taux d'emploi	50,0 %	54,4 %

Profil de la main-d'œuvre forestière

Une enquête réalisée par Emploi Québec a été menée auprès de nombreux employeurs de 19 secteurs d'activités économiques représentés dans la région de la Mauricie (Source : <http://www.emploi.quebec> (2003a)). Cette enquête avait pour objectif, entre autres, d'évaluer les besoins en main-d'œuvre en Mauricie (début de l'enquête en décembre 2002). L'ensemble des données présentées dans cette section proviennent des résultats de cette enquête.

Suite à cette enquête, 15 % des employeurs qui ont répondu à l'étude ont affirmé avoir des postes vacants. Parmi ces derniers, les postes mentionnés dans le milieu forestier sont ceux de bûcherons et d'ouvriers sylvicoles.

Un autre 25 % des employeurs prévoyaient également embaucher de la main-d'œuvre additionnelle en 2003. Les intentions d'embauche concernaient, pour le domaine de la foresterie, les débroussailliers, les techniciens forestiers et les reboiseurs.

Le phénomène de vieillesse de la population est une préoccupation régionale de plus en plus présente. Dans le secteur des pâtes et papiers par exemple, l'âge moyen des travailleurs se situe à près de 48 ans en Mauricie. Ce phénomène peut avoir plusieurs causes. Dans le cas du secteur des pâtes et papiers, il est la résultante de la

rationalisation qu'a connu ce secteur au cours des 20 dernières années. Pour le secteur de l'aménagement forestier, il n'est pas le résultat d'un ralentissement des activités, ni d'un blocage de l'embauche. Le problème en est un de relève : l'industrie arrive difficilement à attirer les jeunes et surtout à les garder en emploi. Parmi les principaux métiers touchés par la retraite progressive, figurent les débroussaillieurs pour le domaine de la foresterie, alors que la retraite totale affecte plutôt les ouvriers sylvicoles.

Depuis plusieurs années, tant les employeurs que les travailleurs forestiers ont exprimé des besoins de formation afin de posséder des qualifications professionnelles requises pour exercer leur métier. Nombre d'entre eux ont appris leur métier « sur le tas ». Un autre besoin clairement exprimé par le milieu forestier est de voir valoriser les métiers de la forêt autant dans le milieu que dans la population en général. Le processus de reconnaissance s'est mis en branle au cours de l'année 2000 et poursuit son cours. Enfin, la réalité du secteur de l'aménagement forestier est le roulement élevé de la main-d'œuvre. Le mode de rémunération et les conditions difficiles dans lesquelles est exercé le travail en forêt notamment sur le plan physique (équipement lourd, variations du climat, déplacements difficiles tant sur les chemins que sur les parterres de coupe), en sont les principales causes. En ce qui concerne les conditions de travail difficiles, on peut également noter le nombre d'heures élevé de travail par semaine (en moyenne 48 heures/semaine pour un débroussaillieur), et l'éloignement du travail par rapport au domicile (57 % des travailleurs résident durant la semaine à l'extérieur dont 60 % en camp forestier, et les déplacements du domicile vers le lieu de travail sont en moyenne de 202 km (du camp) (André, 2003). Enfin, une autre enquête réalisée en 1999-2000 a montré que la rémunération des travailleurs sylvicoles était souvent relativement faible : 21 % des travailleurs sylvicoles gagnaient moins de 20 000 \$/année, et 62 % entre 20 et 40 000 \$/année.

c) Profil culturel des communautés autochtones : exemple de la communauté d'Opitciwan (Beaupré 2004)

Les activités de chasse

Anciennement, cette activité représentait le principal apport de nourriture pour la famille, le groupe de chasse ou la communauté.

La chasse à l'orignal est l'une des activités de chasse parmi les plus populaires chez la communauté d'Opitciwan. Aujourd'hui, elle est pratiquée sur de courtes périodes à partir du village, avec des moyens de communication et de déplacement rapides (motoneiges, véhicules tout terrain, etc.), alors qu'anciennement, elle se pratiquait presque sur une base annuelle (à l'exception du printemps correspondant à la saison de mise bas pour les femelles) La viande ainsi chassée, est partagée dans les familles, alors qu'elle était anciennement partagée parmi toute la communauté. Chez les Atikamekws, l'ensemble de l'animal tué est utilisé, du museau à la moelle des os, à des fins de nourriture, mais aussi d'artisanat (manches de couteaux), de confection de vêtements, etc. L'abattage d'un orignal va ainsi créer de nombreuses heures de travail pour l'artisan.

L'ours était anciennement très recherché pour sa graisse, sa viande, sa fourrure (qui servait à la confection de couvertures très chaudes et d'isolant pour les tentes contre le froid), en plus de fournir des pièces très recherchées pour l'artisanat telles que les dents et les griffes pour fabriquer des colliers. La chasse à l'ours **a perdu aujourd'hui beaucoup d'intérêt** de la part des Atikamekws, même si elle est toujours pratiquée par certains individus. L'ours est de plus une bête qui fait partie des mythes et légendes amérindiennes.

Le petit gibier tel que la perdrix, le lièvre, la marmotte et le porc-épic, fait partie de la base alimentaire des Atikamekws. La pratique de cette activité de chasse était pour les aînés, une excellente occasion d'initier les jeunes aux techniques de capture ainsi qu'aux habitats propices à chaque espèce. Elle faisait partie du mode de vie traditionnelle, et était pratiquée selon les besoins alimentaires. Aujourd'hui, la chasse au petit gibier est considérée comme un loisir. **La pratique ne fait plus partie des actions quotidiennes de tous les membres de la famille**. Les fins de semaine, les vacances et les semaines culturelles sont, par contre, des occasions de pratiques et d'enseignement pour intéresser les jeunes au territoire et aux ressources fauniques.

La chasse aux oiseaux migrateurs, soient le canard, l'oie blanche et la bernache, est une activité traditionnelle **pratiquée de manière intensive même aujourd'hui**. Une semaine culturelle au printemps est consacrée principalement à cette activité. Lorsque les captures sont abondantes, elles sont partagées entre les membres de la communauté. Certains Atikamekws confectionnent encore des douillettes de duvet provenant de ces chasses.

Les activités de pêche

Les espèces les plus recherchées sont le doré, le touladi, l'esturgeon, le corégone, l'omble de fontaine. La pêche à la ligne est, de plus en plus, répandue à certaines périodes de l'année par les membres de la communauté, qui peuvent pêcher à partir d'un quai, d'une embarcation ou sur le bord des rivières.

Les activités de trappage

Les activités de trappage auraient débuté bien avant le commerce des fourrures et l'arrivée des Blancs sur le continent. Les fourrures étaient utilisées à des fins vestimentaires, de confection de couvertures et d'alimentation. Avec la construction du chemin de fer, du réservoir Gouin, des routes forestières et la création de la réserve d'Opitciwan, les façons de faire la trappe ont bien changé, et **cette activité n'est maintenant pratiquée que par certains individus de la communauté**. Elle est **pratiquée de façon sporadique**, pour arrondir les fins de mois et par plaisir, mais n'est plus liée à une question de survie. Par contre, les produits de la trappe font encore partie du régime alimentaire des familles qui trappent.

La cueillette alimentaire

Parmi les activités de cueillette, la **récolte des bleuets** demeure la **principale activité pratiquée par plusieurs membres de la communauté**, qui peuvent en tirer des revenus fort appréciables sur une période de 2 à 4 semaines. Cette activité se pratique en famille, et favorise les échanges inter-générationnels, d'où la création de 2 semaines culturelles à l'occasion de la récolte des bleuets.

Les plantes médicinales (plantes, écorces, racines) semblent être utilisées encore aujourd'hui sur une base assez importante. Elles sont par contre utilisées moins qu'autrefois, car elles sont remplacées, parfois, par les médicaments du dispensaire ou de la pharmacie.

La cueillette d'œufs à des fins alimentaires et **la récolte de l'eau de bouleau** pour produire un sirop ressemblant à la mélasse sont **deux activités qui ont été abandonnées par la communauté**, du fait de la facilité d'accès à des produits de substitution (œufs de poule à l'épicerie et sirop d'érable).

Prélèvements d'autres produits dans la nature

L'écorce de bouleau, à l'origine prélevé pour la fabrication de canots d'écorce, **fait toujours partie des objets de récolte par les artisans** pour fabriquer des paniers et de nombreuses pièces d'artisanat. Ce sont les aînés qui sont les plus actifs dans la production de cet artisanat.

Les branches de sapin sont **toujours utilisées pour tapisser les tentes, mais en proportion beaucoup plus limitée qu'autrefois**. En effet, à notre époque, les Atikamekws favorisent la construction de chalets bien équipés. Par contre, principalement durant l'été, ces chalets sont entourés de plusieurs tentes qui accueillent les autres membres de la famille et les amis proches. Les sites de campement et l'utilisation des branches de sapins ne sont donc pas appelés à disparaître à court terme.

Le bois pourri sert toujours à boucaner la viande d'original, d'ours ou le poisson, pour leur donner un goût savoureux.

Les racines d'épinettes, les plumes, la gomme d'arbres sont surtout utilisées par les aînés lors de séjours en forêt, durant les semaines culturelles ou pour d'autres besoins spécifiques.

L'utilisation de la **mousse de sphaigne** pour les besoins sanitaires et les couches de bébés fait partie du folklore.

Activités de fabrication et de réparation

Aujourd'hui, la plupart des objets fabriqués à partir de produits récoltés ou ramassés dans la nature, le sont **sur une base artisanale, par quelques individus seulement**, alors que dans le passé, la fabrication et la réparation de ces objets faisaient partie du quotidien. Il s'agit entre autres de la fabrication de couvertures, matelas, vêtements, mitaines, récipients en écorce, avirons, canots d'écorce, filets de pêche, porte-bébés, traîneaux, outils, mocassins, manches de hache, raquettes, etc. Le bouleau blanc représente l'essence la plus utilisée pour ces activités de fabrication, à partir de son bois et de son écorce, du fait de ses propriétés physiques qui la rendent facile à travailler. Le sapin est aussi une essence forestière recherchée pour ses branches (fabrication du plancher des habitations), sa gomme (construction et réparation de canots) et son bois (combustible). L'abondance de sapins dans l'environnement était considérée par les Atikamekw comme un indice de vitalité d'un site de campement, au même titre que le bouleau blanc.

Mode d'utilisation du territoire

Si l'on veut comprendre l'ensemble des activités liées au territoire et aux campements, il faut se référer **au début des années 1920**, après la création du réservoir Gouin et la construction du chemin de fer. À cette époque, les territoires d'occupation atikamekw couvraient environ 20 000 km² et étaient séparés en 4 grands domaines familiaux. Chacun des domaines familiaux était aménagé de réseaux de sentiers, portages, voies navigables reliant tous les plans d'eau et de sites de campements temporaires et permanents utilisés selon les saisons. Au centre de chaque domaine familial ou à un endroit stratégique, on bâtissait un camp en bois rond pour abriter le ou les aînés, afin de limiter ses déplacements. Ce site formait, avec le temps, un genre de capitale familiale ou lieu de rassemblement familial.

Avec la création de la réserve à castors d'Abitibi-Est, ces 4 grands domaines familiaux ont été découpés par le gouvernement du Québec en une quarantaine de territoires de trappe, beaucoup plus petits. Habituellement, un groupe de 2 ou 3 familles composées d'une dizaine d'adultes et autant d'enfants partaient d'Opitciwan, l'automne, en canot et se rendaient passer tout l'hiver dans différents sites de campement pour chasser, pêcher, trapper et réaliser les activités liées à leur mode de vie traditionnel en forêt. Ils revenaient au village (Opitciwan) après la fonte des glaces pour y passer l'été, puisque les enfants d'âge scolaire passaient tout l'été à l'école.

De nos jours, le mode d'utilisation du territoire est différent. Avec les changements de mode de vie, les enfants dans les pensionnats ou à l'école du village durant toute l'année, les familles restent de plus en plus à Opitciwan de façon permanente, alors que les chasseurs partent pour de courts séjours en forêt. **Quelques-uns continuent leur mode de vie traditionnelle**, et partent sur la glace en motoneige par groupes de 2 ou 3 chasseurs pour y passer l'hiver sur leur territoire. Beaucoup d'autres ont bâti des chalets qu'ils occupent les fins de semaines. **Les séjours en forêt sont de courte durée**, lorsque les gens occupent des postes permanents dans la communauté. **Les séjours familiaux sur le territoire avec la pratique d'activités ont lieu davantage durant les semaines culturelles ou les vacances estivales.**

Activités communautaires et spirituelles

Les activités communautaires et spirituelles se sont modifiées avec le temps. Dans le passé, durant l'été, les familles étaient réunies au village. Cette période était alors celle des mariages, baptêmes et festivités. Les mariages entre familles créaient des alliances nouvelles qui favorisaient la composition de nouveaux groupes de chasseurs pour l'automne. Toutes les activités communautaires et spirituelles reposaient sur une valeur fondamentale qui était le respect de l'autorité du chef de bande, du clan familial, du curé ou des aînés.

Les activités communautaires et les rencontres estivales se sont modifiées avec le temps. Aujourd'hui, les rassemblements et les festivités se pratiquent autour de rencontres sportives tels les tournois de hockey, de ballon-balai, les jeux autochtones entre les communautés de plusieurs nations. On accorde encore un respect évident envers les aînés et des rencontres annuelles des aînés des 2 communautés atikamekws se perpétuent sur une période de plusieurs jours.

L'attrait pour la religion catholique reste très présent encore aujourd'hui avec les messes, les baptêmes, les mariages, les funérailles, etc. De plus, la majorité des autochtones catholiques ont développé, depuis plusieurs années, une dévotion particulière à Sainte-Anne-de-Beaupré et plusieurs se rendent à Sainte-Anne à la mi-juillet à l'occasion de la fête de Sainte-Anne.

3. DESCRIPTION DES VARIANTES DE RÉALISATION

Il existe de nombreuses façons de gérer la présence de la végétation de compétition ou accompagnatrice. De façon générale, on peut dire que ces méthodes évoluent actuellement vers une utilisation plus ciblée des pratiques forestières visant à contrôler leur apparition suite à la coupe ou à les éliminer pour les empêcher de nuire à la régénération. Cette évolution des outils et de leur utilisation est propre à chaque pays, et ce, particulièrement dans le cas des phytocides. De nouveaux phytocides (ou herbicides) potentiellement utilisables sont ainsi développés de façon à devenir plus spécifiques aux espèces indésirables, mais ceux-ci ne se voient pas nécessairement recevoir leur homologation dans tous les pays. Les sections qui suivent présentent différentes méthodes et produits potentiellement employables pour limiter l'apparition de cette végétation compétitrice ainsi que pour l'éliminer dans le cadre d'activités de préparation de terrain ou de dégagement de la régénération résineuse en place.

3.1. Pratiques préventives visant à limiter l'installation de la végétation de compétition ou limiter l'impact de la compétition sur la régénération résineuse

La lutte contre la végétation concurrente vise à s'assurer que la régénération est libre de croître. L'atteinte d'un tel objectif peut se faire de différentes façons. En 1994, la stratégie de protection des forêts, en stipulant que l'utilisation de phytocides chimiques devrait cesser sur terre publique pour 2001, proposait plusieurs alternatives pour limiter les besoins en dégagement :

- 1- la pratique de la coupe avec protection de la régénération et des sols (décision 1);
- 2- la récolte intégrée (décision 2);
- 3- la pratique de la coupe progressive;
- 4- le reboisement avec des plants de fortes dimensions dans un court délai après la récolte (décisions 8 et 9);
- 5- l'arrêt des coupes de conversion;
- 6- le report du dégagement au moment de l'éclaircie précommerciale dans le cas des jeunes peuplements de feuillus ne poussant qu'en pleine lumière;
- 7- l'amélioration des connaissances et la confection de guide (décisions 23, 24 et 48).

Dans la mesure où les conditions de site le permettent et que les informations concernant le milieu sont disponibles, le promoteur intègre déjà ces moyens à travers ses stratégies d'aménagement. Pour les besoins de la présente étude, nous nous arrêterons donc uniquement sur les méthodes de récolte privilégiées par le promoteur, l'impact de la préparation de terrain et l'impact du reboisement à l'aide de PFD en essences adaptées au site et ce, dans un laps de temps le plus court possible à titre d'approche afin de limiter les besoins en dégagement subséquent.

3.1.1. Méthodes de récolte et d'opération

L'utilisation de la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS), tout en perturbant le moins possible le sol, limite l'envahissement par les feuillus de lumière. De plus, lorsque les opérations de récolte s'effectuent dans les peuplements mélangés, la récolte des arbres d'essence feuillue aide également à limiter cet envahissement en éliminant les semenciers. Toutefois, le phénomène de drageonnement (comme c'est le cas avec le peuplier) peut être stimulé par la coupe.

L'utilisation de la coupe progressive d'ensemencement constitue une autre alternative intéressante pour limiter les besoins en dégagement de la régénération. En effet, en favorisant l'installation de la régénération avant l'ouverture totale du couvert, on limite les besoins subséquents en dégagement en ayant donné de meilleures

conditions de croissance aux espèces désirées, plus tolérantes à l'ombre, telle que l'épinette, au détriment de la compétition composée principalement d'essences de lumière. C'est d'ailleurs ce que Schütz (2002 in Popular summaries 2002) soulève dans un de ses écrits. Il y compare les espèces dites de milieu ouvert ou de lumière à des « sprinters » et les autres à des marathoniens. Pour favoriser ces derniers, il faut comprendre l'importance de contrôler l'apport de lumière et chercher à ouvrir les peuplements de façon progressive. En dosant bien cet apport de lumière, on augmente les chances de la régénération désirée face à la compétition.

3.1.2. La préparation de terrain

La préparation de terrain préalable à la mise en terre des plants constitue une autre approche sylvicole visant à accélérer l'implantation d'un peuplement en essences désirées. Les objectifs visés par une telle approche peuvent être généralement de trois ordres (concomitants ou non) :

1. Améliorer les caractéristiques physiques du sol;
2. Maîtriser la compétition en essences non désirées;
3. Améliorer les conditions opérationnelles reliées à la présence de débris sur le parterre de coupe.

Dépendamment de l'objectif recherché, il existe trois modes de traitement pour réaliser cette préparation de terrain : 1) de façon mécanique; 2) par brûlage dirigé et 3) à l'aide de phytocides. Comme on peut le voir au tableau 24, en fonction des objectifs visés, certaines méthodes sont plus appropriées que d'autres. On s'aperçoit ainsi que pour combattre la végétation compétitive, dans le contexte québécois où le brûlage est peu ou pas utilisé, l'utilisation de phytocides constitue la meilleure méthode alors que la préparation terrain de façon mécanique offrira plus d'avantages si l'on cherche à éliminer les débris et créer des microsites favorables au reboisement.

Tableau 24 Comparaison des méthodes (inspiré de Stewart 1978 in OMNR 1998)

MÉTHODE	PRÉPARER LE LIT DE GERMINATION	RÉDUIRE LA COMPACTION	CRÉER DES MICROSITES	RÉDUIRE LA COMPÉTITION	RETIRER LES DÉBRIS
Mécanique	+	++	++	+	++
Brûlage dirigé ¹	+	-	-	++	+
Phytocide	-	-	-	++	-
Combinaison	+	+	+	+	+

++ très efficace / + efficace / - pas efficace

En fonction des moyens utilisés, les **impacts directs** reliés à la préparation de terrain, en regard de l'amélioration des caractéristiques physiques du sol, peuvent donc être de déplacer l'horizon organique (litière, humus, tourbe, etc.) et mettre le sol minéral à nu, modifier la teneur en eau du sol, sa structure, sa densité, sa température ou bien de mélanger l'horizon organique avec l'horizon minéral. Dans le but de maîtriser la composition en essences non désirées, la préparation de terrain peut avoir comme impact de détruire les portions aériennes de la végétation en place (compétitive ou non) ainsi que le réseau racinaire de celle-ci. Finalement, les conditions opérationnelles associées au dégagement des débris (ligneux ou autres) du parterre peuvent avoir comme impact d'améliorer la productivité et la sécurité des ouvriers sylvicoles (reboiseurs, débroussailliers, bûcherons) qui auront à travailler sur ces sites.

Les principaux **impacts indirects** reliés à la préparation de terrain impliquent principalement l'augmentation de l'activité biologique dans le sol qui, lui-même, influence le taux de minéralisation de l'humus forestier (autrement dit la vitesse de décomposition de la matière végétale) et donc, de la disponibilité en éléments minéraux. Ils peuvent également toucher la croissance des plants résineux par l'élimination des plantes

¹ Méthode très peu ou pas appliquée au Québec

compétitives en périphérie tout comme ils peuvent impliquer une germination encore plus grande des semences enfouies dans le sol (généralement d'espèces pionnières indésirables) amenant ainsi une compétition encore plus grande que dans le cas initial.

On doit parler ici de ces impacts comme « pouvant » influencer la végétation car ces derniers, directs et indirects, ainsi que leur ampleur, varient en fonction de différents facteurs. Les principaux facteurs sont :

- le mode de préparation utilisé (mécanique ou chimique);
- le type de préparation et son ampleur (avec disques, avec bracke, avec une taupe, phytocide avec ou sans surfactant, etc.);
- les conditions de croissance reliées au domaine bioclimatique (température, pluviométrie, etc.) où se situe le parterre;
- le type de végétation compétitive en présence (éricacées, framboisier, cerisier, tremble, etc.).

Une bonne compréhension de la dynamique végétale des secteurs concernés, autant des plantes compétitives que des espèces désirées, est donc nécessaire pour prendre une décision juste concernant cette approche sylvicole. On doit ainsi se baser sur l'expérience terrain acquise au sujet du territoire et à l'état des connaissances scientifiques sur le sujet. Ainsi, selon les travaux de Roy, Thiffault et Jobidon (2003a), la préparation de terrain ne semble pas avoir d'influence sur la présence de la végétation compétitive sur des sites riches à humus mince et à haut risque de compétition. Selon leurs travaux, le scarifiage à disques influence peu les régimes thermique et hydrique du sol ainsi que la densité de la végétation compétitive. Cette absence d'effets s'observe également sur la croissance et la physiologie des plants mis en terre. Cette conclusion de l'absence d'effets de la préparation de terrain ne s'applique toutefois qu'aux stations riches à humus mince. Toujours selon ces auteurs, dans le cas de stations plus pauvres ou présentant des humus épais, la préparation de terrain constitue une approche sylvicole efficace pour améliorer les conditions de croissance des plants à mettre en terre (Thiffault *et al.* 2003b). À ce titre, l'utilisation de bracke (figure 31) peut constituer une alternative intéressante pour créer ces bonnes conditions tout en limitant le brassage du sol qui peut également favoriser l'implantation d'espèces compétitives qui ont besoin de sol minéral pour s'installer. Finalement, bien que la préparation de terrain n'a que peu d'effets sur l'interaction entre la végétation compétitive et celle désirée, elle se veut une méthode efficace pour améliorer les conditions opérationnelles et de sécurité lors du reboisement et ce, sur n'importe quel type de station. (Thiffault *et al.* 2003b).



Figure 31 Un exemple de bracke

Chez Smurfit-Stone, l'expérience terrain de la compagnie a plutôt démontré que la préparation de terrain, bien que parfois nécessaire pour permettre les opérations de reboisement, a plutôt un effet stimulateur sur l'envahissement par les essences feuillues. L'application terrestre de phytocides, avant ou après la préparation mécanique (réalisée à l'aide de TTS à action hydraulique, de scarificateur de type Donaren ou bien de mise en

andin avec bulldozer ou débusqueuse - figures 32, 33, 34), vise donc à obtenir un effet répressif immédiat sur la compétition feuillue afin de donner aux arbres résineux plantés, une avance sur celle-ci pour quelques années.



Figure 32 TTS à action hydraulique



Figure 33 Bulldozer équipé d'un peigne



Figure 34 Scarificateur de type Donaren

L'impact de la préparation est également fonction des domaines bioclimatiques où il peut y avoir des effets sur les caractéristiques biophysiques du sol. Dans le sud du Québec, les humus sont plus minces et la préparation de terrain a peu d'effets sur l'amélioration des caractéristiques physiques du sol ce qui induit peu d'effets sur les processus biologiques tels que la minéralisation. Par exemple, selon Thiffault *et al.* (2003b), la préparation de terrain ne génère déjà que peu d'effets sur la compétition dans le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'Est.

Les perturbations physiques viennent modifier l'horizon organique et donc, modifier le milieu de croissance d'espèces comme les éricacées par exemple. Ce groupe d'espèces comporte un système racinaire qui privilégie l'horizon organique pour croître et puiser les éléments nutritifs dont il a besoin. En limitant la présence de cette matière organique, on peut diminuer la prépondérance du site à offrir les caractéristiques nécessaires à des essences, comme le *Kalmia*, de se développer. Le *Kalmia* est considéré à Terre-Neuve comme l'une des plantes compétitives la plus difficile à contrôler sur les sites aux conditions de croissance pauvre et moyenne. Dans le cas où l'envahissement du site est associé à sa présence, les travaux de English et Titus (2000) et Thiffault *et al.* (2004c) ont démontré que le fait de scarifier le sol permettait d'améliorer les conditions de croissance de façon importante. Comme on peut le voir à la figure 35 (tirée de English et Titus 2000), le scarifiage du site a donné un avantage concurrentiel aux plants mis en terre et qui ont atteint une hauteur 1½ plus grande que ceux du témoin. Cette même figure nous démontre également l'effet cumulatif du scarifiage et de l'usage de phytocides (usage probablement associé à l'ajout de surfactant). L'effet sur l'amélioration des conditions de croissance par le scarifiage s'explique principalement par l'effet d'augmentation de la température du sol et du mélange obtenu entre le sol minéral et l'humus.

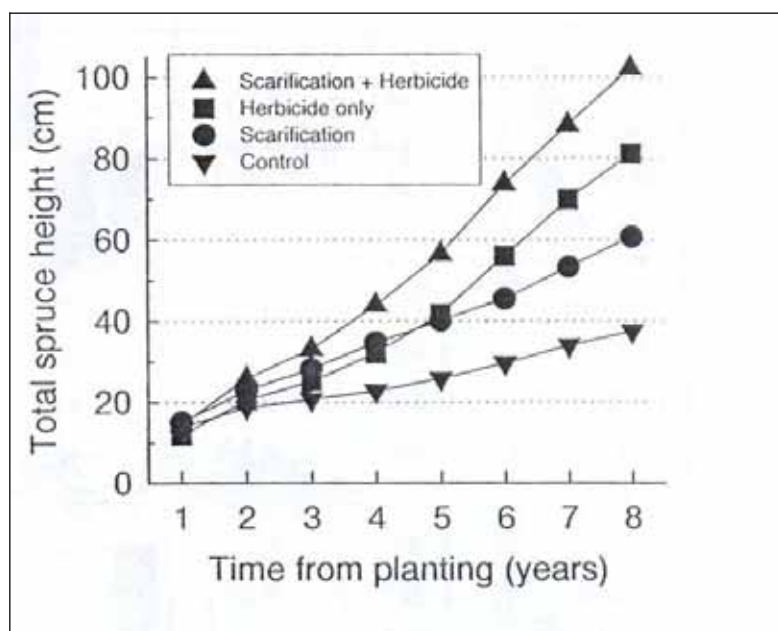


Figure 35 Effet du scarifiage et des phytocides sur la croissance en hauteur de la régénération (tiré de English et Titus 2000)

3.1.3. L'utilisation de plants à forte dimension adaptés au site et en santé

Il est bien évident que l'utilisation de plants adaptés aux conditions climatiques de la région et qui ont profité de bons soins avant leur mise en terre, ont plus de chance de pouvoir compétitionner efficacement avec les espèces de lumière (Thiffault *et al.* 2003a). L'action de choisir la bonne essence au bon endroit lors de la mise en terre constitue la première étape d'une lutte efficace contre la végétation compétitive.

Deuxièmement, à la lumière des projets réalisés par la direction de la recherche forestière du MRNFP et présentés sous forme d'une synthèse des travaux ayant porté sur les PFD, Roy *et al.* (2003) ont, entre autres, démontré que la dimension des plants conférait des conditions de croissance significativement avantageuses à la régénération mise en terre suite à une coupe. Ces résultats démontrent, en effet, que :

*« les PFD ont une plus grande capacité photosynthétique, ce qui leur confère une meilleure croissance et un meilleur accès aux ressources environnementales, principalement la lumière... De plus, les PFD sont mieux nantis pour croître en présence de compétition puisque leur forte dimension leur confère un avantage compétitif pour la lumière. Un reboisement avec des PFD devrait limiter les besoins de répéter les dégagements mécaniques et permettre d'obtenir une meilleure réaction de croissance à la suite de ceux-ci » (Roy *et al.* 2003).*

Cet effet a même été démontré par un suivi de plantation fait sur une période de 8 ans, qui a mis en perspective que : « [...] les gains de croissance découlant de la combinaison d'une plantation de PFD avec contrôle de la compétition ont été multiplicatifs » (Jobidon *et al.* 2003).

Troisièmement, bien que l'effet du reboisement hâtif ne soit pas encore très documenté, les observations faites dans divers projets du MRNFP et d'autres tendent aussi à démontrer que le reboisement, réalisé l'année suivant la coupe, offre de meilleures conditions d'établissement et de croissance aux plants mis en terre. Une remise en production hâtive, à l'aide de plants de forte dimension sur les sites récoltés, semble donc constituer une stratégie gagnante pour limiter les besoins ultérieurs en dégagement ou, du moins, la répétition de ceux-ci dans le temps (Thiffault *et al.* 2003b).

Dans le cadre d'une remise en production sur des sites où la végétation compétitive est présente, ces résultats démontrent bien l'impact de l'utilisation de PFD dans la lutte à la compétition. Par contre, il faut aussi mettre en perspective que la majorité de ces résultats sont associés à des dispositifs de recherche et ne sont pas totalement représentatifs de la réalité opérationnelle reliée à l'utilisation de PFD. En effet, les problèmes de logistique (transport, besoin en arrosage, etc.), de taux de survie (relié entre autres à leur manipulation, fragilité du système racinaire, etc.) et de la disponibilité de ceux-ci auprès des pépinières font que leur utilisation, à très large échelle, est encore questionnée par les professionnels sur le terrain. Ces problèmes font dire à certains que l'utilisation de PFD n'est pas encore tout à fait prête à une sylviculture industrielle.

Aussi, bien que l'impact positif du reboisement hâtif ne soit pas remis en doute, il faut mettre en perspective la réalité opérationnelle de cette activité qui met en relief les problèmes de gestion qui en découlent. En effet, la logistique impliquée dans un reboisement le printemps suivant la coupe demande une planification très serrée des activités de récolte et de préparation de terrain. Il faut également conjuguer avec la réalité :

- des problèmes de bris de machinerie;
- de météo pluvieuse;
- de coupe réalisée tard à l'automne (spécialement lors de la présence de tiges feuillues pour éviter que le bois ne chauffe en bordure du chemin);
- de disponibilités des équipements et des travailleurs;
- de difficulté d'accessibilité à certains moments de la saison;
- etc.

Tous ces problèmes font qu'il est souvent difficile de reboiser hâtivement et cela implique le report du reboisement au deuxième printemps suivant la récolte.

3.2. Modes d'intervention possibles pour la préparation de terrain

Comme mentionnée plus haut, la préparation de terrain a pour but d'améliorer les conditions de site pour l'installation de la régénération, soit de façon naturelle ou artificielle. Ceci peut s'effectuer à l'aide de deux grandes familles d'outils : les phytocides ou les outils mécaniques. Cette préparation peut avoir différents objectifs : 1- améliorer les conditions de croissance pour les semis; 2- contrôler la végétation de compétition et 3- faciliter les opérations de reboisement. En fonction des conditions biophysiques qui prévalent sur le site et de ces objectifs, certaines méthodes peuvent être utilisées et d'autres non.

3.2.1. Description de la préparation de terrain à l'aide de phytocides

Ce type de préparation utilise les phytocides pour éliminer toutes les formes de végétation présentes sur le site. Généralement, on cherchera à éliminer la présence des essences feuillues afin de favoriser l'installation de la régénération résineuse. Toutefois, en fonction des phytocides utilisés ou du moment de l'application, il est également possible d'éliminer les tiges résineuses si l'objectif de production, pour le secteur concerné, n'inclut pas ces essences.

La préparation de terrain à l'aide de phytocides peut s'effectuer à partir d'arrosage terrestre ou aérien et constitue une approche rapide et économique pour modifier les conditions de compétition qui prévalent sur le site de façon à faciliter l'installation d'un nouveau peuplement. Par contre, ce type de préparation n'influence pas les facteurs physiques du site. Ainsi, l'application de phytocides n'a que peu ou pas d'influence sur le régime thermique et hydrique du site. De plus, il n'influence que partiellement les conditions opérationnelles puisque la présence de débris ligneux issus de la récolte au sol n'est pas modifiée. Seule l'élimination de la végétation peut constituer un facteur facilitant pour le travail des reboiseurs qui peuvent ainsi mieux voir le terrain.

3.2.2. Description de la préparation de terrain à l'aide d'outil mécanique

Ce type de préparation a pour principal effet de créer des sites favorables à l'installation d'un semis qui pourra être planté manuellement ou avec des graines issues des arbres semenciers situés à proximité. La préparation mécanique peut viser uniquement l'élimination de la végétation (feuillue et résineuse) ou la mise à nu du sol minéral en plus de l'élimination de la végétation.

Il existe différents moyens de réaliser ce traitement. Le tableau 25 fait brièvement état de certaines machines disponibles sur le marché pour réaliser les travaux.

Tableau 25 Liste non exhaustive de machines existantes pour réaliser une préparation de terrain de façon mécanique

TAUPE	BOUTEUR
Débardeur avec peigne	Écraseur Létourneau
Abatteuse avec pelle	Scarificateur à disque type TTS (scarifiage par sillon)
Barils et chaîne	Bracke (Sacrifiage par inversion)
Pelle mécanique	Rouleau Marden et scarificateur à disque

3.3. Modes d'intervention possibles pour le dégagement

3.3.1. Description générale des modes d'intervention

Si la compétition est en place et que celle-ci gagne sur la régénération désirée, il faut agir dès que la situation de compétition est jugée comme pouvant influencer la croissance des plants. Par exemple, comme il est présenté à la section 1.2.1.1, les plants qui reçoivent une quantité de lumière inférieure à 60 % de la pleine lumière solaire, sont jugés en situation de compétition et nécessitent aussitôt un traitement de dégagement.

Une fois ce besoin établi, il faut déterminer quel est le meilleur moment pour intervenir (figure 36). Dans le cas d'un dégagement mécanique, les travaux de la direction de la recherche du MRN sur un suivi de plantation de 10 ans, ont démontré que « la coupe en saison feuillée, soit des mois de juillet à septembre, conduit aux meilleurs résultats de croissance en hauteur et en diamètre des plants résineux, en raison d'un retour moindre des espèces de compétition » (Jobidon et Charrette, 1997, Tiré de Thiffault *et al.*, 2003). De plus, plus une station est fertile, plus la probabilité d'une forte compétition s'accroît, et plus il importe de dégager hâtivement et fréquemment (Thiffault *et al.* 2003). Dans le cas d'un dégagement par application de phytocides, on devra attendre l'aoûtement des résineux mais également terminer les travaux avant le début de la coloration des feuilles. Ces deux familles de méthodes sont décrites plus loin.

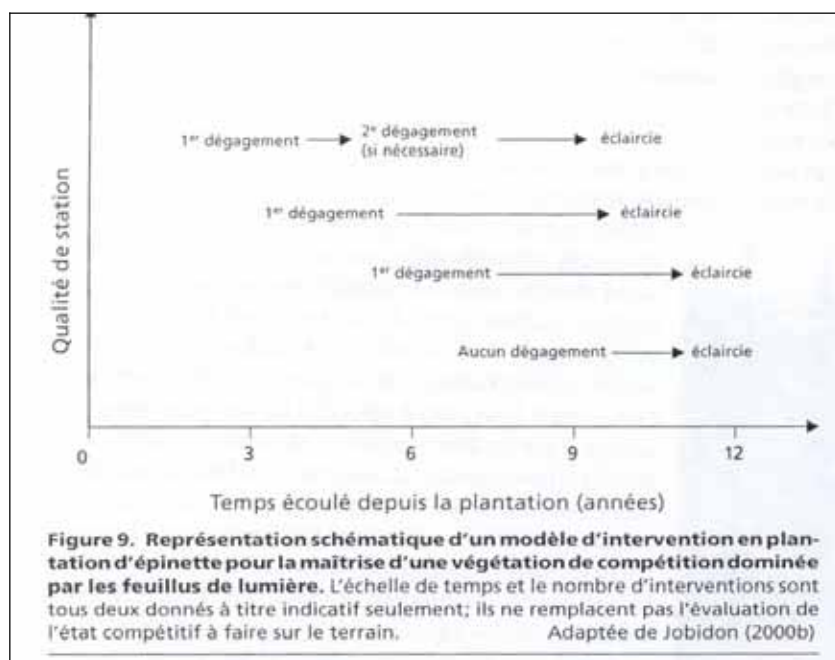


Figure 36 Schéma représentant le moment idéal pour le dégagement en fonction du temps écoulé depuis l'établissement de la plantation (tiré de Thiffault *et al.* 2003 note a)

Il existe un grand nombre de familles de méthodes potentiellement utilisables pour combattre la végétation compétitive. Chacune d'entre elles s'appliquent à un éventail de situations plus ou moins grandes et chacune d'elles présente des avantages et des inconvénients comme on peut le constater au tableau 26. Chacune de ces familles se compose de moyens bien précis qui peuvent ou non être applicables au type de projet de dégagement associé à cette étude.

Tableau 26 Présentation des familles de méthodes de dégagement de la régénération, avantages et inconvénients (adaptation de Belle *et al.* 1996, tiré de Wagner et Colombo 2001)

FAMILLE DE MÉTHODES	DESCRIPTION	AVANTAGES DE LA MÉTHODE	DÉSAVANTAGES DE LA MÉTHODE
Phytocides	Produit synthétique appliqué par avion ou de façon terrestre	<ul style="list-style-type: none"> Économique Permet de traiter de grandes superficies rapidement Peu d'impact physique sur le sol Efficace Sélectif Très documentée 	<ul style="list-style-type: none"> Peut être utilisé seulement une certaine période de l'année Plusieurs règlements environnementaux et de sécurité publique à suivre Son application demande la mise en place de zones tampons à proximité des milieux sensibles Demande de permis et avis d'information du public nécessaires Demande beaucoup plus de planification que d'autres Forte opposition du public face à cette méthode
Dégagement mécanique	Scie, débroussailleuse ou autres outils	<ul style="list-style-type: none"> Permet d'être très sélectif Présente de très faibles impacts sur l'eau et le sol Peut être utilisé dans les milieux sensibles Présente très peu de contraintes environnementales Crée de l'emploi Acceptable socialement 	<ul style="list-style-type: none"> Très difficile physiquement et demande beaucoup de personnel Permet d'obtenir un contrôle de la végétation qui est généralement de courte durée Peut accentuer le problème de la présence de la végétation concurrente par l'apparition de rejets de souche Présente de hauts risques pour les travailleurs Forte consommation d'essence

			<ul style="list-style-type: none"> • Peut causer des problèmes reliés aux bruits • Les déchets du dégagement peuvent favoriser la création d'incendies • Peut occasionner un stress relié au dégagement aux individus ayant subi préalablement une forte suppression de lumière.
Dégagement motorisé	Tracteur ou débardeur muni de systèmes de coupe motorisés	<ul style="list-style-type: none"> • Peut être combiné aux activités de préparation de terrain • Moins difficile physiquement que la coupe manuelle • Présente moins de risque pour les travailleurs que la coupe manuelle • Peut être utilisé presque durant toute l'année • Acceptable socialement 	<ul style="list-style-type: none"> • Permet d'obtenir un contrôle de la végétation qui est généralement de courte durée • Peut accentuer le problème de la présence de la végétation concurrente par l'apparition de rejets de souche • Moins sélective que le dégagement manuel • Possibilité d'infliger des dommages physiques au sol (compaction, orniérage, etc.) • Peut causer des problèmes reliés aux bruits • Les déchets du dégagement peuvent favoriser la création d'incendies • Peut occasionner un stress relié au dégagement aux individus ayant subi préalablement une forte suppression.
Pâturage	Mouton ou autres	<ul style="list-style-type: none"> • Peut générer des revenus par la location du terrain pour nourrir les animaux • Fait la promotion de l'usage multiple du territoire • Acceptable socialement 	<ul style="list-style-type: none"> • Demande d'avoir des bergers expérimentés • Permet d'obtenir un contrôle de la végétation qui est généralement de courte durée • Restreint à seulement certains types de site et de végétation concurrente • Peut être utilisé seulement durant une certaine période de l'année • Problème potentiel en regard des espèces à dégager, particulièrement pour le pin et le sapin • Coûteuse • Problème de compaction et d'érosion des milieux riverains potentiels • Problème de transport de semences entre les sites par les excréments des animaux et leur toison • Accès facile est nécessaire • Demande beaucoup plus de planification que d'autre • Problème potentiel relié à la transmission de maladie entre le bétail et la faune sauvage • Problème avec la gestion des prédateurs potentiels
Paillage	Matériel (plastique, papier ou autres) placé autour de la base des arbres	<ul style="list-style-type: none"> • Généralement installé de façon concomitante à la plantation • Affecte le milieu uniquement à proximité du plant à dégager • Procure une protection de la végétation concurrente pour plusieurs années • Peu d'impact sur l'eau et le sol • Constitue la seule méthode de contrôle possible pour lutter contre la végétation herbacée lorsque les herbicides ne sont pas considérés • Peut être utilisé en milieu sensible • Crée de l'emploi • Acceptable socialement 	<ul style="list-style-type: none"> • Difficile physiquement et demande beaucoup de personnel • Coût • Demande de l'entretien • Applicable uniquement pour le contrôle de la végétation herbacée (pas les arbres et arbustes) • Réduit l'esthétisme d'un site • Peut générer la création de problèmes reliés aux rongeurs

Culture basse	Semence de gazon ou légumes	<ul style="list-style-type: none"> • Peut permettre de contrôler l'érosion des sols • Peut améliorer le bilan nutritif des sols • Peut procurer de la nourriture à la faune • Plus esthétiquement acceptable que les autres méthodes • Acceptable socialement 	<ul style="list-style-type: none"> • Introduit des plantes non indigènes en milieu naturel • Création d'une compétition pour les semences des espèces désirées • Peut générer la création de problèmes reliés aux rongeurs • Les espèces semées ont parfois de la difficulté à se mettre en place • Altération de l'habitat de la faune • Coût
Contrôle biologique	Utilisation d'ennemis naturels (Champignon, virus, bactérie ou phytotoxine)	<ul style="list-style-type: none"> • Très sélectif • Composante présente naturellement en forêt • Un peu plus acceptable socialement que les herbicides chimiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Effets environnementaux encore peu documentés • Peut être trop sélectif dans certains cas

Le MRN a déposé, en 1995, une étude comparative des modes de dégagement de la régénération forestière et les conclusions de cette étude ont, entre autres, mis en évidence : «...le besoin d'entretenir la régénération forestière en situation de compétition, dans une perspective de protéger le capital ligneux et financier... » (MRN 1995). Cette étude, composée de 2 volumes et de 14 annexes, a permis d'analyser une soixantaine d'outils et une douzaine de produits, qui a amené le MRN à se positionner face à l'enjeu que représente l'entretien en privilégiant leur deuxième scénario « [...] qui permet de faire appel à tous les modes et techniques-outils, y compris la pulvérisation aérienne de phytocides » (MRN 1995). Ce scénario avait alors les avantages suivants :

- Permettre le choix des solutions les plus appropriées en tenant compte des caractéristiques régionales en termes des problématiques forestière, économique, environnementale et sociale.
- Permettre d'obtenir un rapport bénéfices/coûts (B/C) avantageux dans toutes les zones homogènes d'observation au Québec favorisant ainsi une utilisation rationnelle des fonds publics.
- Permettre une économie de 114 millions de dollars (non actualisée) par rapport au scénario privilégiant l'action mécanique. Cette économie a toutefois comme conséquence de ne créer que la moitié des emplois générés par le scénario 1 (Utilisation du **dégagement mécanique avec débroussailluse** seulement).
- Causer moins d'accidents et de dérangements en comparaison avec le scénario 1.

Les deux sections suivantes font état des méthodes outils analysées au sein de l'étude du MRN de 1995 ainsi que des raisons qui expliquent leur rejet ou leur admission dans le cadre de la présente étude à titre de méthode à considérer.

3.3.1.1 Modèles et techniques-outils disponibles pour le dégagement de la régénération forestière

Cette section est avant tout inspirée par les modèles et techniques-outils analysés dans le cadre de l'étude comparative des modes de dégagement de la régénération forestière produite par le MRN en 1995. Au tableau 27, on y présente chacune des méthodes potentiellement applicables pour réaliser un dégagement de la régénération en y décrivant les principaux avantages et inconvénients. À titre comparatif, on y présente également, lorsqu'applicable, l'identification des raisons ayant justifié leur retrait de la liste des outils recommandés en 1995 et donc, de ceux potentiels pour le projet actuel. Les méthodes pour lesquelles des

recherches plus approfondies ont été jugées nécessaires en 1995 sont traitées à la section suivante. La première colonne du tableau présente le classement des différentes méthodes selon les groupes suivants :

Groupe A :	Retenu pour analyse supplémentaire dans le cadre du présent projet d'étude d'impact
Groupe B :	L'état du développement de ces méthodes est présenté à la section 3.3.1.2
Groupe C :	Rejeté parce que inapplicable principalement pour des raisons opérationnelles
Groupe D :	Rejeté parce que inapplicable principalement pour des raisons économiques

3.3.1.2 Modèles et techniques-outils pour lesquels des recherches plus poussées avaient été jugées nécessaires dans le cadre de l'étude comparative des modes de dégagement de la régénération forestière de 1995

Lors de l'étude de 1995 par le MRN, certains moyens de contrôle de la végétation de la compétition n'ont pas été étudiés très en profondeur pour différentes raisons (peu de documentation disponible, nouveau produit, recherche en cours, etc.). La présente section présente un bilan (non exhaustif) concernant certains de ces modèles ou techniques-outils présentés au tableau 27 pour lesquels des recherches étaient en cours, plus une nouvelle méthode, soit celle de la plantation à haute densité. Cette section présente également les raisons qui justifient de retenir ou rejeter ces modèles ou techniques-outils comme moyens potentiels à considérer dans les travaux de dégagement sur le territoire du promoteur.

a) Pâturage

Le broutage de la végétation concurrente par du bétail a été testé au Canada pour la première fois en Colombie-Britannique au cours de l'année 1984. Depuis 1990, cette approche sylvicole est opérationnelle et on compte près de 200 contrats de dégagement qui ont été réalisés à l'aide de moutons. En 2000, on comptait près de 5 000 à 6 000 ha de forêt dégagée de la sorte chaque année. Le contrôle du bétail, sur les superficies dégagées, peut être assuré par l'utilisation de clôtures mobiles ou par des bergers expérimentés aidés de chiens. La méthode s'est montrée particulièrement efficace sur les sites humides riches sur lesquels on retrouve une compétition herbacée dense. Dans le but d'évaluer l'efficacité de cette méthode, un suivi a été effectué sur deux ans (Ministère des forêts de la Colombie-Britannique, 2002) et les résultats de cette étude sont présentés au tableau 28.

Tableau 28 Bilan de 2 années d'essais de pâturage avec des moutons en Colombie-Britannique (adapté de Ministère des forêts du BC, 2004)

	2001	Commentaires / informations complémentaires	2002	Commentaire / informations complémentaires
Hectares traités	4 360		1 960	
			100%	
Nombre de contrats	16		9	
Production (ha/jr)	intervalle : 3,1-10,7 moyenne : 5,3		intervalle : 3,2-7,2 moyenne : 5,5	
Coût (\$/ha)	intervalle : \$290-695 moyenne : \$385		intervalle : \$180-550 moyenne : \$385	
Qualité de débroussaillage	> 95%		>94%	
Approuvé et payé	100%		100%	
Domage aux arbres d'avenir	intervalle : 0,3-12% moyenne : < 1,9%	Épinette, pin, douglas vert, cèdre, sapin et mélèze ont été broutés	intervalle : 0,1-10% Moyenne : 3,9%	Épinette, pin, douglas vert, cèdre, sapin ont été broutés
Nombre de moutons	19 150		11 050	
Nombre total de troupeau utilisé	13		8	
Grandeur du troupeau	intervalle : 900-3 600 moyenne : 1 470		intervalle : 600-2 900 moyenne : 1230	
Mortalité des moutons	50 des 19 150 (0,0028%) (1/4 de 1%)		22 des 11 050 (0,002%) (<1/4 de 1%)	
Cause de la mortalité	empoisonné (15) prédateur (1) variée (34)		empoisonné (4) prédateur (0) variée (18)	
Commentaires		100 % des plants (Devil's Club leaves) ont été broutés en deux contrats, juin et juillet 35% des sites n'ont eu aucune préparation et étaient encombrés d'arbres ; 15% des sites étaient déblayés ; tous ont été traités avec succès. Les 16 contrats de 2001 ont été complétés avec succès par 9 contracteurs en débroussaillage (avec troupeaux de moutons)		Contracteurs et intéressés ont rapporté avoir eu des difficultés à accéder aux sites traités par les chemins non entretenus (ponceaux défoncés) Un hélicoptère a été utilisé pour le transport d'un camp sur un contrat L'eau pour le bétail a été transportée sur plusieurs sites Une augmentation des blessures aux pattes a été notée (ramollissement des sabots causé par la température humide) 55% des sites n'ont eu aucune préparation et étaient très encombrés; 15% des sites étaient déblayés Tous des 9 contrats de 2001 ont été complétés avec succès par 6 contracteurs en débroussaillage (avec troupeaux de moutons)

Dans la mesure où cette méthode est appelée à grandir en popularité, le gouvernement de la Colombie-Britannique a produit un guide intitulé « Sheep Vegetation Management Guidelines » afin d'orienter les promoteurs qui voudraient mettre de l'avant des unités de travail pour exécuter des travaux de dégagement (voir annexe 9 pour une description de certaines caractéristiques de cette méthode). Étant donné le potentiel de cette approche, des études de cas devraient être mises en place au Québec et étudiées avec attention afin de développer une expertise permettant éventuellement d'offrir ce service à un niveau industriel. C'est d'ailleurs l'une des conclusions du rapport produit par le bureau des audiences publiques, en 1997, sur le programme de dégagement de la régénération forestière (BAPE, 1997).

Les désavantages de cette approche

Malgré les résultats probants mis en perspective par les essais en Colombie-Britannique, l'utilisation de bétail pour faire le dégagement de la régénération résineuse en milieu forestier comporte aussi certains désavantages ou implique certains impacts qui doivent être pris en compte :

- Altération de l'habitat de certaines espèces animales par l'élimination de la végétation, mais aussi par le piétinement des animaux;
- Conflits potentiels reliés à la présence de moutons, de prédateurs et d'humains dans un milieu naturel pour une longue période de temps;
- La transmission potentielle de maladie entre les moutons (et les chiens) et la faune indigène;
- La disponibilité des troupeaux pour réaliser la totalité des travaux de dégagement.

b) Ensemencement de culture basse

L'objectif de cette méthode est de mettre en place une végétation couvre-sol, peu concurrente pour les jeunes arbres, qui retarde ou empêche carrément l'arrivée des espèces très concurrentes. Cette approche a été testée en Grande-Bretagne où elle a connu un certain succès dans les dispositifs de Willoughby (1999). Dans le cadre de ses recherches sur des plantations de frêne (*Fraxinus excelsior* L.) et de sapin Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), Willoughby a mis en perspective que le trèfle blanc (*Trifolium repens* L.) montrait une certaine capacité pour supprimer la végétation indésirable sans pour autant réduire la croissance des arbres.

Ces résultats vont dans le même sens que ceux de Reinecke (2000, tiré de Frochot 2002) concernant le remplacement de la végétation de compétition dans les plantations feuillues. Sa méthode, développée et testée dans le nord-est de l'Allemagne, présente de bons résultats dans le cas d'étude en plantation feuillue où on a constaté : 1- des taux de reprise et de croissance acceptables et supérieurs à des placettes sans intervention; 2- la maîtrise des espèces inhibitrices pour plusieurs années et 3- un retour à la dynamique naturelle après quelques années.

La méthode semble relativement simple. Il faut :

1. Adapter le mélange aux caractéristiques du milieu de la plantation;
2. Réaliser les interventions nécessaires à l'installation du mélange herbacé (préparation du site, application d'un graminicide en cas d'invasion préalable par les graminées à fort pouvoir de recolonisation, fertilisation à destination des espèces herbacées introduites);
3. Réaliser le semis à une époque favorable (généralement au début du printemps après la plantation ou encore à la fin de l'été précédent);
4. Ne plus intervenir sur la végétation.

Il serait peut-être possible d'adapter cette approche à des plantations résineuses. Toutefois Frochot *et al.* (2002) mentionnent que ces résultats ne permettent pas de généraliser cette stratégie dans l'état actuel des

connaissances. Il faut savoir comment adapter la méthode à des milieux variés, en particulier aux stations riches où la végétation est très vigoureuse, aux caractéristiques des plantations (essences, dimension des plants, densité,...) et en définir les limites. Selon eux, la principale difficulté réside dans les clés de la composition du mélange adapté à chaque cas.

Dans les faits, il n'y a pas encore de méthode bien définie pour utiliser à grande échelle les cultures basses comme méthode de contrôle de la végétation compétitive dans les jeunes peuplements. Cette méthode présente toutefois un bon potentiel et les recherches à son sujet doivent se poursuivre.

c) Allélopathie, épandage de BRF, sarclage

Aucune étude pertinente n'a été trouvée sur ce sujet à l'exception de celle présentée dans le cadre de l'étude de 1995 du MRN.

d) Plantation de tiges à haute densité (nouvelle approche par rapport à l'étude de 1995)

Selon les travaux de Wiloughby (1999), la mise en terre de 10 000 tiges/ha ou plus concourrait à contrôler la compétition à la fin de la deuxième et troisième saison de croissance d'une façon beaucoup plus importante que la non-intervention. Selon l'auteur, cette approche visant l'augmentation de la densité des plantations serait moins coûteuse que la mise en terre de 2 500 plants à l'hectare suivi de plusieurs arrosages de phytocides. Cette approche reste toutefois à être documentée plus adéquatement.

3.3.2. Tendance au niveau de l'utilisation de phytocides ailleurs au Canada et dans le monde

L'utilisation de phytocides, même si elle a été retirée des forêts publiques au Québec, reste un outil sylvicole très répandu ailleurs au Canada et dans le monde, en général. Vous retrouverez à l'annexe 10 des tableaux présentant un bilan de l'utilisation des phytocides au Canada entre 1988 et 2003.

Une étude de Wagner *et al.* (1996, tiré de Wagner 2001) sur la perception du public en Ontario face à l'utilisation de différents moyens de contrôle de la végétation compétitive a donné des résultats intéressants à l'effet que seulement 18 % (dans le cas de l'arrosage aérien) et 37 % (dans le cas de l'arrosage terrestre) de la population s'est montrée en faveur de l'utilisation de phytocides en milieu forestier (tableau 29). L'Ontario maintient son utilisation comme un outil utile et nécessaire pour une saine gestion de sa forêt. Même que les superficies traitées dans cette province ont augmenté, de 1995 à 2001, passant de 63 936 à 101 000 ha par année.

Tableau 29 Perception du public Ontarien face à l'utilisation de différents moyens de contrôle de la végétation

MÉTHODE	NIVEAU D'ACCEPTATION
Arrosage aérien d'herbicide	18%
Application terrestre d'herbicide	37%
Contrôle par des moyens biologiques	57%
Contrôle par le feu dirigé	57%
Contrôle par l'application de paillis	65%
Dégagement à l'aide d'équipement lourd	72%
Contrôle par l'utilisation de culture basse	80%
Broutage par des animaux	82%
Coupe manuelle	89%

Les services forestiers du gouvernement américain (USDA Forest service) reconnaissent dans leurs lois et politiques l'utilisation des pesticides biologiques et chimiques comme un des moyens à utiliser dans une lutte intégrée contre les insectes, maladies et la végétation indésirable. Les pesticides constituent un outil utilisable par les forestiers pour assurer la santé et la protection des forêts.

Dans un communiqué de presse de 2001, la Société des forestiers américains (fondée en 1900) reconduisait (jusqu'en décembre 2006, à moins d'avis contraire) son support dans l'usage judicieux des herbicides dans le cadre des programmes de contrôle de la végétation concurrente. Cette association considère que les herbicides homologués par la U.S. EPA et appliqués selon les directives et les normes et règles gouvernementales constituent une façon sécuritaire d'un point de vue environnemental pour contrôler la végétation indésirable (site internet <http://www.safnet.org>).

L'utilisation de phytocides dans le cadre des activités forestières constitue également une avenue fort utilisée en Europe. L'attitude envers cet outil semble être tournée vers le développement de matière active de plus en plus spécifique. Comme en témoigne le tableau 30, cette ouverture amène l'utilisation de nombreux produits (dont plusieurs non homologués au Canada) adaptés à autant de situations particulières.

Tableau 30 Choix des herbicides selon la végétation à contrôler dans un contexte forestier européen

Stade et végétation à contrôler		Époque d'application	Herbicides utilisables : efficaces et réglementaires		Dose ou concentration
			matière active	spécialité commerciale	
En préparation (avant plantation ou levée des semis)	Herbacées	Été	Glyphosate	Roundup Biorce Forêt	4-5 l/ha
	ligneux	Fin d'été			12 l/ha
		Sur feuilles	Triclopyr	TIMBREL F	2 l/ha
		Sur souches			5 l/ha
En dégagement	Graminées (sauf fétuques rouge et ovine houlques lain et pâturins)	Après reverdissement et avant montaison	Fluaziflop-P-butyl FUSILADE X ₂		3 l/ha
Toutes essences	Graminées (sauf fétuques rouge et ovine houlques lain)		Quizalofop iso mèt Droit	TARGA D ₊	2.5 l/ha
				FOREXON	2.5 l/ha
	Monocotylédones (graminées, carex et joncs)	Avant débournement		ARCAN 8 ₅ SP	9.4 kg/ha
			Dalapon	ARCAN 10 G	60 kg/ha
	Herbacées en cours d'installation	Plein hiver	Popyzamide	KERB Forestier Liquide	3.75 l/ha
Tous les pins	Herbacées	Juin			
Abies Dougals	Herbacées	Avant	Hexazinone	VELPAR L	7.5 l/ha

3.4. Description détaillée des modes d'intervention pertinents

Ce sont les critères présentés en détail à la section 1.5.1 et qui sont résumés au tableau 31 qui ont servi pour le choix des modes d'intervention devant faire l'objet d'une description plus approfondie.

Tableau 31 Critères relatifs à la sélection des modes d'intervention

CRITÈRES
La faisabilité de la méthode
L'efficacité de la méthode
Les impacts environnementaux associés de la méthode
Les impacts sociaux associés à la méthode

Ainsi, en fonction des outils disponibles et de ces critères, mais aussi des informations recueillies, des contraintes présentes sur le territoire et de l'expérience du promoteur, les modes d'intervention retenus pour analyse dans le cadre de cette étude d'impact sont :

- l'utilisation de phytocides par arrosage aérien;
- l'utilisation de phytocides par arrosage terrestre;
- le dégagement mécanique avec débroussailleuse;
- le dégagement mécanique avec débroussailleuse associé à l'utilisation de phytocides.

L'analyse en détail de chacun d'eux vise à permettre de juger lequel est le plus pertinent à utiliser et servira à déterminer les conditions où l'un de ces outils pourrait être plus approprié par rapport à un autre.

3.4.1. Arrosage de phytocides par voie aérienne

a) Caractéristiques principales

L'arrosage aérien de phytocides est une méthode d'application qui peut être effectuée à l'aide d'un hélicoptère ou d'un avion muni de rampe. Les appareillages utilisés doivent être réglés et étalonnés pour être utilisés dans les conditions atmosphériques de la région où se tiennent les travaux. Les précautions à prendre, les directives d'utilisation et le taux d'épandage à respecter sont propres au produit. Si, pour l'utilisation prévue du produit, aucun taux d'épandage aérien ne figure sur l'étiquette, on ne peut utiliser ce produit, et ce, quel que soit le type d'appareil aérien disponible.

b) Végétation visée

La végétation visée dans ce type d'intervention constitue toutes les espèces végétales présentes sur un parterre forestier. Plus spécifiquement, les espèces végétales éliminées par l'application du produit sont fonction du phytocide utilisé et du moment de l'année où se tiennent les applications.

c) Conditions d'application

Dans le cas de l'application de phytocides pour le dégagement de la régénération résineuse, la période pendant laquelle on peut effectuer les travaux est relativement courte. Elle commence lorsque les plants résineux ont terminé leur processus d'aoûtement et se termine au début de la coloration des espèces feuillues à l'automne. Cette période correspond à celle où les plants résineux deviennent pratiquement insensibles aux phytocides, mais où les espèces visées sont encore actives physiologiquement, donc, vulnérables. Cette période d'arrosage s'étale ainsi du début d'août à la mi-septembre.

L'amorce et le déroulement des pulvérisations sont assujettis aux conditions météorologiques (vent, humidité relative, température et pluie). Ainsi, les opérations de pulvérisation aérienne ne peuvent être réalisées que si :

- (1) la vitesse du vent < 8 km/h;
- (2) l'humidité relative > 50 % (donc, humidité élevée);
- (3) la température < 24⁰c (souvent tôt le matin ou en fin de journée, donc, température fraîche);
- (4) la pulvérisation précède la pluie d'au moins 2 heures, l'arrosage peut reprendre après la pluie lorsque l'eau ne s'égoutte plus du feuillage.

Ces conditions météorologiques concourent à ce que les gouttes ne s'évaporent pas, restent grosses, qu'elles se dirigent au sol rapidement et ainsi ne soient pas sujettes à la dérive hors cible. Les conditions d'inversion de température (température au sol plus fraîche qu'en altitude) sont à éviter car les gouttelettes ont alors tendance à rester en suspension tel un brouillard. Seuls les produits homologués pour l'arrosage aérien doivent être utilisés à cette fin. Les quantités recommandées sur l'étiquette doivent être respectées.

Finalement, le respect des mesures de protection (bande riveraine, superficie des bandes de protection, les zones fortement habitées, etc.) constitue la dernière contrainte principale à considérer dans le cadre d'un arrosage aérien.

d) Transport et entreposage des produits chimiques

Dans un premier temps, lorsque la commande de produit est passée, celle-ci est reçue directement du distributeur à la compagnie d'aviation chargée du projet d'arrosage où une première comptabilité est effectuée. Ce sont généralement des contenants de 10 litres qui sont utilisés. Les contenants sont ensuite disposés dans une remorque fermée qui est pour sa part sécurisée avec un cadenas. Par la suite, cette remorque est amenée sur le site de chargement i.e. la piste de décollage. Chaque chargement de produit est comptabilisé et un contrôle quotidien est effectué.

e) Circulation de véhicules

Les principaux véhicules à se déplacer sont bien évidemment les aéronefs. Leur vitesse de déplacement varie d'un type à l'autre. Généralement, la vitesse des avions varie entre 160 et 200 km/heure. Dans le cas des hélicoptères, la vitesse de vol durant l'arrosage varie entre 60 et 80 km/heure.

Outre les véhicules personnels des ouvriers ou ceux utilisés pour le transport du personnel sur la base de ravitaillement, les véhicules servant au transport des produits sont les seuls présents sur le site. Ceux-ci sont assujettis au respect des mêmes règlements que tous véhicules moteurs en forêt.

f) Technique d'exécution

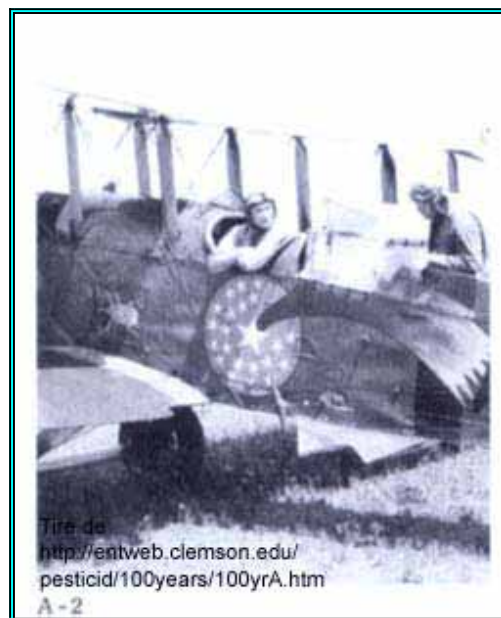


Figure 37 Exemple d'avion utilisé à l'époque pour faire de l'arrosage

Les méthodes d'application ont beaucoup évolué depuis l'époque des premières applications aériennes du début du siècle (figure 37). Les techniques se sont raffinées et avec cette évolution, la précision des arrosages s'est grandement améliorée. Aujourd'hui, la technologie du positionnement par satellite (GPS) permet, entre autres, d'effectuer des arrosages très précis correspondant à la planification préalablement faite sur des cartes. Vers la fin des années 1980, la procédure de préparation et de réalisation des projets de traitements des superficies était la suivante :

Un ingénieur forestier était chargé de repérer les secteurs à traiter et les zones sensibles et, par la suite, de les indiquer sur une photographie aérienne et sur une carte forestière 1 : 20 000 pour le compte du pilote ainsi que pour le client. Deux semaines avant le traitement, l'ingénieur ou un technicien allait sur les lieux pour marquer les zones sensibles avec des sacs blancs à intervalle de 100 mètres et le contour des blocs à traiter avec des sacs orangés. Suite à cela, une visite terrain était organisée en présence du propriétaire (ou mandataire de gestion) des terrains à traiter, du pilote et de la personne responsable du balisage. Lors de la réalisation du traitement, une personne au sol était assignée pour aider le pilote à gérer ses lignes de vol de la façon suivante : avec un ballon gonflé à l'hélium, la personne se déplaçait à tous les 15 mètres et un contact radio était maintenu entre cette dernière et le pilote. Dans le milieu des années 1990, avec la venue des technologies G.P.S., le besoin de la présence de personnel au sol attiré à baliser les lignes de vol pour le pilote a été éliminé. Par contre, toute la phase de marquage des zones sensibles et du contour des blocs est demeurée jusqu'aux environs de 2002 où une nouvelle technique a été adoptée. Cette technique impliquait l'utilisation de l'information produite par les systèmes géoréférencés (S.I.G.) des clients.

Aujourd'hui, il est devenu relativement simple de produire des couches d'informations contenant les secteurs à être traités, le réseau hydrographique, le réseau routier, les zones tampons ainsi que les zones sensibles. Ces informations sont par la suite transmises par Internet à la compagnie d'aviation qui peut ainsi les rendre compatibles avec ses systèmes G.P.S. (figure 38). Les données ainsi intégrées au système permettent au pilote de visualiser l'information directement sur l'écran du système G.P.S. de l'avion. Lors du traitement des secteurs, le pilote bénéficie d'un système d'avertissement visuel lumineux à partir du G.P.S. qui lui indique quand débiter et arrêter le traitement. L'ajout des technologies informatiques et GPS a favorisé grandement l'application de produits en des quantités minimums évitant ainsi une application inutile ou l'oubli de portions de terrain à être traitées. Ce dispositif permet également de retransmettre le plan de vol et le bilan des applications de produits au client afin que celui-ci puisse intégrer ce bilan à son S.I.G. afin de valider le travail exécuté (figure 39). La dernière étape du travail consiste à un survol des aires traitées quelques semaines après les travaux afin de vérifier l'atteinte des objectifs de contrôle de la végétation.





Figure 38 Exemple d'avion et de l'équipement utilisé aujourd'hui pour faire des projets d'arrosage

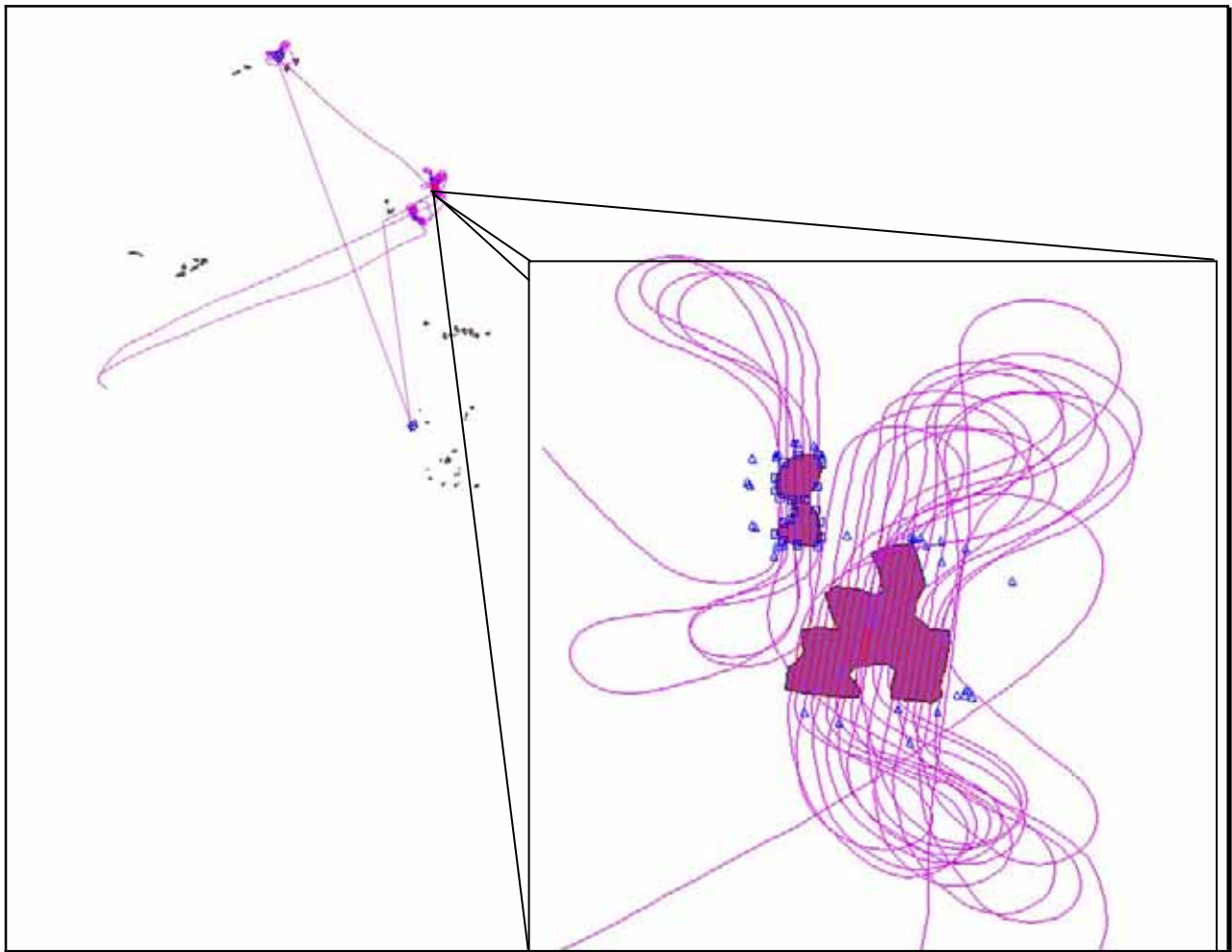


Figure 39 Représentation du plan de vol planifié et réalisé grâce à l'aide d'un GPS

Au niveau de la préparation des envolées, voici la description d'une préparation typique impliquant le plein des réservoirs. Sur la piste, on retrouve, en plus de l'avion, une citerne de 1 000 gallons contenant de l'eau propre, un réservoir supplémentaire d'environ 50 gallons qui ne sert que pour transvider le produit et le véhicule contenant le produit. Sachant que pour le type d'appareil utilisé dans le cadre du présent projet (un Pa25 ou un Ga200) chaque envolée représente 15 ha (à raison d'une concentration de produit de 6 litres à l'hectare), 90 litres de produits (ou 9 contenant de 10 litres) sont transvidés dans le réservoir de 50 gallons qui est par la suite acheminé directement dans le réservoir de l'avion. On utilise ensuite environ 100 litres d'eau de la citerne pour rincer le réservoir de 50 gallons et le tuyau de transbordement, que l'on dirige après dans le réservoir d'eau de l'avion. Ensuite, à partir de la citerne, on complète le réservoir d'eau de l'avion jusqu'à un niveau de 405 litres au total. Le mélange entre l'eau et le produit a lieu en vol grâce à l'utilisation d'une pompe éolienne qui effectue le travail entre le moment du décollage, et ce, jusqu'à l'arrivée aux secteurs à traiter. Le but de cette méthode est d'éviter de laisser sur le site de chargement du produit déjà mélangé dans une citerne sans surveillance. Cette méthode simple évite également de faire des erreurs de dosage, et ce, surtout lorsqu'il y a plus d'un appareil en opération sur la même piste.

Lors des arrosages, comme les grosses gouttelettes sont moins sujettes à la dérive, on doit par conséquent adopter des buses ou des formes de buses qui ne produisent pas une distribution en fines gouttelettes. Les buses ne doivent pas être dirigées vers l'avant, face au déplacement d'air, et on ne doit pas accroître le volume de solution en augmentant la pression au-delà du niveau recommandé. Vous retrouverez à l'annexe 11 une façon d'évaluer la qualité des gouttelettes tirée du HERBICIDE FIELD HANDBOOK produit par le ministère des Forêts de la Colombie-Britannique.

Comme l'application aérienne peut être réalisée à partir d'un avion ou d'un hélicoptère, il existe certaines normes au niveau de l'appareillage pour ce type d'activité. Dans le cas des avions, certains appareils ont été conçus spécialement pour réaliser des arrosages et épandages de toutes sortes (Trush Commander, PiperBrave, Cessna Ag Truck, etc.). Dans le cas d'un hélicoptère, aucun n'est conçu spécifiquement pour cet usage mais beaucoup d'entre eux permettent de recevoir l'appareillage nécessaire à celui-ci. Certaines règles sont toutefois à respecter, comme le fait que la position des buses ne doit pas dépasser plus de 75 % de l'envergure du rotor. Le respect de cette règle assure que la configuration des gouttelettes ne soit altérée par les turbulences causées par le rotor de l'hélicoptère. Pour plus de détails sur les normes concernant l'appareillage, nous invitons les lecteurs à consulter l'annexe D de l'étude d'impact comparative des modes de dégagement de la régénération forestière produite par le MRN en 1995.

Certaines caractéristiques d'opérations doivent aussi être respectées. Ainsi, l'arrosage doit toujours être effectué (adapté de MRN 1995, annexe D) :

- à partir d'une trajectoire perpendiculaire à la pente;
- à une hauteur maximale d'environ 10 mètres afin d'assurer une bande effective d'application d'environ 15 mètres;
- avec des buses correctement calibrées;
- avec une bouillie (mélange eau, adjuvant et phytocide) en concentration appropriée pour l'usage.

g) Durée et fréquence des interventions

En mode d'arrosage, le temps requis pour le traitement d'un hectare de terrain est d'environ 15 secondes. Comme les avions sont en mesure de voler seulement durant une partie du jour (quelques heures le matin et le soir), qu'il faut compter le temps nécessaire pour se rendre au lieu d'application et le temps des virages en bout de ligne, le temps de vol quotidien moyen d'un avion (1,5 heure) permet de traiter environ 45 hectares. Généralement, une seule intervention est nécessaire pour atteindre les objectifs fixés.

h) Efficacité

L'efficacité du dégagement par application aérienne de phytocides est principalement fonction du produit utilisé et en second lieu, des conditions d'application. Peu d'études portant spécifiquement sur la comparaison de ce mode de dégagement versus un autre ont été réalisées. On peut toutefois trouver des études faisant la comparaison entre l'utilisation de phytocides en général et le dégagement mécanique avec débroussailleuse. Ainsi, selon une étude réalisée dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc en Gaspésie et au Bas-Saint-Laurent (Jobidon, Trottier et Charrette 1999), il n'y aurait pas de différence entre un traitement aux phytocides (phytocides utilisés dans le cadre de cette étude : Vision®) et un dégagement mécanique avec débroussailleuse au niveau de l'effet sur la croissance de l'épinette noire au cours des 5 premières années suivant le traitement. Dans le cadre d'un autre suivi effectué 2 et 3 ans après dégagement (tiré de MRN 1995, annexe K), la comparaison du dégagement mécanique avec débroussailleuse versus le dégagement avec le glyphosate a démontré que :

- L'efficacité du glyphosate à diminuer la végétation concurrente est supérieure à celle du traitement mécanique;
- Que cette méthode de dégagement a induit des gains de croissance supérieurs dans le cas de l'épinette blanche.

Si les travaux de Jobidon et al. (1999) ont démontré que les gains de croissance issus du dégagement chimique ne se distinguent pas significativement de ceux issus du dégagement mécanique, ces conclusions doivent également être mises en perspective avec celles de Comeau et Biring (2000) qui stipulent que, dans un contexte de compétition de *Rubus* sp. ou d'*Epilobium angustifolium* par exemple, que :

1. Un seul dégagement a peu de chance de fournir aux jeunes plants la liberté de croître nécessaire à leur croissance;
2. Qu'un dégagement répété sur plusieurs années (pour 2 ou 3 années consécutives) procure, après 5 ans, les mêmes gains en croissance que ceux obtenus par une seule application de glyphosate;
3. Qu'un dégagement répété sur plusieurs années (pendant 3 années consécutives) a permis d'atteindre, 5 ans après traitements, un gain de croissance équivalent à une année de croissance (soit 31 % de gain).

Cette situation du retour très agressif des rejets de souches de certaines espèces donne un avantage concurrentiel financier important à l'utilisation de phytocides qui s'explique par l'élimination quasi totale de la partie aérienne de la plante compétitive en plus de sa capacité à rejeter.

Selon une étude de Belle et al. (1997) comparant plusieurs méthodes de dégagement (mécanique et arrosage aérien de phytocides), c'est l'approche par arrosage aérien qui procure les meilleurs résultats au niveau de la réduction de la couverture compétitive après une saison de croissance.

Finalement, il est possible de dire que l'utilisation de phytocides par rapport au **dégagement mécanique avec débroussailleuse** présente aussi de nombreux avantages :

- L'effet sur la végétation concurrente est de plus longue durée, particulièrement dans le cas de la préparation de terrain;
- Permet de traiter plus de superficie en moins de temps;
- Constitue une approche sylvicole présentant le plus bas coût (\$)/ha;
- Ne présente aucune chance de compaction au niveau du sol;
- L'utilisation du GPS garantit la localisation des applications avec une grande précision.

i) Coûts

Selon les prix affichés dans la Gazette officielle du Québec concernant la valeur des traitements sylvicoles admissibles sur les terres publiques en 1999, l'évaluation du coût pour ce type de traitement était de 205 \$/ha.

j) Difficultés techniques

La principale difficulté technique consiste à rencontrer les conditions météorologiques nécessaires au contrôle de la dérive des gouttelettes (condition de vent, humidité, etc.) et à assurer l'efficacité de l'application. Ces conditions sont généralement rencontrées tôt le matin et tard en journée, mais avant le coucher du soleil. Outre cette difficulté, chaque site possède généralement des problématiques qui lui sont propres. Par exemple, à l'aéroport de La Tuque, le brouillard matinal en août ne se dissipe que vers les 11 heures du matin. Donc, dans cette région, le travail se fait surtout à la fin de journée. La présence ou non d'un réseau de pistes bien établi peut également venir influencer les distances de déplacements aériens, et donc, l'efficacité de ceux-ci.

k) Possibilité d'accident

Il existe différents événements qui peuvent être considérés comme des accidents :

- Écrasement d'avion (Types : perte de contrôle au décollage ou à l'atterrissage, panne de moteur en convoyage ou lors de traitement, bris mécaniques, etc.). Toutefois, si les conditions de vol sont respectées (météo, état du pilote, entretien des aéronefs), ces risques sont presque nuls.
- Arrosage hors cible. Si les conditions d'application (météo) sont respectées, ces risques sont presque nuls.
- Fuite de réservoir de l'aéronef.
- Fuite des citernes. Les risques d'incidence et d'importance de ce genre d'accident peuvent toutefois être réduits par le fait de ne pas avoir à faire de mélange ainsi que de conserver le produit dans plusieurs petits contenants plutôt qu'un seul gros réservoir.

l) Impacts environnementaux (potentiels)

Les impacts de cette méthode seront discutés en détail à la section 4.2.2. Voici toutefois les principaux impacts qui peuvent concerner plus spécifiquement l'utilisation de cette méthode.

Les émanations de gaz de combustion par les avions :

Un avion de type Pa25 ou Ga 200 consomme en moyenne 56,7 l de carburant à l'heure. Les niveaux d'émanations de gaz de combustion pour les avions sont d'environ : 1 litre d'essence = 2.4 kg. de monoxyde de carbone (CO). Ces avions rejettent donc dans l'atmosphère environ 136 kg de CO à l'heure (com. pers. Bernard Boies 2004.). En assumant qu'en mode opérationnel on réalise 120 hectares d'arrosage par heure de vol, on peut estimer une émission de 1,13 kg de CO par hectare traité. En comparaison avec le dégagement mécanique, qui dégage en moyenne 4,75 kg de CO par hectare, cela représente près de 4 fois moins d'émission de CO dans l'atmosphère.

Dérive des gouttelettes :

Dans le cadre d'une étude réalisée par la SOPFIM (SOPFIM 1994 in MRN 1995) sur la dérive de glyphosate lors d'application avec un avion de type Grumman Agcat (muni de buses #D12-56), il est apparu que l'on retrouvait des concentrations maximales de l'ordre de 10 et 100 g i.a./ha à des distances respectives de 220 et 95 mètres. Ces doses représentent environ 1 et 10 % de la concentration normalement appliquée pour avoir un impact sur la végétation. Il faut toutefois souligner que ces résultats ont été obtenus avec des vents de 10,1 km/heure, donc supérieurs à la norme d'application actuellement en vigueur.

Dans le cadre d'une autre étude, Dostie (1991) a décrit et comparé les différents niveaux de dérive en fonction de divers modes d'arrosage. Les arrosages à l'aide d'un avion, d'un hélicoptère, d'un débardeur muni d'un barillet et d'un transporteur équipé de rampes ont ainsi été testés. Les résultats de ces différents tests effectués au champ et évalués grâce à des collecteurs artificiels installés dans les parcelles sont présentés au tableau 32 :

Tableau 32 Résultat de concentration détectée en dehors des zones traitées en fonction du mode d'arrosage

MODE D'ARROSAGE	CONCENTRATION DÉTECTÉE ²	DISTANCE DE DÉTECTION
Débardeur muni d'un barillet	1,55 g/ha et 0,71 g/ha	10 et 25 mètres
Transporteur muni d'une rampe	4,29 g/ha	5 mètres et plus
Hélicoptère *	35 g/ha et 28 g/ha	60 et 100 mètres
Avion (AgCat) *	116 g/ha et 59 g/ha	60 et 100 mètres
Avion (Cesna)	8 g/ha et 7 g/ha	60 et 100 mètres

On peut ainsi constater que l'arrosage aérien permet d'atteindre les objectifs de protection établis à l'époque et qui étaient de l'ordre de :

100 g/ha – à 10 mètres

10 g/ha – à 100 mètres

Il est donc possible d'établir des zones tampons qui assurent que les concentrations de glyphosate appliquées par arrosage n'impliquent pas d'effet négatif sur la végétation située en dehors de la zone traitée. Bien que les concentrations observées avec l'hélicoptère et l'avion AgCat « * » dépassent les seuils des objectifs de protection, Dostie soulève que de meilleurs résultats auraient pu être obtenus avec ces appareils dans la mesure où les dispositifs d'arrosage (les buses) auraient été modifiés.

Contamination des plans d'eau :

Les informations cartographiques, ainsi que les photos aériennes récentes sont utilisées pour planifier la mise en place des bandes de protection à proximité des cours d'eau et des plans d'eau situés dans ou à proximité des superficies à traiter. Par contre, certains d'entre eux peuvent apparaître a posteriori de la production de ces documents (suite à un événement climatique important, barrage de castor, etc.). Pour éviter ce genre de surprise, le pilote doit toujours effectuer un passage à sec (sans arroser) de façon à analyser de ses propres yeux la superficie à traiter. Ainsi, ce genre d'impact est presque toujours évité. Seuls les cas où un ruisseau se trouve caché sous la végétation ou bien qu'il existe un cours d'eau intermittent important non cartographié peuvent constituer des cas de contamination potentielle d'un plan d'eau.

m) Impacts sociaux (potentiels)

Le bruit :

Le bruit associé au déplacement des avions peut être perçu comme un élément désagréable par certaines personnes. Il faut toutefois relativiser cet impact du fait que les arrosages aériens n'ont lieu que pendant une courte partie de l'année (du début d'août à la mi-septembre) et que la fenêtre journalière d'activité est très restreinte. En effet, les arrosages ont habituellement lieu tôt le matin et en fin de journée afin de profiter des températures fraîches facilitant une descente rapide du produit vers les plantes et le sol. De plus, la grande majorité des arrosages a lieu à l'écart des zones habitées.

Limitation de l'accès au territoire :

Afin de maximiser la sécurité du public, les territoires touchés par les arrosages doivent être indiqués tôt avant l'arrosage comme étant interdits d'accès pendant l'arrosage et ce, pour une période de 1 semaine suivant l'arrosage. Cette précaution vise à éviter que des utilisateurs de la forêt ne soient accidentellement arrosés lors des opérations ou entrent en contact avec le produit présent sur les plantes. La période de temps suivant

² Ces concentrations doivent être comparées aux 10 et 100 g anhydre/ha utilisés comme référence et qui représentent 1 et 10% de la concentration nécessaire pour observer les effets phytotoxiques associés au produit.

l'arrosage vise à laisser le temps au produit d'être complètement absorbé par les feuilles des plantes ou immobilisé dans le sol.

Dans le cas de la cueillette de fruits, cette interdiction sera maintenue pour tout le reste de la saison suivant l'arrosage de phytocides. Cette précaution vise, une fois de plus, à limiter au maximum les risques de contamination reliés à l'ingestion de fruits touchés par le produit.

L'emploi :

La réalisation de travaux de dégagement de la régénération par l'application de phytocides de façon aérienne génère moins d'emplois que de façon terrestre et beaucoup moins que de façon mécanique.

Altération du paysage :

Le dégagement de la régénération à l'aide de phytocides altère le paysage durant une période d'environ 2 à 3 ans. Après cette période, les espèces de lumière reprennent leur place. Toutefois, dans la mesure où le traitement s'est avéré efficace, les espèces résineuses ont eu le temps de prendre de l'avance et dominent désormais la végétation compétitive.

n) Impacts économiques (potentiels)

L'emploi :

Comme la réalisation de travaux de dégagement de la régénération par l'utilisation de phytocides génère moins d'emplois que de façon mécanique, cela a un impact positif moindre sur l'économie régionale. Par contre, la facilité d'accès aux secteurs à dégager par la voie des airs et les économies reliées à l'utilisation de phytocides permettent au promoteur de traiter plus de superficies. Cet état de choses permet donc d'augmenter les volumes de bois qui seront acheminés dans le futur à leurs usines et donc, de maintenir les emplois reliés à l'exploitation et la transformation de la matière ligneuse.

Depuis les deux dernières années, il y a une pénurie de main-d'œuvre pour réaliser les travaux de dégagement à la débroussailluse en Mauricie. L'arrosage aérien de phytocides permet de continuer d'atteindre les objectifs de traitements sylvicoles planifiés, de faire les secteurs les plus problématiques et les plus difficiles et ainsi de donner des meilleures conditions de travail aux travailleurs sylvicoles.

3.4.2. Arrosage de phytocides par voie terrestre

a) Caractéristiques principales

La pulvérisation terrestre de phytocides consiste à appliquer un phytocide liquide à l'aide d'un système de pulvérisation transporté par un véhicule motorisé (MRN 1995). Elle peut être utilisée pour la préparation de terrain en vue d'un reboisement ou pour le dégagement de la régénération résineuse. Entre également dans cette catégorie, l'arrosage à partir d'appareil portatif porté par un ouvrier. Toutefois, les impacts reliés à ce type d'appareillage se limitent uniquement aux produits utilisés et ne seront donc pas traités dans cette section.

Les porteurs motorisés utilisables pour transporter le dispositif d'arrosage varient en fonction du type de terrain. Sur des terrains peu accidentés, généralement issus de l'agriculture, on utilisera des tracteurs de ferme ou des véhicules 4x4. Dans le cas de terrains plus accidentés, comme c'est habituellement le cas en terrain forestier, on privilégiera l'utilisation de débusqueuse, de porteur forestier ou de petit chenillard. Selon Dunnigan (1991 in MRN 1995), en 1991, 90 % des arrosages terrestres réalisés pour le compte du MRN étaient effectués à l'aide de débusqueuses. Le chenillard est plus répandu dans le cadre de l'entretien des emprises de ligne électrique. Dans un cas comme dans l'autre, il est généralement possible d'installer le dispositif d'arrosage sur le porteur ou sur une remorque tirée par celui-ci. Selon Desrochers et Dunnigan (1991 in MRN 1995), l'utilisation d'une remorque a, toutefois, le potentiel d'augmenter les dommages aux plants en plus de réduire la traction et la

manœuvrabilité du porteur. Selon le MRN, l'utilisation d'une remorque augmente également les risques de déversements accidentels (MRN 1995).

Les appareils utilisés pour la pulvérisation sont principalement de deux types : soit de type rampe agricole ou à barillet (figure 40). Le type à rampe est presque uniquement réservé au terrain plat souvent issu d'anciennes friches étant donné l'influence que les obstacles (arbres rémanents, inégalités du terrain, etc.) peuvent avoir sur la qualité de l'arrosage et la manœuvrabilité de l'engin. De plus, la hauteur de la rampe par rapport à la végétation concurrente est critique quant à la qualité de l'application. Ces contraintes demandent donc que la végétation à traiter soit de hauteur uniforme.

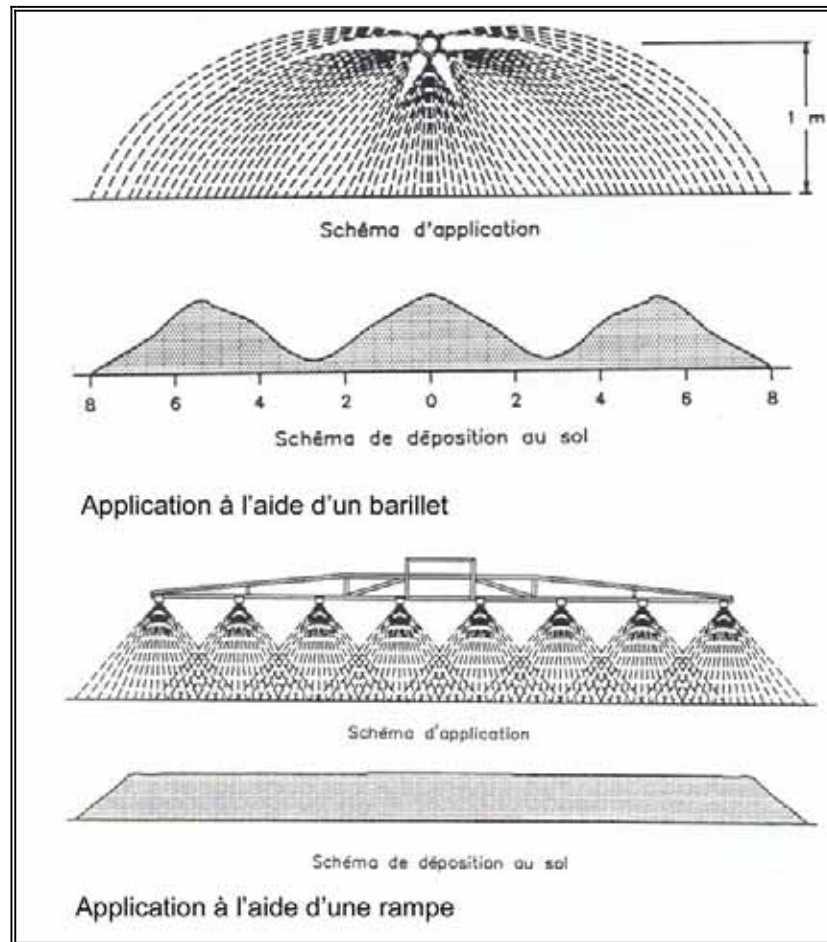


Figure 40 Dispositif d'arrosage : rampe agricole et à barillet

L'application à l'aide de barillet (*Boomjet*) se compose d'un corps central auquel s'ajoutent des buses aux configurations différentes en regard de leur position autour de l'axe central. Cette configuration permet d'obtenir une pulvérisation sur une bande effective variant entre 14 et 15 mètres. Par contre, selon certains auteurs (Desrochers et Dunnigan 1991; USDA 1992; in MRN 1995), ce système a l'inconvénient de donner un taux d'application inégal (figure 40) d'un côté à l'autre de la bande d'application. De plus, selon Desrochers et Dunnigan (1991 in MRN 1995), les différentes buses produisent des gouttelettes de dimensions différentes dont une bonne proportion de fines gouttelettes qui sont sensibles à la dérive.

b) Végétation visée

La végétation visée dans ce type d'intervention constitue toutes les espèces végétales présentes sur un parterre forestier. Plus spécifiquement, les espèces végétales éliminées par l'application du produit sont fonction du phytocide utilisé et du moment de l'année où se tiennent les applications.

c) Conditions d'application

Dans le cas de l'application de phytocides pour le dégagement de la régénération résineuse, la période pendant laquelle on peut effectuer les travaux est relativement courte. Elle commence lorsque les plants résineux ont terminé leur processus d'aoûtement et se termine au début de la coloration des espèces feuillues à l'automne. Cette période correspond à celle où les plants résineux deviennent pratiquement insensibles aux phytocides, mais où les espèces feuillues visées sont encore vulnérables. Cette période d'arrosage s'étale ainsi du début d'août à la mi-septembre.

L'amorce et le déroulement des pulvérisations sont assujettis aux conditions météorologiques (vent, humidité relative, température et pluie). Par exemple, on ne pourra pas faire d'arrosage si les conditions météo prévoient de la pluie dans les heures suivant l'application du produit. Ainsi, les opérations de pulvérisation ne peuvent être réalisées que si :

- (1) la vitesse du vent < 8 km/h;
- (2) l'humidité relative > 50 % (donc, humidité élevée);
- (3) la température < 24^oc (donc, température fraîche);
- (4) la pulvérisation précède la pluie d'au moins 2 heures, l'arrosage peut reprendre après la pluie dès que l'eau ne s'égoutte plus du feuillage.

Ces conditions météorologiques concourent à ce que les gouttes ne s'évaporent pas, restent grosses, qu'elles se dirigent au sol rapidement et ainsi ne soient pas sujettes à la dérive hors cible. Les conditions d'inversion de température (température au sol plus fraîche au sol qu'en altitude) sont à éviter, car les gouttelettes ont alors tendance à rester en suspension tel un brouillard.

Pour plus de détails sur les normes concernant l'appareillage, nous invitons les lecteurs à consulter l'annexe D de l'étude d'impact comparative des modes de dégagement de la régénération forestière produite par le MRN en 1995.

d) Transport et entreposage des produits chimiques

Étant donné le rayon d'action des porteurs, les bases d'opérations à partir desquelles se fait le remplissage des réservoirs de phytocides sont plus nombreuses que dans le cas de l'arrosage aérien. Cela sous-tend l'utilisation d'unités de transport mobile tels que des camions-citernes ou l'installation de mini-entrepôts temporaires à partir desquels il est possible de faire le plein des dispositifs d'arrosage.

e) Circulation de véhicules

Lors de l'application des produits, les véhicules porteurs doivent maintenir une vitesse moyenne d'environ 3 km/h (MRN, 1995). Le transport de ceux-ci d'un site à l'autre se fait par leur propre moyen de déplacement ou par remorque plate-forme lorsque les distances entre les sites sont trop grandes.

Outre les véhicules personnels des ouvriers ou ceux utilisés pour le transport de groupe, les véhicules servant au transport des phytocides sont les seuls présents sur le site. Ceux-ci sont assujettis au respect des mêmes règlements que tous véhicules moteurs en forêt.

f) Technique d'exécution

Dans le cas de l'application à partir de rampe agricole, la hauteur de celle-ci doit être ajustée en fonction de l'angle du jet, de l'espacement entre les buses et de la distance moyenne qui sépare la végétation visée et la rampe. La rampe doit rester parallèle au sol. Afin d'éviter de laisser des bandes de végétation non traitée, l'opérateur doit assurer un recouvrement entre deux bandes adjacentes d'une largeur représentant la distance entre deux buses. Finalement, lors de virage en bout de trajectoire, l'opérateur doit cesser l'application de produit afin d'éviter d'appliquer inutilement une surdose de mélange à la végétation présente dans la portion intérieure du virage (MRN, 1995 annexe D).

Pour l'application à l'aide de barillet, les recommandations d'application sont sensiblement les mêmes. Afin d'éviter de laisser des bandes de végétation non traitée, l'opérateur doit assurer un recouvrement entre deux bandes adjacentes. Cette distance doit représenter une largeur d'environ 1 mètre. Lors de virage en bout de trajectoire, l'opérateur doit également cesser l'application de produit afin d'éviter d'appliquer inutilement une surdose de mélange à la végétation présente dans la portion intérieure du virage (MRN 1995 annexe D).

g) Durée et fréquence des interventions

Le temps requis pour le traitement de 1ha de terrain est d'environ 13 minutes et généralement, une seule intervention est nécessaire pour atteindre les objectifs fixés.

h) Efficacité

Dans le cadre d'une étude conduite par la forêt modèle du Manitoba (forêt modèle du Manitoba, 2002) visant à trouver des alternatives à l'utilisation de l'épandage aérien de phytocides, différents traitements pour le dégagement de plantation ont été testés. Deux sites furent étudiés. Sur le premier site, on y a testé, en 1993, le broyeur forestier, la coupe manuelle, l'arrosage terrestre de Vision® (glyphosate), l'utilisation de la débroussailleuse associée à l'application de Vision® (glyphosate) sur les souches et l'absence de traitement (témoin). Sur le second site, implanté en 1995, on y a testé l'utilisation de la débroussailleuse, l'application de Release® (triclopyr) à la base des arbres et l'absence de traitement (témoin).

En 2000, soit cinq et sept ans après les traitements, il apparaît que, dans le premier site, c'est l'arrosage terrestre de Vision® qui est de loin le plus efficace pour contrôler la végétation concurrente. Cette méthode constitue celle ayant donné les meilleures conditions de croissance même si elle est également celle ayant occasionné initialement et même après sept ans, le plus de dommages aux tiges résiduelles. Au deuxième site, les deux méthodes ont permis d'obtenir de bons résultats. Toutefois, les parcelles dégagées à l'aide de la débroussailleuse ont été celles qui ont présenté les meilleures croissances pour les plants dégagés ainsi que le moins de dommages résiduels. Des deux sites, les parcelles non traitées (témoin) sont celles ayant présenté les moins bonnes performances au niveau de la croissance des plants résineux et cette différence fut considérée comme très grande.

Selon une étude réalisée dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc en Gaspésie et au Bas-Saint-Laurent (Jobidon, Trottier et Charrette, 1999), il n'y aurait pas de différence entre un traitement aux phytocides (Vision®) et un dégagement mécanique au niveau de la croissance de l'épinette noire au cours des 5 premières années suivant le traitement. Ces conclusions doivent toutefois être mises en perspective avec celles de Comeau et Biring (2000) qui stipulent que, dans un contexte de compétition de *Rubus* sp. ou d'*Epilobium angustifolium* par exemple, que :

4. Un seul dégagement a peu de chance de fournir aux jeunes plants la liberté de croître nécessaire à leur croissance;
5. Qu'un dégagement répété sur plusieurs années (pour 2 ou 3 années consécutives) procure, après 5 ans, les mêmes gains en croissance que ceux obtenus par une seule application de glyphosate;
6. Qu'un dégagement répété sur plusieurs années (pendant 3 années consécutives) a permis d'atteindre, 5 ans après traitements, un gain de croissance équivalent à une année de croissance (soit 31 % de gain).

Cette situation du retour très agressif des rejets de souches de certaines espèces donne un avantage concurrentiel financier important à l'utilisation de phytocides qui s'explique par l'élimination quasi totale de la partie aérienne de la plante compétitive en plus de sa capacité à rejeter.

i) Coûts

Selon les prix affichés dans la Gazette officielle du Québec concernant la valeur des traitements sylvicoles admissibles sur les terres publiques en 1999, l'évaluation du coût pour ce type de traitement était de 340 \$/ha.

j) Difficultés techniques

De façon générale, les principales contraintes opérationnelles auxquelles sont confrontées les opérations d'arrosage terrestre sont les suivantes (tiré de MRN 1995 annexe D) :

- La topographie et les inégalités du terrain : En présence d'une pente de plus de 30 %, une circulation sécuritaire des véhicules porteurs est difficilement atteinte. De plus, lors des applications, il faut éviter les déplacements perpendiculaires à la pente afin de limiter les risques de renversement.
- La hauteur et la densité de la végétation : Celle-ci ne doit pas compromettre la visibilité de l'opérateur à un point tel que son déplacement sur le site ne puisse plus se faire de façon sécuritaire ou permet une application adéquate du produit.
- L'accessibilité du site : Le site doit bien évidemment être accessible par chemin pour permettre le transport des appareils (porteur, rampe, etc.) et du personnel sur le site.
- Disponibilité en eau : Les opérateurs doivent pouvoir s'approvisionner en eau sur le site afin de pouvoir effectuer les mélanges.

Les principales difficultés techniques reliées plus particulièrement à l'utilisation de la rampe agricole sont dues à son envergure. En effet, la rampe est peu appropriée aux terrains accidentés ou présentant des obstacles plus hauts que la végétation à traiter. De plus, selon Gama *et al.* (1987 in MRN 1995 annexe D), la rampe agricole est peu propice à une utilisation forestière due à sa fragilité. Pour ces raisons, il est préférable d'en planifier l'utilisation uniquement dans les anciennes friches agricoles. De plus, la hauteur de la végétation ne devrait pas excéder 0,5 m si le porteur est un 4 X 4 ou 1 mètre, si c'est un porteur ou une débusqueuse. Cette contrainte permet de conserver la hauteur nécessaire entre la végétation et la rampe pour assurer une application adéquate.

Dans le cas de l'application avec barillet, la principale difficulté technique est associée au manque d'uniformité de l'application du mélange dû à la conception même de l'appareil (figure 40). À ce titre, la végétation présente sur le site ne doit pas non plus dépasser 2 mètres, ni présenter trop d'arbres résiduels car cette végétation risque d'intercepter trop de mélange lors de l'application et occasionner que certaines portions du terrain ne seront pas traitées.

k) Possibilité d'accidents

Les arrosages terrestres de phytocides exposent les travailleurs de façon relativement importante et récurrente aux produits chimiques. L'arrosage réalisé à l'aide de rampe comporte moins de risques d'exposition aux produits que celui réalisé à l'aide de lance. Dans le cadre d'une étude (Machado-Neto *et al.*, 2000) réalisée avec un projet d'arrosage à l'aide d'une rampe (2,3 m de long, composée de 6 buses), il a été établi que l'application du produit était risquée en l'absence d'équipement de protection. Le port de cet équipement de protection réduisait toutefois de 82,52 % les risques potentiels d'exposition de la peau.

Un autre risque d'accident est celui relié aux renversements des appareils lors des déplacements, donc un risque pour l'opérateur, mais aussi un risque de déversement de produit.

l) Impacts environnementaux (potentiels)

Le principal impact de l'utilisation de cette méthode consiste en la compaction du sol reliée au déplacement des véhicules porteurs. Les émanations de gaz d'échappement constituent également une forme de pollution associée à ce mode d'application. Outre les risques de déversement associés aux difficultés de circulation et la présence d'obstacles (troncs, souches, roches, écarts), il y a aussi les risques de contamination concernant les fuites potentielles d'huile ou de carburant.

Au niveau de la dérive des gouttelettes, voir les résultats de l'étude de Dostie (1991) présentée à la section 4.2.2.1 des impacts environnementaux potentiels de l'arrosage aérien.

m) Impacts sociaux (potentiels)

Le bruit :

Le bruit associé à la présence de machinerie lourde en forêt peut être perçu comme un élément désagréable par certaines personnes. Il faut toutefois relativiser cet impact du fait que les arrosages terrestres ont lieu seulement une partie de l'année (du début d'août à la mi-septembre). De plus, une grande partie des arrosages ont lieu à l'écart des zones habitées.

Limitation de l'accès au territoire :

Afin de maximiser la sécurité du public, les territoires touchés par les arrosages seront indiqués comme étant interdits d'accès pendant l'arrosage et pour une période de 1 semaine suivant l'arrosage. Cette précaution vise à éviter que des utilisateurs de la forêt ne soient accidentellement arrosés lors des opérations ou entrent en contact avec le produit présent sur les plantes. La période de temps suivant l'arrosage vise à laisser le temps au produit d'être complètement absorbé par les feuilles des plantes ou immobilisé dans le sol.

Dans le cas de la cueillette de fruits, cette interdiction sera maintenue pour tout le reste de la saison suivant l'arrosage de phytocides. Cette précaution vise une fois de plus à limiter au maximum les risques de contamination reliés à l'ingestion de fruits touchés par le produit.

Santé des travailleurs :

Pour l'opérateur de la machine, longues heures d'exposition à la bruine du produit.

Altération du paysage :

Le dégagement de la régénération de façon terrestre altère le paysage durant une période d'environ 2 à 3 ans. Après cette période, les espèces de lumière reprennent leur place. Toutefois, dans la mesure où le traitement s'est avéré efficace, les espèces résineuses ont eu le temps de prendre de l'avance et dominent désormais la végétation compétitive.

n) Impacts économiques (potentiels)

L'emploi :

Comme la réalisation de travaux de dégagement de la régénération par l'utilisation de phytocides génère moins d'emplois que de façon mécanique, cela a un impact positif moindre sur l'économie régionale. Cet impact positif sur l'économie locale est toutefois plus grand avec la création d'un plus grand nombre d'emplois ou de la présence d'un plus grand nombre de personnes reliées à l'arrosage terrestre qu'avec l'arrosage aérien.

3.4.3. Dégagement mécanique

a) Caractéristiques principales

Ce type de dégagement est généralement réalisé à l'aide d'outils à moteur dont le plus couramment utilisé est la débroussailleuse. Le travail consiste à éliminer totalement la végétation non désirée présente dans de jeunes peuplements ou de réaliser le dégagement de la périphérie des plants dans un rayon de 60 cm ou plus.

Lorsque la hauteur de la compétition est supérieure à 1 mètre, le rayon de dégagement doit être égal à 1 mètre autour de la tige (FPBQ et MRN 1999). Un plant est considéré comme dégagé si aucune autre tige ou végétation mesurant plus de sa demi-hauteur ne pousse dans un rayon d'un mètre de l'axe central de celui-ci (MRNFP 2003 note b).

b) Végétation visée

La végétation visée correspond à toute végétation (essences feuillues, graminées, fougères, etc.) présente au pourtour (1 mètre) du plant résineux d'avenir. Cette végétation peut inclure des tiges résineuses dans le cas d'un dégagement de régénération naturelle.

c) Conditions d'exécution

Le traitement peut être effectué à n'importe quel moment de la saison. Toutefois, les recherches ont démontré que les meilleurs résultats étaient obtenus lorsque les travaux étaient réalisés après que toutes les feuilles des plantes compétitives soient sorties (soit de juin à septembre).

d) Transport et entreposage des produits chimiques (essence, huile)

Cette activité demande que de l'essence, de l'huile pour moteur ainsi que de l'huile pour la lubrification des engins soient transportées sur le site. Généralement, les débroussailleurs apportent leur matériel sur le site et le rapportent en fin de journée.

e) Circulation de véhicules

La circulation de véhicules se limite au déplacement des ouvriers entre les différents sites où s'exécutent les travaux de dégagement.

f) Technique d'exécution

Indépendamment du fait que le dégagement se fasse par puits de lumière, en bande ou que la totalité de la végétation compétitive présente sur le site soit coupée (figure 41), celle-ci doit être placée de telle sorte qu'elle ne nuise pas aux plants dégagés. Cela sous-entend que les débris de coupe doivent toujours être disposés de façon à ne pas être par-dessus un plant résineux.

g) Durée et fréquence des interventions

Selon l'étude comparative des différents modes de dégagement réalisée par le MRN (1995), la productivité des débroussailliers est en moyenne de 0,03 ha/h/pers. La fréquence des interventions est fonction de l'efficacité du traitement, lui-même fonction :

- du moment de l'année où a lieu le traitement;
- du niveau de richesse du site;
- de l'agressivité de la végétation compétitive;
- des conditions de croissance lors des années subséquentes au traitement.

Habituellement, un seul traitement permet de maintenir les plants libres de croître. Toutefois, étant donnée la faculté de certaines plantes à produire des rejets de souche, il arrive fréquemment que d'autres interventions soient nécessaires au cours des années suivantes.

h) Efficacité

Une récente note de recherche publiée par la direction de la recherche forestière du MRNFP résume bien la vision du MRNFP face au dégagement mécanique.

« Les études sur les effets du dégagement mécanique réalisées depuis plus de 15 ans au Québec démontrent que des gains de croissance significatifs en diamètre de l'épinette noire sont obtenus (Jobidon et Charrette 1997, Jobidon *et al.* 1999). De plus, les plants des parcelles dégagées affichent un rythme de croissance supérieur à ceux des parcelles témoins. Cet écart s'accroît significativement dans le temps ». (Tiré de Roy, Thiffault et Jobidon 2003b)

À la lumière d'un suivi de 10 ans sur une plantation d'épinettes noires (Jobidon et Charrette, 1997), il est apparu que la période de l'année permettant d'obtenir les meilleurs résultats pour le dégagement consiste en la période où les plants sont en feuillaison complète. Aussi, la croissance ainsi que le taux de survie, ne sont pas influencés par le nombre de dégagement. Finalement, l'effet du dégagement sur la croissance en hauteur et en diamètre s'améliore dans le temps, comparativement aux parcelles témoins, ce qui atteste de l'effet prolongé des traitements.

Selon une étude réalisée dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc en Gaspésie et au Bas-Saint-Laurent (Jobidon, Trottier et Charrette 1999), il n'y aurait pas de différence entre un traitement aux phytocides (Vision®) et un dégagement mécanique au niveau de la croissance de l'épinette noire au cours des 5 premières années suivant le traitement.

Il faut toutefois souligner que l'utilisation du dégagement mécanique occasionne un problème important, soit celui de la venue des rejets de souches. En effet, la plupart des espèces feuillues réagissent à la coupe mécanique de leur partie aérienne en générant plusieurs nouvelles tiges. Tout dépendant du moment où a lieu la coupe, l'apparition de rejets de souche peut se produire la même année que celle où s'est tenu le dégagement ou durant la saison de croissance de l'année suivante. Newton et Dost (1981 in MRN 1995) rapportent que pour des feuillus de lumière, les rejets retrouvent la hauteur des tiges d'avant traitement dès la deuxième année après traitement et que la densité de tige peut atteindre cinq fois celle d'avant traitement. Dans la mesure où le plant résineux n'aura pas profité suffisamment de la période où la compétition feuillue n'aura pas influencé ses conditions de croissance, un second, voire un troisième dégagement sera nécessaire. Par contre, selon Jobidon et Charrette (1992 in MRN 1995), pour être efficaces, ces dégagements successifs doivent être réalisés une fois que la réaction des semis au premier dégagement est complétée et avant l'apparition d'une mortalité accrue chez ces mêmes semis. Généralement, la durée de cette période de contrôle de la compétition est d'environ deux ans.

En terminant, il faut souligner que l'efficacité de la coupe mécanique n'a pas démontré son efficacité dans toutes les situations de compétition. Ainsi, selon les études de Jobidon et Charrette (1992 in MRN 1995), dans le cas d'une compétition exercée principalement par le framboisier et l'épilobe, ces auteurs concluent que la coupe de

la végétation n'a pas entièrement prouvé son efficacité biologique. Dans le cas d'une compétition réalisée par des feuillus de lumière et le framboisier, les auteurs concluent que le résultat est bénéfique et que les mois de juillet, août et septembre constituent la meilleure période pour réaliser les travaux de dégagement.

i) Coûts

Selon les prix affichés dans la Gazette officielle du Québec au sujet de la valeur des traitements sylvicoles admissibles sur les terres publiques en 2004 pour ce type de traitement, le coût était d'environ de 750 \$/ha lorsque effectué dans la zone boréale et de 840 \$/ha lorsqu'il est effectué dans la zone tempérée nordique.

j) Difficultés techniques

Les difficultés techniques sont intimement liées aux conditions de travail auxquelles sont confrontés les ouvriers qui manipulent les débroussailleuses. Bien que le dégagement à la débroussailleuse permet une grande flexibilité dans les patrons de dégagement et dans l'accessibilité, sa réalisation demande un effort physique et implique un risque d'accidents importants. Ceux-ci sont traités plus en détail dans la section 4.2.5.2. c et d qui touche les impacts sur les travailleurs.

Une autre des difficultés que l'on pourrait qualifier de technique en regard du dégagement mécanique consiste en la pénurie de main-d'œuvre que connaît depuis quelques années le milieu forestier. Bien que la création d'emplois figurait parmi l'une des principales raisons qui ont poussé le gouvernement en 1995 à retirer les phytocides pour favoriser le dégagement mécanique, cette pénurie amène aujourd'hui des problèmes opérationnels quant à la réalisation des travaux. Cette problématique s'explique par différents facteurs (anonyme 2001 in Dubeau *et al.*, 2003) :

- Le vieillissement de la population (l'âge moyen des travailleurs forestiers est de 40 ans);
- La dévalorisation des métiers manuels;
- L'exigence physique élevée;
- Le traitement salarial qui, de l'avis des travailleurs, serait plus ou moins adapté aux exigences du travail;
- La faible qualité de vie au travail;
- L'éloignement;
- L'aspect saisonnier du travail.

De plus, toujours selon Dubeau *et al.*(2003), les travailleurs ressentent souvent des douleurs reliées à la nature et aux exigences physiques de leur travail en plus des risques que ceux-ci courent en terme d'accidents. Tous ces facteurs concourent à rendre le travail d'ouvrier sylvicole peu attrayant et diminuent le nombre de travailleurs potentiels disponibles pour réaliser les activités de dégagement de la régénération.

k) Possibilités d'accidents

Comme mentionné plus haut, la réalisation du dégagement par des débroussailleurs implique un risque important d'accidents, d'exposition à des émanations de gaz et au développement de maux chroniques qui seront traités plus en détail dans la section 4.2.5.2. c touchant les impacts sur les travailleurs.

l) Impacts environnementaux (potentiels)

Les émissions de gaz de combustion et d'huile lubrifiante constituent les principaux agents polluants émis par l'utilisation des débroussailleuses et scies à chaîne. Selon l'expérience qu'Hydro-Québec a acquise dans le domaine des études d'impact réalisées dans le cadre de leurs programmes d'entretien d'emprise de ligne et selon une étude suédoise portant sur la composition moyenne des gaz de combustion de sept tronçonneuses les plus couramment utilisées (Nilsson *et al.* 1987), il est possible d'obtenir les données d'émission atmosphérique suivantes (tableau 33). Il est à noter que selon l'expérience d'Hydro-Québec (1992), la consommation moyenne des scies à chaîne est de 18,2 l/ha et de 13,6 l/ha pour une débroussailleuse.

Tableau 33 Estimation de la quantité de contaminants émis dans l’atmosphère au moment de la coupe manuelle à l’aide de tronçonneuses et de débroussailleuses (projection effectuée dans le cadre d’une étude d’impact réalisée par Hydro-Québec)

Contaminant	Émission atmosphérique (kg)					
	1993	1994	1995	1996	1997	Total
Essence et Hc non brûlés**	3 635	4 558	11 667	4 711	1 931	26 502
Monoxyde de carbone (CO)	3 165	3 988	10 160	4 103	1 681	23 097
Oxyde d’azote (NO _x)	2,4	3,1	7,8	3,1	1,3	17,7
Benzène (C ₆ H ₆)	66,6	83,6	214	86,4	35,4	486
HAP totaux	5,8	7,3	18,7	7,6	3,1	42,5
Autres toxiques***	0,6	0,7	1,8	0,7	0,3	4,0
Total des contaminants	6 875	8 641	22 069	8 912	3 652	50 149

* Calculée selon les données de base en 6.1 et selon les superficies traitées réparties comme suit : 1 043 ha (1993), 1 308 ha (1994), 3 348 ha (1995), 1 352 ha (1996) et 554 ha (1997).

** Selon la proportion de carburant volatilisé (30 %) rapportée par Nilsson *et al.*(1987).

*** Pb, Pb(CH₃)₄, CH₂Br₂.

N.B. : Les émissions au Québec en 1985 (Environnement Canada, 1990) étaient : Hc = 398 011 t ; NO_x = 239 876 t ; CO = 1,91 M t ; HAP = 2 500 t (Lavalin, 1988) ; benzène = environ 3 400 t, estimées selon les émissions aux États-Unis (USDHHS, 1991).

Ce tableau permet d’obtenir un ordre de grandeur des constituants qui seraient émis par litre d’essence utilisé pour le fonctionnement d’une scie à chaîne. Selon certains documents consultés, ces émissions seraient toutefois légèrement moins importantes dans le cas d’une débroussailleuse que pour une scie, mais cette information reste à valider. On peut estimer de ces données une émission de 3,03 kg de CO par hectare de terrain traité.

Pour la question des huiles lubrifiantes, celles-ci sont utilisées uniquement dans le cadre de l’utilisation des scies à chaîne (pour le guide-chaîne). Dans le cadre de cette étude d’impact, l’utilisation limitée qui sera faite de cet outil implique un impact très négligeable qui ne sera pas traité plus à fond ici.

Au niveau de la moyenne et de la grande faune, cette dernière peut voir, dans les sites dégagés mécaniquement, certaines difficultés à se déplacer étant donné la présence des nombreuses tiges qui jonchent le sol et des souches coupées sur lesquelles elle peut se blesser. Ce phénomène est moins important dans les secteurs traités aux phytocides puisque la végétation meurt progressivement et commence sa décomposition alors qu’elle est encore sur pied.

m) Impacts sociaux (potentiels)

Altération du paysage :

Le dégageant de la régénération de façon mécanique altère le paysage durant une période d’environ 2 ans. Après cette période, les espèces de lumière reprennent leur place. Toutefois, dans la mesure où le traitement s’est avéré efficace, les espèces résineuses ont eu le temps de prendre de l’avance et dominant désormais la végétation compétitive.

Le bruit :

Le bruit associé à la présence de débroussailleuse peut être perçu comme un élément désagréable par certaines personnes. Étant donné le temps nécessaire pour traiter 1 ha de terrain (environ 0,3 ha/pers./jour) et également, la longue fenêtre d'opérabilité potentielle pour cette méthode, la présence des ouvriers dans de grands secteurs peut s'étirer sur plusieurs semaines. Cet état de choses peut générer des conflits d'utilisation avec des activités nécessitant de la quiétude (par exemple, le camping sauvage) ou associé à la présence de la faune qui, elle, cherchera à délaisser ces secteurs (exemple, la chasse). Toutefois, une grande partie des travaux ont lieu à l'écart des zones habitées.

L'emploi :

Le dégagement réalisé à l'aide de débroussailleurs constitue un des modes de dégagement générant le plus grand nombre d'emplois par hectare traité. Par contre, la situation de l'employabilité dans ce domaine est telle qu'il est souvent difficile de trouver les ouvriers nécessaires à la réalisation de tous les travaux prévus en Mauricie.

Santé des travailleurs :

Les travailleurs sont exposés à des risques importants d'accidents de toutes sortes étant donné le caractère très physique du travail et les dangers que représentent les déplacements à pied en forêt. De plus, ceux-ci s'exposent à des risques de maladies chroniques causés par l'aspect physique du travail lui-même, mais également du aux émanations issues de la machinerie.

n) Impacts économiques (potentiels)

On note une création d'emplois importante par rapport à celle générée par l'arrosage de phytocides.

3.4.4. Dégagement mécanique avec application d'un phytocide

a) Caractéristiques principales

Cette méthode présente un avantage important relié à l'utilisation de phytocides. C'est que l'application de ceux-ci peut être faite avec une grande précision. De fait, l'impact sur l'environnement est réduit au minimum de l'impact direct associé au produit et on diminue, du même coup, les impacts indirects associés à la dérive ou à un arrosage hors cible.

b) Végétation visée

La végétation visée correspond à toute végétation (essences feuillues, graminées, fougères, etc.) présente au pourtour (1 mètre) du plant résineux d'avenir. Cette végétation peut inclure des tiges résineuses dans le cas d'un dégagement de régénération naturelle.

c) Conditions d'exécution

Voir figure 45 pour une représentation de la méthode d'application avec Myco-Tech™ comme phytocide d'application. Cet exemple est représentatif de cette méthode quelque soit le phytocide utilisé.

d) Transport et entreposage des produits chimiques

Étant donné le rayon d'action des travailleurs et le temps nécessaire pour traiter les superficies, les bases d'opérations à partir desquelles se fait le remplissage des réservoirs de phytocides sont nombreuses. Cela sous-tend l'utilisation d'unité de transport mobile ou l'installation de mini-entrepôt temporaire à partir desquels il est possible de faire le plein des dispositifs d'arrosage.

e) Circulation de véhicules

Idem section 3.4.3. e

f) Technique d'exécution

Une fois que les tiges sont coupées, l'ouvrier actionne le pulvérisateur afin d'appliquer une petite quantité de phytocide sur la souche fraîchement coupée. Indépendamment du fait que le dégagement se fasse par puits de lumière, en bande ou que la totalité de la végétation compétitive présente sur le site soit coupée (voir figure 41) cette dernière doit être placée de telle sorte qu'elle ne nuit pas au plant dégagé. Cela sous-entend que les débris de coupe doivent toujours être disposés de façon à ne pas être par-dessus un plant résineux.

g) Durée et fréquence des interventions

Nécessite plus de temps que le dégagement standard, mais diminue la probabilité d'avoir besoin d'un deuxième dégagement.

h) Efficacité

Peu de références ont été trouvées concernant la comparaison de l'efficacité d'un dégagement mécanique avec débroussailluse standard versus celui associé à l'application d'un phytocide. Cette efficacité est, en effet, directement liée au produit utilisé et est donc très variable. Toutefois, on peut facilement espérer que cette application de phytocides permettra d'éliminer, ou du moins de limiter, la production de rejets de souche qui est le principal élément influençant l'efficacité du dégagement mécanique.

i) Coûts

Taux identique à celui du dégagement mécanique (taux moyen de 795 \$) standard auquel s'ajoute le prix du produit qui, pour un cas de dégagement présentant environs 30 000 tiges/ha coûte environ 450 \$/ha.. Donc un total d'environ 1 245 \$/ha.

j) Difficultés techniques

Idem section 3.4.3. j

k) Possibilités d'accidents

Aux possibilités d'accidents présentés dans la section 3.4.3. k touchant les impacts sur les travailleurs, il faut ajouter les risques de contamination en lien avec l'utilisation des phytocides. Ces risques sont donc fonction du niveau de toxicité associé à chacun des produits.

l) Impacts environnementaux (potentiels)

Selon l'étude de Sullivan 2000 (tiré de Lautenschlager et Sullivan, 2002), le dégagement mécanique, associé au traitement des souches à l'aide de glyphosate, contrôlait le retour des espèces de compétition jusqu'à la 4^e année après le traitement au lieu de 1 an pour le dégagement mécanique seul. Cet état de choses implique que l'habitat des espèces est altéré pour une plus longue période de temps que le simple dégagement mécanique ou même le dégagement par arrosage de phytocides qui dure en moyenne de 2 à 3 ans. Par contre, après cette période, l'auteur n'a noté aucune différence entre la diversité des espèces présentes au sein des différents traitements.

À cet impact s'ajoutent les impacts reliés aux émanations de CO et des huiles lubrifiantes décrits à la section 3.4.3. k du dégagement mécanique standard

m) Impacts sociaux (potentiels)

Aux impacts déjà présentés à la section 3.4.3.k concernant le dégagement mécanique avec débroussailleuse, s'ajoute le fait que le dégagement mécanique avec phytocides altère le paysage pour une plus longue période de temps que dans le cas d'un simple dégagement mécanique ou d'un dégagement par arrosage de phytocides (aérien ou terrestre).

n) Impacts économiques (potentiel)

Idem section 3.4.3.n

3.5. Produits phytocides disponibles pour le dégagement

3.5.1. Description générale des phytocides

Il existe au Canada un nombre limité de phytocides homologués pour usage en milieu forestier. Ces phytocides appartiennent à la classe 3 des pesticides entrant sous la juridiction de la Loi sur les pesticides, la Loi sur la qualité de l'environnement et la Loi sur les produits antiparasitaire Cette liste évolue au fur et à mesure que des recherches nous en apprennent plus sur les effets positifs et négatifs à moyen et long terme associés à l'utilisation de ces produits. C'est, entre autres, à la lumière de certaines recherches que l'hexazinone, autrefois fréquemment employé en milieu forestier, ne fait plus partie des produits autorisés pour usage forestier au Canada. Dans le cadre de la présente étude d'impact, nous nous attarderons tout d'abord à lister les produits actuellement homologués pour une application aérienne en milieu forestier au Canada, pour ensuite décrire certains d'entre eux issus des différentes familles de phytocides (biologique, chimique ou de synthèse) pour finalement les comparer au glyphosate, produit sélectionné pour le présent projet d'arrosage, en terme d'efficacité et d'impact sur les différentes composantes du milieu.

3.5.1.1 Ce que sont les phytocides

On peut dire que les grands questionnements sociaux entourant l'utilisation de pesticides en général ont véritablement débuté en 1962 à la suite de la sortie du livre de Rachel Carson « Silent spring ». C'est en effet à cette époque que l'on peut commencer à percevoir chez le grand public une crainte envers les produits chimiques comme le DDT³. Selon de nombreuses études présentées dans l'ouvrage de Rachel Carson, malgré que certaines soient encore controversées, ces produits présentent une menace pour les écosystèmes et l'environnement. Bien que le DDT ne soit plus utilisé aujourd'hui, toute la polémique qui a entouré son retrait nous a permis de changer notre façon d'aborder la question de l'utilisation des phytocides. L'auteur Jerry Lee Michael présente bien cette attitude :

« Ce qui est arrivé avec le DDT a créé beaucoup de méfiance, mais on peut en tirer de précieuses leçons. La première est que la science n'est pas parfaite. La seconde est que la vigilance est de rigueur lorsqu'il s'agit de trouver des applications à la science, que ce soit dans le secteur de l'entreprise, le domaine privé ou public, l'éducation ou les institutions, pour assurer la sécurité de toute technologie qui touche à l'homme et à l'environnement dans lequel il vit. Aucune composante du monde de la recherche ne peut, à elle seule, tester chaque facteur ou ensemble de facteurs pour déterminer la sécurité ou non d'une nouvelle technologie quelle qu'elle soit » (Michael, 2002).

La seule façon de contourner cette réelle difficulté est d'apprendre à évaluer et à gérer les risques. C'est précisément ce genre d'approche qui est appliquée dans le cadre de l'homologation des phytocides au Canada (voir processus en annexe 3). Nous sommes ainsi en mesure de considérer que des recherches approfondies sont nécessaires au processus d'homologation et que des suivis sont assurés pour maintenir l'homologation d'un produit sur le marché. Les produits homologués peuvent donc être considérés comme sécuritaires pour l'environnement et la population.

Le niveau de risque associé à la toxicité d'un produit utilisé comme phytocide doit être relativisé en fonction de son utilisation, son mode d'action et sa toxicité. Dans son ouvrage, Michael (2002) soulève :

« Toute substance chimique, qu'elle soit naturelle ou synthétique, est toxique à un niveau d'exposition donné. La différence entre les toxicités aiguës et chroniques par rapport à la dose sans effet nocif est avant tout fonction de l'exposition au cours d'un temps donné et du mode d'action de la substance. Par exemple, la vitamine D est indispensable à la bonne santé et les mammifères en consomment quotidiennement. Cependant, elle peut parfois être très toxique, et

³ DDT : Dichloro-Diphényl-Trichloréthane.

même plus toxique que la plupart des herbicides utilisés pour la gestion des forêts. La DL₅₀ aiguë par voie orale pour l'homme pour la vitamine D est de 10 mg/kg/jour alors que, pour le 2,4-D, cette dose est de 300 mg/kg/jour » (Michael, 2002).

Comme on le voit au tableau 35, il faut mettre en perspective la toxicité d'un produit par rapport à d'autre produit présent dans notre environnement. À ce titre, Michael (2002) rappelle même que la toxicité de la caféine, produit que l'on retrouve dans nos produits de consommation de tous les jours comme le café et les boissons gazeuses, est de 200 mg/Kg (Michael 2002), ce qui est bien loin du 5 600 mg/kg du glyphosate.

Tableau 35 Tableau comparatif de la toxicité de certains produits de consommation de tous les jours (Monsanto 2000)

SUBSTANCE	DL ₅₀	GRADIENT DE TOXICITÉ
Glyphosate	5 600 mg/Kg	Faible ↓ Élevé
Sel de table	3 000 mg/kg	
Vitamine A	2 000 mg/kg	
Aspirine	1 000 mg/kg	
Nicotine	53 mg/kg	

Il faut aussi comprendre que les phytocides agissent sur des processus métaboliques précis chez les végétaux, processus qui sont, la plupart du temps, totalement absents chez les animaux.

Selon Hurst (1987) et Miller et Whit (1990) (in deCalesta *et al.*, 2002) les phytocides, lorsque utilisés en milieu forestier selon les recommandations du fabricant du produit, posent peu ou pas de risques aigus de toxicité, ne sont pas mutagéniques ou oncogéniques et sont rapidement éliminés par les systèmes des organismes les ayant ingérés ou absorbés.

3.5.1.2 Les phytocides homologués au Canada

La liste complète des familles de phytocides homologués pour usage forestier est présentée au tableau suivant 36. Parmi cette liste, seuls les produits à large spectre d'action (pouvant contrôler les espèces compétitives potentiellement présentes sur le territoire d'étude et pouvant également être utilisés autant pour la préparation de terrain que le dégagement de la régénération ont été retenus pour une description plus étendue présentée à la section 4.3. À ces produits, s'ajoutent les mycoherbicides qui ont été retenus étant donné leur intérêt pour l'application d'herbicides dans les milieux jugés sensibles aux autres herbicides.

Tableau 36 Liste complète des phytocides (ingrédients actifs) homologués pour usage forestier au Canada

LISTE DES INGRÉDIENTS ACTIFS PAR GROUPE CHIMIQUE		
Note : Vous retrouver en gras les ingrédients actifs étudiés dans cette études d'impact		
GROUPES CHIMIQUES	NOM DES INGRÉDIENTS ACTIFS	TYPE D'UTILISATION
AUTRES ACIDES ORGANIQUES	Imazapyr	Herbicide
ACIDES ORGANIQUES HOLÉGÉNÉES ET DÉRIVÉS	Triclopyr	Herbicide
AMIDES	Napropamide	Herbicide
ARYLOXYACIDES ET DÉRIVÉES	2,4-D , présent sous forme d'acide	Herbicide
	2,4-D , présent sous forme de sels d'amine	Herbicide
	2,4-D , présent sous forme d'esters peu volatils	Herbicide
ORGANOPHOSPHORÉS	Glyphosate , présent sous forme de sel d'isopropylamine	Herbicide

Vous retrouverez à l'annexe 12 la liste complète des herbicides homologués au Canada pour usage forestier en mars 2004.

3.5.1.3 L'évolution des phytocides au cours des dernières années

Au cours des dernières années, les recherches se sont poursuivies dans le domaine des phytocides afin de développer des produits plus efficaces et plus sélectifs tout en étant moins risqués pour l'environnement. Lors de l'importante étude d'impact réalisée par le MRN en 1995, certains de ces produits avaient été présentés comme potentiellement intéressants, mais les responsables de l'étude possédaient alors peu d'information à leur sujet. Aussi, depuis cette époque, d'autres produits ont fait leur apparition. Cette section tente de faire le point sur ces derniers développements et présente où en sont nos connaissances en ce domaine.

Les nouveaux phytocides chimiques

Diflufenican :

Présent sur le marché du Danemark, ce produit se retrouve dans un mélange granulaire avec du glyphosate sous l'appellation commerciale « Zeppelin » (40g a.i./kg diflufenican + 160 g a.i./kg glyphosate). Une formulation liquide connue sous le nom de « Bacara » (100 g a.i./kg diflufenican + 250 g a.i./kg flurtamon) semble être plus appropriée pour une utilisation forestière. L'efficacité de ce produit sur les mauvaises herbes peut même durer plus d'une saison (Christensen in Popular summaries, 2002).

Urée de sulphonyl :

Parce que les concentrations de ce produit fréquemment utilisé avoisinent uniquement quelques grammes par ha, il est souvent caractérisé de mini-herbicide. L'impact de ce composé sur les plantes est variable et il est parfois nécessaire de mélanger plusieurs formes d'urée de sulphonyl pour atteindre l'effet souhaité sur les mauvaises herbes des anciennes friches. **En forêts, son efficacité est insuffisante.** De plus, les effets de ce produit sont encore mal cernés (Christensen in Popular summaries, 2002).

Imazanox :

Ce composé chimique est un proche parent de l'imazapyr (Arsenal). Ce produit, actuellement en attente d'approbation pour son utilisation en Europe, s'avère très efficace avec certaines plantes reconnues comme généralement coriaces. Son utilisation, tout comme celle de Arsenal, peut toutefois entraîner des dommages aux tiges à dégager (Christensen in Popular summaries, 2002).

Amitrole :

C'est un herbicide non sélectif qui est absorbé par les feuilles et les racines et il est transformé ensuite dans le xylème et le phloème. Plusieurs espèces d'arbres et d'arbustes sont tolérantes à l'amtrole durant leur période de dormance. Il constitue une alternative potentiellement plus sécuritaire au glyphosate. Le manufacturier de ce produit est la compagnie Bayer. Les types de mauvaises herbes qu'il peut contrôler sont : les mauvaises herbes vivaces et annuelles, les chardons, les espèces de terrain dénudé et autres (English nature et FACT, 2003).

Les phytocides de biosynthèse

Les phytocides de biosynthèse sont des phytocides chimiques dérivés de plantes ou produits à partir de processus biologiques. Deux de ces produits actuellement sur le marché sont Bilanaphos et Barrier H. Ils ont été testés en Grande-Bretagne (Clay, Dixon et Willoughby, in Popular summaries, 2002).

Bilanaphos :

Bilanaphos est produit par des micro-organismes à travers un processus de fermentation et son action se rapproche de celle du glufosinate d'ammonium, un phytocide de contact. Les résultats des travaux de Clay *et al.* (in Popular summaries, 2002), suggèrent que ce phytocide peut être efficace comme phytocide de contact à

pulvériser à la base des tiges à dégager pour contrôler les mauvaises herbes. Les dommages aux tiges dégagées seront très limités, tout comme avec le glufosinate. Les auteurs de l'étude soulignent toutefois, qu'avant d'utiliser un tel produit à grande échelle, certaines questions restent à éclaircir. Le Bilanaphos constitue, toutefois, un produit relativement toxique avec une DL₅₀ de 268 mg/kg alors que celle du phytocide chimique le plus couramment utilisé, le glyphosate, est de 5 600 mg/kg.

Huile de citronel (Barrier H) :

Barrier H est issu d'un extrait de plante (*Cymbopogon winterianus*) contenant de forte concentration d'huile de citronnelle qui agit, lui aussi, comme un phytocide de contact. Les résultats des travaux de Clay *et al.* (in Popular summaries, 2002), suggèrent que ce phytocide peut être efficace comme phytocide de contact à pulvériser à la base des tiges à dégager pour contrôler les mauvaises herbes. Il est d'ailleurs commercialisé comme étant un produit très efficace dans la lutte au séneçon jacobée (*Senecio jacobaea*) qui constitue une plante poison pour le bétail. Les dommages infligés aux tiges dégagées par ce produit sont très limités, tout comme avec le glufosinate. De plus, il cause moins de dommages à long terme que les phytocides de translocation tel que le glyphosate. Les auteurs de l'étude soulignent toutefois, qu'avant d'utiliser un tel produit à grande échelle, certaines questions restent à éclaircir. En effet, les produits naturels ne sont pas nécessairement moins toxiques que les produits synthétiques. La DL₅₀ du Barrier H est de 7 200 mg/kg alors que celle du phytocide chimique le plus couramment utilisé, le glyphosate, est de 5 600 mg/kg. Autre élément concernant le Barrier H, bien que les observations initiales supportent les dires du manufacturier du produit (Barrier Biotech Ltd) au sujet de son efficacité sur plusieurs espèces de mauvaises herbes, il existe très peu de recherche sur les effets de ce produit sur la faune et les espèces non visées par le traitement (English nature et FACT, 2003).

Les Mycoherbicides

L'utilisation de champignons à titre d'herbicide est en développement depuis les dernières années. C'est principalement les craintes de l'opinion publique en regard de l'utilisation des phytocides chimiques qui a amené les chercheurs à se pencher sur le développement d'outil biologique pour assurer le contrôle de la végétation indésirable. Lors d'une journée d'étude en Nouvelle-Zélande en 2003 (Canterbury Agriculture and Science Centre 2003), Simon F. Shamoun du Service Canadien des forêts a présenté certains des plus récents travaux et résultats de recherches portant sur différents champignons utilisables pour la lutte contre certaines espèces végétales.

Chondrostereum purpureum :

Selon les travaux de Shamoun et Hintz (tiré de Popular summaries, 2002), la combinaison du dégagement mécanique avec débroussailluse avec l'application de *Chondrostereum purpureum* améliore grandement l'efficacité de la simple coupe mécanique/manuelle sur l'érable rouge. Cette efficacité est presque comparable aux résultats obtenus avec un phytocide chimique.

Plus de détails sont donnés sur ce champignon dans la section 4.3.3 qui traite de Myco-Tech™, le seul phytocide utilisant des champignons actuellement homologué au Canada.

Colletotrichum dematium :

Selon les travaux d'un groupe de chercheurs de l'Université McGill, ce champignon serait efficace pour la lutte contre *Epilobium angustifolium*.

Fusarium avenaceum :

Champignon utilisé dans la lutte contre le *Rubus* sp.

Valdensinia heterodoxa :

Ce champignon présente un bon potentiel pour lutter contre *Gaultheria shallon*, un petit arbuste de la côte Ouest de l'Amérique.

Colletotrichum gloeosporioides and Neonectria neomacrospora :

Ce champignon serait intéressant pour lutter contre le faux-gui, une plante parasite qui s'attaque principalement à l'épinette noire et occasionnellement à l'épinette blanche, l'épinette rouge et au mélèze. Il détruit rapidement les semences, les racines et le système endophyte de la plante.

3.5.2. Description détaillée des phytocides pertinents

Ce sont les critères présentés au tableau 37 qui ont servi pour le choix des phytocides devant faire l'objet d'une description plus approfondie.

Tableau 37 Critères relatifs à la sélection des phytocides

CRITÈRES
Possibilité d'application aérienne du produit
Efficacité du produit sur les espèces compétitives en présence sur le territoire
Impacts environnementaux associés au produit
Impacts sociaux associés au produit
Coût du produit

Ainsi, en fonction des produits disponibles sur le marché et de ces critères, mais aussi des informations recueillies, des contraintes présentes sur le territoire et de l'expérience du promoteur, les phytocides suivants ont été retenus pour analyse détaillée dans le cadre de cette étude d'impact :

- le glyphosate;
- le triclopyr;
- le 2,4-D;
- Chondrostereum purpureum (commercialisé sous l'appellation Myco-tech™).

L'analyse en détail vise à identifier le produit le plus pertinent à utiliser ainsi qu'à déterminer les conditions dans lesquelles cette utilisation est possible.

3.5.2.1 Le glyphosate

No CAS : 1071-83-6

Groupe chimique : Organophosphorés

a) Propriétés physicochimiques (tiré de MENV, 2002)

Masse molaire (g/mole)	169,07	Point de fusion (°C)	189,5	<i>État physique</i>	Cristaux blancs inodores
Masse volumique (g/mL)	1,704 (à 20°C)	Solubilité aqueuse (mg/L)	11 600 (à 25°C, pH 2,5)	Pression de vapeur (mm Hg)	1,84x10 ⁻⁷ (à 45°C)
Constante de la loi de Henry (H) (atm·m³/mole)	< 1,4x10 ⁻¹² (à 25°C)	Constante d'adsorption (K_{oc})	1 747 (500-2 640) (n=3)	Coefficient de partage octanol/eau (log P)	< -3,4 (à 20°C)

Stabilité chimique :

Le glyphosate et ses sels sont non volatils, ne se décomposent pas photochimiquement et sont stables à l'air. Ils corrodent le fer et l'acier galvanisé. Les formulations sont assez stables sous les 60 °C. Elles gèlent à -29 °C mais retournent en solution lors du dégel.

b) Nom commercial

Les principales appellations commerciales comportant le glyphosate comme ingrédient actif sont :

- Vision et Roundup par Monsanto
- Catena par Monsanto (pour de la préparation de terrain uniquement)
- Ez-ject par Monsanto
- Gel Cap-G par Pace Chemicals LTD.
- Glyfos par Cheminova Agro
- Forza par Cheminova Agro
- Vantage par Dow AgroSciences
- Glyphosate-Trimesium 640 par Syngenta (pour de la préparation de terrain uniquement)

Selon Baylis (2000), après un historique de près de 25 ans de commercialisation, le glyphosate constitue le phytocide le plus vendu dans le monde pour l'agriculture.

c) Matière active

Vision® et Vantage® : Glyphosate, 356 grammes de l'acide par litre, présent à l'état de sel isopropylaminique
Glyphos® : Glyphosate, 360 grammes de l'acide par litre, présent à l'état de sel isopropylaminique
Ez-ject® : **Glyphosate, 0,15 grammes de l'acide par capsule présent à l'état de sel isopropylamine**

d) Formulation (selon les étiquettes des produits)

	APPELLATION COMMERCIALE		
	Vision® (ou Roundup®)	Vantage®	Glyphos®
Sel d'isopropylamine	41 %	41 %	41 %
Autres ingrédients	59 %		
Surfactant	15 % ⁴	59 %	59 %
Eau	44 %		
Aspect physique (couleur / aspect)	Ambre-brun / Liquide visqueux	Liquide ambré clair	Liquide clair jaunâtre

Voir étiquette des produits à l'annexe 13.

e) Additifs, solvants

Suite à un jugement de la justice américaine de 1997, les compagnies mettant en marché certains pesticides, ont dû fournir la liste des produits dits inertes de certaines de leurs formulations. Ces informations étaient alors

⁴ Dost 2003d

tenues secrètes sous le sceau de la protection du secret industriel. Grâce à ce jugement, nous savons désormais que le Roundup® contient les ingrédients suivants :

- Du gras animal aminé éthoxylé (le POEA) (CAS# 61791-26-2)
- De l'isopropylamine (CAS# 75-31-0)
- De l'eau (CAS# 7732-18-5)
- Certains autres acides organiques reliés au glyphosate (CAS# None).

L'agent tensioactif (surfactant) que l'on retrouve dans la formulation Vision®, le POEA, est un produit relativement commun que l'on retrouve dans un grand nombre de produits tels que des shampooings, savons, cosmétiques, etc. Cet agent tensioactif a pour fonction de faciliter la pénétration du produit en dégradant le tissu gras et cireux (Monsanto 2000). Dans le cas de la lutte aux éricacées, l'ajout d'un surfactant plus efficace à la formulation peut être envisagé. L'un de ces produits est le Sylgard®. C'est un surfactant qui a été conçu pour améliorer la performance des phytocides à utilisation post-émergente. Selon l'étiquette de ce produit, il peut être mélangé au phytocide Vision®, Roundup®, Laredo®, Renegade®, Wrangler®, Glyfos®, Tordon® et Basagran®.

f) Homologation

Le glyphosate a été mis au point au cours des années 60. La formulation Roundup® a été homologuée au Canada en 1976 pour des utilisations agricoles et pour usage industriel. Il est homologué pour usage forestier depuis 1984 et utilisé au Québec depuis 1985 (Couture *et al.* 1995). La formulation Vision® constitue techniquement le même produit que le Roundup® original, homologué en 1984, mais elle est la seule à être homologuée pour usage forestier, et ce, depuis 1987. La seule différence entre ces deux formulations en est une de commercialisation.

Aux États-Unis, c'est en 1993 que le glyphosate a été homologué comme phytocide. Le glyphosate est au 8^e rang des herbicides les plus utilisés à des fins agricoles aux États-Unis et au 2^e rang pour les utilisations non agricoles (Aspelin 1997 in Cox 2000).

g) Particularités

Le glyphosate est principalement absorbé par le feuillage des plantes. Il est fortement métabolisé par certaines espèces alors que d'autres le laissent virtuellement intact (MRN 1995, annexe E).

Le glyphosate est un produit non volatil. Plusieurs études en laboratoire (Giesey *et al.* 2000 / tiré de Monsanto, 2003) ont démontré que le glyphosate présentait une pression de vapeur⁵ très basse ce qui implique de très faibles risques de mouvement du produit via sa forme vapeur. On le retrouve ainsi dans l'air que sous forme de gouttelettes lors des applications (MRN 1995, annexe E).

Le glyphosate est reconnu être un phytocide peu persistant dans le sol, relativement immobile (5cm verticalement) et peu sujet au lessivage dû à sa forte adsorption aux particules du sol (MRN 1995, annexe E). Il constitue également un produit très soluble dans l'eau avec un taux de solubilité de 12 000 ppm.

h) Persistence

Le glyphosate reste inchangé dans le sol pour une période de temps variable en fonction de la texture de celui-ci et de la quantité de matière organique qu'il renferme (MRN 1995, annexe E). Lorsqu'il est appliqué sur une argile limoneuse ou un sol humifère, il est rapidement inactivé (MENV 2002). La demi-vie du glyphosate varie de 3 à 249 jours. Plusieurs formes de micro-organismes dégradent le glyphosate et pour certains d'entre eux, le glyphosate peut représenter leur principale source de phosphore. Il y a deux voies de dégradation du glyphosate (figure 42). La première mène à la formation d'acide aminométhylphosphorique (AMPA), puis en phosphate,

⁵ La pression de vapeur est la pression à laquelle un liquide et sa vapeur sont en équilibre à une température donnée. Ainsi, plus la pression de vapeur d'un liquide est élevée, plus ce liquide s'évapore rapidement.

carbones et CO₂ (MRN 1995, annexe E). L'autre voie mène à la formation de glycines (USDA, 2000). Cette dégradation du glyphosate par les micro-organismes se fait autant en milieu aérobie qu'anaérobie (Monsanto 2000).

Le glyphosate est également très soluble. La demi-vie du glyphosate prélevé dans des échantillons d'eau souterraine varie de 60 heures lorsqu'exposé à la lumière du soleil et jusqu'à 770 heures pour des échantillons maintenus à la noirceur (Mallat and Barcelo 1998, tiré de USDA, 2000). La disparition du glyphosate dans l'eau est principalement due à l'action des microbes qui le dégradent en AMPA et en CO₂ et l'adsorption du produit par les sédiments. Notons que le glyphosate se dégrade moins rapidement dans les sédiments que dans le sol (MRN 1995, annexe E). La demi-vie du glyphosate dans l'eau de surface varie selon les études de 35 à 63 jours (USDA, 2000) à moins de 14 jours (English nature et FACT, 2003).

Le surfactant utilisé dans le Roundup® a une demi-vie de moins d'une semaine. Ce sont aussi les micro-organismes du sol qui en assurent la dégradation. Le principal composé issu de cette dégradation est le dioxyde de carbone (USDA, 2000).

Au niveau des plantes traitées, les concentrations de glyphosate diminuent rapidement suite à l'application. Lors de test, d'une concentration maximale de 829 µg/g (de poids frais) détectée sur des plants de framboisiers, la concentration n'était plus que de 1µg/g lors de la chute du feuillage. En ce qui a trait aux fruits sauvages, la concentration maximale suite à l'arrosage était de 44,2µg/g et celle-ci à diminuer de moitié dans la deuxième semaine suivant le traitement (Couture *et al.* 1995). Lorsqu'employé à raison de 1,5 kg d'ingrédient actif par hectare, on a retrouvé des résidus moyens de 500 mg/g (poids humide) sur le feuillage et une contamination moyenne maximale de 33 µg/g (poids frais) dans un fruit comme la framboise dans les jours suivant l'épandage (Site Internet de Santé Canada www.hc-sc.gc.ca, février 2004).

Finalement, mentionnons que le glyphosate peut se dégrader par photolyse.

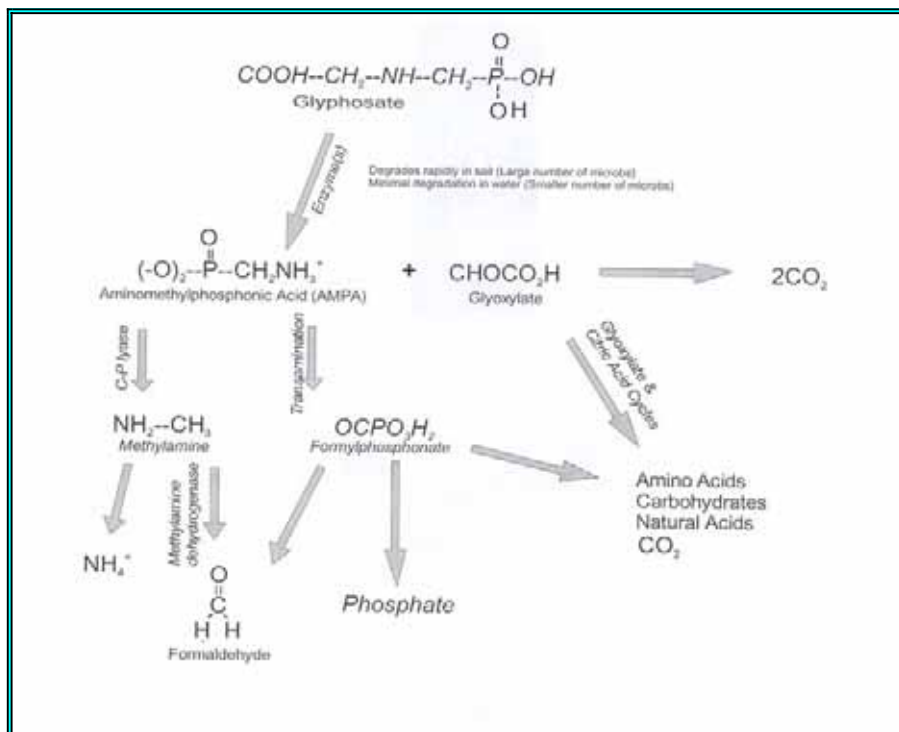


Figure 42 Schéma de la dégradation du glyphosate

i) **Efficacité**

Une pulvérisation uniforme et complète des plantes assure une efficacité optimale (ne pas pulvériser jusqu'à ruissellement). À partir du point de contact avec le feuillage, l'herbicide s'achemine dans la plante jusqu'aux racines. Dans le cas du Vision®, pour la plupart des mauvaises herbes annuelles, les effets sont visibles après 2 à 4 jours, mais pour la plupart des mauvaises herbes vivaces, des arbres et des broussailles ligneuses, le délai peut être de 7 à 14 jours. Un temps extrêmement frais ou nuageux au moment du traitement peut ralentir le travail du produit et retarder l'apparition des signes visibles de contrôle. Les premiers effets visibles sont le flétrissement et le jaunissement graduels de la plante; par la suite, ces effets s'accroissent jusqu'au brunissement complet des organes aériens et à la détérioration des organes souterrains de la plante. Les plants non levés qui proviennent des rhizomes souterrains ou des racines des espèces vivaces ne sont pas atteints par la pulvérisation et continuent donc leur croissance. C'est pourquoi on obtient une meilleure répression de la plupart des mauvaises herbes vivaces quand on les traite à un stade avancé de croissance, voisin de la maturité (Monsanto 2004).

Dans le cadre d'un suivi de 5 ans après application dans des plantations d'épinettes noires et d'épinettes blanches (tiré de MRN 1995, annexe K), il a été observé que l'application de glyphosate avait diminué de façon significative le pourcentage de recouvrement du framboisier au cours des 2 premières années suivant le dégagement. Cette espèce, qui occupait initialement 50 % des parcelles, n'était plus présente qu'à 25 % après la première année et qu'à 35 % à la fin de la seconde. L'effet n'était plus évident après la cinquième année. Dans le cadre de cette étude, il a également été observé que l'épilobe n'a pas été affecté par le traitement. Les graminées et les cypéracées semblent avoir profité de l'ouverture pour se développer. Toutefois, leur présence est revenue à son niveau initial après 5 ans. Le développement de la strate arbustive, composée essentiellement de feuillus intolérants, a été ralenti par le traitement, mais reste tout de même en progression tout comme dans les parcelles témoins. La répression de la végétation compétitive a été suffisante pour permettre à la régénération résineuse de dominer la végétation herbacée. Cinq saisons de croissance plus tard, les gains sont de l'ordre de 25 % en hauteur et 40 % en diamètre, ce qui représente un gain d'environ 2 saisons de croissance par rapport au témoin.

Dans le cadre d'un autre suivi effectué 2 et 3 ans après dégagement (tiré de MRN 1995, annexe K), la comparaison du dégagement mécanique versus le dégagement avec le glyphosate a démontré que :

- L'efficacité du glyphosate à diminuer la végétation concurrente est supérieure à celle du traitement mécanique;
- Que cette méthode de dégagement a induit des gains de croissance supérieure dans le cas de l'épinette blanche.

L'efficacité du glyphosate s'exprime aussi dans la lutte aux éricacées tel que le *Kalmia*. Le *Kalmia* est une des espèces compétitives les plus difficiles à combattre. Dans le cadre d'études réalisées vers la fin des années 1980 - début 1990 (Titus 1995 in English et Titus 2000; Jobidon 1995) sur l'utilisation du glyphosate pour combattre cette espèce, on a obtenu des résultats plutôt mitigés, voire même décevants. Une des explications de cet échec serait en lien avec la couche de cutine que possèdent les feuilles de *Kalmia*, qui empêche l'absorption du produit par la plante. De nouvelles études d'efficacité (English et Titus 2000) ont donc été conduites afin de réévaluer les performances des herbicides (glyphosate, mais aussi le triclopyr) dans la lutte au *Kalmia*, mais cette fois, les études ont été associées avec l'ajout de surfactant ainsi qu'en relation avec différentes périodes d'application (juillet et août). Les résultats de cette étude ont ainsi démontré que l'herbicide Vision® était plus efficace que l'herbicide Release® (à base de triclopyr); que l'ajout du surfactant Sylgard® augmentait substantiellement l'efficacité des deux herbicides testés et que la meilleure période d'application était celle en août étant donné les processus de translocation de la plante vers les racines en prévision de l'hiver. L'utilisation de Vision®, au contraire de Release®, a même empêché l'apparition de rejets puisque le produit se rendait jusqu'aux racines. L'efficacité du traitement a ainsi pu être observée, dans le cas des parcelles traitées avec le Vision® + Sylgard®, jusqu'à trois ans après traitement. Suite à cette période, tous les plants de *Kalmia* qui avaient survécu au traitement, avaient retrouvé leur état d'avant traitement. Suite à cette étude, une nouvelle application du produit Vision® a été reconnue par l'ARLA soit la préparation de terrain à l'aide de Vision® + Sylgard 309. Le dégagement de la régénération en place à l'aide de ces deux produits combinés, ne doit toutefois pas être reconnu. En effet, selon le manufacturier de Sylgard® 309, son utilisation ne doit être considérée que si

le promoteur du projet tolère la mort ou l'altération d'une certaine proportion de plants résineux, même en état de dormance.

L'efficacité du glyphosate peut être altérée si certaines précautions ne sont pas respectées. Tout d'abord, dans le cas où la formulation commerciale doit être mélangée à de l'eau, celle-ci ne doit pas comporter de matière organique ou de particules de sol en suspension. Deuxièmement, la présence de poussière sur les plantes, comme, par exemple, lorsque la végétation est en bordure de route, est à éviter. On cherchera donc à appliquer le produit à la suite d'une pluie qui aura nettoyé les feuilles de ces particules de poussière. Troisièmement, les concentrations utilisées doivent être appropriées à la végétation cible. Par exemple, l'application d'une concentration trop faible de Vision® sur des superficies envahies par le framboisier peut avoir pour effet d'amplifier le problème. En effet, en concentration trop faible, le framboisier n'est pas éliminé et profite plutôt de l'ouverture causée par la mort des autres espèces plus sensibles au phytocide.

Une étude de Pitt *et al.* (1993) (tirée de Lautenschlager et Sullivan 2002) a démontré que « Le contrôle de la végétation avec le glyphosate ou le triclopyr varie globalement de 21 % (à concentration basse) à 80 % (à concentration élevée). Le contrôle obtenu avec le triclopyr à une concentration équivalente à moins de 50 % du taux maximum inscrit sur l'étiquette a permis d'atteindre le même résultat qu'avec une concentration maximale. Par contre, lorsqu'appliqué à des concentrations au-dessus de 50 % du maximum inscrit sur l'étiquette, le contrôle de la végétation obtenue avec le triclopyr ne correspond qu'à 59 % des résultats atteints avec des concentrations similaires de glyphosate. Selon une étude de Belle *et al.* (1997) comparant plusieurs méthodes de dégagement (mécanique et arrosage aérien de Vision® et Release®), c'est l'approche par arrosage aérien de Vision® qui a procuré les meilleurs résultats au niveau de la réduction de la couverture compétitive après une saison de croissance. Selon English et Titus (2000), le glyphosate est plus efficace que le triclopyr pour contrôler le *Kalmia*.

Une pluie tôt après l'application peut rendre le traitement moins efficace. Une forte pluie dans les 2 heures suivant l'application peut enlever le produit du feuillage et nécessiter un traitement de rappel.

j) Sélectivité

Le glyphosate est un phytocide systémique qui agit sur un grand nombre de végétaux. Voir annexe 14 pour connaître une partie des espèces sur lesquelles la formulation Vision® de Monsanto agit. La variabilité de son efficacité sur certaines plantes s'explique par les différents caractères propres à chacune, au niveau des modes d'interception du produit par les feuilles, de leur capacité de rétention, de la vitesse de pénétration dans la plante ainsi que du transport du produit à l'intérieur de celle-ci (Franz *et al.* 1999).

k) Mode d'action

Le glyphosate, lorsque pulvérisé, est absorbé par les feuilles ou l'écorce jeune pour se rendre jusqu'aux racines par le phloème. S'il est injecté, la portion atteignant le xylème montera jusqu'aux feuilles pour ensuite redescendre par le phloème.

Il est un phytocide non sélectif à action étendue. Il inhibe la synthèse d'acide aminé aromatique essentiel au métabolisme des plantes (figure 43). Plus précisément :

« il inhibe la voie shikimique pour barrer la route à la 3-enolpyruvoyishikimate-5-phosphate synase et empêcher la production de chorismate. La chorismate est, à son tour, indispensable à la synthèse de nombreux produits de métabolismes essentiels pour les végétaux, notamment l'acide essentiel tryptophan et l'AIA qui permettent la croissance des plantes (Michael, 2002) » (Franz *et al.* 1997 in www.mindfully.org).

Ces processus physiologiques sont propres aux plantes et aux micro-organismes mais pas aux animaux. Altérés, ces systèmes ne remplissent plus leur rôle correctement, entraînant la mort de la plante.

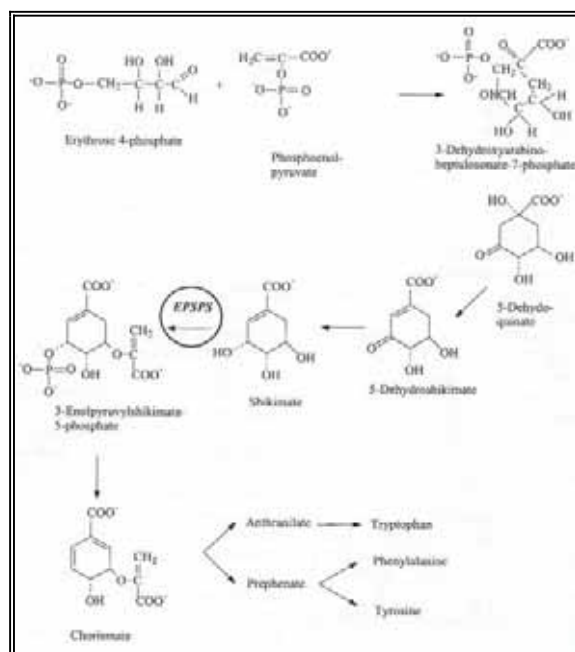


Figure 43 Schématisation de la synthèse d'acide aminé aromatique dans la plante et mode d'action du glyphosate (EPSPS) dans le processus

I) Toxicité générale

Le glyphosate est faiblement toxique par les voies orales et cutanées. Ceci s'explique, entre autres, par la faible quantité de produit qui est absorbée par l'organisme. Par exemple, selon les études de Wester *et al.* (1991 in Felsot 2000), le glyphosate et son principal métabolite (l'AMPA) sont peu absorbés par la peau lors de contact (2 % d'absorption) ou de l'intestin lorsque ingéré (moins de 35 %). Chez les animaux de laboratoire, des doses respectives de 500 et 362 mg/kg/jour n'ont produit aucun effet majeur pendant un an pour le chien et 2 ans pour la souris (MENV 2002). Selon une revue de littérature effectuée par le département d'agriculture et de chimie de l'université de l'Orégon (Oregon State University 2002), sur les effets des pesticides utilisés en milieu forestier (Accord® et Roundup®), il est apparu qu'aucune évidence ne permettait de croire que le glyphosate ou l'AMPA pouvait causer des problèmes dans les grossesses, des dommages au système nerveux, des cancers ou des dommages au niveau génétique. Une seule étude soulève un lien entre le glyphosate et non-Hodgkin's lymphoma (NHL). Toutefois, cette étude est controversée au niveau des moyens employés pour en arriver à ces conclusions et ne fait donc pas consensus au sein de la communauté scientifique.

Les conclusions obtenues dans le cadre d'une autre étude importante portant sur l'évaluation de la sécurité et des dangers reliés à l'utilisation du Roundup® mettent aussi en perspective le faible danger relié à l'utilisation de ces produits (Williams *et al.* 2000). Selon cette étude, à partir d'un modèle d'analyse et de comparaison appelé le « *Margin of exposure* » (MOE), un produit est considéré, par les autorités compétentes, comme étant sans risque pour la santé humaine à partir d'un facteur de 100 et plus. Or, les analyses ayant porté sur le glyphosate et la formulation Roundup® ont donné les facteurs suivants :

- Pour le glyphosate : 3 370 – 5 420
- Pour l'AMPA : 269 – 83 300
- Pour le POEA : 461 – 1380

Basé sur ces résultats, on peut conclure que ces produits présentent très peu de chance d'avoir des effets négatifs sur la santé humaine.

Des tests réalisés sur des insectes et des oiseaux (US EPA 1993a., tiré de USDA 2000), dans le cadre de l'évaluation de la DL₅₀ associée à l'absorption d'une dose unique de glyphosate, ont conclu que le glyphosate est

pratiquement non toxique. Les données associées à des doses ingérées de façon répétée à l'intérieur d'une diète, permettaient de conclure que le glyphosate n'est pas plus que légèrement toxique pour les oiseaux.

Chez l'humain, on peut doser le glyphosate dans l'urine où sa concentration est directement proportionnelle à l'exposition. Tous les modes de contamination sont possibles, soit l'ingestion, l'inhalation et l'absorption cutanée. Selon les modèles proposés par le Centre de toxicologie du Québec, une personne vivant près du site arrosé recevrait une dose journalière d'environ 0,0004 mg/kg. Dans le cas d'un chasseur-pêcheur fréquentant un secteur récemment traité, cette dose serait de 0,0006 mg/kg. Ces doses sont toutefois inférieures à celles que la population adulte ingère par le biais de la consommation de céréales et de bière; dans ce cas, on parle de 0,023 mg/kg. Selon L'EPA, la dose journalière acceptable serait de l'ordre de 0,1 mg/kg. On n'a jamais décelé d'effets tératogènes, mutagènes ou cancérogènes attribuables à une exposition chronique au glyphosate (Site Internet de Santé Canada www.hc-sc.gc.ca, février 2004)

Des études toxicologiques sur l'agent tensioactif des herbicides Roundup® et Vision®, le POEA, indiquent que celui-ci ne présente aucun risque particulier par rapport à celui de centaines de produits d'usage courant qui en contiennent aussi et qu'il est fortement improbable qu'il pose un risque d'effets négatifs pour l'humain, les animaux ou l'environnement lors de conditions normales d'exposition (Monsanto 2000). Les études réalisées et consultées jusqu'à présent n'ont relevé aucun effet de toxicité, d'effet mutagène ou d'effet négatif spécifique sur un organe particulier. Le POEA constitue tout de même un produit qui peut, à dose élevée, altérer l'intégrité des membranes cellulaires. Cette propriété en fait un irritant pour la peau, les yeux, les muqueuses ainsi que pour les parois intestinales (Document interne de Monsanto 2003).

Voici, selon le service du répertoire toxicologique de la Commission de la santé et de la sécurité au travail du Québec, comment sont évaluées les propriétés toxicologiques des différents adjuvants (excepté de l'eau) présents dans la formulation du Vision® (www.eptox.csst.qc.ca, mars 2004). On prendra note que ces effets sont reliés soit à des expositions à de fortes concentrations ou à des expositions prolongées :

- **Le gras animal aminé éthoxylé (le POEA) (CAS# 61791-26-2)**
Effets aigus : Irritation grave : yeux, peau, voies respiratoires; un contact prolongé avec les yeux peut causer des brûlures et des dommages permanents; si ingéré : troubles gastriques. Note : ce produit est un polymère et la gravité du phénomène d'irritation peut varier en fonction de la taille de la molécule.
- **De l'isopropylamine (CAS# 75-31-0)**
Effets aigus : Irritation et corrosion : yeux (oedème de la cornée, vision trouble), peau, voies respiratoires et digestives (bouche, estomac); nausées, vomissements, collapsus; si inhalé : toux, difficultés respiratoires, douleurs thoraciques, oedème pulmonaire, perte de conscience. La DL₅₀(cutané) chez le lapin pour ce produit est de 329 mg/kg.
- **Les autres acides gras reliés au glyphosate (pas de numéros CAS)**
Aucune information disponible

Plus de détails au niveau des impacts de ce phytocide sur les organismes vivants sont présentés à la section 4.3.1.1

m) Aspect sécuritaire

Les formulations à base de glyphosate doivent être mélangées et entreposées seulement dans des contenants en acier inoxydable, en aluminium, en fibre de verre, en plastique ou recouvert de plastique. Elles ne doivent pas être mélangées, emmagasinées ou mises en contact avec des contenants en acier galvanisé ou en acier nu, car un mélange gazeux à base d'hydrogène et très inflammable peut être produit (MENV 2002).

Dans le cas de l'épandage de ce produit de façon aérienne, laver à fond l'aéronef, et plus particulièrement le train d'atterrissage après chaque journée de travail, afin d'éliminer les résidus d'herbicide accumulés pendant la

pulvérisation ou provenant de déversement. L'EXPOSITION PROLONGÉE À CE PRODUIT DES SURFACES D'ACIER SANS REVÊTEMENT PEUT PROVOQUER LEUR CORROSION ET AMENER UNE DÉFAILLANCE DU MATÉRIEL. LE TRAIN D'ATERRISSAGE EST LE PLUS EXPOSÉ. Un enduit organique (peinture) qui répond à la norme aéronautique MIL-C-38412 peut empêcher la corrosion (Monsanto 2004).

À moins d'indication contraire sur l'étiquette, ne jamais mélanger à un agent tensioactif ou surfactant, à un autre produit antiparasitaire, à une huile herbicide ou à une autre matière que de l'eau. Lors de la manipulation des produits, toujours porter :

- un chandail ou une chemise à manches longues;
- un pantalon long;
- des gants résistant aux produits chimiques;
- des bas et des chaussures;
- des lunettes protectrices;
- un tablier lors du transfert de quantités importantes de produit (> que 5 L).

Aussi, toujours rincer ses gants avant de les enlever.

Pour plus de détails sur les mesures de sécurité à prendre lors de l'utilisation des formulations à base de glyphosate, consultez les fiches descriptives présentées à l'annexe 15 (étiquette complète du Vision et Glyphos).

n) Modes d'application

Les différentes formulations comportant du glyphosate peuvent être appliquées par arrosage aérien, arrosage terrestre à partir d'un camion, d'un réservoir dorsal ou d'un pulvérisateur à mains; par application avec une éponge ou une corde; pour faire une anhélation; pour appliquer sur des souches fraîchement coupées; associée à des systèmes d'injection aérien ou terrestre. Seule Ez-ject® par Monsanto et Gel Cap-G® par Pace Chemicals LTD ont été développés pour une application sous l'écorce ou injection racinaire.

Afin de maximiser l'effet du produit, celui-ci doit être appliqué après le développement de toutes les feuilles des espèces à contrôler mais avant leur changement de couleur à l'automne. Voici, à titre d'exemple au tableau 38, les périodes d'application et concentrations à utiliser dans le cas du Vision® (tiré de la fiche technique sur le glyphosate, produite par ACPD et IRRF). Consultez les fiches techniques des autres formulations pour les doses à appliquer.

Tableau 38 Périodes d'application et concentrations à utiliser dans le cas du Vision®

USAGE HOMOLOGUÉ/CIBLE	DOSE (VISION®)	SAISONS
Préparation de terrain Mauvaises herbes Broussailles/arbres	3- 4 litre/ha 5 – 6 litre/ha	Fin de printemps – été Fin été – Automne
Dégagement des conifères Mauvaises herbes Broussailles/arbres	3 – 4 litre/ha 5 – 6 litre/ha	Fin été – Automne Fin été – Automne
Injection Arbres	1 mL/10 cm de DHP	Toute l'année, sauf en période de gel ou lors de fortes poussées de sève
Souche Arbres/souches	1 mL/10 cm de DHP	Toute l'année, sauf en période de gel ou lors de fortes poussées de sève
Bord de la route Broussailles/arbres	Solution de 1% Pulvériser pour couvrir	En été

Conseils :

- Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque le produit est appliqué sur une végétation en plein processus de croissance (Boateng 2002).
- Ne pas traiter lorsque les conditions de croissance sont médiocres, par exemple, en cas de sécheresse, de maladie ou de dommages causés par les insectes, sans quoi le contrôle pourrait être moindre. De plus, la présence de fortes quantités de poussière sur les mauvaises herbes peut aussi réduire l'efficacité du produit (Monsanto 2004).
- L'application du produit lorsque la température est très fraîche et nuageuse peut ralentir la vitesse du traitement (Boateng 2002).
- Les applications de faible volume de mélange (couvrant tout de même adéquatement la végétation à traiter) sont plus efficaces que l'arrosage de gros volume (Boateng 2002).
- L'application de produit sur les souches coupées doit être faite dans les 5 premières minutes suivant la coupe (Boateng 2002).

o) Dosage

Le dosage maximum prescrit par les manufacturiers est de 19,76 litres/ha. En milieu forestier, le dosage prescrit par le USDA Forest service, varie plutôt de 0,74 à 9,88 litres/ha.

Chez Monsanto, pour l'application de Vision®, on recommande les concentrations suivantes (Monsanto 2004) :

- Pour contrôler ou supprimer la plupart des plantes herbacées, des broussailles et des arbres, employer ce produit à des doses de 3 à 6 litres par hectare, à l'aide d'équipement aérien ou terrestre.
- Utiliser la dose de 6 litres par hectare contre l'érable, l'aulne ou le saule.
- Pour contrôler les mauvaises herbes vivaces dans les sites d'interventions sylvicoles en utilisant des pulvérisateurs à rampe, sans rampe, pneumatiques ou aériens, appliquer 7 à 12 litres par hectare.

Dans le cas d'arrosage aérien de Vision®, les concentrations suivantes sont recommandées (Monsanto 2004) :

- Utiliser seulement les quantités recommandées pour l'épandage aérien qui sont indiquées sur l'étiquette.
- Pour contrôler les mauvaises herbes vivaces dans les sites d'interventions sylvicoles utilisant 7 à 12 litres par hectare de ce produit, appliquer avec 50 à 100 litres d'eau par hectare.

Dans le cas du Vision®, pour un arrosage terrestre, à l'aide d'appareillage à rampe, les concentrations suivantes sont recommandées (Monsanto 2004) :

- Pour contrôler les plantes herbacées, les broussailles et les arbres, appliquer le produit dans 100 à 300 litres d'eau propre par hectare, en pulvérisation généralisée (à la volée), à une pression maximale de 275 kPa.

Dans le cas du Vision®, pour un arrosage terrestre à l'aide de pulvérisateurs à dos ou d'équipement de pulvérisation à volume élevé pourvus de lances ou d'autres agencements de buses appropriées, les concentrations suivantes sont recommandées (Monsanto 2004) :

- Pour contrôler les plantes herbacées, les broussailles et les arbres, pulvériser de façon à bien mouiller. La couverture doit être uniforme et complète. Ne pas pulvériser jusqu'à ruissellement.

Dans les limites recommandées, utiliser toujours la dose la plus forte de produit par hectare pour les espèces difficiles à contrôler ou lorsque l'infestation de mauvaises herbes est forte ou dense.

p) Coûts

Selon les sources et détaillants consultés, le prix varie entre 9 \$ et 12 \$ du litre.

q) Impacts environnementaux (potentiels)

L'application de produit en milieu naturel sous-tend toujours un risque potentiel de contamination ou d'effet non désirés. Dans le cas du glyphosate, ce produit est considéré comme étant un produit faiblement toxique et agissant sur des processus biologiques propres à certains types de végétaux. Les principaux impacts potentiels à appréhender concernent, donc, plus la destruction ou l'altération de végétation non visées par le traitement et la contamination des milieux aquatiques. Pour ce dernier, bien que le glyphosate soit un produit peu mobile et ne soit pas considéré comme étant un produit très toxique, sa présence dans le milieu aquatique (eau de surface, eau souterraine, prise d'eau potable, etc.) n'est pas souhaitable. Outre lors d'arrosage hors cible, la présence de glyphosate en milieu aquatique peut survenir soit lors d'arrosage au-dessus de petits cours d'eau dissimulés par la végétation ou soit par le lessivage de particules de sol touchées par le produit qui sont par la suite transportées dans un cours d'eau.

Ces principaux risques peuvent toutefois être limités par la mise en place de pratiques sécuritaires et du respect des normes et règlements en place. Pour plus de détails sur les impacts potentiels du glyphosate sur le milieu, nous invitons le lecteur à consulter la section 4.3.1.

r) Impacts sociaux (potentiels)

Les principaux impacts sociaux à appréhender sont les mêmes que ceux sur lesquels nous avons déjà élaboré dans la présentation des modes de dégagement impliquant l'utilisation de phytocides (arrosage aérien et arrosage terrestre). La seule différence avec ce type de phytocides est la crainte que son utilisation peut engendrer chez le public étant donné qu'il constitue un phytocide chimique. Cette méthode de dégagement de la régénération résineuse est moins bien perçue par la population que d'autres.

3.5.2.2 Le triclopyr

No CAS : 55335-06-3

Groupe chimique : Acides organiques halogénés et dérivés

a) Propriétés physicochimiques (tiré de MENV 2002)

Masse molaire (g/mole)	256,47	Point de fusion (°C)	150,5	État physique	Solide blanc duveteux
Masse volumique (g/mL)	1,85 (à 21°C)	Solubilité aqueuse (mg/L)	408 (à 20°C)	Pression de vapeur (mm Hg)	$1,5 \times 10^{-6}$ (à 25°C)
Constante de la loi de Henry (H) (atm·m³/mole)	$8,2 \times 10^{-10}$ (à 25°C)	Constante d'adsorption (K_{oc})	60 [19, 101] ₉₅ (n=8)	Coefficient de partage octanol/eau (log P)	0,42 (à ?°C, pH 5)

Stabilité chimique :

Stable à l'hydrolyse mais sujet à la photodécomposition : sa demi-vie par photolyse est inférieure à 12 heures. Le triclopyr corrode l'aluminium en exposition prolongée. Il est incompatible avec les oxydants puissants.

b) Nom commercial

La seule formulation de triclopyr homologuée pour usages forestiers au Canada est le Release® de DowElanco Canada inc. Le Release®, tel que commercialisé au Canada pour l'usage forestier, constitue le même produit que le Garlon 4® commercialisé sous cette appellation aux États-Unis pour l'usage en forêt. La mise au point au Canada a été assumée par Dow Chemical Canada Inc., titulaire de l'homologation tant du triclopyr sous la forme de l'ester butoxyéthylrique technique que des autres produits commerciaux. Le programme d'expérimentation *in situ* du triclopyr au Canada a été entrepris en 1974. La première demande d'homologation a été reçue en 1979 (Agriculture Canada 1991).

c) Matière active

Acide 3,5,6-trichloro-2-pyridinyloxyacétique sous la forme d'un ester butoxyéthylrique.

d) Formulation

L'acide 3,5,6-trichloro-2-pyridinyloxyacétique ou triclopyr se présente sous la forme d'un solide floconneux, inodore et très peu volatil (ACPPP 1986 in MRN 1995, annexe G). Dans sa forme commerciale, le triclopyr est utilisé comme ingrédient actif sous la forme d'un ester butoxyéthylrique.

La formulation du Release® contiendrait des impuretés issues de la production de l'ester de triclopyr. Nous invitons les lecteurs à consulter l'annexe 16 pour plus de détails à ce sujet.

e) Additifs, solvants

Les principaux additifs de la formulation Release® sont le kérosène et deux émulsifiants qui sont le Sponto AC31-2 et le Sponto AL69-66. Nous invitons les lecteurs à consulter l'annexe 17 pour plus de détails à ce sujet.

f) Homologation

Le Release® est homologué pour le dégagement des conifères et la préparation des terrains par voie terrestre depuis 1991 et il a reçu son homologation pour l'application par voie aérienne depuis 1995 (MRN 1995, annexe G).

g) Particularités

Le triclopyr est un produit peu volatil. Il n'est pas considéré comme un herbicide persistant dans le sol et il est relativement mobile (jusqu'à 15 cm verticalement) compte tenu de sa solubilité dans l'eau et de son faible taux d'adsorption (MRN 1995, annexe G). Cette faible capacité d'adsorption du triclopyr est fortement corrélée à la quantité de matière organique présente dans le sol et au niveau du pH du sol. De fait, cette capacité du triclopyr à adhérer aux particules de sol décroît à mesure que ces deux facteurs diminuent (Pusino *et al.* 1994 in USDA 2001).

La solubilité du triclopyr dans l'eau varie de 408 à 430 mg/l (Serra 1996 in USDA 2001). Sa formulation commerciale Garlon 4® (forme ester) est considérée par le PNW Region FEIS comme étant peu soluble alors que le Garlon 3A® (forme amine) est considéré comme étant très soluble (USDA 2001). Rappelons que c'est la forme ester qui est homologuée au Canada comme herbicide en milieu forestier.

Ce produit est banni dans deux pays : Afrique du sud et Norvège (www.pesticideinfo.org février 2004).

h) Persistance

Dans l'eau, le triclopyr (sous forme ester) est principalement transformé en sa forme acide par hydrolyse mais aussi par photolyse lors de journée ensoleillée (figure 44). Par la suite, cette forme acide du triclopyr est encore transformée soit par photolyse en CO₂ et différents acides organiques ou par dégradation microbienne en trichloropyridinol (TCP). Étant donné la rapidité de la dégradation du triclopyr à la lumière, sa demi-vie dans l'eau est de 1,3 jour (Ganapathy 1997).

Le triclopyr est peu adsorbé sur les particules du sol et est donc considéré comme plutôt mobile. Les micro-organismes dégradent relativement facilement le triclopyr dans le sol. Cette dégradation s'effectue encore plus rapidement dans les milieux chauds et humides favorisant l'activité microbienne. La persistance du triclopyr dans le sol varie ainsi grandement d'un milieu à l'autre. La demi-vie du produit, dans une étude dans l'Orégon, a varié de 75 à 81 jours alors que des traces du produit ont également été retrouvées dans le milieu 477 jours après le traitement. Selon d'autres études, soit celles de Deubert and Corte-Real (1986) et Stephenson *et al.* (1990), la demi-vie approximative évaluée varierait de 10 à 39 jours selon les premiers auteurs et de 14 jours selon Stephenson *et al.* (tiré de USDA 2001). Sa demi-vie sur les plantes feuillues en milieu forestier varierait de 2 à 3 mois (MENV 2002).

Une fois transformé en TCP, le triclopyr poursuit encore sa dégradation. Le TCP est considéré comme étant « légèrement dégradable » avec une demi-vie variant de 12 à 229 jours (Linder *et al.* 1994 in Ganapathy 1997).

Tableau 39 Synthèse du devenir du triclopyr dans l'environnement (tiré de MRN de 1995 annexe G)

Milieu		Résidus détectés		Temps de disparition aproximatif	
		[Initiale] ^(a)	[Max] ^(b)	50%	90%
Air	zone respiratoire	3,63 à 14,18 ug/m ³	14,18 ug/m ³		
Sol	strate 0-15 cm	4 à 6 ppm	8,7 ppm	< 1mois	< 1 an
Eau	milieu lentique (directement pulvérisé)			4,3 jours	< 15 jours
	milieu lotique (directement pulvérisé)	0,056 à 0,350 mg/l	0,620 mg/l	< 1 jour	< 3 jours
Sédiments	milieu lotique (directement pulvérisé)	nd	0,14 ug/g	< 2 jours	< 4 mois
Végétation ^(d)	feuillage	200mg/kg ^(e)	350 mg/kg	< 3 semaines	
	ramilles	12 à 22 ug/g ^(f)	34,14 ug/g ^(f)	16 à 26 mois	
	graminées	250 à 300 ug/g		5 à 20 jours	
	fruits		4,0 ug/g	1 mois environ	
Faune aquatique	poissons	accumulation faible			
Faune terrestre		aucune donnée			

a. Concentration initiale moyenne estimée

b. Concentration maximale absolue

c. Zone respiratoire des travailleurs avec pulvérisateurs à dos

d. Equivalent d'environ 500 ug/g (poids sec) si l'on considère un pourcentage d'humidité de 60 %

f. Résultats obtenus après 7 mois

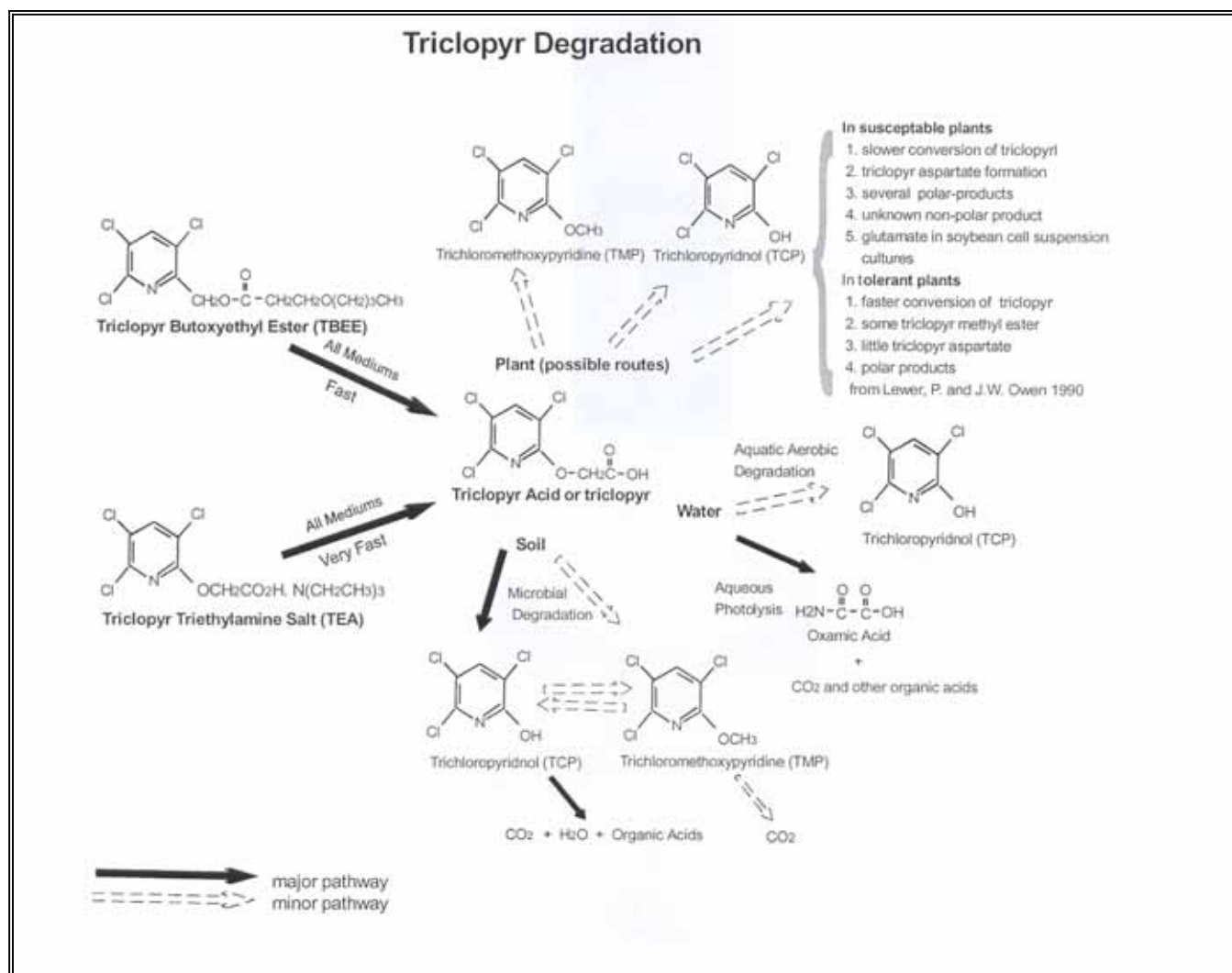


Figure 44 Dégradation du triclopyr dans l'environnement

Les concentrations de triclopyr retrouvées dans la plante sont plus fortes dans les ramilles puisque la dégradation y est plus lente. La demi-vie du triclopyr dans les ramilles mortes susceptibles d'être broutées varie de 16 à 26 mois alors que dans les ramilles vivantes, aucune concentration n'a pu être détectée au cours de la même période. Au niveau des fruits sauvages, une étude sur les bleuets a démontré que les résidus diminuent en fonction du temps et que de faibles quantités peuvent être détectées jusqu'à trois mois après l'application lorsque cette dernière est faite au printemps (MRN 1995, annexe G).

i) Efficacité

Il agit sur les mauvaises herbes à feuilles larges, annuelles ou vivaces et de nombreuses espèces ligneuses dont certaines essences qui produisent des drageons ou des rejets de souche. La plupart des graminées tolèrent ce phytocide, mais la maîtrise des espèces feuillues serait effective au cours des 2 années après traitements (tableau 40) (MRN 1995, annexe G). Le traitement peut être effectué pour la préparation du terrain avant l'installation de la régénération naturelle ou artificielle des conifères ou pour le dégagement des conifères dans les plantations ou peuplements naturels et aux abords des routes.

Tableau 40 Tableau adapté de MRN 1995, annexe G, présentant la sensibilité de quelques espèces végétales au phytocide triclopyr

VÉGÉTATION (LISTE PARTIELLE)	SENSIBILITÉ SELON LA FORMULATION RELEASE ^{MD}
Épilobe à feuilles étroites	Sensible
Framboisier/Ronce	Sensible
Aulne rugueux	Sensible
Cerisier de Pennsylvanie	Sensible
Cornouiller sp.	Sensible
Érable sp.	Sensible
Noisetier à long bec	Sensible / intermédiaire
Saule sp.	Sensible
Bouleau sp.	Sensible
Frêne sp.	Sensible
Chêne sp.	Sensible
Peuplier sp.	Sensible
Thuya sp.	Sensible
Mélèze laricin	Sensible
Pin sp.	Intermédiaire
Pruche sp.	Tolérant ^a
Sapin baumier	Tolérant ^a
Épinette sp.	Tolérant ^a

a. Après aoûtement

Une étude de Pitt *et al.* (1993) (tirée de Lautenschlager et Sullivan 2002) a démontré que « Le contrôle de la végétation avec le glyphosate ou le triclopyr varie globalement de 21 % (à concentration basse) à 80 % (à concentration élevée). Le contrôle obtenu avec le triclopyr à une concentration équivalente à moins de 50 % du taux maximum inscrit sur l'étiquette a permis d'atteindre le même résultat qu'avec une concentration maximale. Par contre, lorsqu'appliqué à des concentrations au-dessus de 50 % du maximum inscrit sur l'étiquette, le contrôle de la végétation obtenue avec le triclopyr ne correspond qu'à 59 % des résultats atteints avec des concentrations similaires de glyphosate.

j) Sélectivité

Le triclopyr est un phytocide systémique de type auxinique, c'est-à-dire qui agit sur le processus de croissance des plantes. Il est efficace contre des essences ligneuses problématiques tels que l'aulne, le cerisier, l'érable à épis, le tremble et autres espèces qui développent des drageons ou des rejets. Les graminées le tolèrent ainsi que de nombreux conifères après aoûtement (MRN 1995, annexe G).

k) Mode d'action

Le triclopyr est absorbé par la plante (par l'écorce verte, les feuilles, une souche fraîchement coupée ou les racines) et agit comme une auxine, hormone de croissance naturelle des végétaux. Le produit pénètre par les feuilles ou les tiges, se retrouve dans le système vasculaire puis descend vers les racines. Il accélère alors le rythme de croissance de la plante par un facteur de 1000 (Ganapathy 1997) : les membranes cellulaires se rompent, la capacité de la plante à transporter les éléments nutritifs et à utiliser l'énergie en provenance des

feuilles se dérègle. La plante meurt faute d'alimentation adéquate pour soutenir sa croissance accélérée (DowElanco Canada inc. 1991a in MRN 1995, annexe G). Il est à noter que, bien que le triclopyr puisse être absorbé par les racines, il n'est pas considéré comme un phytocide à application au sol (USDA 2001).

l) Toxicité générale

Comme c'est le cas dans bien des études sur les pesticides, les informations les plus facilement disponibles concernent la toxicité générale du triclopyr (ester) sous sa forme pure et non sous l'une de ses formulations. Il est ainsi considéré que le triclopyr est (tiré de www.pesticideinfo.org février 2004) :

- un irritant pour les yeux et la peau;
- un produit légèrement toxique;
- n'est pas un inhibiteur de la cholinestérase;
- un produit pouvant potentiellement contaminer les nappes d'eau souterraines;
- ne présente pas suffisamment de preuves pour déterminer hors de tout doute raisonnable s'il constitue oui ou non un produit favorisant l'apparition de cancer, affectant la grossesse ainsi que les fonctions reproductives ou les fonctions endocriniennes.

Toutefois, selon Dost (2003 note G), les faits et études actuellement disponibles sur le sujet démontrent que le triclopyr ne présente pas le potentiel de causer des cancers ou des mutations génétiques. Les travailleurs oeuvrant avec ce produit ne sont pas exposés à des risques élevés de développer de telles maladies. Même que les effets qui ont déjà été observés, entre autres, sur les processus reproductifs, l'ont été qu'à des doses et des niveaux d'exposition allant bien au-delà de ceux normalement rencontrés dans un contexte opérationnel. Cet état de chose démontre qu'en appliquant des méthodes de travail approprié, il est encore possible d'augmenter le facteur de sécurité entourant l'utilisation de ce phytocide.

m) Aspect sécuritaire

Les formulations à base de triclopyr sont relativement stables et ne demandent pas de conditions d'entreposage spécifiques. Les recommandations de protection d'usage pour la manipulation de produits chimiques restent de mise et son utilisation doit être faite selon le mode d'emploi présenté sur son étiquette.

Lors de la manipulation des produits, toujours porter :

- un chandail ou une chemise à manches longues;
- un pantalon long;
- des gants résistants aux produits chimiques;
- des bas et des chaussures;
- des lunettes protectrices;
- un tablier lors du transfert de quantité importante de produits (> que 5 L).

Aussi, toujours rincer ses gants avant de les enlever.

Pour plus de détails sur les mesures de sécurité à prendre lors de l'utilisation de Release®, consulter sa fiche descriptive présentée à l'annexe 18.

n) Mode d'application

L'application au niveau foliaire doit être faite pendant la période active de la plante. Pour une application au niveau de l'écorce ou sur une souche, l'application peut être faite à n'importe quel moment de l'année (USDA 2001).

APPLICATIONS FOLIAIRES GÉNÉRALISÉES (tiré de Dow AgroSciences 2003)

Mélanger le phytocide sylvicole Release® à de l'eau de façon à appliquer au moins 100 L de volume total de bouillie par hectare. Se servir d'un équipement permettant de traiter uniformément le feuillage des plantes à supprimer. Un système d'application ou un adjuvant antidérive devrait être utilisé afin d'empêcher la dérive de fines gouttelettes de bouillie hors de la zone à pulvériser. Les buses ou les agents antidérives qui permettent une pulvérisation à grosses gouttelettes peuvent impliquer l'emploi d'un volume total de bouillie par hectare plus important pour une application uniforme sur toute la végétation à pulvériser. Voir étiquette du produit à l'annexe 18 pour plus de détails.

PULVÉRISATION AÉRIENNE (tiré de Dow AgroSciences 2003)

Le phytocide sylvicole Release® peut être appliqué par avion ou par hélicoptère. Pour l'application aérienne du phytocide sylvicole Release®, on recommande notamment l'emploi de rampes équipées de buses à jets coniques ou à plein ou à pastilles conventionnelles pour grosses gouttelettes (D8-46 ou D10-46), de rampes Microfoil ou Thru-Valve. S'assurer que la couverture est uniforme et adéquate et que l'équipement est calibré avec précision. Utiliser les volumes et taux d'application supérieurs lorsque la végétation est dense ou en présence de sécheresse. Voir étiquette du produit à l'annexe 18 pour plus de détails.

o) Dosage

Préparation de terrain par voie terrestre (tiré de Dow AgroSciences 2003).

Pour supprimer le framboisier et les essences ligneuses, appliquer de 3 à 8 L à l'hectare de phytocide sylvicole Release® mélangés à de l'eau de façon à obtenir au moins 100 L de volume total de bouillie. Choisir l'un des taux d'application les plus élevés de la gamme proposée pour supprimer les essences formant des rejets de l'écorce basale ou les essences à drageons et les broussailles hautes et denses. Appliquer le phytocide après l'apparition complète du feuillage et avant la coloration automnale des feuilles. Après le traitement, on suggère de retarder la plantation de conifères d'une année.

Dégagement des plantations de conifères par voie terrestre (tiré de Dow AgroSciences 2003).

Pour supprimer les framboisiers et les essences ligneuses à feuilles caduques dans les plantations de conifères, y compris l'épinette blanche, l'épinette noire et le pin gris, mélanger de 3 à 6 L par hectare de phytocide sylvicole Release® dans de l'eau de façon à obtenir au moins 100 L de volume total de bouillie.

Choisir l'un des taux d'application les plus élevés de la gamme proposée pour supprimer les essences formant des rejets ou les essences à drageons et les broussailles hautes et denses. Appliquer à la fin de l'été, à l'aoûtement des conifères (quand les écailles du bourgeon terminal sont fermées et piquent au toucher), et après l'apparition complète du feuillage des essences à feuilles caduques, mais avant la coloration de l'automne. L'endommagement des aiguilles du pin gris à des taux supérieurs à 4 litres par hectare peut être inacceptable. Pour minimiser ce genre de lésions, ne pas traiter au cours de la deuxième phase de croissance ou de la pousse d'été. De plus, l'apparition de ces lésions est plus probable lorsque la pulvérisation est effectuée la même année que la plantation.

Dégagement des plantations de conifères par voie aérienne (tiré de Dow AgroSciences 2003)

Pour supprimer les framboisiers et les essences à feuilles caduques dans les plantations de conifères, y compris l'épinette blanche, l'épinette noire, appliquer de 3 à 6 L de phytocide sylvicole Release® mélangé à de l'eau pour un mélange total de 30 L au moins de solutions par hectare. Choisir l'un des taux d'application les plus élevés de la gamme proposée pour supprimer les essences formant des rejets ou les essences à drageons et les broussailles hautes et denses. Appliquer à la fin de l'été, à l'aoûtement des conifères (quand les écailles du bourgeon terminal

sont fermés et piquent au toucher) et après l'apparition complète du feuillage des essences à feuilles caduques, mais avant la coloration de l'automne. Pour le dégagement du pin gris, utiliser de 3 à 4 L à l'hectare de phytocide sylvicole Release®. Le pin gris peut être affecté à des taux supérieurs à 4 L par hectare ou lorsque les semis ne sont pas complètement en période de dormance; ses aiguilles peuvent notamment être endommagées, il risque aussi d'être atrophié ou de mourir. Ne pas pulvériser de phytocide sylvicole Release® sur ces peuplements à moins que de telles lésions soient tolérables. Pour minimiser les lésions au pin gris, ne pas traiter au cours de la deuxième phase de croissance ou de la pousse d'été. Des semis de pin gris en bonne santé et vigoureux laissés dans le sol pendant deux ans avant l'application sont moins susceptibles de manifester des symptômes de lésions.

Préparation du terrain par voie aérienne (tiré de Dow AgroSciences 2003)

Appliquer de 3 à 8 L à l'hectare de phytocide sylvicole Release® mélangé à de l'eau de façon à obtenir une bouillie totale de 30 L au moins. Choisir l'un des taux d'application les plus élevés de la gamme proposée pour supprimer les essences formant des rejets de l'écorce basale ou les essences à drageons et les broussailles hautes et denses. Appliquer le phytocide après l'apparition complète du feuillage et avant la coloration automnale des feuilles. Après le traitement, on suggère de retarder la plantation de conifères d'une année.

p) Coûts

Selon les sources et détaillants consultés, le prix est d'environ 31\$ du litre.

q) Impacts environnementaux (potentiel)

L'application de produit en milieu naturel sous-tend toujours un risque potentiel de contamination ou d'effet non désiré. Dans le cas du triclopyr, ce produit est considéré comme étant un produit faiblement toxique et agissant sur des processus biologiques propres à certains types de végétaux. Les principaux impacts potentiels à appréhender concernent donc plus la destruction ou l'altération de végétation non visée par le traitement et la contamination des milieux aquatiques. Étant donné que le triclopyr est considéré comme un produit relativement mobile dans le sol, des précautions doivent être prises afin d'éviter la contamination des plans d'eau et des nappes d'eau souterraine. Bien qu'il ne soit pas considéré comme étant un produit très toxique, sa présence dans le milieu aquatique (eau de surface, eau souterraine, prise d'eau potable, etc.) n'est pas souhaitable. Outre lors d'arrosage hors cible, la présence de triclopyr en milieu aquatique peut survenir soit lors d'arrosage au-dessus de petits cours d'eau dissimulés par la végétation, soit par son déplacement vertical dans le sol jusqu'à la nappe phréatique, soit par le lessivage de particules de sol touchées par le produit qui sont, par la suite, transporté dans un cours d'eau.

Ces principaux risques peuvent toutefois être limités par la mise en place de pratiques sécuritaires et du respect des normes et règlements en place. De plus, afin de limiter les impacts liés aux risques de dérive, il est recommandé de suivre les indications concernant la dimension des zones tampons telles que présentées aux pages 10 à 12 de l'annexe 18.

Pour plus de détails sur les impacts potentiels du triclopyr sur le milieu, nous invitons le lecteur à consulter la section 4.3.2.

r) Impacts sociaux (potentiel)

Les principaux impacts sociaux à appréhender sont les mêmes que ceux sur lesquels nous avons déjà élaboré dans la présentation des modes de dégagement impliquant l'utilisation de phytocides (arrosage aérien et arrosage terrestre). La seule différence avec ce type de phytocide est la crainte que son utilisation peut engendrer chez le public étant donné qu'il constitue un phytocide chimique. Cette méthode de dégagement de la régénération résineuse est moins bien perçue par la population que d'autres.

3.5.2.3 Le 2,4-D

No CAS : 94-75-7 et 25168-26-7

Groupe chimique : Aryloxyacides et dérivés

a) Propriétés physicochimiques (tiré de MENV 2002)

Forme acide acétique

Masse molaire (g/mole)	221,04	Point de fusion (°C)	140-141	État physique	Cristaux blancs inodores
Masse volumique (g/mL)	1,416	Solubilité aqueuse (mg/L)	900 (25°C)	Pression de vapeur (mm Hg)	$1,4 \times 10^{-7}$ (25°C)
Constante de la loi de Henry (H) (atm·m³/mole)	$1,3 \times 10^{-5}$ (25°C, pH 1)	Constante d'adsorption (K_{oc})	47[33,61] ₉₅ (n=7)	Coefficient de partage octanol/eau (log P)	2,38 (pH 1, température non spécifiée)

Stabilité chimique :

Peut s'enflammer ou exploser au contact d'oxydant puissant. Stable jusqu'à 50°C pendant au moins 2 ans. La plupart des formulations ne corrodent pas l'équipement de pulvérisation, mais certaines peuvent endommager les surfaces peintes. Stables dans des conditions normales d'entreposage, il ne faut toutefois pas les entreposer près de fertilisants, insecticides ou fongicides.

Forme acétate d'isooctyle

Masse molaire (g/mole)	333,26	Solubilité aqueuse (mg/L)	10 (température non spécifiée)	État physique	Liquide jaunâtre brun ayant une odeur phénolique
Masse volumique (g/mL)	1,14-1,17 (20°C)	Pression de vapeur (mm Hg)	$2,0 \times 10^{-6}$ (25°C)		
Point de fusion (°C)	12	Coefficient de partage octanol/eau (log P)	6,32 (température non spécifiée)		

Stabilité chimique :

La demi-vie à 20 °C est de 37 heures à pH 9 et de 1 500 jours à pH 6. Attaque certains types de plastiques. Entreposer à température ambiante. De plus, il est préférable de ne pas entreposer près de fertilisants, insecticides ou fongicides.

b) Nom commercial

Les principales appellations commerciales homologuées au Canada pour un usage forestier comportant le 2,4-D comme ingrédient actif sont pour :

La forme acide acétique :

Formula 40F (Dow Agro Sciences)

La forme ester isooctylique :

Dow Agro Sciences 2,4-D Ester 700 (Dow Agro Sciences)
2,4-D Ester Gel (Rhodne-Poulenc Canada inc)
2,4-D Ester 700 (United agri product)
Nufarm 2,4-D Ester LV 700 liquide herbicide (Nufarm agriculture)
2,4-D Ester(UFA) liquide herbicide (Nufarm agriculture)
2,4-D Ester 600 herbicide (Nufarm agriculture)
Nufarm weedone LV600 2,4-D Ester liquide herbicide (Nufarm agriculture)
Nufarm 2,4-D Ester LV600 liquide herbicide (Nufarm agriculture)

c) Matière active

Formula 40F :	470 g/L de 2,4-D présent sous forme acide
Nufarm 2,4-D Ester LV600, 2,4-D Ester 600 herbicide, 2,4-D Ester(UFA), Nufarm weedone LV600 2,4-D :	564 g/L de 2,4-D présent sous la forme ester
2,4-D Ester Gel :	650 g/L de 2,4-D présent sous la forme ester
Dow Agro Sciences 2,4-D Ester 700, 2,4-D Ester 700 :	658 g/L de 2,4-D présent sous la forme ester
Nufarm 2,4-D Ester LV 700 :	660 g/L de 2,4-D présent sous la forme ester

d) Formulation

Voir étiquettes des produits à l'annexe 19.

e) Additifs, solvants

Le Nufarm 2,4-D Ester LV600 et LV 700 contiennent des distillats de pétrole.

Certaines formulations peuvent être mélangées avec un mélange eau et huile.

f) Homologation

Le 2,4-D est apparu sur le marché en 1946 et est vite devenu un des herbicides le plus utilisés dans le monde (tiré de <http://www.24d.org>). Au Canada, son homologation a été obtenue en 1966.

g) Particularités

La plupart des formulations de 2,4-D forment, lorsque mélangées avec de l'eau (ou le mélange eau-huile), une émulsion et non une solution (sauf Formula 40F). Cet état de choses requiert que le produit soit constamment agité dans le réservoir du dispositif d'arrosage afin d'assurer un mélange adéquat entre l'eau et le 2,4-D.

Le 2, 4-D est moins efficace lorsqu'appliqué pendant des périodes de températures chaudes et sèches (Boateng 2002).

h) Persistence

Le 2,4-D est peu persistant dans le sol car il se dégrade rapidement. Sa demi-vie est inférieure à 7 jours et la biodégradation est de loin le plus important processus de dégradation dans le sol (MENV 2002).

Dans l'eau, la principale voie de dégradation est la photolyse. La demi-vie varie de 50 minutes à 4 heures. S'il se retrouve dans les sédiments, sa demi-vie est inférieure à une journée (MENV 2002).

i) Efficacité

Le Nufarm 2,4-D Ester LV600 est partiellement efficace sur l'érable, le tremble et le peuplier faux-tremble. Il est, de plus, inefficace sur le framboisier.

j) Modes d'action

C'est un herbicide systémique pour lequel sa forme « sel » est absorbée par les racines et la forme « ester » est absorbée par les feuilles. La translocation du produit dans la plante se produit avec une accumulation, principalement dans les régions du méristème des racines et des pousses. Globalement, cet herbicide agit comme un inhibiteur de croissance (MENV 2002).

k) Toxicité générale

Le 2,4-D ingéré par voie orale peut être absorbé par l'intestin et se retrouver dans le système sanguin en moins d'une heure. Il est alors distribué dans les tissus où, toutefois, il ne semble pas s'accumuler. Par la suite, 75 % est excrété et inchangé en moins de 96 heures (tiré de MENV 2002).

À un niveau de toxicité aiguë, le 2,4-D est toxique par toutes les voies d'exposition. Il est corrosif et peut causer une irritation sévère des yeux, mais moins importante pour la peau. L'inhalation peut causer une sensation de brûlure dans la gorge et la poitrine, une faiblesse, une perte d'appétit, une perte de poids, une sudation, des mictions faibles, des étourdissements, une perte de coordination, une hémorragie gastro-intestinale et peut avoir un effet sur le système nerveux. Les symptômes rencontrés, lors d'une exposition cutanée sont des nausées, des vomissements, de la diarrhée, des maux de tête, des étourdissements, une faiblesse et un picotement aux extrémités (tiré de MENV 2002).

À un niveau de toxicité chronique, l'exposition au 2,4-D peut occasionner des effets au niveau du système nerveux central. Chez l'humain, le 2,4-D est considéré, par certains chercheurs, comme un agent cancérigène suspect, mais il n'existe toutefois pas de consensus à ce sujet. Par contre, de l'embryotoxicité, de la foetotoxicité, de la tératogénicité et des effets sur le développement ont été observés chez plusieurs espèces animales mais généralement à doses élevées (tiré de MENV 2002).

l) Aspect sécuritaire

Lors de la manipulation des produits, toujours porter :

- un chandail ou une chemise à manches longues;
- un pantalon long;
- des gants résistant aux produits chimiques;
- des bas et des chaussures;
- des lunettes protectrices;
- un tablier lors du transfert de quantité importante de produit (> que 5 L).

Aussi, toujours rincer ses gants avant de les enlever.

Pour plus de détails sur les mesures de sécurité à prendre lors de l'utilisation des formulations à base de 2,4-D, consulter la fiche descriptive présentée à l'annexe 20.

m) Mode d'application

L'application au niveau foliaire doit être faite pendant la période active de la plante (préférentiellement mai-juin ou septembre) (Nufarm agriculture 2001). Pour une application au niveau de l'écorce ou sur une souche, l'application peut être faite à n'importe quel moment de l'année.

Dans le cas d'une application par arrosage aérien, la plupart des fabricants de produits stipulent que pour un arrosage uniforme et pour minimiser la dérive des gouttelettes, il est conseillé d'utiliser une pression de 235 Kpa ou inférieure. De plus, pour limiter encore plus la dérive, des produits peuvent être ajoutés pour favoriser la formation de gouttelettes de dimension supérieure (ex : le produit Lo-drift).

Lorsqu'utilisé sur des souches, le produit doit être appliqué dans les 10 premières minutes suivant la coupe (Boateng 2002).

Dans le cas d'application pour une préparation de terrain, la plupart des formulations peuvent être utilisées à n'importe quel moment de l'année de croissance, et ce, jusqu'à deux à trois semaines avant les premiers gels.

Consulter les étiquettes des produits pour connaître d'autres spécificités concernant les modes d'application propres à chaque formulation.

n) Dosage

Application par voie terrestre (tiré de United Agriproduct 2002)

Appliquer de 50 à 300 litres de solution (mélange eau et produit) par hectare tout dépendant du type d'équipement utilisé. Appliquer à pression basse (200-275 KPa) et avec suffisamment d'eau pour assurer une application uniforme.

Application par voie aérienne (tiré de United Agriproduct 2002)

Appliquer un minimum de 30 L de mixture par hectare dépendamment du type de système d'application utilisé. Appliquer à pression de 235 KPa ou moins.

Ces concentrations sont présentées ici à titre indicatif. Voir les étiquettes des différentes formulations pour en connaître davantage sur les concentrations prescrites pour chacune des formulations par type d'usage.

o) Coûts

Selon les sources et détaillants consultés, le prix varie entre 6 \$ et 8,50 \$ du litre et en fonction des concentrations utilisées de 33 à 73 \$ / hectare.

p) Impacts environnementaux (potentiel)

Certaines formulations contiennent des distillats de pétrole qui sont considérés comme étant de moyennement à hautement toxiques pour les organismes aquatiques. Ces formulations peuvent donc avoir des impacts négatifs importants sur le milieu aquatique.

Malgré sa faible persistance dans le milieu, le 2,4-D présente un fort potentiel de contamination des eaux souterraines car il y est souvent détecté (MENV 2002).

Sa présence dans l'air est possible sous la forme de retombées humides. Sa demi-vie est toutefois estimée qu'à 23,9 heures (MENV 2002).

q) Impacts sociaux (potentiel)

Selon Dost (2003, note C), le 2,4-D est l'un des phytocides qui a été le plus étudiés. Son effet mutagène est négligeable et aucune évidence solide ne permet de croire en son potentiel cancérigène. Il existe, selon cet auteur, de nombreuses études traitant des risques encourus par les travailleurs exposés à ce phytocide. Les conclusions de ces études vont toutes dans le sens que le respect des mesures de sécurité ainsi que le port d'équipements et de vêtements appropriés réduisent les risques d'exposition à des niveaux très bas.

3.5.2.4 Le chondrostereum purpureum

Cette souche de champignon se veut un produit nouvellement homologué (en 2002) au Canada, à titre de mycoherbicide. Il est constitué d'un champignon pathogène, *Chondrostereum purpureum* (*C.purpureum*), qui existe à l'état naturel et qui, dans une formulation brevetée, est utilisé pour diminuer le nombre de rejets de souches de feuillus de lumière suite à un dégagement réalisé à l'aide de débroussailleuse. Selon l'ARLA, la pâte Myco-tech™ représente une alternative peu risquée à l'utilisation de pesticides chimiques comme outil d'aménagement (ARLA 2002).

a) Propriétés physicochimiques (tiré de Mycoforestis 2003b et ARLA 2002)

Pâte Myco-Tech™

PH	7	Odeur	Aucune
État physique	Gel / pâte	Humidité	Approx. 72 %
Couleur	Gris	Gravité	1,09g/ml

b) Nom commercial

Myco-tech™

c) Matière active

Le champignon *Chondrostereum purpureum* souche Pouzar HQ1. Cette souche a été prélevée et isolée en 1992 sur une souche de bouleau à papier infectée de façon naturelle et localisée près de Saint-Agathe (QC). *C.purpureum* est un champignon présent au Canada, mais également aux États-Unis aussi loin qu'au Delaware et qu'en Oregon (ARLA 2002).

Taxonomie

Royaume	<i>Eumycota</i>
Embranchement	<i>Dikaryomycota</i>
Sous- embranchement	<i>Basidiomycotina</i>
Classe	<i>Holobasidiomycetes</i>
Ordre	<i>Aphylliphorales</i>
Famille	<i>Corticaceae</i>
Genre	<i>Chondrostereum</i>
Espèce	<i>purpureum</i>
Souche	HQ1

d) Formulation

Le traitement de contrôle biologique consiste en une application topique d'une formulation pâteuse dans laquelle le champignon *C.purpureum* est incorporé. La pâte Myco-Tech™ contient 9,1% de *C.purpureum* (HQ1) (ARLA 2002).

Concentration : Mycélium d'un champignon basidiomycète (souche HQ1) / la formulation contient un minimum de 10⁵ cfu/mL

e) Homologation

Produit homologué en janvier 2002

Numéro d'homologation :

27019 : *Chondrostereum purpureum* (HQ1) suspension mycéliale

27020 : Pâte Myco-Tech™ (Contenant *Chondrostereum purpureum* HQ1)

Myco-tech™, produit et commercialisé par la compagnie Myco-forestis corp., est le premier produit biologique homologué au Canada pour la lutte à la végétation compétitive. Son utilisation est approuvée dans les régions des forêts boréales et mixtes situées à l'Est des Rocheuses (Myco-Forestis 2002).

Une autre compagnie, MycoLogic Inc., travaille actuellement pour faire homologuer une autre formulation à base de *Chondrostereum purpureum*, "Chontrol™" qui serait, pour sa part, homologuée pour une utilisation à la grandeur de l'Amérique du Nord.

f) Particularités

Comme ce produit constitue du matériel vivant, il comporte une durée de vie limitée même dans les conditions d'entreposage optimum : un endroit frais et sec, 2 à 6°C, protégé du froid et des températures au-dessus de 30°C. Conservé réfrigéré à 4°C, il possède une durée de vie maximale de 3 mois, période que l'on compte à partir de la date inscrite sur l'emballage.

g) Persistence

Sa présence dans l'environnement perdure jusqu'à la mort du champignon sur les souches traitées.

h) Efficacité

Le basidiomycète *C. purpureum* présente un grand potentiel comme agent de contrôle de la végétation de compétition. Jusqu'à présent, ce champignon indigène constitue un agent pathogène naturel de nombreuses espèces feuillues du nord de l'Amérique et de l'Europe (De la Bastide *et al.* 2001).

Selon la compagnie Mycoforestis, l'utilisation de la pâte Myco-Tech™, suite à un dégagement mécanique, augmente l'efficacité de celle-ci de 70 à 100 % selon les espèces ciblées sur une période d'environ deux années. De plus, les rejets traités, mais non complètement maîtrisés, présentent une croissance fortement ralentie.

L'efficacité du produit peut être affectée par plusieurs facteurs tels que la susceptibilité de la plante visée à *C. purpureum*, les variations de croissance de la plante hôte et du champignon mais aussi par la venue de pluie juste avant ou après l'application du produit. C'est également à une conclusion semblable que Pit *et al.* (1999) sont arrivés. Selon eux, l'efficacité du traitement semble varier en fonction de la virulence de l'isolat du champignon et de la sensibilité des espèces cibles tandis que la formulation semble jouer un rôle moins important. C'est aussi à une conclusion similaire que Harper *et al.* (1999) sont arrivés. Ils ont ainsi obtenu, par exemple, des taux de mortalité de 90 et 88 % sur des talles d'aulnes de Sitka avec les deux isolats étudiés alors que le meilleur taux de mortalité sur le peuplier faux-tremble ne fut que de 84 % et ce, avec uniquement l'un des deux isolats. L'autre isolat n'ayant généré qu'un taux de mortalité de 53 % des rejets.

L'efficacité de *C. purpureum* s'explique aussi par la variété de produits phytotoxiques que le champignon libère et qui induise des effets comme la maladie « silverleaf disease » ou le jaunissement des feuilles (ARLA 2002).

i) Sélectivité

C. purpureum est un champignon pathogène de plusieurs espèces feuillues des forêts tempérées : *Abies*, *Acer*, *Aesculus*, *Alnus*, *Betula*, *Crataegus*, *Fagus*, *Larix*, *Malus*, *Ostrya*, *Picea*, *Populus*, *Prunus*, *Salix* et *Sorbus*. Bien qu'il puisse parfois être un champignon saprophyte de *Abies balsamea*, il n'a pas été rapporté que *C. purpureum* cause des maladies chez les espèces résineuses (ARLA 2002).

Suite à un suivi scientifique échelonné sur plusieurs années, les espèces feuillues sur lesquelles la technologie Myco-Tech™ agit sont : le bouleau à papier, les érables à sucre et rouge, le cerisier de Pennsylvanie et le peuplier faux-tremble. Il a, de plus, été noté que le saule, l'aulne, l'érable à épis et le noisetier répondent également au traitement biologique (Mycoforestis 2003a). Selon De la Bastide *et al.* (2001), le produit agit bien sur l'érable rouge et le tremble.

Myco-Tech™ peut être utilisé pour de la préparation de terrain préalable à une plantation, pour le dégagement de plantation, pour le dégagement et la sélection des feuillus à valeur ajoutée et pour le dégagement des emprises de lignes électriques, de routes, etc.

j) Mode d'action

Pour assurer sa fonction écologique, le *C. purpureum* possède des caractéristiques biologiques particulières. Entre autres, il utilise les métabolites primaires retrouvés principalement dans les cellules de bois vivants ou récemment morts (Rayner et Boddy 1998), ce qui lui assure une croissance rapide au sein d'un hôte affaibli (tiré de Ure et Sherwood 2000).

Lorsqu'utilisé en tant que mycoherbicide, *C. purpureum* est appliqué sur les souches fraîchement coupées (dans les 30 minutes suivant la coupe) dans sa forme mycéliale à l'intérieur d'une formulation pâteuse. Cette formulation contient des composés pour le maintenir en vie ainsi qu'un agent lui permettant d'adhérer adéquatement sur la surface fraîchement coupée. Une fois appliqué, le champignon infecte la plante et commence à se développer en consommant les sucres et autres réserves de celle-ci. En appliquant le produit sur les souches fraîches, cette méthode permet de cibler avec beaucoup de précision les tiges à traiter sans avoir peur d'affecter les tiges voisines (De la Bastide *et al.* 2001).

On recommande d'appliquer la formulation tard à l'été ou durant l'automne, en évitant les périodes de pluie qui vont avoir pour effet de laver les coupes fraîches de la formulation avant que l'infection ait pu avoir lieu (De la Bastide *et al.* 2001). Il est toutefois possible de l'appliquer de juin à septembre (document de Myco-Tech « Étiquette-Label »).

k) Toxicité générale

Dans le cadre des tests devant conduire à son homologation, il a été établi que *C. purpureum* ne cause aucune maladie et est non toxique pour les animaux et l'homme ainsi que pour les espèces non visées par le traitement (De la Bastide *et al.* 2001).

l) Aspect sécuritaire

Lorsque le produit est appliqué, le champignon se retrouve sous forme mycélienne, empêchant toute dispersion inattendue de l'organisme au moment du traitement. Le champignon ne se propage pas par contact entre les racines. Sa propagation par la libération de spores débute 12 à 18 mois après infection et demande une plaie fraîche pour se développer. La contamination d'arbres sains est ainsi très peu probable et surviendrait, au pire cas, dans les 100 premiers mètres de l'infection associée à l'application initiale. En dehors de cette limite, le risque est considéré comme le même que pour n'importe quel autre arbre de la forêt. (De la Bastide *et al.* 2001; Ure et Sherwood 2000)

Comme ce champignon ne présente aucun effet pathogène sur les plantes du milieu aquatique, son utilisation en bordure des cours d'eau ne pose aucun risque pour le milieu aquatique.

m) Mode d'application

Comme on peut le voir à la figure 45, la pâte Myco-Tech™ est étendue à partir d'un applicateur développé par Myco-forestis corporation et qui est monté sur la débroussailleuse. L'application de Myco-Tech™ est réalisée au fur et à mesure de l'avancement de la coupe des tiges. L'ouvrier effectue la coupe des tiges indésirables et effectue un passage au-dessus des souches en appliquant la formulation. Une autre forme d'application consiste à

apporter un applicateur imbibé de formulation (monté lui aussi sur la débroussailleuse) directement sur chaque souche. Myco-Tech™ peut être appliqué sur des coupes fraîches dès le début de l'été jusqu'à la fin de l'automne. L'application doit être faite dans les 30 minutes suivant la coupe de la tige pour assurer une colonisation adéquate des champignons.



Figure 45 Dispositif d'application de la technologie Myco-Tech™

La préparation de produit Myco-Tech™ est emballée en sac contenant 3 litres de formulation. Le nombre de sacs nécessaires aux superficies à traiter est apporté quotidiennement sur le site des travaux en ayant soin de les placer dans un endroit frais. De plus, les sacs ne doivent pas être laissés à la portée des animaux qui pourraient les abîmer et/ou les percer ayant comme résultat d'altérer la formulation. Comme le produit est prêt pour application dans les sacs, aucun autre produit n'est nécessaire sur le site.

Le produit doit être entreposé dans un endroit frais et sec. Étant donné que Myco-Tech™ constitue un phytocide composé de matière vivante, il faut le protéger du gel et des températures excédant 30°C. Si l'on veut le conserver pour une plus longue période de temps, il faut l'entreposer à 4°C.

Comme Myco-Tech™ est sans danger, son application ne demande pas de porter des vêtements de protection particuliers. Seuls des vêtements longs sont nécessaires en plus des vêtements de sécurité reliés à l'utilisation de la débroussailleuse.

n) Dosage

La quantité de produit à appliquer varie entre 0,5 et 2 ml de préparation par souche (moyenne selon l'étiquette de 1 ml). Le traitement d'un peuplement comportant une densité de tige évaluée à 30 000 tiges par exemple, demanderait une quantité de produit d'environ 30 litres de préparation.

o) Coûts

Le coût est variable en fonction des densités de tiges à traiter. Un coût moyen pourrait se situer aux environs de 450 \$/hectare pour la formulation (Myco-Tech, 2004).

p) Impacts environnementaux (potentiel)

Selon une étude toxicologique réalisée par l'Institut de recherche de Illinois (Institute of technology) sur Myco-Tech™ (Ure et Sherwood 2000), il a été démontré que :

- *C. purpureum* ne présente aucun risque pour la santé humaine;
- le champignon ne peut être toxique pour les espèces avicoles;
- qu'il n'existe aucune évidence de possibilité de développement du *C. purpureum* dans les habitats aquatiques;
- *C. purpureum* ne possède pas les attributs biologiques lui permettant d'envahir un substrat autre que le bois et d'y proliférer;
- l'utilisation de Myco-Tech™ ne peut s'avérer nocive pour les habitats et organismes non visés.

La conclusion de cette étude fut donc que *C. purpureum* ne peut être dommageable ni pour l'environnement, ni pour les utilisateurs du produit. Myco-forestis recommande toutefois (tiré de du document de Myco-tech « Étiquette-Label ») :

- de ne pas appliquer directement dans l'eau ou à l'intérieur de la zone délimitée par les hautes eaux saisonnières;
- de ne pas déverser directement dans les lacs, étangs ou cours d'eau;
- de ne pas permettre aux eaux de rinçage des équipements de s'y retrouver.

q) Impacts sociaux (potentiel)

En 8 ans de recherche au cours desquelles quelque 100 individus (chercheurs et travailleurs forestiers) ont été exposés au produit, aucun n'a jamais présenté d'effet négatif relié au produit (Mycoforestis 2003a).

3.6. Description du programme d'entretien de la régénération et de la préparation de terrain

En fonction des critères présentés à la section 1.5. et du descriptif des sections précédentes, voici le portrait du programme proposé par le promoteur. Celui-ci peut potentiellement être réalisé soit par arrosage aérien de phytocide ou de façon mécanique.

3.6.1. Les superficies envisagées dans le programme

Ce projet d'arrosage concerne deux types de traitements, le dégagement de la régénération résineuse en place et la préparation de terrain préalable à une remise en production. L'utilisation de l'épandage aérien de phytocides en milieu forestier au cours de la prochaine décennie est susceptible de se réaliser principalement sur trois types de site :

- (1) les secteurs plantés depuis 1978 dont certains nécessitent un dégagement du fait de l'envahissement de la compétition;
- (2) les peuplements matures prêts à être récoltés au cours des prochaines années et nécessitant une remise en production;
- (3) les sites ayant subi une perturbation d'origine il y a plusieurs années (coupe, feu), dont la régénération résineuse est déficiente, qui n'ont pas encore fait l'objet de reboisement et qui sont occupés par de la végétation compétitive indésirable.

Selon le plan général d'aménagement forestier (PGAF), Smurfit-Stone estime que, pour les 10 prochaines années, les besoins globaux de dégagement de la régénération résineuse (plantation et régénération naturelle) s'élèvent sur l'ensemble de ses terrains privés (323 546 ha productifs) à environ 2 000 hectares par année (répartis en dégagement de plantation (20 %) et dégagement de peuplement naturel résineux (80 %)). De ces 2 000 ha, ce sont 1 000 ha qui doivent être traités par arrosage aérien car ces sites ne sont pas accessibles par voie terrestre ou présentent des contraintes opérationnelles trop importantes pour rendre le traitement économiquement viable. L'utilisation du dégagement mécanique, sur les 1 000 ha restant, sera ciblée pour les zones sensibles et les secteurs ne pouvant faire l'objet d'épandages de phytocides, en raison de leur dispersion ou de leur faible taille.

Toujours selon le PGAF, les sites visés par une préparation de terrain sont des peuplements touchés par le feu de 1983 ou de vieux bûchers mal régénérés. En ce qui concerne la préparation de terrain, toutes méthodes confondues, il est prévu de traiter 740 ha/an dans les feux, et 800 ha/an dans les vieux bûchers. Smurfit-Stone évalue qu'environ 50 % de ces superficies auront à être traitées par arrosage aérien de phytocide pour des raisons d'accessibilités limitées et de la densité élevée de la végétation de compétition. Les superficies restantes seront traitées par différents moyens mécaniques.

3.6.2. Arrosage aérien de phytocide

3.6.2.1 Description des activités

a) Les superficies envisagées dans le programme

Environ 1 000 ha répartis en dégagement de plantation (20 %) et dégagement de peuplement naturel résineux (80 %) + environ 370 ha/an dans les secteurs touchés par des feux et 400 ha/an dans les vieux bûchers.

Les peuplements forestiers qui sont susceptible d'être traité par arrosage aérien doivent répondre aux critères suivants :

- des plantations et, dans une moindre mesure, des peuplements d'origine naturelle, à production prioritaire résineuse et dont la régénération résineuse est distribuée aussi uniformément que possible;
- des peuplements envahis par une végétation concurrente abondante;
- des peuplements localisés sur les stations les plus riches et productives;
- des peuplements inaccessibles par voie terrestre (cas des peuplements qui sont uniquement accessibles par chemins d'hiver ou peuplements issus de feu, par exemple);
- des peuplements situés à des distances sécuritaires des plans d'eau, cours d'eau et villégiature;
- des peuplements de superficie suffisamment grande pour être traitables et regroupés en concentration suffisante pour justifier, économiquement, l'opération d'arrosage aérien.

b) Les activités préparatoires et les opérations prévues

Afin de s'assurer de la pertinence des activités de dégagement ou de préparation planifiées, une évaluation des besoins est réalisée préalablement sur le terrain.

Avant le début des travaux, on s'assurera que les autorisations et permis requis sont obtenus et que les travailleurs ont la formation adéquate.

Pendant les opérations, on s'assurera que les travaux seront réalisés selon les règles et conformément aux guides ainsi qu'aux normes en vigueur (ex. : s'assurer du respect des bandes de protection et des zones sensibles, des prescriptions et du RNI, de la loi sur la qualité de l'environnement, de la loi sur les pesticides). Il faudra également s'assurer que les travailleurs portent leur équipement de protection individuelle, que l'équipement de pulvérisation est en bon état et bien calibré, que les quantités prescrites sont respectées et que l'inventaire de phytocides est correctement géré. Des rapports quotidiens seront aussi rédigés.

Après les opérations, seront produits des rapports d'opérations dans lesquels les travaux effectués seront décrits et l'évaluation de l'efficacité du traitement pourra être faite par la prise de photos aériennes quelques semaines après la réalisation des travaux.

c) Le programme de santé et de sécurité des travailleurs

Tous les employés qui participent à la réalisation de l'épandage de phytocides par voie aérienne auront reçu une formation sur l'utilisation sécuritaire des phytocides. Le contremaître détiendra un CURESP. En ce qui concerne l'utilisation de phytocides, les règles de sécurité seront respectées en tout temps (transport et entreposage des produits, lavage et entreposage des équipements de protection individuelle, rinçage et élimination des contenants, campements temporaires destinés aux travailleurs, etc.). De plus, l'étiquette et la fiche signalétique des produits chimiques seront lues attentivement et les instructions d'utilisation du matériel seront respectées. Un plan de mesures d'urgence, qui inclut le matériel requis pour faire face à toute éventualité sera également présenté à tous les travailleurs.

d) Le programme d'information ou de consultation de la population et les moyens utilisés dans les secteurs traités pour aviser la population des opérations

L'information du grand public de la tenue des activités d'arrosage se fera de deux façons. Premièrement, dans le cas où des arrosages auront lieu à proximité de lieux fréquentés, un avis dans les journaux locaux informera le public des dates et des endroits précis où se tiendront les arrosages. Deuxièmement, et ce aussi bien dans les cas de secteurs fréquentés que ceux peu ou pas fréquentés, des affiches seront installées sur les chemins à proximité des superficies à traiter avec des dates indiquant la période de l'année où se tiendront les travaux.

3.6.2.2 Description des travaux

a) Les caractéristiques techniques

Les travaux seront exécutés à l'aide d'avions. Les appareillages utilisés (aéronef, rampe, buse, etc.) seront réglés et étalonnés pour être utilisés dans les conditions atmosphériques de la région où se tiennent les travaux. Les précautions à prendre, les directives d'utilisation et le taux d'épandage à respecter propre au produit utilisé seront respectés.

Aucun balisage au sol n'est nécessaire lors de l'arrosage, car les appareils utilisés sont munis de GPS équipé d'une fonction différentielle intégrée, dans lequel sont importées les limites des secteurs à traiter. Généralement, une piste d'envol est localisée dans un rayon de 30 km des blocs à traiter.

b) Les conditions d'opération

L'amorce et le déroulement des pulvérisations sont assujettis aux conditions météorologiques (vent, humidité relative, température et pluie). Les opérations de pulvérisation aérienne peuvent être réalisées si :

- (1) vitesse du vent < 8 km/h;
- (2) humidité relative > 50 %;
- (3) température > 24°C;
- (4) la pulvérisation précède la pluie d'au moins 2 heures et reprend lorsque l'eau ne s'égoutte plus du feuillage.

c) Les mesures d'atténuation et de compensation

Les zones sensibles sont décomposées en 2 catégories, qui ont chacune leur bande de protection distincte. Dans le cas de notre protocole, la catégorie contenant des « *zones à protection maximale* » considère une bande de protection de 100 mètres. Cette catégorie comprend les héronnières, les vasières, les rivières à saumons, les prises d'eau municipales ou privées, les aménagements récréatifs, les sites et réserves écologiques, les habitats exceptionnels, les habitations, les corridors routiers numérotés, les secteurs expérimentaux et stations forestières, les sites historiques et archéologiques.

La seconde catégorie comprenant les « *zones protégées* » considère quant à elle une bande de protection de 60 mètres. Cette catégorie comprend les habitats du castor, du rat-musqué, les aires de confinement de l'orignal et les ravages du cerf de Virginie, les lacs, les cours d'eau, les canaux cartographiés et non cartographiés, les parcours aménagés de canot-camping, les érablières destinées à la production de sève, les terrains privés, les terrains d'apiculture. Le survol des zones sensibles sera d'ailleurs réduit au minimum.

d) Les programmes de surveillance et de suivi

Le programme de surveillance et de suivi se compose de nombreuses normes et procédures qui ont été mises en place pour encadrer les activités en forêt en général et l'arrosage aérien de phytocide en particulier. Le lecteur retrouvera l'essentiel de cette information dans les chapitres 5-6 et 7 de la présente étude.

3.6.2.3 Équipements

a) Les appareillages pour l'application des produits

Pour s'assurer qu'on obtienne un débit uniforme et conforme à celui prescrit, les appareils de pulvérisation seront calibrés au préalable. Le débit du système de pulvérisation en premier lieu, mais aussi la largeur effective de la pulvérisation et la vitesse du porteur seront considérées.

Une simulation à sec sera réalisée au tout début des travaux, de manière à vérifier la compatibilité entre les données numériques fournies par la compagnie forestière permettant d'identifier les blocs à arroser, et le système

GPS de l'aéronef. Cette simulation permettra de s'assurer que les surfaces arrosées correspondent bien aux blocs planifiés.

b) Le type d'aéronef utilisé

L'arrosage aérien sera réalisé à l'aide de deux aéronefs, un *Piper de type PA25* et un *Gipsland de type GA200*, tous les deux équipés d'une rampe de pulvérisation sur laquelle sont fixées des buses. Deux types de buses pourront être utilisées, soit les buses *CP Nozzles* ou les buses *D8 Core 46*.

3.6.2.4 Phytocides

a) Le nom commercial et la formulation du phytocide à être utilisé

Le phytocide considéré pour le programme d'arrosage aérien est le **glyphosate**. Ce produit est disponible dans le commerce sous différentes appellations. Ce sont les produits **Vision®** et **Glyphos®** qui seront potentiellement utilisés dans le cadre du présent projet. Le Vision®, produit par Monsanto, est composé de 41 % de sel d'isopropylamine de glyphosate, 8 % de surfactant et 51 % d'eau (pourcentage par rapport au poids total), ce qui correspond environ à 356 g/l de glyphosate (équivalent acide). Le Glyphos®, produit par Cheminova inc., est composé de 41 % de sel d'isopropylamine de glyphosate et 59 % d'eau et surfactant (pourcentage par rapport au poids total), ce qui correspond environ à 360 g/l de glyphosate (équivalent acide).

b) Le taux d'application des phytocides et leur fréquence

Les mélanges (eau et formulation à base de glyphosate) seront appliqués à une concentration avoisinant les 6 litres de formulation mélangée à environ 27 litres d'eau pour donner un taux d'application de 33 litres / l'hectare. Une seule application sera réalisée pour chaque secteur à être traité.

c) Les prescriptions de l'homologation et une copie des étiquettes des phytocides choisis

Cette information est présentée à l'annexe 15

3.6.2.5 Installations – Infrastructures

a) Les bases d'opérations

Les principaux lieux pouvant agir à titre de base d'opérations sont déjà connus de la compagnie d'aviation qui sera chargée des travaux. Ces lieux sont représentés sur la carte à la figure 46.

b) Le transport et l'entreposage des produits

L'entreposage des phytocides se fait dans une remorque fermée à clé que l'on amènera sur le site de chargement. Le chargement se fait en circuit fermé à partir de contenants de 10 litres qui seront versés dans le réservoir de l'avion. Le mélange eau + phytocide se fait en vol.

c) Les modes de disposition des déchets

Les contenants de 10 litres subissent un triple rinçage et sont jetés dans un lieu d'enfouissement approprié.

3.6.2.6 Calendrier

a) Le calendrier de réalisation

Les travaux seront réalisés entre le 1^{er} août et le 15 septembre de chaque année.

b) La durée des travaux

La durée des travaux va varier d'une année à l'autre en fonction des superficies à traiter ainsi que des aléas de la température.

c) La main-d'œuvre requise et les horaires quotidiens de travail, selon les phases du projet

Dès que la logistique et les hommes sont sur place, c'est-à-dire prêts à opérer, le projet d'arrosage va requérir de deux à trois appareils donc deux bases simultanées, chaque base aura deux responsables de chargement tandis que les pilotes auront pour tâche de veiller à la sécurité du chargement et de la préparation des données géomatiques. Il y a un directeur du projet d'ensemble qui a pour principale fonction de s'assurer de l'aspect sécuritaire des vols (plan d'urgence), des communications et de l'aspect géomatique après chaque envolée.

Horaire journalier : rendez-vous à la base d'opérations au lever du soleil pour l'évaluation des conditions météo et l'inspection des appareils et de la piste.

Lorsque les conditions sont favorables l'arrosage a lieu et les vols du matin se terminent généralement vers les 9 h 30. Il y a ensuite décontamination des récipients avec triple rinçage ainsi que comptabilisation des produits utilisés versus les terrains traités. Cette phase dure généralement une heure par la suite les gens vont prendre une douche. En fin d'après-midi, réévaluation des conditions météo, lorsqu'elles sont favorables, les vols débutent vers 17 h et se terminent 30 minutes avant le coucher du soleil.

3.6.2.7 Coûts

Les coûts annuels du programme d'arrosage aérien sont d'environ 205 000 \$ (205 \$/ha * 1 000 ha/ année) pour le dégagement de la régénération + environ 158 000 \$ ((400 ha/année + 370 ha/année)* 205 \$/ha) pour la préparation de terrain auxquels on doit ajouter les frais d'inventaire (évaluation des besoins) et les frais de supervision des travaux..

3.6.2.8 Affectation du territoire

La totalité des superficies traitées sont des propriétés à vocation forestière de la compagnie Smurfit-Stone.

3.6.3. Dégagement mécanique avec débroussailleuse

3.6.3.1 Situation pour laquelle cette méthode sera utilisée

L'utilisation du dégagement mécanique sera considérée dans le cas où les superficies à traiter sont localisées dans les secteurs suivants et que l'application de phytocide par voie aérienne ne constitue pas la méthode la plus appropriée parce que :

- les sites à traiter sont de petites superficies et/ou isolés
- à proximité des sites à forte concentration d'activités de villégiature;
- dans les secteurs présentant de nombreux cours d'eau et plans d'eau impliquant de trop nombreuses zones tampons de 60 mètres;
- à l'intérieur de certaines zones tampons ou de protection localisée sur des sites jugés à fort potentiel de croissance et justifiant l'investissement en terme sylvicole.

3.6.3.2 Activités préparatoires

a) Les superficies envisagées dans le programme

Environ 1 000 ha répartis en dégagement de plantation (20 %) et dégagement de peuplement naturel résineux (80 %) + environ 370 ha/an dans les secteurs touchés par des feux et 400 ha/an dans les vieux bûchers.

b) Les activités préparatoires et les opérations prévues

Afin de s'assurer de la pertinence des activités de dégagement ou de préparation planifiées, une évaluation des besoins est réalisée préalablement sur le terrain.

Pendant les opérations, on s'assurera que les travaux seront réalisés selon les règles et conformément aux guides ainsi qu'aux normes en vigueur (ex. : s'assurer du respect des bandes de protection et des zones sensibles, des prescriptions et du RNI, de la loi sur la qualité de l'environnement). Il faudra également s'assurer que les travailleurs portent leur équipement de protection individuelle.

Après les opérations, seront produits des rapports d'opérations dans lesquels les travaux effectués seront décrits et l'évaluation de la qualité du traitement sera quantifiée (blessures, dégagement des déchets de coupe, etc.).

c) Le programme de santé et de sécurité des travailleurs

Afin de minimiser les risques encourus par les travailleurs dans le cadre de la réalisation des activités de dégagement, ceux-ci doivent respecter les consignes de sécurité telles que présentées à la section 4.4.5.4.

d) Le programme d'information ou de consultation de la population et les moyens utilisés pour aviser la population des opérations.

Les activités d'aménagement telles que le dégagement mécanique de la régénération résineuse sont présentées de façon annuelle lors de la présentation du plan annuel d'intervention forestière. Les principaux intervenants présents sur ou situés à proximité des terrains privés de la compagnie sont conviés à cette rencontre.

3.6.3.3 Description des travaux

a) Les caractéristiques techniques

La technique consiste à maîtriser la végétation de compétition en la coupant avec des outils actionnés par un moteur à essence. Dans le cas présent, le principal outil qui sera utilisé sera la débroussailleuse.

b) Les conditions d'exécution

Par souci de qualité des conditions de travail, de sécurité des travailleurs et de qualité d'exécution, il est rare que les ouvriers travaillent lors d'épisode intense de pluie. De plus, ce ne sont généralement que les superficies forestières accessibles et récoltables (pentes A à E) qui sont traitées.

c) Les mesures d'atténuation et de compensation

Voir information complète à la section 4.4.5

d) Les programmes de surveillance et de suivi

Idem section 3.6.2.2

3.6.3.4 Équipements

L'appareillage utilisé pour la réalisation des travaux sera la débroussailleuse à essence.

3.6.3.5 Calendrier

a) Le calendrier de réalisation

Le débroussaillage mécanique est effectué de juin à septembre.

b) La durée des travaux (dates de début et de fin et séquence généralement suivie)

Généralement de juin à septembre.

c) La main-d'œuvre requise et les horaires quotidiens de travail, selon les phases du projet

En fonction des superficies prévues être traitées par dégagement mécanique (environ 1 000 ha/an), du nombre de jours de travail et de la productivité des débroussailleurs (0,25 ha / jour), la période de l'année durant laquelle se tiendront les travaux devrait s'échelonner de la mi-mai à la fin de septembre.

3.6.3.6 Coûts

En fonction des superficies prévues être traitées (1 000 ha/an,) et le coût approximatif du traitement (entre 750 \$ et 840 \$/ha), le projet est évalué à près de 795 000 \$ / année.

3.7. Identification des aires à traiter

Le choix des superficies à traiter est fonction des besoins exprimés par l'état d'envahissement des plantations ou de la régénération naturelle. L'identification de ces superficies peut-être faite avant même l'apparition de la compétition en fonction de la connaissance que les forestiers ont du terrain. Selon Wagner et Colombo (2001), il est par contre faux de croire que la régénération naturelle demande moins d'attention que la régénération artificielle. En fait, selon ces chercheurs, ce serait plutôt le contraire dans bien des cas, et ce, pour plusieurs raisons :

1. Si on cherche à favoriser la régénération naturelle, la préparation des sites doit être faite de façon à favoriser l'installation des espèces désirées sans faciliter l'implantation des espèces non désirées. Ce qui est en soi une tâche difficile.
2. Comme la régénération naturelle provient généralement de semences, elle prend plus de temps à s'installer et demande dès lors une plus longue période pour le suivi du dégagement que des plants artificiels. Ce laps de temps s'explique par les 1 à 3 années de croissance d'avance que les plants

artificiels ont sur les semis naturels, mais aussi par le fait que de bonnes années semencières n'arrivent pas à tous les ans.

Afin d'orienter les décisions d'investir temps et argent dans l'aménagement de ces jeunes peuplements, on utilise une série de critères permettant d'établir les besoins en dégagement sur le territoire. Ces critères vont varier en fonction des objectifs d'aménagement soient ceux associés, au dégagement d'une plantation, de la régénération naturelle ou de la préparation de terrain en vue d'un reboisement.

3.7.1. Dégagement de plantation et de la régénération résineuse naturelle

Les inventaires après coupe qui servent à établir les besoins de reboisement sont aussi une source importante d'information pour établir les besoins potentiels de dégagement. Ces secteurs (plantation ou régénération naturelle) font l'objet d'un suivi régulier durant les premières années afin d'évaluer l'état de croissance des essences désirées par rapport aux espèces de compétition. Ces visites terrains effectuées par les superviseurs permettent de reconnaître les secteurs problématiques. Le principal critère retenu pour juger du besoin de dégagement consiste à déterminer si l'espèce désirée se trouve opprimée par la compétition au-delà du seuil de tolérance à l'ombre acceptable pour cette espèce.

La vérification des aires forestières pouvant potentiellement faire l'objet d'un dégagement se fait de façon oculaire et plusieurs éléments sont vérifiés afin de définir le plus adéquatement possible le type de dégagement à prescrire. Les critères vérifiés sont les suivants :

- La hauteur moyenne des plants (estimé)
- Le type de compétition (herbacé, semi-ligneux, ligneux)
- La traficabilité du terrain (plat, vallonné, accidenté)
- L'accessibilité au terrain
- Les zones sensibles à protéger
- La proximité d'habitations

3.7.1.1 Critères forestiers

- Le type écologique est utilisé comme information de base pour cibler les secteurs pouvant avoir les plus importants problèmes d'envahissement. Si les peuplements matures sont localisés sur les sites les plus productifs (ex : MS22,RS22,RS23,RS25,MS25, etc.) ceux-ci sont considérés comme étant susceptibles d'être envahis par les essences feuillues après une perturbation d'origine (coupe, feu) et seront suivis de plus près.
- En regard de l'expérience des professionnels forestiers du territoire, les secteurs concernés sont reconnus comme étant des secteurs où les essences feuillues oppriment les résineux. Par exemple, de jeunes peuplements avec couvert mélangé ou des secteurs qui supportaient dans le passé (avant la récolte ou perturbation naturelle) des peuplements à dominance résineuse.

Pour qu'une plantation soit considérée « à dégager », il faut qu'au moins 40 % des plants ou semis soient non libres de croître.

3.7.1.2 Critères opérationnels

- Dans le cas des peuplements perturbés naturellement, la cartographie des peuplements avant la perturbation, les dépôts de surface, la topographie, le drainage, les types écologiques, les photographies aériennes quelques années après la perturbation sont utilisées pour cibler les secteurs à problèmes d'envahissement.

- Les peuplements étant situés dans des secteurs reconnus comme étant envahis par une végétation concurrente agressive et très dense seront privilégiés pour un traitement par arrosage aérien de phytocides afin d'éviter le phénomène de rejet de souche stimulé par la coupe mécanique.
- Une application de phytocides de façon aérienne est également envisagée dans les cas où :
 - Un peuplement est difficilement accessible par voie terrestre;
 - Les jeunes peuplements originent de feux. Ceux-ci sont souvent composés de chicots qui rendent dangereuses les opérations manuelles de dégagement.
 - La superficie du peuplement est suffisamment grande (2 ha) pour être traitables et regroupés en concentration suffisante pour justifier économiquement l'opération.

3.7.1.3 Critères environnementaux

- Les peuplements doivent être à des distances sécuritaires des plans d'eau (minimum 60 mètres) et les habitations (minimum 100 mètres).

4. ANALYSE DES IMPACTS DES VARIANTES SÉLECTIONNÉES POUR MAÎTRISER LA VÉGÉTATION

Dans le but de confirmer la justesse du choix des modes de dégagement retenus et du phytocide préconisé dans le cas d'un arrosage, une étude plus approfondie des impacts des différents modes et phytocides présélectionnés a été effectuée. Cette analyse a pour but de confirmer la validité des choix mis de l'avant dans le programme proposé à la section 4.7.

4.1 Détermination et évaluation des impacts de la préparation de terrain

Les effets de cette approche sylvicole sur le milieu peuvent se limiter à l'élimination des déchets issus de la coupe jusqu'au bouleversement complet du sol en passant par l'élimination complète de la végétation présente afin de faire place à l'établissement d'un nouveau peuplement de nature complètement anthropique. Après la coupe, c'est le traitement sylvicole qui a le potentiel de modifier de façon la plus importante le milieu naturel. Comme les moyens utilisables varient énormément, les impacts potentiels varient tout autant (compaction, érosion et perturbation du sol, fertilité naturelle des stations, etc.). Il existe toutefois peu de documentation sur l'impact de la préparation de terrain sur l'environnement. Vous trouverez tout de même dans les sections ci-dessous les grandes lignes de ces impacts.

Au niveau de la flore

Dans le cadre d'une étude sur les effets de la préparation de terrain sur la croissance des plants, Clark et Edward (1999) ont comparé les effets de 6 modes de préparation de terrain dont les impacts sur le milieu variaient de modérés à importants. Les traitements comparés allaient de la coupe totale à la scie mécanique avec ou sans l'utilisation de phytocides en passant par l'utilisation de broyeur forestier; le tout, avec ou sans fertilisation subséquente. À partir d'analyse de carottes de croissance, les résultats de ces travaux ont démontré les différents traitements influençaient positivement la surface terrière ainsi que la proportion en bois juvénile des tiges en fonction du niveau d'intensité de la préparation de terrain. Toutefois, les traitements n'avaient aucune influence sur la croissance en hauteur.

Au niveau de l'aspect social

Dans le cadre d'une étude (Gan *et al.* 1997) comportant des interviews auprès de 200 participants, la majorité (62 %) de ceux-ci ont répondu que les forêts nationales doivent être gérées en tenant compte des composantes ligneuses et non ligneuses de la forêt. En regard de ces composantes non ligneuses, les répondants ont majoritairement exprimé qu'ils désiraient ne pas voir de préparation de terrain quelle qu'elle soit. Lorsque les intérêts ligneux et non ligneux devaient être pris en compte, l'absence de préparation de terrain restait tout de même généralement préférée même si cela causait certains conflits avec les valeurs purement ligneuses.

4.1.1 Effets de la préparation de terrain réalisée de façon mécanique

Au niveau du milieu naturel

La préparation de terrain, de par sa nature, modifie grandement le milieu naturel. Outre l'élimination complète ou partielle de la végétation présente sur le parterre, la préparation mécanique peut modifier les caractéristiques du sol. À des degrés divers, elle peut influencer les horizons de surface, les conditions physiques du sol et le ruissellement de surface. Afin de s'assurer que les impacts positifs de la préparation mécanique de terrain dépassent les impacts négatifs, certaines règles doivent être suivies. Ainsi, lors des opérations, on doit chercher à éviter de créer :

- une exposition excessive du sol minéral;
- de compacter trop fortement le sol;
- créer des ornières qui favorisent le ruissellement;

Les effets potentiels de la préparation de terrain sur le sol, par mode mécanique, ont été étudiés, entre autres, par Bock et Van Rees (2002). Lors de tests de préparation de terrain par déblaiement à l'aide d'une lame tranchante avec ou sans scarifiage, ces chercheurs ont toujours observé des effets significatifs des différents traitements comparés sur les propriétés du sol.

« Des augmentations de la densité apparente (307 %) et des diminutions du carbone organique total (92 %); de l'azote total (86 %); de la capacité d'échange cationique (74 %) et du calcium (72 %), du magnésium (67 %) et du potassium (75 %) échangeables ont été observées à la surface du sol (0–12,8 cm). Des augmentations du pH (1,0 unité), du carbone organique total (94 %), de la capacité d'échange cationique (20 %) et du calcium (35 %) et du magnésium (56 %) échangeables ont également été observées dans le sol minéral. Les différences entre la communauté du sous-bois et celle de la forêt non coupée augmentaient dans le sens suivant : forêt non coupée < récolte sans préparation de terrain < broyeur Meri = Grizz R-ex < déblaiement avec une lame tranchante et utilisation du broyeur Meri < déblaiement avec une lame tranchante et scarifiage avec le Grizz R-ex < déblaiement avec une lame tranchante. Cette étude démontre que le déblaiement d'hiver avec une lame tranchante devrait être fait seulement lorsqu'il est nécessaire d'atteindre des objectifs d'aménagement spécifiques » (Bock et Van Rees, 2002).

Dans le cadre d'un autre projet de recherche qui s'est déroulé dans le domaine de la forêt boréale mixte du centre-ouest de l'Alberta, l'impact sur les propriétés chimiques du sol de différents modes de préparation mécanique de terrain a été comparé.

« Vingt mois après l'abattage, la litière forestière des placettes coupées sans préparation mécanique de terrain manifestait, par rapport à celles des microplacettes non récoltées, un rapport C/N plus large, un pH plus bas et de plus faibles concentrations d'azote total et minéralisable, ainsi que de P biodisponible et de bases échangeables. Quinze mois après la préparation mécanique de terrain, les placettes traitées manifestaient des concentrations plus faibles ou inchangées de N et de C totaux, de P assimilable et de N minéralisable dans le sol minéral de surface que les placettes récoltées sans préparation mécanique de terrain ultérieure. Elles avaient, en outre, des valeurs égales ou supérieures pour le pH, pour le taux de saturation en base et pour les concentrations de bases échangeables. Les microplacettes adjacentes à la litière forestière déplacée (traitement en rebord de sillon) ou à couche organique peu épaisse après décapage avaient, en général, des concentrations plus élevées de N et de C totaux, et de N minéralisable dans le sol minéral de surface que les microplacettes en fond de sillon et à couche organique mince » (Schmidt *et al.* 1996).

Les conclusions de ces recherches mettent en perspective que la préparation de terrain modifie les propriétés chimiques du sol d'une façon encore plus importante que la récolte forestière ne l'a fait initialement et que ces changements n'améliorent pas nécessairement les conditions de croissance de la végétation d'un point de vue de la disponibilité des éléments chimiques.

Au niveau de l'aspect social

La présence de machinerie sur le site peut constituer un facteur de dérangement pour les publics utilisateur du milieu. Toutefois, le temps nécessaire au traitement d'un site étant relativement court, ce dérangement est jugé comme négligeable. Quant à l'altération du paysage, celle-ci est moins importante en terme d'intensité que celle déjà créée par la coupe initiale.

4.1.2 Effets de la préparation de terrain réalisée avec phytocides

Au niveau du milieu naturel

Dans le cas de la préparation de terrain, les phytocides peuvent être utilisés à n'importe quel moment de l'année, dans le respect des spécificités identifiées par le fabricant. Toutefois, il est préférable d'attendre que les essences à éradiquer aient terminé leur production de feuilles pour la saison en cours afin d'obtenir de meilleurs résultats. La raison d'être de cette attente est, qu'à ce moment, les plantes ont dépensé la majeure partie de leurs réserves et sont maintenant en processus pour en refaire de nouvelles. En absence de réserves énergétiques importantes, elles présentent moins de risques de produire de nouvelles pousses à partir des individus touchés par le traitement.

En fonction des concentrations de phytocides utilisées, la résultante d'une préparation réussie aura pour effet d'éliminer toute la végétation présente sur le site (y compris les résineux si ceux-ci n'ont pas terminé leur processus d'aoûtement). Si cette application est faite de façon terrestre, seules les traces des véhicules constitueront un impact sur le sol. Dans le cas d'une application aérienne, ces impacts seront totalement absents.

Au niveau de l'aspect social

La présence de machineries porteuses des dispositifs d'arrosage sur le site peut constituer un facteur de dérangement pour les publics utilisateur du milieu. Toutefois, le temps nécessaire au traitement d'un site étant relativement court, ce dérangement est jugé comme négligeable. Ce dérangement est d'autant plus court si le traitement est fait de façon aérienne. Quant à l'altération du paysage, celle-ci est moins importante en terme d'intensité que celle déjà créée par la coupe initiale.

4.1.3 Effets de la préparation de terrain réalisée spécifiquement par arrosage aérien de phytocides

Au niveau du milieu naturel

En fonction des concentrations de phytocides utilisées, la résultante d'une préparation réussie aura pour effet d'éliminer toute la végétation présente sur le site (y compris les résineux si ceux-ci n'ont pas terminé leur processus d'aoûtement).

Au niveau de l'aspect social

L'altération du paysage est moins importante en terme d'intensité que celle déjà créée par la coupe initiale.

4.2 Détermination et évaluation des impacts des modes de dégagement de la régénération

4.2.1 Effets généraux du dégagement

Afin de mettre en perspective la portée des impacts du dégagement de la régénération, il faut commencer par faire un rappel des objectifs du dégagement :

1. Orienter la composition du peuplement par la sélection des essences désirées;
2. Diminuer le nombre de tiges à l'hectare afin de favoriser la croissance des individus sélectionnés par la diminution de la compétition intraspécifique et interspécifique.

Ces modifications, induites de façon artificielle, ne s'éloignent toutefois pas complètement de celles qui se seraient produites naturellement. La différence réside dans la vitesse à laquelle les changements se produisent et c'est précisément là le but du traitement sylvicole « imiter la nature, hâter son œuvre (Parade 1802-1865) ».

4.2.1.1 Impacts environnementaux

Au niveau du milieu naturel

Au niveau des processus pédologiques, une étude (Tenuta et Beauchamp, 1996 in Applied mammal research institute, 1997), portant sur la dénitrification des sols à la suite de l'application de phytocides sur un sol occupé par des graminées (*Bromus inermis* Lyess et *Poa pratensis* L.) a démontré que l'élévation du niveau de dénitrification était due à l'augmentation de l'humidité du sol et de NO_3^- à cause de la présence de la végétation morte. Cet état de choses contribue à une plus grande émission d'hémioxyde d'azote et occasionne une perte d'azote pour le sol. Le changement ainsi observé dans cette expérience, bien qu'il constitue un changement indirect attribuable à l'utilisation de phytocides, pourrait être également attribué à un autre mode de dégagement qui occasionnerait lui aussi une augmentation de l'humidité au niveau du sol par la présence de végétation morte.

Outre le genre d'impact soulevé ci-dessus, comme le dégagement ne vise que l'élimination d'une certaine proportion de la végétation présente, aucun impact important n'est à prévoir ailleurs au niveau des processus naturels chimiques et physiques du milieu.

Au niveau de la flore

Effets sur la végétation cible

Il est bien évident que les effets du dégagement sur la végétation compétitive diffèrent en fonction du mode de dégagement préconisé. Par exemple, l'utilisation du dégagement mécanique entraîne le retour d'une densité de tiges de beaucoup supérieure due au phénomène de rejet de souche, et ce, dès l'année qui suit la réalisation du traitement. Pour sa part, un dégagement à l'aide de phytocides peut viser à éliminer la plante dans son ensemble et non uniquement sa partie aérienne. Il s'en suit que le retour des plantes compétitives est beaucoup moins agressif, se fait à partir des semences dans le sol, celles nouvellement arrivées ou à partir des individus sur lesquels le produit n'a pas été totalement efficaces.

Nonobstant ces différences, les observations faites sur le terrain permettent de constater que le milieu naturel subit, de façon générale, des modifications importantes suite au dégagement. Celles-ci s'expriment entre autres par :

- l'accélération de l'évolution de la composition forestière du peuplement, d'un stade évolutif pionnier à un stade climacique, tel que visé par l'objectif initial de l'application du traitement sylvicole;
- une diminution importante de la densité de tige sur le site pour les 2 à 5 années suivant le traitement (dépendamment du type de traitement et du site) (Lautenschlager et Sullivan 2002);
- une modification du patron d'occupation de l'espace par les différentes espèces tel qu'instauré une première fois suite à la perturbation qui a initié l'installation du nouveau peuplement;
- la diminution potentielle de la présence de certaines espèces compétitives au profit d'autres espèces plus agressives.

Effets sur l'espèce à dégager

À la lumière des nombreux travaux de recherche effectués depuis les dernières années par, entre autres, les chercheurs de la direction de la recherche forestière du ministère des Ressources naturelles de la Faune et des Parcs du Québec (Thiffault *et al.* 2004; Roy *et al.* 2003 note a; Roy *et al.* 2003 note b; Thiffault *et al.* 2003; Jobidon *et al.* 1999; Jobidon 1995; MRN 1995), il n'est plus à douter que les effets du dégagement de la régénération résineuse présentent un bilan positif quant à la croissance et au taux de survie des plants dégagés. Bien que la réalisation de ces travaux puisse amener un certain taux de mortalité chez les plants (exemple : suite

aux blessures ou par mortalité directe), ceux-ci présentent toujours des diamètres moyens au collet et des croissances en hauteur moyennes supérieures aux parcelles témoins (Roy *et al.* 2003) (figure 47).

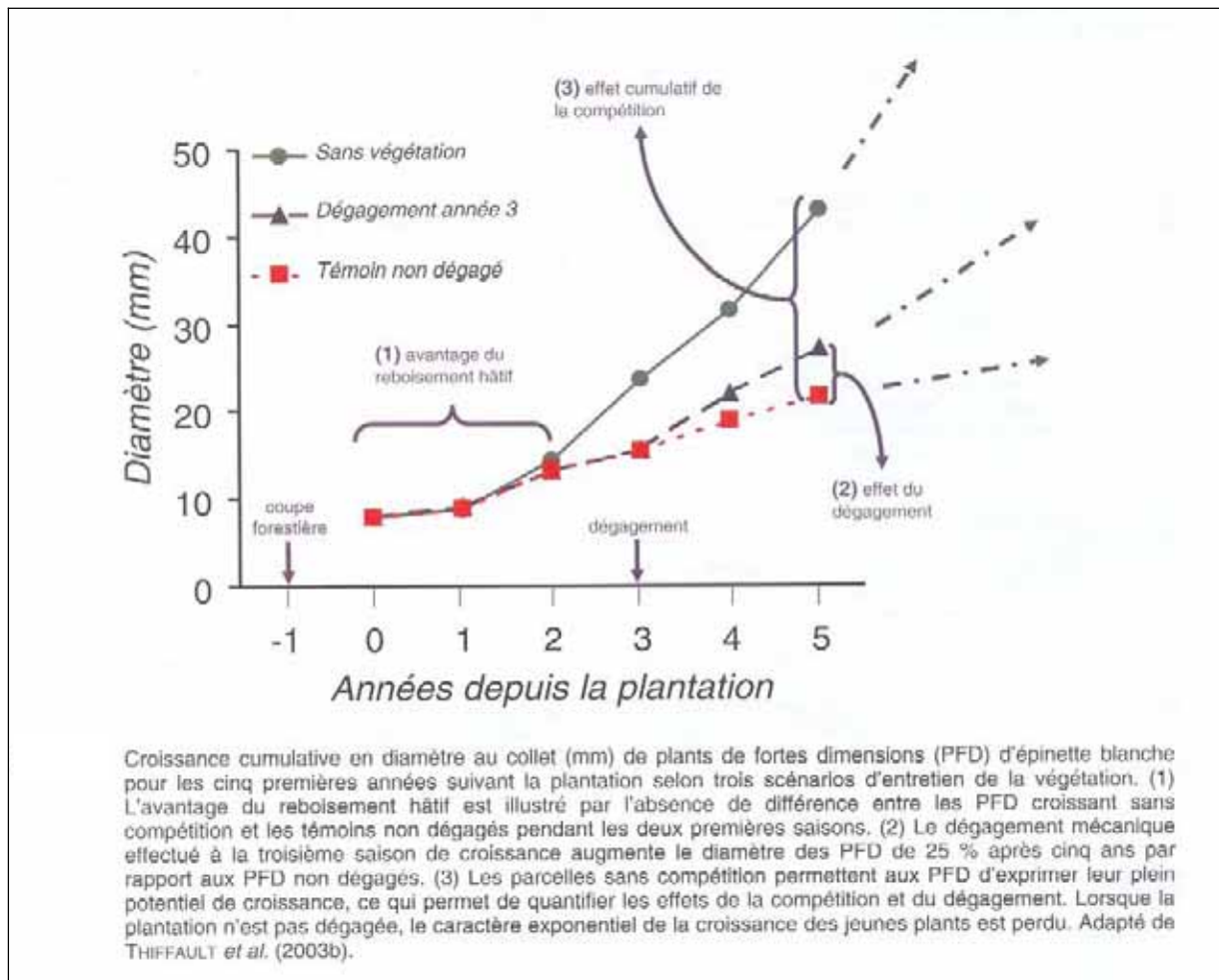


Figure 47 Effet du dégageement sur la croissance en diamètre (tiré de Roy *et al.* 2003)

C'est l'amélioration des conditions de croissance associée à l'élimination de la compétition qui constitue le principal facteur d'influence. Le dégageement permet aux espèces désirées de s'accaparer et d'utiliser une plus forte proportion de l'espace ainsi rendu disponible. Il s'agit d'une éclaircie dirigée dans le but d'atteindre un objectif visé plutôt que de laisser survenir le phénomène de l'auto-éclaircie. Selon les travaux de Jobidon et Charrette (1997), la croissance et la survie des plants ne sont par contre pas influencées par le nombre de dégagements. Autrement dit, une fois que les plants sont libres de croître, les dégagements supplémentaires n'apportent aucun avantage significatif.

Effets sur le reste de la forêt

Dans le cadre d'une étude comparative de plusieurs méthodes de dégageement de la régénération réalisée par Lautenschlager *et al.* (1995)¹ in Applied mammal research institute, 1997), bien que les parcelles témoins (non traitées) comportaient une diversité d'espèces légèrement supérieure à celle des parcelles traitées, peu de différences importantes furent trouvées au niveau de la diversité entre les parcelles traitées selon différentes méthodes.

Par contre, il faut considérer l'effet du dégageement au niveau de la raréfaction de la présence des peuplements denses au sein de la mosaïque forestière. Dans un avis scientifique réalisé par le MRN au sujet de l'éclaircie

précommerciale (MRN 2002), et qui pourrait très aisément s'appliquer au dégagement, on y soulève que les processus écologiques ainsi que les communautés végétales et animales associées à un stade de développement particulier peuvent être perturbés. L'impact de la raréfaction d'un stade de développement dense ne se limite donc pas à la disparition immédiate d'un type d'habitat donné dans un paysage local ou régional. Elle modifie aussi le processus écologique de « l'autoéclaircie », qui se déroule sur une période de temps relativement longue et qui permet un apport constant de petites quantités de débris ligneux sous un couvert fermé.

Au niveau de la faune

Il faut mettre en perspective que l'impact du dégagement de la régénération résineuse sur la faune constitue un impact moins grand que celui imposé par la coupe du peuplement mature, quelques années auparavant ou le passage d'un feu de forêt. De plus, ces impacts, qu'ils soient causés par la coupe, le feu ou le dégagement, se font sentir plus fortement sur : 1-les espèces qui ont une capacité à se déplacer plus limitée; et 2-elles qui ont un domaine vital plus petit et fortement associé à la structure des peuplements touchés par ces perturbations.

Si on s'attarde aux effets des impacts du dégagement, ceux-ci sont principalement en relation avec la modification de l'habitat qu'entraîne le dégagement de la végétation compétitive et ce, quelle que soit la méthode employée. Ces impacts peuvent avoir plusieurs causes :

- La diminution des populations d'insectes, elle-même reliée à la disparition de la couverture arbustive par le dégagement, peut venir influencer les populations d'oiseaux et autres animaux qui s'en nourrissent;
- L'élimination de la couche arbustive basse peut entraîner la destruction de nombreux nids d'espèces d'oiseaux utilisant cet étage de la forêt;
- La disparition des arbres à fruits et autres plantes faisant partie du régime alimentaire de certains animaux.

Le dégagement peut par contre, dans certains cas, avoir des impacts positifs sur le milieu. Dans le cadre d'une étude sur le sujet, Lautenschlager *et al.* (1995 note b in Applied mammal research institute, 1997) suggèrent qu'il est possible, en utilisant les bons outils, au moment opportun et en le réalisant de la bonne façon, de constituer une approche d'aménagement qui peut viser à améliorer la qualité de l'habitat de certains animaux. À partir de leurs expériences sur le sujet et de la littérature consultée, les auteurs de cette étude en sont venus à proposer les impacts positifs potentiels suivants :

1. Réduction de la densité des espèces envahissantes non indigènes;
2. Création rapide de bois mort, debout ou non;
3. Création rapide d'ouvertures de petite, moyenne ou grande dimension avec une végétation pionnière dans une matrice plus mature;
4. Modification d'un couvert occupé par des arbustes et par un autre occupé par des herbes;
5. Favoriser l'occupation d'un site par des clones de peupliers faux-tremble;
6. Dégagement d'un couvert résineux en devenir;
7. Rajeunissement d'un couvert herbacé ou arbustif afin que celui-ci reste à une hauteur accessible à la faune.

Le rabattement des feuillus intolérants diminue également la prédominance des feuillus hauts, favorisant ainsi la présence d'une végétation basse intéressante pour le broutage. De plus, la réalisation du dégagement des plants résineux, dans le but d'en améliorer la croissance et le taux de survie, permet de mettre en place des peuplements résineux qui deviendront à moyen et long terme des abris de qualité pour un grand nombre d'espèces, particulièrement les espèces d'oiseaux résidant au Québec l'hiver.

Les travaux de Woodcock *et al.* (1997, tiré de Applied mammal research institute, 1997) portant sur les effets potentiels du dégagement de la régénération sur les populations d'oiseaux chanteurs en milieu forestier suggèrent également que ces traitements ne génèrent pas de changements majeurs dans la composition de la diversité d'espèces. Toutefois, les oiseaux fréquentant les milieux ouverts seront favorisés le temps que l'effet du dégagement sera effectif. L'effet négatif sera plus ou moins important au niveau des oiseaux utilisant la strate arbustive basse selon la période où ont lieu les travaux, soit avant, pendant ou après la période de nidification. L'impact se situe au niveau de la destruction directe des nids ou de la diminution de supports potentiels à la nidification pour certaines espèces. Il est difficile ici d'établir la période la plus critique, la période de nidification variant d'une espèce à l'autre, de la latitude et du climat. Les espèces les plus sujettes à être influencées négativement sont toutefois celles qui nichent tardivement.

Selon une étude (Runciman et Sullivan, 1996 in Applied mammal research institute, 1997) portant sur l'influence des activités de dégagement sur la structure de l'habitat et les populations de petits mammifères, il apparaît que ces changements n'excèdent pas la capacité de ce groupe faunique à s'adapter au jeune stade de développement d'un peuplement.

Au niveau des mammifères plus grands, selon la revue de littérature effectuée par Lautenschlager et Sullivan (2002), il existe peu de recherches concernant les effets de la préparation de terrain et du dégagement de la régénération sur le lièvre. Toutefois, le lièvre a plutôt tendance à éviter les sites où un dégagement a eu lieu, qu'il soit chimique ou mécanique. En effet, il évite les endroits où la couverture latérale est insuffisante pour le protéger des prédateurs. L'impact est donc plus relié à la modification du milieu qu'à la façon dont cette modification s'est produite. Par contre, ces auteurs stipulent que le lièvre profitera de la mise en place du couvert forestier dominé par les résineux qui constituera, plus tard un habitat de protection intéressant.

Au niveau des insectes, Prezio *et al.* (1999 in Lautenschlager et Sullivan, 2002) ont, quant à eux, démontré que, comme pour la faune terrestre, c'est la modification de l'habitat, peu importe la façon dont elle est réalisée, qui influence le plus les populations d'insectes. Dans le cadre de leurs recherches, la densité de gastropodes (ex : escargots, limaces) était de 50-60 % plus élevée dans le bloc non dégagé que ceux dégagés mécaniquement ou chimiquement. Ces résultats peuvent s'expliquer par la modification du micro-climat près de la surface suite au dégagement des essences résineuses. Il faut toutefois souligner que la densité de gastropodes a commencé à se rétablir plus rapidement dans les sites dégagés mécaniquement que dans les sites traités avec des herbicides (Prezio *et al.* 1999).

Finalement, les impacts du dégagement de la régénération sur la faune doivent être plutôt abordés d'un point de vue d'échelle spatiale. Autrement dit, pour évaluer l'impact de ce traitement sylvicole, il faut considérer la proportion que le type de peuplement ainsi créé (jeune peuplement résineux avec une faible densité de tiges à l'hectare autre que résineuse) occupe dans le paysage. Il n'existe toutefois pas encore de ligne directrice précise permettant de juger de la proportion adéquate que ce type de peuplement peut occuper dans le paysage tout en évitant d'induire des impacts importants sur le milieu. Par contre, comme c'est à ce niveau que se situe le questionnement, c'est également à ce niveau que peuvent s'implanter des mesures d'atténuation.

Au niveau de la biodiversité

Les impacts du dégagement de la régénération sur la biodiversité, en général, doivent être relativisés par rapport à l'impact beaucoup plus important qu'a constitué la récolte du peuplement initial, ou de la mise en terre d'essences mal adaptées au site (ex. conversion de peuplement). Lautenschlager et Sullivan (2002) avancent même que :

« De façon générale, dans les écosystèmes boréaux et les forêts mélangées nordiques, les résineux ont été systématiquement remplacés par les feuillus depuis que les Européens ont commencé la récolte du bois dans ces écosystèmes. Les phytocides s'avèrent un outil sécuritaire et efficace pour réintroduire les résineux dans des

écosystèmes qui étaient dominés antérieurement par les résineux » (adapté de Lautenschlager et Sullivan, 2002).

Bien que l'effet d'un dégagement sur un jeune peuplement s'atténue au cours des 2 à 5 années suivant le traitement, il faut tout de même considérer l'impact que celui-ci peut représenter, si appliqué à large échelle et sur de grandes superficies contiguës. La simplification du paysage forestier qui en découlerait peut représenter une perte importante au niveau de la diversité des espèces et de la structure des peuplements. Le dégagement des tiges résineuses a, en effet, pour conséquence d'éliminer l'ensemble des espèces feuillues y compris les arbres et arbustes fruitiers qui constituent une composante importante de l'habitat de nombreuses espèces.

Cette simplification de la composition en espèces peut également se faire sentir sur d'autres espèces résineuses, tels que le pin et le thuya si des directives pour les conserver ne sont pas données aux équipes de débroussaillage. Aussi, comme l'un des buts visés par le dégagement est de limiter la compétition pour la lumière entre les tiges, la croissance en hauteur de celles-ci se fait de façon plus uniforme, limite la création d'un sous-couvert et par conséquent, diminue la diversité d'habitat (appelée aussi diversité verticale du peuplement). Selon certaines études portant sur l'effet de l'éclaircie précommerciale, l'élimination de l'obstruction visuelle associée à la diversité verticale du couvert végétal rend les espèces fauniques, comme le lièvre, particulièrement visibles pour ses prédateurs et a pour effet d'augmenter la pression sur ces populations. Dans une moindre mesure, le même effet peut également être induit par le dégagement de plantation.

4.2.1.2 Impacts sociaux

Au Québec, mises à part les activités de récolte forestière en général et les activités d'éclaircie précommerciale, peu de débats sociaux et d'idées concernent le dégagement de la régénération. À part son impact direct sur l'employabilité (étant donné les besoins en main-d'œuvre importants associés par exemple au dégagement mécanique) et indirect sur l'approvisionnement futur des usines de transformation, cette activité génère peu d'impact négatif au point de vue social.

a) Les effets sur les milieux visuels

L'effet peut être associé à un nettoyage du milieu. D'un point de vue anthropique, ce paysage peut être perçu comme quelque chose de bien entretenu. Cet effet est toutefois limité dans le temps puisque la végétation basse reprendra sa place dans les deux à cinq années suivant le traitement.

b) Les effets sur les activités de plein air (pêche, chasse, piégeage, cueillette de fruits...)

Peu d'effets sont à appréhender puisque les superficies traitées sont de jeunes peuplements résineux peu attrayants pour ce genre d'activité. Seule la cueillette de fruits (framboises, bleuets, etc.) peut être influencée car celle-ci car elle est incompatible à moyen et long terme avec la production de matière ligneuse.

c) Les nuisances appréhendées auprès des populations environnantes ou utilisatrices du territoire

L'analyse de cette nuisance est fonction des modes de dégagement préconisés.

d) Les impacts sur la santé et la sécurité des travailleurs et des populations environnantes ou utilisatrices du territoire

L'analyse de cette nuisance est fonction des modes de dégagement préconisés.

e) Les risques toxicologiques des phytocides et ses produits de dégradation

L'analyse de cette nuisance est fonction des modes de dégagement préconisés.

f) **Les impacts sur l'utilisation actuelle et prévue du territoire, principalement les affectations agricoles, sylvicoles et résidentielles**

Les activités de dégagement ne sont prévues que sur des superficies à vocation forestière ou agroforestière. La gestion de ces questions d'utilisation du territoire est fonction des règlements municipaux en fonction dans les secteurs concernés.

g) **Les effets anticipés sur la vocation forestière du territoire**

L'amélioration de la productivité ligneuse des plantations et des jeunes peuplements naturels dégagés constitue une plus-value à la vocation forestière du territoire.

h) **Les impacts sociaux de l'ensemble du projet, soit ses effets sur la population même et son mode de vie, ses perceptions, les relations communautaires et la qualité de vie**

Pris dans son ensemble, les impacts sociaux du dégagement présentent un bilan positif. Ils influencent peu le mode de vie des populations, constituent une activité sylvicole bien perçue puisque synonyme d'aménagement pour le futur et constituent une activité qui vise à améliorer la situation d'une industrie responsable d'un grand nombre d'emplois.

4.2.1.3 **Impacts économiques**

Selon une étude qui s'est tenue dans le Maine (Daggett et Wagner, in Popular summaries 2002), il existe une possibilité d'obtenir des gains importants au niveau de la productivité d'un site par la mise en commun des activités de dégagement suivies d'une éclaircie précommerciale (EPC). Cette étude porte sur un dispositif pour lequel un traitement aux herbicides a eu lieu en 1977 pour dégager la régénération et une EPC, 9 ans plus tard, sur la moitié des parcelles traitées aux phytocides et la moitié des parcelles témoins. Comme on peut le voir à la figure 48, les mesures prises en 1999 permettent de voir que les parcelles ayant subi les deux traitements (phytocides et EPC) sont presque totalement dominées par les essences résineuses. Une fois transformés en volume marchand et en se basant sur les chiffres du Maine State Forest Service, les auteurs de cette étude rapportent que la valeur marchande des produits issus de ces parcelles atteint presque le double de celle des parcelles témoins (figure 49).

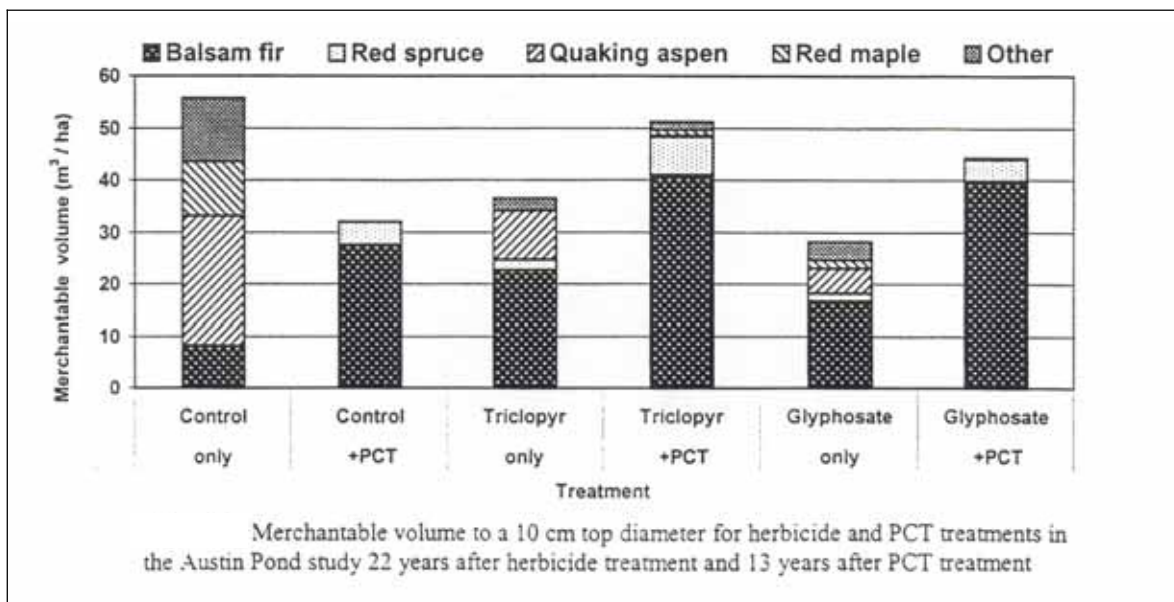


Figure 48 Volume marchand des placettes en fonction des divers traitements ayant été effectués (tiré de Daggett et Wagner, 2002)

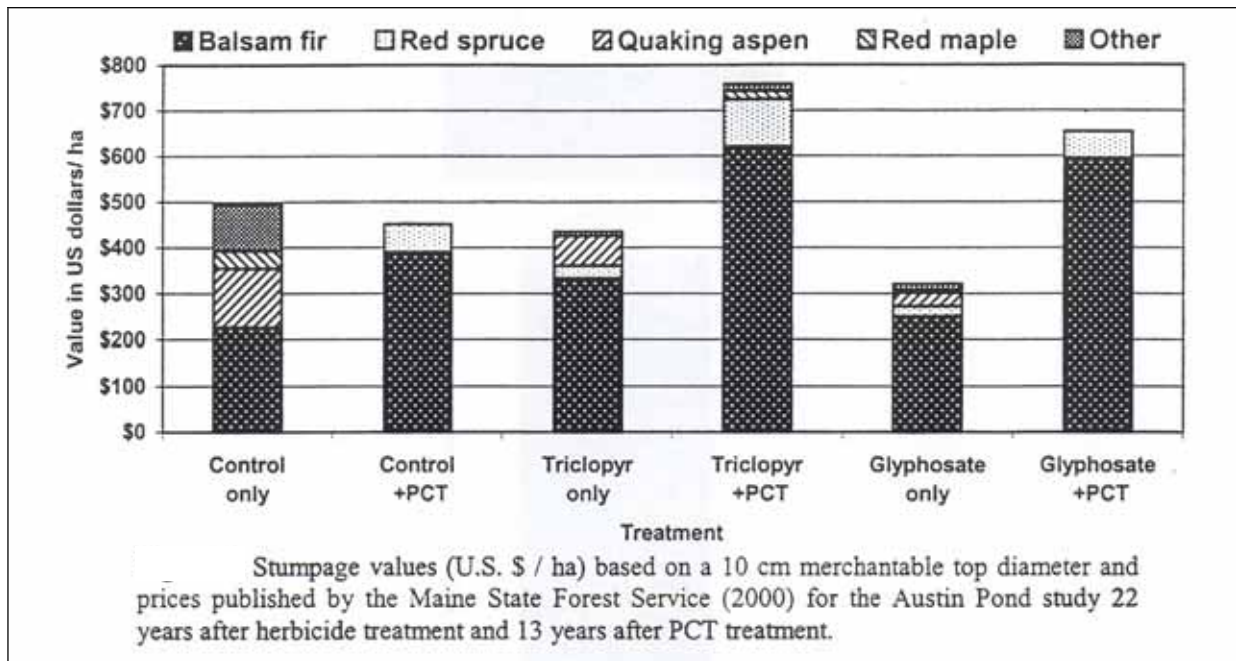


Figure 49 Valeur marchande des bois basée sur les tiges de plus de 10 cm au fin bout et sur les prix du Maine State Forest Service (tiré de Daggett et Wagner, 2002)

Une autre étude, celle de Nykoluk *et al.* (in Popular summaries, 2002), suggère, quant à elle, que dans certains cas, le maintien d'une composante feuillue (le bouleau dans le cas de cette étude) dans un peuplement résineux peut être favorable à plusieurs points de vue. Les auteurs de cette étude ont relevé, 5 ans après application aérienne de glyphosate dans une plantation d'épinettes blanches de l'Ouest, que : 1- le peuplement traité, bien qu'il avait un « stocking » plus élevé que le témoin, présentait une hauteur moyenne inférieure à ce dernier et 2- le diamètre des tiges n'avait pas été influencé par l'application de glyphosate. Cette différence de hauteur s'explique par le niveau d'attaque par le charançon qui est supérieur dans les parcelles traitées au glyphosate (donc, avec une faible composante feuillue) que dans celles non traitées. Toujours selon les auteurs, les éléments de cette étude suggèrent que le maintien d'une proportion de bouleaux sur certains sites peut favoriser l'augmentation du volume ligneux, générer plus de profit, réduire les risques d'attaque de la part du charançon et augmenter la diversité structurale du peuplement. Le résumé de cette étude ne fait toutefois pas mention de la densité de bouleau en présence et de l'intensité de la compétition exercée par le bouleau sur l'épinette.

Ces deux exemples présentent bien l'existence d'avantages et d'inconvénients indéniables reliés à la réalisation ou non du dégagement de plantation.

4.2.2 Effets du dégagement réalisé à l'aide de phytocides

La fenêtre temporelle pendant laquelle il est possible d'utiliser les phytocides pour dégager la régénération résineuse est relativement courte. Comme le traitement doit être fait lorsque les plants sont en dormance, mais que la végétation concurrente est encore physiologiquement active, la période propice commence en général au début d'août et se termine à la mi-septembre (juste avant la coloration des feuilles). Cette période peut varier en fonction de différents critères (Wagner *et al.* 2001) :

1. Les particularités de la saison de croissance qui peut décaler d'une année à l'autre;

2. La latitude à laquelle se trouve la superficie à être traitée. L'aoûtement débute plutôt dans le sud que dans le nord;
3. Le type d'herbicide utilisé. Les conifères semblent être plus tolérants à une application de triclopyr tôt en saison qu'ils ne le sont à une application de glyphosate;
4. Certains conifères entrent en processus d'aoûtement plus tôt que d'autre.

Pour savoir si un conifère est dans une période où il n'est plus sensible à l'action des phytocides, il faut toucher à ses bourgeons terminaux. Si ceux-ci sont durs et piquants, c'est que l'arbre a terminé son processus de préparation pour l'hiver et qu'il n'est plus sensible aux phytocides. On dit alors qu'il est en dormance. Malgré ces précautions, il faut s'attendre à ce que certains dommages légers puissent arriver aux arbres à dégager. Ces impacts seront toutefois largement compensés par les gains de croissance obtenus grâce au dégagement (Wagner 2001).

4.2.2.1 Impacts environnementaux

Au niveau de la flore

Ketchum, *et al.* (in Popular summarie, 2002) se sont attardés à la toxicité de six phytocides⁶ sur 8 espèces résineuses de l'Ouest américain. Selon les essais de dégagement considérés dans cette étude, peu d'entre eux ont causé une augmentation importante de la mortalité chez les résineux dégagés, même à des concentrations élevées. Toutefois, le Sulfometuron et l'Hexazinone sont responsables de l'augmentation de la mortalité chez *Abies grandis* (pour le Sulfometuron) et *Thuja plicata* et *Sequoia sempervirens*.

Selon une étude de Sullivan *et al.* (1998), il a été établi, dans le cadre d'un projet de suivi de 5 ans de dégagement de la régénération résineuse, que la diversité des espèces herbacées n'a pas été affectée par le traitement à l'aide d'un herbicide (dans le cas de cette expérience, l'herbicide utilisé fut le glyphosate). La diversité des communautés de micro-mammifères n'a apparemment pas été affectée non plus par l'application de l'herbicide. En général, la diversité des communautés de plantes et de micro-mammifères semblait être maintenue. Par conséquent, le traitement de ces sites peut ne pas entraîner de réduction globale de la diversité d'un paysage forestier. Dans le cadre d'un autre suivi, celui-ci après 11 ans, de parcelles traitées aux phytocides pour la préparation de terrain (six phytocides furent testés dont le triclopyr, le glyphosate et le 2,4-D), les auteurs de cette étude (Miller *et al.*, 1999) sont arrivés sensiblement aux mêmes conclusions. L'utilisation de phytocides a eu peu d'influence sur le nombre total d'espèces et leur diversité au sein des peuplements.

C'est évidemment la végétation non résineuse qui est celle qui connaît les plus grandes perturbations. Selon Lautenschlager et Sullivan (2002), la végétation non-résineuse est habituellement réduite de 2 à 5 ans suivant le traitement alors que les composantes fongiques semblent relativement peu affectées par les phytocides. Selon ces mêmes auteurs :

« Les traitements phytocides ne réduisent pas, et pourraient même accroître la variété d'espèces de plantes au niveau du peuplement et du paysage. Ces traitements produisent rarement des monocultures lorsqu'utilisées par des forestiers qui aménagent les forêts boréales ou mélangées nordiques » (Lautenschlager et Sullivan, 2002).

Selon ces mêmes auteurs, cette réduction des espèces non résineuses semble moins importante à mesure que la qualité du site augmente. La richesse intrinsèque de celui-ci semble donc avoir un lien direct avec la vitesse de retour de la diversité des espèces présentes.

Au niveau des mésophytes (mousses et lichens), le portrait est légèrement différent. Les recherches de Newmaster (1999) démontrent que :

⁶ Imazapyr, Atrazine, Metsulfuron, Sulfometuron, Clorpyralid, Hexazinone

« L'abondance et la diversité de mousses et de lichens diminuent après un traitement aux herbicides. En général, l'application d'herbicide réduit la diversité des espèces mésophytes à quelques espèces colonisatrices. Trois groupes de mésophytes ont ainsi été classifiés comme étant tolérants, semi-tolérants et sensibles aux phytocides. Malheureusement, cette étude impliquait l'utilisation de concentration basée sur des taux pour une application aérienne malgré les travaux de Feng et Thompson (1989), Newton *et al.* (1990), Thompson *et al.* (1992), et Thompson *et al.* (1997) qui indiquent que, lors d'une application, seulement 75 % de l'ingrédient actif se dépose sur le feuillage et que de cette concentration, seulement 12,5 % pénètre sous la barre des 0,5 mètres où se trouvent les mousses et les lichens » (Adapté de Newmaster 1999 in Lautenschlager et Sullivan, 2002).

Ces conclusions sont supportées, en partie, par les résultats du suivi à long terme réalisé dans un important dispositif de suivi dans le nord-ouest de l'Ontario (The Fallingsnow ecosystem study). Selon les résultats obtenus 5 ans après traitement (Bell et Newmaster, 1998), il apparaît que l'abondance et la diversité des lichens et bryophytes diminuent suite à l'application de phytocides, mais que leur retour est observable dès la troisième année suivant le traitement. Un suivi, dans les prochaines années, permettra de juger si le retour à l'abondance initiale sera atteint et en combien de temps. Toujours selon Bell et Newmaster (1998), tous les moyens utilisés pour réaliser le dégagement de la régénération résineuse auront des impacts sur la flore et ceux-ci s'estomperont au cours des années qui vont suivre. Toutefois, c'est l'utilisation de phytocides qui crée le plus gros impact initial.

Malgré l'existence de certains impacts négatifs en lien avec l'utilisation de phytocides, il ne faut pas perdre de vue les importants impacts positifs que celle-ci apporte à la croissance de la régénération résineuse. Dans le cas de la lutte au *Kalmia*, English et Titus (2000) ont mis en lumière que l'utilisation combinée de la préparation de terrain (par scarification) et de l'application de phytocides, permettrait de doubler la hauteur des plants (figure 35).

Au niveau du milieu physique

Le principal impact de cette méthode de dégagement constitue le risque de contamination encouru par l'application d'un produit chimique. Les mécanismes par lesquels la contamination des eaux de surface par les phytocides peut survenir sont de deux ordres (Prud'homme, 1999) :

- Par dérive directe ou arrosage accidentel;
- Par dérive indirecte (eau de ruissellement principalement suite aux premières pluies suivant l'application du phytocide).

Le rôle des périmètres de protection est donc d'agir comme barrière et/ou filtre afin d'éviter que les eaux de ruissellement ne se rendent au cours d'eau.

Cette précaution est très importante d'autant plus qu'à la lumière des travaux de Roshon *et al.* (1999), il apparaît qu'il y a des impacts causés par des phytocides dans le milieu aquatique et que ceux-ci peuvent être particulièrement importants au niveau de la flore aquatique. En effet, ces travaux qui portaient sur les impacts des phytocides sur les organismes aquatiques non ciblés, ont démontré que certaines espèces de myriophylle (*myriophyllum sibiricum*) sont sensibles aux phytocides, particulièrement ceux agissant au niveau racinaire. De plus, selon l'auteur, cette sensibilité est bien plus forte que celle attendue et également plus forte que celle des autres plantes aquatiques (macrophytes flottantes et algues) ainsi que, dans certains cas, les poissons, le zooplancton et autres invertébrés. Cette constatation soulève l'importance que ce type de végétation soit pris en considération dans le cadre des études futures sur l'impact des phytocides sur le milieu aquatique.

Selon une étude (Miller *et al.* 1995 in Applied mammal research institute 1997) portant sur un suivi allant de 1 à 24 ans après application de différents phytocides sur des terres du sud de l'Alberta, on a retrouvé aucun résidu de glyphosate, de dicamba ou de 2,4-D, dans le sol ni aucun résidu dans les points d'échantillonnage d'eau.

Selon les travaux de Simpson *et al.* (1997 in Applied mammal research institute 1997), il apparaît que l'utilisation de phytocides (Triclopyr ou glyphosate) pour réaliser un dégagement de la végétation n'implique pas de mouvement au niveau des paramètres nutritionnels du sol. Cette absence de modification s'applique également à un dégagement qui aurait été fait de façon mécanique.

Au niveau de la faune terrestre

Effets généraux

Les auteurs Sullivan *et al.* (1996 in Applied mammal research institute, 1997) se sont attardés à l'influence du glyphosate, utilisé dans le cadre du dégagement de la régénération résineuse, sur la dynamique de la végétation présente à différents étages du couvert forestier dans une forêt d'épinettes sub-boréale. Selon les conclusions de cette étude, il apparaît que l'absence de réduction importante au niveau de la diversité des espèces et de la biomasse de la végétation ainsi que la courte durée de ces changements suggèrent que le dégagement de plantation ne présente pas d'impact substantiel sur la faune.

Une autre étude, celle de Breeze *et al.* (1999 in English nature et FACT, 2003), soulève toutefois certains impacts pour les mammifères occasionnés par le dégagement et qui sont plus importants si celui-ci est fait à l'aide de phytocides :

- 1- la réduction de la disponibilité d'insectes comme proie pour les insectivores comme les chauves-souris et les hérissons;
- 2- l'élimination des plantes composant une partie ou la totalité de la diète de certains mammifères constitue une perte importante pour les populations utilisant les secteurs traités (ex : l'ours).

Effets sur les petits mammifères

On remarque le même phénomène au niveau de la relation entre la modification de l'habitat et les petits mammifères qui utilisent le sous-bois et la végétation basse comme niche écologique principale. Leurs populations sont influencées par la modification de la composition et de la structure de la végétation, mais aucun effet sur le taux de survie, la croissance ou la reproduction associée au contact avec les phytocides n'ont été observés (Lautenschlager et Sullivan, 2002). Les seules différences significatives qui apparaissent durant la première année entre les parcelles témoins et celles dégagées chimiquement disparaissent dès la seconde année (Lautenschlager *et al.* (1997b, 1998) in Lautenschlager et Sullivan 2002).

Selon une étude de Cole *et al.* (1995 in Applied mammal research institute 1997) sur la réponse des petits mammifères (6 espèces) et des amphibiens (6 espèces) aux activités de conversion par coupes à blanc puis de brûlage ou conversion par application de glyphosate, il est apparu qu'il n'y avait aucune différence au niveau du taux de capture après traitement entre les superficies ayant subi les différents traitements.

Selon une étude de Thomas *et al.* (1998) ayant porté sur un suivi pendant cinq ans et qui a comparé l'application d'un dégagement à l'aide de glyphosate à un témoin au niveau de la richesse en espèces herbacées et en micromammifères, il apparaît que cette diversité semble se maintenir dans le temps. Bien qu'une diminution fut notée au cours de la première année suivant le traitement, la diversité en espèces herbacées et celle en micromammifères sont soit globalement maintenues ou sont revenues au niveau du témoin.

Selon une étude exploratoire (Léveillé *et al.* 1996 in Applied mammal research institute, 1997) portant sur les résidus de glyphosate sur les petits mammifères suite à une application aérienne en milieu forestier, il apparaît, à la lumière des informations consultées, que le niveau de résidus présents sur cette faune (sur leur corps, leur poil, etc.) ne présente pas de risques aigus ou subchroniques pour elle-même ou leurs prédateurs.

Selon un suivi réalisé sur une période relativement longue de 5 ans après application d'herbicide en milieu forestier (Sullivan *et al.* 1997¹ in Applied mammal research institute, 1997), il a été démontré qu'il n'y avait pas de différences entre les parcelles témoins et traitées au niveau de la biomasse totale de petits mammifères. Dans une autre étude similaire portant sur une période de 10 ans et réalisée par certains de ces mêmes auteurs (Sullivan *et al.* 1997² in Applied mammal research institute, 1997), ceux-ci avancent même que les changements occasionnés par les activités de récolte induisent des changements bien plus grands que ceux occasionnés par l'utilisation de phytocides par la suite. Les résultats de cette étude, étendue sur une décennie, sous-tendent que la richesse et la diversité des espèces de petits mammifères ont été très peu influencées par l'utilisation de glyphosate.

Selon une étude portant sur les effets de polluants environnementaux sur les capacités gustatives des gerbilles (Schiffman *et al.* 1995 in Applied mammal research institute, 1997), il est apparu que certains herbicides tels que le glyphosate et le paraquat pouvaient modifier les réponses comportementales de ces mammifères en altérant leur sens du goûter.

Selon une revue de littérature réalisée par deCalesta *et al.* (tiré de Popular summaries, 2002), à partir de différentes études qui portaient sur l'utilisation d'herbicides dans l'est de l'Amérique, il appert que dans le cadre de l'aménagement forestier, l'utilisation de ces produits peut avoir des impacts négatifs sur la faune et ses habitats, et ce, particulièrement dans le cas d'espèces opérant à une petite échelle spatiale. Néanmoins, les études réalisées jusqu'à présent suggèrent que ces impacts sont généralement de courte durée et que le retour à la situation précédant l'application des produits est relativement rapide. Selon ces mêmes auteurs, les aménagistes forestiers peuvent davantage limiter les impacts en évaluant correctement les besoins en dégagement dans le temps et dans l'espace et en utilisant les produits les mieux adaptés aux différentes situations rencontrées.

Effets sur la grande faune

La faune entretient un lien étroit avec la présence ou non de certains types de végétation faisant partie de leur diète. Ainsi, selon une étude de Moola *et al.* (1997 in Applied mammal research institute 1997), l'application de phytocides peut influencer en terme de quantité le retour des bleuets sur des superficies dégagées. Cette étude portait sur la productivité et le retour de *Vaccinium angustifolium* et *Vaccinium myrtilloides* présents dans un dispositif expérimental d'une plantation de *Pinus banksiana* présentant des parcelles dégagées mécaniquement, dégagées par une application simple ou multiple de phytocides (glyphosate sous l'appellation Vision®) et des parcelles témoins non dégagées. En fonction du suivi effectué pendant les trois saisons de croissance suivant les traitements, il appert que les parcelles traitées avec le Vision® présentaient, pour les deux espèces de bleuets, une réduction de 34 % de la quantité de bleuets/ha lors de la 2^e année de croissance et de 58 % lors de la 3^e saison par rapport aux parcelles témoins. Aussi, *Vaccinium angustifolium* a été plus sensible au Vision® que *Vaccinium myrtilloides*. Au niveau du retour des espèces suite aux traitements, les analyses ont aussi montré que les deux espèces de bleuets étaient plus défoliées, présentaient plus de mortalité et présentaient une plus faible proportion de feuilles dans les parcelles traitées avec le Vision® que dans les parcelles traitées mécaniquement ou témoins. En conclusion, les auteurs précisent que le traitement des superficies avec Vision® peut avoir un impact à court terme sur les espèces consommant les petits fruits tel que l'ours noir.

Selon les travaux de Raymond *et al.* (1996) et Eschholz *et al.* (1996) (tous deux in Lautenschlager et Sullivan, 2002), bien que la première et la seconde année après traitement, l'original utilisait respectivement 57 % et 75 % fois moins le bloc traité que le bloc témoin, la septième et la onzième année, on retrouvait des indices de sa présence en beaucoup plus grand nombre dans le bloc traité initialement au glyphosate que dans le bloc témoin. Cet état de choses s'explique probablement par le fait que les tiges résineuses y étaient plus grandes et présentes en plus grand nombre.

Au niveau des insectes

Les effets du dégagement sur les invertébrés, particulièrement avec des phytocides, occasionnent un grand nombre d'effets indirects. En effet, ce traitement fait disparaître presque totalement la végétation qui sert de nourriture et d'abri à un grand nombre de ces organismes et cet effet se fait ressentir tout au long de la chaîne alimentaire. Au niveau des invertébrés, les effets sont principalement reliés au retrait sur le site traité d'une importante source de nectar, de pollen et de plantes comestibles pour de nombreuses populations d'insectes. La disparition de la végétation utilisée comme abri (durant la saison active mais aussi durant la saison hivernale) a également des conséquences négatives en regard du taux de survie de plusieurs espèces d'insectes (exemple : les prédateurs vivant au sol ou les coléoptères) (Breeze *et al.*, 1999 in English nature et FACT, 2003). Dans une certaine mesure, ces impacts indirects sont toutefois également induits par la réalisation d'un dégagement de façon mécanique bien que ce ne soit pas la totalité de la végétation du parterre qui soit éliminée.

Dans le cadre d'une autre étude comparative de traitements de dégagement aux phytocides et mécanique, Duchesne *et al.* (1999 in Lautenschlager et Sullivan, 2002) ont démontré que le taux de captures de coléoptères n'a pas été statistiquement affecté par la récolte forestière ou quelque forme de dégagement que ce soit. Deux ans après le traitement (dégagement), la plus grande diversité d'espèces a été enregistrée là où le contrôle de la végétation a été le plus efficace, et ce, autant dans les parcelles traitées aux phytocides que celles traitées mécaniquement. Ces recherches présentent les mêmes tendances que celles de Gagné *et al.* (1999 in Lautenschlager et Sullivan, 2002). Bien qu'une différence entre les parcelles traitées aux phytocides et les autres (témoins et coupées mécaniquement) ait été relevée la première année suivant le dégagement, celle-ci s'est estompée dès la seconde année. L'abondance des arthropodes était la même indépendamment des traitements.

Selon la revue de littérature effectuée par Lautenschlager et Sullivan (2002) sur l'effet des phytocides sur l'environnement, les données disponibles actuellement ne permettent pas de croire que la présence et le développement des populations d'invertébrés terrestres soient altérés de façon inquiétante par l'application de phytocides dans les écosystèmes nordiques.

Au niveau des poissons, reptiles et amphibiens

Au niveau des amphibiens et autres reptiles, bien que peu d'études soient disponibles sur l'impact des phytocides sur ceux-ci, celles qui le sont suggèrent qu'étant donné le moment dans l'année où ont lieu les applications de phytocides, le type d'habitat privilégié par ces espèces et la nature même de ces espèces (en terme de comportement et faible capacité de déplacement en terme de distance) les rendent peu enclines à être exposées à de fortes doses de phytocides qui pourraient mener à un effet toxique. Toutefois, pour ces mêmes raisons, il faut considérer qu'il existe de fortes chances que même lors des applications fidèles aux objectifs de superficie à traiter et de zones à protéger, certains reptiles et amphibiens risquent d'être arrosés.

Dans un contexte d'arrosage aérien ou terrestre de phytocides, il existe également un danger potentiel d'effectuer des arrosages sur des milieux humides non cartographiés parce que trop petits ou apparus suite à la réalisation des cartes forestières. Dans ce contexte, il est possible que ces milieux soient exposés et les auteurs Thompson *et al.*¹ (Popular summaries, 2002) se sont attardés sur l'impact de ces arrosages accidentels. Plusieurs de ces milieux humides sont l'habitat principal de nombreuses espèces de grenouilles (l'étude s'est attardée aux grenouilles vertes et léopard). Comme plusieurs recherches citées dans cette étude le soulèvent, les grenouilles sont des organismes sensibles aux phytocides et ce particulièrement dans les derniers stades larvaires. Comme la période d'arrosage peut potentiellement chevaucher cette période, Thompson *et al.*^{1 et 2} (tiré de Popular summaries, 2002) ont voulu qualifier le risque de contamination associée aux conditions normales d'un arrosage aérien. Les résultats de cette étude ont démontré que dans un contexte opérationnel d'arrosage aérien de Vision® (glyphosate), il n'y avait pas de risque significatif de voir une augmentation de la mortalité chez ces grenouilles, et ce, même à leur stade de développement le plus sensible. De plus, les auteurs soulèvent que la mise en place de zones tampons constituait une façon efficace de diminuer les risques d'exposition de ces milieux à des

arrosages non désirés. Malgré tout, il ne faut pas sous-estimer les risques potentiels d'arrosage sur ce type d'organisme et toutes les précautions possibles doivent être prises pour éviter ces types d'incidents.

De façon plus spécifique, l'étude de Coles *et al.* (1997 in Lautenschlager et Sullivan, 2002) sur les impacts du dégagement (dont celui impliquant le glyphosate) a démontré que la DL₅₀ pour le glyphosate par injection était >1000 mg/kg pour les amphibiens (ce qui correspond à une très forte dose). Cet élément amène à la conclusion que les effets du glyphosate par épandage, s'ils existaient, seraient plutôt de nature indirecte (donc sur l'habitat par exemple). Les études de Lautenschlager *et al.* (1998) et Bogart (1997) (toutes deux in Lautenschlager et Sullivan, 2002) ont mis en évidence certaines malformations associées à la grenouille des bois (*Rana sylvatica*) dans un des quatre dispositifs traités au glyphosate. Toutefois, des recherches plus poussées en laboratoire et au champ ont indiqué que ce genre de malformations pouvait se retrouver naturellement, bien que peu fréquemment, chez cette espèce.

Une étude réalisée par Gardner et Grue (1995) sur l'utilisation des phytocides Rodeo® (glyphosate) et Garlon® (Tiychlopyr) pour éliminer la lysimaque, une plante non indigène et très envahissante des milieux humides, a démontré qu'aucun des deux produits n'entraînait une augmentation de la mortalité des organismes du milieu aquatique. Seule exception, la production de lentilles d'eau qui a présenté une légère réduction 48 h après application des phytocides. Dans le cas où ces produits étaient employés directement dans l'eau et que les résultats de cette étude démontrent que ceux-ci ne posent aucun danger aux organismes vivants des milieux humides du centre de l'état de Washington, on peut en déduire que l'utilisation de phytocides, réalisée dans le respect des mesures de protection, ne présente pas de danger pour les milieux humides.

Au niveau des oiseaux

Pour les oiseaux, les principaux impacts retrouvés dans la littérature concernent des impacts indirects. Ces effets sont les suivants (Breeze *et al.* 1999, tiré de English nature et FACT, 2003) :

- La diminution des populations d'insectes constitue autant de diminution de sources d'alimentation pour les oiseaux adultes. L'impact de cette diminution est encore plus notable pour les oisillons qui doivent être nourris par les parents jusqu'au moment où ils pourront voler.
- L'élimination des plantes composant une partie ou la totalité de la diète des oiseaux constitue une perte importante pour les populations d'oiseaux présentes près des secteurs traités.
- L'élimination de certaines plantes utilisées par les oiseaux pour fabriquer leur nid ou servant de lieu pour installer leur nid, constitue un autre impact du dégagement.

De façon plus générale, l'étude de Easton et Martin (1988) avait également démontré, 10 ans auparavant, que les communautés d'oiseaux étaient moins diversifiées dans les secteurs traités aux phytocides que ceux dégagés mécaniquement.

Au niveau de la biodiversité

Selon un suivi 7 ans après l'application de glyphosate pour contrôler une plante compétitive importante, *Molinia caerulea* présente sur un site sableux humide (Boisséson *et al.* in Popular summaries, 2002) dans des peuplements de pin, il n'y aurait pas de différence entre la biodiversité du site avant et après le traitement.

Dans ce même ordre d'idées, Lautenschlager et Sullivan (2002) soulèvent que l'utilisation de phytocides pour assurer le retour rapide de peuplements à dominance résineuse doit être considérée à l'échelle de la mosaïque forestière. Dans des domaines bioclimatiques où les essences résineuses dominaient historiquement le paysage, c'est l'arrivée de l'homme, par ces actions directes telles que la récolte ou même par ces actions indirectes comme les feux d'abattis, qui a modifié le paysage par le phénomène de l'enfeuillement. Dans le but de ramener ce portrait plus près de celui qui s'était mis en place progressivement depuis la dernière glaciation, les

phytocides constituent un outil économiquement viable pour atteindre cet objectif. De plus, comme le principal impact de l'utilisation des phytocides est identique à n'importe quelle autre forme de dégagement puisqu'il agit sur l'habitat des espèces fauniques et des insectes : « À partir de là, dépendamment des besoins des animaux en terme d'habitat, leur population peut augmenter, diminuer ou rester inchangée suite au dégagement » Lautenschlager et Sullivan (2002).

Selon Wagner et White (tiré de Popular summaries, 2002), les effets d'une sylviculture intensive impliquant le contrôle de la végétation concurrente n'ont pas vraiment été étudiés au cours des dernières années. Il faut, selon ces auteurs, s'interroger sur les effets que peuvent avoir ces perturbations répétées sur la diversité des écosystèmes. À la lumière de leurs recherches, ceux-ci se sont aperçus que la diversité des peuplements de début de succession établie selon les indices de diversité fréquemment utilisés (Simpson et Shannon-Weinner), ne constitue pas de bons indicateurs de l'évolution réelle de la diversité du milieu. Les résultats de leur étude ont en effet démontré que, malgré le fait que les indices de diversité présentaient un retour au niveau initial après cinq ans d'application de phytocides (glyphosate), la richesse en espèces était passée de 30 à 15. Donc, malgré l'utilisation d'un phytocide à action limitée dans le temps, l'utilisation de phytocides peut avoir un impact à moyen et long terme sur la diversité des écosystèmes.

4.2.2.2 Impacts sociaux

Le grand public

L'impact visuel occasionné par la décoloration puis la mort progressive des plantes est quelque peu différent de celui du dégagement mécanique, du moins pour la première année. Ce type de dégagement peut ainsi être perçu différemment par la population.

De plus, l'utilisation de phytocides en milieu forestier implique certains risques de voir des visiteurs ou des gens, résidant près des secteurs à traiter, être exposés aux phytocides lors de l'application, par le contact avec les végétaux traités et par des arrosages accidentels. Ils peuvent aussi potentiellement consommer de la nourriture ou de l'eau contenant des résidus de phytocides (USAD 2001).

Les travailleurs

Selon une étude de Dost (2003b), au niveau des travailleurs, indépendamment de la méthode d'application, la principale source de contamination peut se faire par la peau (les mains et les bras étant les surfaces les plus fréquemment en contact avec les phytocides). L'ingestion de produit se produit presque exclusivement par la consommation de nourriture ou de cigarettes sans nettoyage préalable des mains. Ces constatations confirment qu'avec un minimum de précautions, il est possible de limiter au maximum les quantités de produits auxquelles l'organisme des travailleurs est exposé, et ce, à des niveaux représentant une fraction des concentrations maximales observées sans mesures de précaution (vêtements appropriés, accessoires de sécurité, etc.). À la lumière de l'ensemble des recherches consultées à travers son étude, Dost (2003e) stipule que l'exposition aux phytocides à laquelle les travailleurs sylvicoles de Colombie-Britannique sont potentiellement exposés (Vision®, Release®, Garlon®, etc.) ne représente pas de risque pour leur santé dans la mesure où les pratiques sécuritaires sont appliquées.

4.2.2.3 Impacts économiques

L'accessibilité aux marchés constitue un intrant à considérer dans la balance des impacts économiques reliés à l'utilisation de phytocides dans le cadre des activités d'aménagement forestier. Les auteurs South et Rakestraw (in Popular summaries 2002) rappellent que les performances des plantations associées à l'utilisation de plants de forte dimension devraient constituer une alternative que les aménagistes forestiers devraient privilégier s'ils veulent être en mesure de répondre aux obligations des organisations de certification telles que FSC (Forest

Stewardship Council) et SFI (Sustainable Forestry Initiative). En effet, ceux-ci exigent dans leur processus de certification que des mesures soient prises pour limiter l'utilisation de produits chimiques en forêt.

Par contre, l'utilisation de phytocides pour la gestion de la végétation compétitive présente également des avantages à ne pas négliger. Elle :

- 1- Permet d'augmenter la valeur des plantations résineuses en minimisant la mortalité des tiges;
- 2- Présente un meilleur ratio-bénéfice/coût;
- 3- Permet de réaliser des économies qui peuvent, par la suite, être réinvesties ailleurs en aménagement ou dans d'autres sphères de l'économie.

4.2.2.4 Impacts associés aux adjuvants

Les formulations de phytocides sont rarement utilisées sans l'ajout d'autres produits en plus de l'ingrédient actif (glyphosate, triclopyr, etc.); ces produits sont appelés des adjuvants. Les principaux adjuvants retrouvés dans les phytocides, excepté l'eau, sont des surfactants. Ces produits sont associés à la formulation dans le but de faciliter ou d'accélérer l'absorption du produit par la plante afin d'améliorer l'efficacité ou la vitesse d'action de l'ingrédient actif dans le contrôle de la végétation. Dans le cadre de notre étude, la seule formulation commerciale de glyphosate ne contenant pas de surfactant est Accord® de Dow AgroSciences.

Si de nombreuses études ont pu être consultées pour mettre en relief les impacts potentiels des ingrédients actifs, peu d'entre elles se sont attardées aux effets potentiels de ces adjuvants (Giesy *et al.*, 2000). Ces produits sont étiquetés sur les emballages comme étant des produits inertes. Toutefois, certaines études ont démontré que ces produits, bien que supposés inertes, étaient parfois plus toxiques pour l'homme et l'environnement que le produit actif lui-même. De plus, mélangés ensemble, les produits ont le potentiel de devenir encore plus toxique. Par exemple, pour tuer un rat avec du Roundup®, il faut le 1/3 de la quantité de glyphosate considéré dans sa version pure (Martinez et Brown 1991 in Cox, 2000).

Il faut toutefois, une fois de plus, relativiser les choses. Par exemple, dans le cas du Vision®, le principal adjuvant après l'eau est le surfactant POEA. Ce produit agit de façon à améliorer la dispersion du produit sur les feuilles et briser la surface cireuse de celles-ci pour en faciliter la pénétration. Celui-ci présente un DL₅₀ de 1 200 mg/Kg (William *et al.* 2000 in Felsot, 2000) ce qui représente un produit relativement peu toxique. Son principal effet sur l'organisme est d'agir comme un irritant. Pour la peau ou les yeux, si aspergé, ou pour la paroi intestinale si absorbé par voie orale. Cette propriété rend ainsi les formulations comme le Vision® aussi irritant que des shampooings ou des détergents, produits déjà très présents dans nos maisons.

Il existe d'autres produits qui peuvent potentiellement se retrouver dans les formulations des phytocides. Les faits présentés dans le tableau 42 sont tirés d'une étude (Cox, 2000) qui fait état de différents travaux mettant justement en perspective les dangers reliés à l'utilisation de certains de ces adjuvants. Bien que très intéressant, ces faits font, par contre, référence à aucune appellation commerciale de produits en particulier ce qui rend la sélection difficile et les conclusions peu solides. Toutefois, ils permettent de connaître les impacts potentiels des produits possiblement ajoutés aux formulations et mettent en relief qu'il existe un risque.

4.2.3 Effets du dégagement réalisé par arrosage aérien de phytocides

4.2.3.1 Impacts environnementaux

Dans un cadre opérationnel, il est important de tenir compte des caractéristiques physiques des sites traités (topographie, type de sol, présence de cours d'eau, etc.) et des conditions météorologiques afin de limiter le déplacement du phytocide vers les zones sensibles.

a) Les perturbations du milieu aquatique : effets sur l'intégrité des plans d'eau

Les impacts potentiels pouvant altérer le milieu aquatique sont associés à la contamination des plans d'eau et des cours d'eau par un arrosage accidentel; un effet de dérive plus important que celui anticipé ou par l'apport de phytocides au plan d'eau ou au cours d'eau par de l'eau de ruissellement en provenance d'une aire traitée. Dans la mesure où l'un de ces événements survient, les effets sont en fonction du type de produits et des quantités de produits en cause.

b) Les effets sur la qualité des sols, des eaux de surface et des eaux souterraines

Comme il n'y a aucun contact entre l'avion et le sol, il n'y a aucun impact physique direct sur le milieu causé par ce mode d'application. Cependant, les effets potentiellement induits par les produits appliqués sont fonction des types de phytocides utilisés (voir section 4.3) et des risques de lessivage ou d'arrosage hors cible.

c) Les effets sur les divers types de végétation visée et non visée

L'arrosage aérien, même réalisé dans les conditions climatiques recommandées, n'est pas totalement soustrait aux risques de dérive lors de l'application. Ainsi, les plantes susceptibles au produit et qui sont situées en marge du secteur à être traité peuvent potentiellement être touchées par le produit et subir des impacts. L'amplitude de cet impact reste toutefois limitée en terme de distance d'autant plus si le produit utilisé en est un qui présente peu de chance de lessivage ou d'action au niveau racinaire.

d) Les changements attendus sur la qualité de l'air ambiant

Les phytocides considérés dans cette étude sont des produits reconnus pour leur faible volatilité étant donné que leur objectif est de descendre le plus rapidement possible au niveau de la plante pour pouvoir agir. Le plus grand danger, s'il en est un, est associé au risque de dérive qui est plus grand avec l'arrosage aérien qu'avec l'arrosage terrestre. Toutefois, des études terrain semblent démontrer que l'impact de la dérive du produit et son effet sur la végétation non visée (donc, pendant qu'il voyage encore dans l'air) n'est remarquable que sur les premiers 50 mètres juxtaposés à la zone traitée (USDA, 2000).

Il y a aussi les émanations de CO et autres gaz issus du moteur des avions. Toutefois, celles-ci sont réparties sur de grandes superficies et la dilution ainsi générée en limite grandement l'impact local.

e) Les effets sur la faune aviaire, terrestre et aquatique et ses habitats, les espèces menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées, leurs fonctions vitales

De façon plus spécifique, le passage de l'avion à basse altitude risque de déranger la faune présente. Toutefois, le traitement des superficies est si rapide que ce dérangement est très court et son effet sur la faune est très limité en terme de temps.

Aussi, la faune terrestre, présente à l'intérieur et à proximité des sites traités, risque de façon presque inévitable d'ingérer une certaine quantité de phytocides. Premièrement, cette contamination peut survenir lorsque l'animal se lèche parce qu'il a accidentellement été arrosé, qu'il est entré en contact avec une plante récemment arrosée ou qu'il fait tout simplement sa toilette. Deuxièmement, il est possible que les espèces herbivores (mammifères, oiseaux, insectes) consomment les plantes traitées dans les jours suivant l'application du produit avant qu'elles n'aient atteint un niveau de détérioration les rendant peu attrayantes pour être consommées. De ce fait, il existe

un risque que la faune consomme une certaine quantité de produits. Toutefois, les faibles quantités qu'il est possible d'absorber n'ont pas d'effet significatif sur l'état de santé de ceux-ci.

4.2.3.2 Impacts sociaux

a) Les effets sur les milieux visuels

Les effets sont similaires à ceux causés par le dégagement en général. Par contre, l'effet est plus étiré dans le temps qu'avec le dégagement mécanique. Suite au traitement, la végétation change de couleur dans les jours suivant l'application puis meurt progressivement. Elle est, par la suite, rabattue au sol par les accumulations de neige au cours de l'hiver suivant. L'impact visuel est ainsi quelque peu différent pour la première saison.

b) Les effets sur les activités de plein air

Par mesure de précaution, l'application de phytocides sur une superficie forestière entraîne l'interdiction de fréquenter celle-ci pour une période de 1 semaine suivant l'application. De plus, la cueillette de petits fruits sera interdite pour le reste de la saison afin de s'assurer de limiter au maximum les risques de contamination.

c) Les nuisances appréhendées auprès des populations environnantes ou utilisatrices du territoire

Comme pour la faune, le passage d'avion peut représenter un élément perturbateur pour la quiétude des populations environnantes. Toutefois, le dégagement par arrosage de phytocide constitue une activité qui n'a lieu que pendant une courte période de l'année et les vols n'ont lieu que tôt le matin et en fin de journée. De plus, le temps nécessaire pour traiter les superficies étant très court (approximativement 15 sec/hectare), l'impact est relativement limité dans le temps. Finalement, il faut aussi considérer que pour plusieurs personnes, la présence d'un avion constitue plus une attraction qu'un désagrément.

d) Les impacts sur la santé et la sécurité des travailleurs et des populations environnantes ou utilisatrices du territoire

Ces impacts potentiels sont fonction principalement des phytocides utilisés (Voir section 4.3). Par contre, selon une étude de Dost (2003a), l'exposition des travailleurs ou des randonneurs aux phytocides dans des secteurs récemment traités, est minime. Déjà une heure après l'arrosage, la contamination par contact avec le feuillage est faible et tombe presque à zéro après 24 heures.

Les travailleurs les plus exposés à des risques de contamination sont ceux attirés au remplissage des réservoirs.

e) Les impacts sur l'utilisation actuelle et prévue du territoire, principalement les affectations agricoles, sylvicoles et résidentielles

Les activités de dégagement ne sont prévues que sur des superficies à vocation forestière ou agroforestière. La gestion de ces questions d'utilisation du territoire est fonction des règlements municipaux en vigueur dans les secteurs concernés.

Outre le fait que les activités de cueillette seront interdites pour le reste de la saison, le dégagement par l'application de phytocides n'entraîne pas plus d'impacts sur les utilisations du territoire que le dégagement en général.

f) Les effets anticipés sur la vocation forestière du territoire

L'amélioration de la productivité ligneuse des plantations et des jeunes peuplements naturels dégagés constitue une plus value à la vocation forestière du territoire.

g) **Les impacts sociaux de l'ensemble du projet, soit ses effets sur la population même et son mode de vie, ses perceptions, les relations communautaires et la qualité de vie**

Bien que le fait de dégager la régénération résineuse ne présente pas beaucoup d'impacts sur la population et son mode de vie, l'utilisation de phytocides chimiques ne reçoit pas beaucoup d'appui auprès de la population. Dans le cadre d'un processus de certification, son utilisation pourrait constituer un élément mal perçu par les communautés même si elle est justifiée pour des raisons économiques ou sylvicoles.

L'impact sur les communautés autochtones, qui sont nomades sur le territoire, est difficile à cerner de par le fait que d'une année à l'autre, d'un secteur traité à l'autre, la réalisation des travaux de dégagement peut, à ce moment précis, entrer en conflit avec l'utilisation qu'en font les membres de cette communauté. Une bonne stratégie de communication (rencontres, pancartes, etc.) avec ces communautés sera nécessaire afin d'éviter les conflits d'usage. De plus, comme les risques de contamination sont perçus comme étant encore plus importants avec ce groupe qu'avec les autres tranches de la population, il est d'autant plus important de les tenir informés. Cette précaution est nécessaire car les communautés autochtones consomment régulièrement du gibier à travers leur récolte de subsistance. Cette réalité expose les individus consommant des animaux ayant été potentiellement en contact avec des secteurs traités aux phytocides à un risque de contamination plus élevé que les autres tranches de la population. Il faut toutefois rappeler que le glyphosate est un composé chimique qui a un impact que sur des processus biologiques propres au monde végétal et que les animaux et les humains excrètent, dans une forme presque inaltérée, le glyphosate ingéré.

4.2.3.3 Impacts économiques

a) **Possibilités d'emplois au niveau régional**

L'utilisation de phytocides pour traiter les jeunes peuplements nécessite peu de main-d'œuvre. De plus, la majeure partie de la main-d'œuvre provient de l'extérieur puisque la réalisation de cette activité nécessite un personnel très qualifié. Elle génère ainsi peu d'emplois régionalement.

Dans un contexte où depuis cinq ans, il n'y a pas suffisamment de main-d'œuvre dans les régions impliquées dans le présent projet pour réaliser l'ensemble des travaux sylvicoles de dégagement planifiés pour maintenir les rendements, le besoin de création d'emplois n'apparaît pas comme étant une priorité et une préoccupation pour la communauté mauricienne.

b) **Effets sur l'économie locale, la valeur des terres et des propriétés et les revenus des gouvernements locaux**

Tout comme pour les possibilités d'emplois, l'effet sur l'économie locale du dégagement par application aérienne de phytocide est limité à court terme. Toutefois, l'amélioration du patrimoine forestier constitue un plus pour l'économie locale puisqu'elle favorise le maintien d'une industrie forestière en santé.

4.2.4 Effets du dégagement réalisé par arrosage terrestre des phytocides

4.2.4.1 Impacts environnementaux

a) **Les perturbations du milieu aquatique : effets sur l'intégrité des plans d'eau**

Les impacts potentiels pouvant altérer le milieu aquatique sont associés à la contamination des plans d'eau et cours d'eau par un arrosage accidentel; un effet de dérive plus important que celui anticipé ou par l'apport de phytocides au plan d'eau ou au cours d'eau par de l'eau de ruissellement en provenance d'une aire traitée. Dans la mesure où l'un de ces événements survient, les effets sont fonction du type de produits et des quantités de produits en cause.

Le passage à gué de la machinerie peut également constituer un élément perturbateur pour le milieu. Il faut donc chercher à limiter le plus possible ce genre de situation.

b) Les effets sur la qualité des sols, des eaux de surface et des eaux souterraines

Le passage de la machinerie peut occasionner une certaine compaction au niveau du sol et ainsi apporter des modifications au réseau d'écoulement de l'eau de surface. Toutefois, étant donné que la machinerie n'effectue pas de passages répétitifs sur le même sentier, la compaction et le bouleversement sont faibles.

Il existe également des risques de déversement associés au déplacement des véhicules sur des terrains souvent très inégaux, voire accidentés. Cette situation peut entraîner des renversements et des fuites de phytocides, d'essence ou d'huile qui peuvent contaminer le milieu. Les impacts potentiels sont ainsi fonction des types de produits concernés et des risques de lessivage.

c) Les effets sur les divers types de végétation visée et non visée

L'arrosage terrestre entraîne la destruction d'une partie de la régénération par le piétinement occasionné par le passage de la machinerie sur le site.

Tout comme l'arrosage aérien, même réalisé dans des conditions climatiques et de sites recommandés, cette approche n'est pas totalement soustraite aux risques de dérive lors de l'application. Ainsi, les plantes susceptibles au produit et qui sont situées en marge du secteur à être traité risquent d'être touchées par le produit et subir des impacts. L'amplitude de cet impact reste toutefois limitée en terme de distance d'autant plus si le produit utilisé en est un qui présente peu de chance de lessivage ou d'action au niveau racinaire.

d) Les changements attendus sur la qualité de l'air ambiant

Les phytocides considérés dans cette étude sont des produits reconnus pour leur faible volatilité étant donné que leur objectif est de descendre le plus rapidement possible au niveau de la plante pour pouvoir agir. Le plus grand danger, s'il en est un, est associé au risque de dérive qui est toutefois plus faible avec l'arrosage terrestre qu'avec l'arrosage aérien. Par contre, des études terrain semblent démontrer que l'impact de la dérive du produit et son effet sur la végétation non visée (donc, pendant qu'il voyage encore dans l'air) n'est remarquable que sur les premiers 50 mètres juxtaposés à la zone traitée (USDA, 2000).

Il y a aussi les émanations de CO et autres gaz issus du moteur des véhicules porteurs. Dans la mesure où les appareils sont en bon état, ces émanations ne représentent pas un niveau pouvant incommoder les travailleurs. Par contre, elle contribue, comme tous les autres véhicules à moteur, au bilan global des émanations de gaz de combustion.

e) Les effets sur la faune aviaire, terrestre et aquatique et ses habitats, les espèces menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées, leurs fonctions vitales

De façon plus spécifique, la présence de machinerie sur le site présente le potentiel de perturber la faune présente. Par contre, cette présence est relativement courte en terme de temps et par le fait même, son impact est peu important.

Aussi, la faune terrestre, présente à l'intérieur et à proximité des sites traités, risque de façon presque inévitable d'ingérer une certaine quantité de phytocides. Premièrement, cette contamination peut survenir lorsque l'animal se lèche parce qu'il a accidentellement été arrosé, qu'il est entré en contact avec une plante récemment arrosée ou qu'il fait tout simplement sa toilette. Deuxièmement, il est possible que les espèces herbivores (mammifères, oiseaux, insectes) consomment les plantes traitées dans les jours suivant l'application du produit avant qu'elles

n'aient atteint un niveau de détérioration les rendant peu attrayantes pour être consommées. De ce fait, il existe un risque que la faune consomme une certaine quantité de produits.

4.2.4.2 Impacts sociaux

a) Les effets sur les milieux visuels

Les effets sont similaires à ceux causés par le dégagement en général. Par contre, l'effet est plus étiré dans le temps qu'avec le dégagement mécanique. Suite au traitement, la végétation change de couleur dans les jours suivant l'application, puis meurt progressivement. Elle est, par la suite, rabattue au sol par les accumulations de neige au cours de l'hiver suivant. L'impact visuel est ainsi quelque peu différent pour la première saison.

b) Les effets sur les activités de plein air

Par mesure de précaution, l'application de phytocides sur une superficie forestière entraîne l'interdiction de fréquenter celle-ci pour une période de 1 semaine. De plus, la cueillette de petits fruits sera interdite pour le reste de la saison afin de s'assurer de limiter au maximum les risques de contamination.

c) Les nuisances appréhendées auprès des populations environnantes ou utilisatrices du territoire

La présence de machinerie sur le parterre peut déranger la faune et les visiteurs qui le fréquentent. Aussi cette présence peut déranger des résidents ou villégiateurs habitant à proximité. Toutefois, le dégagement par application de phytocides constitue une activité qui n'a lieu que pendant une courte période de l'année et le temps nécessaire pour traiter chaque hectare est relativement court. L'impact est ainsi relativement limité dans le temps.

d) Les impacts sur la santé et la sécurité des travailleurs et des populations environnantes ou utilisatrices du territoire

Ces impacts potentiels sont fonction des phytocides utilisés (Voir section 4.3). Par contre, selon une étude de Dost (2003a), l'exposition des travailleurs ou des randonneurs aux phytocides dans des secteurs récemment traités est minime. Déjà une heure après l'arrosage, la contamination par contact avec le feuillage est faible et tombe presque à zéro après 24 heures.

Les ouvriers impliqués dans le cadre de l'arrosage terrestre sont plus exposés au produit que ne le sont les pilotes affectés à l'arrosage aérien. À cela, s'ajoutent également les risques de contamination lors du mélange des produits et le remplissage des réservoirs. Un équipement adéquat doit donc toujours être porté afin de limiter au maximum les risques de contamination.

e) Les impacts sur l'utilisation actuelle et prévue du territoire, principalement les affectations agricoles, sylvicoles et résidentielles

Les activités de dégagement ne sont prévues que sur des superficies à vocation forestière ou agroforestière. La gestion de ces questions d'utilisation du territoire est fonction des règlements municipaux en vigueur dans les secteurs concernés.

Outre le fait que les activités de cueillette seront interdites pour le reste de la saison, le dégagement par l'application de phytocides n'entraîne pas plus d'impacts sur les utilisations du territoire que le dégagement en général.

f) Les effets anticipés sur la vocation forestière du territoire

L'amélioration de la productivité ligneuse des plantations et des jeunes peuplements naturels dégagés constitue une plus-value à la vocation forestière du territoire.

g) **Les impacts sociaux de l'ensemble du projet, soit ses effets sur la population même et son mode de vie, ses perceptions, les relations communautaires et la qualité de vie**

Bien que le fait de dégager la régénération résineuse ne présente pas beaucoup d'impact sur la population et son mode de vie, l'utilisation de phytocides chimiques ne reçoit pas beaucoup d'appui auprès de la population. Dans le cadre d'un processus de certification, son utilisation pourrait constituer un élément mal perçu par les communautés même si elle est justifiée pour des raisons économiques ou sylvicoles.

L'impact sur les communautés autochtones qui sont nomades sur le territoire est difficile à cerner de par le fait que d'une année à l'autre, d'un secteur traité à l'autre, la réalisation des travaux de dégagement peut, à ce moment précis, entrer en conflit avec l'utilisation qu'en font les membres de cette communauté. Une bonne stratégie de communication (Rencontre, pancarte, etc.) avec ces communautés sera nécessaire afin d'éviter les conflits d'usage.

4.2.4.3 **Impacts économiques**

a) **Possibilités d'emplois au niveau régional**

L'utilisation de phytocides pour traiter les jeunes peuplements nécessite peu de main-d'œuvre. De plus, la majeure partie de la main-d'œuvre provient de l'extérieur puisque la réalisation de cette activité nécessite un personnel très qualifié. Elle génère ainsi peu d'emplois régionalement.

Dans un contexte où depuis cinq ans, il n'y a pas suffisamment de main-d'œuvre dans les régions impliquées dans le présent projet pour réaliser l'ensemble des travaux sylvicoles de dégagement planifiés pour maintenir les rendements, le besoin de création d'emplois n'apparaît pas comme étant une priorité et une préoccupation pour la communauté mauricienne.

b) **Effet sur l'économie locale, la valeur des terres et des propriétés et les revenus des gouvernements locaux**

Tout comme pour les possibilités d'emplois, l'effet sur l'économie locale du dégagement par application terrestre de phytocide est limité à court terme. Toutefois, l'amélioration du patrimoine forestier constitue un plus pour l'économie locale puisqu'elle favorise le maintien d'une industrie forestière en santé.

4.2.5 **Effets du dégagement réalisé de façon mécanique (avec ou sans application de phytocides)**

Comme mentionnés plus tôt, les effets du dégagement sur la végétation compétitive diffèrent en fonction du mode de dégagement préconisé. Toutefois, l'utilisation du dégagement mécanique entraîne toujours le retour d'une densité de tiges de beaucoup supérieure à celui présent initialement dû au phénomène de rejet de souche, et ce, dès l'année qui suit la réalisation du traitement.

4.2.5.1 **Impacts environnementaux**

a) **Les perturbations du milieu aquatique : effets sur l'intégrité des plans d'eau**

Outre les effets reliés au dégagement en général, il existe un risque potentiel relié à la contamination des cours d'eau par le carburant et les huiles utilisés lors des nombreux ravitaillements de la débroussailleuse. Les ouvriers doivent donc être prudents et toujours effectuer le ravitaillement de leurs outils loin des cours d'eau ou plan d'eau.

b) Les effets sur la qualité des sols, des eaux de surface et des eaux souterraines

Selon une étude réalisée par Hydro-Québec (1992 in MRN 1995), on estime que de 7 à 9 l/ha d'huile lubrifiante se retrouvent au sol par égouttement ou par contact lors des travaux de dégagement. Les huiles minérales utilisées ont des teneurs moyennes de 2,2 ppm. d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), de 0,3 ppm. de benzo(a)pyrène (B(a)P) et de 28 ppm. de benzène ce qui représente une contamination potentielle des sols équivalant à environ 2,2 mg de HAP, 0,3mg de B(a)P et 28 mg de benzène par kilogramme d'huile lubrifiante utilisée. En considérant qu'une certaine proportion de cette huile se retrouvera dans l'air (par volatilisation ou lors du réchauffement de la lame), cette contamination reste relativement peu élevée (Hydro-Québec 1992 in MRN 1995). Les impacts potentiels de cette contamination peuvent toutefois être encore diminués par l'utilisation d'huile lubrifiante végétale comme c'est déjà le cas dans certains pays scandinaves.

c) Les effets sur les divers types de végétation visée et non visée

L'un des grands avantages du dégagement mécanique est que les outils généralement employés permettent d'être très sélectif quant à la végétation à éliminer. L'impact peut ainsi être limité à une essence ou à un type de végétation en particulier. Toutefois, la coupe de la partie aérienne des plantes génère chez plusieurs espèces un phénomène de rejet de souche. Ce phénomène se traduit par le retour d'un nombre encore plus grand de tiges qu'avant le traitement.

L'huile lubrifiante qui s'échappe de la scie à chaîne peut par contre contaminer la végétation résiduelle présente près des tiges coupées (MRN, 1995 annexe D).

d) Les changements attendus sur la qualité de l'air ambiant

Selon les informations tirées de l'étude comparative réalisée par le MRN (1995) au sujet des modes de dégagement, la scie à chaîne, tout comme la débroussailleuse, rejette dans l'atmosphère des contaminants issus de la combustion incomplète du carburant (monoxyde de carbone, carburant, huiles lubrifiantes non brûlées, produit d'oxydation et de nitration du carburant et des huiles, etc.).

Si on utilise les données, issues d'une étude produite par Hydro-Québec (1992), présentant les valeurs moyennes d'émissions (basées sur certaines données et des estimés réalistes) associées à la combustion de 1 litre de carburant par une tronçonneuse et que l'on prend l'hypothèse que ces émissions sont similaires à celles qui seraient émises par une débroussailleuse, que l'on multiplie ces valeurs par le nombre de litres de carburant (à raison de 0,044 ha/litre⁷) nécessaires pour traiter les superficies à dégager annuellement sur le territoire considéré par la présente étude d'impact, on obtiendrait le tableau 43.

⁷ Grenon 1990 in MRN 1995 annexeD

Tableau 43 Bilan global des émissions potentiellement issues de la combustion du carburant associé au projet de dégagement à l'étude si celui-ci était fait à l'aide de débroussailleuses

Emissions atmosphériques typiques		Qté totale (kg) potentiellement émise par le projet (1 500 ha traité / an)
Substance	Q** (g/l)	
Hydrocarbures totaux	104	354,55
Benzène	4,4	15,00
Aldéhydes totaux	1	3,41
Formaldéhyde	0,4	1,36
CO	209	712,50
NO	0,14	0,48
NOx	0,16	0,55
Naphtalène	0,05	0,17
Benzo(a)pyrène	<1,6x10 ^{-0,5}	< 0,01
HAP totaux****	0,24	0,82
Plomb tétraméthyle	0,004	0,01
Dibromoéthane	0,008	0,03
Plomb	0,024	0,08
** Quantité émise selon les estimations		
**** Y compris le naphtalène.		

Si on met ces chiffres dans un contexte global d'émission des polluants atmosphériques pour le Québec en entier (tableau 44), on s'aperçoit que, par exemple, la contribution du débroussaillage des superficies du présent projet au volume total de CO au Québec en 1999 semble négligeable (0,05 %). Il faut toutefois mettre en perspective que l'on ne considère qu'une partie des travaux de dégagement réalisable avec cette méthode au Québec. Pour porter un jugement sur l'impact de la contribution de cette méthode au portrait global des émissions polluantes, il faut comparer son taux à celui d'autres sources d'émission de polluants atmosphériques.

Tableau 44 Émission dans l'atmosphère des principaux contaminants, Québec 1980-1999

Année	Contaminants				
	Particules en suspension	Dioxyde de soufre (SO ₂)	Oxydes d'azote (NO _x)	Composés organiques volatils (COV)	Monoxyde de carbone (CO)
t					
1980	456 530	1 097 911	290 787	344 659	2 131 025
1985	309 841	692 715	239 876	359 192	1 914 503
1990 ¹	200 332	389 717	376 663	423 009	2 370 420
1991	174 874	367 851	339 243	380 473	2 254 121
1992	165 024	375 652	329 916	372 639	2 230 866
1993	157 143	375 403	321 667	370 856	2 157 436
1994	166 579	371 924	334 260	362 982	1 992 011
1995	133 463	361 983	362 249	358 656	1 827 936
1996	142 905	353 070	344 634	334 707	1 683 480
1997	140 582	335 241	361 966	340 157	1 692 164
1998	146 248	313 216	368 714	332 447	1 550 178
1999	147 969	288 817	364 773	326 230	1 499 491

1. Les valeurs de 1990 ont été révisées et sont différentes des données présentées dans l'édition 1995 du *Québec statistique*
Source : Ministère de l'Environnement, Direction des politiques du secteur industriel.

Source : (Ministère de l'Environnement (MENV). Site du MENV. [En ligne]. <http://www.menv.gouv.qc.ca/regards/portrait-stat/air.htm#sources%20emission> (Page consultée le 29 décembre 2004)

Dans le cadre de son étude d'impact de 1992, Hydro-Québec a très bien imaginé à quoi pourrait être comparée l'émission de polluants atmosphériques issus de l'utilisation de scies et de débroussailleuses en comparant le tout aux émissions faites par l'utilisation d'une voiture. Les quantités de carburant impliquées dans l'exemple suivant correspondent à celles requises pour traiter l'ensemble des superficies sous les emprises considérées dans l'étude d'Hydro-Québec.

« ...la quantité de carburant requis (110 400 litres) correspond à peu près à la consommation de 14 voitures parcourant environ 300 kilomètres par semaine à raison de 10 litres/100 km pendant cinq ans. Le monoxyde de carbone (CO) qui serait émis au moment de la coupe de la végétation indésirable (23,1 tonnes) correspond au CO qui serait émis pendant cinq ans, par 140 voitures du même genre, selon les normes d'émissions actuellement en vigueur aux États-Unis. Quant aux émissions estimatives des hydrocarbures évaporés et non brûlés (26,5 tonnes), elles correspondent à celles qui sont produites pendant cinq ans, par 1 340 voitures, étant donné la proportion élevée d'essence évaporée (30 %) rapportée pour les tronçonneuses dans l'étude de Nilsson *et al.* (1987) » (Hydro-Québec 1992).

Bien que ces chiffres représentent des approximations, ils donnent une bonne idée de l'impact cumulatif total associé à l'utilisation à grande échelle d'outils motorisés à moteur deux temps pour réaliser le dégagement de la régénération forestière. Selon les chiffres de cette étude, pour une utilisation comparable de carburant, l'utilisation de la scie mécanique et la débroussailleuse dégage dans l'atmosphère approximativement 10 fois plus de monoxyde de carbone et 100 fois plus d'hydrocarbure que les voitures.

En assumant qu'en mode opérationnel, l'utilisation d'un avion pour réaliser des travaux de dégagement de la régénération génère près de 1,13 kg de CO par hectare traité, les chiffres d'émission présentés plus haut démontrent que le dégagement mécanique dégage en moyenne pour sa part près de 4 fois plus de CO dans l'atmosphère.

e) **Les effets sur la faune aviaire, terrestre et aquatique et ses habitats, les espèces menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées, leurs fonctions vitales**

Outre les impacts directs sur la qualité de l'habitat (élimination du couvert de fuite, des arbres fruitiers, etc.), les impacts du dégagement mécanique sur la faune sont aussi de nature indirecte. Le principal est le bruit associé aux outils à moteur et la présence des travailleurs sur le site pour de plus longues périodes qu'avec les autres modes de dégagement analysés dans cette étude. Ceux-ci constituent une source de dérangement pour la faune et occasionnent la fuite ou le délaissement temporaire par la faune de la zone affectée. Les effets sur les organismes du milieu seront variables selon les espèces en cause et sont plus importants sur les espèces dont le domaine vital et la mobilité sont restreints (MRN, 1995 annexe D).

Le dégagement réalisé à l'aide de débroussailleuse peut également avoir comme effet de rendre les superficies traitées dangereuses pour le déplacement de la moyenne et de la grande faune. En effet, le fait de couper les tiges au niveau du sol a pour conséquence de laisser de toutes petites tiges coupées (à 15 cm du sol et parfois en biseau) et qui peuvent présenter un danger de blessure pour les animaux qui auraient à traverser ces superficies traitées. Par contre, il n'est pas à prévoir que cet impact négatif puisse se faire sentir auprès des petits mammifères qui, eux, peuvent même profiter de ces débris comme source de nourriture et d'abri (MRN, 1995 annexe D).

Le retour en nombre élevé des rejets de souches, suite au dégagement mécanique constitue un apport en nourriture (brouet) important pour un grand nombre de mammifères (ex : orignaux, chevreuils, lièvres) (MRN 1995 annexe D).

4.2.5.2 Impacts sociaux

a) Les effets sur les milieux visuels

Les effets sont similaires à ceux causés par le dégagement en général (voir section 4.2.1.2).

b) Les effets sur les activités de plein air

La présence des débroussailleurs sur le terrain s'échelonne généralement de juin à septembre. Étant donné cette longue fenêtre d'opérabilité et le temps nécessaire pour traiter 1 ha de terrain (environ 0,3 ha/pers./jour), la présence des ouvriers dans de grands secteurs peut s'étirer sur plusieurs semaines. Cet état de choses peut générer des conflits d'utilisation avec des activités nécessitant de la quiétude (par exemple le camping sauvage) ou associées à la présence de la faune qui, elle, cherchera à délaisser ces secteurs (exemple, la chasse).

c) Les impacts sur la santé et la sécurité des travailleurs et des populations environnantes ou utilisatrices du territoire

Selon Santé Canada (<http://www.hc-sc.gc.ca>, février 2004), l'emploi de tronçonneuses et de débroussailleuses comporte un certain nombre de risques pour la santé des travailleurs. Cette situation est, entre autres, causée par le milieu naturel parfois accidenté dans lequel évoluent les travailleurs et qui peut entraîner des chutes ou des pertes d'équilibre. Ce risque d'accident est également causé par l'emploi d'outils motorisés vibrants (ex : scies à chaîne et débroussailleuses) pendant une longue période de temps et qui amène ce que l'on appelle le « syndrome de vibrations mains-bras » (ou maladie des « doigts blancs »). La prévalence moyenne de ce syndrome est de 30,5% supérieure chez les utilisateurs de tronçonneuses, mais elle augmente avec le nombre d'années à faire ce travail; 53% des travailleurs en sont atteints après 20 ans. Toutefois, selon les responsables en santé et sécurité de la compagnie REXFOR (MRN, 1995 annexe D), il est peu probable que ce syndrome afflige les utilisateurs de débroussailleuses.

Le traumatisme sonore constitue une autre atteinte à la santé des travailleurs utilisant les tronçonneuses; le niveau sonore d'une scie mécanique se situant entre 105 et 115 dBA à plein gaz. À un tel régime sonore, 55 % des travailleurs sont exposés à un risque de surdité professionnelle après 10 ans (<http://www.hc-sc.gc.ca>, février 2004) (figure 50). Dans le cadre d'une étude réalisée par Hydro-Québec (1992 in MRN, 1995 annexe D), les auteurs concluaient que les travailleurs utilisant une débroussailleuse ou une scie à chaîne, sont exposés à des niveaux de bruits supérieurs aux limites permises. Selon eux, les mesures de protection auditive permettent une certaine atténuation, mais en pratique, le risque de surdité professionnelle demeure important.

NIVEAU ADMISSIBLE (décibels) Taux d'échange 5 dBA ^b	DURÉE QUOTIDIENNE MAXIMALE PERMISE (heures)
90	8
95	4
100	2
105	1
110	0,5
115	0,25

a - Tiré de Sass-Kortsak *et al.*, 1988.
b - Le taux d'échange donne la mesure dans laquelle le niveau sonore admis peut augmenter si la durée d'exposition est coupée de moitié.

Figure 50 Niveaux admissibles d'exposition au bruit avec un niveau de référence de 90 décibels et un taux d'échange de 5 décibels (tiré de MRN, 1995 annexe D)

Selon l'étude de Samuel et Phaneuf (1992 in MRN 1995 annexe D), presque tous les travailleurs interrogés, dans le cadre de cette étude, se sont dits incommodés par les fortes chaleurs des mois de juillet et août. Les symptômes rapportés étaient : maux de tête, fatigue et irritabilité. Des déficits hydriques et sodiques résultant d'une sudation extrême peuvent entraîner des symptômes tels que : faiblesse extrême, étourdissement, maux de tête, nausées et soif. La pluie aussi constitue un événement climatique qui apporte son lot de problèmes. Toujours selon cette étude, les épisodes de pluies contribuent à l'augmentation du nombre de chutes.

d) Les risques toxicologiques des carburants et ses produits de dégradation

L'utilisation de débroussailleuses et de scies à chaîne expose les travailleurs aux émissions d'échappement des moteurs deux-temps qui les font fonctionner. Les principaux polluants auxquels sont exposés les travailleurs sont le benzène, le monoxyde de carbone, le formaldéhyde et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Il est maintenant reconnu que certains de ces composés sont associés dans le développement de cancers (benzène et butadiène 1-3) ou susceptible d'en causer (Benzo(a)pyrène) (Dost, 2003a). On sait aussi que l'exposition au benzène augmente le risque de leucémie. Toutes les études effectuées depuis les années 1980 concordent au sujet que les travailleurs utilisant une tronçonneuse respirent un air contenant entre 0,1 et 2,4 mg/m³ de benzène (<http://www.hc-sc.gc.ca>, février 2004). Selon l'étude de Phaneuf et Samuel (1994), la valeur moyenne d'exposition est de 0,34 mg/m³. Aux États-Unis, l'Occupational Safety and Health Administration (OSHA) a établi la norme d'exposition à 3 mg/m³ dans l'atmosphère de travail alors que le National Institute of Occupational Health and Safety (NIOHS) a recommandé un abaissement à 0,3 mg/m³. Cette nouvelle norme met en relief les dangers reliés au benzène. Selon Paquette et Cunningham (1997), les risques de cancers reliés à l'exposition de ce gaz sont évalués à plus d'un travailleur sur 1 000. Ce niveau de risque est 1 000 fois plus élevé que le risque normalement toléré soit de 1 sur 1 000 000 (<http://www.hc-sc.gc.ca>, février 2004). Selon les valeurs moyennes d'exposition des travailleurs au benzène, celles-ci sont de 9 à 20 fois plus élevées que celles auxquelles la population, en général, est exposée (Phaneuf et Samuel 1994).

Le monoxyde de carbone (CO) qui émane des moteurs de débroussailleuses et de scies à chaîne constitue un autre composé polluant pour l'environnement immédiat des travailleurs. Le CO agit essentiellement par la création d'un lien chimique, plus fort que celui de l'oxygène, à l'hémoglobine du sang (carboxyhémoglobine) réduisant ainsi la capacité du sang de porter l'oxygène aux cellules du corps. Il s'agit d'asphyxie chimique (Baril et Beaudry, 2001). En plus des effets directs d'une exposition aiguë au CO, on soupçonne le CO d'avoir des effets chroniques même à de basses concentrations, telle une augmentation du risque de maladies cardio-vasculaires, pulmonaires, cérébro-vasculaires et des effets sur la reproduction (WHO-IPCS 1999 in Baril et Beaudry 2001). Selon Phaneuf et Samuel (1994), l'exposition moyenne des travailleurs est de 10,2 mg/m³ (maximum observé 22,5 mg/m³), valeur qui représente 19 % de la limite d'exposition de 55 mg/m³ (limite en vigueur en milieu de travail au Québec en 1995). L'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) propose cependant une valeur maximale d'exposition de 29 mg/m³. Le pourcentage moyen de carboxyhémoglobine est de 5 % chez les travailleurs utilisant des tronçonneuses (<http://www.hc-sc.gc.ca>, février 2004). Selon L'INRS de Grande-Bretagne, le % de carboxyhémoglobine chez la population, en général, est < 1 % chez les non-fumeurs (5 à 10 % chez les fumeurs de 1 à 3 paquets par jour). Bien que les études sur le sujet ont démontré que les émissions de CO soient plus importantes pour la scie à chaîne que la débroussailleuse, on peut toutefois penser que la concentration de 5 % observée chez les utilisateurs de scie à chaîne risque d'être encore plus élevée chez les débroussailleurs étant donné l'environnement dense de la végétation dans lequel les travailleurs évoluent. Cet environnement aura pour effet de ralentir la dissipation des gaz et donc, d'augmenter la concentration à proximité des travailleurs.

L'air ambiant des utilisateurs de tronçonneuses contient également 0,08 mg/m³ de formaldéhyde (<http://www.hc-sc.gc.ca>, février 2004), concentration toutefois inférieure à celle provoquant des symptômes d'irritation des muqueuses des voies respiratoires et des yeux (2 à 3 mg/m³). Selon l'étude de Phaneuf et Samuel (1994), cette concentration moyenne, évaluée dans le cadre d'une étude portant sur l'utilisation des débroussailleuses, s'élève à 0,046 mg/m³. Bien que présent en faible concentration, le formaldéhyde a été classé comme une substance potentiellement cancérigène chez l'humain (<http://www.hc-sc.gc.ca>, février 2004). De plus, selon les valeurs

moyennes d'exposition obtenues par Phaneuf et Samuel (1994), cette exposition représente 47 à 80 fois celle de la population en général.

Finalement, il faut soulever le fait que les émanations des gaz d'échappement contiennent bien d'autres substances issues de la combustion incomplète des gaz et que certaines de celles-ci ne sont même pas encore identifiées. Ce faisant, il existe des interactions possibles entre tous ces produits et ces émanations peuvent également avoir des impacts sur la santé des travailleurs. Des études plus poussées devraient donc être menées en ce sens.

e) **Les impacts sur l'utilisation actuelle et prévue du territoire, principalement les affectations agricoles, sylvicoles et résidentielles**

Les activités de dégagement ne sont prévues que sur des superficies à vocation forestière ou agroforestière. La gestion de ces questions d'utilisation du territoire est fonction des règlements municipaux en fonction dans les secteurs concernés.

Les seuls effets directs pouvant influencer les activités associées au territoire le sont par le dérangement à cause du bruit généré par les débroussailleuses. Cet impact peut s'étendre sur une période de quelques mois dans un secteur donné.

f) **Les effets anticipés sur la vocation forestière du territoire**

L'amélioration de la productivité ligneuse des plantations et des jeunes peuplements naturels dégagés constitue une plus-value à la vocation forestière du territoire.

g) **Les impacts sociaux de l'ensemble du projet, soit ses effets sur la population même et son mode de vie, ses perceptions, les relations communautaires et la qualité de vie**

Pris dans son ensemble, les impacts sociaux des activités de dégagement de façon mécanique influencent peu le mode de vie des populations, constituent une activité sylvicole bien perçue puisque synonyme d'aménagement pour le futur et constitue une activité qui vise à améliorer la situation d'une industrie responsable d'un grand nombre d'emplois. Toutefois, ce mode de dégagement est associé à des conditions de travail exposant les ouvriers à des risques importants pour leur santé.

4.2.5.3 **Impacts économiques**

a) **Possibilités d'emplois au niveau régional**

La réalisation de travaux de dégagement à l'aide de débroussailleurs a pour effet de créer beaucoup d'emplois au niveau des travailleurs forestiers. Par contre, on assiste, depuis 5 ans, à un manque de main-d'œuvre spécialisée dans ce domaine. Il est de plus en plus difficile de trouver du personnel pour réaliser le genre de travaux qui présentent un aussi haut niveau de difficultés (exigences physiques, horaire difficile, éloignement, milieu de travail accidenté, contraintes climatiques, etc.).

b) **Effet de société**

La création d'emplois en lien avec les activités de dégagement mécanique en est une qui présente un coût important relié à son effet sur la santé des travailleurs. En effet, le soin des blessures, la création d'invalidité, le soin des cancers et autres maladies causées par les conditions de travail entourant le dégagement mécanique à l'aide de débroussailleuse sont des coûts à court et long terme que le système de santé de l'état doit absorber.

c) **Effets sur l'économie locale, la valeur des terres et des propriétés et les revenus des gouvernements locaux**

La réalisation du dégagement de façon mécanisée offre le potentiel de générer la création de nombreux emplois dans la région. La création et le maintien de ces emplois saisonniers constituent une valeur ajoutée à l'économie régionale.

4.3 Détermination et évaluation des impacts des phytocides

Dans le but de confirmer la justesse du choix des phytocides retenus dans le cas d'un arrosage, une étude plus approfondie des impacts des produits présélectionnés a été effectuée. Cette analyse a pour but de confirmer le choix du phytocide le plus approprié pour le projet à l'étude. Bien que le 2,4-D soit un phytocide efficace pour atteindre les objectifs de contrôle de la végétation visés par le présent projet, celui-ci n'a pas été retenu pour une analyse plus approfondie étant donné les effets connus et potentiels de celui-ci sur la santé humaine et son niveau de toxicité relativement élevé sur les organismes aquatiques.

4.3.1 Le glyphosate

4.3.1.1 Impacts environnementaux

Selon une étude de Giesy *et al.* (2000 in Monsanto, 2002), sur une échelle allant de 1 à 10 (1 étant faible et 10 fort) au niveau des risques d'impacts négatifs aigus ou chroniques associés à l'utilisation d'un produit dans l'environnement, le niveau de risque relié à l'utilisation du glyphosate pour usage terrestre ne dépasse pas 1. Selon cette même étude écotoxicologique, les auteurs concluent qu'aucun effet nuisible mettant en jeu la survie de n'importe quel mammifère exposé au produit par la nourriture, l'eau ou un contact direct n'est anticipé. Ces conclusions sur les faibles risques d'impacts négatifs, associés à l'utilisation du glyphosate, sur la santé humaine et l'environnement sont également soulevées par Tatum *et al.* (2004)

a) Les perturbations du milieu aquatique : effets sur l'intégrité des plans d'eau

Selon plusieurs études (Giesy *et al.* 2000 in Monsanto 2003), la demi-vie du glyphosate dans l'eau est de 7 à 14 jours. Ce sont les micro-organismes présents dans la colonne d'eau qui dégradent le glyphosate. De plus, étant donné la propriété du glyphosate à se lier aux particules, les microbes présents dans les sédiments contribuent à réaliser cette dégradation.

Toujours en fonction de la propriété du glyphosate à se lier aux particules, selon une étude réalisée en Colombie-Britannique, il existe très peu de risques que le glyphosate ou le surfactant utilisés dans le Roundup® puissent être lessivés vers les cours d'eau lorsqu'appliqués en dehors des zones tampons (Feng and Thompson 1990, Tiré de USDA, 2000). Toutefois, un ruissellement important, capable de déplacer ces mêmes sédiments, pourrait transporter ceux-ci jusqu'au cours d'eau.

La plupart des espèces d'algues et de macrophytes aquatiques ne semblent pas être plus sensibles au glyphosate que les poissons et autres invertébrés aquatiques. C'est ce qu'ont conclu de récentes études sur la toxicité du glyphosate (Saenz *et al.* 1997 in USDA, 2000), tout comme l'avait fait d'autres études auparavant.

Dans le cadre d'un projet portant sur le contrôle d'une espèce végétale envahissante en milieu littoral à l'aide de glyphosate (Rodeo, 4.17 litres/ha), les résultats des travaux de Simenstad *et al.* (tiré de Applied mammal research institute, 1997) ont démontré que l'application de ce phytocide n'avait aucun impact à court et long terme au niveau des organismes vivants occupant les vasières.

Selon une étude portant sur l'impact du glyphosate sur le taux de survie et de reproduction de puces d'eau (Sun *et al.* 1998), il apparaît qu'une concentration maximale dans l'eau de 0,14 mg/L de glyphosate constitue la limite à ne pas dépasser si on veut éviter des impacts négatifs sur ce type d'organismes.

b) Les effets sur la qualité des sols, des eaux de surface et des eaux souterraines

Le glyphosate est un herbicide considéré comme étant inactif dans le sol étant donné qu'il établit des liens avec les argiles et la matière organique (Undabeytia, 1996 in Applied mammal research institute, 1997). Le surfactant utilisé dans le Roundup®, une des appellations commerciales du glyphosate, est considéré comme étant adsorbé par les particules du sol tout aussi facilement que le glyphosate lui-même (USDA, 2000).

Selon une étude portant sur les effets du glyphosate sur la décomposition de la cellulose dans le sol, il appert que l'augmentation de la concentration de glyphosate dans le sol réduit le taux de décomposition de la cellulose dans celui-ci (Ismail *et al.*, 1995 in Applied mammal research institute, 1997). D'autres études (Grossbard, 1985 et Sullivan, 1990 / in Monsanto, 2002) ont démontré que le glyphosate n'intervient pas dans les processus impliquant des microbes dans la décomposition de la matière morte ou la transformation de l'azote inorganique en azote assimilable par les plantes. Les études de Giesy *et al.* (2000 in Monsanto, 2003) ont aussi démontré que le glyphosate, lorsqu'utilisé en conformité avec les indications du fabricant, n'est pas nuisible aux microbes du sol, aux vers de terre ou autres organismes habitant le sol. Une étude a déjà trouvé une réduction significative de la fixation de l'azote par les bactéries associées au trèfle dans le cas d'une culture installée sur un sol sableux 120 jours après application du glyphosate. Toutefois, les auteurs de l'étude ne pouvaient pas conclure si cette réduction était due à un effet sur les bactéries ou sur les processus biologiques de la plante associés à la fixation de l'azote (USDA, 2000).

Les travaux de Haney *et al.* (2000) ont démontré que le glyphosate, même à concentration élevée, était dégradé par les micro-organismes du sol sans pour autant altérer négativement les populations de ceux-ci. Les travaux de Nicholason et Hirsch (1998) qui ont porté sur le suivi des colonies de bactéries dans le sol sur une période de temps de 20 ans ont démontré que les parcelles traitées avec des phytocides (dont le glyphosate) ne présentaient que très peu de différences avec les parcelles témoins. La seule différence notable concernait l'occupation plus importante du milieu par les bactéries dans les parcelles traitées, ce qui pourrait démontrer un niveau d'activité métabolique supérieur.

c) Les effets sur les divers types de végétation visée et non visée

Le suivi des effets du glyphosate sur les semences de pins et sur les processus de mycorhization des champignons n'a démontré aucun impact (Chakravarty and Chartapaul, 1990 in USDA, 2000).

Dans le cadre d'un suivi de 3 et 8 ans après traitement au glyphosate (Lloyd, 1994 in Lautenschlager et Sullivan, 2002), les auteurs de l'étude n'ont noté aucune différence significative dans le % de couverture des espèces à petits fruits entre les blocs traités et non traités. Cette étude va toutefois à l'encontre de celle de Moola *et al.* (1997 in Applied mammal research institute, 1997) qui soulève que l'application de phytocides peut influencer, en terme de quantités, le retour des bleuets sur des superficies dégagées. Cette étude portait sur la productivité et le retour de *Vaccinium angustifolium* et *Vaccinium myrtilloides* présents dans un dispositif expérimental d'une plantation de *Pinus banksiana* présentant des parcelles dégagées mécaniquement, des parcelles dégagées par une application simple ou multiple de phytocides (glyphosate sous l'appellation Vision®) et des parcelles témoins non dégagées. En fonction du suivi effectué pendant les trois saisons de croissance suivant les traitements, il appert que les parcelles traitées avec le Vision® présentaient, pour les deux espèces de bleuets, une réduction de 34 % de la quantité de bleuets/ha lors de la 2^e année de croissance et de 58 % lors de la 3^e saison par rapport aux parcelles témoins. Aussi, *Vaccinium angustifolium* a été plus sensible au Vision® que *Vaccinium myrtilloides*. Au niveau du retour des espèces suite aux traitements, les analyses ont aussi montré que les deux espèces de bleuets étaient plus défoliées, présentaient plus de mortalité et une plus faible proportion de feuilles dans les parcelles traitées avec le Vision® que dans celles traitées mécaniquement ou témoins.

Dans le cadre d'un suivi sur 10 ans d'un site dégagé à l'aide de glyphosate (Balvinder et Winn, 2000), les auteurs de l'étude concluent que le traitement au glyphosate n'a pas modifié la richesse du site ou le nombre total d'espèces pouvant potentiellement s'y retrouver.

d) Les changements attendus sur la qualité de l'air ambiant

Plusieurs études en laboratoire (tiré de Giesey *et al.*, 2000 in Monsanto, 2003) ont démontré que le glyphosate présente une pression de vapeur⁸ très basse ce qui implique de très faibles risques de mouvement du produit via sa forme vapeur.

e) Les effets sur la faune aviaire, terrestre et aquatique et ses habitats, les espèces menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées, leurs fonctions vitales

Selon une revue de littérature effectuée par le département d'agriculture et de chimie de l'université de l'Orégon (Oregon State University 2002) sur les effets des pesticides utilisés en milieu forestier (Accord et Roundup), il est apparu que :

- Roundup® et Accord® sont classés presque non toxiques pour les oiseaux et les abeilles;
- Bien que le glyphosate soit peu ou presque pas toxique pour les poissons, le surfactant utilisé dans le Roundup® est potentiellement toxique pour les poissons et les macro-invertébrés aquatiques. Ce n'est toutefois pas le cas de Accord® qui ne contient pas de surfactant;
- Le glyphosate n'est pas bio-accumulable au niveau de la faune.

Selon l'agence de protection environnementale des États-Unis (EPA), les effets du glyphosate sur les oiseaux, les mammifères, les poissons et les invertébrés sont minimaux (US EPA, 1993 in Monsanto, 2002). Le glyphosate est considéré comme très peu bioaccumulable par les organismes aquatiques étant donné, entre autres, qu'il est soluble dans l'eau. Au niveau des espèces terrestres, il est très peu absorbé par leur organisme lorsqu'ingéré. De plus, toute absorption est très rapidement éliminée étant donné la rétention minimale aux tissus associée à ce produit (Monsanto, 2003). Une étude réalisée en Colombie-Britannique, d'une durée de six mois, sur l'application de Roundup® en milieu forestier, n'a trouvé aucun impact à long terme sur aucun animal ou micro-organisme. S'il y avait des impacts, la situation revenait à la normale dans les 30 jours (USDA, 2000).

La faune aviaire

Au niveau de la faune aviaire, les impacts sont plus associés à la disparition de la végétation qu'à l'utilisation de glyphosate proprement dite. Une étude (MacKinnon and Freedman, 1993 in Monsanto, 2002) sur le sujet a d'ailleurs démontré que les populations d'oiseaux reprenaient leur niveau d'avant traitement dès le retour de la végétation.

Pour les oiseaux, le glyphosate est considéré comme non toxique avec une DL₅₀ de 3 851 mg/kg (English nature et Fact, 2003). Selon Santé Canada (<http://www.hc-sc.gc.ca>, février 2004), sur la base des études répertoriées, une valeur de référence de 523 mg i.a./kg de poids corporel (p.c.) par jour a été choisie pour la faune aviaire pour prévenir une intoxication aiguë et de 93 mg i.a./kg p.c. par jour pour prévenir une intoxication chronique. Puisqu'un seul épandage est habituellement effectué dans un secteur donné, les risques de toxicité chronique sont très faibles pour la faune.

Selon les résultats d'une étude de Linz *et al.* (1996 in Applied mammal research institute, 1997) portant sur la réponse des communautés de canards à la modification de leur habitat en milieux humides par l'application de glyphosate, il apparaît, dans le cadre de cette étude, que le nombre de canards a été positivement influencé par l'aménagement de leur habitat grâce à l'utilisation de phytocides. Ce résultat s'explique par la création d'une mosaïque de milieux composés d'ouverture totale en eau libre, de végétation et de débris morts.

⁸ La pression de vapeur est la pression à laquelle un liquide et sa vapeur sont en équilibre à une température donnée. Ainsi, plus la pression de vapeur d'un liquide est élevée, plus ce liquide s'évapore rapidement

La faune terrestre

Plusieurs études ont démontré que les impacts sur les mammifères terrestres, relativement à l'application de glyphosate, étaient plus reliés à la modification de l'habitat qu'à la façon dont cette modification a eu lieu. C'est également à cette conclusion que sont arrivées de récentes publications qui stipulent que l'utilisation de glyphosate n'a pas plus d'impacts sur la faune que d'autres méthodes de contrôle de la végétation n'utilisant pas de phytocides (Duchesne *et al.*, 1999; Lautenschlager *et al.*, 1998 / in USDA, 2000). Selon une revue de littérature effectuée par le département d'agriculture et de chimie de l'Université de l'Orégon (Buchwalter, 2002) sur les effets des pesticides utilisés en milieu forestier (Accord® et Roundup®), il est apparu que :

- Le glyphosate est classé comme étant presque non toxique envers les mammifères;
- Que le premier sous-produit généré par la dégradation du glyphosate (l'AMPA) est également presque non toxique pour les mammifères;
- Les tests en laboratoire sur des rats ont démontré que près de 90 % du glyphosate administré était éliminé du système en moins de 72 heures.

Selon plusieurs autres auteurs qui se sont penchés au cours des dernières années sur la question de l'utilisation du glyphosate (Sullivan and Sullivan, 2000; Santillo *et al.*, 1989; Hjeljord *et al.*, 1988; Sullivan, 1990; Hjeljord, 1994; Cumming *et al.*, 1996; Cole *et al.*, 1998;/ in Monsanto, 2002), il apparaît que le glyphosate, lorsqu'utilisé conformément aux indications présentées sur les étiquettes des manufacturiers, ne présente pas de risques déraisonnables de causer des impacts négatifs aux mammifères terrestres.

La DL₅₀, par contact oral, chez le rat est de 5 000 mg/kg et > 2 000 mg/kg par contact cutané. Le glyphosate est ainsi considéré comme étant modérément toxique pour les mammifères (English nature et Fact, 2003). Selon Santé Canada (<http://www.hc-sc.gc.ca>, février 2004), sur la base des études répertoriées, une valeur de référence a été établie : pour les mammifères, cette valeur de référence est de 410 mg i.a./kg poids corporel par jour pour prévenir une intoxication chronique. Puisqu'un seul épandage est habituellement effectué dans un secteur donné, les risques de toxicité chronique sont très faibles pour la faune terrestre.

De plus, étant donné que : 1- le glyphosate n'agit pas sur les processus physiologiques de la faune; 2- qu'il n'est pas bioaccumulable dans les tissus et 3- qu'il est rapidement dégradé par les micro-organismes de l'environnement, il y a peu d'effet à prévoir suite à un contact qui surviendrait dans un contexte d'arrosage terrestre ou aérien. Selon la revue de littérature effectuée par Lautenschlager et Sullivan (2002), lorsque des mammifères sont en contact avec le glyphosate via la consommation du feuillage traité, les résidus de ce phytocide sont vite éliminés à travers les processus de digestion et ne posent pas de risques à la santé humaine ou autres prédateurs de ces mammifères.

Selon une étude (Cumming *et al.*, 1995 in Applied mammal research institute, 1997) portant sur la qualité du brouet pour l'orignal, sur une période de 4 et 8 ans suivant l'application de glyphosate (Vision®), il appert qu'il n'y a aucune différence au niveau de sa qualité (en terme de valeur nutritive) entre les parcelles traitées et non traitées au glyphosate. Les seules différences de qualité détectées étaient dues aux conditions écologiques des sites, et ce, indépendamment de l'application ou non de phytocides. Cette étude suggère donc que les modifications potentielles à long terme associées à l'application de glyphosate au niveau du brouet sont beaucoup plus d'ordre quantitative que qualitative.

L'application de dose sublétales de glyphosate en laboratoire à des lapins entraîne des modifications importantes au niveau des processus physiologiques liés à la production de semences chez cette espèce. C'est ce qu'une étude de Yousef *et al.* (1995 in Applied mammal research institute, 1997) a démontré dans le cadre d'une expérience portant sur les effets de certains pesticides sur le poids et la qualité de la semence de lapins blancs en Nouvelle-Zélande. Selon cette étude, le traitement a provoqué chez les lapins une perte de poids, de libido, de volume éjaculatoire, de concentration de sperme, d'osmolalité de la semence et de taux de fructose dans le

sperme. Cet effet négatif des pesticides a continué même pendant la période de recouvrement et était proportionnel aux doses appliquées.

Les travaux de Sullivan (1996 in Applied mammal research institute, 1997), portant sur l'influence de l'utilisation de glyphosate en forêt sur les populations de lièvres d'Amérique, suggèrent qu'il y a très peu d'impact par cette activité d'aménagement sur les proportions de mâles, sur le nombre et le succès des portées. Cette inexistence de différences significatives entre les parcelles traitées et non traitées au glyphosate se traduit aussi par l'absence de différences au niveau de la masse et du développement des jeunes lièvres. Cette étude conclut donc que l'utilisation de ce phytocide n'a pas affecté de façon mesurable la population de lièvres d'Amérique.

Le glyphosate, sous la forme commerciale de Roundup®, a des effets sur certains enzymes présents chez certains mammifères. En effet, les travaux de Hietanen *et al.* (1983 in Cox, 2000) ont démontré que le Roundup® réduisait le niveau d'activité de deux enzymes présents dans les reins et l'intestin des rats. Ces enzymes sont chargés de la détoxification de l'organisme.

La faune aquatique

Au niveau de la faune aquatique, la toxicité du glyphosate est considérée comme étant de basse à moyenne (DL₅₀ 86 mg/l). Une étude portant sur les impacts du glyphosate sur les fonctions du système immunitaire a démontré, qu'à des concentrations de 2,8 ppm., le glyphosate pouvait inhiber les fonctions immunitaires chez le poisson (El-Gendy *et al.*, 1998 in de USDA, 2000). Selon Santé Canada (<http://www.hc-sc.gc.ca>, février 2004), sur la base des études répertoriées, une valeur de référence de 0,74 mg d'ingrédient actif (i.a.)/L (concentration de glyphosate pouvant potentiellement se retrouver dans les lacs et les cours d'eau) a été choisie afin de protéger les poissons contre des risques d'effets suite à une exposition chronique. Le glyphosate est donc considéré comme relativement non toxique pour les poissons avec une DL₅₀ variant entre 10 ppm. en eau acide et plus de 200 ppm. en eau alcaline. À cause de l'effet additif associé au surfactant ajouté dans le Roundup®, la toxicité du produit (DL₅₀) en milieu acide varie de 6 à 30 ppm. dépendamment des espèces et en milieu alcalin approche le 1 ppm. (USDA, 2000).

La toxicité du glyphosate a été testée sur un grand nombre d'espèces d'animaux aquatiques d'eau douce et d'eau salée incluant des espèces vertébrées et invertébrées et les résultats de ces études ont démontré que le glyphosate avait très peu d'effets toxiques aigus sur la faune aquatique. En fait, les doses requises pour atteindre ce genre d'effet dépassent de beaucoup les doses prescrites dans le cadre d'une utilisation appropriée du produit (U.S. EPA 1993, WHO 1994; in Monsanto, 2002). De plus, à cause de son niveau de solubilité dans l'eau, le glyphosate n'est pas bioaccumulable dans les tissus des organismes aquatiques (MENV 2002).

Insectes, reptiles et amphibiens

Une appréciation du niveau de risque basé sur l'exposition des amphibiens et autres organismes aquatiques a démontré que dans le cadre d'une utilisation conforme du glyphosate, celui-ci ne devrait pas entraîner d'effets négatifs sur les amphibiens y compris les têtards (Giesy *et al.*, 2000; in Monsanto, 2002). Selon cette même étude, les auteurs concluent que les populations d'arthropodes sont à risques minimaux face à l'utilisation de glyphosate et que les impacts sont beaucoup plus reliés à la modification de leur habitat et de leurs sources de nourriture que du produit en tant que tel.

Une autre étude (réalisée au champ) sur les milieux humides et les espèces d'amphibiens y évoluant a démontré que l'utilisation de glyphosate (dans sa formule Vision®) présentait un risque négligeable pour les amphibiens dans un cadre normal d'application du produit (Thompson *et al.* in www.hc-sc.gc.ca, fév.2004). Toutefois, des tests en laboratoire ont également démontré l'existence d'effets toxiques aigus sur les larves d'amphibiens et que cet effet pouvait être considérablement accru par l'interaction différentielle avec le pH. Des études issues d'une

deuxième étape de test en laboratoire ont confirmé de façon indépendante ces interactions différentielles entre le pH et le glyphosate pour *Rana. pipiens* exposée à Vision®, et ont également mis en évidence des effets similaires chez une espèce représentative de zooplancton. Ces faits mènent à conclure que, bien que les tests au champ n'ont pas fait ressortir d'effets négatifs sur cette faune, il reste primordial de mettre en place des mesures de protection afin d'éviter de contaminer les milieux humides.

Certaines études ont aussi soulevé des impacts négatifs sur le développement des têtards de grenouilles léopard (*Rana pipiens*) non pas avec le glyphosate mais avec les formulations, ce qui laisse croire que ce sont les autres ingrédients de celles-ci qui ont le potentiel de causer du tort à cette faune. À ce titre, les travaux de Howe *et al.* (2001 in www.trentu.ca) ont mis en lumière que les têtards exposés au Roundup® ou au POEA (surfactant utilisé dans la formulation Roundup®) présentaient plusieurs difformités. Selon les chercheurs, ces effets pourraient être causés par une altération des fonctions de la thyroïde et des récepteurs d'œstrogènes. Toujours selon ces chercheurs, des recherches plus poussées devront être réalisées pour comprendre le rôle de ces composés (surfactant et autres ingrédients) et leur influence dans l'augmentation de la toxicité des produits sur les phases de développement des espèces, particulièrement des espèces de milieux aquatiques.

Le glyphosate est considéré comme non toxique pour les abeilles ($DL_{50} > 100$ mg/abeille) ainsi que non toxique pour les vers de terre ($DL_{50} > 5\ 000$ mg/kg) (Giesy *et al.*, 2000). D'autres études ont également conduit à des conclusions mettant en lumière le fait que le glyphosate n'était pas toxique pour un grand nombre d'espèces d'insectes testées en laboratoire et au champ (ex : hannetons, coléoptères, arthropodes). Au champ, les différences observées, au niveau des populations d'araignées entre les parcelles traitées et non traitées, semblaient être expliquées par la modification de la végétation. Ces différences n'ont en effet été observées que la première année du traitement au glyphosate (tiré de English nature et Fact 2003). La seule étude trouvée présentant un effet négatif plus important associé à l'utilisation de glyphosate est celle de Ward *et al.* (1998) (tiré de Lautenschlager et Sullivan, 2002). Elle présente que les homoptères (ex : cigales, pucerons, cochenilles) sont les seuls insectes ayant présenté des différences statistiques en termes de populations entre les parcelles traitées au glyphosate (populations les plus faibles) et celles traitées mécaniquement (populations les plus élevées), une année après traitement.

f) **Le sort et le cheminement du phytocide et de ses produits de dégradation entre le moment de l'épandage et son accumulation finale dans la chaîne alimentaire ou son élimination**

Le glyphosate est un produit qui est principalement dégradé par les microbes et champignons dans le sol et par les microbes dans l'eau en condition aérobie et anaérobie. La photodégradation ne joue pas un rôle important dans la dégradation du glyphosate (Monsanto, 2003). Le principal produit de la dégradation du glyphosate est l'acide aminométhylphosphonic (AMPA). Ce produit est, par la suite, décomposé en d'autres composés chimiques qui, selon Giesy *et al.*, (2000 in Monsanto, 2003) présentent, comme l'AMPA, un faible niveau de toxicité envers les organismes vivants non visés par l'application de glyphosate.

Selon une revue de littérature effectuée par le département d'agriculture et de chimie de l'université de l'Orégon (Buchwalter, 2002) sur les effets de pesticides utilisés en milieu forestier (Accord® et Roundup®), il est apparu que :

- Le glyphosate est stable dans l'eau et à la dégradation par le soleil. Ce sont plutôt les micro-organismes aquatiques qui le dégradent et ce, entre 14 à 21 jours.
- La demi-vie du glyphosate dans le sol varie de 2 à 174 jours avec une moyenne de 47 jours. La demi-vie de l'AMPA varie de 71 à 165 jours avec une moyenne de 118 jours.

Comme mentionné plus tôt, le glyphosate constitue un produit qui se fixe rapidement aux particules du sol. Cette qualité a pour effet qu'il est très peu lessivé et les effets de son utilisation restent très limités à l'endroit où il est

appliqué. Selon une étude de USDA Soil Conservation Service, il a été établi que le glyphosate faisait partie des pesticides présentant la capacité de liens la plus forte comme le démontre le tableau 46 (tiré de Monsanto, 2003).

Tableau 46 Valeur du coefficient d'adsorption aux particules de sol de différents phytocides

INGRÉDIENT ACTIF	VALEUR DU KOC (COEFFICIENT D'ADSORPTION AUX PARTICULES DU SOL)
2,4-D	109
Alachlor	170
Metolachlor	200
Trifluralin	7,000
Glyphosate	24,000
Pendimethalin	24,300

Cette forte capacité d'adsorption fait que le glyphosate est aussi très peu disponible pour le système racinaire des plantes non visées par le traitement.

4.3.1.2 Impacts sociaux

a) Les effets sur les milieux visuels

L'utilisation de glyphosate n'a pas d'impact particulier sur le milieu visuel autre que ceux associés à l'application de phytocide en général.

b) Les effets sur les activités de plein air

Dans le cadre d'une étude s'étant déroulée entre 1989 et 1990 (Legris et Couture, 1990), deux sites d'échantillonnage ont été utilisés pour évaluer la proportion de résidus de glyphosate dans les framboises et bleuets à la suite d'une application de Vision® à une concentration de 1,5 kg d'ingrédient actif / ha. Les échantillons ont été récoltés pendant la première semaine suite au traitement ainsi que 14 jours après. Suite au traitement, « Les concentrations retrouvées dans les framboises variaient de 3,54 à 27 µg/g (poids humide). Durant la première semaine, les résidus moyens des deux stations augmentaient selon le temps jusqu'à 24,9 µg / g; ils étaient de 12,24 µg / g après 14 jours » (Legris et Couture, 1990). Dans le cadre de cette étude, les effets du lavage des petits fruits à l'eau du robinet ont également été évalués. À la lumière de ces tests, il est apparu, contrairement à toute attente, que malgré le fait que le lavage avait permis pour certains échantillons, d'abaisser significativement les concentrations de résidus de glyphosate, il apparaissait que dans certains cas cette concentration augmentait. De plus, l'opération de lavage n'avait pas permis de réduire, même dans le meilleur des cas, la quantité de glyphosate sous la limite de 0,1⁹ µg / g dans aucun des échantillons analysés. Toujours selon ces auteurs, bien que les concentrations retrouvées dans les petits fruits dépassent la norme, il apparaît peu probable que la faune ou l'homme puissent subir des impacts négatifs étant donné le faible niveau de toxicité associé au glyphosate.

Au niveau du gibier, les prélèvements effectués sur le lièvre d'Amérique, l'orignal et le cerf de Virginie révèlent que le glyphosate peut être ingéré par l'intermédiaire de la végétation traitée, mais qu'il est principalement éliminé par les voies fécales et urinaires et que les résidus dans le foie et les reins sont indétectables (document déposé DA32, p.v., BAPE, 1997).

⁹ Concentration établie par Santé Canada.

c) **Les nuisances appréhendées auprès des populations environnantes ou utilisatrices du territoire**

Le retrait temporaire de l'accès à ces superficies pour une période allant de quelques semaines pour son simple accès jusqu'à la prochaine saison de végétation dans le cas des activités de cueillette.

d) **Les impacts sur la santé et la sécurité des travailleurs et des populations environnantes ou utilisatrices du territoire**

Selon l'EPA (in Buchwalter, 2002), la dose de glyphosate à consommer peut occasionner des problèmes de santé chez l'humain, **en fonction des résultats basés sur les espèces animales qui se sont montrés les plus sensibles au produit**, est de 2 mg/kg/jour (ex : pour une personne de 70 kg, la quantité à ingérer serait de 140 mg par jour). En fonction des quantités à ingérer et des chances de voir ces doses consommables dans un contexte normal, le glyphosate est considéré comme ne présentant pas de risque important pour la santé.

Au niveau plus particulier de la consommation des fruits exposés à l'application de glyphosate, les études démontrent que les concentrations à l'intérieur des fruits sont relativement faibles et que celles-ci diminuent rapidement dans le temps. Les travaux de Roy *et al.* (1989 in Lautenschlager et Sullivan, 2002) sur des applications de glyphosate sur des fruits sauvages récoltés 0,9 heure et 1, 2, 13, 20, 33 et 66 jours après traitement, ont démontré que moins de 10 % du glyphosate pénétrait le fruit durant les neuf premières heures après traitement et qu'après, cette concentration diminuait avec le temps. Les bleuets perdaient 50 % des résidus de glyphosate dans les 20 jours suivant l'application et que les framboises les perdaient en 13 jours. 33 et 66 jours après application, les concentrations pour les deux fruits étaient de 6 et 4 % du maximum atteint au cours de l'expérience. Étant donné que le cadre expérimental a généré des conditions d'application de produit beaucoup plus intenses que ne le serait un arrosage normal, il est légitime de croire que la quantité de résidus de glyphosate sur les fruits serait encore moins grande lors des opérations courantes.

La concentration de glyphosate dans l'urine des travailleurs est proportionnelle à son exposition totale aux phytocides. La mesure de cette concentration chez les travailleurs québécois qui ont fait un traitement au glyphosate, depuis le sol, révèle que le risque qu'ils courent est faible. Chez le préposé au mélange, qui est généralement le plus exposé, la concentration correspond au plus à 18 % de la plus haute concentration urinaire qu'il aurait été possible de mesurer à la suite de l'absorption de la dose acceptable à long terme. Lorsque les consignes de sécurité sont respectées, le produit est rarement décelable. Le respect de ces consignes, lors des pulvérisations aériennes de phytocides, devrait mener aux mêmes résultats. Enfin, les risques d'intoxication associés aux additifs, aux impuretés et aux métabolites du Vision® sont jugés faibles. (Adapté de MRN, 1995 annexe E)

Selon une revue de littérature effectuée par le département d'agriculture et de chimie de l'université de l'Orégon (Oregon State University, 2002), sur les effets des pesticides utilisés en milieu forestier (Accord® et Roundup®), il est apparu qu'aucune évidence ne permettait de croire que le glyphosate ou l'AMPA pouvait causer des problèmes dans les grossesses, des dommages au système nerveux, des cancers ou des dommages au niveau génétique.

Selon l'agence de protection environnementale des États-Unis (EPA), le glyphosate a été reconnu en 1993 comme un produit chimique appartenant au groupe des produits présentant des preuves de non cancérogénicité pour l'humain. Dans une étude plus récente de Gold *et al.* (1997, in USDA, 2000), il a été mis en lumière qu'en prenant les plus hauts risques de cancer obtenus lors de leur étude, ce risque restait à 0,8 chance sur 1 million de favoriser le développement d'un cancer. Cette valeur reste en dessous du 1 sur 1 million considéré par le « Forest service » comme le seuil à partir duquel des inquiétudes commencent à être soulevées en regard de l'utilisation d'un produit.

Les accidents les plus courants associés à l'utilisation de glyphosate impliquent des irritations de la peau et aux yeux survenus lors du mélange, du chargement ou de l'application du produit. La nausée et des étourdissements sont les effets associés à ce genre de contamination avec le produit. Si avalé, le Roundup® peut causer des

irritations à la bouche et à la gorge, des douleurs à l'abdomen, des vomissements, de la basse pression, une réduction de la production d'urine et même, dans certains cas, la mort.

Les symptômes potentiels suite à une exposition accidentelle au glyphosate (Temple et Smith, 1992 in Cox, 2000) :

- Irritation des yeux
- Douleur aux yeux
- Brûlure aux yeux
- Vision embrouillée
- Yeux enflés
- Cloche
- Éruption cutanée
- Augmentation du rythme cardiaque
- Palpitation cardiaque
- Augmentation de la pression sanguine
- Douleur à la poitrine
- Congestion nasale
- Toux
- Maux de tête
- Nausée
- Engourdissement du visage
- Sensation de brûlure sur la peau
- Sensation de fourmillement
- Eczéma

Tous ces effets potentiels et ces différents niveaux de toxicité doivent en bout de ligne être mis en perspective avec le risque d'être en contact avec le produit ou ses composés de dégradation. À ce titre, les figures 51 et 52, adaptées de Felsot (2000), démontrent à quel point le risque de contamination permettant d'atteindre un impact chronique ou aigu avec le glyphosate et ce, pour deux tranches bien distinctes de la société, soit les enfants et les adultes, est bien mince.

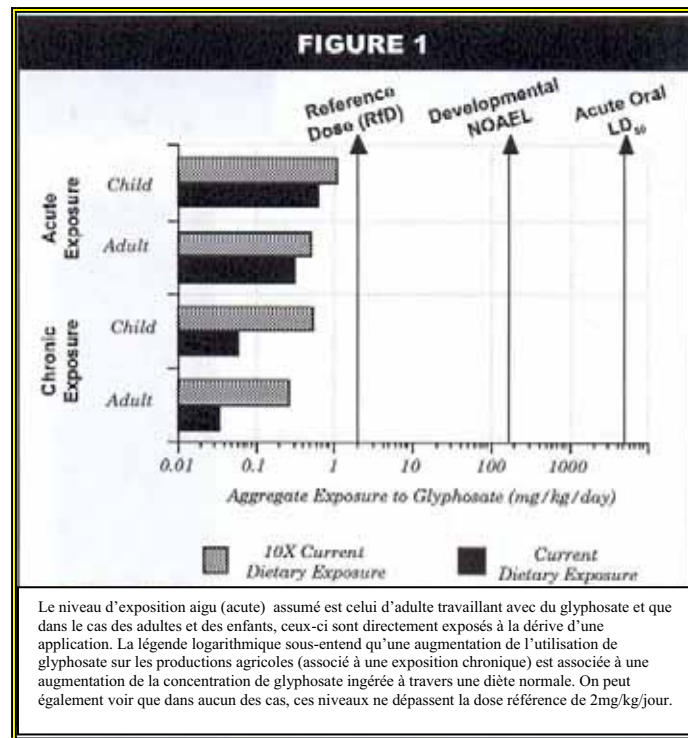


Figure 51 Caractérisation du niveau de risque d'exposition au glyphosate (tiré de Felsot 2000)

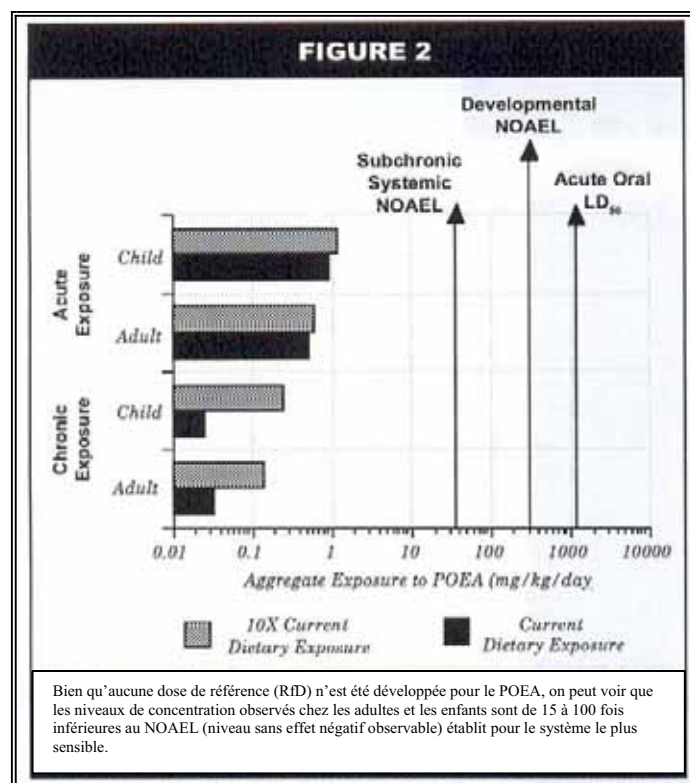


Figure 52 Caractérisation du niveau de risque d'exposition au surfactant du Roundup, le POEA (tiré de Felsot 2000)

e) Les risques toxicologiques des phytocides et ses produits de dégradation

Bien que le glyphosate soit généralement considéré comme étant peu toxique par de nombreuses études, il existe certaines études, ou façons d'interpréter ces études, qui démontrent l'existence de certains risques associés à l'utilisation du glyphosate. Bien que certaines de ces études ne fassent pas l'unanimité parmi les spécialistes du domaine de la toxicologie, nous avons tout de même choisi de présenter certains de ces résultats.

RISQUES ASSOCIÉS AU GLYPHOSATE (Tous ces résultats sont tirés des rapports de la Northwest Coalition for Alternatives to Pesticides (NCAP))

La toxicité aigüe du glyphosate chez l'humain a pu être étudiée à partir de cas de suicide par ingestion de Roundup® (Acros Organics, 1997; Sawada *et al.*, 1988; in Cox 2000). L'étude de ces cas a démontré qu'une ingestion d'environ ¼ de tasse de produit avait suffi pour être fatal et que c'est le POEA (polyoxyethylenealkylamine) qui serait responsable de la toxicité du Roundup®.

Le glyphosate est plus toxique par voie respiratoire que par voie orale. En laboratoire, la dose requise de Roundup® pour causer des dommages et la mort par voie pulmonaire a été de 1/10 de la dose nécessaire par voie orale (Martinez et Brown, 1991; Martinez *et al.*, 1990; in Cox, 2000).

Lors de tests sur des chiens (injection de glyphosate, POEA ou Roundup® en des concentrations égales à celles présentes, si ingérées par des humains) il est apparu que ces produits avaient des effets sur le muscle cardiaque et pouvaient causer des dépressions cardiaques (Tai, 1990 in Cox, 2000).

Le glyphosate, tout comme le Roundup®, sont classés comme étant légèrement irritants pour la peau (Agriculture Canada, 1991 in Cox, 2000). La DL₅₀ du glyphosate chez le rat est de plus de 4 320 mg/kg de poids. Ceci le place parmi les herbicides de catégorie III du US EPA (US EPA, 1993 in Cox, 2000). Sa

toxicité, au niveau de la peau (DL₅₀ pour la peau), chez le lapin est de 2 000 mg/kg de poids (US EPA, 1993 in Cox, 2000).

De plus petites doses peuvent également causer des effets indésirables chez l'humain. Par exemple, se frotter les yeux avec une main qui serait entrée en contact avec du Roundup® peut entraîner l'enflamment de l'œil, une augmentation du rythme cardiaque et de la pression sanguine. Une pulvérisation accidentelle avec une version pour usage ornemental du Roundup® peut causer de l'eczéma pouvant durer jusqu'à deux mois (Giordano-Labadie *et al.*, 1996 in Cox, 2000). Un déversement peut occasionner des étourdissements, de la fièvre, de la nausée, des palpitations cardiaques et une irritation de la gorge (US EPA, 1980 in Cox, 2000).

Dans le cas d'une étude de toxicité subchronique chez le rat, le glyphosate a causé des lésions au niveau des glandes salivaires ainsi qu'influencé la production de certains enzymes du foie. A certaines doses, les effets reliés au glyphosate étaient également une réduction du poids, la diarrhée et des changements au niveau des reins et du foie (Nordstrdm, M *et al.*, 1998 in Cox, 2000).

Au niveau des effets chroniques, le glyphosate peut générer des effets au niveau de la division cellulaire. Dans le cadre d'une étude au niveau de la vessie de souris, à tous les niveaux de doses sauf au plus bas, le glyphosate a généré un taux de division cellulaire beaucoup plus haut que la normale. De plus, il a causé des inflammations au niveau de l'estomac (World Health Organization, United Nations Environment Programme, the International Labour Organization, 1994 in Cox, 2000).

Tous ces éléments restent très controversés car les doses impliquées pour obtenir des effets toxiques, aigus ou chroniques dépassaient, dans de nombreux cas, les doses auxquelles seraient normalement exposés les organismes vivants utilisés comme cobayes. C'est pour cette raison que des études comme celles de Williams, Kroes et Munro (2000) ont cherché à établir les niveaux de danger associés à l'utilisation du glyphosate (dans le cas de cette étude sous la formulation Roundup®) en considérant les niveaux de toxicité en lien avec les dangers d'être exposé à de telles doses. La grande conclusion à laquelle sont arrivés ces chercheurs est que, à la lumière des recherches actuellement réalisées sur le sujet, le Roundup® ne présente pas de risque pour la santé humaine.

4.3.2 Le triclopyr

4.3.2.1 Impacts environnementaux

a) Les perturbations du milieu aquatique : effets sur l'intégrité des plans d'eau

L'ester butoxyéthilique du triclopyr s'hydrolyse dans l'eau pour se transformer en triclopyr acide. Cette forme de triclopyr est par la suite peu sujette à l'hydrolyse mais est sensible à la photolyse. La forme acide est plus sujette à être lessivée vers les milieux aquatiques étant donné sa forte solubilité dans l'eau (435 mg/l) et de son faible coefficient d'adsorption ($K_{oc}=27$). Comme la forme ester du triclopyr est rapidement transformée en forme acide et que celle-ci ne possède qu'une demi-vie de quelques heures, il est possible de conclure que lorsque le triclopyr est présent dans un cours d'eau (par arrosage direct ou lessivage) son niveau de concentration diminue rapidement à l'intérieur des premières heures suivant le traitement. Les risques d'effets négatifs potentiels sur les organismes vivant dans le milieu aquatique sont ainsi très faibles.

b) Les effets sur la qualité des sols, des eaux de surface et des eaux souterraines

Comme le triclopyr est peu adsorbé par les particules du sol, et donc considéré comme plutôt mobile, il peut être propice au lessivage. Dans le cadre d'une étude californienne (Buttler *et al.*, 1993 in Ganapathy, 1997) des quantités de Garlon 4® appliquées sur un sol nu ont migré jusqu'à un maximum de 6 pouces dans le sol. Au cours d'étude sur le lessivage du triclopyr dans l'eau, des traces de TCP ont également été détectées dans les eaux souterraines d'un terrain de golf (Dupuy, 1986 in USDA, 2001). Toutefois, aucune trace de triclopyr dans l'eau n'a été trouvée malgré la faible capacité d'adsorption de ce produit (USDA, 2001). La propriété du

triclopyr à se lier aux particules du sol augmenterait toutefois dans le temps ainsi qu'en fonction de l'augmentation de la présence de débris organiques dans le sol (Ganapathy, 1997).

Au niveau des eaux de surface, comme le triclopyr est rapidement dégradé par les rayons du soleil, sa demi-vie varie de 3 heures à 4,3 jours lorsque exposé à la lumière du jour (Solomon *et al.*, 1988; Woodburn *et al.*, 1993 in USDA, 2001). Dans le cadre d'une autre étude, la présence de triclopyr fut détectée 9 mois après application du produit. Les chercheurs de cette étude ont toutefois conclu que la présence de triclopyr s'expliquait par l'arrosage de cours d'eau intermittents, secs lors de l'application, mais qui furent utilisés par les eaux de ruissellement lors de périodes de pluies abondantes. Ces eaux ont ainsi transporté les particules de sédiments des superficies traitées vers les cours d'eau sous étude. (Norris *et al.* 1987 in USDA 2001).

Peu d'études portent sur les effets du triclopyr sur la faune microbienne du sol. La seule retrouvée porte sur les effets du triclopyr à des concentrations de 500 parties par million avec la conclusion qu'aucun effet ne fut noté (USDA/FS, 1984 in USDA, 2001). La croissance de six espèces de micro-organismes du sol n'a pas non plus été modifiée par l'exposition à 500 mg/kg de triclopyr dans un test d'ensemencement sur gélose en boîte de Pétri (Agriculture Canada, 1991).

c) Les effets sur les divers types de végétation visée et non visée

Dans le cadre de tests sur des superficies ayant récemment fait l'objet de coupe totale, la capacité du Garlon 4®, à ralentir la germination des semences, fut observée à des concentrations de l'ordre de 50 mg/kg alors qu'elle fut complètement stoppée à des concentrations de 500 mg/kg (Morash and Freedman, 1989 in USDA, 2001). Ces concentrations représentent 10 et 100 fois celles potentiellement présentes lors d'une application normale en milieu forestier (Newton *et al.*, 1990 in USDA, 2001).

Selon le HERBICIDE FIELD HANDBOOK, produit par le ministère des forêts de la Colombie-Britannique, le triclopyr, plus que le glyphosate ou le 2,4-D, présente le potentiel d'infliger des blessures aux tiges résineuses à dégager même si celles-ci sont en dormance.

d) Les changements attendus sur la qualité de l'air ambiant

Le triclopyr est reconnu pour être un produit avec une pression de vapeur très basse ce qui en fait un produit peu sujet au transport sous sa forme volatile (Bentson and Norris, 1989 in USDA, 2001). Dans le cadre d'une étude (McMahon and Bush, 1992) portant sur les risques d'inhalation de triclopyr suite au brûlage de végétaux traités au triclopyr, il est apparu que de 32 à 97 jours après application du produit (où les concentrations de triclopyr dans les plantes variaient de 9,9 à 21 mg/kg), aucune trace de triclopyr ne fut détectée dans les 140 échantillons d'air prélevés (Limite de détection = 0.1-4 Fg/m³) (USDA, 2001).

e) Les effets sur la faune aviaire, terrestre et aquatique et ses habitats, les espèces menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées, leurs fonctions vitales

Le triclopyr est considéré comme légèrement toxique pour les mammifères et les oiseaux. Il est pratiquement non toxique pour les abeilles (USDA 2001). Il est, par contre, très toxique sous sa formulation commerciale Release®, pour les poissons, les plantes aquatiques et les invertébrés aquatiques (Dow agrosience, 2003).

Le tableau suivant 47, tiré de l'étude d'impact réalisée par le MRN en 1995, résume les niveaux de toxicité trouvés dans la documentation de l'époque au sujet du triclopyr et de ses formulations. Dans ce tableau, la formulation Garlon 4® correspond à la version commercialisée aux États-Unis de l'ester butoxyéthylrique et constitue, donc, la version américaine (où se sont tenues les expériences) du Release® homologué au Canada pour l'usage forestier.

La faune aviaire

Comme on peut en juger au tableau 48, la toxicité aiguë du triclopyr pour les oiseaux a été jugée comme étant faible lors de son homologation en 1991.

Tableau 48 Les niveaux de toxicités aiguës du triclopyr et de Garlon 4 (Tiré de Agriculture Canada 1991)

ESPÈCES	COMPOSÉS	EFFETS NOCIFS
Canard malard	triclopyr	DL50 = 1698 mg/kg
	butyl éthyl ester	DL50 > 4640 mg/kg
	triclopyr	CL50 > 5620 ppm.
	butyl éthyl ester	CL50 > 10 000 ppm.
Colin de Virginie	triclopyr	CL50 = 2935 ppm.
	butyl éthyl ester	CL50 = 9026 ppm.
Caille du Japon	triclopyr	CL50 = 3278 ppm.

La faune terrestre

Chez les mammifères, les études de Thimchalk (1990 in USDA, 2001) ont mis en perspective que la majorité du triclopyr ingéré par ceux-ci est excrété, inchangé, à travers l'urine. Aucune accumulation à l'intérieur des tissus n'a pu être observée. Il existe donc peu de risques de voir le triclopyr s'accumuler dans le cadre d'une utilisation normale du produit en milieu forestier.

La toxicité aiguë pour les oiseaux et les mammifères sauvages a été jugée comme étant faible lors de son homologation en 1991. Une exposition prolongée à des teneurs appréciables du produit par ingestion de la végétation traitée a d'ailleurs été jugée improbable, car les quantités de résidus diminueront plutôt que de demeurer constantes. De plus, la végétation traitée au triclopyr ne sera pas d'un goût agréable pendant plusieurs jours après l'application (Agriculture Canada 1991).

Au niveau des petits mammifères, ces derniers peuvent être exposés, soit directement au brouillard de pulvérisation, soit par ingestion de végétation contaminée. En 1991, aucune étude *in situ* en lien avec les petits mammifères n'était disponible. L'ingestion orale était alors considérée comme la voie la plus importante et on pensait qu'elle comportait certainement le risque de donner lieu à une exposition plus chronique. Si l'on suppose qu'un lapin, ou un lièvre sauvage, consomment des graminées à 70 % d'eau (valeur moyenne pour les graminées), on arrive, toutefois, à des taux d'absorption d'agents toxiques étant en deçà des DL₅₀ reconnus jusqu'à présent (Voir tableau 49).

Tableau 49 DL₅₀ en fonction des concentrations d'application (tirées de Agriculture Canada, 1991)

TYPE DE SITE	CONCENTRATION DE L'APPLICATION	DL ₅₀
Site forestier	4 L/ha	175 ppm. ou 17,5 mg/kg de p.c. ¹⁰ /j
Site forestier	8 L/ha	350 ppm. ou 35,0 mg/kg de p.c./j
Site "ouvert"	4 L/ha	407 ppm. ou 40,7 mg/kg de p.c./j
Site "ouvert"	8 L/ha	813 ppm. ou 81,3 mg/kg de p.c./J

¹⁰ p.c. : Poids corporel

Le triclopyr, par administration orale, est généralement considéré comme modérément toxique pour les petits mammifères. Les résultats d'études sur la toxicité orale aiguë du triclopyr et du produit formulé, Garlon 4®, apparaissent dans le tableau 50.

Tableau 50 Toxicité orale aiguë du triclopyr et du Garlon 4® (Agriculture Canada, 1991)

COMPOSÉ	ESPÈCES	DL ₅₀ (MG/KG)
Triclopyr	Rat - femelle	630
	- mâle	729
	Cobaye - mâle	310
	Lapin	550
Garlon 4	Rat - femelle	1 318
	- mâle	1 515

« Des études portant sur la génotoxicité, la mutagénicité et la cancérogénicité du triclopyr démontrent que cette substance n'entraîne pas de risque de ce type. En ce qui concerne les métabolites du triclopyr, de même que les additifs et impuretés contenus dans la formulation commerciale Release®, les données sont soit non concluantes soit insuffisantes ou manquantes. Toutefois, il apparaît que la faible exposition de la faune à ces substances n'entraînerait qu'un risque négligeable » (MRN, 1995 annexe G).

La faune aquatique

Le Release® est un produit très toxique pour les poissons, les plantes aquatiques et les invertébrés aquatiques et c'est pour cette raison qu'il n'est pas homologué pour l'utilisation sur les nappes d'eau. Il est donc primordial de ne pas contaminer l'eau en nettoyant l'équipement ou en y déversant les eaux usées. Lors de son utilisation, il faut protéger les habitats terrestres et aquatiques fragiles par la délimitation de zones tampons pour éviter la pulvérisation hors cible ou la dérive dans ces habitats. Les habitats fragiles aux abords des zones traitées sont notamment les terres humides, les marais, les lacs, les marécages, les régions boisées non visées et la végétation adjacente aux cours d'eau (Dow agrosience, 2003).

La forme ester est plus toxique pour le poisson et les invertébrés aquatiques que la forme acide (Agriculture Canada, 1991).

Dans le cadre de test de toxicité, les CL₅₀ de 24 et de 48 heures du triclopyr à l'égard de *Daphnia magna*, ont été de 203,3 et de 132,9 mg/L respectivement. Dans ces études, la température était de 25°C et le pH de 7,6. La forme ester du triclopyr était plus toxique que la forme acide, comme en témoignent les valeurs de la CL₅₀ de 48 heures, à 10,1 mg/L, et de la CL₁₀ de 3,95 mg/L. La température d'essai était de 17°C et le pH de 7,9. Dans une autre étude avec la formulation Garlon 4®, la CL₅₀ de 48 heures a été de 2,2 (1,2-3,3) mg/L. Dans ce cas, la température utilisée était de 20°C et le pH de 8,0. Si le Garlon 4® est directement appliqué à un point d'eau de 0,5 m de profondeur, la concentration résultante dans la colonne d'eau serait de 0,77 mg de m.a./L. **Les risques pour les invertébrés aquatiques dépendront de la durée de l'exposition à la forme ester, qui est plus persistante aux faibles températures et au pH bas. Dans une eau alcaline, le Garlon 4® ne devrait pas être toxique pour les invertébrés aquatiques** (Agriculture Canada, 1991).

Tableau 51 Résumé du niveau de toxicité par grand groupe d'organismes (tiré de www.pesticideinfo.org février 2004)

GROUPE	TOXICITÉ AIGUË MOYENNE (DL ₅₀ µ/L)	L'ÉTENDUE DE SA TOXICITÉ
Poissons	1 000 – 10 000	Modérée à très toxique
Insectes	> 100 000	Non toxique à très peu toxique
Zooplancton	1 000 – 10 000	Modérément toxique

Tableau 52 Effet du triclopyr sur la faune aquatique (tiré de USDA, 2001)

ESPÈCES	DL ₅₀		
	TRICLOPYR	GARLON 3A®	GARLON 4®
Têtard			>1.2 ppm. (a)
Truite	117 ppm. (a) / 8.4 ppm.(b)	420 ppm. (b)	2.7 ppm. (b)
Saumon	7.8 ppm. (b)	275 ppm. (b)	1.4 ppm. (b)
Algue bleue	148 ppm. (d)		
Daphnée	133 ppm. (d)	..	1.2 ppm. (c)

Réf : (a) Berrill 1994; (b) Wan 1987; (c) Servizi 1987; (d) DowElanco undated. Toutes les valeurs proviennent d'une lecture après 96 heures d'exposition, à l'exception de la référence (a) réalisée après 48 heures d'exposition

La concentration de 0,6 ppm. semble constituer un niveau acceptable de NSEO pour le Garlon 4® (SERA, 1996 in USDA, 2001) dans le cadre de l'impact de ce produit sur le poisson.

En raison de la transformation rapide de l'ester en acide dans l'habitat terrestre, le plus grand risque pour les ressources des pêches résulte de la formation de dépôts de l'ester dans l'habitat aquatique par dérive de brouillard de pulvérisation ou par introduction directe par une pulvérisation hors cible (Agriculture Canada 1991).

Selon l'étude du MRN de 1995, lorsque l'on considère les contaminations pouvant amener une toxicité chronique, la situation du triclopyr est toutefois un peu moins alarmante. Selon US EPA (1986 in MRN, 1995), lorsque la concentration maximale acceptable d'une substance à long terme chez le poisson (Maximum Acceptable Toxicant Concentration ou MATC) ou les invertébrés aquatiques est supérieure à la concentration résiduelle qui est présente dans l'eau, il y a absence de risque d'effet chronique pour ces organismes. Chez le poisson, la concentration maximale acceptable d'une substance à long terme peut être estimée en divisant la CL₅₀ aiguë de cette substance par un facteur de 100 (Cairns *et al.*, 1978). En appliquant cette règle à l'ensemble des organismes aquatiques considérés dans la présente étude, on obtient des concentrations maximales acceptables de triclopyr acide à long terme de 0,11 mg/l pour les microorganismes, de 1,32 mg/l pour les invertébrés et de 0,05 mg/l pour les poissons. Dans tous les cas, ces concentrations maximales acceptables sont supérieures à la concentration résiduelle retenue de triclopyr dans l'eau de ruisseau, soit 0,015 mg/l. Compte tenu de ces données, on conclut donc qu'il y a absence de risque d'effet chronique pour l'ensemble de la faune aquatique qui fréquente le site traité, à la suite d'une application de triclopyr pour le dégagement de la régénération forestière au Québec.

Toujours selon la revue de littérature réalisée par le MRN (1995 annexe G), il apparaît :

« qu'en ce qui concerne les poissons, le Garlon 4® (ou son équivalent Release®) serait plus toxique que le triclopyr acide. Ceci s'explique vraisemblablement par la présence d'ester de triclopyr et de kérosène dans la formulation. Cependant, en raison de la transformation rapide de l'ester en acide dans l'habitat terrestre et de la présence d'une bande de protection du milieu aquatique, les quantités d'ester qui peuvent atteindre le milieu aquatique à la suite du lessivage du sol seront vraisemblablement négligeables. Par conséquent, il est plus approprié de réaliser

l'analyse de risque des organismes aquatiques en fonction des seuils de toxicité du triclopyr acide. Quant au kérosène, le USDA (1988b) considère que les risques aigus et chroniques encourus par les organismes aquatiques à la suite du ruissellement de ce produit vers le milieu aquatique sont négligeables. Le coefficient d'adsorption au sol du kérosène étant plus élevé que celui de l'hexazinone et le kérosène constituant une plus petite fraction de la formulation Release que le triclopyr, on assume que sa concentration en milieu lotique ne dépassera pas 0,015 mg/l. Cette concentration résiduelle étant plus de 10 fois inférieures à la CL₅₀ aiguë et plus petite que le seuil de non-létalité chronique du kérosène chez le poisson (USDA, 1988b), le risque encouru par les poissons semble négligeable. Enfin, bien qu'inappropriée, puisqu'elle entraînerait vraisemblablement une exagération du risque, l'estimation du risque pour les poissons à partir du seuil de toxicité du Garlon 4 permet de tenir compte de la toxicité globale de toutes les composantes de la formulation. Cet exercice nous amène pourtant à conclure, encore une fois, à l'absence de potentiel de risque significatif ».

Insectes, reptiles et amphibiens

Comme mentionné plus haut, la forme ester du triclopyr est fortement toxique pour le poisson aux concentrations qui pourraient résulter d'une pulvérisation hors cible atteignant directement un point d'eau peu profond. La toxicité pour les amphibiens et les reptiles pourrait dépendre de leur sensibilité par rapport aux poissons et de la durée de l'exposition à la forme ester, plus toxique. Rappelons que la forme ester du triclopyr est transformée en triclopyr à une vitesse fonction du pH, de la température et d'autres facteurs (Agriculture Canada 1991).

Au niveau des milieux humides et des espèces d'amphibiens y évoluant, une étude en champs et en laboratoire (Thompson *et al.* in www.hc-sc.gc.ca, fév.2004) a démontré que l'utilisation de triclopyr (Release®) avait des effets négatifs sur le stade larvaire des amphibiens et que ces effets pouvaient également être considérablement accrus par l'interaction différentielle avec le pH.

f) Le sort et le cheminement du phytocide et de ses produits de dégradation entre le moment de l'épandage et son accumulation finale dans la chaîne alimentaire ou son élimination

Le TCP (3,5,6-trichloro-2-pyridinol), constitue le principal produit issu de la dégradation du triclopyr. La demi-vie de ce produit varie de 8 à 279 jours, temps évalué dans le cadre de tests sur 15 types de sols différents. Bien que présent en quantité beaucoup moins importante, le TMP constitue un autre sous-produit de la dégradation du triclopyr. La demi-vie de celui-ci varie de 50 à 300 jours à la lumière d'études sur 3 types de sols différents. Le dioxyde de carbone constitue le dernier produit de dégradation identifié. D'autres produits ne furent pas identifiés.(USDA 2001).

4.3.2.2 Impacts sociaux

a) Les effets sur les milieux visuels

L'utilisation de triclopyr n'a pas d'impact particulier sur le milieu visuel autre que ceux associés à l'application de phytocides en général.

b) Les effets sur les activités de plein air

Des résidus de triclopyr peuvent être détectés dans les parties comestibles des plantes en contact avec le produit. Dans le cadre d'une étude, des résidus ont été détectés dans des concentrations maximales de 2,4 ppm. dans des bleuets récoltés 6 jours après traitement (USDA/FS, 1984 in USDA, 2001).

c) **Les nuisances appréhendées auprès des populations environnantes ou utilisatrices du territoire**

Idem section 4.3.1.2.c

d) **Les impacts sur la santé et la sécurité des travailleurs et des populations environnantes ou utilisatrices du territoire**

La principale étude consultée sur les effets du triclopyr sur les travailleurs provient de l'étude d'impact du MRN de 1995, elle-même basée sur la seule étude alors disponible et touchant l'application de triclopyr par traitement de l'écorce basale. Selon ces travaux, il est apparu que ce genre de traitement ne présentait pas de risques importants pour la santé des travailleurs si les recommandations en matière de protection individuelle sont respectées (MRN 1995, annexe G). Dans cette étude, on soulevait toutefois qu'il serait important de documenter davantage l'exposition des travailleurs dans un contexte québécois, pour que des conclusions plus fermes puissent être tirées. Une étude réalisée, en ce sens en 2002, sur les concentrations de triclopyr dans l'urine des travailleurs (Carrier *et al.*, 2003) a démontré que le triclopyr, l'ingrédient actif du Garlon 4®, était excrété à 80 % dans l'urine sous forme inchangée. Des études toxicologiques devraient toutefois être réalisées pour déterminer le sort et l'impact de la métabolisation des 20 % restant dans l'organisme.

La formulation de triclopyr Garlon 4® contient de 1 à 6 % de kérosène. Le kérosène peut causer des dommages aux poumons ou même la mort, si inhalé. Il constitue également un irritant pour la peau et peut altérer le système nerveux central. Le kérosène n'est pas reconnu pour causer des altérations génétiques ou le cancer. Toutefois, il contient d'autres composantes chimiques qui sont connues pour causer le cancer (USDA, 2001).

Selon l'EPA, à la lumière des résultats de recherche actuellement disponibles, le triclopyr est considéré comme un produit non classable parmi les produits cancérigènes. Cette décision a été prise car il y avait des résultats non entièrement négatifs et donc, pas assez convaincants pour justifier son étiquetage comme produit cancérigène (www.epa.gov, février 2004).

e) **Les risques toxicologiques des phytocides et ses produits de dégradation**

Selon une étude (Carmichael *et al.*, 1989 in USDA, 2001), il appert que chez l'homme, le triclopyr présente très peu de chances de se bioaccumuler ainsi que peu de chances d'être absorbé à travers la peau à des doses considérées comme toxiques (tableaux 53 et 54). En 2001, aucun cas d'effets à long terme reliés à l'exposition de triclopyr n'a été rapporté (USDA, 2001).

« La formulation Garlon 4® ne présente pas de toxicité aiguë, mais elle est un irritant léger pour la peau et elle provoque une légère sensibilisation. L'administration répétée de triclopyr, à des doses suffisamment élevées, donne principalement lieu à une toxicité rénale. Selon les données recueillies, l'effet du triclopyr se fait sentir sur le mécanisme de transport des anions organiques dans les tubules rénaux. En outre, l'élimination de l'acide par ce mécanisme est un processus saturable. On a fixé le NSEO à 0,5 mg/kg/jour en fonction du paramètre le plus sensible mesuré à l'occasion de l'étude par voie alimentaire réalisée chez le chien, soit la diminution du coefficient d'épuration de la phénol-sulfonphtaléine. Cependant, le NSENO a été fixé à 2,5 mg/kg/jour, pour ce qui est de la toxicité rénale chez le chien » (Agriculture Canada 1991).

« On a estimé que l'étude à long terme réalisée sur les rats était sans équivoque quant à la tumorigénicité. Une autre étude à long terme effectuée sur des souris s'est, quand à elle, avérée négative sur le plan de la cancérogénicité et il y a absence d'activité mutagène d'après tous les essais à court terme effectués, à l'exception d'un seul. Dans l'ensemble, la solidité des données obtenues tend à indiquer que la cancérogénicité ne serait pas un effet à envisager dans le cadre de l'évaluation du risque. » (Agriculture Canada, 1991)

« Chez les rats, le NSEO pour la toxicité maternelle était inférieur à 50 mg/kg/jour et, pour l'embryo-foetotoxicité, elle était de 100 mg/kg/jour. Les malformations observées dans le groupe exposé à 200 mg/kg/jour pourraient être une indication d'un certain potentiel tératogène chez les rats. Les études effectuées sur les lapins n'ont démontré aucun effet tératogène ni foetotoxique pour des doses allant jusqu'à 75 mg/kg/jour. Pour la toxicité maternelle, le NSEO a été fixé à 25 mg/kg/jour. On a relevé aucun effet sur la capacité reproductive des rats soumis à des doses par voie alimentaire, allant jusqu'à 30 mg/kg/jour, mais, à cause de la réduction de gain pondéral corporel constatée chez les nouveau-nés, le NSEO a été fixé à 3 mg/kg/jour. » (Agriculture Canada, 1991)

Tableau 53 Résumé de la toxicité aiguë du triclopyr

Toxicité aiguë

VOIE	EFFET	SOURCES
Orale	Le triclopyr est considéré comme étant légèrement toxique (DL ₅₀ 300 à 2 000mg/kg). Le Garlon 4® a été trouvé moins toxique que le triclopyr seul ⁽¹⁾ .	
Cutanée	Même à des doses dépassant les 2 000 mg/kg, le triclopyr n'a pas causé de mortalité lors de tests sur des sujets animaux en laboratoire ⁽¹⁾ . Le potentiel irritant pour la peau des produits a été évalué comme suit : triclopyr < Garlon3A® < Garlon 4® ⁽²⁾ .	(1) USDA 2001 (2) Dow AgroSciences 2000b-c in USDA 2001
Oculaire	Le Garlon 4® est reconnu pour être non irritant pour les yeux ⁽³⁾ alors que le Garlon 3A® peut causer des irritations sévères ainsi que des dommages à la cornée ⁽⁴⁾ . Le triclopyr seul cause que des irritations mineures aux yeux ⁽⁵⁾ .	(3) Lichy <i>et al.</i> 1975 in USDA 2001 (4) Keeler <i>et al.</i> 1974 in USDA 2001 (5) Olson 1967 in USDA 2001
Poumon	Le Garlon 4® a causé des irritations nasales, mais pas la mort à des rats exposés à des concentrations de 0,82 ppm. pendant 4 heures ⁽¹⁾ . Selon Dow AgroSciences ⁽⁶⁾ l'inhalation de Garlon 4® peut causer des effets sur le système nerveux central à cause de la présence de kérosène dans la formulation.	(6) Dow AgroSciences 2000b in USDA 2001

Tableau 54 Résumé de la toxicité chronique du triclopyr

Toxicité chronique

TYPES D'EFFETS	RÉSULTAT DES RECHERCHES	SOURCES
Cancérogène et effet mutagène	Le triclopyr n'a pas présenté d'effet mutagène au cours de nombreux tests sur des sujets sauf dans un cas sur des rats. De récents tests menés par la US EPA ont été trouvés tous négatifs au niveau des effets mutagènes ⁽¹⁾ .	(1) U.S. EPA 1995 in USDA 2001 (2) USDA 2001 (3) Bryson 1994a,b,c in USDA 2001
Sur le système reproducteur	Un suivi sur trois générations de rats n'a pas mis en lumière d'effets sur le système reproducteur des sujets même à des doses allant jusqu'à 30 mg/kg/jour ⁽²⁾ .	
Sur le développement des fœtus	Des tests en laboratoire avec la formulation acide de triclopyr n'ont pas mis en évidence d'effets sur le développement du fœtus chez le rat à des doses allant jusqu'à 200 mg/kg/jour. A des doses de plus de 200 mg/kg/jour, il y avait des signes de toxicité moyenne chez le fœtus ⁽²⁾ . Dans le cas des formulations ester et amine de triclopyr, des effets toxiques ont pu être observés chez la mère et le fœtus à des doses variant de 100 à 300 mg/kg/jour ⁽³⁾ . Les plus récentes recherches sur le sujet (rapportées dans SERA 1996) s'entendent pour statuer du potentiel du triclopyr à causer des effets sur le développement du fœtus et le système reproducteur ⁽²⁾ .	
Système nerveux	Jusqu'à présent, il n'existe aucune étude à long terme ayant démontré des effets négatifs sur le système nerveux ⁽²⁾ .	
Autres effets	À la lumière des résultats de recherche actuellement disponibles, le principal produit de la dégradation du triclopyr, le TCP, ne semble pas présenter d'effets neurotoxique, cancérigène, mutagène ou causés des effets sur le développement des fœtus ⁽²⁾ .	

4.3.3 Biophytocide Chondrostereum purpureum

4.3.3.1 Impacts environnementaux

a) Les perturbations du milieu aquatique : effets sur l'intégrité des plans d'eau

Étant donné la présence naturelle de *C. purpureum* dans l'environnement et qu'en plus il ne peut se développer en milieu aquatique, Santé Canada (2002) a conclu que l'utilisation de Myco-Tech™ ne présente pas de risques pour le milieu aquatique.

b) Les effets sur la qualité des sols, des eaux de surface et des eaux souterraines

Aucune modification recensée dans la littérature.

c) Les effets sur les divers types de végétation visée et non visée

Comme *C. purpureum* ne s'attaque qu'aux plantes ligneuses (principalement les essences feuillues) et qu'il est déjà présent naturellement, son utilisation à titre de phytocide n'augmentera pas de façon significative la densité de spores présente dans l'environnement. Ainsi, l'utilisation de Myco-Tech™ ne présente pas de risques pour la végétation non visée par le traitement (Santé Canada, 2002). Il est possible que *C. purpureum* puisse attaquer des espèces résineuses. Toutefois, les études de Santé Canada (2002) sur le sujet ont démontré que les impacts sur la croissance de ces espèces étaient négligeables. Il faut aussi noter que les infections se sont produites dans un cadre expérimental ou des blessures, occasionnées spécifiquement pour l'expérience, ont été inoculées directement avec la formulation.

Selon les travaux de Gosselin *et al.* (1999), l'utilisation de *C. purpureum* à titre de biophytocide par application directe sur les souches coupées n'entraîne pas de risques importants de contamination pour les arbres voisins non visés par le traitement.

Les spores présentes dans la solution de Myco-tech™ ont le potentiel de pouvoir infecter des arbres moribonds présents près des zones traitées. Ce risque se limite toutefois à la conjugaison de la présence d'une plaie ouverte chez l'arbre pendant la période où les spores sont libérées (Santé Canada, 2002). Une revue de littérature (Mycoforestis, 2003) a d'ailleurs mis en lumière que, étant donné la présence naturelle de *Chondrostereum purpureum* dans le milieu, les risques d'infection par les spores chez la végétation voisine des secteurs traités ne sont pas liés à la proximité de ces secteurs. Ceux-ci sont plutôt liés à celle de la présence de blessures profondes chez les arbres qui constituent une porte d'entrée à toutes les spores de champignons déjà présentes naturellement.

Au niveau du « pool génétique » et de l'utilisation d'une souche particulière de *C. purpureum*, il a été établi qu'il était fort peu probable que cette introduction est un impact sur les populations naturelles du champignon. Cet état de choses s'explique par la très grande variété de souches que l'on retrouve naturellement et que la souche utilisée dans la formulation Myco-Tech™ serait diluée dans cette grande variété et que l'effet de sa présence en serait ainsi très limité (Santé Canada, 2002).

Pour toutes ces raisons, il a donc été établi qu'il n'était pas nécessaire de mettre en place des zones tampons entre les secteurs traités à l'aide de Myco-Tech™ et les secteurs adjacents (Santé Canada, 2002).

d) Les changements attendus sur la qualité de l'air ambiant

Aucune information n'a été recensée à ce sujet dans la littérature.

e) Les effets sur la faune aviaire, terrestre et aquatique et ses habitats, les espèces menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées, leurs fonctions vitales

Selon Santé Canada (2002), étant donné les faits suivants :

- que *C. purpureum* est déjà présent naturellement au Canada et que le niveau d'exposition à ce champignon ne sera pas augmenté significativement par son utilisation à titre de phytocide par rapport au niveau auquel on le retrouve déjà naturellement;
- qu'aucun test ou observations réalisées sur des animaux, n'a démontré d'effets infectieux ou toxiques; et
- que *C. purpureum* est intolérant à des températures dépassant les 37°C.

L'utilisation de Myco-Tech™ à titre de phytocide ne présente aucun danger pour les oiseaux ou les mammifères présents dans l'environnement.

Étant donné ces faits et, qu'en plus, *C. purpureum* ne peut se développer en milieu aquatique et qu'aucun cas de toxicité, de maladies ou d'infection n'a été rapporté sur des organismes aquatiques, Santé Canada (2002) a également conclu que l'utilisation de Myco-TechTM ne présente pas de risques pour le milieu aquatique.

Finalement, les mêmes conclusions ont été obtenues en regard des populations d'arthropodes et non-arthropodes (Santé Canada, 2002). L'utilisation de Myco-TechTM ne présente pas de risques d'avoir des effets négatifs sur ces populations d'organismes présents dans le milieu naturel. De plus, étant donné le rôle que joue *C. purpureum* comme décomposeur de la matière organique, son utilisation à titre de phytocide risque même d'avoir des effets bénéfiques sur les populations d'organismes invertébrés utilisant cette matière en décomposition comme habitat.

f) **Le sort et le cheminement du phytocide et de ses produits de dégradation entre le moment de l'épandage et son accumulation finale dans la chaîne alimentaire ou son élimination**

Aucune information n'a été recensée à ce sujet dans la littérature.

4.3.3.2 **Impacts sociaux**

a) **Les effets sur les milieux visuels**

L'effet visuel de l'application de Myco-TechTM se compare à celui obtenu par le dégagement mécanique conventionnel et à celui d'un dégagement à l'aide de phytocides. En effet, comme le produit est appliqué en même temps que le dégagement mécanique, l'aspect visuel du site est automatiquement modifié par le traitement. C'est plutôt en regard du retour de la compétition par rejets de souche dès l'année suivante que le paysage diffère. Dans la mesure où le produit s'avère efficace sur les espèces en présence, le nombre de tiges à l'hectare devrait être moins élevé et les tiges présentes devraient présenter pour la plupart, selon le fabricant du produit, une certaine décoloration, symptôme de leur attaque par le champignon. Cet effet sur la végétation est toutefois dépendant de l'efficacité du traitement qui est lui-même fonction de plusieurs facteurs environnementaux tels que discuté plus tôt.

b) **Les effets sur les activités de plein air**

Étant donné le très faible niveau de toxicité de ce phytocide biologique, les effets de ce traitement se limitent aux mêmes impacts que ceux associés au dégagement en général tel que présenté à la section 4.2.1.2.b ainsi que ceux associés au dégagement mécanique tel que présenté à la section 4.2.5.2.b

c) **Les impacts sur la santé et la sécurité des travailleurs et des populations environnantes ou utilisatrices du territoire**

Des études toxicologiques ont démontré que Myco-TechTM constitue un produit faiblement toxique lorsqu'en contact avec la peau. Bien que peu probable, la contamination par voie orale a également été examinée et il s'est avéré que celle-ci était non toxique. Finalement, comme l'émission de spores constitue la seule voie aérienne par laquelle il est possible pour le produit d'entrer en contact avec le système respiratoire chez l'homme et les animaux, et que cette étape de développement surviendra bien longtemps après l'application du produit, il n'existe que de très faibles chances que cette exposition puisse se produire. De plus, celle-ci sera inférieure à celle pouvant se produire de façon naturelle.

d) Les risques toxicologiques des phytocides et ses produits de dégradation

Selon des tests toxicologiques réalisés par des laboratoires indépendants, il est apparu que Myco-Tech™ (Mycoforestis 2003b) :

- Présente un niveau bas de toxicité par voie orale et n'est pas un agent pathogène, ni infectieux;
- Présente un niveau bas de toxicité par exposition à la peau et n'est pas un irritant pour les yeux ou la peau;
- DL₅₀ orale (avec *C. purpureum* (HQ1) 3.1 x 10⁶ cfu/mL) : 5 g/Kg;
- Toxicité aiguë au niveau de la peau (avec Myco-Tech™ 105 cfu/mL) : 2 g/Kg

En résumé, ni le concentré de mycélium, ni la formulation n'ont démontré d'effets négatifs au niveau de la toxicité, de l'irritation ou d'effets infectieux (Mycoforestis 2003). Voir annexe 21 pour le résumé des résultats de tests de toxicité et d'infectiosité de *C. purpureum*.

4.4 Atténuation des impacts

4.4.1 Atténuation des impacts généraux associés au dégagement

Au niveau du paysage forestier, la communauté scientifique considère de plus en plus que la volonté d'atténuer les impacts des opérations forestières doit s'exprimer à travers une planification des activités basée sur le portrait du paysage présent avant la venue de l'exploitation forestière industrielle. Ce portrait devrait permettre d'établir des patrons de distribution et de proportion des superficies forestières au stade jeune qui devrait être présent sur le territoire. Au niveau local et de façon concrète, cela sous-entend d'attendre que l'implantation de la régénération et les effets du dégagement sur un parterre de coupe soient presque disparus avant d'entreprendre la coupe de peuplements matures contigus.

Une telle approche a aussi pour effet potentiel de diminuer l'impact du dégagement sur la qualité de l'habitat d'un grand nombre d'espèces fauniques. La planification des activités de récolte, et ultérieurement de dégagement, doit donc être orientée de sorte à laisser des portions non traitées adjacentes à des portions traitées dans les mêmes secteurs. En regard des impacts sur la faune, il a également été soulevé, lors de la consultation publique, que l'application de phytocide présentait l'avantage de créer moins d'obstacle au déplacement de la faune en comparaison au dégagement mécanique. En effet, le dégagement mécanique génère beaucoup de déchet sur le parterre et crée des souches basses sur lesquelles la grande faune peut se blesser.

Dans le cas de grandes superficies de plantation (> 40 ha), instaurer une modalité de conservation d'îlots non traités où la composition et la dynamique de compétition naturelle pourront s'exprimer (ex : phénomène d'autoéclaircie naturelle).

Dans le cas des milieux riverain, étant donné qu'il n'y a pas de récolte, sinon qu'une récolte partielle, les impacts potentiels du dégagement de la régénération y sont relativement très limités. De plus, dans la mesure où aucun arrosage n'est effectué dans les zones tampons des milieux riverains et autres zones sensibles, le dégagement mécanique qui peut y être effectué pourrait être fait selon des mesures spéciales. Ainsi, des modalités d'application concernant la conservation de certaines espèces pourraient être orientées comme suit (inspirées des méthodes d'atténuation pour l'éclaircie précommerciale, MRN 2002) :

- conserver tous les arbustes, arbrisseaux et autres espèces végétales qui ne nuisent pas aux tiges à éclaircir;
- protéger en priorité les tiges des essences secondaires comme le thuya ou le pin blanc et le bouleau jaune.

4.4.2 Atténuation des impacts associés à l'utilisation de phytocides

4.4.2.1 Atténuation des risques généraux reliés à l'utilisation de phytocides

Il faut toujours chercher à appliquer la quantité et les concentrations minimums permettant d'atteindre les objectifs visés. Pour aider à atteindre cet objectif, les auteurs Willoughby *et al.* (Popular summaries, 2002) suggèrent d'ajouter des marqueurs (colorants) aux préparations de phytocides afin de permettre aux opérateurs de juger rapidement de la qualité de l'application (tableau 56). Bien que l'utilisation de ces marqueurs puisse réduire l'efficacité des phytocides lorsque ceux-ci sont utilisés à faible concentration, les auteurs soutiennent que l'utilisation d'un colorant comme le « Dysol Turquoise ¹¹ » constitue un moyen applicable immédiatement pour permettre d'améliorer la qualité des applications et réduire les quantités de phytocides utilisées. Bien qu'elle ne soit pas applicable à une application aérienne, cette technique est intéressante dans le cas d'un arrosage terrestre.

¹¹ 50% eau – 50% erioglaucone, couleur bleu acide 9, CI 42090

Tableau 56 Exemple de marqueurs potentiellement utilisables (tiré de Boateng, 2002)

MARQUEUR	RATIO DE MÉLANGE
Basazol Blue	1 partie de “Basazol Blue” dans 1000 parties de solution Augmenter ou diminuer le mélange pour atteindre l’objectif désiré
Basazol Red	1 partie de “Basazol Red” dans 1000 parties de solution Augmenter ou diminuer le mélange pour atteindre l’objectif désiré
Bulls Eye pour application aérienne et terrestre	125-400 ml de “Bulls Eye” par 20-100 litres de solution
Pistolet applicateur ou Boom	125-250 ml de “Bulls Eye” par 100 litres de solution
“Spot gun”	40 ml de “Bulls Eye” par 5 litres de solution

S’il arrive que certains secteurs prévus pour les opérations d’arrosage soient situés à proximité de chalets, un plan de communication spécial devra être élaboré et présenté aux propriétaires de chalets concernés, de manière à les informer des travaux prévus, et prendre les mesures nécessaires pour limiter au maximum les impacts de l’arrosage de phytocides sur la qualité de l’eau qu’il prélève. La principale mesure consistera bien évidemment à établir une zone tampon d’au moins 30 mètres tout autour du secteur concerné.

4.4.2.2 Moyens pour se débarrasser le plus écologiquement possible des contenants de phytocides après usage

(Inspiré de Boateng, 2002)

1. Les contenants vides doivent être considérés tout aussi potentiellement dangereux pour l’environnement et l’homme que ne l’étaient les produits qu’ils contenaient;
2. Réaliser un rinçage triple ou un rinçage à pression (sauf dans le cas des emballages en papier et carton où le rinçage est simple). S’assurer que l’eau rince bien tous les coins du contenant puis transférer l’eau de rinçage dans les dispositifs d’arrosage afin de réutiliser cette eau lors des prochains arrosages;
3. Lorsqu’il est indiqué sur les contenants que ceux-ci peuvent être retournés ou réutilisés :
 - Entreposer les contenants dans un local sécurisé d’où ils seront par la suite envoyés au fournisseur ou au fabricant;
 - Ne pas rincer, tenter d’ouvrir ou de percer les contenants;
 - Ceux-ci doivent être retournés dans le respect des indications présentées sur l’étiquette;
 - Dans le cas où on ne désire pas les retourner, voir point 4.
4. Lorsque les contenants ne peuvent être recyclés ceux-ci doivent être rendus inutilisables (percés ou écrasés), être entreposés dans un local sécurisé d’où ils seront par la suite envoyés à un site d’enfouissement approprié. Ce site doit répondre aux règlements en vigueur dont voici tout de même quelques principes de base à respecter :
 - Enfouir profondément dans le sol, mais à plus de 2 à 3 m de la roche mère pour éviter les mouvements latéraux des nappes près de celle-ci;
 - Le site doit se trouver sur un terrain plat ou présentant une légère pente, très loin de toutes sources d’eau potable et à plus de 150 mètres de bétail et de leur source d’approvisionnement en eau.

4.4.2.3 Atténuation des risques pour la santé des populations environnantes

La mise en place de précautions minimales visant à informer, à grande échelle et sur les sites mêmes d'application, la population de la tenue d'activités d'épandage de glyphosate constitue un moyen efficace de limiter les risques pour la santé humaine. Sur les sites d'application, les affiches devront présenter les informations suivantes tel que stipulé dans le code de gestion des pesticides :

1. au haut de l'affiche, la mention « TRAITEMENT AVEC PESTICIDES »;
2. sous la mention précédente, un pictogramme indiquant l'interdiction de cueillir des végétaux à des fins de consommation dans l'aire traitée;
3. sous le pictogramme, les mentions suivantes :
 - i. « Ingrédients actifs : »
 - ii. « Numéro d'homologation : »...
 - iii. « Titulaire du permis ou agriculteur ou aménagiste forestier : »
 - iv. « Adresse : »
 - v. « Numéro de téléphone : »
 - vi. « Numéro de certificat : »
 - vii. « Titulaire de certificat : (initiales) : »
 - viii. « Centre Anti-Poison du Québec : »
 - ix. « Date de l'application : »

Avec, pour chacune des mentions indiquées ci-dessus, les renseignements concernant le nom commun de l'ingrédient actif du pesticide utilisé, le numéro d'homologation du pesticide, le nom du titulaire de permis, son adresse et son numéro de téléphone, le numéro de certificat de la personne qui est responsable de l'exécution des travaux, son nom et l'apposition de ses initiales, le numéro de téléphone du Centre Anti-Poison du Québec et la date de l'application du pesticide. L'affiche demeurera en place tant que la période de cueillette des végétaux comestibles qui croissent dans l'aire traitée n'est pas terminée.

En effet, par mesure de précaution, l'application de phytocides sur une superficie forestière entraîne l'interdiction de fréquenter celle-ci pour une période de 1 semaine suivant l'application ou même boire de l'eau prélevée à proximité de ces lieux. La cueillette de petits fruits sera, quant à elle, interdite pour le reste de la saison afin de s'assurer de limiter au maximum les risques de contamination.

4.4.2.4 Atténuation des risques pour la santé des travailleurs (adapté de Dow Agro Sciences, 2003)

Dans le cas d'arrosage aérien, ne pas permettre au pilote de mélanger les produits chimiques qui seront embarqués à bord de l'appareil. Il peut toutefois charger des produits chimiques prémélangés contenus dans un système fermé. De plus, il serait préférable que le pilote puisse établir une communication à chaque emplacement traité au moment de l'épandage.

Le personnel au sol de même que les personnes qui s'occupent des mélanges et du chargement doivent porter des gants, des combinaisons et des lunettes ou un masque les protégeant contre les produits chimiques durant le mélange des produits, le chargement, le nettoyage et les réparations. Lorsque les précautions recommandées pour l'opérateur sont plus strictes que les recommandations générales qui figurent sur les étiquettes pour épandage avec pulvérisateur terrestre, suivre les précautions les plus rigoureuses.

Tout le personnel doit se laver les mains et le visage à grande eau avant de manger et de boire. Les vêtements protecteurs, la cabine de pilotage des avions et des véhicules doivent être décontaminés régulièrement.

4.4.2.5 Atténuation des risques en lien avec des déversements accidentels

Mettre en place une procédure d'urgence en cas de déversement.

En cas de déversement important, il faut informer la population du lieu de l'accident et des mesures à prendre pour assurer la sécurité du public.

Pour plus de détail voir section 5.4.1

4.4.2.6 Atténuation des risques en lien avec l'entretien des appareils d'application utilisés

(Adapté de Boateng, 2002)

1. Le meilleur endroit pour réaliser le nettoyage des appareils constitue le site d'application;
2. Toujours porter les vêtements de protection adéquats pour le produit manipulé (voir étiquette du produit pour plus de détails);
3. Ne jamais porter une partie de l'appareillage à sa bouche pour en dégager le conduit en soufflant;
4. Les pulvérisateurs doivent être nettoyés entre l'utilisation de produits de différentes natures, lorsque de l'huile s'accumule à la sortie du pulvérisateur ou à la fin de la saison;
5. Respecter les indications de nettoyage présentées sur l'étiquette;
6. Utiliser une huile légère pour réaliser le nettoyage en fin de saison afin d'appliquer une fine couche protectrice dans les conduits de l'appareillage.

4.4.2.7 Atténuation des risques liés à la dérive et les applications hors cible

Afin de minimiser les risques associés à la dérive des gouttelettes lors de l'application, il faut s'assurer d'utiliser des instruments adaptés (buses, rampe, etc.) et de réaliser les travaux d'application dans des conditions atmosphériques appropriées (taux humidité > 50%, etc.) avec un vent le plus faible possible.

(Adapté de Boateng, 2002)

1. Utiliser la méthode d'application la plus appropriée pour le site concerné et faire exécuter le travail par des ouvriers possédant suffisamment d'expérience et de jugement;
2. Arroser uniquement si les vents soufflent dans la direction opposée aux zones sensibles et que les conditions météo sont adéquates :
 - la vitesse du vent < 8 km/h;
 - l'humidité relative > 50 % (donc, humidité élevée);
 - la température < 24^oc (souvent tôt le matin ou en fin de journée, donc, température fraîche);
 - la pulvérisation précède la pluie d'au moins 2 heures, l'arrosage peut reprendre après la pluie lorsque l'eau ne s'égoutte plus du feuillage.
3. Arroser le plus près de la végétation possible;

4. Mettre en place des zones tampons afin de protéger les milieux sensibles;
5. Utiliser des additifs antidérives dans les mélanges de phytocides dans les situations décrites dans les manuels des produits.

4.4.2.8 Atténuation des risques d'impacts sur les espèces vivant dans les milieux humides et aquatiques

Au niveau des reptiles et amphibiens, on ne peut considérer qu'il existe une période de l'année qui soit moins dangereuse qu'une autre quant aux probabilités d'altération des processus de développement chez les espèces évoluant dans les milieux aquatiques ou près de ceux-ci. En effet, le développement d'un grand nombre de ces espèces est dépendant des conditions climatiques ayant lieu au cours d'une année ou même sur plusieurs années. Ainsi, à tout moment, il est possible de retrouver dans ces milieux des espèces en développement et donc sensibles, de par leur immobilité, aux applications de phytocides. Même adultes, les amphibiens, de par leur mode de respiration à travers leur peau, sont sensibles à la contamination du milieu aquatique.

Certaines mesures doivent donc être prises pour limiter les risques :

1. Appliquer les concentrations minimales requises afin de limiter au maximum les dangers de lessivage;
2. Toutes les précautions possibles devront être prises afin d'empêcher l'arrosage direct de cours d'eau (permanent ou intermittent);
3. Mettre en place des zones tampons à proximité de tous les cours ou plans d'eau.

Selon une étude réalisée en Colombie-Britannique (Wan, 1989 in USDA, 2000), l'utilisation de zones tampons est suffisante pour limiter la présence du glyphosate dans le milieu aquatique. Au cours de cette expérience, de très faibles concentrations de glyphosate furent parfois retrouvées dans les cours d'eau suivant la première grosse pluie faisant suite à l'application de glyphosate près d'une zone tampon. Par contre, là où le glyphosate a été appliqué sans zone tampon et même au-dessus des cours d'eau, de fortes concentrations de glyphosate ont été détectées après de fortes pluies jusqu'à trois semaines suivant l'arrosage. Dans ces cas, des concentrations de glyphosate et d'AMPA étaient retrouvées dans les sédiments des cours d'eau jusqu'à un an après le traitement. Par contre, ces concentrations ne pouvaient pas facilement être relâchées dans l'eau, parce que fortement adsorbée par les sédiments. Ainsi, si les précautions concernant les zones tampons près des lacs et cours d'eau ne sont pas respectées ou si des particules de sol ou de végétation traitées se retrouvent en contact avec l'eau, il se peut que l'on retrouve du glyphosate dans l'eau. Toutefois, les maximums retrouvés dans de tels cas ont été de 11 µg/l suite à une application aérienne et de 4 µg/l suite à une application terrestre. Ces concentrations sont bien en deçà des minimums retenus pour juger de la qualité de l'eau.

Une autre étude portant sur l'utilisation de Garlon 4® et le Tordon® (Prud'Homme, 1999) a conclu qu'un périmètre de protection de 10 mètres protège adéquatement les petits cours d'eau de moins de 3 mètres de largeur et permet de préserver la qualité du milieu aquatique.

Finalement, il ne faut jamais appliquer de produits dans un secteur se trouvant dans une zone inondable. Cette précaution vise à éviter le lessivage de particules de sol ou de végétation ayant été en contact avec le phytocide et son transport en dehors du lieu d'application. La délimitation de la zone de protection des cours d'eau et plans d'eau devrait donc tenir compte de la limite naturelle des hautes eaux dans le cas où celle-ci est supérieure à la bande exigée par le ministère de l'Environnement (60 mètres, si appliqué par un dispositif circulant à plus de 5 mètres du sol et 30 mètres dans le cas contraire).

Dans le cas de Myco-techTM, pour toutes les raisons mentionnées dans la section traitant des impacts environnementaux (section 4.3.3), il a été établi qu'il n'était pas nécessaire de mettre en place de zones tampons entre les secteurs traités à l'aide de Myco-TechTM et les secteurs adjacents (Santé Canada, 2002).

4.4.3 Atténuation des impacts associés à l'arrosage aérien de phytocide

4.4.3.1 Modalités et mesures de protection des sols, des rives, des eaux de surface et souterraines, de la flore, de la faune et de leurs habitats, incluant les mesures temporaires

Afin de limiter les dangers d'impacts lors de l'arrosage aérien de phytocides, il est important d'appliquer les pratiques suivantes (ces précautions sont inspirées de celles présentées dans la documentation de Monsanto, 2003) :

- S'assurer d'utiliser des cartes fidèles et à jour;
- Lors d'un premier passage au-dessus de la superficie à être arrosée, s'assurer d'identifier correctement les limites du bloc à traiter, la présence de zones tampons et la localisation des milieux sensibles avoisinants;
- Utiliser un système de localisation par GPS afin d'assurer un arrosage précis et permettant d'identifier rapidement les secteurs d'arrosage hors cibles ou non arrosés;
- Afin de profiter de la température fraîche, planifier l'arrosage des superficies les plus en altitude tôt le matin;
- Suivre les indications du fabricant au niveau de la calibration des appareils d'arrosage.

La largeur de la bande riveraine nécessaire pour jouer le rôle d'interception varie grandement en fonction de la porosité du couvert. Des outils existent déjà pour prévoir la dérive de produits appliqués de façon aérienne et de nouveaux modèles sont actuellement en développement aux États-Unis afin de prévoir les largeurs de bandes riveraines nécessaires pour garantir la protection des cours d'eau face à la contamination (Teske et Ice, 2003). Ces résultats pourront, dans le futur, être intégrés aux systèmes de navigation afin de limiter encore plus les dangers d'application de produit hors cible.

4.4.3.2 Particularités lors de l'application des phytocides

Dans le cas d'une application par voie aérienne, la réalisation d'un premier passage à sec au-dessus de la zone à traiter permet de s'assurer de l'absence de milieu sensible non cartographiés tel que des plans d'eau ou de cours d'eau nouvellement créés.

Aussi, afin de limiter les risques de dérive, certaines précautions peuvent être prises lors des applications, de type terrestre ou aérien (adapté de Dow AgroSciences, 2003 et Boateng, 2002) :

1. Ne pas pulvériser le phytocide sylvicole quand la vitesse et la direction du vent peuvent entraîner un risque de dérive.
2. Ne pas appliquer le phytocide si la vitesse du vent est supérieure à 16 km/h. Des vents en deçà de 8 km/h sont plutôt recherchés.
3. Ne pas appliquer le phytocide à plus de 30 m au-dessus de la végétation visée.
4. Effectuer la pulvérisation aérienne le plus près possible du sol tout en assurant une couverture adéquate.
5. Utiliser les pressions les plus faibles de la gamme recommandée par le fabricant de buses pour la pulvérisation par hélicoptère. Utiliser les pressions les plus élevées de la gamme recommandée par le fabricant de buses pour la pulvérisation par avion à voilure fixe mais jamais supérieure à 235 kPa.
6. Choisir une rampe mesurant moins de 75 % de l'envergure des ailes de l'avion ou des hélices de l'hélicoptère.

7. Comme les grosses gouttelettes sont moins susceptibles à la dérive, on recommande d'éviter les systèmes de pulvérisation et les réglages qui assurent la pulvérisation d'un grand volume de fines gouttelettes. De plus, il faut éviter les pressions et les types de buses qui amènent la formation de fines particules (brume). Pour la pulvérisation aérienne du phytocide sylvicole Release®, on recommande notamment l'emploi de rampes équipées de buses à jets coniques pleins ou à pastilles conventionnelles pour grosses gouttelettes (D8-46 ou D10-46), de buses à jets droits (D6 ou D8) ou de rampes Microfoil ou Thru-Valve. Les buses à jets coniques pleins ou à disques conventionnels devraient être dirigées directement vers l'arrière ou le bas, à un angle de moins de 30 degrés.
8. Ne pas procéder à une pulvérisation aérienne s'il y a inversion de la température de l'air. Cette condition est caractérisée par peu ou pas de vent et une température de l'air inférieure près du sol. Choisir une méthode pour détecter les mouvements de l'air, les conditions du temps ou les inversions de température (air stable); utiliser notamment un avion de repérage, des ballons ou une colonne de fumée à l'endroit ou près de l'endroit où l'on pulvérise la bouillie.

4.4.3.3 Détermination de zones de protection adéquates pour les zones sensibles

La mise en place de zones tampons constitue une des façons les plus efficaces d'éviter que les milieux sensibles comme les cours d'eau, les plans d'eau ou les zones fréquentées soient l'objet d'un contact avec les produits appliqués. Les largeurs de bandes qui seront utilisées varient en fonction des types de milieu

TYPE DE ZONE	LARGEUR DE LA ZONE TAMPON
Zone habitée	100 mètres
Cour d'eau ou plan d'eau	60 mètres
Autres sites jugés sensibles ¹²	60 mètres

L'entreposage, la préparation et l'application d'un phytocide sont interdits à moins de :

- 100 mètres d'une installation de captage d'eau servant à l'alimentation d'un réseau d'aqueduc;
- 30 mètres de toute installation de captage d'eau de surface ou d'eau souterraine destinée à la consommation humaine.

Aucune application de phytocides en tout temps dans les premiers 200 mètres entourant le site d'une héronnière et dans les 300 mètres suivants durant la période de l'année comprise entre le 1er avril et le 31 juillet.

4.4.4 Atténuation des impacts associés à l'arrosage terrestre de phytocides

Pour minimiser le risque de dérive (Tiré de Dow AgroSciences 2003 et Boateng, 2002) :

1. Utiliser un système de buses à grosses gouttelettes pour pulvériser le produit;
2. Employer un système de buses anti-dérives RADIARC® ou un additif anti-dérive NALCO-TROL® ou un équivalent;
3. Placer la rampe de pulvérisation le plus bas possible;
4. Ne pas dépasser la pression requise afin d'obtenir le bon calibre de pulvérisation pour les plantes visées. Pour les systèmes à haute pression, ne pas excéder 275 kPa;

¹² Zone jugée comme sensible par le promoteur, les municipalités ou reconnue comme sensible au sens de la loi comme par exemple les héronnières ou l'habitat du castor.

5. Ne pas appliquer le phytocide lorsque la vitesse et la direction du vent présentent un risque de dérive. Pulvériser la bouillie lorsque la vitesse du vent est faible;
6. Viser directement la végétation sans jamais dépasser la cime de celle-ci;
7. Dans le cas d'applicateurs portatifs, ne pas les utiliser si la végétation fait plus de 2 mètres de hauteur.

4.4.4.1 Modalités et Mesures de protection des sols, des rives, des eaux de surface et souterraines, de la flore, de la faune et de leurs habitats, incluant les mesures temporaires

Afin de limiter les dangers d'impacts lors de l'arrosage terrestre de phytocides, il est important d'appliquer les pratiques suivantes (ces précautions sont inspirées de celles présentées dans la documentation de Monsanto, 2003) :

- S'assurer d'utiliser des cartes fidèles et à jour;
- Avant d'effectuer les travaux, s'assurer d'identifier correctement les limites du bloc à traiter, la présence de zones tampons et la localisation des milieux sensibles avoisinants;
- Afin de profiter de la température fraîche, planifier l'arrosage des superficies les plus en altitude tôt le matin;
- Suivre les indications du fabricant au niveau de la calibration des appareils d'arrosage.

Pour le cas des traverses de cours d'eau, utiliser des pontages temporaires afin d'éviter d'altérer le lit de celui-ci.

4.4.4.2 Utilisation d'équipements de protection et de sécurité

Le port des vêtements de protection tel que recommandé sur les étiquettes des produits s'avère essentiel (tableau 57).

Tableau 57 Vêtements de protection à utiliser lorsqu'il y a manipulation de phytocides (adapté de Boateng, 2002)

MATÉRIEL	IMMÉDIATEMENT APRÈS CONTAMINATION	APRÈS CHAQUE JOUR DE TRAVAIL
A. Gants	Avec tout contact avec de l'herbicide non dilué, le gant doit être nettoyé à grande eau à l'intérieur de 10 minutes après contamination.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Laver l'intérieur et l'extérieur des gants avec du savon et de l'eau 2. Rincer à grande eau avec de l'eau propre 3. Surveiller les fuites dans les gants, remplissez les gants avec de l'eau propre et presser. Tous les gants qui ont des fuites devraient être jetés. 4. Essuyer les gants à l'intérieur et à l'extérieur après le nettoyage. Éviter les rayons directs du soleil et les chaleurs extrêmes.
Pour une pratique sécuritaire, les gants doivent être rincés à grande eau avant de les enlever. Se laver les mains après avoir enlevé les gants.		
B. Bottes en caoutchouc	Laver avec de l'eau.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Laver la partie extérieure des bottes avec de l'eau. 2. Laisser sécher l'intérieur et l'extérieur des bottes.
C. Pantalons imperméables à	Les parties de vêtements très contaminées doivent être bien rincées avec de l'eau. Si la	<ol style="list-style-type: none"> 1. Laver avec de l'eau et du savon.

l'eau et à l'huile, veste et combinaison	contamination est avec de l'herbicide concentré, enlever les vêtements immédiatement et les laver les avant réutilisation. (N.B. Le néoprène gonfle et devient visqueux lorsqu'il est en contact avec de l'eau savonneuse et certains herbicides.	
D. masques		<ol style="list-style-type: none"> 1. Enlever la partie filtrante. 2. Nettoyer le masque avec de l'eau chaude et du détergent doux, rincer et sécher à l'air. 3. Stériliser après le nettoyage avec du désinfectant domestique.
Notes : <ul style="list-style-type: none"> - Ne pas essayer de laver les masques, gants ou vêtements jetables. - Des gants de caoutchouc doivent être utilisés pendant tout le processus de nettoyage. - Prenez soin d'éviter un contact avec la peau lors du retrait du matériel et des vêtements. - Considérer tous vêtements portés pour le mélange ou l'application de pesticide comme étant contaminés. - Le matériel en cuir (ceinture, bracelet et bottes) qui est contaminé par des pesticides concentrés doit être jeté. 		

PROCÉDURE POUR LAVER DES VÊTEMENTS CONTAMINÉS PAR DES HERBICIDES

GÉNÉRALE	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Toujours inclure une note de nettoyage lors d'une activité employant de l'herbicide 2. Considérer tous vêtements portés pour le mélange ou l'application de pesticide comme étant contaminés. 3. Lire l'étiquette sur le contenant de l'herbicide avant de commencer le nettoyage de vêtements contaminés. 4. Manipuler les habits contaminés par pesticides avec des gants de caoutchouc et entreposer les vêtements dans un sac avant de les laver. 5. Les vêtements de travail doivent être placés à part des autres vêtements à laver. 6. Laver les habits le plus rapidement possible, les résidus sont plus faciles à enlever avant d'être complètement secs. 7. Le lavage des vêtements doit être fait à la fin de chaque jour de travail après le nettoyage et l'entreposage de l'équipement. 8. Utiliser un détergent puissant à base de phosphate. 	<p>Ne pas utiliser de détergent blanchissant et avec de l'ammoniaque. Ils ne sont pas efficaces pour retirer les contaminations aux pesticides. (les agents de blanchissage et l'ammoniaque réagissent sous une forme de gaz chlorotique toxique)</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Utiliser des habits jetables lors du nettoyage de vêtements contaminés aux pesticides. 10. Si des vêtements autres que des bottes de caoutchouc et gants sont très contaminés, ne les lavez pas, débarrassez-vous-en de manière appropriée. Certains vêtements ne peuvent pas être complètement nettoyés. 11. Toujours garder les habits contaminés à part du linge < normal > familial durant et après le lavage. 12. Laver seulement quelques habits à la fois. Ne pas surcharger la machine à laver. 13. Vous devez amidonner les vêtements comme mesure de protection supplémentaire. L'amidonage des vêtements peut prévenir le transfert de pesticides à la peau.
Marche à suivre <ol style="list-style-type: none"> 1. Utiliser un additif sur les parties contaminées. 2. Prérincer ou pré savonner dans un contenant approprié (machine à laver, Bac ou un sceau). 3. Laver à la machine. 4. Laver avec beaucoup d'eau chaude. Positionner la machine à laver à eau chaude (60°C) au cycle le plus haut et normal (12 minutes). 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Répéter le nettoyage deux à trois fois. 6. Laver la machine après utilisation : *Rincer à grande eau après avoir lavé des vêtements contaminés. Pour ce faire, la machine doit être mise en marche sans vêtements avec de l'eau chaude et du détergent à vêtement. <p>* Essuyer l'intérieur de la machine avec de l'alcool à friction (isopropyl alcool) pour plus de protection.</p>

Reference;
Easley, Carole Bryan, Joan Laughlin and Roger Gold. 1984.
Laundering Pesticide Contamination Clothing. Pennsylvania Flower Growers Bulletin. Jan.
1984; pp. 15-16

4.4.5 Atténuation des impacts associés au dégagement mécanique

4.4.5.1 Modalités et mesures de protection des sols, des rives, des eaux de surface et souterraines, de la flore, de la faune et de leurs habitats, incluant les mesures temporaires

Outre les mesures déjà mentionnées quant à l'atténuation des impacts reliés au dégagement en général, il n'y a pas de modalités particulières en application.

4.4.5.2 Choix de la période des travaux

Le bruit qui est associé aux activités de dégagement mécanique constitue le principal impact qui distingue l'utilisation de cette méthode sur une autre. Afin de limiter l'impact sonore des débroussailleuses sur la faune, il serait possible de planifier la réalisation des travaux de sorte à prioriser les activités de dégagement mécanique près de zones de chasse reconnues (ex : dans une ZEC) en dehors des périodes de chasse à l'original ou au chevreuil. De cette façon, les activités humaines en lien avec la présence de cette faune seraient peu ou pas perturbées.

4.4.5.3 Détermination de zones de protection adéquates pour les zones sensibles

Outres les recommandations présentées à la section 4.4.1, aucune zone de protection ne s'avère nécessaire dans le cas de la réalisation d'un dégagement mécanique.

4.4.5.4 Respect des normes de sécurité et utilisation d'équipements de protection conformes

Afin de minimiser les risques encourus par les travailleurs dans le cadre de la réalisation des activités de dégagement, ceux-ci doivent respecter les consignes suivantes (adaptées d'un fascicule produit à l'attention des débroussailleurs; CSST, 2000) :

- Porter l'équipement de protection individuelle approprié à la tâche à accomplir;
- Utiliser un matériel conforme aux normes de santé et de sécurité;
- Signaler à l'employeur les pièces d'équipement de protection individuelle qui ne sont plus conformes aux normes de sécurité;
- Avoir sur lui, en tout temps, un pansement compressif;
- S'assurer que les dispositifs de sécurité de la débroussailleuse sont en bon état et qu'ils n'ont fait l'objet d'aucune modification;
- Signaler à son employeur, ou à son représentant, tous les dangers ou risques inhabituels liés à sa tâche, aux outils, aux machines ou à tout équipement dont il doit se servir, ainsi que ses allergies, le cas échéant;
- Connaître le protocole d'évacuation des blessés et savoir utiliser le système de communication;
- Stationner son véhicule aux endroits sécuritaires;

- Prendre les mesures nécessaires pour assurer sa santé, sa sécurité et son intégrité physique.

De son côté, le promoteur du projet de dégagement de la régénération devra s'assurer que (adapté d'un fascicule produit à l'intention des débroussaillieurs; CSST, 2000) :

- Les travailleurs ont reçu la formation adéquate et qu'ils ont pris connaissance du contenu du guide produit à l'attention de ceux-ci, ainsi que des tâches à effectuer;
- Il y a un responsable des travaux sur les lieux;
- L'équipement qu'il fournit aux travailleurs satisfait aux normes;
- Les travailleurs portent l'équipement de protection individuelle requis pour les tâches à effectuer;
- Les travailleurs exécutent leurs tâches en respectant les consignes énoncées dans le guide produit par la CSST;
- Personne ne travaille seul, à moins qu'un programme de surveillance n'ait été mis sur pied : ronde de vérification deux fois par jour ou moyen de communication;
- Les trousseaux de premiers secours sont en tout temps disponibles à proximité des lieux de travail. Elles doivent être complètes et contenir des produits pharmaceutiques contre les piqûres d'insectes et autres allergies (choc anaphylactique);
- Les travailleurs doivent avoir reçu la formation adéquate pour utiliser ces produits pharmaceutiques.
- On peut se procurer rapidement une planche dorsale ou une civière sur le lieu de travail;
- Un système de communication efficace permet en tout temps d'accéder à un service de premiers secours conformément au protocole d'évacuation des blessés établis;
- Un nombre suffisant de secouristes soit disponible en tout temps (la norme étant de 1 secouriste pour 5 travailleurs);
- De fournir au travailleur un hébergement conforme au guide intitulé « Campements temporaires en forêt » ou un moyen de transport adéquat, conforme au Code de la sécurité routière et à ses règlements.

4.4.5.5 Favoriser la santé des travailleurs

- Choix de moteurs avec de plus faibles consommations en carburant;
- Choix des moteurs offrant une meilleure combustion des carburants;
- Utilisation de dispositif limitant la vibration;
- Utilisation de dispositif limitant le bruit;
- Utilisation d'huile de lubrification végétale.

4.5 Choix de la variante optimale

En fonction de toutes les informations recueillies et ayant servi à documenter les sections précédentes, les tableaux suivants présentent la cotation finale attribuée à chacun des modes de dégagement (tableau 59) et des phytocides (tableau 60) en regard des critères d'évaluation pertinents. Cette cotation a pour but de déterminer de la façon la plus objective possible la meilleur approche sylvicole pour atteindre les objectif de dégagement et de préparation de terrain en fonction de l'information disponible à ce jour et des critères établis au départ (voir section 1.5)

Afin d'exprimer l'importance relative de chacun des critères d'évaluation pour la comparaison entre les modes de dégagement et entre les produits, un poids a été attribué à chacun d'eux. Ainsi les impacts environnementaux et sociaux, jugés comme étant les plus importants, se sont vus attribuer le poids le plus fort (facteur 4), suivi par les éléments d'ordre économique (facteur 3), et compléter par les éléments plus techniques d'efficacité et de faisabilité (facteurs 2 et 1).

En regard des points accordés (tableau 59), le dégagement par arrosage aérien se démarque des autres méthodes avec la cotation pondérée la plus élevée (138). Ce sont principalement les éléments d'efficacité qui font en sorte que le dégagement par arrosage aérien obtient une cote supérieure au dégagement mécanique, car la sommation des impacts environnementaux et sociaux donne un résultat identique. Le dégagement par arrosage terrestre et le dégagement mécanique obtiennent des cotes totales similaires (115 et 109). Ce sont les éléments de faisabilité qui déclasse le dégagement mécanique avec application de phytocides (104).

Tableau 59 Cotation attribuée aux différents modes de dégagement pour les critères d'évaluation pertinents

Répond au critère de façon idéale : **1** = faiblement / **2** = moyennement / **3** = fortement / **4** = totalement

CRITÈRE D'ÉVALUATION	POIDS	DAA		DAT		DM		DMP	
		Pointage	Pointage pondéré	Pointage	Pointage pondéré	Pointage	Pointage pondéré	Pointage	Pointage pondéré
Faisabilité									
Disponibilité de la main-d'œuvre nécessaire	3	4	(12)	3	(9)	2	(6)	1	(3)
Faible contrainte lié à l'accessibilité des sites	2	4	(8)	1	(2)	3	(6)	2	(4)
Faible possibilité d'accidents	2	4	(8)	3	(6)	2	(4)	2	(4)
Longue période pour réaliser les travaux	1	2	(2)	2	(2)	4	(4)	3	(3)
Faible contrainte météorologique	1	1	(1)	1	(1)	4	(4)	3	(3)
Courte durée des travaux	1	4	(4)	3	(3)	2	(2)	1	(1)
Faible difficulté d'exécution	1	4	(4)	3	(3)	2	(2)	1	(1)
Sous-total			(39)		(26)		(28)		(19)
Efficacité									
Maîtrise de la végétation cible	3	4	(12)	4	(12)	1	(3)	2	(6)
Haut taux de survie des plants	2	4	(8)	3	(6)	3	(6)	3	(6)
Faible nombre de traitements	2	4	(8)	4	(8)	1	(2)	3	(6)
Sous-total			(28)		(26)		(11)		(18)
Faibles impacts environnementaux sur :									
La qualité de l'air	4	4	(16)	3	(12)	2	(8)	2	(8)
Le milieu aquatique	4	1	(4)	2	(8)	4	(16)	4	(16)
La faune	4	3	(12)	3	(12)	2	(8)	2	(8)
Sous-total			(32)		(32)		(32)		(32)
Faibles impacts sociaux sur :									
La santé et la sécurité des travailleurs	4	4	(16)	2	(8)	2	(8)	2	(8)
Les activités de plein air	4	2	(8)	2	(8)	3	(12)	3	(12)
Sous-total			(24)		(16)		(20)		(20)
Impacts économiques :									
Forte création d'emploi	3	1	(3)	2	(6)	4	(12)	4	(12)
Faible coût à l'hectare	3	4	(12)	3	(9)	2	(6)	1	(3)
Sous-total			(15)		(15)		(18)		(15)
Bilan final (pondéré)									
		54	(138)	44	(115)	43	(109)	39	(104)

DAA : Dégagement par arrosage aérien

DAT : Dégagement par arrosage terrestre

DM : Dégagement mécanique

DMP : Dégagement mécanique avec application de phytocides

Le glyphosate et Myco-tech™ obtiennent des résultats similaires (115 versus 113) (tableau 60). Ce sont les éléments d'efficacité et de coût qui favorise le glyphosate alors que les faibles impacts environnementaux et sociaux favorisent Myco-tech™. Ce dernier ne peut toutefois être utilisé pour l'arrosage aérien.

Tableau 60 Cotation attribuée au différents phytocides pour les critères d'évaluation pertinents

Répond au critère de façon idéale : 0 = aucunement / 1 = faiblement / 2 = moyennement / 3 = fortement / 4 = totalement

Critères d'évaluation	Poids	Glyphosate		Triclopyr		Myco-Tech	
		Pointage	Pointage pondéré	Pointage	Pointage pondéré	Pointage	Pointage pondéré
Faisabilité							
Plusieurs modes d'application	2	4	(8)	4	(8)	1	(2)
Sous-total			(8)		(8)		(2)
Efficacité							
Maîtrise de la végétation en général	3	4	(12)	4	(12)	2	(6)
Maîtrise des éricacées et autres herbacées	3	3	(9)	2	(6)	0	(0)
Faible toxicité générale	2	3	(6)	2	(4)	4	(8)
Sous-total			(27)		(22)		(14)
Faibles impacts environnementaux sur :							
Le milieu aquatique	4	3	(12)	2	(8)	4	(16)
Les eaux de surface et souterraines	4	3	(12)	2	(8)	4	(16)
La faune terrestre, aquatique, aviaire et les insectes	4	3	(12)	2	(8)	4	(16)
Les espèces à dégager	4	4	(16)	3	(12)	4	(16)
Sous-total			(52)		(36)		(64)
Faibles impacts sociaux sur :							
La santé et la sécurité des travailleurs et de la population	4	3	(12)	2	(8)	4	(16)
Les activités de plein air	4	3	(12)	3	(12)	4	(16)
Sous-total			(24)		(20)		(32)
Impacts économiques							
Faibles coûts à l'hectare	1	4	(4)	3	(3)	1	(1)
Sous-total			(4)		(3)		(1)
Bilan final (pondéré)		37	(115)	29	(89)	32	(113)

DAA : Dégagement par arrosage aérien

DAT : Dégagement par arrosage terrestre

DM : Dégagement mécanique

DMP : Dégagement mécanique avec application de phytocides

À l'observation des résultats obtenus, on constate que le dégagement par arrosage aérien est la méthode qui permet la meilleure combinaison des éléments d'efficacité, de faisabilité, d'impacts environnementaux, sociaux et économiques. Le glyphosate est le produit qui répond le mieux à l'ensemble de ces critères.

4.6 Mesures compensatoires des impacts résiduels

Les mesures compensatoires sont des actions mises en place lorsque des effets négatifs irréversibles importants ou totalement inévitables ont lieu. Ces actions visent ainsi à contrebalancer les effets négatifs d'un projet par la création, par exemple, d'un milieu naturel similaire à celui détérioré dans un secteur proche de celui-ci ou ailleurs. Ces mesures sont généralement implantées lorsque des impacts importants en terme de dimension ou de portée ont lieu.

Dans le cadre du présent projet, l'approche préconisée est orientée principalement vers la mise en place de mesures d'atténuation en lien avec les impacts identifiés. Toutes ces mesures concourent à limiter le besoin de mesures compensatoires. Il est ainsi considéré que l'ensemble des mesures d'atténuation mises en place suffit à couvrir les impacts et qu'il y a peu de probabilité qu'il y est des impacts résiduels suffisamment importants pour réclamer la mise en place de mesures compensatoires.

4.7 Synthèse du programme

4.7.1 Objectifs du projet

L'objectif de ce projet est de réaliser l'entretien d'une partie de la régénération résineuse présente sur les lots boisés privés propriété de la compagnie Smurfit-Stone. Le traitement vise autant la régénération établie de façon naturelle ou issue de plantations. Le programme d'arrosage aérien de phytocides, tel que présenté dans cette étude, s'incorpore dans les scénarios sylvicoles que Smurfit-Stone privilégie dans certaines circonstances comme étant l'un des maillons importants de la chaîne des activités forestières. Celui-ci permet d'atteindre les objectifs suivants :

- 1) Maintenir le rendement soutenu des forêts;
- 2) Favoriser des retombées économiques régionales importantes;
- 3) Respecter ses engagements sociaux;
- 4) Respecter l'environnement.

4.7.2 Justifications du projet

En fonction de l'analyse de la faisabilité, de l'efficacité, des coûts, des alternatives existantes pour effectuer le dégagement ainsi que des impacts de celles-ci sur l'environnement, il est apparu que le dégagement de la régénération résineuse par l'arrosage aérien de glyphosate constituait la meilleure méthode pour atteindre les objectifs fixés.

Comme il a été établi par les suivis de plantation depuis les dernières années, environ 12 % de celles-ci nécessitent un dégagement du fait de la présence importante d'espèces concurrentes indésirables qui nuisent à la croissance des tiges résineuses. Selon le PGAF, Smurfit-Stone estime que les besoins globaux de dégagement de la régénération résineuse (plantation et régénération naturelle) s'élèvent environ à 2 000 hectares par année, sur l'ensemble de ses terrains privés (323 546 ha productifs), pour une période de 10 ans. De ce nombre, ce sont 1 000 ha, répartis en dégagement de plantation (20 %) et dégagement de peuplement naturel résineux (80 %), qui doivent être traité par arrosage aérien car ces sites ne sont pas accessibles par voie terrestre ou présentent des contraintes opérationnelles trop importantes pour rendre le traitement économiquement viable.

Les principales essences concurrentes indésirables qui envahissent les plantations ou peuplements naturels résineux sur les terrains privés de Smurfit-Stone sont parmi les espèces de compétition les plus agressives en terme de : rapidité d'installation après une perturbation, de densité de colonisation, de vitesse de croissance et de degré d'oppression auprès des espèces résineuses en place (il s'agit du peuplier faux-tremble et du bouleau blanc, et dans une moindre mesure de l'érable à épis et du cerisier de Pennsylvanie). Ces espèces ont la capacité,

en l'absence de contrôle de la végétation concurrente, d'affecter de manière significative les croissances en diamètre et en hauteur des semis d'épinette noire et blanche, qui sont les 2 principales essences concernées par des problèmes de compétition.

La compétition influence également à long terme la structure du peuplement résineux, en modifiant la distribution des diamètres des tiges le constituant. Avec la présence d'une compétition croissante, la proportion de tiges résineuses susceptibles de former les strates dominantes ou codominantes diminue. Ainsi, en l'absence de contrôle de la végétation concurrente indésirable dans les plantations ou peuplements résineux envahis, il est à prévoir des baisses importantes de rendement.

Le dégagement par application de glyphosate est plus efficace que le dégagement par moyen mécanique (ex. débroussaileuse) et ce, particulièrement lorsque les espèces compétitrices sont très agressives et en densité importante (étant donné le phénomène de rejets de souches). Le dégagement par arrosage aérien de glyphosate va également permettre de traiter des superficies qui autrement ne pourraient être traitées. Il sera ainsi possible de traiter des superficies qui auraient dû être laissées de côté soit : 1- pour des raisons économiques étant donné la difficulté de leur accès ou 2- parce que trop dangereux pour les ouvriers sylvicoles étant donné la présence importante de débris au sol dans le secteur.

4.7.3 Modalités de réalisation

4.7.3.1 Dégagement de la régénération

Les peuplements forestiers qui seront traités par arrosage aérien de glyphosate (Vision® ou Glyphos®) doivent répondre à l'ensemble des critères suivants :

- les plantations et, dans une moindre mesure, les peuplements d'origine naturelle, à production prioritaire résineuse et dont la régénération résineuse est distribuée aussi uniformément que possible;
- les peuplements envahis par une végétation concurrente abondante;
- les peuplements localisés sur les stations les plus riches et productives;
- les peuplements inaccessibles par voie terrestre (cas des peuplements qui sont uniquement accessibles par chemins d'hiver ou peuplements issus de feu, par exemple);
- les peuplements situés à des distances sécuritaires des plans d'eau, cours d'eau et villégiature;
- les peuplements de superficie suffisamment grande pour être traitables et regroupés en concentration suffisante pour justifier, économiquement, l'opération d'arrosage aérien.

L'utilisation du dégagement mécanique sera ciblée pour les zones sensibles et les secteurs ne pouvant faire l'objet d'épandages de phytocides, en raison de leur dispersion ou de leur faible taille.

L'arrosage aérien sera effectué entre le début de août et la mi-septembre. Les arrosages seront effectués à l'aide de deux aéronefs, un Piper de type PA25 et un Gipsland de type GA200, tous les deux équipés d'une rampe de pulvérisation sur laquelle sont fixées des buses. Les appareils sont également munis de système GPS assurant la qualité de la localisation des applications. Ces vols auront principalement lieu au cours de la matinée et de la fin de l'après-midi de chaque jour afin de profiter des conditions météorologiques favorables à la réalisation et à l'efficacité du traitement.

4.7.3.2 Préparation de terrain

Les sites visés par une préparation de terrain sont des peuplements touchés par le feu de 1983 ou de vieux bûchers mal régénérés. En ce qui concerne la préparation de terrain, toutes méthodes confondues, il est prévu de

traiter 740 ha/an dans les feux, et 800 ha/an dans les vieux bûchers. Smurfit-Stone évalue qu'environ 50 % de ces superficies auront à être traitées par arrosage aérien de glyphosate (Vision ® ou Glyphos®) pour des raisons d'accessibilités limitées et de la densité élevée de la végétation de compétition.

4.7.4 Principaux impacts appréhendés

À la section 4.2. il a déjà été présenté en détail l'ensemble des impacts potentiels qui sont associés aux activités de dégagement de la régénération résineuse. D'un point de vue plus général, on peut dire que le fait de réaliser ce genre d'activité en forêt présente le potentiel de générer les impacts suivants sur le milieu :

- Modification d'une partie de l'habitat de la faune terrestre et aviaire;
- Modification de la composition en essence et en structure de la forêt;
- Amélioration des conditions de croissance des tiges résineuses d'avenir.

Dans le cas de la modification de l'habitat de la faune terrestre et aviaire, ces impacts sont par contre de courte durée. En effet, le milieu naturel est en perpétuel changement et un traitement de dégagement ne fait qu'accélérer le rythme. La végétation de compétition sera, dans la majorité des cas, réapparue entre 2 et 5 ans suivant les activités de dégagement. Pendant cette période, la régénération résineuse aura toutefois eu le temps d'établir sa position dominante dans le peuplement, assurant ainsi sa survie et sa croissance en hauteur. Étant donné le portrait actuel des forêts des territoires concernées, touchées par un effeuillage généralisé, les impacts sur la modification de la composition en essence et en structure de la forêt et l'amélioration des conditions de croissance des tiges résineuses d'avenir ne sont pas considérés comme étant négatifs.

Dans la mesure où les règles de sécurité et les conditions d'applications sont respectées, aucun impact n'est à prévoir en lien avec l'utilisation du glyphosate par application aérienne. Le glyphosate est un produit peu toxique, qui n'influence que des mécanismes biologiques propres aux végétaux et dont la demi-vie dans l'environnement varie de 3 à 249 jours puisqu'il est dégradé par les micro-organismes. Seule l'interdiction de circuler dans les superficies traitées pour une période d'une semaine suivant l'application ou de consommer de l'eau prélevée à proximité de ces lieux ou des petits fruits pour le reste de la saison constitue des impacts à prévoir en regard de ce mode de dégagement.

Les seuls incidents qui présentent un risque plus élevé que les autres de survenir sont : des arrosages hors cible ou une contamination des cours d'eau par les eaux de ruissellement. Les incidents impliquant le milieu aquatique peuvent survenir alors que des modifications du milieu naturel sont survenues après la mise à jour des cartes écoforestières utilisées pour la planification des activités (secteur à traiter et zone tampon). Une fois encore, étant donné la rapidité à laquelle le glyphosate est dégradé dans l'environnement, particulièrement dans l'eau (entre 14 et 63 jours), la portée de l'impact associé à ce genre d'événement est très limitée. Afin d'assurer un suivi environnemental adéquat, des échantillonnages seront effectués annuellement sur le territoire afin de s'assurer que les cours d'eau n'ont pas été touchés par les traitements et que le glyphosate appliqué est resté circonscrit au lieu d'application.

Dans le cas particulier des communautés autochtones utilisatrices du territoire, une fois que celles-ci auront fait connaître l'existence des secteurs à protéger et qu'une entente aura été conclue entre le promoteur et les représentants des communautés, aucun impact important n'est à prévoir concernant les activités de pêche de subsistance, de chasse et de piégeage ainsi que concernant les conditions d'accès et de circulation. Seule l'interdiction de cueillir ou utiliser des plantes issues des secteurs traités à des fins de consommation au cours de l'année d'application, ainsi que de l'interdiction de circuler ou de consommer de l'eau à proximité des secteurs traités pour une période d'une semaine suivant l'arrosage constitueront les seuls impacts à prévoir.

4.7.5 Mesures d'atténuations prévues

Afin de minimiser les impacts potentiels que peut engendrer une activité comme le dégagement de la régénération résineuse par l'application aérienne de glyphosate, certaines actions seront prises.

Dans le cas des milieux riverain, étant donné qu'il n'y a pas de récolte, sinon qu'une récolte partielle, les impacts potentiels du dégagement de la régénération y sont relativement très limités.

Pour empêcher les risques d'application des produits sur des plans d'eau :

- Respecter les zones tampons de 60 m pour les cours d'eau, plan d'eau et autres zones jugées sensibles et de 100 m près des zones habitées;
- Effectuer des vols de reconnaissance avant d'effectuer l'arrosage;
- Utiliser un appareillage en parfait état de marche et répondant parfaitement aux spécifications d'application;
- Respecter les règles d'application associées aux conditions climatiques.

Pour limiter les impacts associés à l'utilisation de glyphosate :

- Mise en place de mesures d'urgence en cas d'accident ou de déversement;
- Toujours utiliser les quantités minimums de produits nécessaires pour atteindre l'objectif de dégagement;
- Ne jamais faire d'arrosage dans des secteurs soumis à des épisodes d'inondation;
- Se débarrasser des contenants vides dans un site prévu à cet effet après les avoir nettoyés de façon conforme;
- S'assurer que le personnel travaillant avec les produits porte les vêtements de protection adéquats et respecte les consignes de sécurité.

Pour s'assurer d'informer adéquatement la population des interdictions de fréquenter ou de consommer des produits issus des secteurs traités, il est prévu de :

- Mettre en place un programme de communication (pancarte, rencontre, envois postaux, etc.) afin d'informer les utilisateurs et résidents fréquentant ou vivant à proximité des aires traitées des mesures à prendre suite à l'application de phytocides (Période d'interdiction d'accès, consommation de l'eau, activité de cueillette, etc.).

4.7.6 Rencontre des objectifs du développement durable

4.7.6.1 Maintien de l'intégrité de l'environnement

Le programme d'arrosage aérien de glyphosate ne constitue pas une activité visant à transformer radicalement la composition forestière du milieu. Il constitue une composante des stratégies sylvicoles visant simplement à : 1- accélérer l'établissement des peuplements résineux naturels ou 2 - assurer la croissance des peuplements résineux issus de plantations. Dans le cas des plantations, comme les secteurs où elles sont situées présentent déjà une composition importante en peuplements résineux, l'intégrité environnementale n'est pas altérée négativement par la tenue de telles activités. Il est même possible d'affirmer que la mise en place de stratégies sylvicoles visant à assurer un retour plus rapide des peuplements résineux est favorable à une majorité d'espèces fauniques qui utilisent ce type d'habitat à différentes fins.

Par la mise en place de pratiques visant à cibler avec précision les secteurs nécessitant un dégagement devant être réalisé à l'aide d'arrosage aérien de phytocides (à l'aide, entre autres, de technologie de positionnement par GPS) il est possible de contrôler les effets de ce type de traitement sylvicole. Les différentes procédures mises en place pour encadrer cette activité assure ainsi de minimiser les risques de contamination de secteurs sensibles ou protégés, d'utiliser les concentrations adéquates de produits en fonction des niveaux de compétition et d'assurer un suivi des effets des activités d'arrosage.

4.7.6.2 Amélioration de l'efficacité économique

Étant donné l'efficacité du traitement de dégagement de la régénération effectué à l'aide de l'application aérienne de glyphosate versus celle des autres modes de dégagement, il apparaît clairement que l'arrosage aérien de glyphosate s'avère une méthode de dégagement de beaucoup supérieure aux autres d'un point de vue économique. Les économies réalisées permettent de traiter plus de superficies et ainsi permettre d'atteindre plus rapidement les objectifs de rendements escomptés au niveau de l'exploitation de la forêt. L'effet de l'efficacité de cette méthode sur les économies effectuées s'explique par :

- a. l'effet du traitement sur la compétition qui est, dans la majorité des cas, supérieur aux autres modes de dégagement et évite un 2e ou 3e traitement comme cela peut être le cas avec le dégagement mécanique;
- b. la facilité de cette méthode pour atteindre des secteurs difficilement accessibles par voie terrestre;
- c. la vitesse d'exécution du traitement qui minimise la période de temps dans l'année demandant une supervision des opérations.

4.7.6.3 Amélioration de l'équité sociale

Les économies réalisées par l'utilisation de l'arrosage aérien de glyphosate permettent de favoriser la rentabilité de l'entreprise et ainsi concourir au maintien de sa présence dans les collectivités favorisant ainsi la vigueur de l'économie régionale. De plus, cette méthode sylvicole permet d'éviter plusieurs problèmes associés à l'utilisation de la débroussailleuse pour réaliser le dégagement :

- Il existe actuellement une pénurie de main-d'œuvre pour réaliser les travaux;
- Ce type d'emploi est difficile physiquement pour les ouvriers et présente de nombreux risques d'accidents et de maladies chroniques (syndrome des doigts blancs, maux de dos, etc.);
- Ce type d'emploi augmente à long terme les risques de maladies cardio-vasculaires et de cancer associés aux émanations de gaz d'échappement issu des débroussailleuses. Cette situation génère à long terme une moins bonne qualité de vie pour les travailleurs et des coûts indirects au niveau des soins de santé.

Finalement, les économies importantes réalisées par l'entreprise permettent de réinvestir dans d'autres secteurs d'emplois au sein de la compagnie, dans de nouveaux projets et également dans le milieu social ou celle-ci évolue.

5. PLAN DES MESURES D'URGENCE

Chez Smurfit-Stone, l'application de phytocides est régie par une série de normes et de procédures qui font partie des processus de gestion du risque qui sont présentés dans le « *Manuel de prévention et d'intervention d'urgence en forêt* » produit par la compagnie. En regard des activités reliées de près ou de loin à l'application de phytocides, on retrouve dans ce manuel, ainsi que dans les nombreux autres documents en liens avec celui-ci, les recommandations à suivre pour des situations potentiellement rencontrées lors de la tenue des activités. L'ensemble des fiches techniques présentant les procédures et mesures actuellement en place chez Smurfit-Stone et ayant servi à améliorer les procédures décrites ci-dessous sont présenté à l'annexe 22.

Les sections qui suivent présentent l'ensemble des mesures que Smurfit-Stone entend prendre pour éviter les incidents fâcheux ou pour savoir comment agir en cas de situation problématique dans le cadre de ses activités d'arrosage aérien de phytocides.

5.1. Description des incidents probables

5.1.1. Déversement

5.1.1.1 Lors du transport (Inspiré de Boateng 2002)

Le transport de phytocide d'un lieu à un autre implique des risques principalement associés à des pertes de contrôle ou à des collisions entre véhicules. En cas d'incident de ce genre, les phytocides peuvent être déversés sur la chaussée où ils peuvent :

- être dispersés par le passage des autres véhicules;
- être lessivés vers les fossés de la route ou cours d'eau à proximité du lieu d'accident;
- être poussés par les vents vers les milieux naturels, en culture ou habités;
- prendre en feu, blesser les membres des équipes de secours (pompier, policier ou ambulancier) par les fumées et altérer le milieu naturel.

Le transport de phytocides implique également que le véhicule de transport et sa zone de chargement soient potentiellement contaminés par les produits suite à une fuite ou à une contamination extérieure des emballages des produits.

5.1.1.2 Lors de la manipulation

Malgré la mise en place des meilleures précautions et procédures, il existe un risque de déversement relié à l'utilisation directe des produits. Ces risques peuvent survenir :

- lors des mélanges des produits;
- lors du transfert des produits d'un réservoir à un autre;
- lors du remplissage des réservoirs des dispositifs de pulvérisation;
- à cause d'une fuite d'une composante du système de pulvérisation.

5.1.2. Écrasement d'avion

Ce type d'accident est très rare, mais constitue quand même un risque d'incident qui peut avoir des impacts tant au niveau de la survie des pilotes que des impacts environnementaux.

5.1.2.1 Pilote (équipage)

Ce genre d'accident présente de hauts risques pour la vie du pilote étant donné principalement les vitesses de déplacement en cause, le contexte forestier impliquant un grand nombre d'obstacles et le faible nombre de sites d'atterrissage de fortune potentiel. Deux types d'accidents peuvent survenir :

- Accident d'avion dans un milieu inaccessible : La personne responsable se doit de communiquer avec le centre d'information de vol de Québec au 1-800-463-4485 et déclarer un accident d'avion. Dès cet instant, il y a une chaîne d'opération qui se déclenche automatiquement et une équipe des forces armées canadiennes se déploie pour récupérer le pilote et l'amener au centre hospitalier le plus proche.
- Accident dans un endroit accessible : La compagnie responsable doit avoir un plan d'urgence qui doit être accessible à tout le personnel et l'appliquer dans toute sa rigueur.

5.1.2.2 Produits et équipements

Dans ce type d'événement, il y a de fortes chances que le réservoir de l'appareil soit brisé et que le système de pulvérisation soit mis complètement hors d'usage étant donné qu'il se trouve sous les ailes. Ce genre d'accident implique donc presque automatiquement un déversement de phytocide. L'importance du déversement est fonction du volume de phytocides présent dans l'appareil au moment de l'écrasement. À ce risque potentiel de contamination du milieu naturel, on doit aussi ajouter le risque que du carburant ou des hydrocarbures soient répandus.

5.1.3. Contamination par l'utilisation de vêtements de protection entrés en contact avec les phytocides

L'utilisation de vêtements ayant été en contact avec des phytocides, voir même souillé par ceux-ci, constitue un risque d'exposition aux phytocides pouvant potentiellement entraîner des impacts négatifs sur la santé des ouvriers. Même si les vêtements mis en contact avec les produits sont secs, les produits présentent le potentiel de contaminer l'ouvrier qui les porte. Cette contamination survient particulièrement par l'apport de sueur qui entre en contact avec les produits imprégnés dans le tissu et revient ensuite en contact avec la peau. Il est donc très important de toujours porter des vêtements propres chaque jour, vêtements qui auront préalablement été lavés selon les indications présentées à la section 5.4.3.

5.1.4. Empoisonnement

L'ingestion de produits chimiques est la principale cause de cas potentiels d'empoisonnement avec le glyphosate.

5.2. Bilan des accidents passés

Aucun incident ou accident impliquant l'usage de phytocides ne sont dénombrés dans nos registres d'incidents environnementaux ou d'accidents de travail ou impliquant le public fréquentant les aires traitées.

5.3. Description des mesures à prendre pour éviter les accidents

5.3.1. Précaution générale à prendre lors de la manipulation des phytocides (adapté de Boateng 2002)

- Il est de la responsabilité des entrepreneurs et des employés de prendre les moyens nécessaires pour limiter les fuites ou déversements et de minimiser, le cas échéant, les dégâts;
- Le chargement et le déchargement d'un phytocide doivent s'effectuer dans un aménagement de rétention;
- Obtenir, auprès des fournisseurs, les fiches signalétiques des produits utilisés et s'assurer de mettre

celles-ci à un endroit connu des travailleurs. Ceux-ci doivent avoir lu et compris les informations contenues sur les étiquettes;

- Porter l'équipement de protection personnelle suivant :
 - une combinaison imperméable;
 - des bottes de sécurité et des gants en caoutchouc;
 - un casque de sécurité avec écran facial ou des lunettes protectrices.
- Connaître les limites de protection offertes par les vêtements portés en fonction des produits utilisés;
- Lorsqu'un ouvrier a commencé à toucher aux produits, éviter tout contact avec une partie du corps non protégée par un vêtement approprié;
- Jeter les vêtements ayant été exposés à des concentrations élevées de produits ou présentant des défauts;
- Avoir un dispositif et les équipements nécessaires à portée de la main (au site d'entreposage, de mélange et de transbordement) en cas de déversement;
- Avoir un dispositif de nettoyage (fontaine pour les yeux, etc.), une trousse de premiers soins et un téléphone à portée de main au site d'entreposage, de mélange et de transbordement;
- Ne jamais verser de phytocides dans un contenant qui n'est pas prévu à cet effet;
- Toujours ramasser et disposer des contenants de la façon répondant aux normes environnementales en vigueur;
- S'assurer que les contenants sont complètement vidés de leur contenu avant de chercher à s'en débarrasser. Laisser le contenant se vider pour au moins trente secondes;
- Choisir un site d'entreposage, de mélange et de transbordement le plus loin possible des milieux sensibles (zone habitée, cours d'eau, etc.) et n'en permettre l'accès qu'au personnel autorisé;
- Ne jamais travailler seul sur un site où se trouvent des phytocides;
- Maintenir en permanence sur le site suffisamment d'eau, de savon et de serviette pour permettre au personnel de se nettoyer avant de manger, en fin de journée ou en cas d'incident;
- Ne jamais manger, boire ou fumer pendant les activités de mélange, transbordement ou d'application de phytocides;
- Prendre une douche complète après avoir été en contact avec les phytocides. Bien laver les cheveux et les ongles des doigts en utilisant beaucoup de savon et d'eau;
- Éviter les contacts avec la peau et les yeux. Retirer les lentilles cornéennes avant de pénétrer sur un site où la présence de vapeur ou de gouttelettes de produit est à prévoir;
- Éviter de respirer les vapeurs provenant des produits;
- Lors de l'ouverture des contenants de produits, s'installer sur des surfaces stables et utiliser des outils appropriés. Exemple, ne pas déchirer les contenants de plastique avec les mains;
- Le mélange des produits doit être fait par du personnel formé à cette tâche;
- Toujours mélanger en versant le concentré dans l'eau (ou le mélange eau-huile) et non l'inverse;
- Dans le cas d'arrosage aérien, les mélanges et transbordements doivent être faits par quelqu'un d'autre que le pilote;
- Toujours faire les mélanges à l'extérieur en se positionnant en amont par rapport au vent. Si l'opération doit être faite à l'intérieur, s'assurer que l'endroit est suffisamment ventilé et adéquatement éclairé;

- Ne jamais transborder ou mélanger des produits à la hauteur des yeux et le faire en évitant de faire des éclaboussures;
- Toujours maintenir la partie amont d'un tuyau de remplissage plus haute que le réservoir contenant le mélange de phytocides afin d'éviter l'effet de siphon et la contamination d'un contenu du tuyau ou même de sa source;
- Les équipements de protection requis sont les suivants :
Dans les véhicules : trousse de signalisation d'urgence, extincteurs de type ABC de capacité d'au moins 2.2 kg (5 lb).
Matériel de récupération : des substances absorbantes doivent être disponibles à proximité des lieux d'entreposage de matières liquides, un réservoir d'entreposage (huile usée, solvant ou autre), un conteneur ou benne abritée pour la terre contaminée, contenants avec couvercles et sacs pour ramasser et trier séparément les différents types de déchets (contenant vide, vêtements de protection souillés, filtre, etc.).
- Fumage interdit en circulant, en travaillant ou à proximité d'un lieu de ravitaillement en carburant, ainsi qu'en présence de phytocides concentrés (manipulation, entreposage).

Chez Smurfit-Stone, il existe également une procédure pour la vérification du respect des mesures de sécurité et des méthodes de travail devant être mises en place en regard de l'épandage de phytocides. Celle-ci se traduit par une fiche de travail listant un ensemble d'éléments à prendre en compte. Les éléments considérés dans cette fiche sont présentés au tableau 61.

Tableau 61 Fiche de contrôle des règles de sécurité à respecter lors des activités impliquant l'utilisation de phytocides

RÈGLES DE SÉCURITÉ																																																																																																													
1. TRANSPORT DES PHYTOCIDES 1.1 DE FAÇON SÉCURITAIRE 1.2 À L'ABRI DES INTEMPÉRIES 1.3 DOCUMENT D'EXPÉDITION (TMD) 1.4 CERTIFICATION (TMD)	oui non n.v.*	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>										5. MATÉRIEL DE SÉCURITÉ DISPONIBLE SUR LE SITE 5.1 BARIL (200 l) 5.2 EXTINCTEUR (Cat. ABC, min. 2kg) 5.3 ABSORBANT 5.4 PELLE 5.5 RATEAU 5.6 DOUCHE D'URGENCE 5.7 DOUCHE OCULAIRE 5.8 SAVON ET ESSUIE-TOUT 5.9 HABITS DE PROTECTION SUPPLÉMENTAIRES	oui non n.v.*	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																									8. PORT DES ÉQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ 8.1 SUPERVISEUR 8.2 MÉLANGEUR 8.3 OPÉRATEUR # 1 8.4 OPÉRATEUR # 2 8.5 SIGNALEUR #1 8.6 SIGNALEUR #2 8.7 SIGNALEUR #3 8.8 SIGNALEUR #4 8.9 _____	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	A	B	C	D	E	F																																																															
A	B	C	D	E	F																																																																																																								
2. ENTREPOSAGE DES PHYTOCIDES 2.1 PRÉSENCE D'AFFICHES EXTERIEURES 2.2 VERROUILLAGE DE L'ENTREPOT 2.3 ENTREPOSAGE DES CONTENANTS VIDES 2.4 INVENTAIRE DES CONTENANTS 2.5 PLANCHER DE L'ENTREPÔT ADÉQUAT 2.6 MATÉRIEL DE SÉCURITÉ DISPONIBLE: 2.6.1 BARIL (200 L) 2.6.2 EXTINCTEUR (Cat. ABC, Min. 5 KG) 2.6.3 ABSORBANT 2.6.4 PELLE 2.6.5 RATEAU	oui non n.v.*	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																									6. MÉTHODES DE TRAVAIL 6.1 SIGNALISATION ADÉQUATE 6.2 BANDES DE PROTECTION ADÉQUATE 6.3 VÉRIFICATION PÉRIODIQUE DU CALIBRAGE 6.4 TENUE DES RAPPORTS JOURNALIERS 6.5 TÉLÉCOMMUNICATIONS ADÉQUATES 6.6 INTERDICTION DE FUMER, BOIRE ET MANGER 6.7 A LA FIN DE LA SÉANCE DE PULVÉRISATION 6.7.1 VALVES DU PULVÉRISATEUR FERMÉES 6.7.2 STATIONNEMENT ADÉQUAT DES PULV.	oui non n.v.*	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																									1 = OUI; 2 = NON; 3 = NON REQUIS A) HABIT DE PROTECTION B) IMPERMÉABLE C) BOTTES DE CAOUTCHOUC D) GANTS SANS DOUBLURE E) VISIÈRE F) MASQUE AVEC CARTOUCHES "PESTICIDES ET BROUILLARD"																																																							
3. ENTREPOSAGE ET ÉLIMINATIONS DES SURPLUS 3.1 TRIPLE RINÇAGE 3.2 PERFORATION DES CONTENANTS 3.3 ÉLIMINATION ADÉQUATE DES SURPLUS 3.4 ÉLIMINATION ADÉQUATE DES DÉCHETS 3.5 RINÇAGE DES ÉQUIPEMENTS DE PULV.	oui non n.v.*	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																									7. DIFFUSION DE L'INFORMATION 7.1 AVIS PUBLICS AUX LIMITES DU PROJET 7.2 CARTOGRAPHIE PRÉSENTE 7.3 INFORMATION AUX TRAVAILLEURS 7.4 PLAN DE COMMUNICATION RESPECTÉ	oui non n.v.*	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																									ENTREPRENEUR Permis n°: _____ Catégorie: _____ Certification: oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> Catégorie: _____																																																							
4. RANGEMENT ET LAVAGE DES ÉQUIPEMENTS 4.1 CASIERS DE RANGEMENT 4.2 LAVAGE DES ÉQUIPEMENTS 4.3 SITE DE LAVAGE ADÉQUAT	oui non n.v.*	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																									* n.v.: non vérifié	oui non n.v.*	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																									8.1 SUPERVISEUR 8.2 MÉLANGEUR 8.3 OPÉRATEUR # 1 8.4 OPÉRATEUR # 2 8.5 SIGNALEUR #1 8.6 SIGNALEUR #2 8.7 SIGNALEUR #3 8.8 SIGNALEUR #4 8.9 _____	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	A	B	C	D	E	F																																																
A	B	C	D	E	F																																																																																																								

5.3.2. Précautions à prendre pour l'entreposage sécuritaire des phytocides (adapté de Boateng 2002)

- Tout lieu d'entreposage de phytocides est interdit à moins de 30 mètres d'un lac ou cours d'eau;
- Le lieu d'entreposage ne doit pas être situé dans un endroit propice aux inondations;
- Le lieu d'entreposage doit être signalé clairement en tant que lieu contenant des produits chimiques et son accès doit être limité au personnel autorisé;
- Le local doit être constitué de matériaux résistants au feu;
- Obligation d'aviser sans délai le MENVQ en cas d'incendie dans un lieu d'entreposage d'une quantité égale ou supérieure à 1000 litres ou 1000 kg de phytocides non préparés ou non dilués.
- Le lieu d'entreposage doit être adéquatement ventilé et le local doit être protégé de la lumière directe du soleil, de source de chaleur intense et protégé du gel;
- Tout pesticide doit être entreposé dans un lieu où les conditions ambiantes, notamment la température, l'humidité ou les précipitations ne sont pas susceptibles d'altérer le pesticide, son contenant ou son étiquette. Il doit également être entreposé de manière à ne pas laisser son contenu se répandre dans l'environnement.
- On doit retrouver à proximité du lieu d'entreposage des outils et produits pour contenir et nettoyer toutes fuites ou déversements;
- Une petite digue en terre devrait être construite tout au tour du bâtiment d'entreposage afin de contenir un déversement majeur ou les eaux utilisées en cas d'incendie;
- L'entreposage de phytocides en quantité supérieure à 100 litres ou 100 kg et pour une période supérieure à 15 jours consécutifs, nécessite que le lieu d'entreposage soit doté d'aménagement de rétention pouvant contenir au moins 110 % de la quantité entreposée;
- Des extincteurs doivent être installés à l'intérieur du lieu d'entreposage;
- Maintenir une distance minimale de 1 mètre entre la partie supérieure des contenants de phytocides et les dispositifs d'arrosage en cas d'incendie;
- Garder en tout temps les sorties d'urgence des bâtiments d'entreposage libres à la circulation;
- Tout lieu d'entreposage doit être aménagé et entretenu de manière à ce qu'il soit accessible en tout temps aux équipes d'urgence (déblaiement en hiver);
- Tout abri sous lequel sont entreposées des matières dangereuses résiduelles doit avoir au moins 3 côtés, un toit et un plancher étanche;
- Dans les lieux d'entrepose d'un pesticide de classe 1, 2, 3 ou 4 on doit apposer, bien en vue et à proximité de l'entrée du lieu d'entreposage, une affiche indiquant la liste des services suivants avec leurs numéros de téléphone :
 - 1° le Centre Anti-Poison du Québec;
 - 2° la police et le service d'incendie de la municipalité;
 - 3° Urgence-Environnement Québec;
 - 4° la Direction régionale du ministère de l'Environnement;
 - 5° le Centre d'information et d'urgence de Transports Canada.

- Inspecter régulièrement les contenants afin de s'assurer de l'absence de fuite;
- Maintenir un inventaire à jour des produits présents dans le lieu d'entreposage et conserver cette liste dans un autre endroit que le lieu d'entreposage afin de protéger cette information en cas de sinistre. Cette liste doit également inclure les informations concernant les risques potentiels des produits et autres informations généralement incluses sur les étiquettes des produits;
- Les contenants, réservoirs et citernes, ainsi que les conteneurs renfermant des matières en vrac doivent porter, à un endroit visible, une étiquette indiquant le nom des résidus qui y sont entreposés;
- Conserver les étiquettes des produits et les documents de mesures d'urgence à portée de main afin de pouvoir les consulter facilement;
- Toujours entreposer les produits dans leur emballage d'origine avec leur étiquette. Dans le cas de préparation mélangée, mais non utilisée, s'assurer que le contenant est correctement identifié (contenu, date du mélange, etc.) et qu'il est prévu à cet effet;
- Les autorités en charge de la protection des incendies doivent être mises au courant de la présence et de la nature des produits entreposés;
- Ne pas entreposer de phytocides à proximité de nourriture ou de boisson. Ne pas non plus consommer de nourriture ni fumer dans le lieu d'entreposage;
- Une douche d'urgence ainsi qu'un lave-œil doivent être présents à proximité du lieu d'entreposage;
- Obligation, pour les entrepreneurs, d'aménager ou de disposer d'un lieu de collecte pour l'entreposage temporaire des matières dangereuses résiduelles (maximum 12 mois) en attendant leur transport vers un lieu d'élimination légalement autorisé.

5.3.3. Précaution à prendre lors du transport des phytocides (adapté de Boateng 2002)

- Les barils ou autres contenants de déchets doivent être attachés solidement aux véhicules de transport pour éviter les renversements ou les pertes au vent de matériel contaminé;
- Respect des normes de sécurité routière :
 - Vérifier son chargement aux endroits prévus à cette fin;
 - Respecter les vitesses autorisées;
 - Signaler sa position sur le trajet à l'aide de sa radio (C.B. ou FM).
- Les phytocides ne doivent jamais être transportés dans l'habitacle des passagers;
- Dans le véhicule, aucune cargaison, autre que celles reliées à l'usage des phytocides, ne doit se trouver dans l'espace prévu au transport de marchandises;
- Si les contenants sont faits de verre, ceux-ci doivent être protégés adéquatement;
- Lors du chargement et du déchargement, toujours vérifier l'état des contenants afin d'identifier des fuites potentielles;
- Après déchargement, vérifier la présence de déversement ou de contamination dans l'espace prévu au transport de marchandises;
- Toujours laisser le véhicule de transport à l'ombre afin d'éviter le réchauffement inutile des produits;
- Ne jamais laisser un véhicule transportant des phytocides sans attention;
- Toujours avoir dans le véhicule une trousse de premiers soins ainsi que les outils et produits nécessaires à contrôler et nettoyer un cas de déversement;

- Les surfaces des espaces prévus pour le transport de marchandises doivent être doublées à l'aide d'une surface de métal ou de plastique;
- Afin d'encadrer le transport des matières dangereuses auxquelles appartiennent les phytocides, Smurfit-Stone utilise des rapports de gestion présentant les éléments suivants :
 - Le moment du transport;
 - La compagnie chargée d'effectuer le transport si celui-ci n'est pas fait à l'interne;
 - La matière et les quantités transportées;
 - Le nom et l'adresse du destinataire.

5.3.4. Précaution à prendre lors de l'application des phytocides (adapté de Boateng 2002)

- Informer le public de la nature des travaux à l'aide d'avis publics ou d'un affichage adéquat sur le territoire traité;
- Respecter les bandes de protection relatives aux cours d'eau, habitats fauniques, habitations et prises d'eau;
- Utiliser les équipements appropriés aux types d'application;
- Apporter uniquement les quantités de produits nécessaires sur le site;
- Présence des fiches signalétiques sur les lieux des travaux;
- Affichage et étiquetage SIMDUT sur les récipients de phytocides et sur l'équipement de pulvérisation;
- Pulvériser, de façon uniforme sur les aires retenues pour traitement, les restes de bouillies et les eaux de rinçage;
- Rincer et perforer les contenants de phytocides vides, s'ils ne sont pas retournés aux fournisseurs;
- Toujours entreposer les herbicides de façon sécuritaire. Ne jamais laisser de produit sans attention ou dans un endroit non verrouillé;
- Rapporter et déposer, aux endroits aménagés et désignés à cette fin, tout déchet d'opération;
- Tenir, sur les lieux d'entretien de la machinerie, une trousse de déversement d'au moins 70 litres en capacité de récupération. Une trousse de 25 litres en capacité de récupération est requise dans les camionnettes équipées d'un réservoir d'appoint, ainsi que dans celles du personnel surveillant.
- En regard du code de gestion des pesticides, il est interdit de pulvériser un pesticide dans une aire forestière au moyen d'un appareil dont le réservoir peut contenir 200 litres et plus de pesticides, si l'appareil n'est pas muni d'un dispositif empêchant l'écoulement du pesticide lors du renversement de l'appareil.

5.3.5. Précaution à prendre lors de l'application de phytocides par voie aérienne (adapté de Boateng 2002)

- Limites des opérations :
 - Respect du plan d'intervention identifiant les aires à traiter et les zones à protéger (localisation sur cartes et photographies aériennes);
 - Identification préalable des limites des zones d'application à l'aide de balises ou d'un système de guidage des lignes de vol.

- Approvisionnement en eau :
 - Remplissage des citernes et rinçage des contenants à plus de 30 mètres d'un point d'eau.
- Disposition des eaux de rinçage, des bouillies excédentaires et des contenants vides :
 - Les restes de bouillies ainsi que les eaux de rinçage des contenants et des citernes de phytocides doivent être pulvérisés de façon uniforme sur des zones retenues pour traitement;
 - Après avoir été vidés de leur contenu, les récipients de phytocides, s'ils ne sont pas retournés au fournisseur, doivent être rincés et perforés avant leur disposition.
- Équipement de pulvérisation et calibrage :
 - Les aéronefs et l'équipement de pulvérisation doivent être en bon état et inspecter quotidiennement;
- Planifier les opérations de sorte à éviter de voler pendant les périodes de pénombre précédant ou suivant le coucher ou le lever du soleil;
- Les premiers vols de reconnaissance doivent être faits à sec et à une altitude supérieure à 90 pieds;
- À moins d'un avis du pilote, le personnel au sol doit rester loin des rotors des appareils (15 mètres d'un petit hélicoptère et 30 mètres des gros);
- Installer des indications signalant l'entrée dans un secteur où des aéronefs ont à effectuer des déplacements.

Chez Smurfit-Stone, il existe une procédure complète en regard des travaux d'épandage de phytocides. Celle-ci se traduit par une fiche de travail visant à assurer la conformité des équipements reliés aux activités de pulvérisation. Les éléments considérés dans cette fiche en regard de l'application de phytocides par voie aérienne sont présentés au tableau 62.

Tableau 62 Portion d'une fiche de contrôle de rapport de vérification des équipements de pulvérisation

OPÉRATIONS AÉRIENNES			
	oui	non	n.v.*
5.1 ÉTANCHÉITÉ DU SYSTÈME DE PULVÉRISATION			
5.2 ÉTANCHÉITÉ DU SYSTÈME DE MÉLANGE			
5.3 LONGUEUR DES LONGERONS ADÉQUATE			
5.4 ORIENTATION DES BUSES ADÉQUATE			
5.5 BUSES APPROPRIÉES (NOMBRE ET SPÉCIFICATIONS)			
5.6 TAUX D'APPLICATION	L/HA		
5.7 DÉBIT	L/MIN.		

* = non vérifié

5.4. Mesures à prendre en cas d'accident

5.4.1. En cas de déversement (adapté de Boateng 2002)

Ces déversements peuvent impliquer autant les phytocides utilisés que les hydrocarbures et autres produits nécessaires au bon fonctionnement de la machinerie impliquée dans le cadre des travaux d'arrosage. Quelle que soit la nature du déversement, vous devez :

- Tout d'abord, vous protéger en portant les vêtements de protection et de sécurité appropriés avant de porter secours si nécessaire;
- Donner les premiers soins, si nécessaire.

5.4.1.1 Cas de déversement contrôlable

Récupération du déversement (étapes à suivre)

1. Arrêter la machinerie ou le circuit hydraulique en cause;
2. Colmater la fuite, si possible, avec un bout de bois, des guenilles ou en utilisant le matériel dans les trousse de déversement;
3. Confiner le déversement en faisant une digue de fortune avec de la terre ou du sable ou transférer les contenants en cause dans un contenant plus gros pouvant l'accueillir en entier afin de contenir la fuite. Ne pas nettoyer la surface à grande eau.
4. Absorber le plus de produits possible avec du matériel absorbant (2x quantité de produits déversés) comme de l'argile, de la chaux hydratée, de la litière non chlorée, etc. Les produits inflammables tels que le bran de scie ou le papier sont moins appropriés;
5. Demander de l'aide pour organiser la récupération lorsque cela s'avère nécessaire;
6. Récupérer le produit et le matériel contaminé ainsi que la terre souillée et mettre dans des sacs ou contenants étanches. Si les surfaces contaminées sont de grande superficie, utiliser des pelles mécaniques pour minimiser le contact entre les ouvriers et le produit déversé;
7. Aviser son supérieur immédiat;
8. Nettoyer et neutraliser les appareils contaminés avec un mélange composé de :
 - une solution à 5 % de carbonate de sodium + 1 tasse de détergent combiné à 8 litres d'eau; ou
 - une solution à 5 % de triphosphate de sodium +1 tasse de détergent combiné à 8 litres d'eau
 - Frotter l'équipement avec cette solution et rincer à grande eau.

Danger :

Ne pas utiliser d'eau de Javel pour nettoyer des surfaces contaminées avec des produits acides comme le glyphosate. Ce mélange génère des gaz à base de chlore qui sont dangereux.

9. Remplacer, au besoin, le matériel utilisé dans les trousse de déversement;
10. Rapporter le matériel contaminé aux endroits désignés. Les sols contaminés doivent être enterrés à 15 cm, recouverts de sol non contaminé, et ce site doit être bien au-dessus de la nappe phréatique;
11. Préparer un rapport de l'accident.

Utilisation des trousse de déversement

- Les tampons absorbants n'absorbent pas l'eau. Pour une nappe de diesel ou d'huile flottant sur l'eau, les tampons vont absorber uniquement le diesel ou l'huile.
- Les boudins flottent sur l'eau. Il est donc possible de faire un mini-barrage flottant en les attachant les uns aux autres. Les boudins absorbent le produit pétrolier et les surplus qui s'accumulent en amont du barrage peuvent être récupérés au fur et à mesure avec des tampons absorbants.
- Le colmatant granulaire doit être mélangé à une quantité égale d'eau ou de boisson gazeuse en été, tandis que du lave-vitre ou de l'antigel sont efficaces en hiver. Le mélange doit être appliqué directement sur la fuite, sans aucune autre précaution.

5.4.1.2 Cas de déversement hors contrôle

Si une quantité du produit ne peut être récupérée ou si le matériel ou les ressources à la disposition du travailleur ne suffisent pas à récupérer tout le produit,

Le travailleur :

1. Suit les mêmes étapes que pour un cas contrôlable (colmater, confiner, récupérer) pour prendre en charge la partie du déversement qu'il peut contrôler;
2. Avise son supérieur immédiat le plus rapidement possible ou toute autre personne en autorité.

Le supérieur immédiat (ou autre personne en autorité de l'entrepreneur) :

1. Prend en charge les opérations;
2. Fait appel à des ressources externes, si requis, pour contrôler la situation et remettre le site du déversement dans son état initial;
3. Avertit, dans les meilleurs délais, un représentant de **SMURFIT-STONE**, lequel avisera à l'interne les personnes en autorité.

5.4.1.3 Rapport de déversement

- Les travailleurs ont l'obligation de rapporter tout déversement à leur supérieur immédiat :
- Pour tout déversement supérieur à 50 litres, contrôlable ou non contrôlable
 - le supérieur immédiat (ou autre personne en autorité de l'entrepreneur) doit :
 - avertir un représentant de **SMURFIT-STONE** le plus rapidement possible (surveillant sur le terrain, surintendant de Bloc ou autre);
 - demeurer, le cas échéant, en contact avec son interlocuteur et appliquer les mesures qui lui sont communiquées;
 - produire un rapport d'événement en utilisant le formulaire FOR-ENV-01 « Rapport de déversement » ou remplir le formulaire équivalent de l'entrepreneur;
 - transmettre le rapport à **SMURFIT-STONE** dans les meilleurs délais.
 - le représentant de **SMURFIT-STONE** doit :
 - avertir à l'interne : le Surintendant de Bloc; le Directeur des Ressources forestières - La Tuque; le Coordonnateur ISO-14001;
 - le coordonnateur ISO-14001 doit :
 - communiquer l'incident au Dir. – Environnement de **SMURFIT-STONE** et au Chef Forestier;
 - aviser les autorités gouvernementales et autres concernées (référer au bottin du **Manuel de prévention et d'intervention d'urgence en forêt**);

- prendre connaissance et compléter, si nécessaire, le formulaire de rapport d'événement;
- transmettre copie du formulaire aux autorités internes concernées.

5.4.1.4 Liste de l'équipement nécessaire en cas de déversement (adapté de Baoteng 2002)

La capacité de récupération minimum des trousse de déversement dont la présence est requise dans les véhicules et équipements suivants :

- 25 litres dans les camionnettes équipées d'un réservoir d'appoint;
- 25 litres dans les camionnettes du personnel surveillant;
- 70 litres dans les camions de service, camions-citernes, ateliers mécaniques, génératrices.

Tableau 63 Contenu minimal du matériel de récupération

MATÉRIEL	TROUSSE 25 LITRES	TROUSSE 70 LITRES
* Boudins absorbants 8 cm x 2.4 m	1	2
* Feuilles absorbantes 25 cm x 40 cm	10	30
* Colmatant granulaire (500 ml)	1	2
Plat pour détrempier le colmatant	1	1
Attaches (Tie-wrap)	10	20
* Tourbe absorbante (sac de 9 litres)	1	2
Gants de caoutchouc X-Large	1 paire	1 paire
* Sacs de récupération	4	8
Contenant de lave-vitre (500 ml)	1	2
Ruban adhésif (rouleau)	1	1
Bouche-fuite (tube d'Époxy)	1	1
Cheville de bois pour trou de 2.5 cm	1	1
Cheville de bois pour trou de 5 cm	1	1

* : Minimum recommandé dans les trousse fournies par les entrepreneurs.

À cette liste s'ajoutent :

- Les instructions relatives aux produits potentiellement impliqués dans un déversement;
- Les numéros de téléphone en cas d'urgence (voir section 5.5.1 pour plus de détail);
- Des vêtements de sécurité (lunette, botte, gant, etc.);
- Un extincteur ABC;
- Une pelle et un balai;
- Une grande toile de plastique ou en polyéthylène;
- Du ruban coloré et de la corde;
- Une trousse de premiers soins.

5.4.2. En cas d'empoisonnement (inspiré de Boateng 2002)

- Tout d'abord, vous protéger en portant les vêtements de protection et de sécurité appropriés avant de porter secours;
- Déplacer la personne exposée loin du lieu d'empoisonnement et la garder au chaud;

- Recueillir de l'information sur les événements qui ont amené à l'empoisonnement (voie d'exposition au produit) auprès de la victime ou des personnes en présence;
- Identifier les symptômes;
- Promulguer les premiers soins de base à la victime;
- Contacter le centre antipoison le plus près;
- Ne pas laisser la personne exposée sans surveillance;
- Transporter la personne exposée à un hôpital et apporter les informations concernant le produit en cause;
- Contacter la personne responsable à la compagnie;
- Préparer un rapport de l'accident.

5.4.3. Pour le nettoyage des vêtements de protection (inspiré de Boateng 2002)

Procédure de nettoyage du matériel de protection (Traduit de Boateng 2002)

MATÉRIEL	IMMÉDIATEMENT APRÈS CONTAMINATION	APRÈS CHAQUE JOUR DE TRAVAIL
A. Gants	Suite à tout contact avec de l'herbicide non dilué, le gant doit être nettoyé à grande eau à l'intérieur de 10 minutes après contamination.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Laver l'intérieur et l'extérieur des gants avec du savon et de l'eau. 2. Rincer à grande eau avec de l'eau propre. 3. Surveiller les fuites dans les gants, remplissez les gants avec de l'eau propre et presser. Tous les gants qui ont des fuites devraient être jetés. 4. Essuyer les gants à l'intérieur et extérieur après nettoyage. Éviter les rayons directs du soleil et les chaleurs extrêmes.
Pour une pratique sécuritaire, les gants doivent être rincés à grande eau avant de les enlever. Lavez-vous les mains après avoir enlevé les gants.		
B. Bottes en caoutchouc	Lavez-les avec de l'eau.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Laver la partie extérieure des bottes avec de l'eau. 2. Laisser sécher l'intérieur et l'extérieur des bottes.
C. Pantalons imperméables à l'eau et à l'huile, veste et combinaison	Les parties de vêtement très contaminées doivent être bien rincées avec de l'eau. Si la contamination est avec de l'herbicide concentré, enlever les vêtements immédiatement et lavez les avant réutilisation. (N.B. Le néoprène gonfle et devient visqueux lorsqu'il est en contact avec de l'eau savonneuse et certains herbicides.)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Laver avec de l'eau et du savon.
D. Masques		<ol style="list-style-type: none"> 1. Enlever la partie filtrante. 2. Nettoyer le masque avec de l'eau chaude et du détergent doux, rincer et sécher à l'air. 3. Stériliser après le nettoyage avec du désinfectant domestique.

Notes :

- Ne pas essayer de laver les masques, gants ou vêtements jetables.
- Des gants de caoutchouc doivent être utilisés pendant tout le processus de nettoyage.
- Prenez soin d'éviter un contact avec la peau lors du retrait du matériel et des vêtements.
- Considérer tous vêtements portés pour le mélange ou l'application de pesticide comme étant contaminés.
- Le matériel en cuir (ceinture, bracelet et bottes) qui est contaminé par des pesticides concentrés doit être jeté.

Procédure de nettoyage pour autres vêtements contaminés (traduit de Boateng 2002)

<p>GÉNÉRALE</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Toujours inclure une procédure de nettoyage lors d'une activité employant de l'herbicide. 2. Considérer tous vêtements portés pour le mélange ou l'application de pesticide comme étant contaminés. 3. Lire l'étiquette sur le contenant de l'herbicide avant de commencer le nettoyage de vêtements contaminés. 4. Manipuler les habits contaminés par des pesticides avec des gants de caoutchouc et entreposer les vêtements dans un sac avant de les laver. 5. Les vêtements de travail doivent être placés à part des autres vêtements à laver. 6. Laver les habits le plus rapidement possible, les résidus sont plus faciles à enlever avant d'être complètement secs. 7. Le lavage des vêtements doit être fait à la fin de chaque jour de travail après le nettoyage et l'entreposage de l'équipement. 	<ol style="list-style-type: none"> 8. Utiliser un détergent puissant à base de phosphate. <i>Ne pas utiliser de détergent blanchissant et avec ammoniacale. Ils ne sont pas efficaces pour retirer les contaminations aux pesticides. (les agents de blanchissage et l'ammoniacale réagissent sous une forme de gaz chlorotique toxique).</i> 8. Utilisez des habits jetables lors du nettoyage de vêtements contaminés aux pesticides. 9. Si des vêtements autres que des bottes de caoutchouc et gants sont très contaminés, ne les laver pas, débarrassez-vous-en de manière appropriée. Certains vêtements ne peuvent pas être complètement nettoyés. 10. Toujours garder les vêtements de travail contaminés à part du linge familial durant et après le lavage. 11. Lavez seulement quelques habits à la fois. Ne pas surcharger la machine à laver. 12. Vous devez amidonner les vêtements comme mesure de protection supplémentaire. L'amidonnage des vêtements peut prévenir le transfert de pesticides à la peau.
<p>Marche à suivre</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utiliser un additif sur les parties contaminées. 2. Prérincer ou présavonner dans un contenant approprié (machine à laver, bac ou un sceau). 3. Laver à la machine. 4. Laver avec beaucoup d'eau chaude. Positionner la machine à laver à eau chaude (60° C) au cycle le plus haut et normal (12 minutes). 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Répéter le nettoyage deux à trois fois. 6. Laver la machine après utilisation : Rincer à grande eau après avoir lavé des vêtements contaminés. Pour ce faire, la machine doit être mise en marche sans vêtements avec de l'eau chaude et du détergent à vêtement. Essuyez l'intérieur de la machine avec de l'alcool à friction (isopropyl alcool) pour plus de protection.
<p>Référence; Easley, Carole Bryan, Joan Laughlin and Roger Gold. 1984. Laundering Pesticide Contamination Clothing. Pennsylvania Flower Growers Bulletin. Jan. 1984; pp. 15-16</p>	

5.5. Informations nécessaires en cas d'urgence

5.5.1. Coordonnées des personnes responsables

Liste des personnes ressources en cas d'incident

FONCTION	NOM	NUMÉRO DE TÉLÉPHONE
Répondant chez Smurfi-Stone Urgence :	(cellulaire) Réception	(819) 676-7785 (819) 676-8112
Responsable des activités d'arrosage	Chargé de projet désigné	
Coordonnateur des mesures d'urgence	Gaétan Simard	819 676-8100 #2851
Substitut #1 au coordonnateur des mesures d'urgence	Surintendant de bloc	
Substitut #2 au coordonnateur des mesures d'urgence	Directeur de l'exploitation forestière	819-676-8100 #2810
Sûreté du Québec	Urgence Partout au Québec À partir d'un cellulaire La Tuque Roberval Police autochtone, Obedjiwan	911 310-4141 *4141 (819) 523-2731 (418) 275-0433 (819) 974-8814
Ambulance	Ambulance - La Tuque Ambulance - Camp Buade Radiotéléphone au camp Buade Radiotéléphone au Millage 54 Ambulance - Millage 54 Ambulance - St-Félicien :	911 (418) 679-4612 (418) 679-8283 poste 615 (418) 679-8610 poste 615 (418) 748-7575 (418) 679-1023 poste 4003 (418) 679-3333
Dispensaires médicaux en forêt	Camp Buade (sur semaine) Millage 54 La roulotte Obedjiwan Wemotaci Parent Soir et fins de semaine	(418) 679-4612 poste 213 (418) 679-1023 poste 4055 (418) 679-1023 poste 4056 (819) 974-8822 (819) 666-2241 (819) 667-2329 (819) 667-9146
Hôpital	La Tuque Roberval	(819) 523-4581 (418) 275-0110 poste 2213
Centre anti-poison du Québec		1-800-463-5060
Pompier	Ville de La Tuque	(819) 523-8640
CANUTEC		(613) 996-6666
Urgence environnement	Pour le Québec Bureau de Trois-Rivières	1-866-694-5454 (819) 371-6581

	Bureau de Jonquière	(418) 695-7883
	Environnement Canada (Urgence, service 24 heures)	(514) 283-2333
Autres services	Info-Santé (La Tuque) Recherche et sauvetage aériens	(819) 523-6171 1-800-267-7270
En cas d'accident relatif à l'utilisation de Vision®	Accidents/déversements/urgence médicale	(314) 694-4000 ou 1-800-332-3111
Monsanto Canada Inc 67 Scurfield Blvd Winnipeg, Manitoba Canada R3Y 1G4	Information sur les produits	Tél : (204) 985-1000 Fax : (204) 488-9599
En cas d'accident relatif à l'utilisation de Glyphos®	Mesure d'urgence	1-800-228-5635
Cheminova Canada Inc. 5915 Airport Road, Suite 316 Mississauga, Ontario L4V 1T1 Canada	Accès général à la compagnie	Tel : (905) 405 1923 Fax : (905) 405 1926

5.5.2. Équipements disponibles

Les équipements requis pour les opérateurs sont : masque, casque, gants, tenue de travail et bottes de caoutchouc.

5.5.3. Cartes et plans des trajets à privilégier

Secteurs et points de rencontre

En cas d'accident ou en cas d'évacuation, les points de rencontre suivants sont suggérés selon les secteurs:

Bloc Nord : Haute-Mauricie

Pouvoirie Camp Cooper

Latitude : 49° 00' 00" Nord

Longitude : 74° 25' 00" Ouest

Via St-Félicien (188 km) :

Route 167 (Parc de Chibougamau) : 85 km;

Route forestière 212 (chemin Buade) : 95 km;

Route forestière 451 (13) Nord : 5 km.

Via La Tuque (277 km) :

La Tuque jusqu'au Km 0 de la Route forestière 450 (10) via La Croche;

Route forestière 450 (10) jusqu'au Km 151;

Route forestière 451 (13) Nord jusqu'au Km 242.

Camp Buade (Camp forestier)

Latitude : 49° 00' 00" Nord

Longitude : 74° 10' 30" Ouest

Via St-Félicien (175 km) :

Route 167 (Parc de Chibougamau) : 85 km;
Route forestière 212 (chemin Buade) : 90 km.

Via La Tuque (277 km) :

La Tuque jusqu'au Km 0 de la Route forestière 450 (10) via
La Croche;
Route forestière 450 (10) jusqu'au Km 151;
Route forestière 451 (13) jusqu'au Km 232;
Route forestière 212 (chemin Buade) : 10 km.

Obedjiwan (communauté autochtone) Latitude : 48° 40' 00" Nord
Longitude : 74° 55' 00" Ouest

Via St-Félicien (245 km) :

Route 167 (Parc Chibougamau) : 85 km;
Route forestière 212 (chemin Buade) : 100 km;
Route forestière 17 : 60 km.

Via La Tuque (330 km) :

La Tuque jusqu'au Km 0 de la Route forestière 450 (10) via
La Croche;
Route forestière 450 (10) jusqu'au Km 151;
Route forestière 451 (13) jusqu'au Km 232;
Route forestière 17 : 60 km.

Camp Belle-Plage (Camp forestier non opérationnel)

Latitude : 48° 40' 00" Nord
Longitude : 74° 00' 00" Ouest

Via Millage 54 (100 km) :

Route forestière 204 (chemin Lac Meilleur) : 60 km;
Route forestière 12 Ouest : 40 km;
Route forestière 451 (13) Nord : 2 km.

Via La Tuque (224 km) :

La Tuque jusqu'au Km 0 de la Route forestière 450 (10) via
La Croche;
Route forestière 450 (10) jusqu'au Km 151;
Route forestière 451 (13) Nord jusqu'au Km 188.

Bloc Sud : Haute-Mauricie

Pourvoirie Barrage Gouin

Latitude : 48° 21' 05" Nord
Longitude : 74° 06' 09" Ouest

Via La Tuque (195 km) :

La Tuque jusqu'au Km 0 de la Route forestière 450 (10) via
La Croche;
Route forestière 450 (10) jusqu'au Km 151;
Route forestière 451 (13) Sud : 13 km.

Relais 22 Milles (Centre de service : logement, repas, distribution d'essence)

Latitude : 47° 55' 00" Nord
Longitude : 73° 15' 00" Ouest

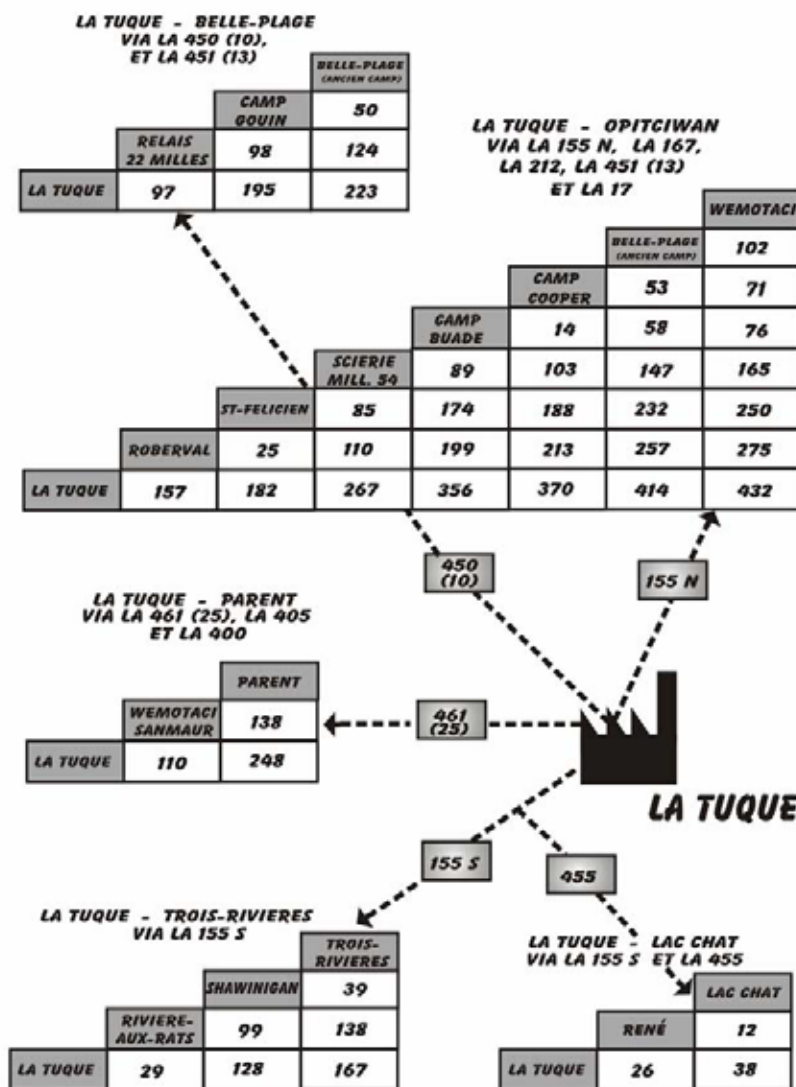
Via La Tuque (97 km) :

La Tuque jusqu'au Km 0 de la Route forestière 450 (10) via
La Croche;
Route forestière 450 (10) jusqu'au Km 62.

Secteur La Tuque

Bureau de Smurfit-Stone :
Se rapporter aux Ressources forestières
1000, chemin de l'Usine
La Tuque

Distances routières (distances approximatives en kilomètres)



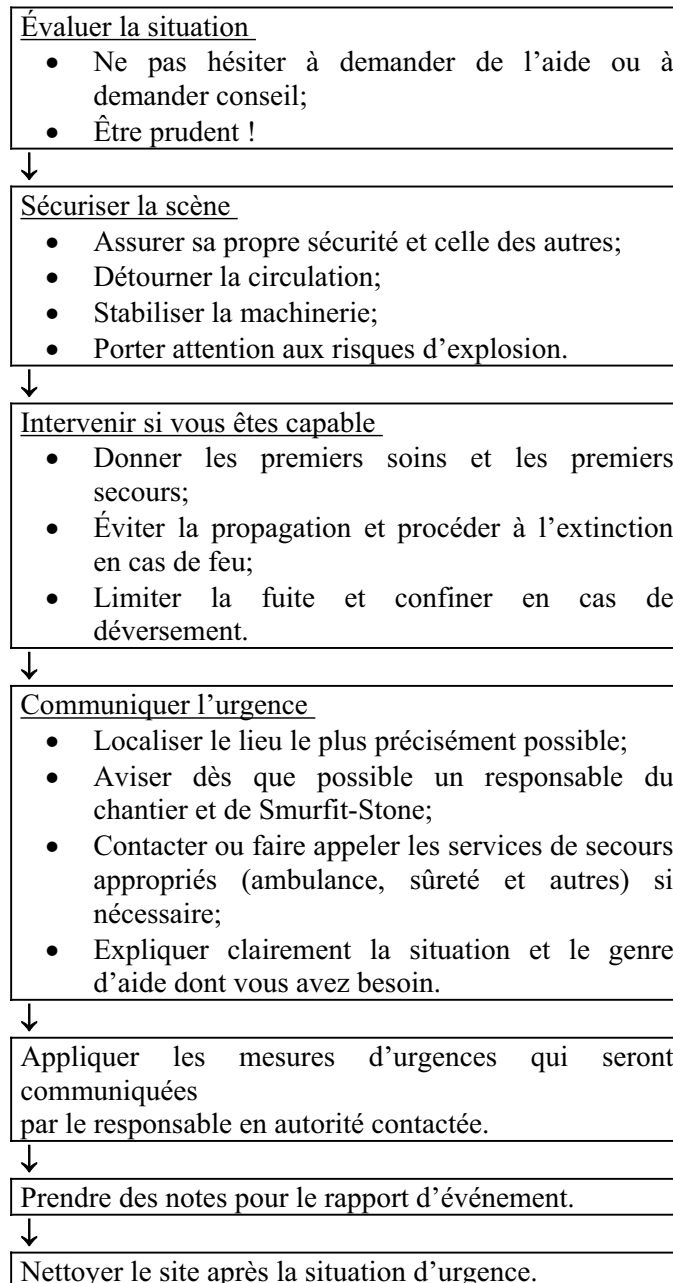
5.6. Structure d'intervention en cas d'urgence (Adapté de Boateng 2002)

- Au sein de l'équipe responsable des activités d'arrosage, un coordonnateur responsable des mesures d'urgence est nommé ainsi que quelques substituts;
- Tout le personnel impliqué dans le projet d'arrosage doit être mis au courant des mesures à prendre en cas

d'accident, de déversement ou d'incendie impliquant les phytocides, les bâtiments ou le matériel utilisé dans le cadre du projet;

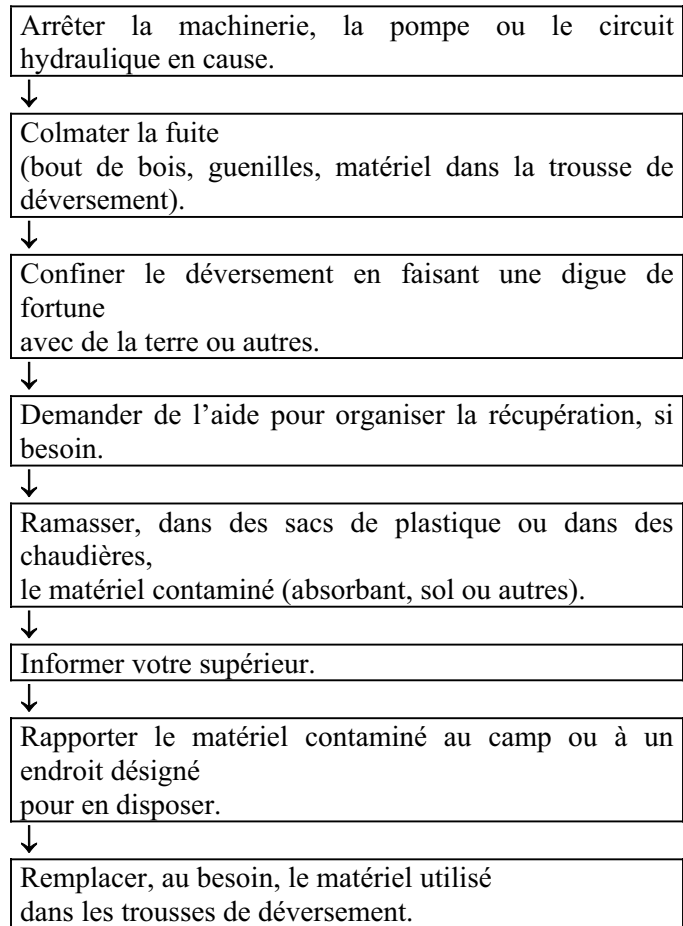
- En cas d'urgence, certains membres de l'équipe doivent connaître les tâches spécifiques que ceux-ci auront à remplir;

5.6.1. Procédure générale d'intervention d'urgence en forêt



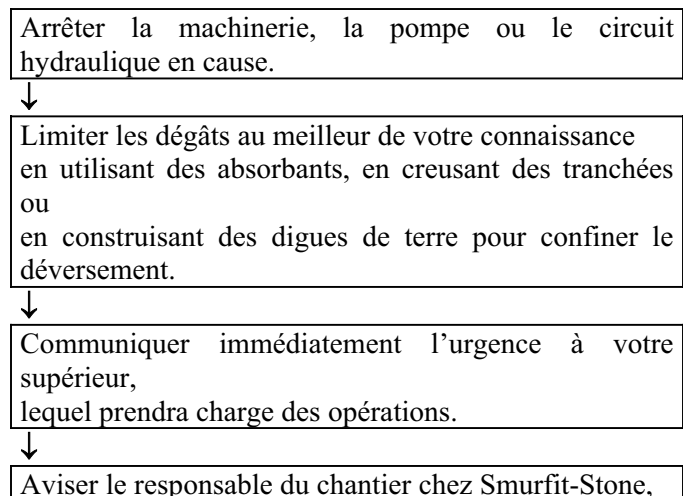
5.6.2. Procédure en cas de déversement mineur

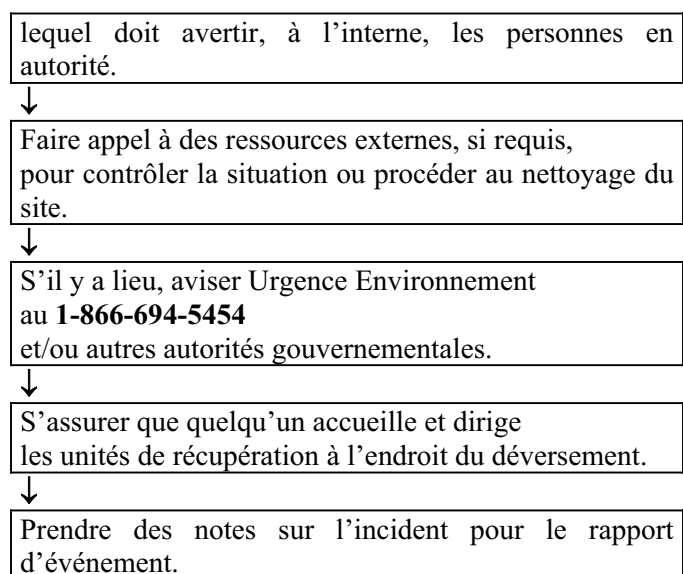
Déversement de 50 litres et moins



5.6.3. Procédure en cas de déversement majeur

Déversement de 50 litres et plus





5.7. Premier secours

5.7.1. Éléments d'une trousse de premiers soins dans le cas de l'utilisation d'herbicides (tiré de Boateng 2002)

MATÉRIEL	RAISON
Détergent ou savon pur	Pour laver les herbicides sur la peau
Alcool à friction	Pour laver la peau après le lavage à l'eau et au savon
Brosse à récurer	
Lime à ongles	
Lotion pour la peau	
Serviette de papier	
Jus de citron ou vinaigre	Pour neutraliser les produits basiques ou alcalins avalés
Bicarbonate de soude ou lait de magnésie	Pour neutraliser les produits acides avalés
Sirop d'ipéca (ou sels)	Pour forcer le vomissement, seulement sur l'avis d'un médecin
Charbon actif	Pour mélanger à l'eau et avaler pour agir comme absorbant d'herbicide, seulement sur l'avis d'un médecin
Eau potable	Pour boire par les personnes affectées, pour mélanger avec le charbon actif ou pour rincer les yeux et/ou la peau
Contenant à eau compressible	
Verres	Pour boire
Masque facial en plastique	Pour éviter le contact avec une personne contaminée durant la respiration artificielle
Gants	Pour éviter la contamination de la personne qui administre les premiers soins
Sparadrap, ruban adhésif et bandages (gaze stérile pour placer sur l'endroit affecté)	Pour garder l'endroit affecté propre après l'administration des premiers soins de base

Bandages triangulaires et en rouleau	Pour tenir les pansements en place ou pour faire une écharpe
Bandage oculaire	
Douche oculaire	
Cuillère à thé, abaisse-langue (bâton de bois)	Pour mesurer et mélanger le charbon activé; contention
Ciseau et épingle de sûreté	Pour couper et maintenir les pansements en place
Thermomètre	Pour vérifier la température de la personne affectée
Pincettes	
Sac de glace ou Icepack chimique	
Vêtements de rechange	
Couverture	Pour couvrir la personne exposée aux produits chimiques
Prévision d'aires de nettoyage	

5.7.2. Modes de communication

- Transmission de l'alerte aux pouvoirs publics (sécurité civile, instances municipale et gouvernementale)
- En plus des mesures prévues à la section 5.7, en cas d'urgence, on doit informer immédiatement :
 - la sécurité publique (s'il y a déversement sur la voie publique);
 - l'ambulance, l'hôpital, (s'il y a lieu);
 - la population locale en cause (Pourvoirie, etc.) (s'il y a lieu);
 - Transports Canada (station d'information de vol), dans le cas d'un écrasement d'avion;
 - la Société de Protection des Forêts contre le feu (SOPFEU) s'il y a risque d'incendie.
- Liste des informations à transmettre en cas d'incidents (adapté de Boateng 2002)
 - Localisation et nature de l'incident;
 - Nom et numéro de téléphone de la compagnie impliquée dans l'incident;
 - Nom et coordonnées de la personne ressource sur le site de l'incident;
 - Description des produits et de la machinerie impliqués dans l'incident;
 - La présence ou non de personnes blessées ou incommodées par l'incident;
 - Mesures d'urgences qui ont déjà été mises en place;
 - Les impacts sur l'environnement et la population appréhendés en regard de la nature de l'incident.
- Plan de communication pour informer la population

S'il arrive que certains secteurs prévus pour les opérations d'arrosage aérien soient situés à proximité d'un chalet, un plan de communication spécial sera élaboré et présenté à chaque propriétaire de chalet concerné, de manière à l'informer des travaux prévus, et prendre les mesures nécessaires pour limiter au maximum les impacts de l'arrosage de phytocides sur la qualité de l'eau qu'il prélève.

5.8. Modalité de mise à jour et de réévaluation des mesures d'urgence

Chaque année, le manuel de prévention et d'intervention d'urgence en forêt fait l'objet d'une mise à jour.

5.9. Programme de formation des intervenants

5.9.1. Formation des intervenants (mise à niveau) (adapté de Boateng 2002)

- Des entraînements aux mesures d'urgence auront lieu à chaque année. Ces formations touchent la sécurité entourant l'utilisation des différents phytocides potentiellement utilisés, quoi faire en cas de déversement, les symptômes associés à de potentielles expositions ou empoisonnements, les gestes à poser en cas de premiers secours et finalement les procédures d'information auprès des autorités compétentes en cas d'incident majeur. De plus, il existe une attestation qui assure que les employés et entrepreneurs oeuvrant pour la compagnie sont informés des mesures à prendre en cas d'urgence (Fiche FOR-442-01).

5.9.2. Programme de mise à l'essai

Le manuel de prévention et d'intervention d'urgence en forêt de l'entreprise prévoit des exercices de simulation portant sur les accidents de toutes nature en forêt, les incendies et les déversements.

6. SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

6.1 Description des moyens et mécanismes mis en place pour s'assurer du respect des exigences légales et mesures d'atténuation

La meilleure façon d'assurer le respect des mesures, règlements ou normes environnementales passe par l'appropriation et la compréhension de ceux-ci auprès des gens œuvrant sur le terrain. Le personnel responsable de superviser les opérations sera donc formé sur les questions touchant :

1. les lois, règlements et normes environnementales à respecter;
2. les techniques de travail à mettre en application afin de respecter ceux-ci;
3. les impacts environnementaux des méthodes préconisées;
4. les mesures d'atténuation à mettre en application et à respecter.

Le personnel responsable sera ainsi en mesure d'informer correctement les ouvriers et de s'assurer du respect de ces mesures. À des fins de suivi, le responsable de chantier aura également un formulaire de suivi à remplir, formulaire qui servira de liste de contrôle ainsi qu'à produire le rapport de suivi environnemental. Un exemple de contenu de cette liste de contrôle est présenté au tableau 64.

Tableau 64 Éléments inclus dans la liste de contrôle pour s'assurer du respect des exigences légales et mesures d'atténuation

Méthode <ul style="list-style-type: none">- Méthode utilisée (aérienne/terrestre)- Type d'équipement (portatif/véhicule porteur, etc.)- Technique d'application	Produits utilisés <ul style="list-style-type: none">- Herbicide- Numéro de référence du lot- Produit ajouté- Quantité totale
Procédure d'application <ul style="list-style-type: none">- Numéro du lot ou du peuplement- Nombre d'hectares traités- Présence de zone tampon / largeur- Respect des autres mesures d'atténuation (liste¹³)- Quantité de mélange utilisé- Concentration du phytocide appliqué	Conditions climatiques lors du traitement <ul style="list-style-type: none">- Début des opérations (hh : mm)- Fin des opérations (hh : mm)- Conditions particulières- Température- Humidité (%)- Couverture nuageuse (%)- Vitesse des vents

6.2 Description des moyens et mécanismes mis en place pour surveiller toute perturbation de l'environnement

Les cas où des composantes de l'environnement nécessiteront un suivi suite à l'application de phytocides sont les cas où les mesures de protection des milieux sensibles ou les mesures d'atténuation mises en pratique auront été jugées inefficaces. Comme le glyphosate est rapidement adsorbé par les particules du sol, la zone influencée par la perturbation restera relativement circonscrite au site d'application ou bien à l'endroit où l'incident a pu se produire. Dans ces cas, outre une modification des pratiques visant à éviter la répétition de cette perturbation et la mise en place de mesure de mitigation, aucune autre action ne sera mise de l'avant.

¹³ Cette liste fait référence aux mesures d'atténuation concernant l'arrosage aérien de phytocides ou le dégagement mécanique présenté au tableau 58

6.3 Description des moyens et mécanismes mis en place pour assurer le bon fonctionnement des activités du projet, des équipements et des installations

Chez Smurfit-Stone, il existe une procédure pour le suivi quotidien des activités d'épandage de phytocides. Celle-ci se traduit par une fiche de travail (Rapport quotidien des activités FOR-PHTO-03) qui permet de suivre certains paramètres reliés à l'application de phytocides. Cette fiche est présentée à l'annexe 22. Outre cette fiche, les sections qui suivent décrivent d'autres étapes à considérer pour assurer le bon fonctionnement des activités.

6.3.1 Localisation des interventions

Une cartographie des sites d'opérations comprenant également la localisation des sites d'entreposage des produits, les lieux où se trouve le matériel d'urgence, les meilleures routes d'accès en cas d'évacuation ainsi que les points d'évacuation par hélicoptère sera produite en début de saison et mise à jour à mesure de l'évolution de l'information. Cette cartographie sera en tout temps accessible au responsable des activités d'arrosage, au coordonnateur des mesures d'urgence ainsi qu'à ses substituts.

6.3.2 Protocoles prévus

- Utilisation des différentes listes de contrôle pour vérifier la présence sur le site des travaux, dans les bâtiments d'entreposage et dans les véhicules de transport des outils de protection et de sécurité nécessaires en cas de déversement;
- Mise à jour de la liste des autorités compétentes à informer avant la tenue des activités d'arrosage (ministère de l'Environnement et municipalités) et à qui doit être transmise la cartographie localisant les activités prévues ainsi que l'information concernant la nature des produits impliqués dans le projet;

6.3.3 Liste des paramètres mesurés

Exemple de paramètres à mesurer lors d'une application de phytocides (adapté de Boateng, 2002)

Identification						
Localisation			Feuille cartographique			
			Photo aérienne			
Type de peuplement ou végétation visée			Numéro du plan d'aménagement			
Objectif du traitement et conditions du site						
Méthode						
Méthode utilisée (aérienne/terrestre)			Technique d'application			
Type d'équipement (portatif/véhicule porteur, etc.)						
Produits utilisés						
Herbicide	Numéro référence du lot		Produit ajouté	Quantité total (l)		
Procédure d'application						
No du lot ou peuplement	Nb d'ha traité	Quantité de mélange utilisé (l)	Concentration de phytocide appliqué			
Conditions climatiques lors du traitement						
Début des opérations (hh:mm)	Fin des opérations (hh:mm)	Conditions particulières	Température (degré Celcius)	% humidité	Couverture nuageuse (%)	Vitesse des vents (km/h)
Autres commentaires						

6.3.4 Échéancier de réalisation

À compter de l'automne 2005, entre le 1^{ier} août et le 15 septembre de chaque année.

6.4 Description du mécanisme d'intervention en cas d'observation du non-respect des exigences légales et environnementales ou des engagements de l'initiateur

Toute situation déviante en regard des règlements entourant la tenue des activités d'arrosage ainsi que des mesures d'atténuation à respecter sera communiquée au MENVIQ aussi rapidement que possible et des mécanismes seront mis en place afin d'empêcher ce type d'événement dans le futur. Selon les recommandations du MENVIQ, les moyens seront pris pour apporter les corrections.

6.5 Engagement de l'initiateur quant au dépôt des rapports de surveillance

Un rapport annuel sera produit à la fin des travaux. Celui-ci décrira :

- la localisation des aires traitées;
- les superficies traitées;
- les mesures de protection mises en place en fonction des milieux sensibles rencontrés;
- les résultats sur le contrôle de la végétation traitée dans l'année en cours et des suivis de l'année précédente.

7. SUIVI ENVIRONNEMENTAL

«La procédure de l'étude d'impact sur l'environnement (EIE) ne peut durer dans notre société en l'absence d'un suivi environnemental. Le suivi environnemental permet d'introduire de manière systématique une boucle de rétroaction dans le système des études d'impact environnemental, ce qui permet de tirer les leçons des expériences passées et d'améliorer continuellement le processus » (tiré du site de l'agence canadienne d'évaluation environnementale, <http://www.ceaa-acee.gc.ca>).

Le suivi environnemental constitue donc une occasion d'étudier avec attention les résultats réels du projet, les impacts que celui-ci a pu avoir sur le milieu (social, environnemental ou économique) et les résultats des mesures d'atténuation mises en place. Cette étape se veut ainsi un retour permettant de mettre en perspective ce qui a fonctionné selon le plan d'action instauré et ce qui a pu dévier de la route planifiée. De plus, il est une occasion de faire un peu plus la lumière sur certaines questions qui ont pu rester obscures même après tout le travail entourant l'étude d'impact elle-même. Ce processus se compose principalement de 4 étapes (inspiré de Arts *et al.* 2001) :

- La récolte de données visant à permettre l'évaluation d'un certain nombre de paramètres représentatifs de l'influence du projet sur le milieu;
- L'analyse et l'évaluation de ces données par rapport à des normes, des prédictions ou tout simplement des résultats attendus (qualitatif ou quantitatif);
- La prise de décision et la mise en place de correctifs si de nouveaux enjeux¹⁴ émergent de l'analyse et de l'évaluation des données;
- L'information des publics concernés (organisations publiques, groupes de citoyens concernés, etc.) et du public en général des résultats de ce suivi environnementale.

Ces 4 grandes étapes constituent l'esprit qui anime le suivi environnemental proposé dans ce projet. Cette approche s'inscrit aussi parfaitement dans l'esprit de la politique environnemental que s'est dotée Smurfit.

7.1 Objectifs et composantes du programme de suivi environnemental

En fonction des objectifs de suivi établis pour ce projet (au nombre de trois), une série de rapport faisant état de la situation à la fin des opérations de l'année en cours sera produit. Ces rapports incluront également un portrait de l'évolution de la situation des secteurs traités antérieurement, et ce, pour les années 3 et 5 faisant suite à la réalisation des travaux.

Les informations obtenues par ce suivi permettront, entre autres, de (adapté de Espinoza et Richards, 2002) :

1. Vérifier si les impacts prévus l'ont été dans la mesure prévue par l'étude d'impact et que ceux-ci restent dans les limites tolérées par le projet;
2. Vérifier que les mesures d'atténuation proposées ont bel et bien été mises en place et ont joué leurs rôles prévus;
3. Évaluer la portée réelle des impacts par rapport aux prédictions établies dans l'étude d'impact;
4. Mettre en place de nouvelles mesures de travail si celles actuellement utilisées s'avèrent inadéquates;
5. Identifier des impacts jusqu'alors insoupçonnés.

¹⁴ Un enjeu, c'est tout problème autour duquel se greffe un débat, une controverse et qui est l'objet de valorisations contrastées (Meny et Thoenig 1989 in Lapierre et Bélanger 2003)

Voici donc les objectifs poursuivis et les rapports qui seront produits dans le cadre de ce suivi environnemental.

7.1.1 Objectif 1 : Évaluation de l'atteinte des objectifs de dégagement et de préparation de terrain

- Rapport d'inventaire de l'état de la régénération et des espèces compétitrices en présence (espèces ligneuses, semi-ligneuses et herbacées)
 - 1 mois après traitement
 - 2 ans après traitement
- Rapport d'inventaire du nombre de microsites propices à l'hectare créés par la préparation de terrain.
 - Un premier rapport sera généralement fait suite au traitement vers la fin de l'automne ou tôt au printemps, tout de suite après la fonte des neiges.
 - Un second rapport sera fait après trois saisons de croissance.

Chez Smurfit-Stone, ces rapports d'inventaire sont bâtis à partir de fiches de travail qui permettent ainsi d'évaluer le pourcentage de réussite du traitement. Ces fiches (Évaluation de la qualité d'exécution des travaux d'épandage de phytocides FOR-PHTO-04 et FOR-PHYTO-05) sont présentées à l'annexe 22.

7.1.2 Objectif 2 : Évaluation au terrain des impacts, prévus ou non, du projet de dégagement et de préparation de terrain

Dans le cadre général du suivi en lien avec les travaux de préparation de terrain, de plantation ou d'entretien, il existe chez Smurfit-Stone une procédure pour l'inspection de ces types de travaux sylvicoles. Cette procédure se traduit par une fiche de travail qui permet de vérifier si certains paramètres (qualité des travaux, environnement, sécurité, risque d'incendie) reliés aux activités répondent aux normes établies par la compagnie. Cette fiche (Rapport d'inspection des travaux sylvicoles FOR-SYLV-01) est présentée à l'annexe 22.

De façon plus spécifique, le déplacement du glyphosate en dehors de la zone d'application (zone tapon incluse) constitue le seul impact pour lequel un doute subsiste. En regard de celui-ci, une procédure d'échantillonnage sera mise en place afin de valider et quantifier la présence ou non de ces impacts potentiels (voir section 7.2 pour plus de détail sur l'échantillonnage prévu)

7.1.3 Objectif 3 : Appréciation terrain de l'efficacité des mesures d'atténuation

Un rapport général de conformité par rapport aux mesures d'atténuation prévues à l'étude d'impact sera produit. Ce rapport décrira, de façon générale, le comportement et les effets des mesures d'atténuation sur :

- Les composantes environnementales
 - L'eau
 - L'air
 - Le sol
- Les composantes sociales
- Les composantes économiques

7.2 Méthodologie d'analyse environnementale préconisée

7.2.1 Protocoles et méthodes scientifiques envisagés (expérience terrain)

7.2.1.1 Méthode quantitative

Le suivi environnemental sera intégré aux activités de suivi de l'effet des travaux de dégagement ou de préparation de terrain. Ainsi, tout ce qui concerne l'analyse de la présence et de l'état de la végétation visée ou non par le traitement sera compilé et analysé.

Pour ce qui est des risques de contamination des cours d'eau par le glyphosate ou du transport de sédiments entrés en contact avec du glyphosate et transporté par ces cours d'eau, un échantillonnage réalisé dans 10 % des secteurs traités au cours de l'année sera effectué par une firme externe. Ces prélèvements, effectués dans des secteurs choisis au hasard environ 1 mois après le traitement, seront faits dans les portions avales du cours d'eau le plus près du secteur échantillonné et le résultat de ces analyses fera l'objet d'un rapport.

7.2.1.2 Méthode qualitative

Lors des rencontres annuelles entre Smurfit-Stone et les intervenants du milieu, la question des impacts liés aux activités de dégagement et de préparation de terrain sera couverte. Ces rencontres seront une très bonne occasion de recueillir le jugement que porte ces intervenants sur les travaux concernés. Ce jugement, ou même les données si le cas se présente, seront utilisés pour analyser les impacts et prendre une décision si des correctifs sont à apporter.

7.2.2 Liste des paramètres mesurés et barème utilisé (expériences terrain)

Pour tous les sites traités, le promoteur aura en main les informations suivantes avant traitement :

- Densité de tiges résineuses à dégager / essence / ha;
- Densité de tige d'essences compétitrices / essence / ha;
- Localisation des cours d'eau (continu et intermittent) dans le secteur traité et dans un rayon de 60 mètres entourant le secteur à traiter.

PARAMÈTRE MESURÉ	BARÈME UTILISÉ
Composition en espèce	Espèces végétales (arborées, arbustives, herbacées, lycopodes, prêles, fougères, mousses hépatoïques et lichéens) présentes avant et 2 saisons après traitement.
Densité de tiges à l'hectare	Nombre de tiges d'espèces ligneuses par groupe d'espèces (arborées résineux, arborées feuillues, arbustifs résineux, arbustifs feuillues) présentes avant et 2 saisons après traitement.

7.3 Mécanismes d'intervention en cas de dégradation imprévue de l'environnement

Comme les impacts négatifs anticipés dans le cadre des activités de ce projet, autres que ceux résultant d'un incident lui-même imprévu, sont faibles ou inévitables et déjà connus, le mécanisme d'intervention prévu à ce moment ne comporte que la mise en place d'un programme de restauration si un événement survient. Le cas échéant, ce programme inclura la réalisation d'une analyse de la situation d'un point de vue des impacts environnementaux, sociaux et économiques ainsi qu'un plan de mise en œuvre pour corriger la situation si l'analyse le justifie.

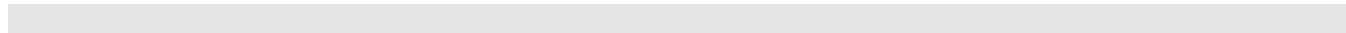
7.4 Modalités concernant les engagements relatifs à la production des rapports de suivi (nombre, fréquence, format)

Un rapport de suivi de l'efficacité des travaux sera produit annuellement. Celui-ci présentera :

- La localisation des secteurs traités au cours de l'année;
- Le portrait de l'atteinte des objectifs pour les secteurs traités au cours de l'année;
- Le portrait de l'évolution des objectifs en lien avec les secteurs traités de façon périodique.

7.5 Engagement sur la diffusion des résultats du suivi auprès de la population concernée

Dans le but de confirmer aux yeux de la population le bien-fondé des actions sylvicoles mises en place, un résumé du rapport de suivi environnemental sera intégré aux bulletins d'information produits par l'entreprise à l'intention du grand public ainsi que dans le bilan des activités que l'entreprise produit annuellement.



CONCLUSION

À la lumière de la revue de littérature et des analyses effectuées, il apparaît que l'utilisation de l'arrosage aérien de glyphosate représente le traitement le plus approprié pour répondre aux objectifs de faisabilité, d'efficacité, de niveau d'impacts et de coût en regard de son utilisation à des fins de dégagement de la régénération et de préparation de terrain.

Cette étude d'impact a permis de démontrer la justesse de ce choix, mais également de continuer à favoriser le développement et la mise en place de pratiques qui vont permettre de minimiser encore plus les impacts potentiels ou réels de cette pratique sylvicole et de limiter au maximum les risques d'accident. Smurfit-Stone s'engage à continuer à respecter ses obligations réglementaires et à continuer à améliorer ses pratiques afin de toujours viser à faire prospérer son entreprise dans un contexte de développement durable respectueux du milieu et des gens.



Logo tiré de Plan de développement durable (document de consultation), MENV 2004

BIBLIOGRAPHIE

- AGRICULTURE CANADA (1991). Triclopyr, document de décision, Direction générale de la production et de l'inspection des aliments, Direction des pesticides: 45 p.
- ARLA/PMRLA (2002). *Chondrostereum purpureum* (HQ1) Myco-Tech paste, Product Monograph: 46 pages.
- BARIL, M., et C.BEAUDRY, (2001). La prévention des accidents causés par le monoxyde de carbone lors de l'utilisation des petits équipements actionnés par des moteurs à combustion interne. Bilan des connaissances., Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec: 35 p.
- BERTRAND, N., et H. MARQUIS, (1995). Exposition des travailleurs forestiers au monoxyde de carbone et au benzène lors de travaux de dégagement de plantation à l'aide de débroussailleuses et de scies à chaîne.
- BOATENG, J. O. (2002). HERBICIDE FIELD HANDBOOK (REVISED).
- BOCK, M. D., and K.C.J. VAN REES, (2002). Mechanical site preparation impacts on soil properties and vegetation communities in the Northwest Territories1. *Can. J. For. Res.* 32: 1381-1392.
- BUCHWALTER, D., J. JENKINS, N. KERKVLII et P. THOMPSON (2002). Glyphosate ; Pesticide Fact Sheet: Forestry Use, Extension Service, Department of Agricultural Chemistry, Environmental Toxicology & Chemistry Program, Oregon State University: 2 pages.
- CANTERBURY AGRICULTURE and SCIENCE CENTRE (2003). Biocontrol of Weeds with Pathogens, WORKSHOP, Lincoln, Canterbury, New Zealand.
- CARRIER, G., N.H. GOSSELIN, A. DOSSO, (2003). Évaluation du risque pour la santé des travailleurs qui appliquent le triclopyr (Garlon 4) pour la maîtrise de la végétation sous les lignes à haute tension. La gestion de la végétation, des outils et des hommes, Association québécoise pour la gestion de la végétation.
- CLARK, A., and B. EDWARDS, (1999). EFFECT OF SIX SITE-PREPARATION TREATMENTS ON PIEDMONT LOBLOLLY PINE WOOD PROPERTIES AT AGE 15. Tenth Biennial Southern Silvicultural Research Conference / February 16-18, Shreveport, LA.
- COMEAU, P., et B. BIRING (2000). Effectiveness of repeated manual cutting of mixed shrub vegetation in an Interior Cedar–Hemlock zone spruce plantation: fifth-year results. Conf. proceeding :From science to management and back: a science forum for southern interior ecosystems of British Columbia, Kamloops, B.C., Southern Interior Forest Extension and Research.
- CSST (2000). Débroussaillage, La prévention j'y travail.
- DOST, F. N. (2003). Pesticide Testing for Registration: Toxicity, Environmental Behaviour, and Epidemiology, Forest practice branch, BC Ministry of forests.
- DOST, F. N. (2003). Toxicology and Potential Health Risk of Chemicals that May Be Encountered by Forest Vegetation Management Workers, Forest practice branch, BC Ministry of forests.
- DOST, F. N. (2003). Toxicology and potential health risk of chemicals that may be encountered by workers using forest vegetation management options : summary, Forest practice branch, BC Ministry of forests.

- DOST, F. N. (2003). Toxicology and potential health risk of chemicals that may be encountered by Workers using forest vegetation management options. Part I, Risk to workers associated with exposure to emissions from power saws, Forest practice branch, BC Ministry of forests.
- DOST, F. N. (2003). Toxicology and potential health risk of chemicals that may be encountered by workers using forest vegetation management options. Part II, Exposure to and absorption of herbicides used in forestry, Forest practice branch, BC Ministry of forests.
- DOST, F. N. (2003). Toxicology and potential health risk of chemicals that may be encountered by workers using forest vegetation management options. Part III, Risk to workers using 2,4-D formulations, Forest practice branch, BC Ministry of forests.
- DOST, F. N. (2003). Toxicology and potential health risk of chemicals that may be encountered by workers using forest vegetation management options. Part IV, Risk to workers using glyphosate formulations, Forest practice branch, BC Ministry of forests.
- DOSTIE, R. (1993). Dépôt de glyphosate à l'extérieur des aires traitées en 1991, Ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement, Service du suivi environnemental.
- DOW AGROSCIENCES (2003). Release*Phytocide sylvicole, 13 pages.
- DUBEAU, D., LEBEL, L.G. et IMBEAU, D. (2003). Étude intégrée des ouvriers sylvicoles débroussailleurs au Québec, Direction de la recherche forestière, MRNFP, Note de recherche forestière no 128: 6 pages.
- ENGLISH, B., et TITUS B. (2000). Controlling Kalmia with a Vision + Sylgard 309 mixture, Silviculture and research section, Newfoundland forest service: 12 p.
- ENGLISH NATURE et FACT (2003). The Herbicide Handbook: Guidance on the use of herbicides on nature conservation sites.
- ESPINOZA, G., et B. RICHARDS (2002). Fundamentals of Environmental Impact Assessment. TRAINERS' COURSE ON ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND ASSESSMENT FOR INVESTMENT PROJECTS, Inter-American Development Bank – IDB Inter-American Association of Sanitary and environmental Engineering - AIDIS.
- FELSOT, A. S. (2000). Herbicide tolerant genes, part 2 : Giddy 'bout glyphosate. Agrichemical & environmental news Nov 2000, no 175.
- FORÊT MODÈLE DU MANITOBA (2002). Alternative Vegetation Management Trial : Evaluation Of 2000 Remeasurements: 60 p.
- FROCHOT, H., G. ARMAND, A. GAMA, M. NOUVEAU, L. WEHRLÉN (2002). La gestion des la végétation accompagnatrice : état et perspective. Revue forestière française 6-2002.
- GAN, J., S. H. KOLISON, JR.T.M. HARGROVE, and J. H. MILLER (1997). SITE PREPARATION METHODS AND THEIR IMPACTS ON TIMBER AND NONTIMBER VALUES OF FOREST STANDS. Proceedings of the Ninth Biennial Southern Silvicultural Research Conference, Clemson University and USDA Forest Service, Southern Research Station.
- GANAPATHY, C. (1997). ENVIRONMENTAL FATE OF TRICLOPYR, Environmental Monitoring & Pest Management Branch Department of Pesticide Regulation, Sacramento, CA.

- GIESY, J. P., DOBSON S., SOLOMON K.R. (2000). Ecotoxicological risk assessment for Roundup herbicide. *Rev. Environ. Contam Toxicol* 167: 35-120.
- GOSSELIN, L., R. JOBIDON et L. BERNIER (1999). Biological Control of Stump Sprouting of Broadleaf Species in Rights-of-Way with *Chondrostereum purpureum*: Incidence of the Disease on Nontarget Hosts. *Biological control* 16: 60-67.
- GRENON, F., BRADLEY, R.L., JOANISSE, G., TITUS, B.D., and PRESCOTT, C.E (2004). Mineral N availability for conifer growth following clearcutting: responsive versus non-responsive ecosystems. *For. Ecol. Manage* 188: 305-316.
- HARPER, G. J., P.G. COMEAU, W. HINTZ, R.E. WALL, R. PRASAD, et E.M. BECKER (1999). *Chondrostereum purpureum* as a biological control agent in forest vegetation management. II. Efficacy on Sitka alder and aspen in western Canada. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 852-858.
- HYDRO-QUÉBEC (1992). Pulvérisation aérienne de phytocides, programme d'entretien des emprises 1993-1997 volumes I et II.
- JOBIDON, R., et L. CHARETTE, (1997). Effets, 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* 27: 1979-1991.
- JOBIDON, R. (1995). Autécologie de quelques espèces de compétition d'importance pour la régénération forestière au Québec. *Revue de littérature*. Québec, Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources naturelles: 180 p.
- JOBIDON, R., F. Trottier et L. Charette (1999). Dégagement chimique ou manuel de plantation d'épinette noire? Étude de cas dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc au Québec. *The Forestry Chronicle* 75(6): 973-979.
- JOBIDON, R., Roy V. et Cyr G. (2003). Net effect of competing vegetation on selected environmental conditions and performance of four spruce seedling stock sizes after eight years in Québec (Canada). *Annals of forest Science*.
- LAUTENSCHLAGER, R. A. (2000). An intensive silviculture contribute to sustainable forest management in northern ecosystems ? *The forestry chronicle* 76(2): 130-142.
- LAUTENSCHLAGER, R. A. e. T. P., SULLIVAN (2002). Effects of herbicide treatments on biotic components in regenerating northern forest. *The forestry chronicle* 78(5): 695-731.
- LEGRIS, J., et G. Couture (1992). Résidus de glyphosate dans les fruits sauvages à la suite de pulvérisation terrestre en milieu forestier en 1989 et 1990.
- LEGRIS, J., Gisèle Couture, Pierre Léveillé (1997). RÉSIDUS D'HEXAZINONE DANS L'EAU ET LES SÉDIMENTS À LA SUITE DE TRAITEMENTS RÉALISÉS DE 1989 À 1994 EN MILIEU FORESTIER, Ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, Service du suivi environnemental: 45 p.
- MILLER, J. H., BOYD R.S., EDWARD B. (1999). Floristic diversity, stand structure, and composition 11 years after herbicide site preparation. *Can.J.For. Res*(29): 1073-1083.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT (2002). Répertoire des principaux pesticides utilisés au Québec, Les publications du Québec.

- MINISTÈRE DES FORÊTS DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE (2002). SHEEP GRAZING IN FORESTRY, Forest practice branch: 5 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (1995). Évaluation des impacts du glyphosate utilisé dans le milieu forestier. (RN95-3082): 182 pages.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2003). Instructions relatives à l'application du règlement sur la valeur des traitements sylvicoles admissibles en paiement des droits exercice 2003-2004. (Version révisée).
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, F. Q. (2002). Le traitement d'éclaircie précommerciale pour le groupe de production prioritaire SEPM Avis scientifique, Direction de la recherche forestière: 139 p.
- MONSATO (2000). Fiche technique de l'herbicide Vision.
- MONSATO (2002). Glyphosate and wildlife, Backgrounder. Fact sheet of Monsato cie: 5 p.
- MONSATO (2003). Fiche de données de sécurité, produit commercial: 8 p.
- MONSATO (2003). Glyphosate and Environmental Fate Studies. Fact sheet of Monsato cie: 4 p.
- MONSATO (2004). Vision, phytocide forestier: 22 p.
- MYCOFORESTIS (2003). Myco-Tech™, CONTRÔLE BIOLOGIQUE DE LA VÉGÉTATION: Pamphlet.
- MYCOFORESTIS (2003). Myco-Tech™ Paste A Biological Vegetation Management Product: MATERIAL SAFETY DATA SHEET.
- MYCO-FORESTIS (2002). Étiquette-Label.
- NEWMASTER, S. G., BELLE, F.W. et VITT, D.H. (1999). The effects of glyphosate and triclopyr on common bryophytes and lichens in northwestern Ontario. Can.J. For. Res. 29: 1101-1111.
- ONTARIO MINISTRY OF NATURAL RESOURCES, O. (1998). A Silvicultural Guide for the Tolerant Hardwood Forest in Ontario, Queen's Printer for Ontario. Toronto.
- ÖRLANDER, G., GEMMEL, P., and HUNT, J., (1990). Site Preparation: A Swedish Overview, British Columbia Ministry of Forests, Victoria, BC.
- PAQUETTE G. et CUNNINGHAM, M. (1997). Mémoire présenté à la commission du bureau d'audiences publiques sur l'environnement : Commentaire sur le document « Étude comparative sur les modes de dégagement de la régénération forestière », Monsato Canada.
- PHANEUF, D., et O. SAMUEL, (1994). Évaluation du risque toxicologique associé au dégagement manuel des plantations. Étude réalisée pour le MRN dans le cadre de l'étude comparative des modes de dégagement de la régénération forestière, Annexe N.
- PHANEUF, D., et O. SAMUEL, (1994). Évaluation du risque toxicologique associé au dégagement manuel des plantations. Étude réalisée pour le MRN dans le cadre de l'étude comparative des modes de dégagement de la régénération forestière, Annexe N.

- PITT, D. G., M.T. DUMAS, R.E. WALL, D.G. THOMPSON, L. LANTEIGNE, W. HINTZ, G. SAMPSON, et R.G. WAGNER, (1999). *Chondrostereum purpureum* as a biological control agent in forest vegetation management. I. Efficacy on speckled alder, red maple, and aspen in eastern Canada. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 841–851.
- PRÉVOST, M. (1992). Effets du scarifiage sur les propriétés du sol, la croissance des semis et la compétition : revue des connaissances actuelles et perspectives de recherche au Québec. *Ann. Sci. For.* 49: 277-296.
- PREZIO, J. R., M.W. LANKESTER, R.A. LAUTENSCHLAGER et F.W. BELL (1999). Effects of alternative conifer release treatments on terrestrial gastropods in regenerating spruce plantations. *Can.J. For. Res.* 29: 1141-1148.
- ROY, V., N. THIFFAULT et R. JOBIDON (2003). Maîtrise de la végétation au Québec (Canada) : une alternative efficace aux phytocides chimiques. Mémoire soumis au XIIe congrès mondial, Canada, 2003.
- ROY, V., THIFFAULT, N. et JOBIDON, R. (2003). Maîtrise intégrée de la végétation au Québec (Canada) : une alternative efficace aux phytocides chimiques, Direction de la recherche forestière, MRNFP, Note de recherche forestière no 123: 8 p.
- SANTÉ CANADA, T. P. E. S. G. C. (2003). Guide Canadien d'évaluation des incidences sur la santé, Volume 4. 4: 235.
- SANTÉ CANADA (2002). Proposed Regulatory Decision Document PRDD2002-01.
- SCHMIDT, M. G., S. E. MACDONALD, and R. L. ROTHWELL, (1996). Impacts of harvesting and mechanical site preparation on soil chemical properties of mixed-wood boreal forest sites in Alberta. *Can. J. Soil Sci.* 76: 531-540.
- SCHUETTE, J. (1998). ENVIRONMENTAL FATE OF GLYPHOSATE, Environmental Monitoring & Pest Management, Department of Pesticide Regulation, Saceamento, CA.
- SULLIVAN, T. P., ROBERT G. WAGNER, DOUGLAS G. PITT, R.A. LAUTENSCHLAGER, and A. D. G. CHEN (1998). Changes in diversity of plant and small mammal communities after herbicide application in sub-boreal spruce forest. *Canadian Journal of Forest Research* 28: 168-177.
- TESKE, M. E., THISTLE, H.W. et ICE, G.G. (2003). Technical advances in modeling aerially applied sprays. *American society of agricultural engineers* 46(4): 985-996.
- THIFFAULT, N., B.D. TITUS, et A.D. MUNSON (2004). Black spruce seedlings in a *Kalmia-Vaccinium* association : Microsite manipulation to explore interactions in the field. *Canadian Journal of Forest Research* accepté en 2004.
- THIFFAULT, N., G.CYR, G.PRESENT, R.JOBIDON et L. CHARETTE (2004). Régénération artificielle des pressières noires à éricacées : effets du scarifiage, de la fertilisation et du type de plants après 10 ans. *The Forestry Chronicle* 80(1): 141-149.
- THIFFAULT, N., R. JOBIDON Et A.D. MUNSON (2003). Performance and physiology of large containerized and bare-root spruce seedlings in relation to scarification and competition in Quebec (Canada). *Ann. For. Sci.* Accepté le 17 mars 2003.
- THIFFAULT, N., V. ROY, G. PRESENT, G. CYR, R. JOBIDON ET J. MENETRIER (2003). La sylviculture des plantations résineuses au Québec. *Le naturaliste Canadien* 127: 63-80.

- TURNER, L. (2003). Effects Determination for Triclopyr triethylammonium, Imazapyr, and Sulfometuronmethyl for Pacific Anadromous Salmonids, United States Environmental protection agency: 17 p.
- URE B. et SHERWOOD R. L. (2000). TECHNOLOGIE MYCO-TECH, Contrôle biologique de la végétation feuillue : Sommaire des résultats des analyses de Toxicologie., IIT Research institute: 6 pages.
- USDA FOREST SERVICE PACIFIC NORTHWEST REGION (2000). Glyphosate HERBICIDE INFORMATION PROFILE, USDA.
- USDA FOREST SERVICE PACIFIC NORTHWEST REGION (2001). Glyphosate HERBICIDE INFORMATION PROFILE, USDA: 23 p.
- WAGNER, R., et S.J. COLOMBO (2001). Regenerating the Canadian Forest. Principles and practice for Ontario, Fitzhenry & whiteside Limited, Markham, Ontario, Canada.
- 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 human. Regulatory, Toxicology and Pharmacology 31: 117-165.
- WILOUGHBY, I. (1999). Future alternative to the use of herbicides in British forestry. Can.J.For.Res(29): 866-874.
- WISCONSIN DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES DIVISION OF FORESTRY (2002). Wisconsin Voluntary Site-level Forest Management Guidelines. Madison, Wisconsin 53707.
- Tiré de : Institut national de la recherche agronomique (2002). Popular summaries : Fourth international conference on forest vegetation management : Technical environmental and economic challenge., Nancy, France. Popular summaries**
- BOISSÉSON, JM DE., JY. FRAYSSE. et JP.ROUSSEAU. 2002. Consequence of the use of glyphosate herbicides in intensive sylviculture of maritime pine in south west France.
- CHRISTENSEN, P. 2002. Review of new herbicides examined in Denmark for weed control in forestry and christmas trees.
- CLAY, DAVID V., FIONA L.DIXON et IAN, WILLOUGHBY. 2002. Natural products as herbicides for tree establishment.
- DAGGETT, R. HOWARD et ROBERT G. WAGNER. 2002. Long-term effects of herbicide treatments and precommercial thinning on stand development in spruce-fir stands in Maine.
- KETCHUM, J.SCOTT, J. COATE et R. ROSE. 2002. Conifer phytotoxicity and vegetation control efficacy of six selected herbicides, after two years.
- NYKOLUK, SUSAN M., THOMAS W. STEELE et CHRISTOPHER D.B. HAWKINS. 2002. The ecology and economics of glyphosate treatment : evidence from a 13 years old interior spruce plantation in British Columbia, Canada.
- SCHÜTZ, J-P. (2002) Opportunistic ways of controlling vegetation inspired by natural plant succession dynamics.

- SHAMOUN, SIMON F. et WILLIAM E. HINTZ. 2002. Comparative efficacy of *Chondrostereum purpureum* and the herbicides on red alder and bigleaf maple in British Columbia, Canada.
- SOUTH, DAVID B. et JAMES L. RAKESTRAW. 2002. Morphologically improved seedlings : An alternative to herbaceous weed control.
- TATUM, VICKIE L., JAMES P. SHEPARD et BENTLEY T. WIGLEY. 2002. A review of herbicide toxicity to wildlife.
- THOMPSON, DEAN G. et G. PITT, DOUGLAS. 2002. A review of forest vegetation management research and practice in Canada.
- THOMPSON, DEAN G., BARBARA F. WOJTASZEK, BOZENA STAZNIK, DEREK CHARTRAND et GÉRALD STEPHENSON. 2002. Strategic monitoring for herbicide effects on native amphibians in forest wetland ecosystems.
- THOMPSON, DEAN G., BARBARA F. WOJTASZEK, BOZENA STAZNIK, DEREK CHARTRAND et GÉRALD STEPHENSON. 2002. Effect of glyphosate (Vision) and triclopyr (release) herbicides on native amphibians in two northern Canadian forest wetlands.
- WAGNER, ROBERT G. et ALAN S. WHITE. 2002. Influence of repeated disturbance on the diversity of early successional plant communities in a northern forest ecosystem.
- WILLOUGHBY, IAN, DAVID V. CLAY et ROGER MOORE. 2002. The identification of dye markers to improve targeting and help achieve reduction in herbicide use.

Tiré de : Non-Target impacts of the herbicide glyphosate, A compendium of reference and abstracts, 4th edition, Applied mammal research institute (AMRI), 1997.

- COLE, E.C., W.C. MCCOMB, M. NEWTON, C.L. CHAMBER et J.P. LEEMING. 1995. Response of small mammal and amphibian capture rates to clearcutting, burning and glyphosate application in the Oregon coast range. Second international conference on forest vegetation management. Rotorua, New-Zealand. R.E. Gaskin and J.A. Zabkiewicz (compilers) FRI Bulletin no. 192, pp. 155-57.
- CUMMING, H.G., C.P. KELLY, R.A. LAUTENSCHLAGER et S. THAPA. 1995. Effects of conifer release with Vision (Glyphosate) on moose forage quality. *Alces* 31 : 2221-32.
- ISMAIL, B.S., A.J. KADER et O. OMAR. 1995. Effects of glyphosate on cellulose decomposition in two soils. *Folia microbiologica* 40, no. 5 : 499-502.
- LAUTENSCHLAGER, R.A., F.W. BELL et R.G. WAGNER. 1995. The Fallingsnow ecosystem project: comparing manual, mechanical, and aerial herbicide conifer release in Northwestern Ontario. Second international conference on forest vegetation management. Rotorua, New Zealand. R.E. Gaskin, and J.A. Zabkiewicz, (compiler. FRI Bulletin no. 192. pp. 262-264.
- LAUTENSCHLAGER, R.A., R.A., T.P. SULLIVAN and R.G. WAGNER. 1995. Using herbicides for wildlife management in northern ecosystems. Second international conference on forest vegetation management. Rotorua, New Zealand. R.E. Gaskin, and J.A. Zabkiewicz, (compiler. FRI Bulletin no. 192. pp. 152-154.

- LÉVEILLÉ, P., J. LEGRIS et L. DESCHENES. 1996. Exploratory study of glyphosate residues in small mammals after an aerial forestry application. B-102. Gouvernement du Québec, Ministère des ressources naturelles, Québec.
- LINZ, G.M., D.C. BLIXT, D.L. BERGMAN et W.J. BLEIER. 1996. Response of ducks to glyphosate-induced habitat alteration in wetlands. *Wetlands*. 16, no. 1 : 38-44.
- MOOLA, F.M., A.U. MALLIK, et R.A. LAUTENSCHLAGER. 1997. Effects of conifer release treatments on blueberry production in northwestern Ontario. *Canadian journal of forest research* (in press).
- RUNCIMAN, J.B. et T.P. SULLIVAN. 1996. Influence of alternative conifer release treatments on habitat structure and small mammal populations in south central British Columbia. *Canadian journal of forest research* 26, no. 11 : 2023-34.
- SCHIFFMAN, S.S., M.S. SUGGS, M.B.A. DONIA, R.P. ERICKSON et H.T. NAGLE. 1995. Environmental pollutants alter taste responses in the gerbil. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior* 52, no.1 : 189-94.
- SIMENSTAD, C.A., J.R. CORDELL, L. TEAR, L.A. WEITKAMP, F.L. PAVEGILO, K.M. KILBRIDGE, K.L. FRESH et C.E. GRUE. 1996. Use of Rodeo and X-77 spreader to control smooth cordgrass (*spartina alternifolia*) in a southwestern Washington estuary: 2.Effects on benthic microflora and invertebrates. *Environmental Toxicology and chemistry* 15, no.6:969-78.
- SIMPSON, J.A., A.M. GORDON, P.E. REYNOLDS, R.A. LAUTENSCHLAGER, F.W. BELL, D.GRESH et D. BUCKLEY. 1997. Influence of alternative conifer release treatments on soil nutrient movement. *Forestry chronicle* 73, no(in press)
- SULLIVAN, T.P. 1996. Influence of forest herbicide on snowshoe hare population dynamics : reproduction, growth, and survival. *Canadian journal of forest research* 26, no. 1 : 112-19
- SULLIVAN, T.P., C. NOWOTNY, R.A. LAUTENSCHLAGER et R.G. WAGNER. 1997. Sylvicultural use of herbicide in sub-boreal forest : implication for small mammal population dynamics. (submitted)
- SULLIVAN, T.P., D.S. SULLIVAN, R.A. LAUTENSCHLAGER et R.G. WAGNER. 1997. Long-term influence of glyphosate herbicide on demography and diversity of small mammal communities in coastal coniferous forest. *Northwest science* 71, no. 1. : 6-17
- SULLIVAN, T.P., R.A. LAUTENSCHLAGER et R.G. WAGNER. 1996. Influence of glyphosate on vegetation dynamics in different successional stages of sub-boreal spruce forest. *Weed technology* 10 : 439-446
- TENUTA, M. et R.G. BEAUCHAMP. 1996. Denitrification following herbicide application to a grass sward. *Canadian journal of soil science* 76, no.1 : 15-22
- UNDABEYTIA, T., M.V. CHESHIRE et D. MCPHAIL. 1996. Interaction of the herbicide glyphosate with copper in humic complexes. *Chemosphere* 32, no.7:1245-50.
- WOODCOCK, J.M., R.A. LAUTENSCHLAGER, F.W. BELL, et J.P. RYDER. 1997. Conifer release alternatives affects songbird populations in northwestern Ontario. *Forestry Chronicle* (in press).
- YOUSEF, M.I., M.H. SALEM, H.Z. IBRAHIM, S. HELMI, M.A. SEEHY et K. BERTHEUSSEN. 1995. Toxic effects of carbofuran and glyphosate on semen characteristics in rabbits. *Journal of environmental science and health-B* 30, no.4 : 513-34

Tiré : de Non-Target impacts of the herbicide glyphosate, A compendium of reference and abstracts, 5th edition, Applied mammal research institute (AMRI), 2000.

BAYLIS, A.D. 2000. Why glyphosate is a global herbicide : Strengths, weaknesses and prospects. Pest management science 56:299-308.

BELL, F.W., R.A. LAUTENSCHLAGER, R.G. WAGNER, D.G. PITT, J.W. HAWKINS et K.R. RIDE. 1997. Motor-manual, mechanical and herbicide release affect early successional vegetation in northwestern Ontario. Forestry chronicle 73:61-68.

COLE, E.C., W.C. MCCOMB, M. NEWTON, C.L. CHAMBER et J.P. LEEMING. 1998. Response of small mammal and amphibian capture rates to clearcutting, burning and glyphosate application in the Oregon coast range. Journal of wildlife management 62:1207-1216.

HANEY, R.L., S.A. SENSEMAN, F.M. HONS et D.A. ZUBERER. 2000. Effect of glyphosate on soil microbial activity and biomass. Weed science 48 : 89-93.

NICHOLSON, P.S. et P.R. HIRSCH. 1998. The effects of pesticides on the diversity of culturable soil bacteria. Journal of applied microbiology 84: 551-558.

ROSHON, R.D., J.H. MCCANN, D.G. THOMPSON et G.R. STEPHNSON. 1999. Effects of seven forestry management herbicides on *Myriophyllum sibiricum*, as compared with other nontarget quatic organisms. Canadian journal of forest research 29:1158-1169.

Tiré de : Integrated Vegetation Management Association of B.C.(2000) IVMA CONFERENCE : Journal Proceedings.

PAUL DE LA BASTIDEA, HINTZA, W. et SHRIMPTONB, G.(2000) *Chondrostereum purpureum*, BIOLOGICAL CONTROL FOR DECIDUOUS SPECIES.

Tiré du congrès annuel conjoint AQGV-SIAQ.1999. La gestion intégrée de la végétation : mythe ou réalité.

PRUD'HOMME, ANNE-MARIE. 1999. Optimisation des périmètres de protection dans les emprises de lignes de transport.

Document interne de Monsanto 2003

ACQUAVELLA, J.F. et al. 1999. Human ocular effects from self-reported exposures to Roundup herbicides. Human & experimental toxicology. 18, 479-486.

COPPOCK, R.W. et al. 1988. The toxicology of detergents, bleaches, antiseptics and disinfectants in small animal. Vet. Hum. Toxicol.30(5) 463-473.

GREEK, B.F. 1998. Detergent component become increasingly diverse, complexe. Chem. & Eng.News. 25:21-53.

MAIBACH, H.I. 1986. Irritation, sensitization, photoirritation and photosensitization assays with a glyphosate herbicide. Contact dermatitis. 15, 152-156.

GLOSSAIRE

ARLA

Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (en anglais PMRA : Pest management regulatory agency)

C.A.S.

Le numéro C.A.S. (Chemical Abstract Service) est un identifiant déterminé par informatique. Un algorithme mathématique identifie les diagrammes structurels et alloue automatiquement un numéro C.A.S. unique à chaque entité chimique (molécule, mélange d'isomères, produit industriel).

CE₅₀

Concentration qui inhibe la croissance de 50 % des individus

CFU / ml

Nombre de colonies par ml (Colony forming unit). Nombre de cellules de mycélium autonome qui se développent et forment une colonie.

CL₅₀

Concentration létale pour 50 % des individus

Cholinestérase

Enzyme qui hydrolyse l'acétylcholine et joue un rôle important dans le fonctionnement du système nerveux.

Chronique

Qui se passe sur une longue période, soit de manière continue ou par intermittence. Le terme est généralement employé pour décrire des expositions continues et les effets qui se développent après une longue période d'exposition.

Chronoséquence végétale

Succession dans le temps, de communautés végétales dans un milieu déterminé à la suite d'une perturbation.

Cours ou plan d'eau

Cette expression (au sens du code de gestion des pesticides) comprend un cours d'eau à débit intermittent, un étang, à l'exception d'un étang

d'aération municipal et d'un étang artificiel sans exutoire, un marais, un marécage ou une tourbière, à l'exception de la tourbière ou la partie de celle-ci qui est exploitée mais elle ne comprend pas les fossés ; toute distance relative à un cours ou plan d'eau est mesurée à partir de la ligne naturelle des hautes eaux tel que définie dans la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables

Dépôt (de surface ou meuble)

Terme usuel pour signifier la couche meuble de matériaux minéraux ou organiques qui reposent sur le socle rocheux (Ex. : dépôts glaciaires, lacustres, etc.).

District écologique

Portion du territoire caractérisée par un patron propre du relief, de la géologie, de la géomorphologie et de la végétation régionale. Unité cartographique à l'échelle 1:250 000 ou plus petite utilisée au Québec.

DL₅₀

Dose létale pour 50 % des sujets

Domaine bioclimatique

Territoire caractérisé par la nature de la végétation de fin de succession exprimant l'équilibre entre le climat et les sites mésiques.

Drainage

Évaluer le drainage d'un sol consiste à dresser son bilan hydrique, c'est-à-dire estimer l'eau disponible pour les plantes tout au long de l'année, ainsi que la vitesse d'évacuation des surplus ou encore la durée et la fréquence des périodes pendant lesquelles le sol est saturé.

Drainage latéral

Présence occasionnelle ou permanente d'eau en mouvement latéral dans un sol, à proximité de cours d'eau, provoquant une meilleure oxygénation du sol.

Drainage oblique

Circulation interne de l'eau le long des pentes, provoquant un enrichissement en éléments nutritifs en milieu et bas de pente.

Émulsion

Préparation hétérogène formée par la combinaison de deux liquides, dont l'un forme des gouttelettes microscopiques dans l'autre, sans s'y mélanger.

Éolien (dépôt)

Dépôt en forme de buttes allongées ou de croissants, édifié par le vent.

EPA

Environmental protection agency

L'agence de protection environnementale du gouvernement américain

Épais (dépôt)

Dépôt de surface dont l'épaisseur est supérieure à 50 cm.

Érosion

Usure du relief terrestre par les eaux courantes, le vent, la glace ou d'autres agents géologiques.

Esker

Crête allongée, étroite et sinueuse de sédiments glaciaires stratifiés, formés de sable et de gravier déposés par un cours d'eau provenant de la fonte d'un glacier.

Espèce indicatrice

Espèce dont la présence à l'état spontané enseigne qualitativement ou quantitativement sur certains caractères écologiques de l'environnement comme la fertilité ou le drainage du sol.

Exposition aiguë

Exposition de courte durée (de quelques secondes à quelques jours).

Exposition chronique

Contact avec une substance qui se produit durant une longue période (plus d'1 an [chez l'homme]).

Exposition subchronique

Exposition de durée intermédiaire entre une exposition aiguë et une exposition chronique (se rapporte à une période de vie comprise entre quelques jours et quelques années).

Feuille (peuplement)

Peuplement dont la surface terrière occupée par les essences résineuses est inférieure à 25 %.

Fluviatile (dépôt)

Dépôt qui a été charrié et mis en place par un cours d'eau.

Fluvioglacière (dépôt)

Dépôt mis en place par l'eau de fonte d'un glacier.

Frais

Voir mésique.

Glaciaire (dépôt)

Dépôt mis en place par un glacier, sans intervention majeure des eaux de fonte, à la suite de l'érosion du substratum rocheux.

Glaciolacustre (dépôt)

Dépôt mis en place le dépôt de sédiments dans des lacs soumis à l'action des glaciers ou des eaux de fonte.

GROUPE D'ESSENCES INDICATRICES (GEI)

Les groupes d'essences indicatrices présentent une synthèse floristique des caractéristiques du milieu physique, du régime nutritif, du régime de perturbation et du couvert forestier (composition, densité) dans lesquels se développent les types forestiers. Il s'agit d'une image-synthèse de la végétation de sous-bois. Les GEI servent généralement à caractériser les types écologiques.

HERBICIDE DE CONTACT

Herbicide de post-levée très peu mobile dans la plante et qui n'entraîne de dommages des tissus qu'autour des points d'impact et de pénétration.

HERBICIDE FOLIAIRE¹

Herbicide pulvérisé sur les feuilles et absorbé par celles-ci.

HERBICIDE RACINAIRE¹

Herbicide appliqué sur le sol et absorbé par les racines. La pénétration s'effectue par les organes souterrains, entre la germination de l'adventice et sa levée.

¹ <http://fr.wikipedia.org/wiki/Herbicide>

HERBICIDE SÉLECTIF¹

Herbicide que peut tolérer une espèce cultivée dans des conditions d'emploi définies. Si ces conditions d'emploi ne sont pas respectées, il peut devenir non sélectif. Un herbicide sélectif n'est généralement efficace que sur certaines adventices.

HERBICIDE SYSTÉMIQUE¹

Herbicide de pré-levée ou de post-levée qui migre dans la plante par le bois ou le liber, depuis les points de pénétration (racine ou feuille) jusqu'au site d'action. Cette locution est souvent utilisée dans un sens plus restrictif pour désigner les herbicides de postlevée véhiculés dans la plante.

HYDRIQUE

Qualifie les milieux très humides.

Mélangé (peuplement)

Peuplement dont la surface terrière occupée par des essences résineuses est comprise entre 26 et 74 %.

Mésique

Qualifie les milieux qui ne sont ni très humides (hydriques) ni très secs (xériques). Les conditions d'humidité sont moyennes sous un climat donné.

Mince (dépôt)

Dépôt de surface dont l'épaisseur est comprise entre 25 et 50 cm.

NSEO

Niveau sans effet observable

NOEL

No-observable-effect-level

Organique (dépôt)

Dépôt qui se forme dans un milieu où le taux d'accumulation de la matière organique excède son taux de décomposition. Les lacs et les dépressions humides, qui retiennent une eau presque stagnante, sont des sites propices à de telles accumulations..

Pierrosité

Proportion relative de fragments minéraux de plus de 2 mm dans ou sur le sol.

POEA

Abréviation du surfactant polyethoxlated tallowamine.

Potentiel forestier

Potentiel de croissance offert par le sol aux arbres.

Région écologique

Subdivision d'un sous-domaine bioclimatique, caractérisée par la composition et la dynamique forestière sur les sites mésiques, ainsi que par la répartition des types écologiques dans le paysage.

Réserve à castor

Territoire sur lequel une communauté prend part à l'exercice de ses activités de chasse et pêche. Ce territoire est subdivisé en zones de trappe ou de piégeage, qui correspondent chacun à un lieu fréquenté par une grande famille (aîné et ses descendants).

Résineux (peuplement)

Peuplement dont plus de 75% de la surface terrière est occupée par des essences résineuses.

Seepage

Voir drainage latéral et oblique.

Solution

Mélange homogène résultant de la solution d'une substance dans une autre.

Subhydrique

Qualifie les milieux dont le drainage est situé entre les drainages mésique et hydrique.

SURFACTANT

Produits ajoutés aux phytocides pour faciliter la pénétration du produit à travers la cire présente à la surface des feuilles des plantes visées.

Sous-domaine bioclimatique

Subdivision du domaine bioclimatique, selon que ce dernier présente des caractéristiques distinctes de végétation révélant des différences du régime de précipitations ou des perturbations naturelles.

Sous-région écologique

Subdivision de la région écologique, selon que cette dernière comporte des caractères bioclimatiques de transition entre le domaine auquel elle appartient, et un domaine bioclimatique plus méridional ou septentrional.

Substrat rocheux (ou roche mère)

Roche à partir de laquelle s'est formé le matériau originel des sols.

Texture

Traduit la grosseur des particules élémentaires d'un sol, d'un horizon ou d'un dépôt de surface. Les classes texturales sont définies par les proportions relatives des sables, limons et argiles. Le Système canadien de classification des sols décrit les classes texturales de base (argile, argile limoneuse, loam argileux, etc.) qui sont souvent regroupées selon les besoins (texture fine, moyenne, etc.).

Texture fine

Matériau du sol renfermant 80 % ou plus de limon et moins de 12 % d'argile.

Texture grossière

Matériau du sol renfermant au moins 85 % de sable, et dans lequel le pourcentage de limon additionné à 1,5 fois celui de l'argile ne doit pas dépasser 15 %.

Texture moyenne

Matériau du sol dont les proportions en sable, limon et argile sont comprises entre celles des textures grossière et fine.

Till glaciaire (ou till)

Mélange de débris rocheux déposés directement par la glace sans qu'il y ait eu intervention importante des eaux de fonte.

Très mince (dépôt)

Dépôt de surface dont l'épaisseur est inférieure à 25 cm.

Type écologique

Portion du territoire à l'échelle locale, présentant une combinaison permanente de la végétation potentielle et des caractéristiques physiques de la station (dépôt-drainage).

Unité de paysage régional

Portion du territoire caractérisée par une organisation récurrente des principaux facteurs écologiques permanents du milieu et de la végétation.

Végétation potentielle

Représente la végétation de fin de succession.

Xérique

Qualifie un milieu très sec.

Zone de trappe

Territoire sur lequel une grande famille (un aîné et ses descendants) prend part à l'exercice de leurs activités de chasse et pêche.