

***Poursuite du programme de
pulvérisation aérienne de phytocides
dans les emprises de lignes de
transport de la Côte-Nord – 2007-2016***

Étude d'impact sur l'environnement

Volume 1
Rapport principal

Mai 2006

Poursuite du programme de pulvérisation aérienne de phytocides dans les emprises de lignes de transport de la Côte-Nord – 2007-2016

Étude d'impact sur l'environnement

Volume 1
Rapport principal

**Hydro-Québec TransÉnergie
Mai 2006**

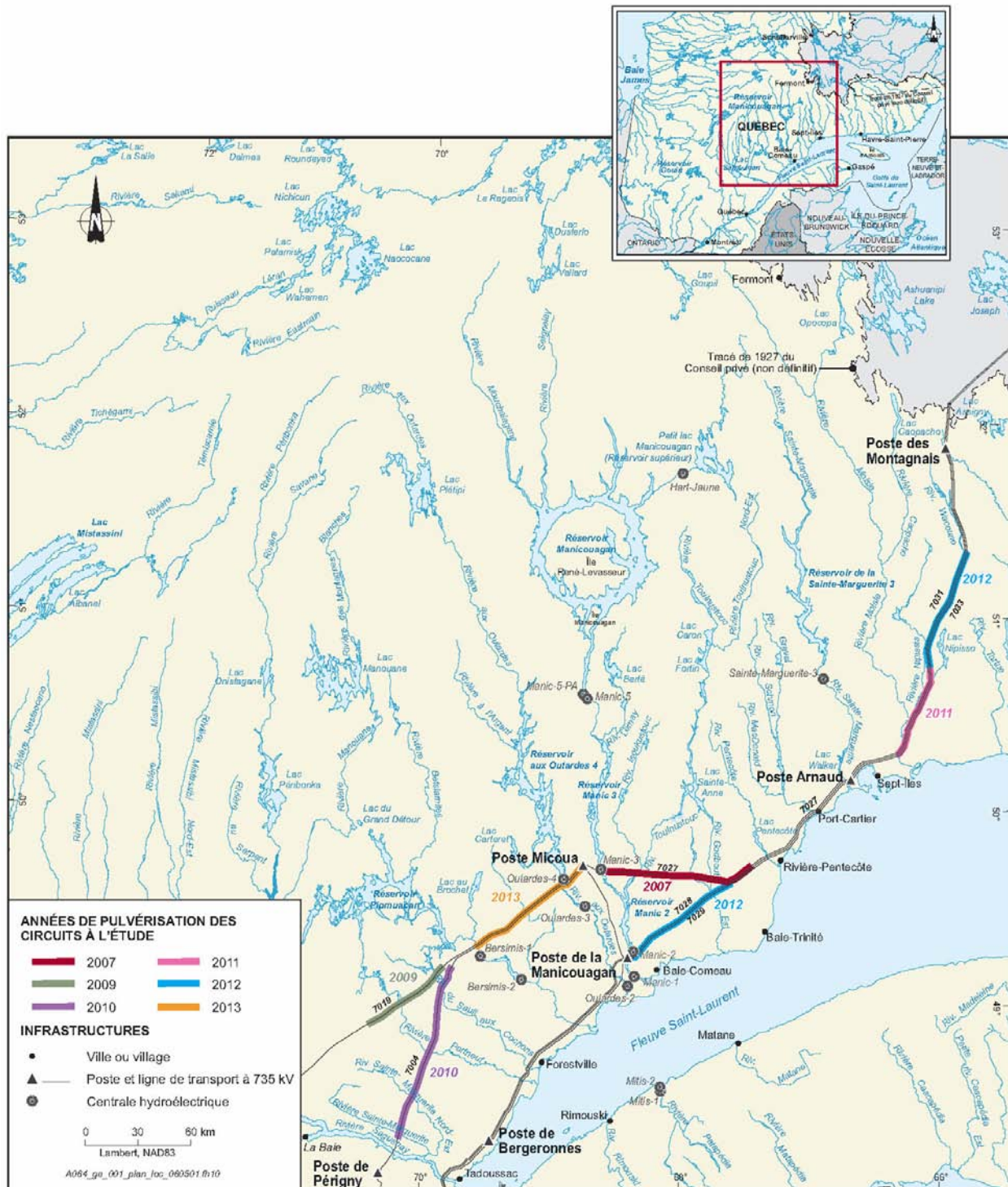
La présente étude d'impact sur l'environnement est soumise au ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, conformément aux articles 31.1 et suivants de la Loi sur la qualité de l'environnement, en vue d'obtenir les autorisations nécessaires à la poursuite du programme de pulvérisation aérienne de phytocides dans certaines emprises de lignes de transport de la Côte-Nord.

L'étude d'impact sur l'environnement, en deux volumes, est subdivisée de la façon suivante :

- Volume 1 : Rapport principal
- Volume 2 : Annexes

La présente étude a été réalisée par Hydro-Québec TransÉnergie avec la collaboration de la direction principale – Communications d'Hydro-Québec.

Situation du projet



Sommaire

Hydro-Québec TransÉnergie doit veiller au bon fonctionnement du réseau électrique sur l'ensemble du territoire du Québec. À cette fin, l'entreprise doit maîtriser la végétation incompatible avec les installations du réseau au moyen de travaux périodiques dans les emprises des lignes de transport qui se trouvent en milieu forestier. La superficie totale des emprises à entretenir occupe au-delà de 135 000 ha. Les travaux d'entretien visent les objectifs suivants :

- permettre un accès sécuritaire aux lignes pour l'entretien et pour les réparations en cas de pannes ;
- prévenir les dommages causés par les incendies de forêt ;
- maintenir des dégagements autour des conducteurs.

Le programme d'entretien des emprises a pour but de favoriser l'implantation et le maintien de communautés végétales relativement stables et compatibles avec l'exploitation du réseau, telles que les arbustes et les herbacées. Hydro-Québec TransÉnergie adhère au concept de « maîtrise intégrée de la végétation » ce qui signifie l'utilisation du bon mode au bon endroit et au bon moment.

Pour réaliser les travaux d'entretien, l'entreprise a recours à trois types d'interventions :

- l'intervention mécanique (coupe à l'aide de scies à chaîne, de débroussailleuses et de débroussailleuses sur engin porteur) ;
- l'intervention avec phytocides (pulvérisation terrestre et aérienne) combinée à l'intervention mécanique ;
- l'aménagement des emprises (mise en culture, rechargement de surfaces, création de parcs, etc.).

On a aussi parfois recours à une combinaison de modes d'intervention. Chaque type présente des avantages et des inconvénients qui fixent des limites et des conditions d'utilisation. Dans environ 30 % de la superficie, on a recours à l'application de phytocides, combinée à la coupe ; dans 70 %, à la coupe, et, dans moins de 1 %, à l'aménagement des emprises. Hydro-Québec utilise moins de 0,4 % des pesticides vendus annuellement au Québec.

La région administrative de Manicouagan compte 30 000 ha boisés d'emprises dont le tiers (10 000 ha) présente les particularités suivantes :

- elles sont difficilement accessibles (peu ou pas de chemins d'accès) ;
- le terrain y est très accidenté (escarpements rocheux, montagnes) ;
- elles sont éloignées des agglomérations (situées dans l'arrière-pays).

Dans certaines sections d'emprises, qui représentent environ 4 % de la superficie totale à entretenir au Québec, deux types d'interventions peuvent être envisagés pour les années 2007-2016 : l'intervention mécanique (coupe) et l'intervention avec phytocides (pulvérisation aérienne de phytocides) combinée à la coupe. Hydro-Québec TransÉnergie a choisi une stratégie qui intègre la pulvérisation aérienne et la coupe à l'aide de scies à chaîne et de débroussailleuses pour dégager périodiquement les emprises situées dans des secteurs éloignés, peu accessibles et accidentés. Avant d'arrêter son choix, l'entreprise a procédé à une comparaison de ces deux possibilités.

Les critères de comparaison retenus sont issus des politiques d'Hydro-Québec relatives à la maintenance des installations et à l'environnement ainsi qu'à la santé et à la sécurité des travailleurs.

Ces critères sont :

- l'efficacité du traitement (implantation et maintien de communautés végétales relativement stables) ;
- la santé et la sécurité de la population ;
- la santé et la sécurité des travailleurs ;
- le respect des lois et des règlements ;
- la protection de l'environnement ;
- la rentabilité optimale.

Dans le cas des emprises en question de la région de Manicouagan, la pulvérisation aérienne de phytocides est le mode d'intervention qui offre la plus grande efficacité, entraîne le moindre coût et a le moins d'impact sur la santé et la sécurité des travailleurs. Elle permet de mieux respecter certaines exigences des lois et des règlements. Quant aux impacts sur la santé de la population et sur l'environnement, ils sont négligeables avec les deux types d'intervention.

Hydro-Québec TransÉnergie a aussi comparé quatre formulations de phytocides utilisables. Il ressort que le Tordon 101 auquel est ajouté le surfactant Sylgard 309 convient aux travaux de pulvérisation aérienne parce que, d'une part, il permet de maîtriser la végétation incompatible (arbres) et, d'autre part, il favorise l'établissement de plantes basses compatibles, telles les herbacées. L'efficacité de ce produit a de plus été validée à Hydro-Québec pendant plus de dix ans.

Le présent rapport comprend l'étude d'impact qui a été réalisée pour les emprises visées. Il démontre la nécessité du programme d'entretien, compare les solutions possibles (interventions mécanique et avec phytocides) et propose une solution. Il établit les conditions de réalisation de la solution retenue en vue de réduire les impacts potentiels sur l'environnement. Il rend aussi compte du programme de communication publique qui s'est déroulé en novembre 2005.

Conformément à la *Loi sur la qualité de l’environnement*, Hydro-Québec présente ce rapport au ministre du Développement durable, de l’Environnement et des Parcs en vue d’obtenir un certificat d’autorisation du gouvernement du Québec pour la réalisation d’un programme décennal d’entretien, qui se déroulera de 2007 à 2016 dans la région de Manicouagan, sur la Côte-Nord.

Table des matières

Volume 1 : Rapport principal

1	Végétation et emprises de lignes	
1.1	Présence de la végétation dans les emprises de lignes de transport.....	1-1
1.1.1	Dégagement des conducteurs	1-1
1.1.1.1	Distance entre les conducteurs extérieurs.....	1-2
1.1.1.2	Balancement des conducteurs.....	1-2
1.1.1.3	Dégagement horizontal.....	1-4
1.1.1.4	Dégagement vertical	1-5
1.1.1.5	Phénomènes électriques.....	1-6
1.1.1.6	Haubans	1-8
1.1.2	Accès aux emprises de lignes	1-9
1.1.2.1	Entretien des lignes.....	1-9
1.1.2.2	Entretien des supports et des accessoires.....	1-10
1.1.2.3	Entretien des conducteurs	1-11
1.1.3	Incendies de forêt	1-11
1.1.4	Largeur de l'emprise.....	1-13
1.1.5	Hauteur maximale tolérable de la végétation	1-13
1.1.5.1	Arbres en bordure de l'emprise	1-14
1.1.5.2	Végétation dans l'emprise	1-15
1.2	Exigences du NERC	1-16
2	Dynamisme de la végétation	
2.1	Généralités	2-1
2.2	Dynamisme de la végétation à la suite d'une intervention dans les emprises de lignes de transport.....	2-2
2.2.1	Interventions mécaniques	2-2
2.2.1.1	Zone tempérée nordique	2-2
2.2.1.2	Zone boréale	2-2
2.2.2	Interventions chimiques.....	2-2
2.2.2.1	Zone tempérée nordique	2-3
2.2.2.2	Zone boréale	2-3
2.3	Conclusion.....	2-4
3	Milieu humain	
3.1	Milieu autochtone	3-1
3.1.1	Nation innue	3-1
3.1.2	Profil démographique et socio-économique	3-2
3.1.2.1	Essipit	3-2
3.1.2.2	Pessamit.....	3-4
3.1.2.3	Uashat mak Mani-Utenam.....	3-7
3.1.2.4	Essipit	3-12
3.1.2.5	Pessamit.....	3-13

3.1.2.6	Uashat mak Mani-Utenam	3-15
3.1.3	Activités forestières des communautés innues.....	3-19
3.1.3.1	Essipit.....	3-19
3.1.3.2	Pessamit	3-20
3.1.3.3	Uashat mak Mani-Utenam	3-22
3.2	Milieu allochtone	3-25
3.2.1	Population	3-25
3.2.2	Activité économique	3-26
3.2.3	Subdivisions territoriales.....	3-28
3.2.4	Territoires fauniques	3-28
3.2.4.1	Types de territoires fauniques	3-28
3.2.5	Importance économique de l’exploitation des ressources fauniques de la Côte-Nord.....	3-30
3.2.6	Territoires fauniques de la zone d’étude (zecs et pourvoires).....	3-32
3.2.6.1	Pourvoirie Moisie-Nipissis (circuit 7031–B3, portées 370 à 398)	3-32
3.2.6.2	Pourvoirie du Lac Cyrès (circuit 7027–B4, portées 262 à 278)	3-33
3.2.6.3	Zec de Labrieville (circuit 7019–B1, portées 191 à 217).....	3-34
3.2.6.4	Pourvoirie Lac Dégelis (circuit 7019–B1, portées 269 à 281).....	3-36
3.2.6.5	Zec des Rivières-Godbout-et-Mistassini (circuit 7028–B3, portées 223 et 224 ; circuit 7027–B4, portées 240 et 241).....	3-37
3.2.6.6	Zec Varin (circuit 7004–B1, portées 18 à 37).....	3-38
3.2.6.7	Zec de la Rivière-de-la-Trinité (circuit 7027–B3, portées 190 et 191)	3-39
3.2.6.8	Zec Nordique (circuit 7004–B2, portées 302 à 321).....	3-40
3.2.6.9	Zec Chauvin (circuit 7004–B2, portées 330 à 352 et 351 à 374)	3-41
3.2.6.10	Pourvoirie Monts-Valin (circuit 7019–B1, portées 301 à 310)	3-43
3.2.6.11	Zec de la Rivière-Sainte-Marguerite (circuit 7004–B2, portées 373 et 374).....	3-44
3.2.7	Piégeage allochtone	3-45
3.2.7.1	Structure en unités de gestion des animaux à fourrure.....	3-45
3.2.7.2	Données sur la vente des fourrures	3-46
3.2.7.3	Utilisation des terrains de piégeage à l’étude par les piégeurs allochtones	3-47
3.3	Impacts du programme sur le milieu humain.....	3-48
3.3.1	Milieu autochtone	3-48
3.3.1.1	Essipit.....	3-48
3.3.1.2	Pessamit	3-49
3.3.1.3	Uashat mak Mani-Utenam	3-49
3.3.1.4	Recommandations à l’égard des trois communautés autochtones	3-51
3.3.2	Milieu allochtone	3-51
3.3.2.1	Zecs et pourvoires	3-51
3.3.2.2	Piégeurs allochtones.....	3-52
3.3.2.3	Recommandations.....	3-53

4	Milieu naturel	
4.1	Milieu physique	4-1
4.1.1	Physiographie et dépôts meubles	4-1
4.1.1.1	Plaine côtière	4-1
4.1.1.2	Utilisation des emprises par les piégeurs allochtones	4-2
4.1.1.3	Piémont laurentien	4-3
4.1.1.4	Contreforts laurentiens	4-3
4.1.1.5	Plateau laurentien	4-3
4.1.1.6	Massif du mont Valin	4-4
4.1.2	Réseau hydrographique	4-4
4.2	Végétation	4-5
4.2.1	Dynamique forestière	4-5
4.2.1.1	Sapinière à bouleau blanc de l'est	4-5
4.2.1.2	Pessière à mousses de l'est	4-6
4.2.1.3	Relations physiographiques	4-8
4.2.2	Dynamisme de la végétation des emprises après une intervention	4-8
4.3	Faune	4-13
4.3.1	Avifaune	4-14
4.3.2	Ichtyofaune	4-14
4.3.3	Faune terrestre	4-14
4.4	Espèces floristiques et fauniques à statut particulier	4-15
4.4.1	Espèces floristiques	4-15
4.4.1.1	Espèces floristiques potentiellement présentes	4-15
4.4.1.2	Espèces floristiques à statut particulier	4-16
4.4.2	Espèces fauniques	4-17
4.4.2.1	Espèces fauniques potentiellement présentes	4-17
4.4.2.2	Espèces fauniques à statut particulier	4-19
4.4.2.3	Avifaune	4-19
4.4.2.4	Mammifères	4-19
4.4.3	Sommaire des constatations	4-20
4.5	Éléments sensibles du milieu	4-21
4.5.1	Éléments sensibles prioritaires	4-21
4.5.2	Définition des éléments sensibles et objectifs de protection	4-22
4.5.2.1	Cours d'eau ou plan d'eau	4-22
4.5.2.2	Rivière à saumon, frayère reconnue, cours d'eau alimentant directement une station piscicole ou un étang de pêche	4-22
4.5.2.3	Refuge faunique, réserve faunique nationale, réserve écologique, refuge d'oiseaux migrateurs, aire de repos protégée pour la sauvagine, forêt expérimentale, autre lieu reconnu d'intérêt scientifique	4-22
4.5.2.4	Immeuble protégé (habitation, terrain en milieu urbain, etc.)	4-22
4.5.2.5	Pente sensible à l'érosion, ravin, rivière encaissée	4-23
4.5.2.6	Culture biologique accréditée ou en voie de l'être	4-23
4.5.2.7	Culture sensible	4-23
4.5.2.8	Grande culture	4-23
4.5.2.9	Source d'alimentation en eau potable	4-24
5	Modes d'intervention de maîtrise de la végétation dans les emprises de lignes de transport	

5.1	Modes d'intervention possibles	5-1
5.1.1	Interventions mécaniques.....	5-1
5.1.1.1	Coupe manuelle.....	5-1
5.1.1.2	Coupe motorisée	5-2
5.1.1.3	Fauchage	5-3
5.1.1.4	Annelage	5-4
5.1.2	Interventions à l'aide de phytocides.....	5-4
5.1.2.1	Injection	5-4
5.1.2.2	Application basale.....	5-6
5.1.2.3	Pulvérisation à faible débit sur le feuillage et les tiges	5-7
5.1.2.4	Pulvérisation à fort débit sur le feuillage et les tiges.....	5-8
5.1.2.5	Pulvérisation aérienne	5-9
5.1.3	Interventions combinées	5-10
5.1.3.1	Coupe et traitement de souches.....	5-10
5.1.3.2	Coupe et pulvérisation sur le feuillage et les tiges	5-11
5.1.4	Autres interventions	5-12
5.1.4.1	Aménagement d'emprises.....	5-12
5.2	Diagramme de sélection des modes d'intervention	5-13
5.3	Avantages et inconvénients des différents modes d'intervention	5-17
6	Connaissance du territoire	
6.1	Dynamisme de la végétation et programmes d'entretien	6-1
6.2	Inventaire du milieu	6-1
6.2.1	Photo-interprétation et validation sur le terrain	6-1
6.2.2	Caractérisation des milieux et inventaire des éléments sensibles dans les emprises de lignes de transport.....	6-2
6.2.2.1	Objectif	6-2
6.2.2.2	Éléments sensibles du milieu	6-2
6.2.2.3	Caractéristiques des éléments sensibles inventoriés	6-3
6.2.2.4	Sources d'information.....	6-6
7	Efficacité et spécificité des phytocides utilisables	
7.1	Homologation	7-1
7.2	Efficacité.....	7-2
7.2.1	Comparaison des phytocides potentiellement utilisables.....	7-3
7.2.1.1	Essais de 1990.....	7-3
7.2.1.2	Maîtrise des espèces incompatibles	7-5
7.2.1.3	Établissement de communautés végétales compatibles et relativement stables.....	7-10
7.2.1.4	Essais de 2004, région de Manic-2	7-15
7.2.1.5	Maîtrise des espèces incompatibles	7-15
7.2.2	Phytocides granulaires	7-17
7.3	Fiabilité des produits.....	7-17
7.4	Conclusion	7-18
8	Protection de l'environnement	
8.1	Gestion environnementale à Hydro-Québec	8-1
8.1.1	Introduction.....	8-1

8.1.2	Politique d’Hydro-Québec en matière d’environnement.....	8-2
8.1.2.1	Principes généraux.....	8-2
8.1.2.2	Développement durable.....	8-2
8.1.2.3	Amélioration continue de la performance environnementale.....	8-2
8.1.2.4	Santé et sécurité du public.....	8-3
8.1.2.5	Recherche et développement.....	8-3
8.1.3	Norme internationale ISO 14001.....	8-3
8.1.4	Système de gestion environnementale (SGE).....	8-4
8.1.4.1	Engagement de la Haute direction.....	8-4
8.1.4.2	Planification des actions à prendre.....	8-4
8.1.4.3	Mise en œuvre des actions planifiées.....	8-5
8.1.4.4	Mesure des résultats et apport de correctifs.....	8-5
8.1.4.5	Révision du SGE par la direction d’Hydro-Québec.....	8-6
8.1.5	Déclaration de principes environnementaux.....	8-6
8.2	Clauses environnementales.....	8-6
8.2.1	Maîtrise de la végétation dans les emprises de lignes de transport.....	8-6
8.2.1.1	Généralités.....	8-6
8.2.1.2	Travaux d’application de phytocides.....	8-8
8.2.1.3	Travaux de coupe.....	8-9
8.3	Dimension des zones d’exclusion et mesures de protection particulières.....	8-10
9	Impact sur la santé des travailleurs	
9.1	Introduction.....	9-1
9.2	Accidents.....	9-2
9.2.1	Analyse des accidents.....	9-3
9.2.2	Indicateurs des lésions professionnelles indemnisées.....	9-4
9.2.3	Facteurs de risque.....	9-6
9.2.3.1	Terrain.....	9-6
9.2.3.2	Outil (débroussailleuse).....	9-6
9.2.3.3	Rémunération au rendement.....	9-7
9.3	Ergonomie.....	9-10
9.3.1	Posture contraignante.....	9-10
9.3.2	Charge de travail.....	9-11
9.3.2.1	Coût cardiaque relatif.....	9-12
9.3.2.2	Consommation d’oxygène (VO ₂) et dépense énergétique.....	9-12
9.3.3	Contrainte thermique.....	9-13
9.3.3.1	Normes d’exposition.....	9-14
9.3.3.2	Moyens de prévenir les contraintes thermiques.....	9-15
9.4	Bruit.....	9-16
9.4.1	Effets sur la santé.....	9-16
9.4.2	Normes d’exposition.....	9-16
9.4.3	Niveaux d’exposition des débroussailleurs.....	9-17
9.4.4	Mesures d’atténuation.....	9-18
9.4.4.1	Réduction à la source.....	9-18
9.4.4.2	Mesures administratives.....	9-18
9.4.4.3	Port des protecteurs auditifs.....	9-18
9.4.5	Risque de surdité professionnelle.....	9-20

9.5	Vibrations.....	9-20
9.5.1	Effets sur la santé	9-21
9.5.2	Normes d’exposition.....	9-22
9.5.3	Niveaux de vibration.....	9-22
9.5.4	Risque d’atteinte à la santé.....	9-23
9.5.5	Moyens de réduire l’exposition aux vibrations.....	9-25
9.6	Gaz d’échappement.....	9-25
9.6.1	Effets sur la santé	9-26
9.6.1.1	Benzène.....	9-26
9.6.1.2	Hydrocarbures.....	9-27
9.6.1.3	Monoxyde de carbone.....	9-27
9.6.1.4	Formaldéhyde	9-27
9.6.1.5	HAP.....	9-27
9.6.1.6	Autres hydrocarbures	9-27
9.6.2	Niveaux d’exposition.....	9-28
9.6.2.1	Monoxyde de carbone.....	9-28
9.6.2.2	Benzène.....	9-29
9.6.3	Risque de cancer	9-29
9.6.4	Mesures d’atténuation	9-30
9.7	Agents biologiques.....	9-30
9.7.1	Principaux agents en cause	9-30
9.7.1.1	Guêpes.....	9-31
9.7.1.2	Virus du Nil occidental	9-31
9.7.2	Mesures d’atténuation	9-31
9.8	Risques associés à l’utilisation de l’hélicoptère.....	9-32
9.9	Pulvérisation aérienne de phytocides.....	9-32
9.9.1	Exposition des travailleurs.....	9-33
9.9.2	Toxicité des phytocides.....	9-33
9.9.3	Effets sur la santé	9-34
9.10	Conclusion	9-34
10	Évaluation des risques toxicologiques et écotoxicologiques – pulvérisation aérienne de phytocides et coupe manuelle	
10.1	Mise en contexte	10-1
10.2	Objectifs.....	10-2
10.3	Composition et description sommaire des produits commerciaux.....	10-4
10.3.1	2,4-D	10-6
10.3.2	Dicamba	10-7
10.3.3	Sel de diglycolamine (DGA).....	10-8
10.3.4	Kérosène	10-9
10.3.5	Piclorame	10-9
10.3.6	Sylgard 309.....	10-10
10.3.7	Triclopyr	10-10
10.3.8	Sel de triisopropanolamine (TIPA).....	10-11

10.4	Caractérisation toxicologique des phytocides	10-12
10.4.1	Indicateurs écotoxicologiques et toxicologiques	10-13
10.4.2	Établissement d'une base de données en écotoxicologie	10-13
10.4.3	Distribution de sensibilité.....	10-14
10.4.4	Valeurs de référence écotoxicologiques	10-15
10.4.4.1	Valeurs de référence pré-établies	10-15
10.4.5	Procédure de détermination des valeurs de référence.....	10-21
10.4.6	Valeurs de référence retenues pour l'estimation des risques	10-22
10.4.7	Valeurs de référence toxicologiques.....	10-25
10.5	Devenir environnemental des phytocides.....	10-26
10.5.1	Description du transfert et de la transformation des phytocides.....	10-27
10.5.2	Documentation des propriétés physicochimiques et environnementales des phytocides	10-27
10.5.3	Élaboration du modèle conceptuel du transfert multimédia	10-45
10.5.3.1	Visite sur le terrain	10-45
10.5.3.2	Modèle conceptuel de base.....	10-48
10.5.3.3	Définition des scénarios d'exposition.....	10-53
10.5.4	Estimation des taux de pulvérisation des substances constituant les phytocides.....	10-55
10.5.5	Modélisation des concentrations multimédias.....	10-56
10.5.5.1	Modèles dynamiques des concentrations.....	10-58
10.5.5.2	Interception par la végétation	10-61
10.5.5.3	Ruissellement de surface et infiltration	10-61
10.5.5.4	Volatilisation	10-61
10.5.5.5	Absorption racinaire	10-61
10.5.5.6	Dépôt atmosphérique	10-62
10.5.5.7	Dispersion atmosphérique	10-62
10.5.5.8	Advection	10-63
10.5.5.9	Adsorption et désorption	10-63
10.5.5.10	Bioaccumulation.....	10-63
10.5.5.11	Dégradation	10-65
10.5.5.12	Bilan de masse.....	10-66
10.5.6	Estimation des concentrations dans l'environnement.....	10-66
10.6	Estimation des risques écotoxicologiques	10-116
10.6.1	Modélisation de l'exposition des récepteurs écologiques	10-116
10.6.2	Calcul des indices de risque.....	10-119
10.6.3	Analyse de l'incertitude liée aux estimations de risques	10-133
10.6.3.1	Limitation des connaissances	10-133
10.6.3.2	Niveaux de confiance en les estimations de risques	10-134
10.6.4	Conséquences de l'incertitude	10-141
10.6.5	Estimation des risques selon les mélanges	10-142
10.6.6	Conclusions et recommandations	10-142
10.7	Estimation des risques pour la faune et la flore de la coupe manuelle	10-143
10.8	Estimation des risques toxicologiques de la pulvérisation aérienne pour la population	10-144
10.8.1	Scénarios d'exposition.....	10-144

10.8.1.1	Voies d’exposition	10-144
10.8.1.2	Scénarios d’exposition	10-145
10.8.1.3	Hypothèses de calcul.....	10-146
10.8.1.4	Estimation des concentrations résiduelles de phytocides.....	10-147
10.8.2	Estimation de l’exposition individuelle	10-149
10.8.2.1	Scénario extrême à court terme.....	10-149
10.8.2.2	Scénario extrême à long terme.....	10-150
10.8.2.3	Hypothèses conservatrices	10-150
10.8.3	Risques associés à une exposition à court terme.....	10-151
10.8.4	Risques associés à une exposition à long terme.....	10-152
10.9	Estimation des risques toxicologiques de la coupe manuelle pour la population	10-153
10.9.1	Données de base.....	10-153
10.9.2	Polluants issus de la combustion de l’essence	10-154
10.9.3	Principaux polluants produits par les tronçonneuses et les débroussailleuses.....	10-154
11	Analyse économique de deux modes de maîtrise de la végétation dans les emprises	
11.1	Introduction.....	11-1
11.2	Principaux paramètres du programme d’intervention.....	11-1
11.2.1.1	Surfaces visées	11-2
11.2.1.2	Cycles de retour et calendrier d’intervention	11-3
11.3	Évaluation des coûts réels d’intervention	11-6
11.3.1	Analyse des coûts unitaires selon le mode d’intervention	11-6
11.3.1.1	Coupe mécanique.....	11-6
11.3.1.2	Pulvérisation aérienne.....	11-10
11.3.2	Évaluation et comparaison des coûts à long terme	11-14
11.3.3	Sensibilité des coûts à long terme aux variations de certains paramètres	11-15
11.3.3.1	Taux d’actualisation.....	11-15
11.3.3.2	Coûts sociaux de la main-d’œuvre.....	11-15
11.3.3.3	Résultats des analyses de sensibilité	11-16
11.4	Calcul des retombées économiques régionales	11-16
11.4.1	Provenance des biens, des services et de la main-d’œuvre mis à contribution dans les contrats.....	11-17
11.4.2	Évaluation des retombées économiques régionales	11-18
11.4.2.1	Méthode d’évaluation	11-18
11.4.2.2	Interprétation des résultats	11-19
11.5	Conclusion	11-20
12	Relations avec le milieu	
12.1	Programme de communication	12-1
12.1.1	Tournée d’information	12-1
12.1.2	Rencontres d’information	12-7
12.1.2.1	Communautés autochtones	12-7
12.1.3	Relations avec les médias	12-8
12.1.3.1	Journaux.....	12-9

12.1.3.2	Radio.....	12-9
12.1.3.3	Télévision	12-9
12.2	Préoccupations.....	12-9
12.2.1	Retombées économiques du programme (emplois et contrats régionaux).....	12-10
12.2.2	Fiabilité des méthodes utilisées et toxicité du produit.....	12-10
12.2.3	Surveillance des travaux.....	12-10
12.2.4	Impact sur la faune et la flore (eaux de ruissellement).....	12-11
12.2.5	Protection des éléments sensibles.....	12-11
12.2.6	Impact sur les activités récréotouristiques (chasse et piégeage).....	12-11
12.2.7	Effets des phytocides sur la santé des travailleurs.....	12-11
12.2.8	Effets des phytocides sur la santé du public	12-12
13	Choix des stratégies d'intervention	
13.1	Stratégie d'intervention sur l'ensemble du territoire de Hydro-Québec.....	13-1
13.2	Stratégie d'intervention sur la Côte-Nord	13-3
13.3	Critères de comparaison	13-3
13.3.1	Comparaison des modes d'intervention	13-4
13.3.1.1	Efficacité du traitement	13-7
13.3.1.2	Santé et sécurité des travailleurs.....	13-7
13.3.1.3	Santé de la population.....	13-8
13.3.1.4	Lois et règlements.....	13-9
13.3.1.5	Protection de l'environnement.....	13-9
13.3.1.6	Rentabilité optimale.....	13-10
13.3.2	Comparaison des phytocides	13-10
13.4	Choix de la stratégie intégrée	13-12
13.5	Impacts résiduels	13-12
13.5.1	Air et milieu sonore	13-12
13.5.2	Eau.....	13-13
13.5.3	Sol.....	13-13
13.5.4	Couvert végétal.....	13-13
13.5.5	Faune	13-13
13.5.6	Santé humaine	13-14
13.5.7	Utilisation du milieu	13-14
13.6	Prévention et retombées économiques	13-15
13.6.1	Prévention.....	13-15
13.6.2	Retombées économiques	13-16
14	Programme décennal de maîtrise de la végétation	
14.1	Activités préliminaires.....	14-1
14.1.1	Mesures de protection.....	14-1
14.1.1.1	Validation photographique	14-1
14.1.1.2	Inventaire des éléments sensibles	14-2
14.2	Programme de coupe sélective	14-3
14.3	Application aérienne de phytocides.....	14-4

14.3.1	Choix de l’entreprise spécialisée et de l’équipement	14-4
14.3.2	Formation des travailleurs.....	14-5
14.3.3	Information publique	14-5
14.3.4	Système de guidage par GPS pour la pulvérisation aérienne de phytocides	14-6
14.3.4.1	Description du module de guidage installé dans l’hélicoptère.....	14-7
14.3.4.2	Méthode entourant l’utilisation du système de guidage de la pulvérisation.....	14-8
14.3.5	Calendrier et étapes des travaux.....	14-11
14.3.5.1	Entreposage des phytocides	14-13
14.3.5.2	Bases des travaux de pulvérisation aérienne de phytocides	14-14
14.3.5.3	Manipulation des produits.....	14-15
14.3.5.4	Plan d’urgence.....	14-16
14.3.5.5	Surveillance des travaux	14-16
14.3.5.6	Rapport de réalisation des travaux	14-18
14.4	Bilan des travaux d’application aérienne de phytocides 1994-2004.....	14-19
14.4.1	Historique des travaux	14-19
14.4.1.1	Étude d’impact du programme 1994-2004	14-20
14.4.2	Motifs d’entretien des emprises de lignes	14-20
14.4.2.1	Dégagement des conducteurs.....	14-20
14.4.2.2	Entretien des lignes	14-21
14.4.2.3	Protection contre les incendies de forêt	14-21
14.4.3	Modes d’intervention utilisables	14-21
14.4.4	Respect des conditions du décret (876-97)	14-22
14.4.4.1	Condition 1.....	14-22
14.4.4.2	Condition 2.....	14-24
14.4.4.3	Condition 3.....	14-24
14.4.4.4	Condition 4.....	14-26
14.4.4.5	Condition 5.....	14-26
14.4.4.6	Condition 6.....	14-27
14.4.4.7	Condition 7.....	14-29
14.4.4.8	Condition 8.....	14-30
14.4.4.9	Condition 9.....	14-31
14.4.4.10	Condition 10.....	14-31
14.4.4.11	Condition 11.....	14-32
14.4.4.12	Condition 12.....	14-32
15	Recherche et développement	
15.1	Aspects techniques et aspects de gestion	15-1
15.1.1	Développement d’outils informatiques	15-2
15.1.2	Gestion des contrats de maîtrise de la végétation	15-3
15.1.3	Développement et rendement de divers modes d’intervention	15-3
15.1.3.1	Efficiences des différents modes d’intervention.....	15-3
15.2	Aspects environnementaux	15-5
15.2.1	La lutte biologique	15-6
15.2.1.1	Biophytocides	15-6
15.2.1.2	Introduction de plantes compatibles.....	15-6
15.2.2	Utilisation des emprises de lignes par la faune	15-7

15.2.2.1	Cerf de Virginie	15-7
15.2.2.2	Orignal	15-8
15.2.2.3	Castor	15-9
15.2.3	Aménagement des emprises pour la faune	15-9
15.2.4	Biodiversité	15-10
15.2.5	Contamination des bandes riveraines par les phytocides	15-11
15.2.6	Participation à des congrès, à des colloques et à des rencontres	15-12

16 Bibliographie

Volume 2 : Annexes

- A Norme FAC-003-0 du NERC
- B Éléments sensibles du milieu – Travaux de 2007
- C Manuel du système de gestion environnementale
- D Déclaration de principes environnementaux
- E Caractéristiques toxicologiques et devenir des phytocides
- F Revue de la documentation scientifique sur la toxicité humaine des phytocides
- G Revue de presse
- H Aperçu du processus de pulvérisation aérienne de phytocides

Tableaux

1-1 :	Températures dans la colonne de convection au-dessus d'un incendie ^a	1-12
3-1 :	Portrait démographique et économique des trois communautés innues	3-11
3-2 :	Évolution des ventes de fourrures des piégeurs innus, 1993-1994 et 1998-1999 à 2003-2004	3-15
3-3 :	Évolution des ventes de fourrures des piégeurs innus, 1993-1994 et 1998-1999 à 2003-2004	3-17
3-4 :	Utilisation des terrains de piégeage à l'étude par les trois communautés innues	3-18
3-5 :	Activités forestières des trois communautés innues	3-23
3-6 :	Contrats d'entretien des emprises obtenus par les communautés innus	3-24
3-7 :	Population des grandes subdivisions de la Côte-Nord et de la MRC du Fjord-du-Saguenay en 2004	3-28
3-8 :	Territoires structurés destinés à l'exploitation des ressources fauniques de la Côte-Nord	3-29
3-9 :	Zecs de la Côte-Nord	3-30

3-10 :	Importance économique de l'exploitation des ressources fauniques	3-31
3-11 :	Importance des activités récréatives liées à la nature au sein de la population de la Côte-Nord.....	3-32
3-12 :	Territoires fauniques de la zone d'étude	3-45
3-13 :	Nombre de fourrures provenant des UGAF 57, 59 et 60 vendues en 2003-2004	3-46
3-14 :	Terrains de piégeage allochtones de la zone d'étude.....	3-48
3-15 :	Activités des Innus de Uashat mak Mani-Utenam dans les emprises de lignes	3-50
4-1 :	Principales espèces végétales présentes dans les emprises visées	4-9
4-2 :	Historique de l'entretien des lignes à l'étude.....	4-9
4-3 :	Habitats des espèces floristiques à statut particulier potentiellement présentes dans la zone d'étude.....	4-15
4-4 :	Habitats des espèces fauniques à statut particulier potentiellement présentes dans la zone d'étude.....	4-18
5-1 :	Synthèse des données permettant de comparer les modes d'intervention	5-19
6-1 :	Caractérisation et inventaire des éléments sensibles dans les emprises de lignes de transport.....	6-8
7-1 :	Phytocides utilisables pour la pulvérisation aérienne	7-2
7-2 :	Répartition (%) par strate de la végétation, inventaire avant le traitement des placettes échantillons – essais de 1990	7-3
7-3 :	Description des traitements par pulvérisation aérienne – essais de 1990 – circuit de référence 7004.....	7-4
7-4 :	Couverture (%) des strates ligneuses indésirables (feuillus et résineux) 13 mois après le traitement par pulvérisation aérienne – essais de 1990 – analyse de variance non paramétrique Kruskal-Wallis et test de Marascuilo.....	7-8
7-5 :	Défoliation (%) des tiges-échantillons (feuillus et résineux) 13 mois après le traitement par pulvérisation aérienne – essais de 1990 – analyse de variance non paramétrique Kruskal-Wallis et test de Marascuilo	7-9
7-6 :	Couverture (%) de la végétation désirable un mois après le traitement – essais de 1988 et de 1989.....	7-10
7-7 :	Couverture (%) de la végétation désirable six semaines après le traitement par pulvérisation aérienne – essais de 1990.....	7-12
7-8 :	Couverture (%) de la végétation désirable 13 mois après le traitement par pulvérisation aérienne – essais de 1990	7-13
7-9 :	Couverture (%) de la strate arbustive inférieure 13 mois après le traitement par pulvérisation aérienne – essais de 1990 – analyse de variance non paramétrique Kruskal-Wallis et test de Marascuilo	7-14
7-10 :	Taux de mortalité (%) des tiges neuf semaines après pulvérisation aérienne.....	7-16
7-11 :	Taux de mortalité (%) des tiges un an après pulvérisation aérienne.....	7-16
8-1 :	Dimension des zones d'exclusion pour l'application de phytocides par voie aérienne	8-12
9-1 :	Caractéristiques des événements accidentels documentés selon les variables des scénarios d'accidents du sous-secteur de la sylviculture	9-4

9-2 :	Nombre de salariés et de lésions professionnelles indemnisées et indicateurs de lésions, par sous-secteur de l’industrie forestière, Québec, juin 1997 à mai 1998	9-5
9-3 :	Situations dangereuses pendant le débroussaillage	9-8
9-4 :	Activités du travail qui auraient un impact sur la charge de travail lors du débroussaillage	9-13
9-5 :	Régime d’alternance travail-repos selon la température	9-15
9-6 :	Niveau de bruit et durée d’exposition permis selon le RSST	9-17
9-7 :	Protection maximale obtenue en cas de port interrompu des protecteurs auditifs	9-19
9-8 :	Risque de surdité professionnelle selon le niveau de bruit et la durée d’exposition	9-20
9-9 :	Classification médicale du Stockholm Workshop HAVS Classification System pour l’atteinte vasculaire et nerveuse du SVMB	9-21
9-10 :	Valeurs limites d’exposition pour l’exposition des mains.....	9-22
9-11 :	Risque du syndrome des vibrations main-bras (SVMB) selon le niveau de vibration et la durée d’exposition	9-24
9-12 :	Risque de syndrome des vibrations main-bras (SVMB) chez les opérateurs de débroussailleuse	9-24
9-13 :	Comparaison des niveaux d’exposition aux différents composants des gaz d’échappement avec les normes d’exposition permises pour les opérateurs de débroussailleuse	9-28
9-14 :	Évaluation du risque lié au benzène et au formaldéhyde des gaz d’échappement des débroussailleuses	9-30
9-15 :	Toxicité aiguë des phytocides utilisables	9-33
10-1 :	Liste des produits commerciaux homologués pour la maîtrise de la végétation arborescente par pulvérisation aérienne	10-3
10-2 :	Formulations et taux de pulvérisation des mélanges étudiés par Hydro-Québec	10-3
10-3 :	Composition du Tordon 101	10-4
10-4 :	Composition du Vanquish	10-5
10-5 :	Composition du 2,4-D Amine 500	10-5
10-6 :	Composition du Garlon 4	10-6
10-7 :	Composition du Sylgard 309	10-6
10-8 :	Critères d’attribution des durées d’exposition.....	10-14
10-9 :	Valeurs de référence pré-établies pour le 2,4-D – n° de registre CAS 94-75-7 ...	10-16
10-10 :	Valeurs de référence pré-établies pour le dicamba – n° de registre CAS 1918-00-9	10-17
10-11 :	Valeurs de référence pré-établies pour le piclorame acide – n° de registre CAS 1918-02-1.....	10-18
10-12 :	Valeurs de référence pré-établies pour le piclorame TIPA – n° de registre CAS 6753-47-5.....	10-19

10-13 : Valeurs de référence pré-établies pour le triclopyr ester – n° de registre CAS 64700-56-7.....	10-20
10-14 : Valeurs de référence pré-établies pour le triclopyr acide – n° de registre 55335-06-3.....	10-21
10-15 : Sommaire des valeurs de référence retenues – Effets à court terme.....	10-23
10-16 : Sommaire des valeurs de référence retenues – Effets à long terme.....	10-24
10-17 : Valeurs de NOEL et de DJA pour les substances actives à l'étude.....	10-26
10-18 : Propriétés physicochimiques et environnementales du TIPA utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias.....	10-29
10-19 : Propriétés physicochimiques et environnementales du DGA utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias.....	10-31
10-20 : Propriétés physicochimiques et environnementales du 2,4-D DMA utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias.....	10-33
10-21 : Propriétés physicochimiques et environnementales du 2,4-D utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias.....	10-35
10-22 : Propriétés physicochimiques et environnementales du dicamba utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias.....	10-37
10-23 : Propriétés physicochimiques et environnementales du piclorame utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias.....	10-39
10-24 : Propriétés physicochimiques et environnementales du triclopyr ester utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias.....	10-41
10-25 : Propriétés physicochimiques et environnementales du triclopyr acide utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias.....	10-43
10-26 : Valeurs des variables distinctes en fonction du scénario d'exposition.....	10-54
10-27 : Taux d'application de chaque constituant des mélanges.....	10-55
10-28 : Correspondance entre les valeurs de référence et les récepteurs du modèle conceptuel de l'écosystème.....	10-120
10-29 : Sommaire des indices de risque estimés à court terme selon le scénario 1.....	10-121
10-30 : Sommaire des indices de risque estimés à court terme selon le scénario 2.....	10-122
10-31 : Sommaire des indices de risque estimés à court terme selon le scénario 3.....	10-123
10-32 : Sommaire des indices de risque estimés à long terme selon le scénario 1.....	10-124
10-33 : Sommaire des indices de risque estimés à long terme selon le scénario 2.....	10-125
10-34 : Sommaire des indices de risque estimés à long terme selon le scénario 3.....	10-126
10-35 : Sommaire des résultats de l'analyse de l'incertitude pour les risques estimés à court terme.....	10-138
10-36 : Sommaire des résultats de l'analyse de l'incertitude pour les risques estimés à long terme.....	10-139
10-37 : Concentrations résiduelles de phytocides dans l'eau potable.....	10-148
10-38 : Concentrations résiduelles de phytocides dans les poissons.....	10-148
10-39 : Concentrations résiduelles de phytocides dans les bleuets.....	10-148
10-40 : Concentrations résiduelles de phytocides dans le lièvre et l'orignal.....	10-149
10-41 : Doses d'exposition par catégorie de denrées alimentaires et doses totales résultantes selon le scénario extrême à court terme.....	10-149

10-42 : Doses d'exposition par catégorie de denrées alimentaires et doses totales résultantes selon le scénario extrême à long terme.....	10-150
10-43 : Comparaison des doses estimées du scénario extrême à court terme, de la NOEL systémique et de la NOEL de reproduction	10-151
10-44 : Comparaison des doses quotidiennes totales du scénario extrême à long terme aux divers phytocides avec les doses journalières admissibles (DJA)	10-153
10-45 : Émissions atmosphériques types des tronçonneuses	10-156
11-1 : Description des emprises de lignes faisant l'objet du programme d'entretien à l'étude	11-3
11-2 : Longueur des cycles de retour en fonction des différents modes d'intervention ^a	11-4
11-3 : Calendrier d'intervention par mode de maîtrise de la végétation, 2006-2030.....	11-5
11-4 : Ventilation des coûts d'intervention par coupe mécanique	11-7
11-5 : Ventilation des coûts de travaux de pulvérisation aérienne de phytocides.....	11-11
11-6 : Calcul des coûts d'intervention à long terme (25 ans)	11-15
11-7 : Analyse de sensibilité des coûts d'intervention à long terme (25 ans).....	11-16
11-8 : Taux d'incidence régionale utilisés	11-18
11-9 : Évaluation des retombées économiques régionales des différents modes d'intervention	11-19
12-1 : Liste des publics	12-3
12-2 : Calendrier des rencontres	12-8
13-1 : Comparaison des modes d'intervention	13-5
13-2 : Comparaison des formulations	13-11
14-1 : Programme de pulvérisation aérienne – 2007-2016	14-12
14-2 : Calendrier de réalisation des travaux – 2007-2008	14-13
14-3 : Emprises traitées à la phase II (1997-2004) du programme de pulvérisation aérienne de phytocides	14-23
14-4 : Proportion des emprises traitées mécaniquement, par application de phytocides au sol et visées par le programme de pulvérisation aérienne de phytocides.....	14-24
14-5 : Évaluation des zones sensibles et modifications apportées.....	14-27
14-6 : Respect des zones d'exclusion (1997 – 2004).....	14-28
14-7 : Nombre de passages en comparaison avec le nombre de passages ratés, 1997 à 2004	14-28
14-8 : Résumé des demandes des communautés innues et des actions entreprises par Hydro-Québec pour les satisfaire	14-30

Figures

1-1 : Distance entre les conducteurs extérieurs.....	1-2
1-2 : Flèche de conducteur	1-3

1-3 :	Balancement des conducteurs	1-4
1-4 :	Dégagement horizontaux minimaux	1-5
1-5 :	Dégagement vertical	1-5
1-6 :	Largeurs d'emprise requises pour éviter les phénomènes électriques	1-8
1-7 :	Largeur d'emprise pour les haubans	1-8
1-8 :	Corridor de vol (représentation non à l'échelle)	1-10
1-9 :	Aire de travail autour des supports	1-11
1-10 :	Hauteur tolérable de la végétation naturelle.....	1-14
1-11 :	Dégagement horizontal entre le conducteur extérieur et un arbre	1-15
1-12 :	Largeur d'emprise.....	1-15
1-13 :	Superficie non entretenue en raison de l'emplacement des supports et du relief du terrain.....	1-16
3-1 :	Pyramide des âges des trois communautés innues	3-10
3-2 :	Population de la Côte-Nord, 2004.....	3-25
3-3 :	Évolution de la population de la Côte-Nord	3-26
3-4 :	Évolution du nombre de fourrures provenant des UGAF 57, 59 et 60 vendues, 2000-2001 à 2003-2004	3-47
5-1 :	Diagramme de sélection des modes d'intervention	5-15
7-1 :	Pourcentage par espèce des tiges indésirables maîtrisées 13 mois après le traitement	7-6
7-2 :	Pourcentage par espèce des tiges indésirables maîtrisées 13 mois après le traitement	7-7
9-1 :	Équipement de protection	9-13
10-1 :	Molécule du 2,4-D	10-6
10-2 :	Molécule du dicamba.....	10-8
10-3 :	Molécule du piclorame	10-9
10-4 :	Molécule du triclopyr.....	10-11
10-5 :	Molécule du TIPA.....	10-12
10-6 :	Représentation schématique du modèle conceptuel de base de l'écosystème	10-50
10-7 :	Schéma des modélisations des concentrations en fonction du temps dans les principaux médias environnementaux	10-60
10-8 :	Concentrations estimées de TIPA selon le scénario 1	10-68
10-9 :	Concentrations estimées de TIPA selon le scénario 2	10-69
10-10 :	Concentrations estimées de TIPA selon le scénario 3	10-70
10-11 :	Concentrations estimées de DGA selon le scénario 1.....	10-71
10-12 :	Concentrations estimées de DGA selon le scénario 2.....	10-72
10-13 :	Concentrations estimées de DGA selon le scénario 3.....	10-73
10-14 :	Concentrations estimées de 2,4-D DMA selon le scénario 1.....	10-74
10-15 :	Concentrations estimées de 2,4-D DMA selon le scénario 2.....	10-75
10-16 :	Concentrations estimées de 2,4-D DMA selon le scénario 3.....	10-76
10-17 :	Concentrations estimées de 2,4-D selon le scénario 1	10-77

1-3 :	Balancement des conducteurs	1-4
1-4 :	Dégagement horizontaux minimaux	1-5
1-5 :	Dégagement vertical	1-5
1-6 :	Largeurs d’emprise requises pour éviter les phénomènes électriques	1-8
1-7 :	Largeur d’emprise pour les haubans	1-8
1-8 :	Corridor de vol (représentation non à l’échelle)	1-10
1-9 :	Aire de travail autour des supports	1-11
1-10 :	Hauteur tolérable de la végétation naturelle.....	1-14
1-11 :	Dégagement horizontal entre le conducteur extérieur et un arbre	1-15
1-12 :	Largeur d’emprise.....	1-15
1-13 :	Superficie non entretenue en raison de l’emplacement des supports et du relief du terrain.....	1-16
3-1 :	Pyramide des âges des trois communautés innues	3-10
3-2 :	Population de la Côte-Nord, 2004.....	3-25
3-3 :	Évolution de la population de la Côte-Nord	3-26
3-4 :	Évolution du nombre de fourrures provenant des UGAF 57, 59 et 60 vendues, 2000-2001 à 2003-2004	3-47
5-1 :	Diagramme de sélection des modes d’intervention	5-15
7-1 :	Pourcentage par espèce des tiges indésirables maîtrisées 13 mois après le traitement	7-6
7-2 :	Pourcentage par espèce des tiges indésirables maîtrisées 13 mois après le traitement	7-7
9-1 :	Équipement de protection	9-13
10-1 :	Molécule du 2,4-D	10-6
10-2 :	Molécule du dicamba.....	10-8
10-3 :	Molécule du piclorame	10-9
10-4 :	Molécule du triclopyr.....	10-11
10-5 :	Molécule du TIPA.....	10-12
10-6 :	Représentation schématique du modèle conceptuel de base de l’écosystème	10-50
10-7 :	Schéma des modélisations des concentrations en fonction du temps dans les principaux médias environnementaux	10-60
10-8 :	Concentrations estimés de TIPA selon le scénario 1	10-68
10-9 :	Concentrations estimées de TIPA selon le scénario 2	10-69
10-10 :	Concentrations estimées de TIPA selon le scénario 3	10-70
10-11 :	Concentrations estimées de DGA selon le scénario 1.....	10-71
10-12 :	Concentrations estimées de DGA selon le scénario 2.....	10-72
10-13 :	Concentrations estimées de DGA selon le scénario 3.....	10-73
10-14 :	Concentrations estimées de 2,4-D DMA selon le scénario 1.....	10-74
10-15 :	Concentrations estimées de 2,4-D DMA selon le scénario 2.....	10-75
10-16 :	Concentrations estimées de 2,4-D DMA selon le scénario 3.....	10-76
10-17 :	Concentrations estimées de 2,4-D selon le scénario 1	10-77

10-18 : Concentrations estimées de 2,4-D selon le scénario 2.....	10-78
10-19 : Concentrations estimées de 2,4-D selon le scénario 3.....	10-79
10-20 : Concentrations estimées de dicamba selon le scénario 1	10-80
10-21 : Concentrations estimées de dicamba selon le scénario 2	10-81
10-22 : Concentrations estimées de dicamba selon le scénario 3	10-82
10-23 : Concentrations estimées de piclorame selon le scénario 1	10-83
10-24 : Concentrations estimées de piclorame selon le scénario 2.....	10-84
10-25 : Concentrations estimées de piclorame selon le scénario 3.....	10-85
10-26 : Concentrations estimées de triclopyr ester selon le scénario 1.....	10-86
10-27 : Concentrations estimées de triclopyr ester selon le scénario 2.....	10-87
10-28 : Concentrations estimées de triclopyr ester selon le scénario 3.....	10-88
10-29 : Concentrations estimées de triclopyr acide selon le scénario 1.....	10-89
10-30 : Concentrations estimées de triclopyr acide selon le scénario 2.....	10-90
10-31 : Concentrations estimées de triclopyr acide selon le scénario 3.....	10-91
10-32 : Taux de dépôt hors emprise estimés de TIPA selon le scénario 1.....	10-92
10-33 : Taux de dépôt hors emprise estimés de TIPA selon le scénario 2.....	10-93
10-34 : Taux de dépôt hors emprise estimés de TIPA selon le scénario 3.....	10-94
10-35 : Taux de dépôt hors emprise estimés du DGA selon le scénario 1.....	10-95
10-36 : Taux de dépôt hors emprise estimés du DGA selon le scénario 2.....	10-96
10-37 : Taux de dépôt hors emprise estimés du DGA selon le scénario 3.....	10-97
10-38 : Taux de dépôt hors emprise estimés du 2,4-D DMA selon le scénario 1.....	10-98
10-39 : Taux de dépôt hors emprise estimés du 2,4-D DMA selon le scénario 2.....	10-99
10-40 : Taux de dépôt hors emprise estimés du 2,4-D DMA selon le scénario 3.....	10-100
10-41 : Taux de dépôt hors emprise estimés du 2,4-D selon le scénario 1	10-101
10-42 : Taux de dépôt hors emprise estimés du 2,4-D selon le scénario 2	10-102
10-43 : Taux de dépôt hors emprise estimés du 2,4-D selon le scénario 3	10-103
10-44 : Taux de dépôt hors emprise estimés du dicamba selon le scénario 1	10-104
10-45 : Taux de dépôt hors emprise estimés du dicamba selon le scénario 2.....	10-105
10-46 : Taux de dépôt hors emprise estimés du dicamba selon le scénario 3.....	10-106
10-47 : Taux de dépôt hors emprise estimés du piclorame selon le scénario 1	10-107
10-48 : Taux de dépôt hors emprise estimés du piclorame selon le scénario 2	10-108
10-49 : Taux de dépôt hors emprise estimés du piclorame selon le scénario 3	10-109
10-50 : Taux de dépôt hors emprise estimés du triclopyr ester selon le scénario 1	10-110
10-51 : Taux de dépôt hors emprise estimés du triclopyr ester selon le scénario 2.....	10-111
10-52 : Taux de dépôt hors emprise estimés du triclopyr ester selon le scénario 3.....	10-112
10-53 : Taux de dépôt hors emprise estimés du triclopyr acide selon le scénario 1	10-113
10-54 : Taux de dépôt hors emprise estimés du triclopyr acide selon le scénario 2	10-114
10-55 : Taux de dépôt hors emprise estimés du triclopyr acide selon le scénario 3	10-115
10-56 : Sommaire des indices de risque estimés à court terme selon le scénario 1	10-127
10-57 : Sommaire des indices de risque estimés à court terme selon le scénario 2.....	10-128

10-58 : Sommaire des indices de risque estimés à court terme selon le scénario 3	10-129
10-59 : Sommaire des indices de risque estimés à long terme selon le scénario 1.....	10-130
10-60 : Sommaire des indices de risque estimés à long terme selon le scénario 2.....	10-131
10-61 : Sommaire des indices de risque estimés à long terme selon le scénario 3.....	10-132
10-62 : Comparaison des réseaux trophiques du Lièvre d'Amérique et du Renard roux, selon le modèle conceptuel générique de l'écosystème.....	10-137
10-63 : Concentrations de 2,4-D et de dicamba estimées dans l'étang hors emprise, en fonction du temps, selon le scénario 1	10-141
13-1 : Historique des programmes d'entretien de la végétation dans les emprises d'Hydro-Québec	13-2
13-2 : Évolution des traitements de la végétation dans les emprises.....	13-2
14-1 : Fiche de réalisation des travaux incluant les éléments sensibles	14-2
14-2 : Principe de mesure des empiètements	14-17

Cartes et planches

3-1 : Inventaire du milieu humain	3-55
4-1 : Zones de végétation et domaines bioclimatiques du Québec.....	4-25
4-2 : Emprises et sites d'observation des espèces floristiques et fauniques à statut particulier	4-27

Photos

2-1 : Végétation compatible	2-3
5-1 : Coupe manuelle	5-1
5-2 : Coupe motorisée	5-2
5-3 : Fauchage	5-3
5-4 : Annelage	5-4
5-5 : Injection	5-5
5-6 : Application basale.....	5-6
5-7 : Pulvérisation à faible débit.....	5-7
5-8 : Pulvérisation à fort débit.....	5-8
5-9 : Pulvérisation aérienne	5-9
5-10 : Coupe et traitement de souches.....	5-10
5-11 : Aménagement d'emprises – bleuetière	5-12
5-12 : Aménagement d'emprises – plantation de sapins de Noël.....	5-13
9-1 : Débroussailleuse	9-1
9-2 : Forêt dense où la marche est difficile	9-6

9-3 :	Posture asymétrique.....	9-11
10-1 :	Hélicoptère effectuant la pulvérisation.....	10-46
10-2 :	Buses du dispositif de pulvérisation de l'hélicoptère	10-46
10-3 :	Station météorologique mobile.....	10-47
10-4 :	Unité de pompage mobile.....	10-47
14-1 :	Bandes résiduelles laissées après des travaux de pulvérisation aérienne de phytocides sans système de guidage par GPS	14-6
14-2 :	Vue du module installé dans l'hélicoptère d'arrosage.....	14-8
14-3 :	Zones d'exclusion de part et d'autre d'un cours d'eau et d'une falaise abrupte	14-9
14-4 :	Calibration du système de guidage.....	14-10
14-5 :	Calibration du système de guidage.....	14-11
14-6 :	Réalisation des travaux de pulvérisation aérienne de phytocides.....	14-15
14-7 :	Mesure des empiètements par GPS	14-18
15-1 :	Débroussailleuse montée sur un porteur.....	15-4
15-2 :	Coupe et traitement de la souche.....	15-5

1 Végétation et emprises de lignes

1.1 Présence de la végétation dans les emprises de lignes de transport

Les travaux de maîtrise de la végétation ligneuse dans les emprises de lignes de transport visent principalement à éliminer la végétation arborescente et arbustive supérieure incompatible avec l'exploitation du réseau afin de favoriser l'implantation et le maintien d'espèces végétales compatibles. Techniquement, on évite ainsi que des arcs électriques se produisent entre les conducteurs et la végétation, créant des conditions propices aux pannes, des risques pour la sécurité des personnes à proximité des lignes et des situations favorables au déclenchement et à la propagation d'incendies de forêt. Ces activités visent également à protéger l'appareillage des lignes contre de tels incendies, fréquents en milieu forestier par temps sec. Les emprises de lignes peuvent également jouer un rôle de coupe-feu, limitant la propagation des incendies en forêt.

Par la mise en application du concept de « maîtrise intégrée de la végétation », Hydro-Québec cible les principaux objectifs suivants :

- assurer la sécurité des personnes qui résident à proximité des lignes de transport ou qui utilisent les emprises ;
- maintenir les dégagements minimaux requis pour les conducteurs de façon à prévenir la production d'arcs électriques ;
- maintenir un accès sécuritaire aux emprises pour le personnel préposé à l'entretien des équipements ;
- maintenir un dégagement minimal pour protéger les installations contre les incendies de forêt et éviter la propagation de ceux-ci.

Le présent chapitre décrit les paramètres techniques et opérationnels qui déterminent la largeur requise des corridors, ainsi que la hauteur maximale tolérable de la végétation dans les emprises. Ces paramètres concernent tous les types de tension nominale présents à Hydro-Québec. Ces paramètres sont tirés des normes internes de l'entreprise.

1.1.1 Dégagement des conducteurs

Les conducteurs des lignes de transport n'étant pas recouverts d'une enveloppe isolante, un arc électrique peut se produire en cas de proximité d'un objet ou d'un autre conducteur. En plus du danger immédiat qu'il représente pour toute personne se trouvant près des équipements électriques, ce phénomène risque d'interrompre le service et de causer des incendies de forêt.

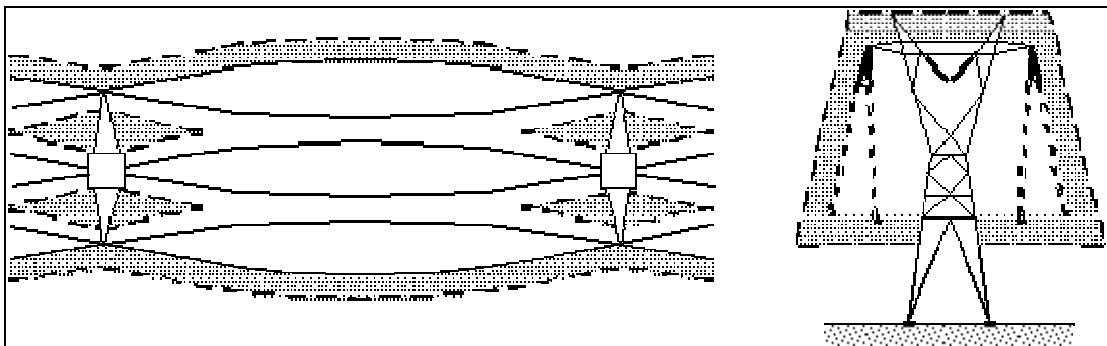
Pour éviter un tel incident, qu'on appelle « amorçage », et les inconvénients causés par les phénomènes électriques, il est nécessaire de dégager les emprises sur une largeur suffisante. Les facteurs qui servent à fixer cette largeur sont les suivants :

- distance entre les conducteurs extérieurs ;
- balancement des conducteurs ;
- dégagement horizontal ;
- dégagement vertical ;
- phénomènes électriques ;
- haubans.

1.1.1.1 Distance entre les conducteurs extérieurs

Les conducteurs d'une ligne aérienne doivent être espacés pour éviter tout amorçage. La distance entre les conducteurs dépend principalement du niveau de tension de la ligne.

Figure 1-1 : Distance entre les conducteurs extérieurs



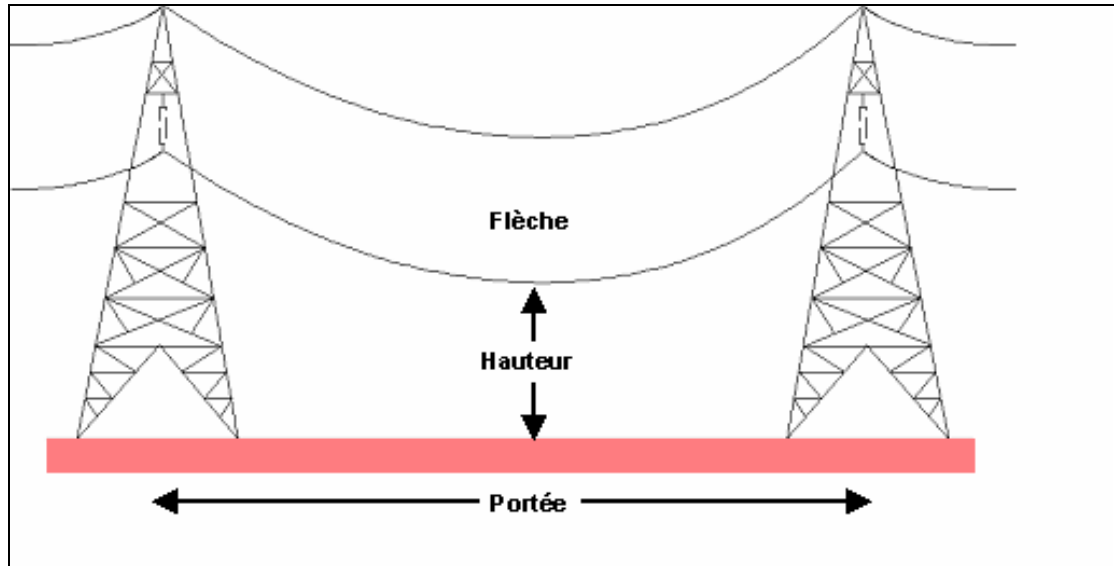
1.1.1.2 Balancement des conducteurs

Les conducteurs subissent des déformations sous l'influence de la charge de verglas et de la charge horizontale du vent. Ces déformations sont plus ou moins accentuées selon :

- le diamètre du conducteur ;
- la longueur de portée choisie ;
- la tension mécanique du conducteur ;
- l'agencement des chaînes d'isolateurs qui supportent les conducteurs ;
- la température ambiante et la température d'exploitation du ou des circuits.

À cause de ces déformations, la distance entre le point le plus bas d'un conducteur et la droite reliant les points d'attache de ce conducteur peut varier. Cette distance est appelée la « flèche » (voir la figure 1-2).

Figure 1-2 : Flèche de conducteur

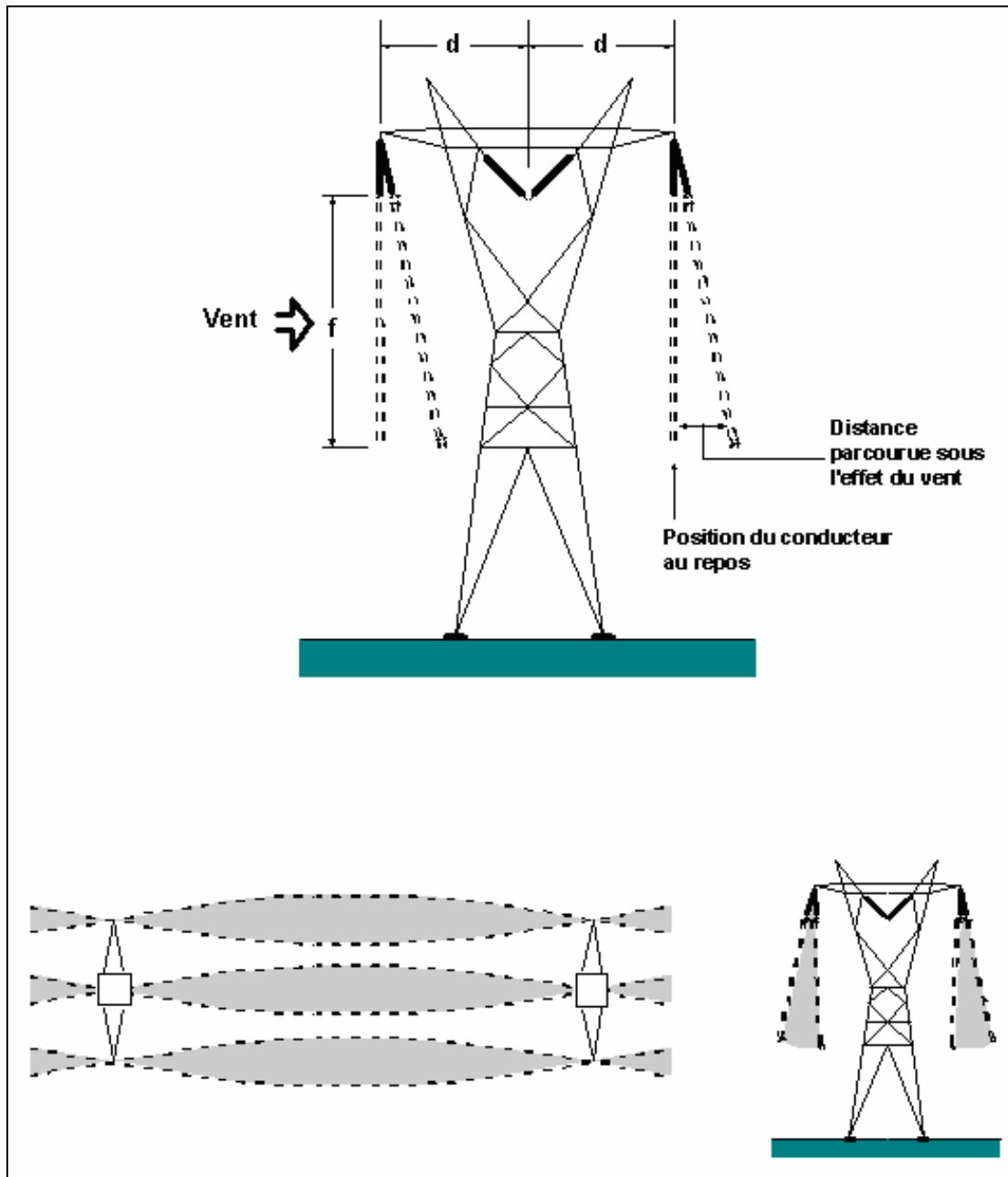


On détermine la flèche maximale selon l'une ou l'autre des données suivantes :

- valeur extrême de dilatation du conducteur ;
- valeur extrême de la charge de verglas ;
- valeur de la flèche de la portée choisie qui oscille sous l'effet du vent prédominant dans la zone où passe la ligne.

On peut alors établir le balancement maximal du conducteur sous l'influence du vent. Ce balancement décrit un arc de cercle (voir la figure 1-3).

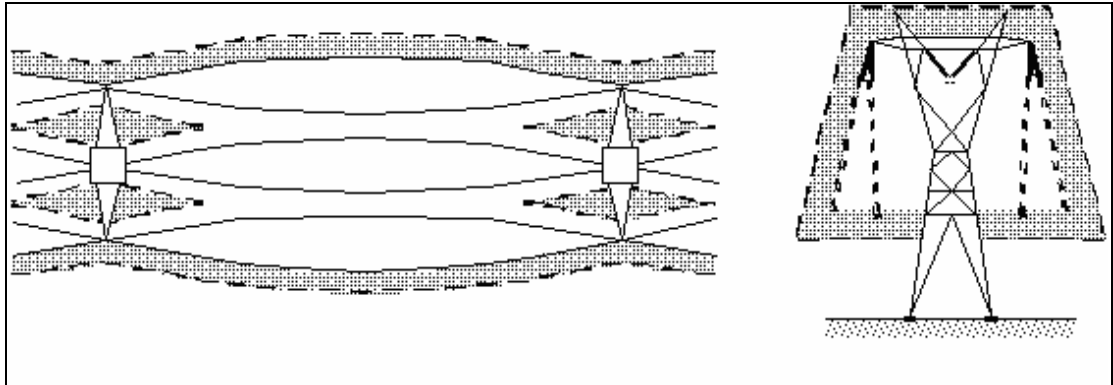
Figure 1-3 : Balancement des conducteurs



1.1.1.3 Dégagement horizontal

Les conducteurs des lignes aériennes sont en métal nu isolé par l'air. Pour éviter tout risque d'amorçage, il faut prévoir un dégagement horizontal suffisant. La figure 1-4 illustre les dégagements horizontaux minimaux à respecter pour assurer la protection de la population, des travailleurs et des installations.

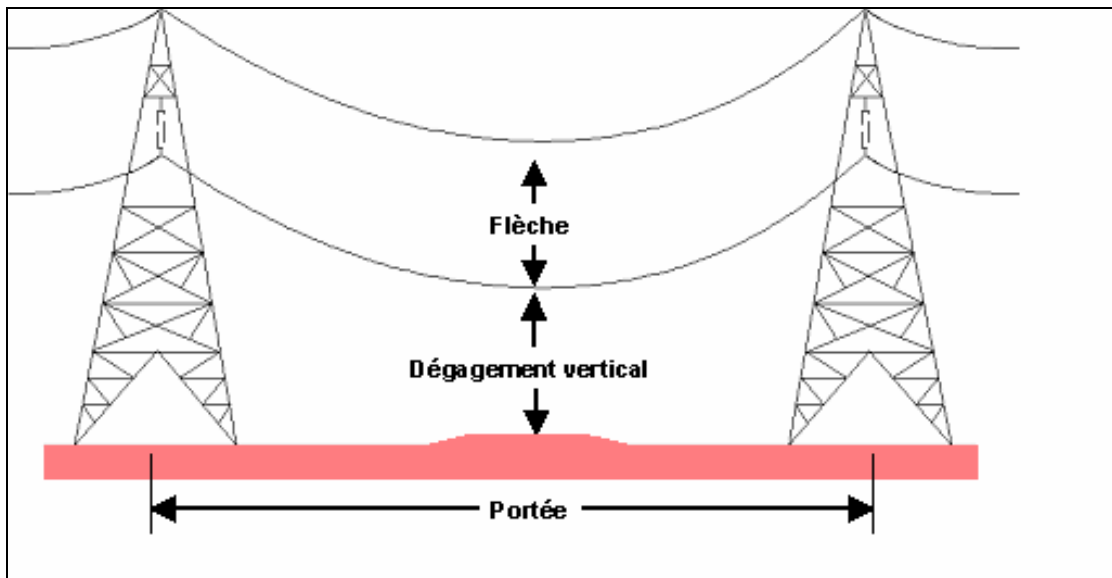
Figure 1-4 : Dégagement horizontaux minimaux



1.1.1.4 Dégagement vertical

On doit également prévoir un dégagement vertical suffisant entre les conducteurs et tout obstacle se trouvant en dessous d'eux (p. ex. croisement de routes) pour assurer la sécurité de la population (voir la figure 1-5). Le dégagement vertical est la somme de la hauteur de l'obstacle et du dégagement nécessaire pour tenir compte des phénomènes d'amorçage et de surtension. Ces distances sont mesurées lorsque le conducteur est au repos et que la flèche est à son maximum.

Figure 1-5 : Dégagement vertical



1.1.1.5 Phénomènes électriques

Les lignes électriques à 230 kV et plus provoquent les phénomènes physiques^[1] suivants :

- champs électriques (courant induit) et effet de couronne ;
- interférence radioélectrique ;
- bruit audible ;
- élévation du potentiel ;
- pertes calorifiques.

Champs électriques

Les lignes de transport sont conçues de façon à réduire le courant induit dans une personne touchant le véhicule le plus volumineux qui puisse circuler sous les lignes. Dans ces circonstances, la limite fixée par le *National Electrical Safety Code*, édition de 1981 (ANSI/IEEE, 1990), est de 5 mA (milliampères). Cette valeur de courant induit correspond à un champ électrique maximal de 10 kV/m (kilovolts par mètre) à un mètre du sol, sous les conducteurs des lignes à 735 kV. L'emprise doit être assez large pour que le champ électrique ne dépasse pas 2 kV/m en bordure de celle-ci (Beauchemin et coll., 1980) afin de limiter à 1 mA le courant induit dans une personne touchant un tel véhicule. Cette valeur (1 mA) correspond au seuil de perception de l'humain, qui a été établi au moyen d'essais, et est reconnue par les entreprises d'électricité. Toutes ces données ont été publiées par l'*Electric Power Research Institute* (EPRI, 1978).

Pour ce qui est des lignes dont la tension est inférieure à 230 kV, le champ électrique est inférieur à 5 kV/m sous les conducteurs, et le courant induit dans une personne touchant le véhicule défini ci-dessus en bordure de l'emprise est inférieur au seuil de perception. La largeur d'emprise de ces lignes est donc établie en fonction des dégagements et des balancements des conducteurs.

Le passage d'une ligne à haute tension nécessite l'ouverture d'un corridor de plusieurs dizaines de mètres de largeur dans les régions boisées. Dans le but de minimiser l'impact du passage de la ligne et d'éviter l'érosion du sol, on peut laisser la végétation compatible intacte à l'intérieur de l'emprise, dans la mesure où on en surveille la croissance. La croissance des arbres ne doit en effet pas provoquer la défaillance d'une ligne à haute tension en amorçant un court-circuit entre une phase et le sol. Dans cette optique, un dégagement vertical correspondant à une distance minimale suffisante pour éviter un claquage dans l'air doit être maintenu.

Cependant, au-delà de cette distance minimale, une ligne à haute tension à 500 kV ou plus peut générer un effet de couronne à l'extrémité des feuilles ou des branches de

[1] À une tension inférieure à 230 kV, ces phénomènes sont négligeables.

forme pointue. Ce phénomène s'explique par la présence d'un champ électrique concentré sur ces extrémités et peut devenir suffisamment intense, si les branches ou les feuilles se situent à l'intérieur de la courbe équipotentielle de 50 kV, pour dessécher les feuilles ou les aiguilles.

En présence d'un potentiel électrique supérieur à 50 kV, les branches desséchées peuvent être brûlées localement par un courant de fuite qui se produit en cas de gel ou d'humidité à la surface des branches. En présence d'un potentiel de plus de 100 kV, les branches brûlent rapidement et tombent au sol, risquant de déclencher un incendie de forêt (EPRI, 1978).

Pour les lignes à haute tension à 315 kV et moins, la courbe équipotentielle de 50 kV est située à l'intérieur de la zone considérée comme un dégagement minimal par rapport à la masse. La zone de la courbe équipotentielle de 50 kV pour une ligne à haute tension à 735 kV se situe à environ 5 m du sol sous les conducteurs et à environ 30 m du centre de la ligne à mi-portée (flèche maximale). À proximité d'un pylône (loin de la flèche), la végétation doit être à au moins 8 m des conducteurs.

Interférence radioélectrique

La norme C108.3.1-FM84 de l'ACNOR indique le niveau maximal de l'interférence radio qui doit être respecté par beau temps. De plus, d'après cette norme, la qualité de la réception, par beau temps, ne devrait pas être inférieure au niveau de la classe C, ce qui correspond à un rapport signal-bruit de 24 dB. Aucune largeur d'emprise supplémentaire n'est nécessaire pour contrer le phénomène d'interférence.

Bruit audible

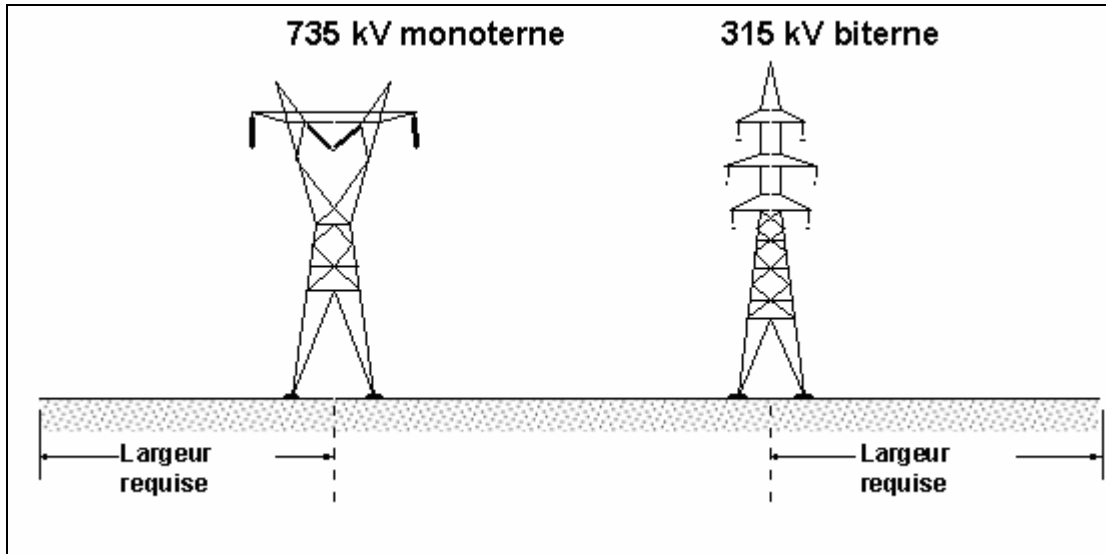
Aucune largeur d'emprise supplémentaire n'est requise pour éviter le bruit audible.

Élévation du potentiel et pertes calorifiques

L'élévation du potentiel et les pertes calorifiques ne se font sentir qu'à proximité immédiate de la ligne. Par conséquent, aucune largeur d'emprise supplémentaire n'est nécessaire pour prévenir ces phénomènes.

Les largeurs d'emprise sont fixées de sorte que les phénomènes associés aux champs électriques n'incommodent pas les résidents en bordure de l'emprise et deviennent négligeables ou acceptables. Lorsque deux lignes se trouvent dans la même emprise, la distance entre le centre de chaque ligne et la bordure correspondante de l'emprise est égale à la moitié de la largeur d'emprise requise, comme l'illustre la figure 1-6. La distance entre les deux lignes est établie en fonction du balancement des conducteurs et du dégagement horizontal.

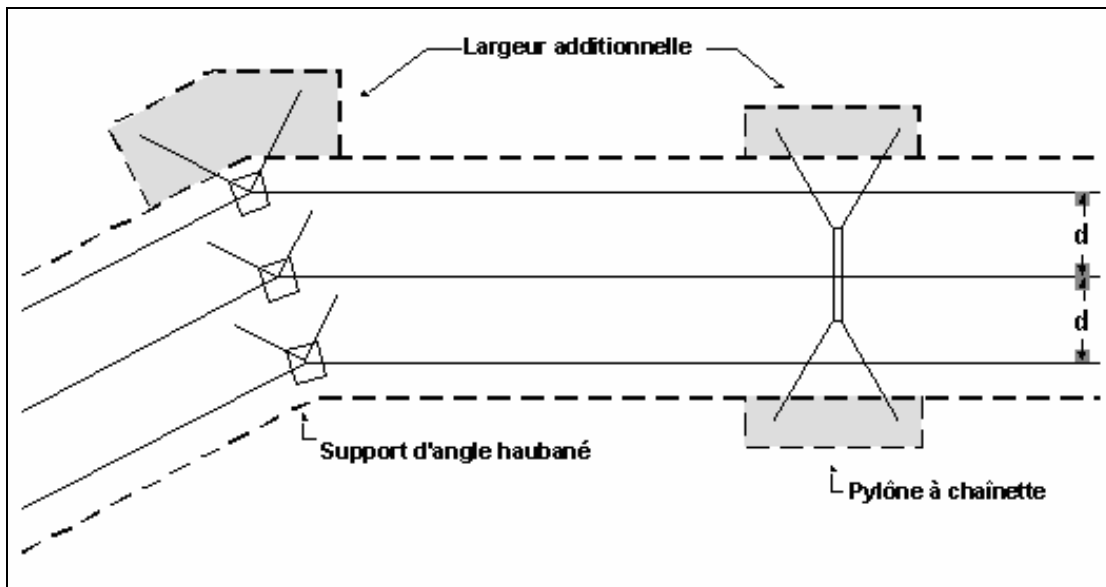
Figure 1-6 : Largeurs d'emprise requises pour éviter les phénomènes électriques



1.1.1.6 Haubans

La présence de haubans peut modifier la largeur de l'emprise en des endroits donnés. Certains supports de ligne sont renforcés par des haubans dont l'ancrage au sol requiert une largeur d'emprise supérieure à la largeur prévue, comme l'illustre la figure 1-7. Ces haubans sont surtout utilisés pour les supports d'angle et pour certains pylônes spéciaux. La largeur additionnelle de l'emprise est déterminée pour chaque pylône.

Figure 1-7 : Largeur d'emprise pour les haubans



1.1.2 Accès aux emprises de lignes

L'accès aux emprises peut être restreint par la présence de végétation arborescente ou arbustive haute. L'exécution des travaux d'entretien de l'appareillage dans certaines parties des territoires peut être compliquée par le fait que des lignes ne sont accessibles que par hélicoptère. De surcroît, en cas de panne, le personnel doit pouvoir accéder rapidement aux circuits touchés et disposer d'un espace suffisant autour des supports et des conducteurs pour procéder en toute sécurité aux travaux d'entretien et de réparation. Les graves épisodes de verglas auxquels Hydro-Québec a dû faire face ces dernières années, notamment sur la Côte-Nord, ont mis clairement en lumière la nécessité de disposer d'emprises de lignes très accessibles, permettant aux équipes d'intervention de se rendre immédiatement là où des pylônes ont subi des dommages sérieux et de reconstruire rapidement des lignes. Dans certains cas, des accès terrestres doivent être gardés libres de toute végétation incompatible et, dans presque tous les cas, les équipes doivent pouvoir parvenir aux équipements en peu de temps par hélicoptère. Que ce soit pour un accès rapide aux lignes ou pour la reconstruction d'équipements endommagés, les emprises de lignes doivent être exemptes de toute végétation incompatible.

1.1.2.1 Entretien des lignes

Par voie terrestre

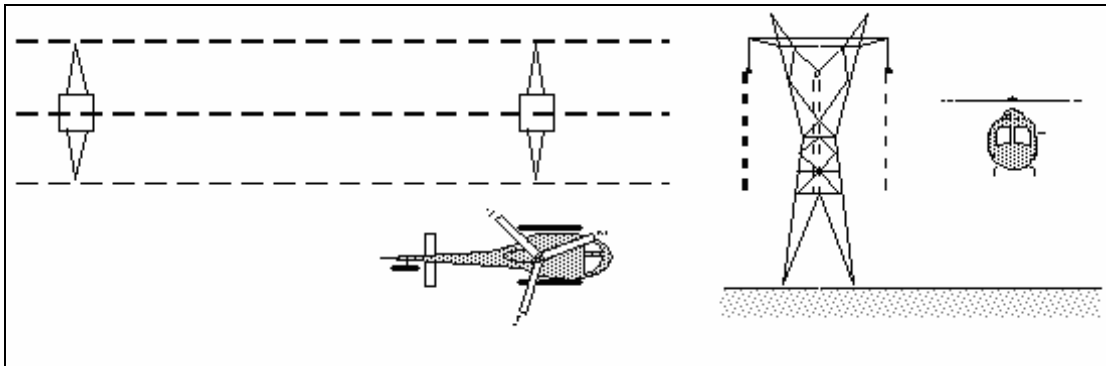
Des véhicules doivent circuler dans l'emprise pour y transporter du personnel, des outils et de l'équipement. Pour permettre ces déplacements, un chemin d'une largeur minimale de 4 m doit donc être débroussaillé dans l'emprise. La largeur d'emprise définie précédemment est amplement suffisante. La végétation ne doit pas dépasser 2,5 m de hauteur dans la superficie située sous les conducteurs et dans les bandes latérales^[1] et 4 m dans la superficie restante de l'emprise.

Par voie aérienne

Une bande déboisée de 26 m doit être prévue entre les conducteurs extérieurs au repos et le bord de la forêt (extrémité moyenne des branches) du côté opposé aux vents dominants, afin de permettre à un hélicoptère d'atterrir en cas d'urgence (voir la figure 1-8). La végétation dont la densité permet aux hélicoptères de se poser doit être entretenue de façon à ne pas dépasser 2,5 m de hauteur.

[1] Bande latérale : Espace situé à l'extérieur de la superficie située sous les conducteurs. Elle inclut des distances pour le balancement des conducteurs et pour le dégagement électrique ainsi qu'une distance qui tient compte des phénomènes électriques associés aux lignes à 315 kV et plus.

Figure 1-8 : Corridor de vol (représentation non à l'échelle)



La largeur de 26 m tient compte du dégagement électrique approprié à partir du conducteur au repos et a été établie en fonction des facteurs suivants :

- Il faut respecter un certain dégagement horizontal entre le conducteur au repos et l'hélicoptère. On effectue les vols en hélicoptère à proximité des lignes sous tension électrique dans des conditions atmosphériques appropriées afin d'en assurer la sécurité, mais il faut prévoir que le mauvais temps peut survenir sans avertissement et prévoir un facteur de risque.
- Le diamètre du rotor principal des hélicoptères utilisés pour l'entretien des lignes de transport peut atteindre 11 m. L'aire prévue pour le rotor de l'hélicoptère est donc de 11 m.

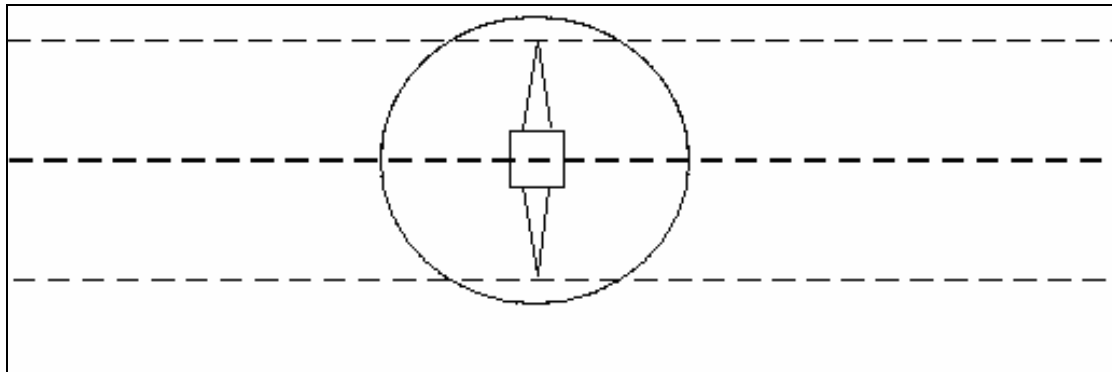
La distance sécuritaire de 26 m, établie pour tous les niveaux de tension, ne s'applique qu'à un côté pour les emprises comprenant une seule ligne. Pour les emprises qui comportent plus d'une ligne, un corridor de vol est requis de chaque côté de l'emprise.

Le maintien des corridors de vol pour hélicoptère est essentiel dans le cas des lignes dont l'accès par voie terrestre est restreint et des lignes à l'égard desquelles la rapidité d'intervention par voie terrestre peut être compromise.

1.1.2.2 Entretien des supports et des accessoires

Un espace doit être entretenu autour des supports pour permettre aux monteurs de travailler (voir la figure 1-9). Seuls des arbres ou des arbustes de moins de 2,5 m de haut peuvent être conservés dans cette superficie, à condition qu'ils occupent moins de 25 % de celle-ci.

Figure 1-9 : Aire de travail autour des supports



L'aire de travail autour des supports varie selon le type de support et la tension d'exploitation de la ligne

1.1.2.3 Entretien des conducteurs

L'inspection des conducteurs, et plus particulièrement des entretoises amortisseuses, peut être réalisée directement sur les conducteurs à l'aide d'une nacelle suspendue. Le poids de la nacelle, de l'équipement et du monteur abaisse la flèche du conducteur. Comme ces travaux sont parfois effectués sous tension pour ne pas perturber le service, il est nécessaire de limiter la hauteur des écrans boisés aux abords des routes, des lacs et des cours d'eau. Les distances minimales qui déterminent les dégagements des conducteurs au-dessus des écrans boisés varient en fonction de la tension d'exploitation des lignes de transport.

Par ailleurs, certains travaux de réparation exigent un déboisement total de la végétation présente pour que le conducteur soit ancré dans l'emprise au moyen de câbles et de matériel d'ancrage. Pour ces travaux, et pour d'autres réparations des accessoires de ligne, les véhicules, l'équipement et les monteurs doivent pouvoir circuler sur toute la largeur de l'emprise.

1.1.3 Incendies de forêt

Durant l'été, les incendies de forêt ravagent parfois des superficies considérables. Par exemple, en 1991, en 1995 et en 2005, plus de 500 000 ha de forêt ont été dévastés par des incendies dans les seules régions de Forestville et de Baie-Comeau. De plus, au nord de la forêt commerciale (limite du 51^e parallèle environ), la Société de protection des forêts contre le feu (SOPFEU) n'exerce pas de surveillance. Ces incendies entraînent des indisponibilités qui influent sur la fiabilité du réseau.

Des projets de recherche et un suivi, réalisés à l’Institut de recherche d’Hydro-Québec (IREQ) depuis 1985, montrent clairement les effets négatifs d’un incendie de forêt sous les conducteurs (Lanoie, 1991 ; Lanoie et Mercure, 1989).

Un incendie de cime peut atteindre une température plus de dix fois supérieure à celle d’un incendie de surface (voir le tableau 1-1) (Poulin et Thériault, 1975). Des températures théoriques de 1 200 °C ont été calculées (Wagner, 1974), tandis que des températures de 800 °C ont été notées lors des essais menés par l’IREQ (Lanoie, 1991). On a par exemple observé que, pendant un incendie de cime moyen à une température ambiante de 21 °C, la température d’un conducteur en aluminium se trouvant à 21,3 m de l’incendie augmente de 78 °C. Il est à noter que la température d’exploitation de ce conducteur peut atteindre 95 °C selon l’intensité du courant qui y circule (Wagner, 1974).

Tableau 1-1 : Températures dans la colonne de convection au-dessus d’un incendie^a

Type d’incendie	Intensité de la flamme (Kj/s/m)	Distance entre les flammes et les conducteurs (m)								
		3,5	6,1	9,1	12,2	15,4	18,3	21,3	24,4	27,4
Incendie de surface		Augmentation de la température ambiante (°C)								
Vent léger	6	22,2	11,1	7,2	5,6	4,4	3,61	3,3	2,8	2,5
Vent nul	24	56,1	27,8	18,9	13,9	11,1	9,4	7,8	6,9	6,1
Vent moyen	48	90,0	45,0	30,0	22,2	17,8	15,0	12,8	11,1	10,0
Évolution vers un incendie de cime	119	165,0	82,2	55,0	41,1	32,8	27,8	23,3	20,6	18,3
Incendie de cime		Augmentation de la température ambiante (°C)								
Faible	238	262,2	131,1	87,2	65,6	52,2	43,3	37,2	32,8	28,9
Moyen	715	542,8	271,1	181,1	135,6	108,3	90,6	77,8	67,8	60,6
Fort	1 192	766,7	383,3	255,6	191,7	153,3	127,8	109,4	95,6	85,0
Très fort	2 384	1 208,3	603,9	402,8	301,7	241,7	201,1	172,8	150,6	134,4

a. Danger pour les conducteurs à une température ambiante de 21 °C.

Par conséquent, la végétation dans l’emprise doit être basse et l’emprise, assez large pour que la colonne de convection d’un incendie de forêt n’altère pas les conducteurs. Ces deux conditions sont également nécessaires pour protéger les installations contre les effets des gaz de combustion. Les gaz de combustion issus d’un incendie contribuent à réduire le niveau de tenue diélectrique de l’air, favorisant les claquages dans l’air vicié et, par conséquent, le déclenchement des appareils de protection.

Les incendies de forêt risquent de causer des dommages aux conducteurs (point de fusion de 660 °C), aux entretoises et à l’appareillage en général et de provoquer le

déclenchement de disjoncteurs par suite de l'amorçage entre la ligne et le sol. Ces courts-circuits provoquent des mises hors tension des lignes et pourraient causer, à moyen terme, des dommages aux disjoncteurs et aux autres appareils électriques situés dans les postes de transformation.

Les emprises de lignes peuvent également jouer un rôle de coupe-feu, empêchant les incendies de forêt de se propager de part et d'autre de l'emprise.

1.1.4 Largeur de l'emprise

Une emprise est une bande de terrain utilisée pour la construction, l'exploitation, l'entretien et la protection d'une ou de plusieurs lignes électriques. L'emprise comporte une servitude (droit de passage à pied ou en véhicule) sur toute sa largeur.

La largeur de l'emprise est déterminée en fonction des paramètres exposés précédemment. Ces valeurs tiennent compte des caractéristiques des conducteurs, du type de support et de la longueur de portée choisie. Actuellement, Hydro-Québec établit la largeur de l'emprise selon la formule suivante :

$$\begin{aligned} & 2 \text{ dégagements entre phases}^{[1]} \\ & \quad + \\ & 2 \text{ balancements des conducteurs} \\ & \quad + \\ & 2 \text{ dégagements horizontaux} \\ & \quad + \\ & \text{toute largeur supplémentaire requise pour contrer les} \\ & \text{phénomènes électriques sous les lignes à plus de 230 kV} \\ & \quad + \\ & 1 \text{ corridor pour l'atterrissage des hélicoptères (au besoin).} \end{aligned}$$

Cette largeur doit permettre d'effectuer l'entretien des lignes en toute sécurité et offrir une zone de protection pendant les incendies de forêt.

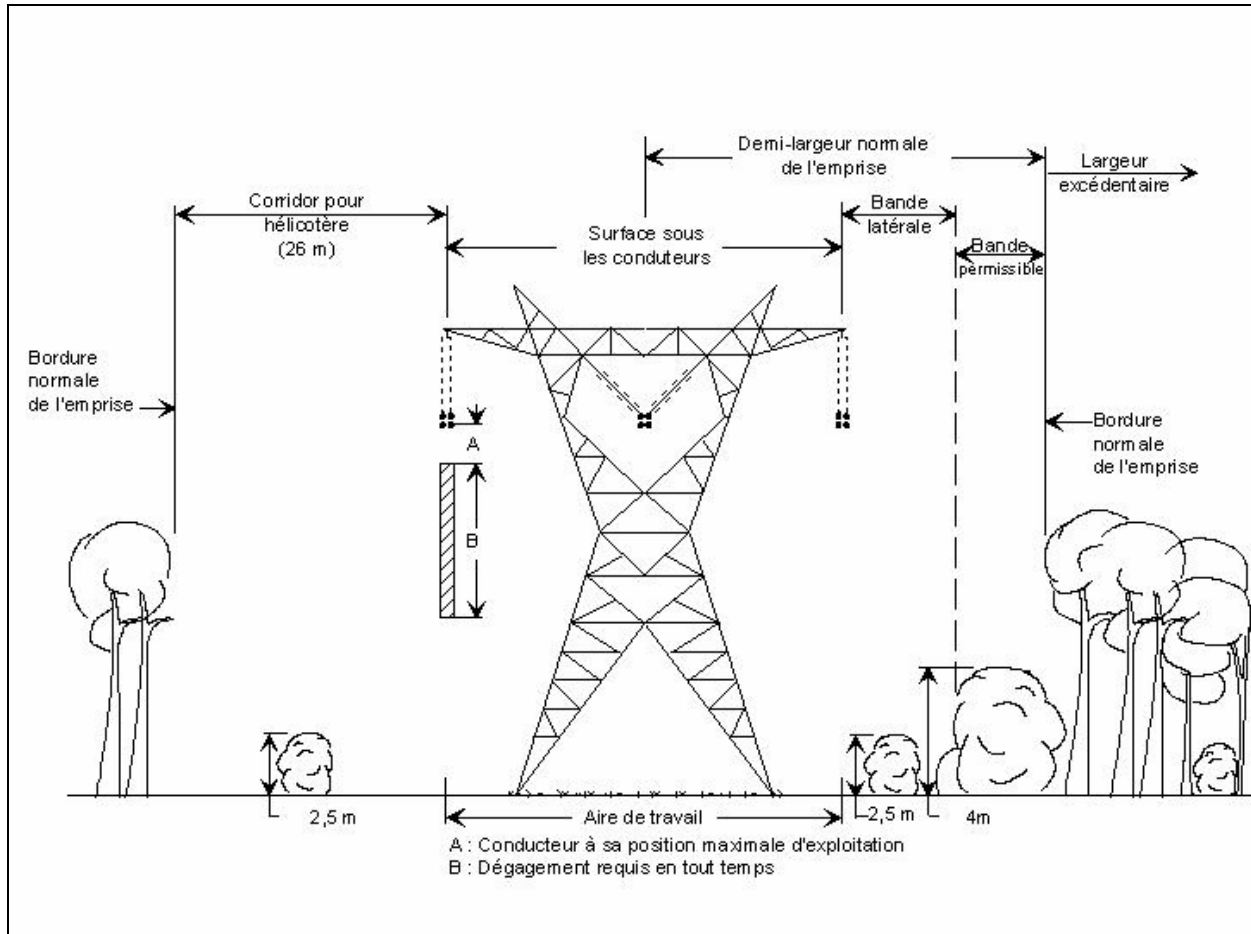
Une largeur d'emprise supplémentaire est nécessaire pour l'ancrage des haubans de certains supports.

1.1.5 Hauteur maximale tolérable de la végétation

La hauteur maximale tolérable de la végétation dépend des facteurs analysés précédemment, dont les dégagements minimaux pour éviter l'arc électrique et le maintien d'un accès aux lignes.

[1] Dans le cas d'une ligne sur support biterne, on obtient la largeur de l'emprise en additionnant un seul dégagement entre phases aux autres valeurs.

Figure 1-10 : Hauteur tolérable de la végétation naturelle



1.1.5.1 Arbres en bordure de l'emprise

Dans les régions où la végétation est très haute, il est nécessaire de couper les arbres qui se trouvent à l'extérieur de l'emprise et qui pourraient tomber à proximité des conducteurs. Le calcul du dégagement horizontal entre le conducteur et un arbre dépend de l'arc de cercle que décrirait le sommet de l'arbre pendant sa chute, auquel on ajoute un dégagement minimal pour éviter un amorçage électrique avec le conducteur à la flèche la plus longue et au balancement maximal.

Les figures 1-11 et 1-12 montrent la hauteur maximale acceptable des arbres en bordure de l'emprise. Pendant le déboisement, on doit couper les arbres dont la hauteur à maturité dépasse les valeurs indiquées.

Figure 1-11 : Dégagement horizontal entre le conducteur extérieur et un arbre

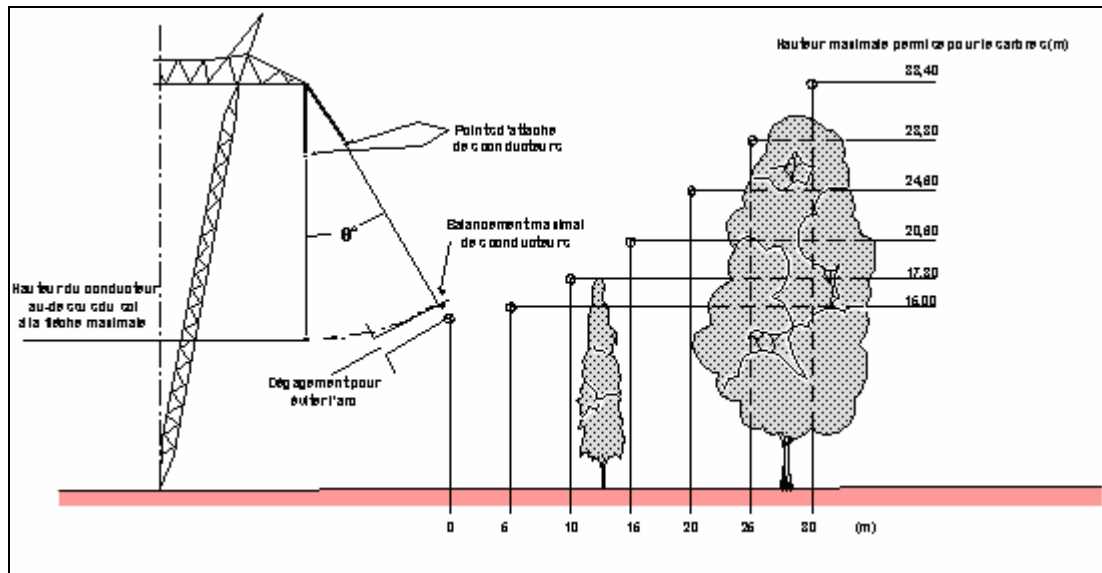
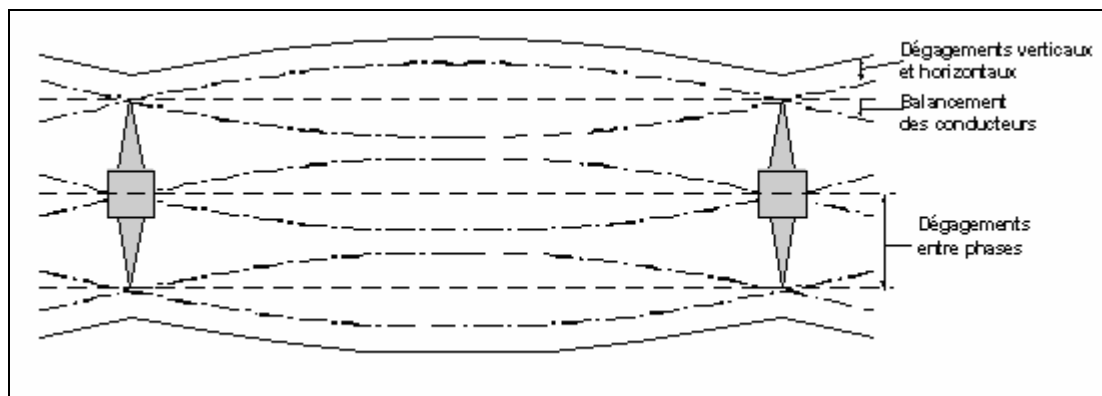


Figure 1-12 : Largeur d'emprise



1.1.5.2 Végétation dans l'emprise

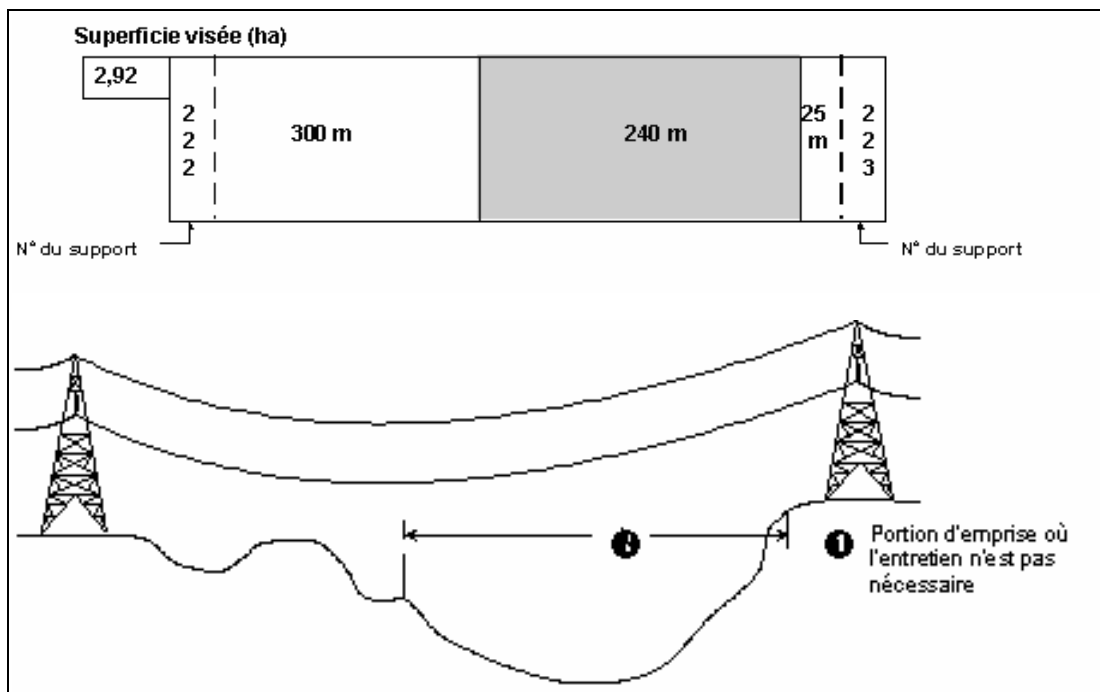
La végétation incompatible avec l'exploitation du réseau est une végétation qui, lorsqu'elle n'est pas entretenue, dépasse les hauteurs tolérables (2,5 m et 4 m) présentées ci-dessus. Dans les emprises, on trouve cette végétation incompatible dans la strate arborescente et la strate arbustive supérieures.

Dans les emprises accessibles uniquement par hélicoptère ou pour lesquelles un corridor pour hélicoptère a été déboisé, l'implantation de la strate herbacée doit être tout particulièrement favorisée ; les strates arbustive et arborescente basses, soit d'une hauteur inférieure à 2,5 m, ne seront tolérées que si la densité de la végétation permet

aux hélicoptères de se poser. Ces emprises doivent être exemptes de végétation arborescente dense. Pour les autres emprises, il faut considérer qu'elles sont toutes susceptibles d'être survolées par hélicoptère (urgence, patrouille, etc.) et donc qu'il ne faut pas dépasser les tolérances en matière de hauteur de la végétation, par souci de sécurité.

Au nord du 49^e parallèle, seuls les écrans boisés des traversées de route peuvent être conservés dans les emprises. Enfin, la hauteur maximale de la végétation dépend aussi de l'emplacement des supports et du relief du terrain (voir la figure 1-13). Dans toutes les emprises, les pentes abruptes et les fonds de vallée où la circulation est impossible et où le dégagement des conducteurs est suffisant ne nécessitent aucun entretien.

Figure 1-13 : Superficie non entretenue en raison de l'emplacement des supports et du relief du terrain



1.2 Exigences du NERC

Hydro-Québec possède un réseau de transport d'électricité qui est en interconnexion avec les réseaux des États-Unis à des fins d'exportation et d'importation d'énergie.

En août 2003, une panne majeure s'est produite dans le nord-est des États-Unis et en Ontario, privant d'électricité plus de 50 millions d'abonnés. Les rapports d'enquête ont démontré qu'une des causes principales de cette panne était la présence de

végétation dans une emprise. Les conducteurs d'une ligne de transport se sont trop approchés, sous l'effet de la chaleur, d'une végétation incompatible et non maîtrisée. Un déclenchement s'est produit et une réaction en cascade a suivi, causant la panne.

Deux organismes américains responsables d'encadrer le transit d'énergie aux États-Unis ont édicté de nouvelles normes régissant le transport de l'électricité et la maîtrise de la végétation. Il s'agit de la Federal Energy Regulatory Commission (FERC) et du North American Electric Reliability Council (NERC), qui ont élaboré des normes en matière de gestion de la végétation dans les emprises de lignes.

La norme FAC-003-0 du NERC qui concerne plus précisément la maîtrise de la végétation (voir l'annexe A) vise à assurer que les sociétés qui transportent de l'électricité ont le contrôle de l'état de la végétation dans leurs emprises.

Voici les principaux objectifs de la norme :

- S'assurer que les exploitants des réseaux de transport d'électricité disposent d'un programme efficace de gestion de la végétation et que les déclenchements causés par la végétation sont déclarés.
- Mettre en application le concept de « maîtrise intégrée de la végétation ».
- Procéder à des inspections régulières visant à évaluer l'état de la végétation dans les emprises.
- Établir des programmes annuels efficaces de maîtrise de la végétation.
- Certifier que l'entreprise maîtrise la gestion de ses emprises de lignes.

Le NERC réalise périodiquement des audits afin de valider l'application de ses normes, notamment en ce qui concerne la gestion de la végétation.

2 Dynamisme de la végétation

2.1 Généralités

De façon générale, la végétation est dynamique, c'est-à-dire qu'elle évolue quantitativement et que les associations végétales occupant un site donné changent. Dans une forêt naturelle, les diverses espèces végétales se livrent une forte concurrence pour l'occupation du sol et l'obtention de l'énergie solaire. Le processus de succession végétale signifie que, peu à peu, certaines espèces en remplacent d'autres jusqu'à la formation d'une communauté végétale relativement stable qui s'autorégénère. Après une perturbation comme une coupe, le mécanisme de régénération recommence le cycle avec des espèces pionnières qui peuvent différer des espèces de la forêt environnante.

Les peuplements forestiers du Québec sont principalement formés de trois strates : la strate arborescente (espèces ligneuses d'au moins 4,5 m de haut à maturité), la strate arbustive (espèces ligneuses de moins de 4,5 m de haut à maturité) et la strate herbacée-muscinale (espèces non ligneuses). La végétation incompatible avec l'exploitation du réseau de transport se retrouve principalement dans les strates arborescente et arbustive supérieures. Ce sont donc ces strates qui sont visées par nos interventions.

Le Québec méridional (ou forestier) est divisé en trois zones écologiques, elles-mêmes subdivisées en sous-zones puis en domaines et sous-domaines (voir la carte 2-1). Les principaux critères physiques d'établissement de la végétation de ces régions écologiques sont le climat, le relief et le type de sol.

Ainsi, dans le sous-domaine de la pessière à mousses de l'ouest compris dans la zone écologique boréale, c'est l'épinette noire qui domine. En cas de perturbations (naturelles ou non), cette forêt est principalement régénérée par des feuillus de lumière comme le bouleau blanc sur les stations riches et le peuplier faux-tremble sur les stations moyennes. Avec le temps, l'épinette noire se réimplante et domine de nouveau.

Dans les zones écologiques feuillues et mixtes situées généralement plus au sud, la végétation est plus variée et l'évolution normale vers des associations végétales stables est souvent plus rapide et plus diversifiée.

2.2 Dynamisme de la végétation à la suite d'une intervention dans les emprises de lignes de transport

En vue de maintenir des communautés végétales stables et compatibles dans les emprises de lignes de transport d'Hydro-Québec et de favoriser l'établissement de telles communautés, on réalise des travaux de « maîtrise intégrée de la végétation ». Deux approches sont préconisées, soit l'intervention mécanique et l'intervention sélective à l'aide de phytocides ou intervention chimique, combinée à l'intervention mécanique. La réaction, ou le dynamisme, de la végétation diffère selon l'approche choisie.

2.2.1 Interventions mécaniques

De façon générale, les interventions mécaniques ont tendance à stimuler la reproduction, particulièrement la reproduction végétative, des espèces feuillues. Cette intervention a donc souvent comme conséquence d'encourager la croissance de ces espèces et d'augmenter leur densité. Il est établi clairement, autant en foresterie que par les études réalisées à Hydro-Québec par l'Université de Montréal (IRBV 2000, 2001, 20002, 2003 et 2004), que la coupe mécanique stimule la recrudescence des feuillus qui se propagent par rejets de souche et par drageons.

2.2.1.1 Zone tempérée nordique

À la suite d'une intervention mécanique sur ce territoire où dominent les essences feuillues, il y aura généralement prolifération des rejets de souche de feuillus comme l'érable rouge, l'érable à sucre, le bouleau blanc, le cerisier, le chêne et le frêne à laquelle s'ajoutent la germination de semis de peupliers, de sapins, d'épinettes et de pins de même que le drageonnement de peupliers.

2.2.1.2 Zone boréale

Dans cette zone à dominance résineuse, la coupe initiale provoque une modification importante du couvert végétal. En effet, les essences de lumière principalement feuillues (peupliers, bouleaux, etc.) et les arbustes (aulnes, saules, etc.) envahissent les sites déboisés au détriment des conifères généralement moins agressifs. Toute coupe mécanique de maintenance subséquente aura donc des effets semblables à ceux observés dans la zone tempérée nordique, soit une augmentation du dynamisme des espèces feuillues au détriment des arbustes de faible hauteur et des plantes herbacées.

2.2.2 Interventions chimiques

Selon les phytocides utilisés, ce type d'intervention, combiné à la coupe, limite et réduit de façon importante le dynamisme de l'ensemble des espèces de la strate arborescente tant feuillue que résineuse et favorise l'implantation et le maintien d'une végétation compatible basse, composée principalement de plantes herbacées et

d'arbustes de faible hauteur. Les travaux de pulvérisation aérienne de phytocides qui se sont déroulés de 1994 à 2004 sur la Côte-Nord ont permis de constater que ce type de traitement favorisait de façon évidente l'implantation d'espèces végétales compatibles composées principalement de plantes herbacées.

Photo 2-1 : Végétation compatible



2.2.2.1 Zone tempérée nordique

La répétition d'interventions sélectives à l'aide de phytocides provoque une diminution de la densité des espèces feuillues au profit des plantes herbacées. Certaines espèces feuillues comme le chêne et le frêne peuvent survivre en raison de leur résistance à l'action de certains phytocides ; ils forment alors des îlots plus ou moins épars selon leur importance avant l'intervention.

2.2.2.2 Zone boréale

Les interventions à l'aide de phytocides dans cette zone provoquent l'élimination d'une bonne partie des feuillus de lumière et des arbustes hauts, dont le cerisier de Pennsylvanie. Les conifères prennent progressivement le dessus grâce à leur résistance partielle aux phytocides et à l'élimination d'une partie de la compétition

qui limite généralement l'émergence des semis. Leur prédominance sur les strates herbacée et arbustive basse dépend de la fréquence des interventions subséquentes.

2.3 Conclusion

Les connaissances actuelles tendent à démontrer que seule l'application sélective de phytocides, combinée à la coupe mécanique, permet une maîtrise efficace des espèces feuillues favorisant l'établissement de communautés végétales stables et compatibles avec les activités d'exploitation du réseau de transport.

D'autres facteurs, d'ordre environnemental ou économique, influencent le choix d'un mode d'intervention par rapport à un autre dans le respect de la santé et de la sécurité des travailleurs et de la population. Les prochaines sections traitent de certains critères permettant d'orienter ce choix.

3 Milieu humain

3.1 Milieu autochtone

3.1.1 Nation innue

La nation innue compte neuf communautés au Québec, dont sept sont réparties le long du littoral du fleuve Saint-Laurent entre Tadoussac et Blanc-Sablon. À celles qui sont touchées par le programme de pulvérisation, soit Essipit, Pessamit et Uashat mak Mani-Utenam, s'ajoutent Ekuanitshit, Nutashkuan, Unamen Shipu et Pakua Shipu. Les deux autres communautés, Mashteuiatsh et Matimekosh–Lac John, sont sises respectivement sur la rive ouest du lac Saint-Jean et près de la ville minière de Schefferville, à la frontière du Labrador.

On compte 15 385 Innus sur le territoire québécois (Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC), 2005), ce qui fait d'eux la deuxième nation autochtone en importance après les Mohawks (16 216). Près de 70 % (10 528) des Innus vivent dans les réserves, soit une proportion comparable à celle de l'ensemble des bandes indiennes de la province. La population innue est jeune. Selon les données du ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAINC), environ le tiers des Innus résidant dans les réserves ont moins de 15 ans, une proportion deux fois supérieure à celle de la population québécoise.

Essipit, Pessamit et Uashat mak Mani-Utenam sont regroupés au sein du Conseil tribal Mamuitun^[1], une organisation régionale de services créée en 1991, qui a pour but de répondre aux besoins communs de ses membres. Ceux-ci bénéficient de services-conseils et techniques en matière de développement organisationnel et communautaire comme l'élaboration de politiques-cadres et d'outils de gestion et la mise à jour de plans d'immobilisations.

Depuis la dissolution du Conseil Attikamek-Montagnais (CAM) en 1994, Mamuitun est aussi devenue, au nom de ses membres, responsable de la poursuite des négociations territoriales avec les gouvernements fédéral et provincial. À noter cependant que Uashat mak Mani-Utenam s'est retirée du processus de négociation en 1998 et que Pessamit, en 2005, a temporairement quitté l'assemblée des chefs, privilégiant pour le moment la voie juridique pour régler le contentieux territorial.

[1] Mashteuiatsh et Matimekush-Lac John en sont aussi membres.

3.1.2 Profil démographique et socio-économique

3.1.2.1 Essipit

La réserve d'Essipit est située près du village des Escoumins, à quelque 40 km à l'est de Tadoussac. Bien qu'elle ait bénéficié d'un agrandissement de ses limites en 1997, elle demeure, avec une superficie de 87 ha, la plus petite réserve des trois communautés à l'étude. L'agrandissement a permis de réaliser un développement domiciliaire dans la partie ouest de la réserve et plusieurs terrains restent disponibles pour les membres de la communauté.

Démographie

Essipit compte 391 membres, dont seulement 178 (46 %) vivent sur le territoire de la réserve (MAINC, 2004). Aux membres résidents s'ajoutent 69 membres apparentés^[1] et 5 locataires allochtones, pour un total de 249 personnes. En juillet 2005, on dénombrait 105 unités d'habitation dans la communauté et le nombre moyen de personnes par ménage s'élevait à 2,4, soit le même nombre qu'aux Escoumins, la municipalité voisine.

Contrairement aux autres communautés innues, Essipit connaît depuis une quinzaine d'années une faible croissance démographique (environ 1 % annuellement) qui ressemble plutôt à ce qui se passe chez les allochtones. Cependant, ses membres sont jeunes, puisque 45 % d'entre eux ont aujourd'hui moins de 25 ans.

Éducation

Bien qu'Essipit ne dispose d'aucune école sur son territoire, les données du recensement de 2001 démontrent que ses membres sont davantage scolarisés que les Innus des autres communautés. Un peu plus de 90 % des jeunes de 20 à 34 ans détiennent au moins un diplôme d'études secondaires, ce qui est même supérieur à la proportion de l'ensemble de la population québécoise. En 2004-2005, trois jeunes ont terminé leurs études primaires et trois autres, leurs études secondaires; cinq personnes ont obtenu un diplôme d'études professionnelles et respectivement trois et un étudiants ont mené à terme leurs études collégiales et universitaires.

Organisation communautaire

Le Conseil des Innus Essipit – un organisme d'administration publique qui relève du conseil de bande et dont le chef et les trois conseillers sont élus par les membres de la communauté – est l'unique moteur de développement socio-économique d'Essipit. Il offre des services de police, d'éducation, de loisirs et de formation professionnelle, ainsi que des services de santé et des services sociaux. La philosophie économique

[1] Selon la définition de la bande, un membre apparenté est une personne vivant avec un membre inscrit de la communauté et résidant dans la réserve.

préconisée par le conseil vise la création de petites entreprises de type coopératif dont les profits contribuent au développement communautaire et à la création d'emplois.

Économie

Propriétaire et gestionnaire de plusieurs entreprises communautaires, le conseil compte annuellement 173 employés dans l'administration publique et ses entreprises, soit 60 à titre permanent et 113 de façon saisonnière. Avec 58 postes, l'industrie touristique se classe en tête des employeurs de la communauté, suivie par l'administration publique (55), les cinq pourvoiries (22), la foresterie (13), le centre communautaire (10), le dépanneur (9), le service de promotion et de publicité (4) et la voirie (2).

Les profits générés par les entreprises communautaires se sont élevés à 6,2 M\$ en 2003-2004, soit 50 % des revenus totaux de la bande. Proportionnellement, les ventes au détail (37 %), le secteur regroupé des pourvoiries, de la voirie et de la foresterie (19 %) et l'hébergement (14 %) sont les trois sources de revenus les plus importantes ; suivent la pêche commerciale (10 %), les croisières (8 %), le centre communautaire (6 %) et les immeubles locatifs (2 %). Entre 2002-2003 et 2003-2004, les revenus globaux des entreprises ont crû de 17 %, ce qui s'explique par l'essor important de la pêche commerciale et par l'augmentation des ventes dans les secteurs des croisières et de l'hébergement. À ce propos, soulignons que, depuis 2002, la communauté dispose de 32 condominiums haut de gamme construits sur la réserve à proximité des rives du Saint-Laurent : ces nouvelles installations consolident son offre de service dans le domaine récréotouristique.

Les principaux indicateurs d'emploi traduisent la vigueur de l'activité économique à Essipit. Entre 1996 et 2001, le taux de chômage a chuté, passant de 40,0 % à seulement 12,9 %, alors que le taux d'activité a légèrement fléchi de 73,2 % à 70,5 %. À titre comparatif, la municipalité des Escoumins présentait, en 2001, des taux de chômage et d'activité de 20,5 % et de 54,9 % (Statistique Canada, 2001). Ces résultats illustrent la compétitivité de l'économie d'Essipit et la capacité de la communauté à créer des emplois stables qui brisent le cycle périodique de l'occupation et du chômage.

Les données du recensement de 2001 montrent qu'au chapitre des revenus, Essipit, avec un revenu médian par personne de 18 976 \$, surpasse la municipalité voisine (15 659 \$) et approche du résultat de l'ensemble du Québec (20 665 \$). Quant au revenu médian des familles, il s'élève à 49 984 \$ à Essipit, contre 40 983 \$ aux Escoumins et 50 242 \$ au Québec (Statistique Canada, 2001).

Perspectives

Au cours des prochaines années, la communauté d'Essipit compte accorder une attention particulière aux dossiers suivants :

- la consolidation de ses entreprises et de l'économie communautaire ;
- la poursuite du processus de négociation avec les gouvernements fédéral et provincial ;
- le développement des communications et du partenariat avec le milieu local ;
- l'élaboration d'un plan directeur de mise en œuvre d'aires de gestion innue sur le territoire.

3.1.2.2 Pessamit

Située en bordure du fleuve Saint-Laurent, la réserve de Pessamit se trouve à 54 km à l'ouest de Baie-Comeau. Sa superficie de 255,4 km² en fait de loin la plus étendue des réserves innues.

Démographie

En décembre 2004, la population inscrite de Pessamit était de 3 362 personnes. De ce nombre, 2 656 (79 %) résidaient à Pessamit, soit environ 12 % de plus que le taux moyen pour l'ensemble des bandes du Québec. À titre comparatif, Essipit et Uashat mak Mani-Utenam ont respectivement un taux de 46 % et de 81 % (TPSGC, 2005).

Entre 1989 et 2004, la population de Pessamit s'est accrue en moyenne de 2,3 % annuellement. La croissance démographique repose essentiellement sur les facteurs naturels de natalité et de mortalité. Cependant, l'année 2002 fait exception, car 20 personnes ont joint les rangs de la bande, phénomène attribuable au projet hydroélectrique de la Toulnostouc.

La population de Pessamit est jeune. Presque la moitié (45 %) a moins de 25 ans (MAINC, 2004). À titre comparatif, les taux de la Côte-Nord et du Québec se situent respectivement à 33 et à 31 % (Statistique Canada, 2001). Cette jeunesse relative de la population entraîne une croissance marquée de la population active, ainsi qu'une pression accrue sur l'emploi et sur le logement dans la communauté. À la faveur d'une activité de construction soutenue, dont 40 nouvelles habitations construites en 2005 seulement, le nombre moyen de personnes par ménage, qui s'élève maintenant à 4,0, tend à diminuer depuis quelques années. Malgré cette baisse, il demeure plus élevé que ceux de la Côte-Nord (2,2) et d'Essipit (2,4) ; il se rapproche toutefois de celui de Uashat mak Mani-Utenam (3,7).

Éducation

La communauté de Pessamit dispense l'ensemble des programmes élémentaire (423 élèves à l'école Nussim en 2003-2004) et secondaire (217 élèves à l'école Uashkaikan en 2003-2004). La presque totalité des élèves fréquentent les écoles de la réserve. Toutefois, la direction de l'école Uashkaikan a observé une augmentation de la clientèle scolaire se tournant vers l'extérieur de la communauté. Ç'aurait été le cas en 2003-2004 de 48 jeunes. Le faible taux de réussite scolaire des jeunes dans les

écoles de la communauté aurait incité plusieurs parents à inscrire leurs enfants dans d'autres institutions d'enseignement. L'échec et le décrochage scolaires représentent des enjeux importants pour la bande. En cinquième secondaire seulement, c'est environ la moitié des jeunes qui abandonnent annuellement.

La formation et la qualification de la population préoccupent les gestionnaires locaux. Parmi les 20 à 34 ans, 58 % n'ont pas terminé leurs études secondaires. En ce qui concerne les études post-secondaires, les jeunes de Pessamit sont encore fortement attirés par des domaines d'étude comme la santé, l'éducation, les services sociaux et l'administration, des secteurs qui offraient par le passé plusieurs possibilités d'emploi dans l'appareil administratif de la bande. Par contre, la saturation de ces avenues pourrait inciter plusieurs jeunes à se diriger vers des formations professionnelles et techniques.

En 2004-2005, 65 personnes ont reçu un diplôme, soit : 16 diplômes d'études secondaires, 20 diplômes de formation professionnelle, 13 attestations d'études collégiales, 9 diplômes d'études collégiales, 1 certificat d'études universitaires, 3 baccalauréats et 3 maîtrises.

Organisation communautaire

Le conseil de bande est au centre de la vie politique, économique et sociale de Pessamit. Il est de loin le plus important employeur (204 postes permanents et 35 postes occasionnels en 2002-2003). Il assure la prestation de services d'enseignement, de formation de la main-d'œuvre, de développement social, de sécurité publique et de loisirs ainsi que de services publics et territoriaux et de services de santé et services sociaux. Il est également le plus gros entrepreneur de la communauté, notamment par ses activités dans le domaine de la construction et de la rénovation. À cet égard, les fonds de l'*Entente Pessamit* signée avec Hydro-Québec ont un effet dynamisant. Aux emplois permanents et occasionnels offerts par le conseil de bande s'ajoutent les 96 emplois issus de projets subventionnés par le Centre local d'emploi et de formation de Betsiamites (CLEFB) et les 54 emplois d'été occupés par des étudiants.

Économie

L'économie de Pessamit vit présentement une période de transition caractérisée par la fin des travaux du chantier de la Toulnostouc. Au total, environ 300 travailleurs innus ont occupé à un moment ou un autre un emploi sur le chantier. En moyenne, c'est près de 70 membres de Pessamit qui y travaillaient chaque semaine, dont environ le tiers étaient des femmes. Dans les mois à venir, avec la fin des prestations d'assurance-emploi, ces personnes et la communauté commenceront probablement à ressentir les contrecoups de la clôture du chantier.

Le projet de la Toulnostouc avait débuté dans un contexte propice à l'embauche de travailleurs innus. En effet, entre 1996 et 2001, la création d'emplois à Pessamit n'avait pas suivi le rythme d'arrivée de nouvelles personnes sur le marché du travail : le taux d'activité était passé de 33,2 % à 43,8 %, alors que le taux de chômage avait grimpé de 27,5 % à 34,3 %. L'économie locale a donc intégré de nouveaux arrivants sur le marché du travail, mais surtout dans des emplois saisonniers ou précaires qui les maintiennent dans un cycle d'occupation et de chômage. Le chantier a donc permis à plusieurs chômeurs de décrocher un emploi plus stable.

Le revenu médian par personne s'établissait à 12 029 \$ en 2001, soit près de 2 500 \$ de plus qu'en 1996. Cette hausse est attribuable à l'augmentation du taux d'activité, qui a permis à un nombre accru de personnes de combiner un salaire et des prestations d'assurance-emploi et d'aide sociale. Bien qu'il ait augmenté, le revenu médian à Pessamit demeure inférieur à ceux des bandes de Uashat mak Mani-Utenam (14 637 \$) et d'Essipit (18 976 \$).

Quant aux secteurs d'activité économique, l'administration publique, la foresterie, la pêche commerciale et la construction d'habitations contribuent de manière importante à la création d'emplois dans la communauté. L'activité forestière, sous la direction de la Société d'aménagement et de développement forestier de Betsiamites (SADFB), permet de faire travailler une cinquantaine d'Innus, principalement des bûcherons, mais aussi des opérateurs de machinerie lourde. La SADFB exécute divers types de contrats de reboisement, d'éclaircie commerciale et précommerciale, de déboisement d'emprises de lignes de transport d'électricité, de maîtrise de la végétation et de coupe. Elle pratique également la culture de tomates en serre. Bon an mal an, son chiffre d'affaires se situe autour de 2 M\$.

Depuis 2003, la bande pêche commercialement le crabe (quota de 90 tonnes), le turbot et le buccin. Récemment, elle s'est associée aux communautés de Uashat mak Mani-Utenam et d'Essipit pour faire l'acquisition d'une usine de transformation. Selon la Société de développement économique de Betsiamites (SDEB), le développement de ce secteur d'activité se traduit par une dizaine d'emplois pour les membres de la communauté. À cette activité commerciale gérée par le conseil de bande se greffe la pêche à la mye, qui procure du travail plus ou moins régulier à quelque 200 personnes. Pratiquée de façon individuelle et parfois en groupe, cette activité génère environ 500 000 \$ de revenus dans la communauté.

Depuis 1999, une entente entre la bande et Hydro-Québec permet à une trentaine de personnes de travailler à la restauration du saumon dans la rivière Betsiamites. La Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites est responsable du suivi de la population de saumons, de la capture pour la reproduction ainsi que de la surveillance de la pêche alimentaire faite par les Innus.

Le secteur de la construction profite de la croissance du nombre de rénovations et de mises en chantier dans la réserve. La coordonnatrice évalue qu'une cinquantaine de

membres de la bande occupent un emploi dans ce secteur. Pour ces travailleurs, ces possibilités d'emploi sont particulièrement importantes, car la plupart d'entre eux ne possèdent pas le certificat de compétence, délivré par la Commission de la construction du Québec, nécessaire pour travailler sur des chantiers à l'extérieur de la réserve. Actuellement, les services publics assurés par le conseil de bande, deux entreprises privées innues et un entrepreneur allochtone réalisent les travaux de construction dans la réserve.

Le secteur commercial et l'entreprise privée sont peu développés. Le marché local se limite aux petits commerces de services comme les dépanneurs. Pessamit compte également une quincaillerie et un service de câblodistribution. Les consommateurs innus préfèrent se rendre à Baie-Comeau. Selon la SDEB, seul un restaurant, un salon de coiffure et une entreprise générale ont vu le jour dans la réserve depuis 2001. L'achat de biens tels que meubles, appareils ménagers, vêtements ou autres continue donc de se faire principalement à Baie-Comeau, ce qui perpétue le problème de fuite de capitaux vers l'extérieur de la réserve.

Quant au secteur touristique, il connaît des difficultés. Le centre de villégiature de Papinachois fonctionne essentiellement grâce à la clientèle estivale, mais ses gestionnaires envisagent actuellement des projets de mise en valeur hivernale afin d'optimiser l'utilisation du site.

Perspectives

Le conseil de bande élabore présentement une planification stratégique sur cinq ans. Selon les informations obtenues auprès du CLEFB, le volet économique de cette planification devrait comprendre des objectifs socio-éducatifs (accroître la scolarité), organisationnels (augmenter la concertation entre les intervenants locaux) et de développement sectoriel (créer des entreprises de services). Le conseil de bande projette également de construire deux mini centrales hydroélectriques sur la rivière du Saut aux Cochons et d'aménager un parc industriel.

3.1.2.3 Uashat mak Mani-Utenam

La réserve de Uashat, sise à la limite ouest de Sept-Îles, couvre une superficie de 107 ha et est enclavée dans la ville. La réserve de Mani-Utenam, quant à elle, se trouve à 16 kilomètres à l'est de Sept-Îles et s'étend sur 527 ha.

Démographie

La population innue de Uashat mak Mani-Utenam est historiquement issue de deux groupes partiellement distincts. Les gens de la rivière Sainte-Marguerite, qui exploitaient particulièrement ce bassin hydrographique, se sont progressivement sédentarisés dans la réserve de Uashat, créée en 1906. Les Innus de la rivière Moisie,

qui se concentraient davantage sur ce bassin hydrographique, se sont principalement sédentarisés dans la réserve de Mani-Utenam, créée en 1949.

Selon les données du Registre des Indiens (MAINC, 2004), la population inscrite de la bande de Uashat mak Mani-Utenam s'élevait à 3 387 personnes en 2004, ce qui en fait une des communautés innues les plus importantes sur le plan démographique avec Mashteuiatsh et Pessamit. Le nombre de résidents s'élevait à 2 799, soit approximativement 82 % de la population totale. La population de Uashat mak Mani-Utenam est jeune puisque plus de la moitié des membres ont moins de 25 ans.

Les transferts de bande ont un impact sur l'évolution démographique de la communauté de Uashat mak Mani-Utenam. Entre 1998 et 2002, on a comptabilisé 174 nouveaux membres et 140 départs vers d'autres bandes. La communauté innue de Matimekush–Lac John et celle de Pessamit sont les principales bandes d'accueil et de départ des transferts touchant Uashat mak Mani-Utenam. L'emploi et le changement d'état matrimonial semblent en être les principaux motifs (GSP et ass., 2004).

Bien que plusieurs membres non résidents désirent s'établir dans l'une ou l'autre, la rareté des logements dans les réserves de Uashat et de Mani-Utenam freine en quelque sorte leur arrivée dans ces communautés. En 2005, on dénombrait un total de 367 logements à Uashat et de 319 à Mani-Utenam (Conseil de bande Innu Takuikan de Uashat mak Mani-Utenam (ITUM), communication personnelle). Pour les deux communautés confondues, le nombre moyen de personnes par ménage s'élève à 4,0.

Afin de contrer le problème de la disponibilité de logement, ITUM concrétise plusieurs projets de construction d'habitations dans les deux réserves et compte poursuivre ses efforts au cours des prochaines années, en particulier dans le cadre du programme d'accession à la propriété privée (ITUM, communication personnelle). Les besoins sont criants : plus de 300 demandes de logement provenant de membres de la communauté sont en attente, un problème accentué à Uashat par l'exiguïté de la réserve. À court terme, il n'y aura pratiquement plus de terrains pour la construction de logements dans les limites de la réserve actuelle de Uashat, ce qui a poussé ITUM à s'engager dans un processus d'agrandissement dans le cadre de la politique fédérale à cet égard. Bien que ce projet ait suscité plusieurs débats dans la ville de Sept-Îles et les environs, une entente de principe a été conclue au printemps 2005 entre ITUM et le conseil municipal de la ville. Les deux parties ont convenu que le futur agrandissement se ferait au nord du secteur de l'Anse, dans Sept-Îles.

Éducation

À l'instar de celle de plusieurs autres communautés autochtones au Québec, la population innue de Uashat mak Mani-Utenam est relativement peu scolarisée. Selon les données de recensement de Statistique Canada, 61 % des 20 à 34 ans de Uashat et 64 % de ceux de Mani-Utenam n'ont pas obtenu de diplôme d'études secondaires, des résultats encore plus faibles que celui de Pessamit (58 %).

On dénombre actuellement trois écoles dans la communauté, soit l'école primaire Johnny Pilot, à Uashat, l'école primaire Tshishteshinu, à Mani-Utenam, et l'école secondaire Manikanetish, à Uashat. Au début de 2005, 532 élèves fréquentaient l'ensemble des écoles de la communauté. Plusieurs membres de la bande vont aussi dans des établissements d'enseignement à l'extérieur de la communauté, tant au primaire qu'au secondaire. Au début de 2005, 296 membres de la bande fréquentaient les écoles primaires et secondaires provinciales.

L'échec et le décrochage scolaires sont des enjeux très importants pour la communauté. Au primaire, le phénomène de l'échec scolaire est particulièrement manifeste. Le taux de réussite scolaire au terme de la sixième année se situait entre 42 % et 45 % de 2000 à 2004. L'abandon et l'échec sont également notés au niveau des études collégiales et universitaires.

Ces dernières années, ITUM a déployé des efforts afin d'améliorer la situation de la scolarisation et de l'éducation dans la communauté. À cet égard, l'évolution du taux de diplomation au secondaire indique que ces efforts commencent à porter fruit. Ce taux est en progression constante, étant passé de 56 % en 2000-2001 à 83 % en 2003-2004. En ce qui concerne le niveau collégial, le nombre de diplômés par année a pratiquement doublé au cours de la même période, atteignant 18.

Organisation communautaire

ITUM, avec près de 400 travailleurs, est le plus important employeur des Innus de Uashat mak Mani-Utenam. Son personnel inclut aussi plusieurs allochtones de la région et d'ailleurs. Les services, les programmes et les activités d'ITUM sont regroupés en six blocs distincts (décrits ci-dessous), relevant chacun d'un directeur. Sur le plan politique, ITUM est formé d'un chef, responsable de l'ensemble des dossiers, ainsi que de neuf conseillers, chacun d'entre eux étant chargé de deux ou trois dossiers. La direction générale, en plus de chapeauter l'ensemble de l'administration, établit le lien hiérarchique entre cette dernière et le volet politique d'ITUM. La structure comprend également le comité de gestion, formé du chef, du directeur général et du directeur de l'administration et des finances.

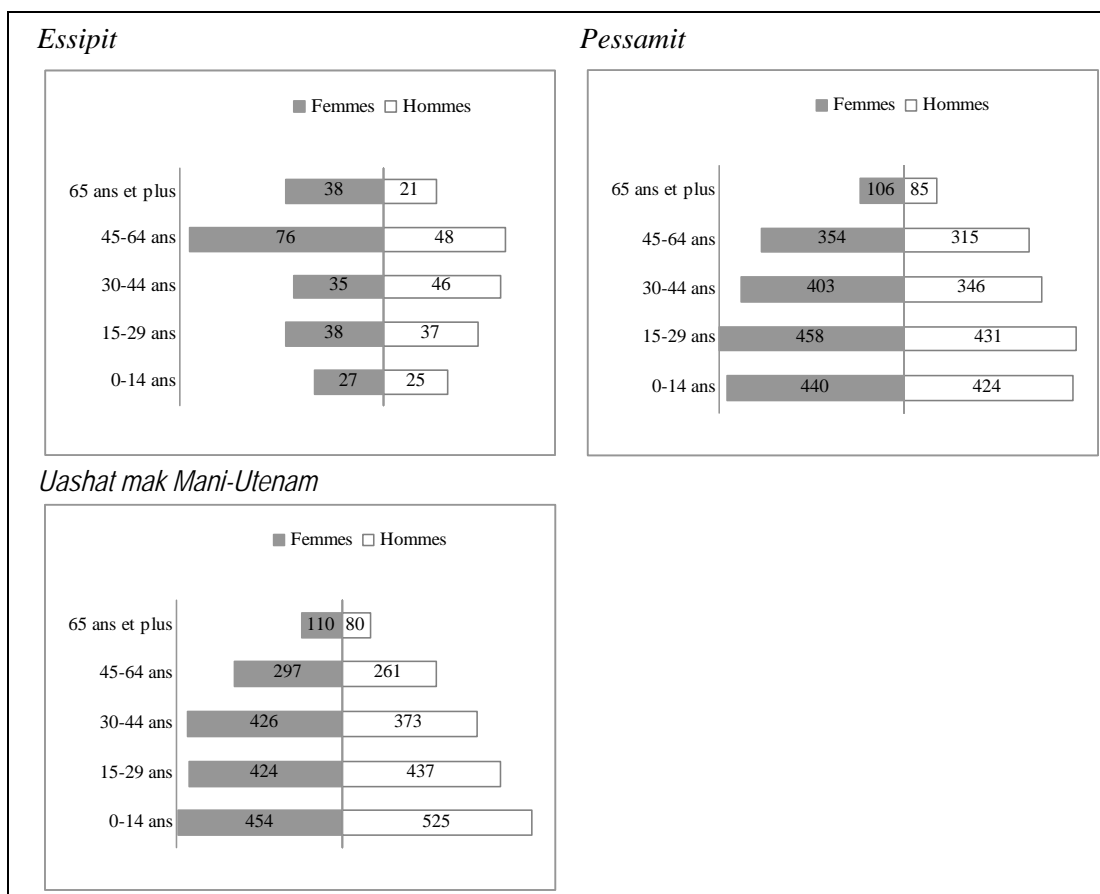
- Bloc 1 : administration des services d'aide et de sécurité du revenu ;
- Bloc 2 : services et activités liés à l'administration et aux finances de l'organisation ;
- Bloc 3 : ensemble des services et des activités liés à la santé et aux services sociaux ;
- Bloc 4 : services de plusieurs types offerts aux membres de la communauté, soit en habitation et immobilisations, en infrastructures, en sécurité publique, en pêche commerciale, etc. ;
- Bloc 5 : services rattachés à l'éducation ;
- Bloc 6 : activités de la direction des Ressources territoriales et environnementales, développement économique, musée Shaputuan et activités forestières.

Économie

Un nombre relativement important des membres de la communauté vivent un cycle d'occupation et de chômage. Les données du recensement indiquent que le taux d'activité des membres de la communauté était de 52 % à Uashat et de 54 % à Mani-Utenam en 2001. Quant au taux de chômage, il demeurait plus élevé à Mani-Utenam (46 %) qu'à Uashat (38 %).

Le revenu total médian des personnes âgées de 15 ans et plus s'élevait respectivement à 14 637 \$ à Uashat et à 14 064 \$ à Mani-Utenam. À titre de comparaison, le revenu total médian de la population de la région de la Côte-Nord était de 20 073 \$, soit un écart de quelque 6 000 \$.

Figure 3-1 : Pyramide des âges des trois communautés innues



Source : MAINC, Registre des Indiens 2004.

L'économie de Uashat mak Mani-Utenam repose largement sur le secteur public, notamment sur la disponibilité des emplois au sein d'ITUM. Quant aux autres activités économiques qui relèvent d'ITUM, la pêche commerciale (crabe, homard, crevette et poissons de fonds) emploie entre 20 et 30 personnes sur une flotte de

7 bateaux. Récemment, ITUM, en partenariat avec Pessamit et Essipit, a acquis une usine de transformation des produits de la mer.

Les activités de foresterie d'ITUM se limitent à l'entretien d'emprises de lignes de transport d'énergie d'Hydro-Québec. En 2004 et en 2005, les travaux forestiers ont créé de l'emploi pour une vingtaine d'Innus.

Sur le plan des activités économiques relevant davantage du secteur privé, notons la présence de plus d'une trentaine d'entreprises à Uashat mak Mani-Utenam. Dans le secteur des services, on constate que les entreprises de Uashat mak Mani-Utenam sont présentes dans des domaines relativement variés. Parmi les plus actives figurent Dépanneur Montagnais enr., Épicerie Innu, Innu Apukuai, Innu l'Autobus, Chez Cora, Station Innu Ultramar, la station-service Dan Esso et la salle de danse Bar Nashville. Le secteur de la construction est également présent avec près d'une dizaine d'entreprises dont Assi inc., un entrepreneur général et expert-conseil qui emploie plus de 60 personnes. D'une façon générale, les entreprises liées au secteur de la construction sont particulièrement actives à Uashat mak Mani-Utenam. On remarque par ailleurs que les entreprises privées sont assez également réparties entre Uashat et Mani-Utenam.

Tableau 3-1 : Portrait démographique et économique des trois communautés innues

	Essipit	Pessamit	Uashat mak Mani-Utenam
Population (2004)			
Sur réserve	178 (46 %)	2 656 (79 %)	2 752 (81 %)
Hors réserve	213 (54 %)	706 (21 %)	635 (19 %)
Total	391 (100 %)	3 362 (100 %)	3 387 (100 %)
Scolarité (2001)			
Pourcentage de diplômés (20-34 ans)	93 %	42 %	37 %
Économie (2001)			
Taux de chômage	13 %	34 %	42 %
Taux d'activité	71 %	44 %	53 %
Revenu individuel médian	18 976 \$	12 029 \$	14 350 \$

Comme dans le cas de Pessamit, la fuite des capitaux vers l'extérieur, essentiellement dans ce cas-ci la ville de Sept-Îles, demeure un phénomène important.

Perspectives

Parmi les projets de développement envisagés par ITUM, figure le projet d'acquisition du transport ferroviaire entre Sept-Îles et Schefferville, en partenariat

avec les communautés de Matimekosh et Kawawachikamach. À noter également que le conseil de bande nourrit un projet de mini-centrale hydroélectrique et un autre de parc éolien.

Utilisation du territoire

La fréquentation du territoire est une composante importante de l'identité innue. Pendant des siècles, les Innus avaient un mode de subsistance caractérisé par le nomadisme, un cycle annuel d'exploitation des ressources fauniques et une répartition spatiale établie selon des groupes de chasse familiaux. Au contact des sociétés européennes, les Innus se sont peu à peu intégrés à l'économie marchande et ont participé activement à la traite des fourrures, ce qui, dans une certaine mesure, marquait les premières étapes des changements importants qui ont suivi avec la formation des réserves au XIX^e siècle et l'intensification de la sédentarisation au tournant des années 1950 du fait des programmes gouvernementaux de soutien au revenu, de la scolarisation obligatoire et de la construction d'habitations.

Le processus de sédentarisation a considérablement modifié le mode de fréquentation du territoire. Les longs séjours dans de vastes étendues de territoire ont progressivement fait place à des séjours plus brefs, parfois de quelques jours seulement, dans des aires d'occupation et d'exploitation plus restreintes. Par ailleurs, l'établissement et le fonctionnement des réserves à castor à partir des années 1950 se sont greffés au mode traditionnel de répartition des familles sur le territoire. Encore aujourd'hui, ce système est utilisé par les bandes de Pessamit et de Uashat mak Mani-Utenam – Essipit ne bénéficiant pas de droits à l'égard d'une réserve à castor – comme base de gestion et d'occupation du territoire.

3.1.2.4 Essipit

Terrains de piégeage

Comme il est mentionné plus haut, la communauté d'Essipit ne détient pas de droits sur une réserve à castor. En vertu d'une entente particulière avec le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), dix terrains de piégeage situés dans les bassins des rivières des Escoumins et Portneuf sont mis à la disposition de la communauté.

Ces territoires sont surtout utilisés à des fins de subsistance et de loisirs, car les données de vente de fourrures montrent qu'entre 2000 et 2004, seuls le terrain 98, qui chevauche la zec Nordique, et le terrain 173, à l'ouest de la pourvoirie du domaine du Lac des Cœurs, ont été utilisés à des fins commerciales. Le castor, la belette et la martre (respectivement 15, 8 et 7 peaux) sont les principales espèces exploitées sur ces deux terrains. Sans disposer de données précises à ce sujet, le responsable de la gestion du territoire à Essipit estime que seuls quelques membres pratiquent le

piégeage. Fait à noter, le terrain portant le numéro 104, le seul situé dans le corridor à l'étude, n'a produit aucune vente de fourrures depuis 2000.

Pourvoiries

Les membres de la communauté fréquentent également le territoire des cinq pourvoiries avec droits exclusifs qui sont la propriété du Conseil des Innus Essipit : le domaine du Lac des Cœurs, le domaine du Lac Loup, la pourvoirie des Lacs à Jimmy, la pourvoirie des Lacs Jumeaux et le Club Claire. Selon le gestionnaire du territoire, les membres de la communauté peuvent fréquenter à loisir ces territoires, mais doivent acquitter les droits d'accès pour la pêche et la chasse au gros gibier. La récolte de subsistance n'entraîne quant à elle aucuns frais. Il est difficile d'estimer le nombre d'utilisateurs de la communauté, mais la durée et la fréquence des séjours demeurent fonction des possibilités de travail salarié.

En 2004, les cinq pourvoiries ont attiré près de 3 500 clients. Le domaine du Lac des Cœurs et la pourvoirie des lacs à Jimmy ont été les plus populaires avec les deux tiers des clients et avec respectivement 5 016 et 3 048 nuitées. Bien que ces territoires soient très prisés par les pêcheurs d'ombles de fontaine, les chasseurs de gros gibier constituent une clientèle très importante pour leur rentabilité.

Le domaine du Lac des Cœurs, la seule pourvoirie qui recoupe le corridor à l'étude, couvre un territoire de 142 km². Il compte une dizaine de lacs accessibles pour la pêche à l'omble de fontaine indigène. Située à une centaine de kilomètres au nord d'Essipit, la pourvoirie offre en location huit chalets de qualité supérieure, qui peuvent accueillir de six à onze personnes.

Aire de gestion innue

La bande d'Essipit travaille aussi depuis quelques années à établir une aire de gestion innue du territoire afin de définir le régime d'occupation du Nitassinan. L'état d'avancement de la planification territoriale prévoit, selon la terminologie employée par le gestionnaire, la mise en place de 16 unités de pratique définies comme des districts écologiques, eux-mêmes divisés en 52 concessions qui pourront être attribuées aux membres qui en feront la demande. Ce projet s'inscrit dans la logique d'une récente initiative de la bande qui visent la création d'une réserve de biodiversité (Akumunan), territoire devant occuper 206 km² à l'ouest du domaine du Lac des Cœurs.

3.1.2.5 Pessamit

Réserve à castor de Bersimis

Le territoire ancestral de Pessamit renferme la réserve à castor de Bersimis, créée en 1952. D'une superficie de 82 685 km², cette réserve compte 87 terrains de piégeage à

l'usage des Innus de Pessamit. Une grande partie de ce territoire a été touchée par la construction des barrages et des réservoirs dans les bassins des rivières Betsiamites, aux Outardes et Manicouagan, de même que par les activités de l'industrie forestière, dont les impacts continuent de préoccuper les Innus de Pessamit.

L'attribution des terrains de piégeage se fait selon des règles qui s'inspirent du mode traditionnel de transmission des territoires familiaux. Sous la responsabilité d'un titulaire, généralement l'aîné de la famille, ces terrains sont accessibles aux membres de la communauté qui désirent y pratiquer la chasse, la pêche ou la cueillette à des fins de subsistance. Cependant, le titulaire et les membres de la famille se font reconnaître le droit exclusif d'y piéger les animaux à fourrure.

Gestion innue du territoire

Le conseil de bande intervient peu dans l'utilisation du territoire et la distribution des terrains, mais il est davantage présent dans la gestion et l'aménagement du territoire. Par l'entremise d'un service territorial composé d'un coordonnateur et de cinq agents, il travaille à l'harmonisation des pratiques de l'industrie forestière avec l'utilisation innue du territoire, et procède à l'inventaire annuel des activités et des campements autochtones sur les terrains de piégeage. Ce service peut également ravitailler les utilisateurs qui fréquentent les terrains les plus éloignés et, dans certains cas, intervenir à titre préventif afin de régler des conflits d'utilisation.

Données de récolte

Les seules données de récolte disponibles proviennent du ministère des Ressources naturelles et de la Faune et concernent la vente de fourrures enregistrées dans la réserve à castor de Bersimis ou l'unité de gestion des animaux à fourrure correspondante, l'UGAF 56. Le déclin du piégeage enregistré depuis une dizaine d'années s'explique par différents facteurs : le vieillissement de la population de piégeurs, la faiblesse des revenus générés par la vente des fourrures et le nombre d'emplois disponibles dans la réserve.

Utilisation des terrains de piégeage à l'étude

Les onze terrains de piégeage touchés par l'étude se répartissent dans les bassins des rivières Betsiamites, aux Outardes et Manicouagan. Ils sont accessibles par les routes 138, 385 et 389.

Selon le gestionnaire du territoire, ces terrains sont fréquentés principalement l'automne et l'hiver. L'été, seules quelques personnes utilisent leur terrain, sauf pour ce qui est du terrain près de Manic-3 (terrain 147) et de celui qui touche Labrieville (terrain 161).

Tableau 3-2 : Évolution des ventes de fourrures des piégeurs innus, 1993-1994 et 1998-1999 à 2003-2004

Espèces	1993-1994	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004
Belette	0	35	0	9	1	18	0
Castor	294	115	0	85	153	152	104
Loutre	7	4	0	1	9	3	1
Lynx	11	1	0	1	0	0	2
Martre	221	139	0	23	198	139	113
Ours	0	0	0	0	0	0	4
Rat musqué	44	14	0	1	1	2	0
Renard	0	0	0	3	14	2	2
Vison	37	25	0	8	13	16	2
Total	614	333	0	131	388	314	228
Valeur (\$)	29 832	7 624	0	3 601	14 399	10 123	–
Nombre de piégeurs	43	15	0	19	ND	ND	ND

Sur ces terrains, les utilisateurs chassent le petit et le gros gibier, pêchent, piègent et cueillent des petits fruits. La plupart des terrains possèdent au moins un camp principal et parfois quelques camps satellites. Ils sont traversés par plusieurs portages et lignes de piégeage, dont certains longent ou traversent les emprises de lignes.

En plus des activités de chasse, de pêche, de piégeage et de cueillette pratiquées dans la grande majorité des terrains à l'étude, un relevé cartographique tenu à jour par le conseil de bande révèle que plusieurs zones à protéger ont été signalées par les titulaires ou les membres de leur famille. Ces zones sont ainsi désignées parce qu'elles peuvent présenter un bon potentiel cynégétique ou halieutique, une valeur culturelle ou patrimoniale particulière ou une qualité environnementale à préserver.

3.1.2.6 Uashat mak Mani-Utenam

Réserve à castor du Saguenay – Division Sept-Îles

La communauté de Uashat mak Mani-Utenam fréquente un territoire ancestral compris à l'intérieur de la division Sept-Îles de la réserve à castor Saguenay, créée en 1954. D'une superficie de 83 425 km², cette division compte 93 terrains de piégeage qui sont placés sous la responsabilité d'un titulaire, généralement l'aîné d'une famille. Ce dernier a généralement, avec sa famille, l'exclusivité du piégeage sur le terrain et la construction de camps nécessite son consentement.

Gestion innue du territoire

La gestion du territoire de la communauté relève de la direction des Ressources territoriales et environnementales (DRTE) dont les principaux objectifs sont de soutenir les utilisateurs dans leurs activités et de promouvoir et d'appliquer des mesures de gestion qui respectent le mode innu d'occupation et d'utilisation du territoire. La DRTE est responsable de la gestion du Fonds Innu Aitun (soutien aux utilisateurs) et de l'*Entente sur la pêche au saumon dans la rivière Moisie*. Au cours des dernières années, la construction de camps, l'aménagement de sites en bordure du réservoir de la Sainte-Marguerite 3 et la réfection de chemins ont aussi permis à la DRTE d'acquérir des connaissances et des compétences en matière d'utilisation et d'aménagement du territoire.

L'aide allouée aux utilisateurs provient du programme de soutien aux trappeurs Innu Kanatuut, dont les budgets sont puisés dans le Fonds Innu Aitun. Les sommes octroyées couvrent les frais de transport des Innus qui vont chasser, piéger et pêcher sur le territoire, en automne et en hiver. En 2004, 438 personnes ont bénéficié du soutien du Fonds.

De plus, le Fonds Innu Aitun finance chaque année une chasse communautaire au caribou. Le gibier abattu est distribué à l'intérieur de la communauté : près de 300 membres de la bande profitent de cette distribution, organisée par la direction des Services sociaux. Les lieux de récolte varient d'une année à l'autre et cette activité ne touche qu'un nombre restreint de chasseurs. En 2004, cinq chasseurs y ont participé, dans le secteur de Fermont.

La DRTE travaille de concert avec différents intervenants régionaux. La bande veut s'assurer que les mesures de gestion et de mise en valeur du territoire respectent les droits et les intérêts des Innus. La SÉPAQ, le MRNF – faune, le MRNF – forêts et Uniforêt sont ses principaux interlocuteurs. Par contre, la bande entretient peu de relations avec le gestionnaire de la zec Matimek. L'utilisation concurrentielle du secteur nord-ouest de la zec crée des tensions et rend le climat peu favorable aux échanges.

Données de récolte

La DRTE ne dispose pas de mode d'enregistrement de la récolte, sauf pour la pêche communautaire au saumon dans la rivière Moisie. Les seules données disponibles sur la récolte autochtone sur le territoire à l'étude proviennent du MRNF, plus précisément de la Direction de l'aménagement de la faune de Sept-Îles, et ont été colligées à partir du nombre de peaux vendues à l'enchère pour l'UGAF 60, un territoire qui correspond à la division Sept-Îles de la réserve à castor. Les résultats démontrent que la martre et le castor sont les espèces les plus vendues par les Innus et que, depuis 2000, les ventes de fourrures se maintiennent à un niveau assez stable.

Tableau 3-3 : Évolution des ventes de fourrures des piégeurs innus, 1993-1994 et 1998-1999 à 2003-2004

Espèces	1993-1994	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004
Belette	0	0	5	0	0	15	9
Castor	13	3	6	15	21	15	35
Écureuil	0	0	0	0	0	0	0
Loup	0	0	4	0	0	1	0
Loutre	1	0	0	0	0	8	4
Lynx	0	0	0	0	1	2	2
Martre	36	28	222	87	203	196	209
Ours	0	0	0	0	0	1	0
Rat musqué	1	0	0	1	0	1	0
Renard	0	0	0	17	10	16	6
Vison	3	2	13	1	2	4	6
Total	54	33	250	121	237	259	271
Valeur (\$)	2 547	948	9 019	4 292	10 267	10 831	11 132
Nombre de piégeurs	10	8	20	11	13	5	4

Source : MRNF, Direction de l'aménagement de la faune, Sept-Îles, 2004.

Utilisation des emprises

Les sept terrains de piégeage qui font l'objet de la présente étude sont tous accessibles à longueur d'année par la voie ferrée, propriété de Quebec North Shore and Labrador Railways (QNS&L). Trois de ces terrains font l'objet d'une utilisation plus intensive : le terrain 281 dans le secteur des lacs Waco et Tremblay, au « mille 102 » ; le terrain 282 près du lac Canatiche, au « mille 90 » ; et le terrain 293 autour des lac Nipisso, Firth et Tica, au « mille 69 ».

Ces terrains sont utilisés à des fins de subsistance – chasse, pêche, piégeage et cueillette – et de villégiature. Depuis que le conseil de bande a fait construire de nombreux camps de chasse sur le territoire avec les fonds de l'*Entente Uashat mak Mani-Utenam* et que la DRTE apporte son soutien financier pour le transport, il semble que l'occupation et l'utilisation du territoire ancestral connaissent un nouvel essor. Le confort et la sécurité qu'offrent les nouveaux camps permettent à plusieurs utilisateurs d'y amener leurs enfants, en particulier au cours de la période des Fêtes et de la semaine de relâche.

Tableau 3-4 : Utilisation des terrains de piégeage à l'étude par les trois communautés innues

Territoire	Réserve à castor	Utilisateurs (nb)	Activités sur le territoire	Circuit sur le territoire
Essipit				
Pourvoirie du domaine du Lac des Cœurs	Aucune	1 113 clients en 2004	Pêche, chasse, piégeage, cueillette	7004, portées 277-302
Terrain de piégeage 09-07-0104	Aucune	ND	Piégeage	7004, portées 303-320
Pessamit				
Terrain 145	Bersimis	ND	Chasse, piégeage	7004, portées 79-105
Terrain 146	Bersimis	ND	Piégeage	7004, portées 35-79
Terrain 147	Bersimis	ND	Pêche, chasse, piégeage, cueillette	7004, portées 1-35
Terrain 148	Bersimis	ND	Pêche, chasse, piégeage	7027, portées 326-366
Terrain 149	Bersimis	ND	Pêche, piégeage, chasse	7027, portées 308-326
Terrain 150	Bersimis	ND	Piégeage, cueillette	7027, portées 241-307
Terrain 154	Bersimis	ND	Pêche, chasse, piégeage	7004, portées 105-149
Terrain 157	Bersimis	ND	Pêche, chasse, piégeage, cueillette	7028, portées 224-314
Terrain 161	Bersimis	ND	Pêche, chasse, piégeage, cueillette	7019, portées 149-217
Terrain 162	Bersimis	ND	Pêche, chasse, piégeage, cueillette	7019, portées 218-268
Terrain 163	Bersimis	ND	Pêche, piégeage	7019, portées 268-291
Uashat mak Mani-Utenam				
Terrain 281	Saguenay – division Sept-Îles	Une cinquantaine	Pêche, chasse, piégeage, cueillette	7031, portées 99-176
Terrain 282	Saguenay, division Sept-Îles	Une cinquantaine	Pêche, chasse, piégeage, cueillette	7031, portées 173-175
Terrain 290	Saguenay, division Sept-Îles	Quelques utilisateurs du terrain 293	Pêche, chasse, piégeage, cueillette	7031, portées 250-279 et 303-338
Terrain 291	Saguenay, division Sept-Îles	Quelques utilisateurs du terrain 293	Piégeage, cueillette	7031, portées 177-226

Territoire	Réserve à castor	Utilisateurs (nb)	Activités sur le territoire	Circuit sur le territoire
Terrain 293	Saguenay, division Sept-Îles	Une cinquantaine	Pêche, chasse, piégeage, cueillette	7031, portées 227-250 et 279-296
Terrain 301	Saguenay, division Sept-Îles	Aucun	Aucune	7031, portées 296-302
Terrain 303	Saguenay, division Sept-Îles	Aucun	Aucune	7031, portées 338-351
Pourvoirie Messnak (aucune opération commerciale)	Saguenay, division Sept-Îles	Quelques dizaines de participants au projet Kupaniesh	Pêche et chasse	7031, portée 295

3.1.3 Activités forestières des communautés innues

3.1.3.1 Essipit

Activités

Actuellement, la communauté d'Essipit est absente dans le domaine de la foresterie. Depuis que la société Boisaco, son unique source de contrats au cours des dernières années, a cessé de faire affaire avec la bande en 2004, aucun plan de relance n'a été élaboré.

Selon le directeur des entreprises Essipit, responsable du secteur de la foresterie, la détérioration des conditions salariales des bûcherons, le manque de relève chez les travailleurs et le faible apport économique des contrats pour la communauté expliquent en grande partie le peu d'empressement du conseil à reprendre cette activité.

Depuis 1988, Essipit avait conclu plusieurs contrats par invitation avec Rexfor, Hydro-Québec et Boisaco. Selon le gestionnaire, l'obtention de ces contrats avait le double avantage de créer quelques emplois de bûcheron pour les membres de la communauté et de permettre le contrôle et la supervision des activités forestières sur le territoire ancestral, entre autres dans les pourvoiries.

Avant l'arrêt des activités, la coupe d'éclaircie, l'aménagement de plantations et l'entretien d'emprises constituaient l'essentiel du travail forestier. Bien que la liste complète des contrats avec Rexfor et Boisaco n'ait pas été fournie par la bande, le gestionnaire estime que, dans les dernières années, la superficie visée par les contrats totalisait environ 500 ha.

Emplois

Avant l'interruption des activités forestières, le conseil de bande fournissait du travail pendant quelques mois à une vingtaine de bûcherons dont le quart était des Innus, le reste de l'équipe étant composé d'allochtones.

Équipement

Essipit est autonome en matière de machinerie. La communauté peut en effet compter sur l'équipement utilisé par les pourvoiries. Ainsi, deux excavatrices, une niveleuse, une chargeuse, une remorque et un fardier sont disponibles. Elle se sert de ces équipements pour l'entretien des chemins et pourrait, au besoin, les affecter à des activités forestières.

Contrats avec Hydro-Québec

Depuis 1994, Essipit a obtenu deux contrats d'Hydro-Québec. Le premier, en 1994, portait sur l'entretien des emprises du circuit 7004, entre les portées 279 et 303, pour une superficie à couper de 103 ha. Le coût du contrat était de 36 085 \$, soit 350 \$/ha. Cinq ans plus tard, deux nouveaux contrats ont été accordés pour le même tronçon ainsi que pour la section comprise entre les portées 386 et 393. Au total, les deux contrats ont rapporté 26 117 \$ au conseil de bande, soit 650 \$/ha.

Selon l'évaluation du gestionnaire, l'exécution des contrats touchant les portées 279 à 303, dans le territoire du domaine du Lac des Cœurs, a été peu rentable pour le conseil, car tous les revenus ont été affectés aux frais d'exploitation et aux salaires des bûcherons. Le seul avantage perçu par la bande a été la possibilité de contrôler la qualité des travaux sur son territoire.

3.1.3.2 Pessamit

Activités

La foresterie est le plus ancien des secteurs d'emploi salarié de la communauté. En 1987, la bande a consolidé son emprise sur ce secteur en créant la Société d'aménagement et de développement forestier de Betsiamites (SADFB).

Pessamit compte la plus importante superficie de ressources forestières des communautés innues du Québec. Annuellement, la SADFB exploite 15 000 m³ de bois sur la réserve ainsi que 4 000 m³ sur un territoire au nord de celle-ci, en vertu d'un contrat d'approvisionnement et d'aménagement forestier (CAAF) accordé par le MRNF. Sa production est vendue à la société Boisaco de Sacré-Cœur. Cette activité est la principale source de revenus.

Outre la coupe forestière, la SADFB a acquis au fil des ans des compétences dans divers types d'intervention : reboisement, éclaircie commerciale et précommerciale, contrôle de la végétation, aménagement de bleuetières, culture de tomates et de concombres en serre. La SADFB a également participé activement à l'élaboration d'un plan d'aménagement du territoire qui, une fois adopté par le conseil, devrait permettre de concilier les différents usages de la forêt.

En 2004, sur des revenus approximatifs de 2 M\$, 70 % provenaient de la coupe forestière, 20 %, de contrats d'entretien signés avec Hydro-Québec et 10 %, de travaux d'aménagement sylvicole.

Emplois

La SADFB est un employeur important de la réserve. Bon an mal an, elle compte une cinquantaine de travailleurs innus, et seuls quelques allochtones viennent au besoin se greffer aux équipes de travail. Ayant de la difficulté à recruter une main-d'œuvre suffisante dans la réserve, la SADFB avait mis sur pied en 1997, de concert avec le conseil de bande, un programme de formation des jeunes afin de les préparer au travail forestier. Ce projet semble porter fruit puisque, selon le directeur de la société, un seul travailleur allochtone a été embauché en 2004. De plus, les chefs d'équipe sont maintenant d'origine autochtone, ce qui n'était pas le cas auparavant.

Équipements

Avec les années, la SADFB s'est dotée de plusieurs équipements nécessaires à la réalisation des travaux de déboisement et de sylviculture ainsi qu'au transport de son personnel : une débusqueuse, une débusqueuse sur chenilles, deux tronçonneuses, une abatteuse multifonctionnelle, une chargeuse à gravier, cinq camionnettes, deux minibus et un autobus scolaire. Idéalement, elle aimerait faire l'acquisition d'un fardier et d'un camion pour la construction de chemins. L'an dernier, l'achat des services de cette catégorie a entraîné des déboursés de 20 000 \$.

Contrats avec Hydro-Québec

Les contrats obtenus d'Hydro-Québec sont variés et concernent l'entretien des emprises de lignes, l'accompagnement des équipes d'arpenteurs pour des travaux de déboisement et le débroussaillage autour des digues et des barrages (Outardes-2 et Bersimis-2). En ce qui concerne spécifiquement l'entretien des emprises de lignes, Pessamit a décroché deux contrats en 1995, un en 2000 et deux en 2002. En 1995, les travaux ont porté sur les circuits 3010 (portées 89-136) et 7007 (portées 73-110) pour des revenus respectifs de 50 886 et 65 513 \$ (450 \$/ha dans les deux cas). D'une valeur de 15 000 \$ (600 \$/ha), le contrat de 2000 a touché le circuit de distribution 730 (portées 270 à 437). Enfin, les deux contrats réalisés en 2002 concernaient le circuit 7004 entre les portées 19 et 68 et les portées 125 et 143. Couvrant une superficie totale de 485 ha, les travaux ont rapporté 312 889 \$, soit 645 \$/ha.

Selon le directeur de la SADFB, les contrats d'Hydro-Québec créent de l'emploi dans la communauté et permettent de réduire ou d'amortir les frais d'administration de la société, mais leur rentabilité exige en contrepartie une gestion très serrée. Il privilégie les travaux près des barrages ou des digues, car ils nécessitent peu de transport et leur supervision est plus facile. À l'inverse, les contrats d'entretien des lignes de distribution se révèlent peu intéressants compte tenu des nombreux déplacements. À cet égard, le directeur de la SADFB préfère la réalisation de travaux dans les emprises de lignes de transport, qui sont plus faciles d'accès et qui exigent moins de déplacements.

3.1.3.3 Uashat mak Mani-Utenam

Activités

Après une période très active à la fin des années 1980 et au début des années 1990 (par suite de la mise sur pied de la Société d'aménagement et de développement forestier de Uashat mak Mani-Utenam ou SADFUM) – plantation, coupe précommerciale, coupe de bois sélective et entretien d'emprises de lignes –, la communauté de Uashat mak Mani-Utenam a continué sur sa lancée et obtenu plusieurs contrats de déboisement dans le cadre du projet d'aménagement hydroélectrique de la Sainte-Marguerite-3 (CDA, 1991). Cependant, cette progression rapide des activités a connu quelques ratés en fin de décennie, ce qui a entraîné la disparition de la SADFUM et la suspension des activités forestières dans la communauté.

Emplois

Depuis 2001, une petite équipe de 25 bûcherons innus (17 de Uashat mak Mani-Utenam et 8 de Nutashquan et de Mingan), qui relève administrativement d'Innu Construction, concentre ses activités sur l'entretien d'emprises de lignes d'Hydro-Québec. Les travailleurs forment des groupes d'une dizaine de personnes encadrés par un contremaître.

Équipements

Le conseil de bande dispose de peu d'équipements pour les travaux forestiers, soit des débroussailleuses, une motocyclette et un minibus. Avec l'expansion des activités, le gestionnaire espère faire l'achat d'une autre motocyclette et, plus tard, d'un autre minibus.

Contrats avec Hydro-Québec

En 2001, la bande a obtenu un contrat d'Hydro-Québec pour l'entretien du circuit 1619, entre les portées 165 et 284. Ces travaux de 157 ha ont rapporté 91 060 \$ (580 \$/ha). L'année suivante, cinq petits contrats différents sur les circuits 435 et 436

ont couvert une faible superficie de 6,2 ha pour une valeur totale de 4 354 \$. En 2003, un seul contrat de 890 ha sur le circuit 1619 (portées 285 et 1079) a permis à la bande d'encaisser des revenus de 507 436 \$ (570 \$/ha). Enfin, en 2004, trois autres contrats touchant le circuit 1652 entre les portées 1 et 531 et 1001 et 1013 (500 ha) ont généré des revenus de 347 465 \$ (695 \$/ha).

Le responsable des travaux forestiers dans la communauté juge plutôt satisfaisante l'expérience avec Hydro-Québec. Le principal avantage de ces contrats est la création de quelques emplois locaux. Le responsable estime également que les relations avec Hydro-Québec sont bonnes.

Tableau 3-5 : Activités forestières des trois communautés innues

Communauté	Activités	Employés	Équipements	Contrats avec Hydro-Québec
Essipit	Aucune en 2004, mais expérience en coupe d'éclaircie, aménagement de plantations et contrôle de la végétation	Une vingtaine avant l'arrêt des activités (25 % Innus)	2 excavatrices, 1 niveleuse, 1 chargeuse, 1 remorque et 1 fardier	Entretien d'emprises
Pessamit	Coupe commerciale, reboisement, coupe d'éclaircie, aménagement de bleuetières, maîtrise de la végétation, culture en serre	Une cinquantaine dont la grande majorité sont autochtones	1 débusqueuse, 2 tronçonneuses, 1 abatteuse multifonctionnelle, 1 chargeuse à gravier, 5 camionnettes, 2 mini-bus et 1 autobus scolaire	Entretien d'emprises, accompagnement d'arpenteurs et débroussaillage autour de digues et barrages
Uashat mak Mani-Utenam	Maîtrise de la végétation	25 travailleurs, tous innus	Quelques débroussailleuses, 1 mini-bus et 1 motocyclette	Entretien d'emprises

Tableau 3-6 : Contrats d'entretien des emprises obtenus par les communautés innus

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total
Essipit													
Superficie	103					40							143
Valeur (\$)	36 085					26 117							62 202
Valeur par hectare (\$)	350					650							
Pessamit													
Superficie		240					25		485			487	1 237
Valeur (\$)		116 400					15 000		312 889			297 706	741 995
Valeur par hectare (\$)		485					600		645			600	
Uashat mak Mani-Utenam													
Superficie								157	6	890	499	153	1 705
Valeur (\$)								91 060	4 354	507 436	347 465	106 481	1 056 796
Valeur par hectare (\$)								580	700	570	695	695	

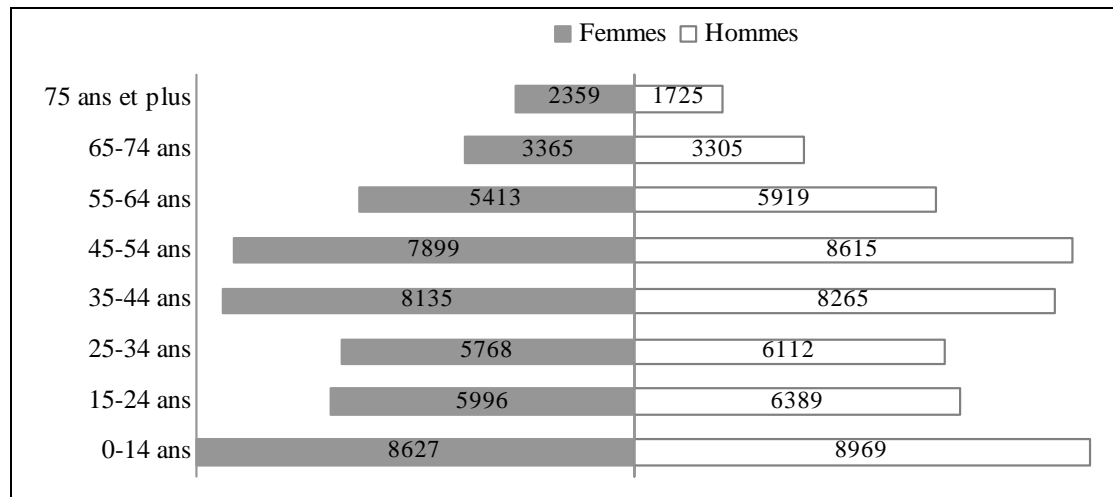
Source : Hydro-Québec.

3.2 Milieu allochtone

3.2.1 Population

En 2004, la population de la Côte-Nord représentait 1,3 % de la population du Québec et totalisait 96 497 personnes, dont 90 % étaient concentrées le long de la route 138 (voir la figure 3-2).

Figure 3-2 : Population de la Côte-Nord, 2004

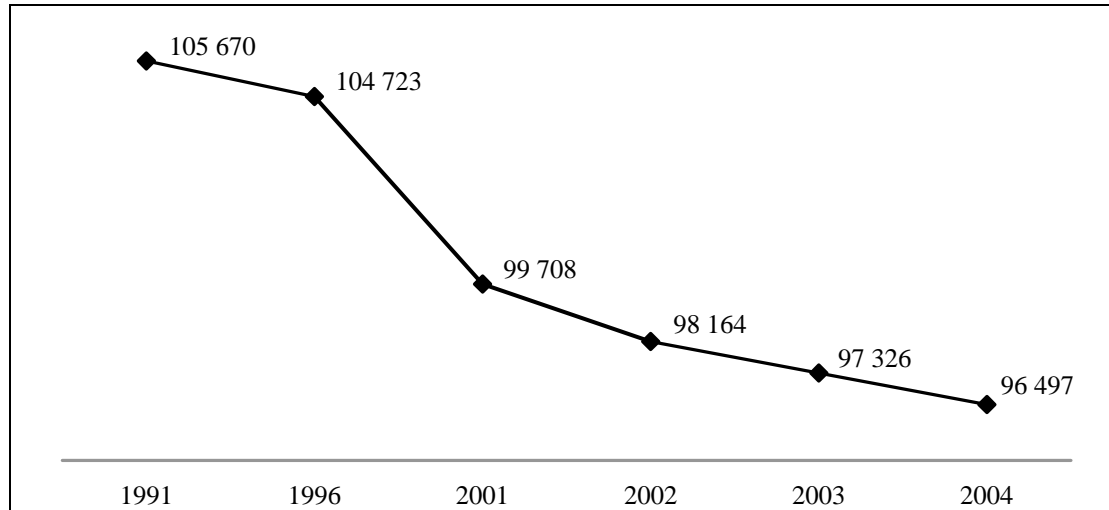


Source : Statistique Canada, Division de la démographie, *Estimations de la population*, 2004.

Depuis 1991, la Côte-Nord accuse une baisse démographique importante. En effet, sa population est passée de 105 670 habitants en 1991 à 96 497 en 2004. De 1996 à 2004 seulement, elle a reculé de 5,4 %, tandis que le Québec enregistrait pour la même période une hausse de 1,4 %. La figure 3-3 illustre cette baisse démographique.

La population vit à 70 % dans les MRC de Manicouagan et de Sept-Rivières en raison de la présence de deux villes-pôles d'importance équivalente, Baie-Comeau et Sept-Îles. En 2001, la population de la ville de Sept-Îles s'élevait à 23 791 personnes et celle de son agglomération atteignait 26 952 personnes. Pour sa part, la population de la ville de Baie-Comeau était en 2001 de 23 079 personnes et celle de son agglomération, de 28 940 personnes. La population de la Côte-Nord se concentre donc à 48,5 % dans ces deux villes et leurs environs immédiats.

Figure 3-3 : Évolution de la population de la Côte-Nord



Source : Statistique Canada, Division de la démographie, *Estimations de la population, 2004*.

Selon Statistique Canada, la répartition de la population nord-côtière en 2004 par classe d'âge montre que la plus grande partie de la population a de 0 à 14 ans, ce qui représente 17 596 personnes et 18,1 % de la population de la Côte-Nord. Dans l'ensemble du Québec, cette tranche d'âge s'élève à 1 273 760 personnes et compte pour 16,9 % de la population. La deuxième tranche d'âge en importance sur la Côte-Nord est celle des 45 à 54 ans, avec 16 514 personnes, suivie de près par celle des 35 à 44 ans, de 16 400 personnes. La population de la Côte-Nord est donc légèrement moins vieillissante que celle de l'ensemble du Québec. La proportion de personnes âgées atteint 11 % comparativement à 13 % pour la province.

3.2.2 Activité économique

La région de la Côte-Nord constitue un vaste territoire à caractère maritime et en grande partie nordique de 299 368 km², dont 95 % sont des terres publiques. L'économie de la Côte-Nord s'est développée en fonction de l'exploitation des ressources naturelles : foresterie, extraction de fer, pêche, hydroélectricité et première transformation de l'aluminium. La Côte-Nord est riche en ressources naturelles, y compris une forêt qui occupe 198 930 km² de sa superficie, ce qui en fait la plus importante aire boisée du Québec. L'industrie forestière est d'ailleurs la première activité économique de la région. Entre 1998 et 2000 seulement, la coupe de bois représentait 4 500 000 m³ annuellement. Selon le gouvernement du Canada, la Côte-Nord fournit 15 % du volume de produits forestiers du Québec et 30 % du volume marchand brut des forêts productives de la province.

L'industrie minière demeure un secteur d'activité capital pour la région de la Côte-Nord et pour l'ensemble du Québec puisque cette région produit 28 % des expéditions totales de la province. De plus, le secteur minier procure de l'emploi à

plus de 1 700 travailleurs de la région de la Côte-Nord. On trouve dans ce vaste territoire des gisements de fer, de fer et titane, de silice, de feldspath, de graphite et de mica. Plusieurs indices et gîtes de cuivre, de nickel et d'uranium et quelques indices d'or ont également été décelés sur le territoire de la Côte-Nord. La région compte principalement trois entreprises exploitant des mines de fer. L'une d'entre elles, La Compagnie minière Québec Cartier, compte une mine au Québec (Mont-Wright). La transformation du fer s'effectue à Sept-Îles et à Port-Cartier. Il existe également un gisement d'ilménite exploité au nord de Havre-Saint-Pierre.

Le secteur de la pêche commerciale est également un moteur économique très important pour la région et pour la province : la Côte-Nord est en effet la deuxième région de pêche du Québec. Il est capital pour la Basse-Côte-Nord, dont la pêche représente la première activité économique. En 1998, ce secteur fournissait de l'emploi à 1 270 personnes (pêcheurs et aides-pêcheurs) et la région comptait 17 usines de transformation employant 1 421 personnes.

Le secteur du transport est également très bien représenté sur la Côte-Nord puisque y sont réunis tous les modes de transport, jouant un rôle essentiel et complémentaire. L'axe routier principal est sans conteste la route 138 qui, de Tadoussac à Natashquan, assure la desserte des municipalités du littoral du fleuve Saint-Laurent. Des réseaux de transport maritime et aérien répondent aux besoins des habitants de la Moyenne et de la Basse-Côte-Nord. La route 389, qui relie Baie-Comeau à Fermont, donne accès aux aménagements hydroélectriques des rivières aux Outardes et Manicouagan.

Le transport ferroviaire se compose essentiellement de trois lignes nord-sud qui relient les ports de Baie-Comeau, de Port-Cartier et de Sept-Îles aux sites d'exploitation minière de l'arrière-pays. Le réseau régional de chemin de fer est relié au réseau national par le traversier-rail Georges-Alexandre-Lebel qui, tout au long de l'année, assure le transport des wagons entre Baie-Comeau et Matane.

L'importance des exportations de la Côte-Nord fait des ports de Baie-Comeau, de Sept-Îles, de Port-Cartier et de Havre-Saint-Pierre des points névralgiques pour l'économie de la région. Enfin, le transport aérien joue également un rôle essentiel. Alors que Sept-Îles agit comme pivot pour de nombreuses liaisons régulières régionales, interrégionales et même nationales, Baie-Comeau constitue le deuxième aéroport régional en importance. D'autres aéroports complètent ce réseau.

Aux secteurs économiques d'exploitation des ressources naturelles s'ajoute l'industrie touristique. Au tournant des années 2000, la Côte-Nord comptait 578 entreprises de ce domaine, fournissant 4 680 emplois. Au cœur de cette industrie, le tourisme relatif à la faune occupe une place de plus en plus prépondérante. Le seul secteur de la pourvoirie comptait pour 949 travailleurs en 1996, soit 25 % de tous les emplois en pourvoirie au Québec. De plus, le territoire de la Côte-Nord renferme les deux tiers des rivières à saumon du Québec, ce qui permet à de petites municipalités de

diversifier leur économie, particulièrement celles qui ne comptent pas de grandes entreprises.

3.2.3 Subdivisions territoriales

La Côte-Nord compte 38 municipalités, dont 35 ont moins de 5 000 habitants et elle est divisée en cinq MRC et un territoire équivalent à une MRC : la MRC de La Haute-Côte-Nord, la MRC de Manicouagan, la MRC de Sept-Rivières, la MRC de Caniapiscau, la MRC de Minganie et la Basse-Côte-Nord. Les MRC de Sept-îles et de Manicouagan regroupent 70 % de la population (voir le tableau 3-7).

Tableau 3-7 : Population des grandes subdivisions de la Côte-Nord et de la MRC du Fjord-du-Saguenay en 2004

MRC ou territoire équivalent	Nombre	Pourcentage
MRC de Sept-Rivières	34 309	35,5 %
MRC de Manicouagan	33 363	34,6 %
MRC de La Haute-Côte-Nord	12 714	13,2 %
MRC de Minganie	6 639	6,9 %
Territoire équivalent à MRC de la Basse-Côte-Nord	5 598	5,9 %
MRC de Caniapiscau	3 774	3,9 %
Côte-Nord	96 497	100,0 %
MRC Fjord-du-Saguenay	19 794	—

Source : Statistique Canada, 2004.

Les emprises de lignes de la zone d'étude traversent trois MRC de la Côte-Nord, soit celles de Sept-Rivières, de Manicouagan et de La Haute-Côte-Nord, ainsi qu'une partie du territoire de la MRC du Fjord-du-Saguenay. Ces MRC n'ont pas de réglementation particulière quant à l'utilisation de phytocides sur leur territoire. Sur le territoire non organisé de ces quatre MRC, deux types de zonage régissent l'utilisation du territoire : un zonage récréoforestier et un zonage de conservation. Le premier permet la villégiature, les activités d'exploitation faunique et la production forestière. Dans le cas du zonage de conservation, seule la pêche est autorisée.

3.2.4 Territoires fauniques

3.2.4.1 Types de territoires fauniques

Il existe sur la Côte-Nord trois types de territoires structurés réservés à l'exploitation, à la protection et à la mise en valeur des ressources fauniques et des habitats : les pourvoiries, les zones d'exploitation contrôlée (zecs) et les réserves fauniques (voir le tableau 3-8). Les pourvoiries constituent de véritables entreprises offrant

l'hébergement, la restauration et la location d'équipement pour la pratique de la chasse et de la pêche. Il existe deux types de pourvoirie : avec droits exclusifs et sans droits exclusifs. La différence fondamentale réside en ce que les pourvoiries avec droits exclusifs ont, en vertu d'un bail avec droits exclusifs de chasse, de pêche et de piégeage, l'exclusivité de l'exploitation de la faune sur le territoire visé par le bail.

Tableau 3-8 : Territoires structurés destinés à l'exploitation des ressources fauniques de la Côte-Nord

MRC ou territoire équivalent	Pourvoiries avec droits exclusifs				Zecs				Réserves fauniques	
	Rivières à saumon		Chasse, pêche, piégeage		Saumon		Faune			
	N	Km	N	Km ²	N	Km	N	Km ²	N	Km ²
La Haute-Côte-Nord			22	1 166	2	80	4	2 603		
Manicouagan			4	256	2	163	2	811		
Sept-Rivières	5	230			1	9	1	1 854	1	6 423
Minganie	10	377	13	8 322 ^a						
Caniapiscau			2	296						
Basse-Côte-Nord	2	37								
Total	17	644	41	10 040	5	262	7	5 268	1	6 423

a. Dont 7 263 km² uniquement dans l'île d'Anticosti.

On retrouve sur la Côte-Nord 58 pourvoiries avec droits exclusifs, dont 17 sont des pourvoiries de pêche au saumon, et 42 pourvoiries sans droits exclusifs. Les dépenses d'exploitation des pourvoiries ont un impact fort important sur la création et le maintien d'emplois dans la région puisque ces dépenses assurent 92 % des emplois de l'ensemble du réseau des gestionnaires de territoires fauniques de la Côte-Nord.

Créées en 1978 en vue de démocratiser la pratique des activités de chasse et de pêche, les zecs sont régies par quatre principes : la protection de la faune, l'accessibilité à la ressource faunique, la participation des utilisateurs et l'autofinancement de l'exploitation. Au Québec, il existe actuellement 86 zecs de chasse et de pêche et 22 zecs de pêche au saumon. La Côte-Nord en compte 12, dont 5 de pêche au saumon. Les zecs se retrouvent exclusivement dans la portion sud-ouest de la région, c'est-à-dire entre Tadoussac et Sept-Îles. Le tableau 3-9 en dresse la liste.

Tableau 3-9 : Zecs de la Côte-Nord

Nom de la zec	Km ²	Km	Date de création
D'Iberville	438,00		1978
Forestville	1 328,00		1978
Labrieville	406,00		1978
Matimek	1 854,00		1979
Nordique	458,30		1978
Rivière-des-Escoumins (S, M)		34,00	1992
Rivière-de-la-Trinité (S)		73,00	1986
Rivières-Godbout-et-Mistassini (S, M)		90,00	1980
Rivière-Laval (S)		45,50	1980
Rivière-Moisie (S)		19,10	1987
Trinité	326,20		1986
Varin	484,50		1978
Total	5 295,00	261,60	

(S) Zec de pêche au saumon

(M) Zec à gestion mixte

Les réserves fauniques constituent des territoires axés sur la protection, la mise en valeur et l'utilisation de la faune. Il est donc possible d'y pratiquer des activités de plein air comme le ski de randonnée et le canot-camping, mais on s'y livre principalement à des activités de chasse et de pêche. La Côte-Nord ne compte qu'une des 21 réserves fauniques du Québec, la réserve faunique de Port-Cartier-Sept-Îles. D'une envergure impressionnante de 6 423 km², elle représente 9,6 % de la superficie de l'ensemble des réserves fauniques du Québec.

3.2.5 Importance économique de l'exploitation des ressources fauniques de la Côte-Nord

Le Québec compte 3 400 000 adeptes d'activités liées à la faune et à la nature. Annuellement, ces utilisateurs injectent 1,5 G\$ dans l'économie québécoise et contribuent au maintien de 32 000 emplois. Le tableau suivant présente le nombre d'adeptes, le nombre d'emplois et la valeur ajoutée que génèrent ces activités dans l'ensemble du Québec.

Tableau 3-10 : Importance économique de l'exploitation des ressources fauniques

Activités	Adeptes (M)	Proportion (%)	Emplois	Valeur ajoutée à l'économie (M\$)
Pêche	0,8	24	9 734	458
Chasse	0,4	12	3 322	157
Déplacements d'intérêt faunique	1,2	35	3 379	162
Plein air	2,4	43	15 656	700

Source : MRNF, La faune et la nature ÇA COMPTE.

Les activités liées à la faune et à la nature constituent un secteur d'activité capital pour la région sur le plan tant social qu'économique. Afin de mettre en valeur ce potentiel économique, le MRNF a élaboré un *Plan de développement régional associé aux ressources faunique* dont les objectifs sont les suivants :

- Développer et consolider la pourvoirie afin d'augmenter le taux d'occupation global de la centaine de pourvoiries existantes et d'améliorer l'offre dans les secteurs mal servis par ce type d'entreprise.
- Faire connaître l'offre de pêche et en faciliter l'accès afin de favoriser la relève pour les activités de pêche et de développer le plein potentiel des lacs et des rivières.
- Optimiser l'offre de chasse afin d'augmenter les retombées économiques de cette activité.
- Développer de nouvelles activités récréotouristiques liées à la faune afin de répondre aux besoins grandissants des clientèles et de générer des retombées sur tout le territoire nord-côtier.

Le MRNF s'appuie principalement sur les gestionnaires de territoires structurés pour la mise en œuvre de ce plan.

Sur la Côte-Nord, les activités rattachées à la faune comptent pour plus de la moitié des jours de loisir de la population et les résidents de la région dépensent un peu plus de 97 M\$ pour ces activités. Le nombre d'adeptes de la pêche atteint 18 194 et, collectivement, les pêcheurs de la Côte-Nord dépensent plus de 29 M\$. Les pêcheurs de la Côte-Nord investissent davantage dans cette activité que la moyenne québécoise de 1 287 \$, soit 1 600 \$ par année. Dans les seules zecs de la Côte-Nord, la fréquentation atteignait en 2004 un total cumulatif de 33 835 jours-pêche.

La chasse est aussi très populaire puisque que plus de 17 000 personnes la pratiquent dans la région, dépensant au total 27 M\$. Facteur important pour la Côte-Nord, les chasseurs effectuent 72 % de leurs dépenses dans la région même et déboursent annuellement 1 547 \$ pour cette activité, ce qui représente le double de la moyenne québécoise de 756 \$. Le nombre de jours-chasse dans les zecs de la Côte-Nord était

de l'ordre de 24 738 en 2004. Le tableau suivant révèle l'importance des activités liées à la nature de la Côte-Nord.

Tableau 3-11 : Importance des activités récréatives liées à la nature au sein de la population de la Côte-Nord

Indicateurs socio-économiques	Chasse	Pêche	Intérêt faunique	Plein air	Total
Nombre d'adeptes					
– parmi les résidents de la région	17 544	19 791	20 975	37 610	ND
– parmi les résidents qui pratiquent dans leur région	17 080	18 194	16 937	33 014	ND
Nombre de jours de loisir					
– des résidents de la région	366 792	298 440	409 433	947 284	2 021 949
– des résidents dans leur région	336 168	255 639	386 507	ND	ND
Dépenses :					
– par les résidents de la région	27 137 088 \$	31 660 955 \$	6 674 998 \$	31 736 425 \$	97 209 466 \$
– par les résidents dans leur région	19 622 582 \$	29 629 787 \$	4 747 922 \$	ND	ND

Source : MRNF, *La faune et la nature ÇA COMPTE*.

3.2.6 Territoires fauniques de la zone d'étude (zecs et pourvoires)

3.2.6.1 Pourvoirie Moisie-Nipissis (circuit 7031–B3, portées 370 à 398)

Emplacement et territoire

Cette pourvoirie avec droits exclusifs est située à 20 km au nord de la ville de Sept-Îles et dans la MRC de Sept-Rivières. Comme son nom l'indique, elle touche deux rivières, soit les rivières Moisie et Nipissis. La pourvoirie couvre 51,2 km, dont 43 sur la rivière Moisie et 9 sur la rivière Nipissis.

Services

La pourvoirie Moisie-Nipissis ne propose que la pêche sportive au saumon atlantique, dans plus de 16 fosses. Le forfait comprend trois jours de pêche avec deux nuitées selon un plan américain ou européen. Une salle à manger est donc en exploitation pendant la période de pêche. La pourvoirie offre également un service de navette en hélicoptère entre son territoire et Sept-Îles. Tous les clients arrivent et partent en

hélicoptère. Le personnel de la pourvoirie consiste en 14 employés, dont 6 guides de pêche.

Installations

Le site principal de la pourvoirie regroupe dix bâtiments. Cinq cabines servent à loger la clientèle, ce qui représente une capacité d'hébergement de dix personnes. La pourvoirie dispose de 12 chaloupes et de 13 moteurs de 20 cv pour le transport des pêcheurs. Il n'existe aucun chalet privé et aucune route carrossable sur son territoire.

Profil de la clientèle et fréquentation

La clientèle se compose à 50 % d'Américains résidant principalement dans les États du Colorado, du Tennessee, de New-York, du Mississippi et de l'Illinois, d'environ 45 % de Canadiens et de quelque 5 % d'Européens. La majorité des utilisateurs sont des groupes d'hommes, mais le pourvoyeur accueille de plus en plus de femmes et d'enfants.

En 2004, la pourvoirie Moisie-Nipissis cumulait 259 jours-pêche au saumon atlantique. La pourvoirie est ouverte pendant une courte période, soit du début juin à la mi-juillet, et est fermée le reste de l'année.

Récolte

La politique de la pourvoirie Moisie-Nipissis prévoit la remise à l'eau de toutes les prises de saumon. Depuis 2002, seuls les saumons blessés sont gardés. Ainsi, en 2004 et en 2003, respectivement 2 et 3 des 162 et 292 saumons capturés ont été conservés.

3.2.6.2 Pourvoirie du Lac Cyprès (circuit 7027–B4, portées 262 à 278)

Emplacement et territoire

Située à 60 km de l'embouchure de la rivière Godbout, la pourvoirie du Lac Cyprès se trouve dans la MRC de Manicouagan. Elle couvre une superficie de 53,5 km² et son territoire renferme 37 lacs dont 12 sont en exploitation. La pourvoirie est accessible par la route de la zec des Rivières-Godbout-et-Mistassini.

Services

La pourvoirie du Lac Cyprès propose deux activités : la chasse à l'orignal et la pêche à l'omble de fontaine. La pêche au saumon ne se pratique plus, car la ressource est trop limitée. Des forfaits selon les plans américain et européen sont offerts à la clientèle pour la pêche et pour la chasse. Le forfait de pêche est d'une durée de quatre jours et quatre nuits. Le forfait de chasse dure sept jours et six nuits et comprend le

transport sur le site, la chaloupe, le moteur et l'essence. Des sentiers et des caches ont été aménagés pour la chasse. Le personnel consiste en deux employés.

Installations

La pourvoirie du Lac Cyprès dispose de 6 chalets d'hébergement qui peuvent accueillir jusqu'à 24 personnes. Environ 20 chaloupes munies d'un moteur 5 cv permettent aux utilisateurs de se déplacer dans les différents secteurs de la pourvoirie. Le pourvoyeur a également aménagé, au fil des ans, un réseau de 12 km de sentiers pédestres.

Profil de la clientèle et fréquentation

La clientèle de la pourvoirie est, selon le propriétaire, variable. Elle est constituée majoritairement de familles et de groupes d'hommes. La moyenne d'âge des utilisateurs se situe entre 40 et 60 ans.

En 2004, la fréquentation estivale atteignait 110 jours-pêche tandis que l'effort de chasse s'établissait à la fin de la saison à 38 jours-chasse. Les périodes de pointe sont le mois de juin pour la pêche et les mois de septembre et d'octobre pour la chasse.

Récolte

Seules deux espèces sont exploitées à la pourvoirie du Lac Cyprès, soit l'omble de fontaine et l'original. En 2004, 698 ombles de fontaine ont été capturés. En ce qui concerne la chasse, aucun original n'a été abattu en 2004. En 2003, un original avait été capturé et, en 2002, quatre avaient été tués. Depuis 1996, la moyenne des captures d'original est de 2,7 par année.

3.2.6.3 Zec de Labrieville (circuit 7019–B1, portées 191 à 217)

Emplacement et territoire

La zec de Labrieville, située au nord de Forestville sur le territoire de la MRC de La Haute-Côte-Nord, couvre une superficie de 406 km² à l'intérieur de laquelle 325 lacs sont exploités pour la pêche. La zec se trouve au sein du territoire non organisé de Lac au Brochet. La rivière Betsiamites la traverse et coule à sa limite nord. Une seule rivière est exploitée bien que cinq rivières exploitables sillonnent le territoire.

Services

La zec de Labrieville offre plusieurs activités liées à la faune, dont les deux principales sont la pêche et la chasse. Les utilisateurs peuvent pêcher l'omble de fontaine et le touladi ou chasser le petit et le gros gibier. Diverses infrastructures leur permettent de faire du camping, du VTT, du canot et de la pêche blanche. Durant la

saison estivale, les villégiateurs peuvent se procurer un permis de pêche journalier et les membres de la zec peuvent opter pour un permis saisonnier. Des forfaits de pêche ou de chasse de trois et de cinq jours sont également offerts. La zec met à la disposition des utilisateurs six chaloupes, un canot et quatre moteurs en location.

Installations

Dans l'ensemble, les installations, y compris plus de 200 chalets, sont privées. Il existe toutefois un chalet pouvant accueillir six personnes que peuvent louer les villégiateurs. Deux camps servent de résidence saisonnière au gérant et aux employés de la zec. La zec offre des emplacements aux amateurs de camping rustique. On y trouve diverses infrastructures, telles des rampes de mise à l'eau sur différents plans d'eau et un réseau de sentiers pédestres de 49,2 km permettant d'accéder aux différents lacs. Il existe environ 80 km de chemins carrossables sur le territoire de la zec.

Profil de la clientèle et fréquentation

La zec de Labrieville comptait en 2004 un total de 308 membres. La majorité des utilisateurs viennent de la région de Québec. La clientèle de la zec est essentiellement familiale, mais on y retrouve également des groupes d'hommes. Les invités des membres complètent la clientèle.

En 2004, la fréquentation liée à la pêche représentait 4 540 jours-pêche. Près de 60 % des activités de pêche touchent deux secteurs, soit celui du lac Isidore et celui d'une chaîne de lacs incluant les lacs Campagne et Marshall.

La chasse est autorisée sur tout le territoire de la zec. Selon le gestionnaire de la zec, elle se pratique partout où se trouvent des chalets. En 2004, le nombre de jours-chasse à l'orignal atteignait 480 et celui des jours-chasse à l'ours, 50. En ce qui a trait à la chasse au petit gibier, la zec enregistrait 510 jours-chasse.

Récolte

En 2004, 18 023 ombles de fontaine ont été capturés dans les différents plans d'eau de la zec, ce qui constitue une baisse considérable par rapport aux années précédentes. En effet, en 2003, en 2002 et en 2001, respectivement 24 436, 23 300 et 24 962 ombles de fontaine avaient été pêchés.

La récolte de la chasse au gros gibier en 2004 s'élevait à six orignaux et à dix ours noirs. En ce qui concerne la chasse au petit gibier, la récolte de perdrix atteignait 331 et celle de lièvres, 10.

3.2.6.4 Pourvoirie Lac Dégelis (circuit 7019–B1, portées 269 à 281)

Emplacement et territoire

Située dans la région administrative du Saguenay–Lac-Saint-Jean et plus précisément dans la MRC du Fjord-du-Saguenay, la pourvoirie Lac Dégelis couvre une superficie de 115,8 km². Elle se trouve en majeure partie dans le territoire non organisé de Mont-Valin. Dans l'ensemble de la pourvoirie, on compte 52 lacs dont quelque 30 sont exploités pour la pêche.

La pourvoirie Lac Dégelis est accessible en véhicule automobile. La majorité des utilisateurs empruntent le chemin forestier L-200 accessible par la zec Martin-Valin. Une faible partie de la clientèle s'y rend par voie aérienne.

Services

La pourvoirie Lac Dégelis offre principalement deux activités : la pêche à l'omble de fontaine et la chasse à l'orignal. Des forfaits de quatre jours (plans américain et européen) sont proposés à la clientèle pour la pratique de l'une comme de l'autre. Le personnel se compose de cinq personnes.

Installations

Le site principal de la pourvoirie regroupe 21 bâtiments aux abords d'une vaste plage située à l'extrémité nord du lac du Dégelis, dont 8 chalets d'hébergement destinés à la clientèle et représentant une capacité maximale de 40 personnes. Des abris sommaires ont été aménagés aux lacs Daniel et des Monts. La pourvoirie compte 52 chaloupes et 30 rampes de mise à l'eau. Des canots et des pédalos sont également mis à la disposition de la clientèle.

Profil de la clientèle et fréquentation

La clientèle de la pourvoirie se compose, depuis quelques années, d'abord de couples et ensuite de groupes d'hommes. Il s'agit là d'une évolution de la composition de la clientèle ; auparavant, les groupes d'hommes en représentaient la presque totalité. L'âge moyen des utilisateurs se situe dans la quarantaine.

La fréquentation totale de la pourvoirie Lac Dégelis avait atteint, à la fin de l'été 2004, 515 jours-personnes. Le mois de juin constitue la période la plus privilégiée par les utilisateurs. Le lac du Dégelis est le secteur de pêche le plus important, mais le secteur des lacs Daniel et Chailly est également très visité durant l'été. La pourvoirie a enregistré en 2004 un total de 71 jours-chasse en ce qui concerne la chasse à l'orignal.

Récolte

Les prises d'omble de fontaine totalisaient 3 749 en 2004. Le nombre moyen de prises est en baisse depuis 1999. Cette même année, les pêcheurs avaient récolté 7 338 ombles de fontaine et, en 1995, on enregistrait un record de 10 871 captures.

En ce qui concerne la chasse à l'original, la pourvoirie dispose d'un quota annuel de quatre bêtes. En 2004, trois originaux ont été abattus par les clients de la pourvoirie Lac Dégelis. Aucune autre espèce n'y est exploitée pour la chasse.

3.2.6.5 Zec des Rivières-Godbout-et-Mistassini (circuit 7028–B3, portées 223 et 224 ; circuit 7027–B4, portées 240 et 241)

Emplacement et territoire

La zec à saumon des Rivières-Godbout-et-Mistassini est située dans la MRC de Manicouagan. La rivière Godbout a donné son nom au village où elle se jette dans le fleuve Saint-Laurent. Fondée en 1980, cette zec a un territoire de 90 km. En ce qui a trait à la rivière Mistassini, elle est fermée en raison de difficultés présentes depuis quelques années. Il n'est donc ici question que de l'exploitation de la rivière Godbout.

Services

La zec propose exclusivement la pêche sportive au saumon atlantique. On peut pêcher à la journée et à la demi-journée à partir de 16 h. Il est également possible de visiter la passe migratoire. Cette activité est prisée par une toute autre clientèle que les pêcheurs : les touristes. En vertu d'une entente avec la famille Molson, la zec offre l'accès à deux fosses dans le secteur de la rivière appartenant à cette famille. La popularité de ce secteur conjoint est telle, selon le gestionnaire de la zec, que son utilisation permet à l'exploitation de couvrir ses frais. Les employés de la zec sont au nombre de six ou sept durant l'été.

Installations

L'accueil, situé directement sur la route 138, reçoit les pêcheurs et les touristes. La zec s'est dotée au cours des années de deux passes migratoires pour faciliter le suivi de la montaison du saumon. Un chemin de gravier permet d'accéder aux différents sites de pêche.

Profil de la clientèle et fréquentation

La clientèle est presque exclusivement composée d'hommes, seuls ou en groupes de deux, venant de Baie-Comeau. La moyenne d'âge de ces hommes se situe entre 40 et 60 ans. Il n'y a plus d'abonnement annuel depuis 2003.

Il est extrêmement difficile de quantifier la fréquentation en 2004 puisque l'exploitation était fermée, bien que la pêche y ait été permise. Selon le gestionnaire, il y aurait eu 250 jours-pêche en 2004.

Récolte

Aucune donnée n'a été obtenue en 2003 et en 2004 par le gestionnaire et le Ministère puisque l'exploitation n'était pas active.

3.2.6.6 Zec Varin (circuit 7004–B1, portées 18 à 37)

Emplacement et territoire

La zec Varin, fondée en 1978, est située dans la MRC de Manicouagan. Accessible à partir de Baie-Comeau par la route 389, elle s'étend sur 484,5 km² et est bordée à l'ouest par la rivière aux Outardes.

Services

Cette zec propose différentes activités, mais la pêche et la chasse sont les plus prisées par les villégiateurs. Elle offre également la possibilité de faire du camping sauvage et de la pêche blanche. Il existe différents forfaits, y compris des abonnements annuels et des forfaits de chasse et de pêche de trois et de sept jours. On y exploite l'omble de fontaine, l'ours, l'orignal et le petit gibier. On retrouve 85 lacs et 15 rivières dans la zec, dont respectivement 60 et 9 sont exploités pour la pêche. Le nombre d'employés s'élève à quatre durant la saison estivale.

Installations

La zec Varin compte de 110 à 130 chalets privés sur l'ensemble de son territoire. Les villégiateurs peuvent s'y rendre par deux accès et il existe donc deux postes d'accueil. De plus, la zec offre des emplacements aux amateurs de camping rustique, ainsi que diverses infrastructures, telles des rampes de mise à l'eau sur différents plans d'eau et des sentiers de VTT.

Profil de la clientèle et fréquentation

Les membres de la zec sont majoritairement des familles et des groupes. La moyenne d'âge des utilisateurs se situe entre 40 et 60 ans. La zec Varin comptait 252 membres en 2004 et le gestionnaire estime que ceux-ci constituent 90 % de la clientèle. La plupart des membres viennent de Baie-Comeau, mais certains sont de Québec, de Jonquière et de Chicoutimi.

La zec a enregistré en 2004 un total de 1 915 jours-pêche. Compte tenu de la moyenne des 10 dernières années, soit 2 582 jours-pêche, la fréquentation est à la

baisse. Toutefois, pour la chasse à l'orignal, la zec enregistre une hausse importante. En 2004, 609 jours-chasse étaient enregistrés par rapport à respectivement 305 et 275 en 2003 et en 2002. La moyenne de jours-chasse des dix dernières années est de 715 dans le cas du petit gibier. Les mois de juin et d'août sont les plus achalandés pour la pêche. Dans le cas de la chasse, ce sont les mois de septembre et d'octobre.

Récolte

Les prises d'omble de fontaine ont atteint 8 211 en 2004, ce qui représente une baisse par rapport aux années précédentes. En effet, en 2003, la zec enregistrait 11 545 captures et la moyenne des 10 dernières années est de 11 125 prises. Les données concernant la chasse sont plus stables bien que légèrement en baisse. En 2004, les chasseurs d'orignal ont atteint le plateau de sept bêtes abattues comparativement à onze en 2003. Toutefois, la moyenne des 10 dernières années est de 7,1 orignaux. En ce qui concerne le petit gibier, la récolte de 2004 s'élevait à 73 lièvres et 193 perdrix.

3.2.6.7 Zec de la Rivière-de-la-Trinité (circuit 7027—B3, portées 190 et 191)

Emplacement et territoire

La zec de la Rivière-de-la-Trinité, à ne pas confondre avec la zec Trinité, est une zec de pêche au saumon qui s'étend sur 73 km. Située dans la MRC de Manicouagan, elle est accessible à partir de la route provinciale 138, à la hauteur du village de Baie-Trinité.

Services

La zec offre exclusivement des activités de pêche à la mouche. Deux espèces y sont exploitées, soit le saumon atlantique et la truite de mer. Les pêcheurs et les touristes ont également la possibilité de visiter la passe migratoire. Outre les permis à la journée, la zec propose aux pêcheurs des forfaits de 10 et de 20 jours de pêche utilisables pendant toute la saison. La pêche est gratuite pour les moins de 18 ans dans une optique de formation d'une relève pour les pêcheurs à la mouche. Les employés de la zec sont au nombre de dix pendant l'été.

Installations

Outre le chemin principal, l'accueil et la passe migratoire, on ne retrouve pas d'installations particulières dans la zec. Les utilisateurs peuvent séjourner dans le camping de Baie-Trinité situé à l'embouchure de la rivière Trinité. On y trouve des sites aménagés pour des tentes, des roulottes et des autocaravanes. De plus, 10 chalets pouvant accueillir jusqu'à 40 personnes sont disponibles pour les villégiateurs. Le camping, bien qu'il soit tout juste à l'extérieur de la zec de la Rivière-de-la-Trinité,

est géré par la même organisation qu'elle, la Société d'aménagement de la rivière Trinité.

Profil de la clientèle et fréquentation

La clientèle est à 50 % locale et à 50 % en provenance des grands centres urbains du Québec. Elle est presque exclusivement constituée d'hommes seuls ou en groupes.

La fréquentation tend à changer depuis quelques années. Auparavant, la clientèle était constituée de pêcheurs de saumon. Maintenant, c'est la pêche à la truite de mer qui attire le plus de gens. En 2004, la zec comptait 375 membres et cumulait 1 100 jours-pêche. La saison s'étend du 15 juin à la fin septembre. Au pied du barrage se trouve le secteur 1, qui est sans conteste le plus fréquenté. Ce secteur contingenté procure la majorité des revenus de la zec.

Récolte

En 2004, le nombre de saumons capturés atteignait 52 tandis que la montaison totale de saumon s'établissait à 470. Pour la truite de mer, le nombre de prises s'établissait à 619 en 2004.

3.2.6.8 Zec Nordique (circuit 7004–B2, portées 302 à 321)

Emplacement et territoire

La zec Nordique, située sur le territoire de la MRC de La Haute-Côte-Nord, est accessible à partir du village des Escoumins. Seulement 23 km séparent le village du poste d'accueil. D'une superficie de 458,30 km², la zec renferme 144 lacs dont une centaine sont exploités pour la pêche.

Services

La zec propose plusieurs activités liées à la faune. En effet, les utilisateurs peuvent y pratiquer la pêche à l'omble de fontaine l'été comme l'hiver, la chasse au petit gibier (lièvre, perdrix, oiseaux migrateurs), la chasse au gros gibier (ours et orignal) et le camping sauvage dans deux sites naturels. De plus, la zec dispose d'un champ de tir permettant aux chasseurs d'ajuster leurs armes à feu. Le nombre d'employés atteint huit durant la saison estivale.

Installations

Outre les sites de camping, la zec Nordique ne dispose pas d'infrastructures en location pour l'hébergement des villégiateurs. L'accueil et le champ de tir représentent la quasi-totalité des installations destinées à recevoir les utilisateurs. Toutefois, il y a un nombre important (160) de chalets privés sur le territoire.

Profil de la clientèle et fréquentation

La clientèle est constituée majoritairement des membres de la zec, au nombre de 399 en 2004. Les périodes les plus achalandées sont celles du 15 mai au 15 juillet et du 25 septembre à la fin octobre. Les secteurs le plus fréquentés de la zec sont ceux de Gorgotton et de Pont Gragé.

La fréquentation durant l'été est très importante, la zec Nordique ayant enregistré en 2004 un total de 13 662 jours-pêche comparativement à 12 824 jours-pêche en 2003. La chasse à l'orignal est définitivement, selon le gestionnaire, la plus prisée par les utilisateurs de la zec, avec 1 422 jours-chasse. La chasse au petit gibier représentait en 2004 un total de 1 205 jours-chasse.

Récolte

Les données réunies par le Ministère font état d'un total de 78 687 prises d'omble de fontaine en 2004. Bien que ce chiffre soit impressionnant, la tendance est à la baisse à la zec Nordique. En effet, de 1991 à 2004, la moyenne annuelle des captures s'établissait à 89 729 ombles de fontaine.

En ce qui concerne la chasse à l'orignal, 19 bêtes ont été abattues en 2004. Cette même année, la récolte de petit gibier totalisait 95 lièvres et 559 perdrix tandis que la chasse à l'ours, plus marginale, se soldait par 3 captures.

3.2.6.9 Zec Chauvin (circuit 7004–B2, portées 330 à 352 et 351 à 374)

Emplacement et territoire

La zec Chauvin couvre une superficie impressionnante de 619 km² et son territoire s'étend sur deux MRC soit, en majeure partie, Le Fjord-du-Saguenay (partie ouest) et La Haute-Côte-Nord (partie est). La zec est enclavée entre les deux sections de la rivière Sainte-Marguerite. En effet, la limite sud correspond au tronçon principal et la limite nord, à la rivière Sainte-Marguerite Nord-Est. On y dénombre 280 lacs, dont 231 sont exploités pour la pêche.

Services

La zec Chauvin propose plusieurs activités liées à la faune. En tête de liste figurent la chasse à l'orignal et la pêche à l'omble de fontaine. Toutefois, il est possible de chasser l'ours noir, le canard, le lièvre, les oiseaux migrateurs ainsi que la perdrix et de pêcher le corégone. La zec émet des permis de pêche et de chasse et offre un service de guide pour la chasse à l'ours noir.

La zec Chauvin a élaboré une nouvelle approche concernant l'hébergement des villégiateurs. En effet, ces dernières années, on y a aménagé 4 aires de camping

comprenant 64 emplacements, pour des roulottes exclusivement. Les forfaits offerts aux utilisateurs « motorisés » peuvent être quotidiens, hebdomadaires ou saisonniers.

On dénombre dans la zec une dizaine de rampes de mise à l'eau pour les villégiateurs qui apportent leur embarcation.

Installations

Dans l'ensemble, les bâtiments, les équipements et les infrastructures destinés aux villégiateurs sont peu nombreux. Il n'existe pas de chalet en location, mais la zec met dix chaloupes à la disposition de ses visiteurs. L'accueil gère un mini dépanneur et certains services se trouvent à proximité : poste d'essence, épicerie, dépanneur, motel, pharmacie et bureau d'information touristique.

Profil de la clientèle et fréquentation

La clientèle se révèle fort diversifiée, avec une moyenne d'âge entre 30 et 60 ans. Les membres, au nombre de 450 à 500, en constituent 90 %. Environ 50 % d'entre eux sont de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, les autres venant des autres régions du Québec.

En 2004, la fréquentation estivale aux fins des activités de pêche représentait 8 195 jours-pêche. Les mois de juin et juillet sont les plus achalandés. Le nombre total de jours-chasse atteignait 2 551, dont 2 230 attribuables à la chasse à l'orignal et 321 à la chasse au petit gibier. La fréquentation pour la chasse atteint son maximum durant les mois de septembre et d'octobre.

Récolte

En 2004, la pêche à l'omble de fontaine totalisait 38 570 prises, ce qui représente une diminution comparativement aux années précédentes. En 2003 et en 2002, on dénombrait respectivement 43 460 et 44 114 prises. De plus, de 1994 à 2004, la moyenne annuelle des captures était de 48 161.

En ce qui concerne la chasse à l'orignal, la demande est à la hausse, ce qui se répercute sur les récoltes. Alors que la moyenne annuelle depuis 1995 est de 22 orignaux abattus, la zec enregistre une augmentation récente du nombre de bêtes tuées sur son territoire, soit 45 en 2003 et 27 en 2004. Pour ce qui est de la chasse au petit gibier, les récoltes de 2004 atteignaient 175 perdrix et 136 lièvres.

3.2.6.10 Pourvoirie Monts-Valin (circuit 7019—B1, portées 301 à 310)

Emplacement et territoire

La pourvoirie Monts-Valin est située dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean et plus particulièrement dans la MRC du Fjord-du-Saguenay. Sa superficie est de 54 km² et 40 lacs y sont accessibles pour la pêche. La pourvoirie se trouve en majeure partie dans le territoire non organisé de Mont-Valin. Les utilisateurs peuvent y accéder par la zec Martin-Valin et le chemin forestier L-200.

Service

La pourvoirie Monts-Valin propose différentes activités dont les principales sont, dans l'ordre, la pêche à l'omble de fontaine indigène, la chasse à l'orignal, la chasse à l'ours et la chasse au petit gibier. De plus, plusieurs activités de détente sont possibles, car une magnifique plage fait face à l'exploitation principale. La pourvoirie met à la disposition de sa clientèle des pédalos, des kayaks, des canots, des balançoires et des vélos et a conçu des forfaits de deux à sept jours selon les plans américain et européen aux fins de la pêche et de la chasse. La pourvoirie offre également, en plan européen, un forfait familial qui comprend cinq jours de pêche pour deux adultes avec deux enfants de moins de 16 ans. Enfin, on peut y louer des moteurs et des vestes de flottaison. En hiver, les motoneigistes sont invités à y séjourner et à y pratiquer la raquette, le ski de fond et la pêche blanche. Le personnel se compose de cinq employés.

Installations

Le site principal de la pourvoirie réunit, aux abords d'une vaste plage, neuf chalets d'hébergement destinés à la clientèle. La capacité d'hébergement atteint 65 personnes. Pour la chasse à l'orignal, des caches et des salines sont installées dans les quatre zones de chasse de la pourvoirie. La pourvoirie met à la disposition des villégiateurs 45 chaloupes, 5 pédalos, 6 kayaks et 3 canots.

Profil de la clientèle et fréquentation

La clientèle de la pourvoirie Monts-Valin est essentiellement familiale. La pourvoirie offre même un forfait détente, c'est-à-dire sans pêche et sans chasse, pour ceux qui voudraient simplement profiter de la nature avec leurs enfants. L'été constitue la haute saison et c'est le mois de juin qui affiche le plus haut taux de fréquentation.

Récolte

Aucune donnée sur la récolte n'a été obtenue.

3.2.6.11 Zec de la Rivière-Sainte-Marguerite (circuit 7004—B2, portées 373 et 374)

Emplacement et territoire

La zec de pêche au saumon de la Rivière-Sainte-Marguerite est située dans la MRC du Fjord-du-Saguenay. La rivière se jette dans la rivière Saguenay tout près de la municipalité de Sacré-Cœur et prend sa source dans le territoire de Mont-Valin. Elle se scinde en deux, la Sainte-Marguerite Nord-Est montant vers le nord et la Sainte-Marguerite longeant la route 172 en direction de Sainte-Rose-du-Nord. La zec Chauvin niche entre les deux sections de la rivière. La zec de la Rivière-Sainte-Marguerite s'étend sur 184,40 km, mais l'exploitation n'en touche qu'environ 90 km.

Services

La zec ne propose que des activités de pêche à la mouche. Deux espèces y sont exploitées, soit le saumon atlantique et la truite de mer. Les pêcheurs et les touristes ont également la possibilité de visiter gratuitement les quatre observatoires aménagés près de la rivière. La zec offre de l'hébergement à différents endroits le long de celle-ci. Les pêcheurs à la mouche disposent de plus de 70 fosses pour tenter leur chance. Des cours d'initiation à la pêche à la mouche sont dispensés par la zec et on peut y louer de l'équipement en tout temps (canne, moulinet, bottes, etc.) ainsi que pêcher à la journée ou à la demi-journée (seulement le saumon). Les utilisateurs ont également la possibilité de louer des VTT et des canots pour circuler dans la zec.

Installations

La zec de la Rivière-Sainte-Marguerite dispose, pour accueillir les pêcheurs, de trois chalets en location et de quatre tentes de prospecteur. Ces installations ont une capacité totale d'hébergement de 17 personnes. Sur l'ensemble du territoire de la zec on compte dix chalets dont sept sont des chalets de gardien. Quatre observatoires, les sentiers de VTT et les chemins non pavés complètent les infrastructures de la zec.

Profil de la clientèle et fréquentation

La clientèle est constituée généralement de groupe de deux, d'hommes seuls et, à l'occasion, de petites familles. Une baisse marquée de la fréquentation caractérise la zec depuis quelques années. Selon le gestionnaire, cette baisse est attribuable au déclin de la population de saumon et à l'obligation de remettre à l'eau les saumons de plus de 63 cm. À titre d'exemple, dans les années 1986, 1987 et 1988, les montaisons de saumon dépassaient les 1 000 saumons alors qu'en 2004, à peine 300 saumons ont retrouvé le chemin de leur rivière natale. La clientèle de pêcheurs de saumon a chuté de 60 % en quelques années seulement tandis que celle des pêcheurs de truite de mer est restée stable. La fréquentation totale en 2004 atteignait 1 617 jours-pêche.

Récolte

Dans le secteur principal de la rivière, le nombre de prises en 2004 s'est établi à 94 saumons, dont 72 ont été remis à l'eau. Le secteur Nord-Est enregistrait 160 captures dont 136 remises à l'eau.

Tableau 3-12 : Territoires fauniques de la zone d'étude

Exploitation	km ²	km	Date de création	Nbre de membres (zecs)	Jours-pêche 2004	Jours-chasse 2004	Circuit sur l'exploitation
Pourvoirie Moisie-Nipissis		51,2	1986	-	259	-	7031, portées 370-398
Pourvoirie du Lac Cyprès	53,5		1989	-	110	38	7027, portées 262-278
Zec de Labrieville	406,0		1978	308	4 540	1 040	7019, portées 191-217
Zec des Rivières-Godbout-et-Mistassini		90,0	1980	ND	ND	-	7028, portées 223-224 et 7027, portées 240 et 241
Zec Varin	484,5		1978	252	1 915	609	7004, portées 18-37
Zec de la Rivière-de-la-Trinité		73,0	1986	375	1 110	-	7027, portées 190-191
Zec Nordique	458,3		1978	399	13 662	2 627	7004, portées 302-321
Zec Chauvin	619,0		1978	450-500	8 195	2 551	7004, portées 330-352 et 351-374
Pourvoirie Lac Dégelis	115,8		1948	-	515	71	7019, portées 269-281
Pourvoirie Monts-Valins	54,0		2003	-	ND	ND	7019, portées 301-310
Zec de la Rivière-Ste-Marguerite		184,4	1980	ND	1 617	-	7004, portées 373-374

3.2.7 Piégeage allochtone

3.2.7.1 Structure en unités de gestion des animaux à fourrure

Au Québec, le piégeage allochtone est régi par les unités de gestion des animaux à fourrure (UGAF). Mis en place par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) en 1998, le système des UGAF permet d'appliquer des mesures de gestion et de réunir des données sur la récolte à l'échelle de chacune des unités.

Sur la Côte-Nord, 15 UGAF (les unités 54 à 68) regroupent des terrains de piégeage enregistrés et des zones de piégeage libre. Sur les terrains de piégeage enregistrés, les piégeurs doivent détenir un permis de piégeage professionnel pour les terrains à bail de droits exclusifs ; en zone de piégeage libre, seul un permis de piégeage est nécessaire.

À l'intérieur de la zone d'étude, les piégeurs allochtones fréquentent les UGAF 57, 59 et 60. La première s'inscrit principalement dans le territoire de la MRC de Manicouagan, alors que les deux autres se situent dans la MRC de Sept-Rivières. Les UGAF 57 et 59 regroupent respectivement 40 et 27 terrains de piégeage enregistrés. Quant à l'UGAF 60, qui ne comporte aucune subdivision territoriale, elle correspond à la division Sept-Îles de la réserve à castor de Saguenay, fréquentée par les Innus de Uashat mak Mani-Utenam.

3.2.7.2 Données sur la vente des fourrures

Tableau 3-13 : Nombre de fourrures provenant des UGAF 57, 59 et 60 vendues en 2003-2004

2003-2004	UGAF 57	UGAF 59	UGAF 60
Belette	249	145	51
Castor	131	85	64
Coyote	0	0	0
Écureuil	119	93	32
Loup	1	2	3
Loutre	13	5	7
Lynx	64	19	6
Martre	358	375	844
Mouffette	0	2	0
Ours noir	9	0	2
Pékan	0	0	0
Rat musqué	20	18	4
Raton laveur	0	0	0
Renard	77	31	50
Vison	72	48	20
Total	1 113	823	1 083

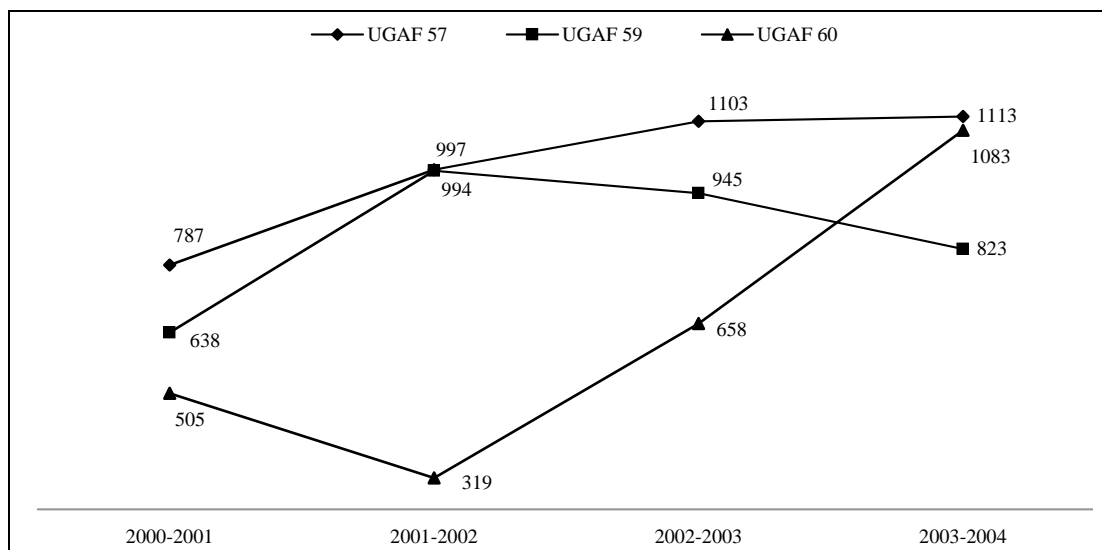
Source : MRNF, Direction de l'aménagement de la faune de Sept-Îles, 2005.

Les statistiques sur la vente de fourrures, disponibles auprès du MRNF, montrent que la martre est la principale espèce vendue aux enchères par les piégeurs des UGAF 57, 59 et 60 (voir le tableau 3-13). En 2003-2004, la martre y représentait respectivement

32,2, 45,6 et 77,9 % des ventes de peaux. La belette et le castor étaient, dans l'ordre, les deux autres espèces les plus vendues.

Entre 2000 et 2004, les ventes provenant des UGAF 57 et 60 ont enregistré des hausses respectives de 41 et 114 %. La très forte hausse dans ce dernier secteur s'explique principalement par un meilleur accès au territoire par suite de la construction de la route menant aux ouvrages hydroélectriques de la Sainte-Marguerite-3. Quant à l'UGAF 59, qui souffre probablement de la popularité récente de l'UGAF 60, elle affiche une baisse de 17 % du nombre de peaux vendues depuis 2001 (voir la figure 3-4).

Figure 3-4 : Évolution du nombre de fourrures provenant des UGAF 57, 59 et 60 vendues, 2000-2001 à 2003-2004



Source : MRNF, Direction de l'aménagement de la faune de Sept-Îles, 2005.

3.2.7.3 Utilisation des terrains de piégeage à l'étude par les piégeurs allochtones

Onze terrains de piégeage recoupent les emprises de lignes touchées par le programme de pulvérisation : huit se trouvent dans l'UGAF 57 et trois, dans l'UGAF 59. Tous, à l'exception d'un seul situé dans l'UGAF 57, sont occupés et la grande majorité (huit sur onze) abritent un camp de piégeage. La superficie des terrains varie considérablement : le plus petit couvre 27 km² et le plus grand s'étend sur 127 km², la moyenne étant de 60 km² (voir le tableau 3-14).

Seulement deux titulaires de terrains de piégeage enregistrés fréquentent les emprises de lignes au cours des mois de juin à septembre. Le premier (terrain 09-12-0362) chasse l'ours et cueille des bleuets et des framboises dans une partie du circuit 7028 comprise entre les portées 329 et 331. Quant au deuxième (terrain 09-12-0366), il cueille des bleuets dans le circuit 7027 entre les portées 197 à 199 et 222 et 223.

Notons que ce dernier fait aussi état d'une utilisation automnale des emprises pour la chasse à l'original.

Malgré la faible utilisation des emprises, la majorité des piégeurs qui ont participé à l'enquête (six sur sept) fréquentent une zone située dans un corridor de 500 mètres de chaque côté des emprises. En plus de leurs activités de piégeage, ils y chassent le gros et le petit gibier, pêchent l'omble de fontaine et cueillent des petits fruits. À l'intérieur de ce corridor, on retrouve deux camps de piégeage, sur les terrains 09-12-0363 et 09-12-0369, ce qui montre l'importance relative de cette section de territoire pour les piégeurs qui l'occupent.

Tableau 3-14 : Terrains de piégeage allochtones de la zone d'étude

Terrains de piégeage	UGAF	MRC	Superficie (km ²)	Occupation	Présence d'un camp	Circuit sur le terrain
09-12-0360	57	Manicouagan	64	Occupé	Oui	7028, portées 333-348
09-12-0362	57	Manicouagan	36	Occupé	Oui	7028, portées 314-332
09-12-0363	57	Manicouagan	39	Occupé	Oui	7027, portées 235-240 et 7028, portées 211-223
09-12-0364	57	Manicouagan	63	Occupé	Non	7027, portées 225-234 et 7028, portées 201-210
09-12-0366	57	Manicouagan	44	Occupé	Non	7027, portées 214-224
09-12-0367	57	Manicouagan	37	Occupé	Oui	7027, portées 201-212
09-12-0368	57	Manicouagan	76	Occupé	Oui	7027, portées 185-200
09-12-0369	57	Manicouagan	ND	Vacant	Non	7027, portées 174-184
09-12-0391	59	Sept-Rivières	127	Occupé	Oui	7031, portées 352-397
09-12-0392	59	Sept-Rivières	27	Occupé	Oui	7031, portées 387-397
09-12-0401	59	Sept-Rivières	91	Occupé	Oui	7031, portées 293-296 et 306-317

3.3 Impacts du programme sur le milieu humain

3.3.1 Milieu autochtone

3.3.1.1 Essipit

Aucun impact négatif n'a été déterminé pour la communauté d'Essipit.

Le territoire du domaine du Lac des Cœurs, seule aire occupée l'été par les Innus d'Essipit, chevauche une partie des emprises du circuit 7004, mais est exclu du programme de pulvérisation aérienne.

Soulignons cependant que le Conseil des Innus d'Essipit élabore actuellement un nouveau modèle de gestion du territoire – les aires de gestion intégrées – qui devrait en principe favoriser l'occupation et l'utilisation ultérieures de certaines parties du territoire par les Innus. L'une des aires définies recoupe les emprises du circuit 7004, entre le lac des Savanes et la rivière Sainte-Marguerite. Actuellement, aucune information ne permet d'établir un quelconque impact du programme sur la mise en œuvre de ce nouveau mode de gestion.

3.3.1.2 Pessamit

Les impacts négatifs déterminés pour la communauté de Pessamit sont faibles.

Les Innus de Pessamit sont peu nombreux à fréquenter le territoire de la réserve à castor de Bersimis en période estivale. À part quelques personnes se rendant au terrain 147, près de Micoua, et au terrain 161, dans le secteur des Labrieville, les utilisateurs innus demeurent sur le territoire de la réserve en été. L'utilisation la plus intensive des emprises se fait sur ce dernier terrain, mais dans une partie de celui-ci qui n'est pas touchée par le programme de pulvérisation aérienne de phytocides.

Plusieurs lignes de piégeage, sur plusieurs terrains de piégeage se trouvant dans la zone d'étude, longent ou traversent des emprises. Même si ces lignes sont essentiellement utilisées en automne et en hiver, le gestionnaire ne peut garantir qu'aucun Innu ne les emprunte en été.

De plus, six des onze terrains de la zone d'étude comprennent un secteur à protéger chevauchant la superficie à traiter. Désignés par les Innus comme ayant une valeur ancestrale, faunique ou environnementale, ces secteurs présentent une sensibilité particulière difficilement mesurable, puisque les utilisateurs n'ont pas participé à l'étude.

Le gestionnaire innu du territoire formule des interrogations sur l'impact du produit sur l'environnement, entre autres sur la bioaccumulation et la migration du produit utilisé pour la pulvérisation. Il se préoccupe aussi de l'impact sur la faune, car des cas de malformations de lièvres et de loups auraient été portés à son attention.

3.3.1.3 Uashat mak Mani-Utenam

Les impacts négatifs déterminés pour Uashat mak Mani-Utenam sont plus importants que dans le cas d'Essipit et de Pessamit.

Les emprises du circuit 7031 sont utilisées en période estivale dans quatre des sept terrains de piégeage (281, 290, 291 et 293) de la zone d'étude. La pêche à l'omble de fontaine, la chasse au petit gibier et la cueillette de petits fruits y sont en effet pratiquées par les différentes familles qui fréquentent ces terrains. Les terrains 281 et 293 sont ceux qui comptent le plus grand nombre d'utilisateurs innus : un total estimé

à 150, soit une centaine provenant des familles des deux terrains et une cinquantaine, de familles du terrain 282. Ces derniers possèdent des camps au lac Canatiche, mais fréquentent une section d'emprise sur le terrain 281.

Plusieurs Innus qui utilisent les emprises de lignes, tant comme aire d'exploitation que comme voie de circulation, pourraient donc être touchés par le programme de pulvérisation. La cueillette de petits fruits semble être l'activité la plus sensible, puisque qu'elle est la plus pratiquée dans les emprises en été (voir le tableau 3-15).

Tableau 3-15 : Activités des Innus de Uashat mak Mani-Utenam dans les emprises de lignes

Tronçons d'emprises	Terrains de piégeage	Activités estivales
Portées 99-133	281	Cueillette de petits fruits Pêche à l'omble de fontaine Chasse au petit gibier
Portées 141-147	281	Cueillette de graines rouges
Portées 148-153	281	Cueillette de chicoutai
Portées 164 à 168	281	Chasse au petit gibier
Portée 225	291	Cueillette de petits fruits
Portées 236-238	293	Cueillette de petits fruits Pêche à l'omble de fontaine Camp innu
Portées 245-246	293	Cueillette de petits fruits
Portées 252-253	290	Cueillette de petits fruits Pêche à l'omble de fontaine

Des utilisateurs innus pourraient s'opposer à la poursuite du programme de pulvérisation. Le mécontentement et les inquiétudes soulevés par la première phase du programme risquent en effet de mobiliser certaines personnes contre le projet.

À noter d'abord que quelques Innus ont fait part de leur mécontentement d'avoir perdu des secteurs de cueillette de bleuets et de graines rouges après la première pulvérisation (terrains 281 et 293), et qu'un autre utilisateur dit avoir également perdu des sites de cueillette de plantes médicinales (terrain 281).

De plus, des utilisateurs (terrains 281, 291 et 293) ont exprimé des préoccupations quant aux impacts sur l'environnement. Le ruissellement du produit pulvérisé et sa présence dans la chaîne alimentaire les inquiètent. D'aucuns (terrain 293) associent à la première pulvérisation un épisode de problèmes gastriques ayant frappé plusieurs membres d'une même famille présente sur le territoire. La découverte d'un lièvre et d'oiseaux morts à proximité de l'emprise soulève aussi des inquiétudes quant aux conséquences d'une deuxième pulvérisation.

Enfin, d'autres utilisateurs (terrains 281 et 293) jugent ne pas avoir été consultés ou suffisamment informés des conséquences sur l'environnement au cours de la première phase de la pulvérisation.

3.3.1.4 Recommandations à l'égard des trois communautés autochtones

Compte tenu de la nature des effets potentiels appréhendés en raison des travaux de maîtrise de la végétation, il est recommandé d'accorder une attention particulière à la mise à jour de l'inventaire des activités autochtones dans les emprises qui feront l'objet de travaux de maîtrise de la végétation. Cet inventaire, qui sera effectuée l'année précédant les travaux dans le cadre de la mise à jour de l'inventaire des éléments sensibles du milieu, ainsi qu'à l'information des utilisateurs concernés au sujet du programme de pulvérisation aérienne de phytocides. Un rôle prépondérant devra aussi être accordé aux gestionnaires du territoire des trois communautés innus afin de favoriser une communication efficace entre Hydro-Québec et les utilisateurs autochtones.

Dans les mois précédant les travaux de maîtrise de la végétation dans les emprises, les gestionnaires seront appelés à participer à la mise à jour de l'inventaire dans le but de dresser le portrait le plus actuel possible des activités innues dans les emprises visées par le programme. Ce travail s'effectuera de concert avec les titulaires ou les principaux utilisateurs de terrain, ce qui permettra à la fois d'obtenir plus de précisions sur les utilisateurs qui fréquentent les emprises et sur les caractéristiques d'utilisation et d'informer ces utilisateurs des principaux paramètres du programme de maîtrise de la végétation.

Le travail de mise à jour de l'inventaire pourra être accompagné de rencontres d'information des utilisateurs de chaque communauté. Ces rencontres seront le moment de présenter en détail, dans un langage accessible, les principaux objectifs du programme, les emprises traitées, la méthode employée ainsi que les mesures prévues pour protéger l'environnement et respecter le déroulement des activités humaines dans les emprises.

Durant les semaines précédant la période de pulvérisation, une lettre ou un feuillet d'information sera envoyé à chaque titulaire et à chaque utilisateur des emprises répertorié auparavant. Cet envoi indiquera la période de pulvérisation prévue, les secteurs visés, les mesures de sécurité à respecter le cas échéant, ainsi que les coordonnées des gestionnaires innus et du responsable d'Hydro-Québec pour toute information supplémentaire.

3.3.2 Milieu allochtone

3.3.2.1 Zecs et pourvoies

L'enquête menée auprès de gestionnaires de zecs et de pourvoies a révélé qu'aucun gestionnaire ne s'oppose à la poursuite du programme de pulvérisation aérienne de

phytocides dans les emprises. Les effets appréhendés sur les activités des zecs et des pourvoies sont minimes. Dans la plupart de ces territoires, on pêche en été l'omble de fontaine ou le saumon atlantique. Quoique des sections d'emprises de lignes soient susceptibles de traverser les plans d'eau visés par les activités de pêche, tous les lacs et rivières sont protégés par une zone d'exclusion protégeant ces derniers. Également, sur le plan de la gestion des exploitations, aucun ne considère la poursuite du programme comme un facteur pouvant nuire au fonctionnement général et entraînant des répercussions économiques négatives.

Sur le plan des répercussions de la poursuite du programme pour les utilisateurs, les gestionnaires ne la considèrent pas comme représentant un enjeu majeur. Quant aux gestionnaires des pourvoies du Lac Cyprès et Lac Dégelis, ils considèrent que la présence d'hélicoptères entraînera un bruit passager mais indésirable pour la clientèle. Ils craignent également que la poursuite du programme ait des répercussions négatives sur la population de castors vivant dans l'emprise.

En ce qui concerne les incidences de la poursuite du programme sur la faune et la flore, les gestionnaires de rivières à saumon manifestent davantage d'inquiétude que les pourvoyeurs et les gestionnaires des autres zecs. En effet, tous les gestionnaires de zecs de pêche au saumon ont exprimé des préoccupations concernant le ruissellement des phytocides. Ils craignent que les phytocides atteignent l'eau et, par le fait même, les saumons.

Quelques gestionnaires de zecs, sans que cela représente un enjeu majeur pour leur exploitation, considèrent que la poursuite du programme de pulvérisation entraînera des répercussions négatives sur certaines populations d'animaux. Le gestionnaire de la zec Varin croit en effet que la pulvérisation de phytocides nuira aux orignaux et le gestionnaire de la zec Chauvin considère que les lièvres et les perdrix subiront quelques effets négatifs.

3.3.2.2 Piégeurs allochtones

Les impacts sur les activités des piégeurs allochtones sont considérés comme faibles. Les deux piégeurs qui cueillent des petits fruits dans les emprises (terrains 09-12-0362 et 09-12-0366) peuvent se rabattre temporairement sur les secteurs adjacents qu'ils utilisent déjà à cette fin. Notons toutefois que le titulaire du terrain 09-12-0362, qui chasse aussi l'ours dans l'emprise, affirme que ce dernier avait déserté son secteur d'exploitation après la première pulvérisation, ce qui pourrait signifier que l'impact s'étend dans ce cas à l'extérieur des emprises.

La pulvérisation peut aussi avoir un impact indirect sur les activités de piégeage. Après la première pulvérisation, un titulaire de terrain (09-12-0360) affirme effectivement avoir dû déplacer ses pièges vers des secteurs plus giboyeux puisque plusieurs espèces (lynx, renard, ours, martre et belette) avaient déserté les environs des emprises. La pulvérisation aurait causé selon lui la mort de plusieurs petits mammifères et amphibiens, des espèces qui font partie de l'alimentation de plusieurs

prédateurs. Toutefois, cette situation ne semble pas préoccuper particulièrement cet utilisateur.

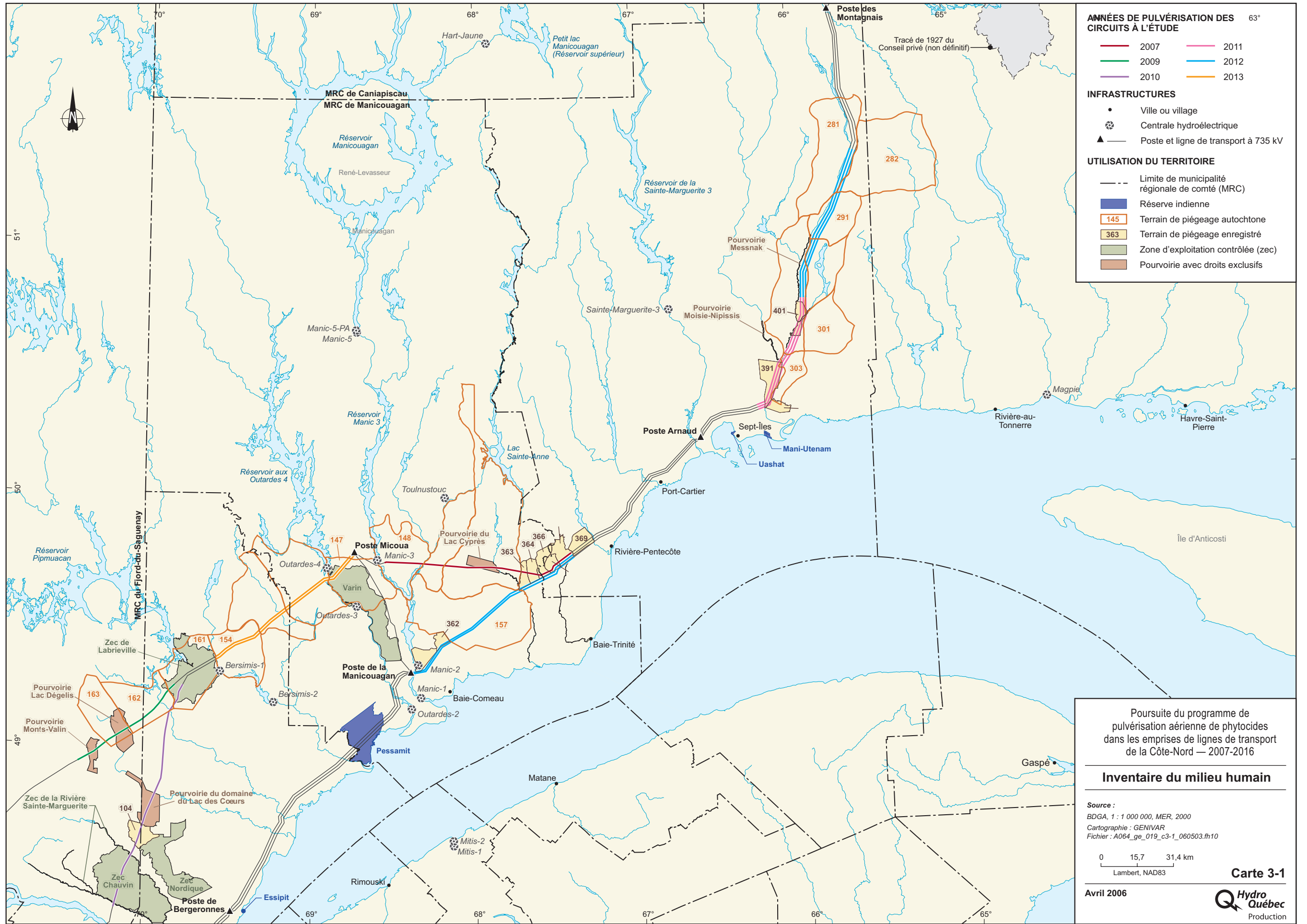
Enfin, notons que deux autres personnes (terrains 09-12-0367 et 09-12-0392) considèrent que la pulvérisation peut nuire à la faune et éloigner les animaux à fourrure et les orignaux.

3.3.2.3 Recommandations

Dans le dossier des zecs et des pourvoies, il est recommandé de miser sur la diffusion de l'information. En plus de la mise à jour de l'inventaire des éléments sensibles, l'année précédant les travaux, et de la campagne d'information déjà prévue préalablement à la réalisation de ceux-ci, il est recommandé de mettre en place un programme d'information annonçant la poursuite du programme de pulvérisation aérienne de phytocides. Ce programme ciblera les gestionnaires des exploitations de la zone d'étude. De cette façon, les gestionnaires de pourvoies sauront exactement quand la pulvérisation aura lieu et ainsi ils pourront mieux planifier les attributions de lacs aux utilisateurs. Les gestionnaires de pourvoies pourront ainsi éviter les plaintes éventuelles concernant le bruit des hélicoptères. Les pourvoyeurs pourront directement transmettre l'information à la clientèle afin que ceux-ci évitent les emprises ou ne s'y attardent pendant la période de pulvérisation.

La société devra également en aviser les zecs, qui transmettront l'information pertinente à leurs membres et utilisateurs. Toutefois, il est relativement aisé d'informer tous les membres de zecs concernées par la pulvérisation aérienne de phytocides. En effet, chaque utilisateur d'une zec, membre comme utilisateur occasionnel, doit obligatoirement s'inscrire à un poste d'accueil. Cette condition *sine qua non* assure donc une diffusion, pratiquement sans marge d'erreur, de l'information. Ainsi, l'ensemble des utilisateurs des zecs seront informés de la poursuite du programme de pulvérisation aérienne de phytocides d'Hydro-Québec.

Quant aux piégeurs allochtones, il est recommandé de procéder à un envoi postal de l'information pertinente dans les mois (au printemps) qui précèdent la pulvérisation. Cet envoi personnalisé (à chacun des titulaires de terrains de piégeage) rappellera les grandes lignes du programme de pulvérisation, la période de pulvérisation prévue, le secteur visé et les mesures de sécurité à respecter le cas échéant, ainsi que les coordonnées du responsable d'Hydro-Québec pour toute information supplémentaire. Afin de s'assurer que les utilisateurs ont bien reçu et compris l'information, il pourrait être envisagé dans certains cas, et si des demandes particulières sont reçues, de communiquer directement par téléphone avec chacun des titulaires quelques jours avant la pulvérisation.



ANNÉES DE PULVÉRISATION DES CIRCUITS À L'ÉTUDE

— 2007	— 2011
— 2009	— 2012
— 2010	— 2013

INFRASTRUCTURES

- Ville ou village
- ⊗ Centrale hydroélectrique
- ▲ Poste et ligne de transport à 735 kV

UTILISATION DU TERRITOIRE

- - - Limite de municipalité régionale de comté (MRC)
- Réserve indienne
- 145 Terrain de piégeage autochtone
- 363 Terrain de piégeage enregistré
- Zone d'exploitation contrôlée (zec)
- Pourvoirie avec droits exclusifs

Poursuite du programme de pulvérisation aérienne de phytocides dans les emprises de lignes de transport de la Côte-Nord — 2007-2016

Inventaire du milieu humain

Source :
 BDGA, 1 : 1 000 000, MER, 2000
 Cartographie : GENIVAR
 Fichier : A064_ge_019_c3-1_060503.fh10

0 15,7 31,4 km
 Lambert, NAD83

Avril 2006

Carte 3-1
 Hydro Québec
 Production

Roberval
 Alma
 La Baie
 Poste Périgny

4 Milieu naturel

4.1 Milieu physique

La présente section traite des grands ensembles physiographiques, des dépôts de surface ainsi que des principales caractéristiques du réseau hydrographique de la zone d'étude.

4.1.1 Physiographie et dépôts meubles

La zone d'étude fait partie du Bouclier canadien et de la grande région physiographique des Laurentides, qui correspond à la province géologique de Grenville. Cette dernière borde la rive gauche du Saint-Laurent et est la plus jeune des provinces du Bouclier canadien.

On peut diviser le territoire en cinq grandes sous-régions physiographiques (Audet, 1978 ; d'Anjou, 1984 ; MER, 1984 et MLCP, 1986) :

- la plaine côtière ;
- le piémont laurentien ;
- les contreforts laurentiens ;
- le plateau laurentien ;
- le massif du mont Valin.

L'ensemble des emprises à entretenir sillonne essentiellement la sous-région des contreforts laurentiens et, plus au nord, le plateau laurentien. Une partie du bloc 2 du circuit 7004 pénètre le massif du mont Valin (voir la figure 3-2). Les lignes concernées traversent de nombreux escarpements rocheux et des pentes abruptes.

4.1.1.1 Plaine côtière

La plaine côtière borde l'estuaire du Saint-Laurent et s'estompe entre Petites-Bergeronnes et Tadoussac, à l'ouest, ainsi qu'entre Baie-Comeau et Franquelin, à l'est. Sa largeur varie entre 1 et 20 km. Le relief y change peu et demeure plat ou légèrement ondulé. L'altitude par rapport au niveau de la mer est d'environ 100 m en moyenne et atteint parfois 150 m.

Lors de la déglaciation, la plaine côtière a été envahie par la mer de Goldthwait et le profil des sols exposés révèle donc des sédiments marins fins, recouverts de sable du fait de l'accumulation deltaïque postglaciaire. Ces dépôts meubles épais sont principalement situés aux embouchures de rivière. Les sables contiennent beaucoup d'éléments ferrugineux qui ont permis le développement à la surface d'un horizon

induré agissant comme une carapace imperméable et ayant aidé au développement de tourbières.

Selon Morneau (1988), la couche indurée maintient la nappe d'eau en surface, ce qui favorise le l'établissement de tourbières ainsi que de mares et de lacs. Cette couche protège la surface de la plaine contre le ravinement. Cependant, une très forte compaction des sols et les vibrations de la machinerie lourde pourraient altérer la couche indurée, ce qui pourrait entraîner un assèchement des tourbières, des mares et des lacs en augmentant l'infiltration de l'eau de surface dans les sables sous-jacents. Cette hausse subite du volume d'eau dans la nappe phréatique pourrait accroître l'instabilité du sol, par suffosion. La suffosion est un processus d'érosion souterraine causée par l'eau dans les sédiments stratifiés d'origine deltaïque ou lacustre, composés de sable très fin et de limon (Mollard, 1986 dans Morneau, 1988).

De plus, l'horizon induré, associé à la formation d'un podzol orthique humo-ferrique, possède des particularités physiques qui rendent très instables les milieux où on les trouve. La formation et la pérennité de l'horizon induré nécessitent la présence, dans le profil, d'acide humique provenant de la décomposition de matière organique.

4.1.1.2 Utilisation des emprises par les piégeurs allochtones

La disparition de la végétation entraîne donc la dégradation de l'horizon. Ce phénomène a été bien observé lors d'une étude visant à déterminer les causes des éboulements de 1969 et de 1972 sur la rivière Moisie (Frenette et Héroux, 1972).

Comme le type de sol qui accompagne l'horizon induré se trouve très fréquemment sur la Côte-Nord, aussi bien dans la plaine côtière que dans les nombreuses vallées du piémont, des contreforts laurentiens ou du plateau laurentien, le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec (MER), en collaboration avec le ministère de l'Environnement et le ministère des Loisirs, de la Chasse et de la Pêche, a élaboré des normes spéciales d'exploitation et d'utilisation du milieu en présence d'un horizon induré. Ces normes, publiées en 1989, prévoient notamment ce qui suit :

- L'humus doit être protégé et la couche indurée, laissée intacte.
- Le réseau de drainage naturel doit être respecté.
- La distance séparant un chemin d'un cours d'eau ou d'un lac doit être égale à au moins quatre fois la hauteur des berges, sans jamais être inférieure à 60 m.

Dans la région s'étendant de Havre-Saint-Pierre à Natashquan, les tourbières à mares développées de types ombrotrophe et minérotrophe sont nombreuses et il existe souvent un réseau de rivières et de ruisseaux qui assurent la circulation des eaux.

4.1.1.3 Piémont laurentien

Le piémont laurentien est adjacent à la plaine côtière et suit, par le fait même, un parcours semblable à celui que trace la côte. Cette bande, dont la largeur varie de 5 à 30 km, constitue une zone de transition entre la plaine côtière et les contreforts laurentiens. L'altitude moyenne par rapport au niveau de la mer varie entre 100 et 200 m.

Le relief est faiblement ondulé et présente, de façon générale, de basses collines. Ces dernières sont couvertes de till ou de sables littoraux et leur topographie est commandée par la roche en place. Les accumulations les plus importantes de dépôts meubles, principalement des sables et des graviers, sont situées dans les vallées. Ces dépôts recouvrent des sédiments fins, et le relief est souvent découpé en terrasses comptant très fréquemment un horizon induré.

Dans le piémont laurentien, les zones dénudées sur affleurement rocheux et sur sable constituent la plupart des principaux éléments sensibles.

4.1.1.4 Contreforts laurentiens

Les contreforts laurentiens couvrent une grande superficie de la zone d'étude. Ils consistent en une grande plate-forme entrecoupée de vallées rectilignes aux versants abrupts.

L'altitude des points les plus élevés est de l'ordre de 600 m, tandis que l'altitude moyenne varie entre 200 et 900 m par rapport au niveau de la mer.

Les dépôts meubles sont principalement faits d'une mince couche de till reposant sur la roche en place, bien que cette dernière affleure souvent. Cependant, les vallées contiennent fréquemment des terrasses formées de matériel d'épandage fluvio-glaciaire et toujours susceptibles de montrer un horizon induré. Les pentes abruptes et les fonds de ravins sont des zones sensibles à l'érosion et causent des contraintes d'accessibilité.

4.1.1.5 Plateau laurentien

Le plateau laurentien est situé entre les contreforts et la cuvette Romaine-Mécatina plus au nord. Le relief de cette sous-région physiographique est moins accidenté que celui des contreforts et présente des pentes plus faibles. L'altitude moyenne des sommets par rapport au niveau de la mer atteint plus de 900 m, et les dépôts meubles montrent une diversité plus importante. On y observe une couverture de till assez continue et épaisse. Les axes fluviaux sont plus évasés que dans les contreforts et comprennent d'importants complexes fluvio-glaciaires souvent sculptés en terrasses, dont les éléments sablonneux sont parfois réactivés par l'action éolienne.

À l'instar des contreforts, le plateau laurentien présente des pentes abruptes sensibles à l'érosion.

4.1.1.6 Massif du mont Valin

Situé immédiatement au nord-est de Chicoutimi, le massif du mont Valin atteint une altitude généralement supérieure à 600 m. Composé de roches cristallines et en particulier d'anorthosite, ce haut plateau est en quelque sorte le pendant du massif des Laurentides du nord de Québec (MLCP, 1986).

Du point de vue structural, la sous-région du massif du mont Valin présente sensiblement les mêmes caractéristiques que la région périphérique des Laurentides boréales. À l'échelle régionale, toutefois, le massif du mont Valin prend l'allure d'un vaste plateau étagé dominant les terres environnantes. Ce contraste se manifeste nettement d'ailleurs près des contreforts laurentiens, du côté sud-ouest de cette sous-région.

4.1.2 Réseau hydrographique

Le territoire que traversent les emprises de lignes se divise en plusieurs bassins hydrographiques majeurs. Il s'agit des bassins hydrographiques des rivières Godbout, Manicouagan, aux Outardes, Betsiamites (Bersimis), du Sault aux Cochons, Portneuf, des Escoumins, Sainte-Marguerite, aux Anglais, Mistassini, Nipisso, de la Trinité, Moisie et Caopacho.

Selon la partie de la Côte-Nord qu'elles drainent, ces rivières coulent toutes suivant un axe nord-ouest-sud-est ou nord-sud et sont des affluents du Saint-Laurent, à la hauteur de l'estuaire, sauf la rivière Sainte-Marguerite, tributaire de la rivière Saguenay.

Chacune des cinq unités physiographiques décrites à la section précédente possède ses propres particularités hydrographiques. Ainsi, la plaine côtière est marquée par de nombreuses tourbières réticulées ou en lanières et par des lacs de faibles dimensions. L'écoulement y est lent et le réseau hydrographique, mal développé. De plus, le littoral est entrecoupé de plusieurs vastes embouchures de rivière dont quatre sont renommées pour l'utilisation qu'en fait le saumon atlantique.

Le piémont et les contreforts sont constellés de lacs de dimensions variées. Le réseau hydrographique y est influencé par le socle rocheux. Ainsi, les plans d'eau occupent régulièrement les axes de faille et les fractures de la roche en place, qui favorisent l'établissement de lacs allongés et profonds et de rivières parsemées de seuils entre des rives rocailleuses. Lorsque les vallées s'élargissent, les rivières coulent entre de basses rives sablonneuses et décrivent de nombreux méandres.

Sur le plateau laurentien, les principaux cours d'eau sont moins encaissés et suivent les grandes dépressions ou vallées. Les affluents secondaires rejoignent généralement les affluents principaux par des tracés sinueux. Les tourbières sont relativement abondantes dans les zones où la couverture de dépôts est plus épaisse.

4.2 Végétation

La végétation des emprises visées par les travaux de maîtrise de la végétation est généralement constituée des strates arborescente et arbustive haute, qui peuvent atteindre plus de 2,5 m. La présente section brosse le portrait de la végétation recensée dans les emprises de la zone d'étude en fonction des grandes zones forestières et du dynamisme des principales espèces végétales. Enfin, à la lumière de la documentation récente sur le sujet, elle traite du dynamisme de la végétation à la suite d'une intervention de maîtrise.

4.2.1 Dynamique forestière

La région concernée comporte deux grandes zones de végétation, qui correspondent aux sous-domaines bioclimatiques, du sud au nord :

- Sapinière à bouleau blanc de l'est
- Pessière à mousses de l'est

4.2.1.1 Sapinière à bouleau blanc de l'est

Le sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'est s'étend depuis la côte de l'estuaire du Saint-Laurent jusqu'au 49^e parallèle et il se termine vers la région de Pointe-des-Monts pour n'être présent au nord et à l'est de ces limites que de façon sporadique.

Cette zone se caractérise par la prédominance du sapin baumier (*Abies balsamea* [L.] Mill.), de l'épinette blanche (*Picea glauca* [Moench] Voss.), de l'épinette noire (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.), du bouleau à papier (*Betula papyrifera* Marsh.) et du peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides* Michx.).

Ce sous-domaine bioclimatique subit un cycle d'incendie beaucoup plus long que celui de la sapinière à bouleau blanc de l'ouest de la province. La dominance des sapinières dans cette région favorise des épidémies très graves de tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* Clem.). L'intensité des deux dernières épidémies (1947 et 1975) a favorisé, à l'époque, la régénération de jeunes peuplements à dominance résineuse.

Les stations forestières mésiques et xériques sur roc sont les plus courantes de cette région (ministère des Ressources naturelles, 1999). Les peuplements de sapin baumier accompagnés de quelques épinettes blanches et bouleaux blancs sur un tapis de

mousses (généralement *Pleurozium schreberi*) dominent les sites mésiques. Les plantes herbacées peuvent être aussi abondantes en sous-étage. Quant aux sites xériques sur roc, ils sont souvent composés de pessières noires plus ou moins ouvertes. La présence de mousses ou de lichens accompagnés d'éricacées, plus particulièrement le kalmia à feuilles étroites (*Kalmia angustifolia* L.) et le lédon du Groënland (*Ledum groenlandicum* Retzius), caractérise souvent ces sites. Sauf en ce qui concerne la mousse, qui y est remplacée par la sphaigne, ces associations végétales sont également présentes sur les dépôts organiques ombrotrophes.

Le type forestier de la sapinière à épinette noire semble aussi assez fréquent. On le retrouve là où les conditions du milieu sont plus rigoureuses. Entre autres, ces peuplements mélangés sont présents sur site hydrique en association avec les sphaignes et, en haute altitude, sur site mésique.

Lors de perturbations graves, les sapinières sur site mésique se régénèrent très rapidement. Les essences pionnières dominées par le bouleau à papier, le peuplier faux-tremble, les saules (*Salix* sp.) le cerisier de Pennsylvanie (*Prunus pensylvanica* L.f.) et l'érable à épis (*Acer spicatum* Lam.) s'ajoutent au sapin baumier et à l'épinette blanche. Par la suite, cette régénération progresse très rapidement. Les feuillus intolérants (bouleau, peuplier, saule, cerisier) surpassent habituellement les résineux en hauteur, pouvant atteindre de 5 à 6 m en 8 à 10 ans après destruction de la végétation forestière. Pour leur part, les tiges résineuses peuvent atteindre une hauteur maximale de 3 à 5 m pendant cette période.

La croissance forestière est plus faible pour les stations forestières xériques et hydriques. C'est donc dans les stations mésiques que la végétation peut potentiellement causer davantage de contraintes à la maîtrise de la végétation.

4.2.1.2 Pessière à mousses de l'est

Ce sous-domaine bioclimatique s'étend du nord du 49^e parallèle jusqu'aux limites méridionales du Labrador. La pessière à mousses de l'est couvre l'ensemble de la Côte-Nord d'ouest en est.

Cette zone se caractérise par la dominance de l'épinette noire, du sapin baumier, du bouleau à papier et du peuplier faux-tremble. L'épinette blanche est aussi présente dans les sites plus riches et le pin gris (*Pinus banksiana* [Lamb.]), dans les interfluves.

Normalement, les incendies de forêt constituent le principal agent perturbateur de la pessière à mousses. Toutefois, le sous-domaine de l'est est caractérisé par un climat maritime humide. Les perturbations naturelles secondaires (insectes, maladies, sénescence) sont donc également très importantes dans la dynamique forestière. Par conséquent, près de 70 % des peuplements mûrs de cette zone possèdent une structure irrégulière ou en « J » inversé (Boucher et coll., 2003).

Après les incendies, les brûlis se régénèrent en bouleau à papier ou en tremble avec des sous-étages composés surtout d'épinettes noires et de pins gris. Très fréquemment, on y observe des lichens. On peut aussi y voir des arbustes, bouleaux, peupliers faux-trembles et cerisiers de Pennsylvanie.

Dans cette zone, les stations mésiques sur till sont dominantes (Grondin et coll., 1997). Les types forestiers les plus fréquents sont la pessière noire à mousses et les peuplements sapin-épinette sur mousse. La composante du sapin semble plus importante dans la région sud du domaine et dans les bas de pente à plus fine échelle. Quant aux peuplements à prédominance feuillue (bétulaies ou tremblaies), ils se retrouvent généralement sur les sites où se développent les sapinières (sites à bonne croissance).

Les pessières noires à éricacées demeurent des associations végétales très fréquentes sur le territoire. L'envahissement par les éricacées, plus particulièrement le kalmia à feuilles étroites et le lédon du Groënland, favorise l'évolution vers une forêt plus ou moins ouverte. En effet, les éricacées envahissent les sites à l'ouverture des peuplements pour ensuite nuire à l'établissement de la régénération en s'emparant des éléments nutritifs du sol. Sauf en ce qui concerne la mousse, qui y est remplacée par la sphaigne, ces associations végétales sont également dominantes sur les stations hydriques.

Par ailleurs, dans la région, de grands peuplements de pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.) se mêlent parfois au bouleau à papier ou à l'épinette noire, surtout sur les plateaux alluvionnaires sablonneux à drainage rapide.

Lorsque le sol se trouve dépouillé de sa végétation, celle-ci ne se réinstalle que lentement. On trouve généralement une végétation pionnière herbacée avec des mousses. Comme il est mentionné plus haut, la strate éricacée peut envahir rapidement les stations. Le cerisier de Pennsylvanie et les autres feuillus intolérants, bien qu'ils se développent plus lentement que dans la sapinière, y sont aussi très courants. La végétation n'atteint en général qu'une hauteur de 1 à 2 m en 5 à 10 ans et se développe d'ailleurs de façon beaucoup plus espacée que plus au sud.

Par contre, la végétation sur les sites mésiques à drainage oblique peut être très similaire à celle de la sapinière, plus au sud. Lorsque la végétation est enlevée, l'établissement de la strate herbacée et des feuillus intolérants peut se réaliser rapidement. La hauteur peut atteindre de 3 à 4 m en 8 à 10 ans après destruction de la végétation forestière. Pour leur part, les tiges résineuses peuvent atteindre une hauteur maximale de 1 à 3 m pendant cette période. À l'échelle du territoire, ces stations sont marginales et leur présence s'estompe graduellement avec l'augmentation de la latitude dans ce sous-domaine.

4.2.1.3 Relations physiographiques

Les travaux de Ducruc (1985) permettent d'apporter les précisions suivantes relativement à chacune des régions physiographiques décrites à la section 3.2.1 :

- La plaine côtière se distingue par la dominance des landes à cladonies, qui est de toute évidence due aux vents marins puisque les secteurs abrités ou plus éloignés de la côte supportent des couverts forestiers. Par ailleurs, l'humidité du climat maritime a causé la formation de l'horizon induré qui empêche le drainage des dépôts deltaïques et qui contribue ainsi à la formation des grandes tourbières côtières. Les deltas sont des milieux variés où se trouvent, selon le drainage, des forêts, des fens, des bogs et des muscinaies. Les bordures des deltas et des rivières sont les zones les mieux drainées et les plus boisées. Les groupements végétaux y sont dominés par la sapinière à épinette noire, le sapin et les mousses, et ils sont productifs. Sur les affleurements rocheux, on trouve principalement la pessière noire en petits groupements isolés et rabougris.
- Le piémont laurentien présente un bon couvert forestier dominé par la pessière et la sapinière à mousses. Toutefois, le climat maritime s'y fait encore sentir, et il comporte des landes et des fens. Les bétulaies, formations plus typiques des contreforts, y sont aussi abondantes.
- Les contreforts laurentiens sont dominés par la pessière à mousses. Le sapin y est assez abondant, mais généralement associé à l'épinette noire. Les bétulaies et les pinèdes grises sont caractéristiques de cette unité physiographique et elles envahissent les vallées incendiées. De plus, vers le nord, la pessière à cladonies fait progressivement son apparition.
- Le plateau laurentien est le domaine de la pessière à cladonies, tandis que la pessière à mousses est assez répandue dans les milieux moins bien drainés. Les fens augmentent en importance.

4.2.2 Dynamisme de la végétation des emprises après une intervention

Pour établir des programmes d'intervention sur la végétation incompatible des emprises, il est important de connaître les effets des différents types d'interventions sur le dynamisme de la végétation concernée. Cette connaissance, combinée aux inventaires de la végétation des emprises dressés par Hydro-Québec, permet de planifier les cycles de retour nécessaires selon les méthodes utilisées.

Après la coupe initiale en vue de la construction d'une ligne, les emprises sont rapidement repeuplées par une végétation herbacée et arbustive ainsi qu'une végétation arborescente issue de bourgeons adventifs. La végétation résiduelle, la reproduction par graines et surtout la reproduction végétative (rejets et drageons) assurent la reprise des diverses espèces. À court terme, les essences de lumière (feuillus) tendent à dominer le couvert alors que les résineux croissent plus lentement sous celui-ci.

Sur la Côte-Nord, suivant les zones forestières telles qu'elles sont décrites à la section précédente, certaines espèces (principalement le cerisier de Pennsylvanie, le peuplier faux-tremble et les bouleaux) auront atteint une hauteur d'au moins 2 à 3 m, en une période variant entre 5 ans au sud et de 10 à 15 ans au nord, après le déboisement initial (voir le tableau 4-1). Dès la première année, la croissance des tiges feuillues, qui sont issues de rejets de souche ou de drageons, peut facilement dépasser 1 m de hauteur, selon la qualité des sites.

Tableau 4-1 : Principales espèces végétales présentes dans les emprises visées

Espèces incompatibles avec l'exploitation du réseau	Espèces compatibles avec l'exploitation du réseau
Bouleau à papier	Bouleau glanduleux
Peuplier faux-tremble	Aulnea
Cerisier de Pennsylvanie	Saule arbustifa
Peuplier baumier	Kalmia à feuilles étroites
Sapin baumier	Lédon du Groënland
Épinette noire	Dièreville
Épinette blanche	Airelle des bois (bleuet)
Pin gris	Framboisier
Érable à épis	Fougère
Érable rouge	Mousses
Sorbier d'Amérique	Lichens
	Herbacées

a. Selon la densité et l'emplacement de l'espèce dans l'emprise.

Hydro-Québec doit alors intervenir en utilisant des moyens mécaniques ou des phytocides. La séquence des interventions antérieures dans les emprises visées par le projet est présentée au tableau 4-2.

Tableau 4-2 : Historique de l'entretien des lignes à l'étude

Circuit de référence	Année	Portées	Mode d'intervention
Intervention prévue pour 2007 (605 ha)			
7027 (735 kV)	1972	185 à 219	Déboisement initial
	1979	185 à 219	Application aérienne de piclorame granulé
	1985	185 à 219	Coupe manuelle sélective
	1989	185 à 219	Essai de pulvérisation aérienne
	1993	185 à 219	Coupe manuelle sélective
	1998	185 à 219	Pulvérisation aérienne

Circuit de référence	Année	Portées	Mode d'intervention
7027 (735 kV)	1972	220 à 358	Déboisement initial
	1976	220 à 358	Application aérienne de piclorame granulé
	1983	220 à 358	Coupe manuelle sélective
	1987	220 à 358	Essai d'application aérienne de tebuthiuron
	1992	220 à 358	Coupe manuelle sélective
	1995	220 à 324	Pulvérisation aérienne
	1996	325 à 358	Pulvérisation aérienne
	2004	220 à 358	Coupe manuelle sélective
Intervention prévue pour 2009 (305 ha)			
7019 (735 kV)	1971	194 à 293	Déboisement initial
	1977	194 à 293	Application aérienne de piclorame granulé
	1983	194 à 293	Coupe manuelle sélective
	1988	194 à 293	Coupe manuelle sélective
	1994	194 à 293	Coupe manuelle sélective
	1998	194 à 293	Pulvérisation aérienne
Intervention prévue pour 2010 (430 ha)			
7004 (735 kV)	1969	240 à 385	Déboisement initial
	1972	292 à 386	Application aérienne de piclorame granulé
	1977	240 à 386	Application aérienne de piclorame granulé
	1983	240 à 386	Coupe manuelle sélective
	1987	240 à 271	Coupe manuelle sélective
	1987	330 à 371	Coupe manuelle sélective
	1988	272 à 303	Coupe manuelle sélective
	1989	304 à 386	Essai de pulvérisation aérienne
	1993	304 à 386	Coupe manuelle sélective
	1994	240 à 279	Coupe manuelle sélective
	1999	240 à 279	Pulvérisation aérienne
	1999	304 à 386	Pulvérisation aérienne

Circuit de référence	Année	Portées	Mode d'intervention
Intervention prévue pour 2011 (1 290 ha)			
7031 (735 kV)	1972	270 à 398	Déboisement initial
	1984	270 à 398	Coupe manuelle sélective
	1986	338 à 350	Essai application aérienne de tebuthiuron
	1986	370 à 396	Essai application aérienne de tebuthiuron
	1986	397 à 397	Essai de pulvérisation aérienne
	1989	350 à 369	Coupe manuelle sélective
	1991	270 à 398	Coupe manuelle sélective
	1996	270 à 350	Pulvérisation aérienne
	1996	370 à 398	Pulvérisation aérienne
	1997	351 à 369	Pulvérisation aérienne
7033 (735 kV)	1970	341 à 357	Déboisement initial
	1984	341 à 357	Coupe manuelle sélective
	1989	341 à 357	Coupe manuelle sélective
	1993	341 à 357	Coupe manuelle sélective
	1997	341 à 357	Pulvérisation aérienne
Intervention prévue pour 2012 (2 100 ha)			
7028 (735 kV)	1972	195 à 348	Déboisement initial
	1974	235 à 316	Application terrestre de piclorame granulé
	1980	195 à 348	Application aérienne de tebuthiuron
	1988	195 à 348	Coupe manuelle sélective
	1990	195 à 241	Essai de pulvérisation aérienne
	1992	242 à 260	Essai de pulvérisation aérienne
	1992	261 à 348	Coupe manuelle sélective
	1994	261 à 288	Pulvérisation aérienne
	1995	289 à 348	Pulvérisation aérienne
	2002	195 à 348	Pulvérisation aérienne
7031 (735 kV)	1972	101 à 269	Déboisement initial
	1987	101 à 269	Coupe manuelle sélective
	1991	101 à 269	Coupe manuelle sélective
	1997	101 à 269	Pulvérisation aérienne

Circuit de référence	Année	Portées	Mode d'intervention
Intervention prévue pour 2013 (765 ha)			
7004 (735 kV)	1969	19 à 144	Déboisement initial
	1974	18 à 60	Application aérienne de piclorame granulé
	1975	61 à 144	Application aérienne de piclorame granulé
	1980	18 à 83	Application aérienne de tebuthiuron
	1980	84 à 143	Application aérienne de piclorame granulé
	1987	18 à 55	Coupe manuelle sélective
	1988	55 à 143	Essai de pulvérisation aérienne
	1990	18 à 54	Essai de pulvérisation aérienne
	1993	18 à 144	Coupe manuelle sélective
	2002	18 à 144	Coupe manuelle sélective
2003	18 à 144	Pulvérisation aérienne	

L'effet de l'intervention mécanique cyclique sur le dynamisme des espèces incompatibles avec les emprises a été étudié notamment par Luken et coll. (1991), de l'Université Northern Kentucky. Les auteurs ont démontré que la densité des tiges dans les emprises traitées régulièrement par coupe avait doublé par rapport à celle des aires forestières adjacentes utilisées comme témoins. Ils ont également constaté que les espèces à reproduction végétative avaient tendance à dominer le couvert. Bramble et coll. (1990), dans une étude menée pour Philadelphia Electric Co., ont comparé l'efficacité de cinq traitements, dont deux de type mécanique et trois avec phytocides. Après trois ans, les méthodes faisant appel aux phytocides permettaient une bonne maîtrise de la végétation arborescente (réduction de la densité des tiges variant de 91 % à 57 %). Dans les lieux traités mécaniquement, la densité des tiges avait augmenté dans un cas de 4 % alors que, dans l'autre, le broutement par les cervidés avait entraîné une réduction de 41 %.

L'effet de la coupe sur des espèces à bourgeons adventifs et sur des tiges de faible diamètre a été étudié au Québec dans le cadre des programmes de reboisement du MER à partir de 1985 (F.R.D.F. inc., 1988). Les résultats ont montré, à l'instar des études américaines, une reprise vigoureuse des espèces à reproduction végétative issues de bourgeons adventifs. Cependant, les traitements mécaniques semblaient donner de meilleurs résultats en juin et en juillet qu'en mai ou en octobre. Une étude menée par F.R.D.F. (1987) pour Hydro-Québec a confirmé ce fait, les coupes pratiquées en juin et en juillet dans la partie méridionale du Québec ayant entraîné une production moindre de rejets, eux-mêmes de longueur sensiblement inférieure.

Une étude de l'efficacité des pulvérisations aériennes pour maîtriser la végétation dans cette région (Forêt Nouvelle, 1991) s'est penchée sur le dynamisme de la végétation des emprises visées après traitement aux phytocides (par voie aérienne et

terrestre) et après traitement mécanique réalisé en juillet. Les résultats de l'analyse comparative du traitement mécanique par rapport aux autres (13 mois après le traitement) indiquent clairement l'efficacité supérieure des traitements aux phytocides. La reprise de la végétation après une coupe, particulièrement par reproduction végétative, est la principale cause des différences observées, 38 % des tiges feuillues traitées mécaniquement ayant produit des rejets comparativement à moins de 3 % pour celles qui avaient fait l'objet de pulvérisations aériennes. Une étude récente menée depuis 2000 par la firme GENIVAR dans la région de Manic-2 (Côte-Nord) permet de constater que, deux ans après traitement, le recouvrement et la hauteur maximale de la strate végétale incompatible (arbres et arbustes hauts) sont nettement plus faibles avec le traitement au moyen de phytocides, appliqué par voie aérienne, qu'avec le traitement mécanique (Domingue et coll., 2004). On a observé dans les emprises traitées par voie aérienne depuis dix ans l'établissement d'une quantité importante de végétation compatible avec l'exploitation du réseau, composée principalement de plantes herbacées et d'arbustes bas. Grâce à l'implantation progressive de la végétation compatible, la superficie visée par le nouveau programme proposé pour 2007 à 2016 est passée de 7 500 à 5 500 ha par rapport au programme qui s'est déroulé de 1994 à 2004, soit une diminution de 25 %.

On constate également que la coupe répétée de la végétation dans les emprises de la Côte-Nord a des effets semblables à ceux qui ont été observés plus au sud, à savoir une augmentation marquée du dynamisme et de la densité des feuillus de lumière, ce qui crée un impact sur la fréquence et l'intensité des interventions requises pour maîtriser la végétation.

Cet effet paraît clairement à l'analyse des données (voir le tableau 4-2). Par exemple, dans le cas du circuit de référence 7031 situé plus au nord, le cycle d'intervention est passé de 12 ans avec la pulvérisation aérienne à 5 et à 7 ans entre deux coupes manuelles sélectives.

Ce phénomène est également observé plus au sud où, dans le cas du circuit 7004, les portées 330 à 371 ont été traitées à un intervalle de 4 ans (1983-1987), puis de 2 ans (1989) après des traitements mécaniques. Les portées 55 à 143 présentent cependant un cycle de retour de 5 ans (1975-1980), puis de 8 ans (1988), à la suite de traitements aériens, ce tronçon n'ayant pas subi de coupe depuis le déboisement initial en 1969.

Les conclusions présentées dans la documentation scientifique et dans les études réalisées à Hydro-Québec montrent clairement que les interventions mécaniques répétées dans les emprises de lignes de la Côte-Nord ne favorisent pas l'implantation de communautés végétales basses, compatibles avec l'exploitation du réseau.

4.3 Faune

La présente section porte sur les caractéristiques régionales de l'avifaune, de l'ichtyofaune et de la faune terrestre propres au territoire.

4.3.1 Avifaune

La plaine côtière offre le milieu le plus riche des quatre sous-régions physiographiques. Le littoral abrite une avifaune diversifiée. On y trouve des canards barboteurs et plongeurs, des oiseaux de mer, des oies et des bernaches. Les tourbières ombrotrophes à mares développées et les tourbières minérotrophes sont très utilisées comme aires de reproduction, d'élevage des jeunes et d'alimentation de la sauvagine (Environnement Illimité, 1980). En effet, leurs petits étangs se réchauffent rapidement, favorisant la croissance des invertébrés dont se nourrissent de nombreuses espèces d'oiseaux et leurs jeunes. En outre, la répartition des étangs de tourbière favorise l'isolement des couples reproducteurs.

La gélinotte huppée et le tétras du Canada sont facilement observables sur tout le territoire de la région, qui constitue également un milieu de nidification très important pour de multiples espèces de passereaux migrateurs.

4.3.2 Ichtyofaune

Les nombreux estuaires supportent plusieurs espèces de poissons d'intérêt sportif comme l'omble de fontaine anadrome (truite de mer), l'anguille, l'éperlan, le capelan et le saumon atlantique. Selon Faune Québec et la Fédération québécoise pour le saumon atlantique (2005), on dénombre cinq rivières à saumon entre le Saguenay et la limite est du territoire couvert par le programme de pulvérisation aérienne, soit les rivières aux Anglais, Mistassini, Franquelin, Godbout et de la Trinité. De plus, l'omble de fontaine et l'éperlan utilisent en grand nombre les étangs accessibles des milieux humides (Environnement Illimité, 1980 ; Marsan, 1979).

Les plans d'eau intérieurs supportent des espèces piscicoles dites sportives, notamment l'omble de fontaine (souvent appelé truite mouchetée), qui est l'espèce la plus commune. Le touladi (truite grise) et le grand corégone sont aussi présents dans la région. L'omble chevalier d'eau douce et la ouananiche cohabitent avec l'omble de fontaine dans quelques lacs et le grand brochet fréquente principalement les plus grands lacs.

4.3.3 Faune terrestre

Dans l'ensemble, les mammifères les plus facilement observables sur le territoire à l'étude sont l'orignal, le lièvre d'Amérique, la martre d'Amérique, le porc-épic, l'ours noir, le renard roux et le castor, ce dernier faisant l'objet d'un piégeage contrôlé ou réservé. Les caribous forestiers, en petit nombre, fréquentent la zone de la pessière noire. Les sections élargies des vallées des principales rivières et celles où les cours d'eau sont en méandres abritent une faune plus diversifiée que les plateaux grâce à une plus grande variété de types forestiers et d'écotones.

4.4 Espèces floristiques et fauniques à statut particulier

Des espèces floristiques et fauniques à statut particulier sont susceptibles de se trouver dans les emprises visées par le programme.

La zone d'étude compte de 484 km d'emprises, soit une superficie de 73,8 km² (voir la carte 4-1). Les coordonnées géographiques du centre de la zone d'étude sont 49°42'43'' N et 68°06'28'' O.

Les emprises de lignes, comme celles qui sont visées par le projet, sont des milieux perturbés ayant déjà fait l'objet de travaux majeurs tels que la construction de la ligne, la circulation de la machinerie, la réparation d'équipements mis en place, l'excavation à plusieurs endroits ainsi que les travaux antérieurs de maîtrise de la végétation avec des phytocides. Par conséquent, il s'agit non plus de milieux naturels, mais bien de sites ayant déjà été modifiés de façon importante.

4.4.1 Espèces floristiques

4.4.1.1 Espèces floristiques potentiellement présentes

Selon le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), aucune espèce floristique menacée, vulnérable ou susceptible d'être ainsi désignée n'est répertoriée au Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) pour les emprises de la zone d'étude. Quatre espèces floristiques susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables pourraient néanmoins être présentes : la corallorhize striée variété striée (*Corallorhiza striata* var. *striata*), l'épervière de Robinson (*Hieracium robinsonii*), l'HUDSONIE tomenteuse (*Hudsonia tomentosa*) et le troscart de la Gaspésie (*Triglochin gaspense*) (Vincent Piché, MDDEP, communication personnelle, 29 juillet 2005 dans GENIVAR 2005). Le tableau 4-3 présente les habitats de ces espèces.

Tableau 4-3 : Habitats des espèces floristiques à statut particulier potentiellement présentes dans la zone d'étude.

Espèce	Habitat
Corallorhize striée variété striée	Forêts de conifères, mixtes ou de feuillus, cédrières marécageuses, marécages à thuya. Sur calcaire ou dolomie.
Épervière de Robinson	Rivages rocheux ou graveleux.
Hudsonie tomenteuse	Clairières de pinèdes grises et bleuetières sur dunes ou sur terrasses de sables remaniées par le vent. Dunes en bordure de la mer.
Troscart de la Gaspésie	Marais salés, généralement au fond des baies protégées, sur des dépôts de limon mélangé à du sable fin ou à de l'argile.

Deux des quatre espèces considérées comme potentiellement présentes dans la zone d'étude ne pourraient vraisemblablement pas être touchées par les activités de pulvérisation aérienne de phytocides. Ainsi, le troscart de la Gaspésie est susceptible de se retrouver dans les marais salés en bordure de l'estuaire, donc à l'extérieur des emprises. L'épervière de Robinson, quant à elle, se retrouve généralement sur les rivages rocheux ou graveleux, donc à proximité de rivières ou de ruisseaux. Or, ces habitats sensibles sont protégés par une zone d'exclusion et ils ne feront l'objet d'aucune application de phytocides et seront traités par coupe mécanique.

En ce qui concerne la corallorhize striée variété striée et l'HUDSONIE TOMENTEUSE, deux espèces qui colonisent des habitats terrestres, elles peuvent être considérées comme potentiellement présentes dans les secteurs qui feront l'objet de l'intervention avec phytocides.

4.4.1.2 Espèces floristiques à statut particulier

Corallorhize striée variété striée

L'application aérienne de phytocides ne devrait pas toucher directement la corallorhize striée variété striée si elle est présente dans les emprises de la zone d'étude, puisque cette espèce appartient à la classe des monocotylédones et que les phytocides utilisés ciblent spécifiquement les dicotylédones. Toutefois, comme la plupart des orchidées, cette espèce est très sensible aux modifications de son habitat et il est possible qu'elle soit absente des sections d'emprises visées, car ces dernières ont été perturbées à plusieurs reprises dans le cadre des travaux de maintenance.

D'autre part, les spécimens qui pourraient se retrouver dans les marécages de l'emprise ne seront pas affectés par l'application de phytocides en raison de la présence de zones d'exclusion autour des habitats sensibles que sont les marécages.

Hudsonie tomenteuse

La présence de l'HUDSONIE TOMENTEUSE dépend principalement de celle d'habitats potentiels dans les emprises faisant l'objet des traitements et, dans une moindre mesure, en bordure de celles-ci. L'HUDSONIE TOMENTEUSE, de la classe des dicotylédones, pourrait potentiellement être affectée par l'application des phytocides si des bleuetières naturelles sur substrat sableux sont établies dans les emprises, car ces dernières en constituent un habitat potentiel.

Par contre, il faut aussi considérer que la modification des habitats de l'HUDSONIE TOMENTEUSE peut également affecter indirectement sa survie. Ainsi, compte tenu que les emprises sont des milieux déjà perturbés, notamment par la construction même de la ligne de transport d'énergie, par les travaux réguliers de maintenance et par les traitements antérieurs de maîtrise de la végétation avec des phytocides, les

probabilités d'y trouver des spécimens d'udsonie tomenteuse sont relativement faibles.

4.4.2 Espèces fauniques

4.4.2.1 Espèces fauniques potentiellement présentes

Le CDPNQ indique que sept espèces fauniques menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées ont été observées dans les secteurs visés par le projet de pulvérisation aérienne de phytocides ou à l'intérieur du périmètre d'influence de ce dernier (Louis Mathieu, MRNF, communication personnelle, 5 août 2005 dans GENIVAR, 2005). Le tableau 4-4 présente ces espèces avec leurs habitats. Parmi celles-ci, cinq peuvent être considérées comme potentiellement présentes dans les emprises à l'étude : le campagnol des rochers (*Microtus chrotorrhinus*), le campagnol-lemming de Cooper (*Synaptomys cooperi*), la chauve-souris rousse (*Lasiurus borealis*), le faucon pèlerin anatum (*Falco peregrinus anatum*) et la musaraigne pygmée (*Microsorex hoyi*). Le faucon pèlerin anatum bénéficie du statut provincial d'espèce vulnérable en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* et est considéré comme une espèce menacée à l'échelle canadienne en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (MRNF, 2005 ; COSEPAC, 2004).

Selon la banque de données à la base de l'*Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec*, gérée par la Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent (SHNVSL), 13 espèces d'amphibiens et de reptiles ont été répertoriées dans le secteur de la Côte-Nord approximativement englobé par le bloc 65°05'03" O, 70°15'45" O, 49°11'59" N et 51°30'37" N et le bloc 69°13'49" O, 70°12'57" O, 48°55'19" N et 48°19'54" N. Ces deux blocs constituent le territoire au sein duquel sont situées les six lignes de transport d'électricité concernées (David Rodrigue, SHNVSL, communication personnelle, 17 août 2005 dans GENIVAR, 2005). Toutefois, aucune de ces espèces n'est considérée comme menacée, vulnérable ou susceptible d'être ainsi désignée (MRNF, 2005). À noter que la région de la Côte-Nord n'est que très peu inventoriée en ce qui a trait à l'herpétofaune et qu'il demeure possible, bien que peu probable, d'y retrouver certaines espèces à statut particulier (David Rodrigue, SHNVSL, communication personnelle, 17 août 2005 dans GENIVAR, 2005).

La banque de données de l'*Atlas des oiseaux nicheurs du Québec*, gérée par l'Association québécoise des groupes d'ornithologues (AQGO), révèle que trois espèces à statut particulier nichent à l'intérieur d'une bande de 300 m de part et d'autre des emprises et sont donc potentiellement présentes dans la zone d'étude, soit le faucon pèlerin anatum ainsi que l'arlequin plongeur et le garrot d'Islande, ces deux dernières espèces étant susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables (Pierre Fradette, AQGO, communication personnelle, 11 août 2005 dans GENIVAR, 2005 ; MRNF, 2005). Le tableau 4-4 présente les habitats de ces espèces.

Tableau 4-4 : Habitats des espèces fauniques à statut particulier potentiellement présentes dans la zone d'étude

Espèce	Habitat
Avifaune	
Arlequin plongeur ^a	Nidification au sol, à proximité de rivières ou de ruisseaux aux eaux claires et turbulentes, rarement à plus de 5 m de l'eau. Alimentation dans les rapides de ces cours d'eau. Côtes marines en dehors de la période de reproduction.
Faucon pèlerin anatum ^{b,c}	Nidification sur des falaises souvent voisines d'un plan d'eau ou, en milieu urbain, sur des structures élevées (ponts, immeubles, tours). Chasse en survol de grands espaces libres tels que les cours d'eau, les marais, les plages, les vasières et les champs.
Garrot d'Islande ^a	Nidification en haute altitude, dans des cavités naturelles ou artificielles (bouleau blanc, peuplier faux-tremble, falaises), à proximité (parfois jusqu'à 3 km) de petits lacs sans poisson situés à la tête des rivières.
Mammifères	
Campagnol des rochers ^a	Falaises et affleurements rocheux, abords de clairières dans les régions montagneuses, près des talus humides, entre les rochers couverts de mousse et près des points d'eau.
Campagnol-lemming de Cooper ^a	Tourbières à sphaignes et à éricacées, marais herbeux, forêts mixtes qui entourent les tourbières.
Chauve-souris rousse ^a	Milieux forestiers, clairières, orée des bois.
Musaraigne pygmée ^a	Terrains humides tels que les tourbières et les marécages ainsi que dans les zones herbeuses à proximité des cours d'eau.

a. Espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec.

b. Espèce vulnérable au Québec.

c. Espèce menacée au Canada.

Sources : MRNF, 2005 ; Gauthier et Aubry, 1995 ; Prescott et Richard, 1996.

Parmi les espèces potentiellement présentes dans la zone d'étude, la musaraigne pygmée et le campagnol-lemming de Cooper ne seront pas susceptibles d'être affectés par le projet, car leur habitat se limite aux milieux humides (marais, marécages, tourbières) ou aux forêts adjacentes. Or, les milieux humides seront protégés par une zone d'exclusion qui ne fera pas l'objet de pulvérisation aérienne de phytocides. De même, l'arlequin plongeur qui niche rarement à plus de 5 m du cours d'eau où il s'alimente, ne sera vraisemblablement pas affecté par le projet (Gauthier et Aubry, 1995).

En ce qui concerne les amphibiens et les reptiles à statut particulier, aucun n'a été observé dans les emprises ou à proximité de celles-ci. De plus, les espèces de l'herpétofaune affectionnent les habitats situés à proximité des plans d'eau ou des milieux humides, qui seront protégés par une zone d'exclusion.

4.4.2.2 Espèces fauniques à statut particulier

La présente section ne documente pas l'aspect écotoxicologique des phytocides utilisés, notamment leur effet sur les espèces animales présentes dans les habitats visés (accumulation dans les tissus, incidence sur la capacité de reproduction et sur les systèmes nerveux, endocrinien et immunitaire) ou encore leur innocuité pour ces espèces. Cet aspect est examiné dans le chapitre 10.

4.4.2.3 Avifaune

Faucon pèlerin anatum

L'application aérienne de phytocides ne devrait pas perturber la nidification du faucon pèlerin anatum, car cette espèce niche dans les falaises, un habitat qui n'est pas visé par le traitement de la végétation. Toutefois, les emprises représentent des milieux ouverts pouvant être utilisés comme site d'alimentation par l'espèce. L'impact de l'application de phytocides dépend principalement des effets écotoxicologiques des phytocides sur l'espèce et sur ses proies. À noter que le faucon pèlerin anatum chasse surtout des oiseaux et, à l'occasion, des mammifères. Dans les régions boisées, la majeure partie de son régime alimentaire est constituée de gros passereaux comme le pic flamboyant et le geai bleu (Gauthier et Aubry, 1995).

Garrot d'Islande

Le garrot d'Islande niche principalement dans des arbres ou des falaises. Or, les emprises traitées ne comportent généralement pas de végétation haute ni de falaises. Seuls les arbres en bordure de l'emprise, dans la mince bande qui pourrait être exposée aux phytocides, sont susceptibles d'abriter cette espèce si un lac dépourvu de poissons et situé à la tête d'une rivière se trouve à moins de 3 km. En effet, de tels lacs sont susceptibles d'être très productifs en invertébrés, nourriture prisée par le garrot d'Islande (Savard, 1982a, 1984a dans Gauthier et Aubry, 1995). Ces milieux aquatiques constituent des habitats sensibles protégés par une zone d'exclusion. Étant donné la précision de l'application des phytocides et le type d'habitat particulier que privilégie l'espèce, il est très peu probable que le garrot d'Islande soit affecté par les travaux.

4.4.2.4 Mammifères

Campagnol des rochers

La pulvérisation aérienne de phytocides pourrait affecter le campagnol des rochers si des affleurements rocheux ou des clairières en zone montagneuse sont présents dans les emprises ou en bordure de celles-ci et si les phytocides utilisés comportent des risques d'atteinte à la santé de ce petit mammifère. Le chapitre 10, qui concerne l'écotoxicologie traite de cet aspect. Dans les milieux humides et près des points

d'eau, l'espèce ne sera pas perturbée étant donné l'établissement d'une zone d'exclusion en bordure de ces milieux.

Chauve-souris rousse

Le jour, la chauve-souris rousse séjourne généralement dans le feuillage des arbres ou dans les arbres creux, à l'abri de la lumière et des prédateurs. Il est peu probable que la chauve-souris rousse utilise intensément la strate arborescente de la végétation présente dans l'emprise, qui varie d'une hauteur de 1 à 1,5 m, car elle s'y trouverait très exposée aux prédateurs. La nuit, la chauve-souris rousse explore un espace situé entre 6 et 15 m au-dessous du sol, mais elle peut aussi cueillir les insectes au sol ou sur le feuillage (Beaudin et coll., 1983). En somme, l'impact de l'application aérienne de phytocides sur la chauve-souris rousse dépend surtout des incidences écotoxicologiques du produit sur ses proies. Enfin, il faut noter que la chauve-souris rousse migre vers le sud au début de septembre et revient sous nos latitudes vers la fin mai (Beaudin et coll., 1983).

4.4.3 Sommaire des constatations

Nous avons recensé deux espèces floristiques et quatre espèces fauniques susceptibles d'être présentes dans la zone de pulvérisation aérienne de phytocides (emprises et bordures). L'application aérienne exclut les habitats sensibles (milieux humides et aquatiques) qui sont protégés par une zone d'exclusion.

Les deux espèces floristiques sont la corallorhize striée variété striée et l'udsonie tomenteuse. Dans les secteurs soumis à l'application de phytocides par voie aérienne, les habitats qui pourraient abriter ces espèces sont les suivants :

- les forêts de conifères, mixtes ou de feuillus présentes de part et d'autre des emprises (corallorhize striée variété striée) ;
- les bleuétières sur un substrat sableux dans les emprises et en bordure de celles-ci (udsonie tomenteuse) ;
- les clairières de pinèdes grises en bordure de l'emprise (udsonie tomenteuse).

Les espèces fauniques sont le faucon pèlerin anatum, le garrot d'Islande, le campagnol des rochers et la chauve-souris rousse. Les habitats faisant l'objet du traitement avec des phytocides et susceptibles d'abriter ces espèces sont les suivants :

- les emprises (alimentation du faucon pèlerin anatum) ;
- les milieux boisés en bordure des emprises, à moins de 3 km d'un lac sans poissons situé à la tête d'une rivière (garrot d'Islande) ;
- les affleurements rocheux et les clairières en zone montagneuse, dans les emprises ou en bordure de celles-ci (campagnol des rochers) ;
- les milieux arbustifs et forestiers, dans les emprises ou en bordure de celles-ci (chauve-souris rousse).

Nous concluons donc ce qui suit :

- il existe, dans la région concernée, des espèces végétales et animales rares et menacées ;
- toutefois, les milieux visés sont non des milieux naturels, mais bien des secteurs perturbés par la construction de la ligne (incluant des travaux d'excavation), par des activités de maintenance et par des travaux antérieurs de maîtrise de la végétation avec des phytocides ;
- les zones les plus susceptibles d'être affectées sont les forêts adjacentes aux emprises ;
- le procédé d'application aérienne de phytocides est calibré de façon à ne pas avoir d'impact sur la bande forestière latérale ;
- les milieux humides, comme les cours d'eau et les plans d'eau, sont protégés par une zone d'exclusion où aucun phytocide ne sera appliqué ;
- le faucon pèlerin anatum, la chauve-souris rousse et leurs proies pourraient potentiellement être contaminés par l'application aérienne de phytocides ; il est question des risques écotoxicologiques associés à l'utilisation de phytocides par voie aérienne au chapitre 10.

4.5 Éléments sensibles du milieu

Avant tous les travaux de maîtrise de la végétation, qu'ils soient réalisés de façon mécanique ou à l'aide de phytocides, Hydro-Québec caractérise le milieu afin d'en recenser les différentes composantes de façon à protéger les éléments environnementaux susceptibles d'être perturbés lors des travaux.

4.5.1 Éléments sensibles prioritaires

La très grande majorité (plus de 90 %) des éléments sensibles situés dans les emprises de lignes de transport, notamment sur la Côte-Nord, correspondent à de petits cours d'eau de 3 m et moins de largeur. Les autres éléments sensibles les plus courants consistent en des sources d'approvisionnement en eau potable, des cultures, des habitats fauniques désignés, etc.

L'approche retenue vise en priorité des objectifs de protection à atteindre, plutôt qu'une normalisation très stricte des méthodes à employer. Ainsi on favorisera le développement de nouvelles technologies et de nouvelles stratégies qui seront plus techniquement performantes afin de mieux protéger l'environnement pendant les travaux de maîtrise de la végétation. Les normes minimales prévues par le *Code de gestion des pesticides* sont en tout temps respectées mais, dans la plupart des cas, les restrictions imposées sont plus rigoureuses que celles préconisées par celui-ci.

Par exemple, dans le cas d'une application de phytocides, la mise en place de zones d'exclusion a pour objectif de contenir les phytocides appliqués dans les sections d'emprises concernées et d'éviter la contamination des éléments sensibles.

4.5.2 Définition des éléments sensibles et objectifs de protection

Avant de mettre en œuvre tout programme de maîtrise de la végétation, Hydro-Québec définit et situe les éléments sensibles se trouvant dans les secteurs où seront effectués les travaux. Voici ces éléments sensibles :

4.5.2.1 Cours d'eau ou plan d'eau

Définition : Lac, réservoir, étang, fleuve, canal, rivière, ruisseau, marais, marécage de largeur variable qui n'alimente pas de piscicultures, d'étangs piscicoles, de rivières à saumon ou tout autre cours d'eau classé comme particulièrement sensible. Le cours d'eau peut être permanent ou intermittent.

Objectif de protection : Assurer l'intégrité de la nature des berges des cours d'eau de même que la qualité de l'eau en vue de la protection de la vie aquatique et de l'eau potable.

4.5.2.2 Rivière à saumon, frayère reconnue, cours d'eau alimentant directement une station piscicole ou un étang de pêche

Définition : Rivière à saumon selon la définition établie dans les règlements de Faune Québec ou rivière qui supporte des populations de saumons anadromes ; station ou étang piscicole ; pisciculture ou frayère reconnue désignée par Faune Québec ; étang de pêche.

Objectif de protection : Préserver la qualité de l'eau pour la vie aquatique.

4.5.2.3 Refuge faunique, réserve faunique nationale, réserve écologique, refuge d'oiseaux migrateurs, aire de repos protégée pour la sauvagine, forêt expérimentale, autre lieu reconnu d'intérêt scientifique

Définition : Territoire réservé par le gouvernement fédéral ou provincial en vertu d'une loi, en vue d'étudier, de conserver et de faire connaître des espèces animales ou végétales.

Objectif de protection : Garantir une protection maximale de ce type de territoire circonscrit par la loi et particulièrement valorisé par la population.

4.5.2.4 Immeuble protégé (habitation, terrain en milieu urbain, etc.)

Définition (selon le *Code de gestion des pesticides*) : 1) Terrain bâti dans un périmètre d'urbanisation déterminé par un schéma d'aménagement ou un schéma métropolitain d'aménagement et de développement, à l'exception d'un terrain zoné par l'autorité municipale à des fins industrielles. 2) L'un des bâtiments suivants situés hors du périmètre d'urbanisation, ainsi que la bande de 30 m sur le pourtour de l'un

de ces bâtiments et appartenant au propriétaire : a) bâtiment servant d'habitation sauf chalet en forêt, b) édifice public administratif ou commercial, c) établissement d'hébergement touristique. 3) Terrain a) d'un centre récréatif, de loisir, sportif ou culturel, b) d'une base de plein air ou d'un centre d'interprétation de la nature, c) d'un établissement de camping, d) d'un parc municipal ou d'une plage publique, e) d'un club de golf, f) d'une réserve écologique, g) d'un parc provincial ou fédéral.

Objectif de protection : Minimiser l'impact visuel des travaux sur la végétation et les risques de contamination des sites désignés « immeubles protégés ».

4.5.2.5 Pente sensible à l'érosion, ravin, rivière encaissée

Définition : Une pente est jugée sensible à l'érosion à la lumière de la connaissance de la nature des dépôts meubles et de l'interprétation des pentes, le tout appuyé sur une connaissance adéquate du milieu.

Objectif de protection : Préserver les cours d'eau et les plans d'eau situés au bas de ces pentes contre l'apport de sédiments (élimination de toute la végétation) engendrant de la turbidité ou le colmatage de frayères.

4.5.2.6 Culture biologique accréditée ou en voie de l'être

Définition : Culture effectuée sans l'usage de pesticide. Cette culture peut être accréditée par un organisme reconnu ou en voie de l'être.

Objectif de protection : Assurer l'intégrité de la culture.

4.5.2.7 Culture sensible

Définition : Aire cultivée, serre, potager, pépinière, etc. d'une grande sensibilité aux phytocides (tabac, culture maraîchère, plantes, arbres et arbustes ornementaux, arbres fruitiers, céréales, pommes de terre, bleuets et autres petits fruits, etc.).

Objectif de protection : Éviter la perte ou la malformation des plantes cultivées en éliminant les risques de contamination de ces sites, causés particulièrement par la dérive des phytocides.

4.5.2.8 Grande culture

Définition : Aire cultivée ou pâturage constitué de plantes de faible sensibilité aux divers phytocides (ex. : fourrages, graminées, légumineuses, etc.).

Objectif de protection : Éviter la perte ou la malformation des plantes cultivées en éliminant les risques de contamination de ces cultures, causés particulièrement par la dérive des phytocides.

4.5.2.9 Source d'alimentation en eau potable

Définition : Prise d'eau municipale de surface ou souterraine, prise d'eau privée de fort ou de faible débit, servant à l'alimentation de maisons, de bâtiments ou à des fins agricoles (irrigation, arrosage).

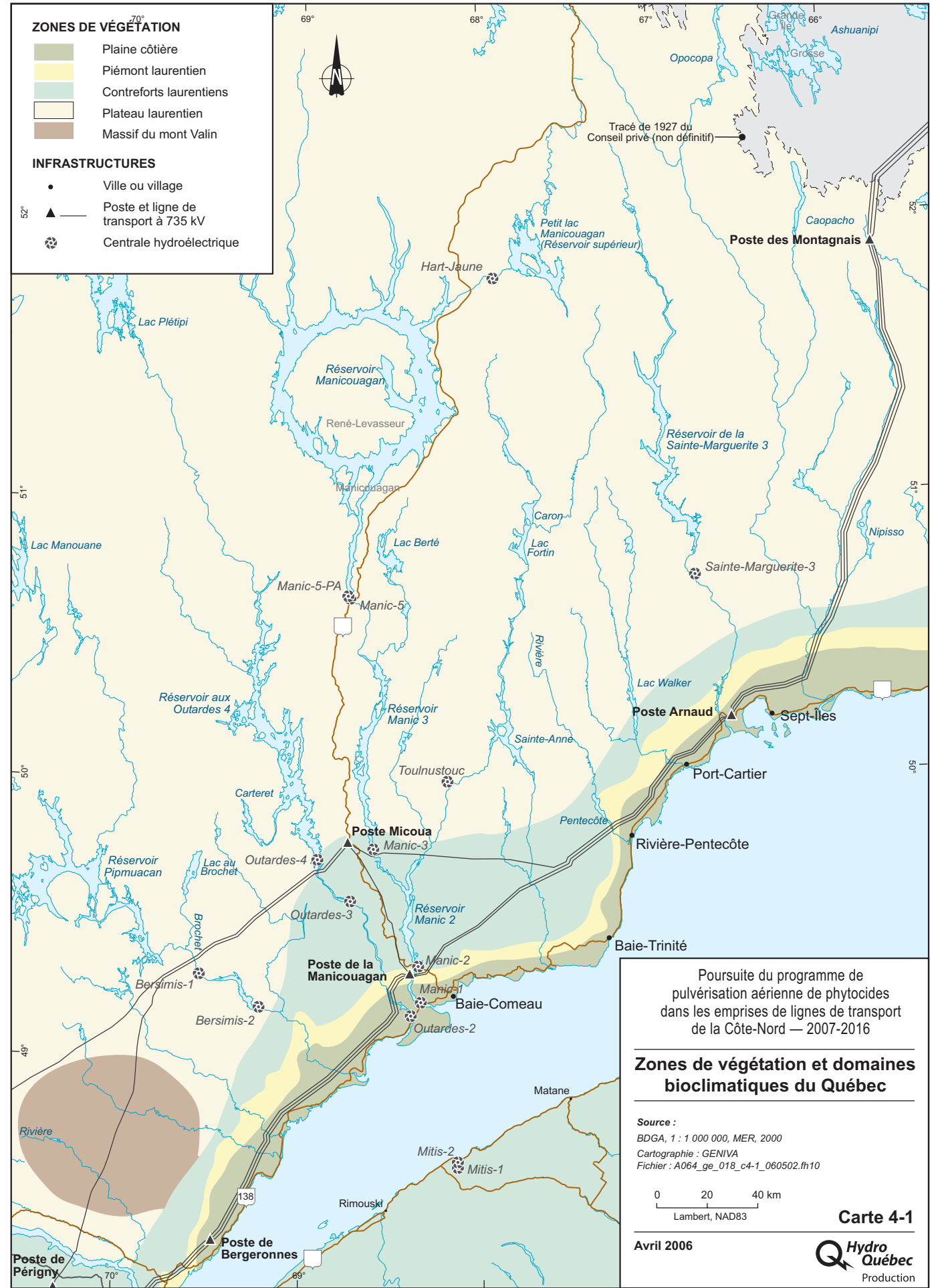
Objectif de protection : Assurer la qualité de ces sources d'alimentation en eau potable.

ZONES DE VÉGÉTATION

- Plaine côtière
- Piémont laurentien
- Contreforts laurentiens
- Plateau laurentien
- Massif du mont Valin

INFRASTRUCTURES

- Ville ou village
- Poste et ligne de transport à 735 kV
- Centrale hydroélectrique



Poursuite du programme de pulvérisation aérienne de phytocides dans les emprises de lignes de transport de la Côte-Nord — 2007-2016

Zones de végétation et domaines bioclimatiques du Québec

Source :
 BDGA, 1 : 1 000 000, MER, 2000
 Cartographie : GENIVA
 Fichier : A064_ge_018_c4-1_060502.fr10



Avril 2006

Hydro Québec
 Production

Carte 4-1

Bohier

Onistagane

Lac Saint-Jean

Roberval Alma

Lac Kénogami

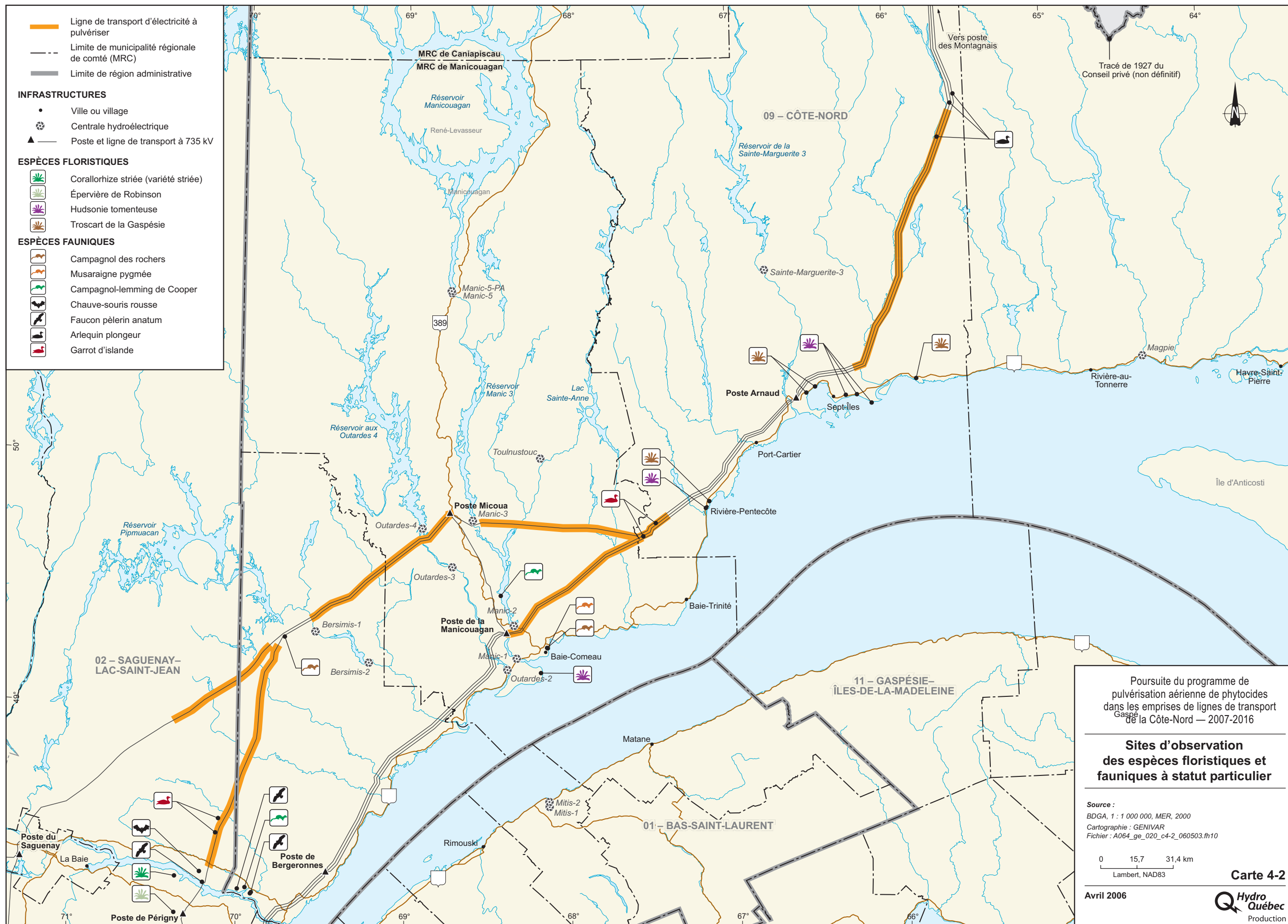
La Baie

Île Verte

QUÉBEC
 NOUVEAU-BRUNSWICK

Campbellton

Baie des



- Ligne de transport d'électricité à pulvériser
 - Limite de municipalité régionale de comté (MRC)
 - Limite de région administrative
- INFRASTRUCTURES**
- Ville ou village
 - Centrale hydroélectrique
 - Poste et ligne de transport à 735 kV
- ESPÈCES FLORISTIQUES**
- Corallorhize striée (variété striée)
 - Épervière de Robinson
 - Hudsonie tomenteuse
 - Troscart de la Gaspésie
- ESPÈCES FAUNIQUES**
- Campagnol des rochers
 - Musaraigne pygmée
 - Campagnol-lemming de Cooper
 - Chauve-souris rousse
 - Faucon pèlerin anatum
 - Arlequin plongeur
 - Garrot d'islande

Poursuite du programme de pulvérisation aérienne de phytocides dans les emprises de lignes de transport de la Côte-Nord — 2007-2016

Sites d'observation des espèces floristiques et fauniques à statut particulier

Source :
BDGA, 1 : 1 000 000, MER, 2000
Cartographie : GENIVAR
Fichier : A064_ge_020_c4-2_060503.fr10

0 15,7 31,4 km
Lambert, NAD83

Carte 4-2
 Production

Avril 2006

Roberval Alma

5 Modes d'intervention de maîtrise de la végétation dans les emprises de lignes de transport

5.1 Modes d'intervention possibles

5.1.1 Interventions mécaniques

5.1.1.1 Coupe manuelle

La coupe manuelle consiste à ramener à une hauteur de moins de 10 cm, à l'aide de débroussailleuses portatives, de scies à chaîne ou d'autres outils semblables ou à main, la végétation incompatible avec l'exploitation du réseau de transport (arbres et arbustes dont la hauteur à maturité dépasse 4 m). Les espèces compatibles (herbacées, arbustes bas, etc.) sont préservées.

Photo 5-1 : Coupe manuelle



Les débris de coupe sont généralement laissés épars sur le sol, mais d'autres traitements, comme le brûlage, le déchiquetage, etc., peuvent être appliqués dans certaines circonstances précises.

Ce mode suppose par ailleurs de nombreuses traversées à gué de cours d'eau avec des véhicules tout-terrain (VTT) ou le transport des équipes par hélicoptère.

Cette intervention est possible pendant une bonne partie de l'année à condition que la couche de neige au sol ne dépasse pas 10 cm d'épaisseur. Dans certaines situations particulières (milieux humides, milieux très sensibles, etc.), une coupe en période hivernale est réalisable et la limite de 10 cm de neige au sol ne s'applique alors pas.

5.1.1.2 Coupe motorisée

La coupe motorisée consiste à ramener à une hauteur de moins de 10 cm, à l'aide de porteurs à roues ou à chenilles munis de systèmes de coupe à lames horizontales ou verticales, la végétation incompatible avec l'exploitation du réseau de transport (arbres et arbustes dont la hauteur à maturité dépasse 4 m). Cette intervention étant non sélective, une attention particulière doit être accordée à la préservation des espèces compatibles (herbacées, arbustes bas, etc.) là où il n'est pas nécessaire de procéder à la coupe. De plus, une intervention complémentaire de coupe manuelle est normalement nécessaire autour des supports et des haubans, et ce, en plus du passage de l'équipement motorisé.

Photo 5-2 : Coupe motorisée



Les débris de coupe ne peuvent excéder 50 cm de longueur et sont laissés épars sur le sol dans l'emprise.

Ce mode suppose par ailleurs de nombreuses traversées à gué de cours d'eau avec des porteurs sur roues ou sur chenilles.

Cette intervention est possible pendant une bonne partie de l'année à condition que la couche de neige au sol ne dépasse pas 10 cm d'épaisseur. Dans certaines situations particulières (milieux humides, milieux très sensibles, etc.), une coupe en période hivernale est réalisable et la limite de 10 cm de neige au sol ne s'applique alors pas. Par contre, selon le type de porteur employé, le caractère approprié de cette intervention peut être limité par la topographie, l'accessibilité ou le drainage.

5.1.1.3 Fauchage

Le fauchage consiste à ramener à une hauteur de moins de 15 cm, à l'aide d'équipements de tonte motorisés, la végétation herbacée. Cette intervention est principalement pratiquée en milieu agricole ou résidentiel, sur les terrains qui sont la propriété d'Hydro-Québec ou à l'égard desquels l'entreprise détient une servitude et où des plantes herbacées ont été préalablement semées.

Les débris sont généralement laissés épars sur le sol.

Cette intervention est possible en période estivale, pendant la croissance des espèces herbacées visées. Selon le dynamisme de celles-ci, elle doit être réalisée annuellement et peut avoir à être répétée de deux à quatre fois. Cette méthode sert notamment à maîtriser l'herbe à poux.

Photo 5-3 : Fauchage



5.1.1.4 Annelage

Cette méthode très sélective est rarement utilisée. Elle consiste à anneler l'arbre à deux endroits au moyen d'un outil conçu à cette fin de façon à empêcher la sève de l'arbre de circuler dans la tige. Une fois qu'il est annelé, l'arbre dépérit peu à peu et finit par mourir. L'intervention doit porter sur des arbres d'au moins 15 cm de diamètre.

Ce mode peut convenir à des sites (p. ex. zones d'exclusion) où l'abattage est rendu difficile par la présence de gros arbres et s'assortit d'un risque d'endommagement des arbres voisins ainsi que là où la quantité de tiges à traiter est très faible.

Photo 5-4 : Annelage



5.1.2 Interventions à l'aide de phytocides

5.1.2.1 Injection

L'injection consiste à implanter, à travers l'écorce des tiges des espèces végétales incompatibles avec l'exploitation du réseau de transport (arbres et arbustes dont la hauteur à maturité dépasse 4 m), des capsules contenant un phytocide à l'aide d'une lance d'injection (ex. Ez-Ject®). Cette intervention vise à contrer la production de rejets ou de drageons des espèces feuillues. Elle est principalement utilisée dans les zones vertes ou les zones d'exclusion où une intervention très sélective est requise, mais peut aussi convenir là où la densité de la végétation à traiter est très faible.

Photo 5-5 : Injection



L'injection peut cibler les tiges elles-mêmes ou les souches des tiges fraîchement traitées par coupe manuelle.

Cette intervention est possible toute l'année.

5.1.2.2 Application basale

L'application basale consiste à pulvériser une solution peu diluée de phytocide sur la partie basale des tiges des espèces végétales incompatibles avec l'exploitation du réseau de transport (arbres et arbustes dont la hauteur à maturité dépasse 4 m) à l'aide d'un pulvérisateur dorsal de faible volume manœuvré par un travailleur spécialisé. Cette intervention vise à contrer la production de rejets de souche ou de drageons des espèces feuillues. Elle est principalement utilisée dans les zones où une intervention très sélective est requise, mais peut aussi convenir là où la densité de la végétation à traiter est très faible.

Ce mode suppose par ailleurs de nombreuses traversées à gué de cours d'eau avec des VTT.

Cette intervention est possible toute l'année.

Photo 5-6 : Application basale



5.1.2.3 Pulvérisation à faible débit sur le feuillage et les tiges

Cette intervention consiste à appliquer une solution diluée de phytocide sur le feuillage et les tiges des espèces végétales incompatibles avec l'exploitation du réseau de transport (arbres et arbustes dont la hauteur à maturité dépasse 4 m). Il s'agit d'une intervention manuelle sélective réalisée à l'aide de pulvérisateurs dorsaux de faible volume manœuvrés par des travailleurs spécialisés. Cette intervention vise à contrer la production de rejets ou de drageons des espèces feuillues. Elle est principalement utilisée dans les zones où une intervention très sélective est requise, mais peut aussi convenir là où la densité de la végétation à traiter est très faible.

Photo 5-7 : Pulvérisation à faible débit



Ce mode suppose par ailleurs de nombreuses traversées à gué de cours d'eau avec des VTT.

Cette intervention n'est possible que lorsque les feuilles des espèces incompatibles ont atteint leur pleine expansion et avant que les tiges entrent en période de dormance hivernale (aoûtement). Au Québec, selon le lieu des travaux, la période d'application s'échelonne de la fin mai à la fin août.

5.1.2.4 Pulvérisation à fort débit sur le feuillage et les tiges

Cette intervention consiste à appliquer uniformément une solution diluée de phytocide sur le feuillage et les tiges des espèces végétales incompatibles avec l'exploitation du réseau de transport (arbres et arbustes dont la hauteur à maturité dépasse 4 m). Il s'agit d'une intervention sélective réalisée à l'aide de lances ou de rampes de pulvérisation, d'une pompe et d'un réservoir de fort volume montés sur un porteur motorisé à roues ou à chenilles. Ces équipements sont manœuvrés par des travailleurs spécialisés. Cette intervention vise à contrer la production de rejets ou de drageons des espèces feuillues.

Ce mode suppose par ailleurs de nombreuses traversées à gué de cours d'eau avec des VTT et des porteurs tout terrain.

Cette intervention n'est possible que lorsque les feuilles des espèces incompatibles ont atteint leur pleine expansion et avant que les tiges entrent en période d'aoûtement. Au Québec, selon le lieu des travaux, la période d'application s'échelonne de la fin mai à la fin août. La topographie et le drainage du terrain doivent de plus convenir à la circulation de véhicules à chenilles.

Photo 5-8 : Pulvérisation à fort débit



5.1.2.5 Pulvérisation aérienne

Cette intervention consiste à appliquer uniformément une solution diluée de phytocide sur le feuillage et les tiges des espèces végétales incompatibles avec l'exploitation du réseau de transport (arbres et arbustes dont la hauteur à maturité dépasse 4 m). Il s'agit d'une intervention sélective réalisée à l'aide d'un hélicoptère muni d'un réservoir, d'une rampe de pulvérisation et d'un système de guidage par GPS circulant sous les conducteurs, à faible altitude à une vitesse d'environ 50 km/h. Ce mode d'intervention est utilisé dans les régions éloignées, inaccessibles et accidentées. Le pilote de l'hélicoptère qui effectue les travaux doit suivre au préalable une formation spécialisée. Cette intervention vise à contrer la production de rejets ou de drageons des espèces feuillues.

Cette intervention n'est possible que lorsque les feuilles des espèces incompatibles ont atteint leur pleine expansion et avant que les tiges entrent en période de dormance hivernale (aoûtement). Comme ce type de travaux n'est réalisé que sur la Côte-Nord, la période d'application s'échelonne de la fin juin à la mi-août.

Photo 5-9 : Pulvérisation aérienne



5.1.3 Interventions combinées

5.1.3.1 Coupe et traitement de souches

Cette intervention consiste à effectuer, dans un premier temps, la coupe manuelle la ramenant à une hauteur de moins de 10 cm, à l'aide de débroussailleuses portatives ou d'autres outils semblables, de la végétation incompatible avec l'exploitation du réseau de transport (arbres et arbustes dont la hauteur à maturité dépasse 4 m). Les espèces compatibles (herbacées, arbustes bas, etc.) sont préservées. Immédiatement après la coupe ou en même temps que celle-ci, une solution diluée de phytocide est appliquée sur les souches à l'aide de pulvérisateurs dorsaux de faible volume manœuvrés par des travailleurs spécialisés ou d'un dispositif monté sur les débroussailleuses (ex. DC-Jet) qui permet un traitement simultané. Cette intervention vise à contrer la production de rejets ou de drageons des espèces feuillues. Le dispositif DC-Jet nous permet maintenant de couper l'arbre et de traiter la souche en une seule opération.

Photo 5-10 : Coupe et traitement de souches



Les débris de coupe sont généralement laissés épars sur le sol, mais d'autres traitements, comme le brûlage, le déchiquetage, etc., peuvent être envisagés dans des situations particulières.

Ce mode suppose par ailleurs de nombreuses traversées à gué de cours d'eau avec des VTT.

Cette intervention est possible pendant une bonne partie de l'année à condition que la couche de neige au sol ne dépasse pas 10 cm d'épaisseur.

Ce mode est principalement utilisé dans les zones envahies par une végétation à maîtriser qui est principalement composée d'espèces feuillues produisant des rejets de souche et des drageons. La densité de la végétation à traiter doit être relativement faible, soit inférieure à 50 %.

5.1.3.2 Coupe et pulvérisation sur le feuillage et les tiges

Cette intervention consiste à effectuer la coupe manuelle de la végétation feuillue incompatible avec l'exploitation du réseau de transport dont la hauteur, au moment des travaux, est supérieure à 2,5 m, ainsi que des espèces résineuses. Cette coupe est effectuée à l'aide de débroussailleuses portatives ou de scies à chaîne. Les espèces compatibles (herbacées, arbustes bas, etc.) sont préservées. Quelque temps après la coupe, une solution diluée de phytocide est appliquée sur le feuillage et les tiges de la végétation incompatible restante à l'aide de lances ou de rampes de pulvérisation, d'une pompe et d'un réservoir de fort volume montés sur un porteur motorisé à roues ou à chenilles. Les équipements sont manœuvrés par des travailleurs spécialisés. Cette intervention vise à contrer la production de rejets ou de drageons des espèces feuillues.

Les débris de coupe sont généralement laissés épars sur le sol.

Ce mode suppose par ailleurs de nombreuses traversées à gué de cours d'eau avec des VTT.

L'application de phytocide n'est possible que lorsque les feuilles des espèces incompatibles ont atteint leur pleine expansion et avant que les tiges entrent en période de dormance hivernale (aoûtement). Au Québec, selon le lieu des travaux, la période d'application du phytocide s'échelonne de la fin mai à la fin août. La topographie et le drainage du terrain doivent permettre la circulation des engins de chantier

Il est aussi possible d'effectuer la coupe après l'application de phytocide sur le feuillage et les tiges, soit au moins trois semaines après la pulvérisation.

5.1.4 Autres interventions

5.1.4.1 Aménagement d'emprises

Les emprises de lignes peuvent servir à différentes activités compatibles avec l'exploitation du réseau de transport, comme l'agriculture, la culture d'arbres fruitiers ou de bleuets, la production d'arbres de Noël, les loisirs, etc. L'aménagement des emprises permet leur utilisation par la population tout en empêchant la végétation incompatible de s'implanter.

Photo 5-11 : Aménagement d'emprises – bleuetière



Les pratiques d'aménagement d'emprises font généralement l'objet d'ententes particulières entre Hydro-Québec et les propriétaires des terrains sur lesquels sont situées les emprises ou les promoteurs de l'activité. Il est très important de rappeler qu'Hydro-Québec n'est que rarement propriétaire des terrains où se trouvent les emprises, ce qui suppose nécessairement l'accord et la participation des propriétaires des terrains concernés. De plus, les pratiques d'aménagement sont soumises à des contraintes et restrictions particulières visant notamment à assurer la sécurité de la population et plus particulièrement des utilisateurs des emprises de ligne. Les aménagements réalisés doivent également permettre une exploitation fiable du réseau de transport d'électricité ainsi que un accès, une circulation et un travail efficaces et sécuritaires pour les équipes d'Hydro-Québec.

Photo 5-12 : Aménagement d’emprises – plantation de sapins de Noël



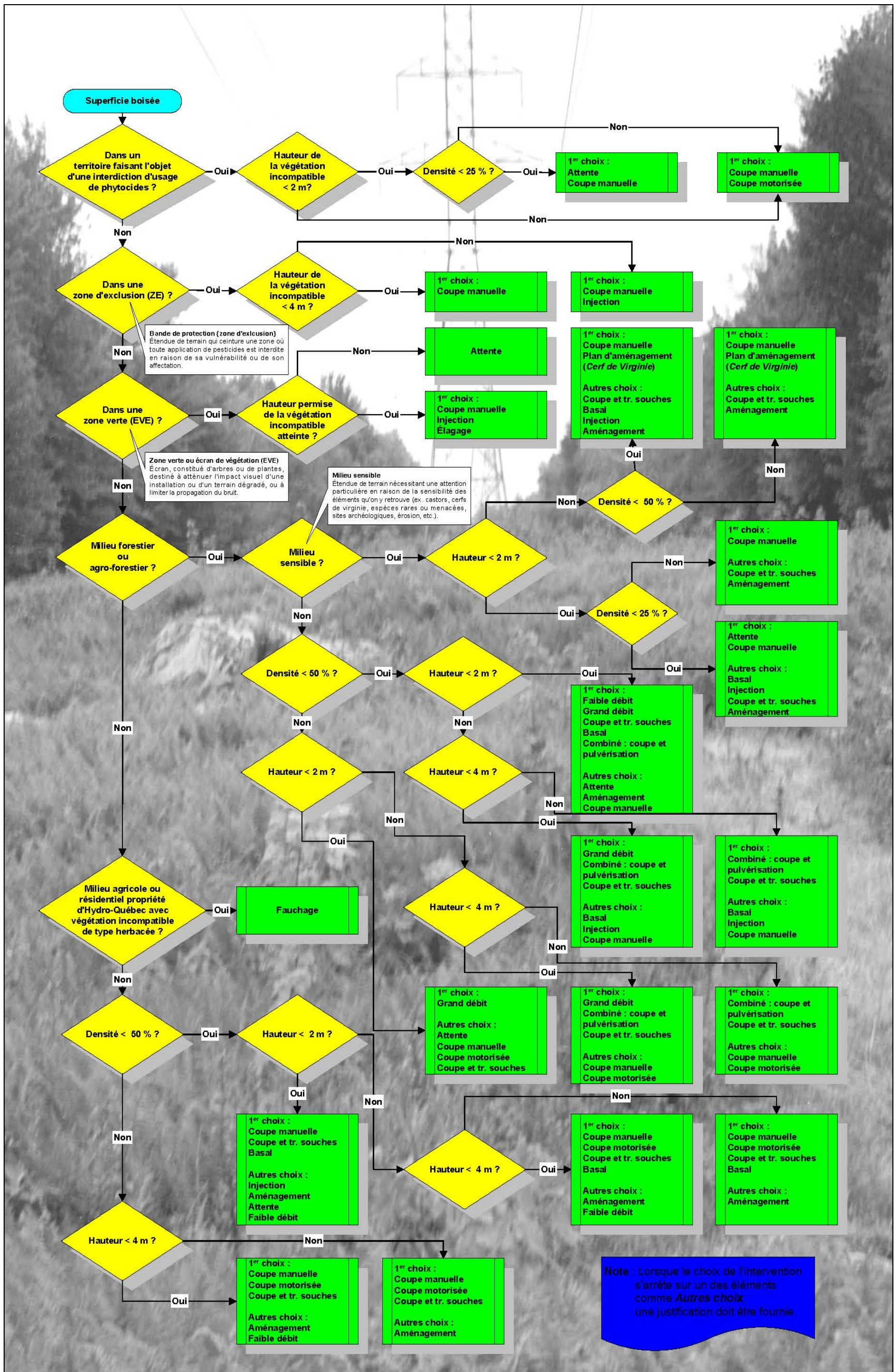
5.2 Diagramme de sélection des modes d’intervention

Le diagramme de sélection des modes d’intervention présenté à la page suivante est un outil décisionnel permettant d’optimiser le choix des interventions sur la végétation à maîtriser.

Il présente un enchaînement de questions qui mène au choix d’un ou de plusieurs modes d’intervention prioritaires et à une liste d’autres possibilités pour les cas où les choix prioritaires ne conviendraient pas.

Lorsque plusieurs interventions sont possibles, le choix définitif doit se fonder sur la comparaison des éléments de coûts-efficacité de chacun des modes d’intervention.

Figure 5-1 : Diagramme de sélection des modes d'intervention



5.3 Avantages et inconvénients des différents modes d'intervention

La coupe manuelle présente plusieurs avantages (voir le tableau 5-1), dont le fait qu'elle puisse se pratiquer en toute saison (sauf s'il y a trop de neige) et quelle que soit la hauteur de la végétation. De plus, son effet est immédiat et elle constitue une technique largement utilisée et acceptée par la population. Employée seule, elle est particulièrement bien adaptée à la maîtrise de la végétation des emprises situées à l'intérieur de zones d'exclusion, dans les secteurs où il y a morcellement des surfaces à traiter ainsi que dans les zones urbaines, agricoles ou semi-urbaines. La coupe manuelle permet également de préserver la végétation compatible avec l'exploitation du réseau.

Par contre, la coupe manuelle est un mode d'intervention peu productif et peu efficace à moyen terme, qui exige des interventions fréquentes. Dans les emprises en cause, plusieurs espèces incompatibles (feuillus de lumière produisant des rejets de souche et des drageons) sont stimulées par l'action de la coupe, de sorte que, à moins d'interventions intensives et répétées, il est impossible d'espérer contribuer par cette méthode à l'implantation et au maintien d'espèces végétales compatibles avec l'exploitation du réseau. Enfin, dans les secteurs visés, les risques d'accidents pour les travailleurs sont élevés.

Lorsque de grandes superficies sont en cause, la coupe manuelle ou la coupe motorisée (en autant que la topographie, l'accessibilité et les composantes du terrain le permettent) peuvent éliminer les espèces ligneuses ne se reproduisant pas par rejet ou drageonnement. Dans le cas contraire, l'utilisation sélective de phytocides en plus de la coupe pour maîtriser le développement de ces espèces et favoriser l'installation de colonies végétales compatibles demeure conseillée.

La pulvérisation à faible débit sur le feuillage et les tiges, l'injection, l'application basale et l'annelage constituent des modes d'intervention très sélectifs convenant à une densité faible de végétation et utilisables sur de très petites superficies. Ces modes d'intervention sont réservés à des endroits où une intervention très précise, sur une très petite superficie, est requise.

La coupe et le traitement des souches constituent un mode d'intervention très efficace, car il permet la coupe des espèces incompatibles et surtout un traitement qui empêchera la venue des rejets de souche et des drageons. Il s'agirait d'un mode d'intervention approprié pour les emprises à l'étude si la végétation incompatible présente était moins dense et si l'accessibilité des emprises était meilleure. Ce mode, comme la coupe manuelle, nécessite un nombre important de travailleurs, des campements et une logistique imposante quand les travaux sont réalisés dans des secteurs éloignés et peu accessibles.

La pulvérisation à fort débit sur le feuillage et les tiges de même que la coupe et la pulvérisation sur le feuillage sont au nombre des modes d'intervention les plus utilisés à Hydro-Québec. Ils conviendraient au type de végétation faisant l'objet de cette étude. Toutefois, l'accès très limité aux emprises à l'étude, de même que la topographie très accidentée qui prévaut ne permettent pas de considérer ces modes d'intervention comme potentiellement utilisables.

Il est également important de noter que toutes les interventions par voie terrestre supposent nécessairement la traversée à gué de plusieurs cours d'eau avec des véhicules tout-terrain (VTT) ou avec de la machinerie (porteurs sur roues ou sur chenilles). Or, la problématique environnementale la plus importante, dans le cas de l'utilisation de pesticides (dans les corridors de transport), est la traversée des petits cours d'eau (MDDEP, 2005)

La pulvérisation aérienne de phytocides demeure un mode d'intervention qui a avantage à être utilisé dans des emprises présentant un recouvrement végétal uniforme, composé de communautés végétales incompatibles. Ce mode est peu sélectif, mais est très rapide d'exécution et facilement utilisable dans des secteurs accidentés, éloignés et peu accessibles.

La coupe manuelle (non motorisée) et la pulvérisation aérienne de phytocides peuvent donc être potentiellement utilisées sur l'ensemble des superficies à l'étude et seront retenues pour une analyse plus approfondie.

Tableau 5-1 : Synthèse des données permettant de comparer les modes d'intervention

Mode d'intervention	Production moyenne ^a (ha/jour)	Coût estimatif (\$/ha) (dollars de 2005)	Technique	Calendrier de réalisation	Avantages	Inconvénients
Pratiques d'aménagement						
Mise en culture, plantation d'arbres fruitiers ou d'arbres de Noël	Variable selon les travaux exécutés	2 000 ^b	Modification de la vocation du terrain afin de permettre l'implantation d'espèces végétales à des fins agricoles	Du dégel au gel suivant	Responsabilité de l'entretien aux propriétaires ou aux locataires Aucune intervention subséquente d'entretien de la végétation incompatible Utilisation secondaire de l'emprise	Nécessité d'une entente avec les propriétaires des terrains et d'un suivi soutenu Utilisation potentielle de pesticides en agriculture
Aménagement de parcs de récréation	Variable selon les travaux exécutés	Variable selon les travaux exécutés	Collaboration possible d'Hydro-Québec à l'exécution des travaux d'aménagement ; entretien assuré par les municipalités ou les organismes utilisateurs	Variable selon l'utilisation retenue	Responsabilité de l'entretien aux organismes ou aux municipalités concernés Aucune intervention subséquente d'entretien de la végétation incompatible	Nécessité d'une entente et d'un suivi régulier Besoin d'une prise en charge par les organismes concernés
Rechargement	Variable selon les travaux exécutés	Variable selon les travaux exécutés	Empierrement, asphaltage ou épandage d'autres matériaux sur la surface visée	Jusqu'au gel des sols	Diminution importante des travaux d'entretien pour Hydro-Québec	Intervention limitée aux propriétés d'Hydro-Québec Nécessité d'un suivi régulier

Mode d'intervention	Production moyenne ^a (ha/jour)	Coût estimatif (\$/ha) (dollars de 2005)	Technique	Calendrier de réalisation	Avantages	Inconvénients
Interventions mécaniques						
Coupe manuelle (débroussailleuse, scie à chaîne)	0,60/personne	872 ^a	Abattage manuel de la végétation ligneuse incompatible avec l'exploitation du réseau Débris de coupe laissés éparés sur le sol	En tout temps (sauf s'il y a plus de 10 cm de neige au sol)	Aucun limitation due à la hauteur et à la densité de la végétation Possibilité d'intervention en dehors de la saison végétative (sauf s'il y a plus de 10 cm de neige au sol) Conservation des espèces végétales compatibles Résultats immédiats	Interventions relativement fréquentes en raison d'une régénération rapide (rejets de souche et drageons) Exécution relativement lente Risques élevés pour la santé et la sécurité des travailleurs Traversée à gué de cours d'eau avec des VTT Contamination de l'environnement par le carburant et le lubrifiant Aucun effet favorable à l'implantation et au maintien d'une végétation compatible
Coupe motorisée	4,0 ha/engin	450 ^b	Déchetage de toute la végétation au moyen de lames rotatives	En tout temps (sauf s'il y a plus de 10 cm de neige au sol)	Aucun limitation due à la hauteur et à la densité de la végétation Possibilité d'intervention en dehors de la saison végétative (sauf s'il y a plus de 10 cm de neige au sol) Rapidité d'intervention Résultats immédiats	Interventions relativement fréquentes en raison d'une régénération rapide (rejets de souche et drageons) Absence de sélectivité Traversée à gué de cours d'eau avec des engins de chantier Nécessité d'un terrain plat sans obstacles, très accessible et peu accidenté Aucun effet favorable à l'implantation et au maintien d'une végétation compatible

Mode d'intervention	Production moyenne ^a (ha/jour)	Coût estimatif (\$/ha) (dollars de 2005)	Technique	Calendrier de réalisation	Avantages	Inconvénients
Fauchage	25/engin	90 ^b	Coupe de la végétation herbacée	Tonte fréquente pendant la période de croissance	Main-d'oeuvre non spécialisée Maîtrise de l'herbe à poux	Cycle d'intervention très court Nécessité d'un couvert gazonné
Annelage		1 500 ^b	Incision circulaire dans l'écorce jusqu'au bois, provoquant la mort de l'arbre	En tout temps	Méthode très sélective Maintien du couvert végétal existant Aucun débris ligneux	Exécution très lente Difficulté d'exécution
Interventions avec phytocides						
Pulvérisation à faible débit du feuillage et des tiges	0,50/personne	1 000 ^b	Application de phytocides à tout le feuillage et à toutes les tiges des essences incompatibles, jusqu'au ruissellement	Après le plein développement des feuilles et jusqu'à l'aouètement	Cycles d'intervention relativement longs Sélectivité Réduction des rejets de souche et des drageons Effet favorable à l'établissement d'une communauté végétale relativement stable	Traitement limité à la saison végétative Applicabilité à une très faible superficie et à une végétation peu dense Exécution très lente Nécessité d'un terrain peu accidenté Traversée à gué de cours d'eau avec des VTT
Pulvérisation à fort débit du feuillage et des tiges	10,0/engin	400 ^b	Application de phytocides à tout le feuillage et à toutes les tiges des essences incompatibles, jusqu'au ruissellement	Après le plein développement des feuilles et jusqu'à l'aouètement	Rapidité d'exécution Réduction des rejets de souche et des drageons Dosage précis du phytocide pulvérisé Effet favorable à l'établissement d'une communauté végétale relativement stable	Sensibilité aux conditions météorologiques Applicabilité à des emprises peu accidentées et très accessibles Nombre important de traversées à gué de cours d'eau avec des VTT et des engins de chantier

Mode d'intervention	Production moyenne ^a (ha/jour)	Coût estimatif (\$/ha) (dollars de 2005)	Technique	Calendrier de réalisation	Avantages	Inconvénients
Traitement basal	0,9/personne ^b	1 000 ^b	Application d'un phytocide entre la base et une hauteur de 1 m autour du tronc, jusqu'au ruissellement	Presque toute l'année, sauf si la base est dans la neige	Sélectivité Possibilité d'intervention en dehors de la saison végétative Élimination des rejets de souche et des drageons	Forte odeur d'huile au moment du traitement Exécution lente Applicabilité à une très faible superficie et à une végétation peu dense Nécessité d'utilisation de phytocides peu dilués Traversée à gué de cours d'eau avec des VTT
Coupe et traitement des souches	0,45/personne	830 ^b	Application d'un phytocide sur les souches fraîchement coupées à l'aide d'un pulvérisateur dorsal ou d'un dispositif spécialisé (ex. DC-Jet)	Jusqu'aux premières neiges	Réduction des rejets de souche et des drageons Très grande sélectivité Effet favorable à l'établissement et au maintien d'une communauté végétale relativement stable	Applicabilité à des terrains peu accidentés Applicabilité à une végétation incompatible peu dense Traversée à gué de cours d'eau avec des VTT
Coupe et pulvérisation sur le feuillage	Coupe : 1,5/personne Pulvérisation : 10,0/engin	680	Coupe de la végétation d'une hauteur supérieure à 2,5 m et des résineux visibles ; application de phytocides sur le feuillage et les tiges des essences incompatibles résiduelles	Jusqu'à l'août	Sélectivité Réduction des rejets de souche et des drageons Effet favorable à l'établissement et au maintien d'une communauté végétale relativement stable quelles que soient la hauteur et la densité de la végétation Réduction de la quantité de phytocide utilisée	Utilisation limitée par la topographie et l'accessibilité (nécessité d'accès et d'un relief peu accidenté) Traitement limité à la saison de végétation Nombre très important de traversées à gué de cours d'eau avec des VTT et des engins de chantier

Mode d'intervention	Production moyenne ^a (ha/jour)	Coût estimatif (\$/ha) (dollars de 2005)	Technique	Calendrier de réalisation	Avantages	Inconvénients
Injection	0,75/personne	1 000 ^b	Injection d'une capsule de phytocide dans la tige à traiter	Toute l'année	Réduction des rejets de souche et les drageons Très grande sélectivité Aucun débris ligneux	Exécution lente Applicabilité à une végétation très peu dense Applicabilité à des tiges d'un diamètre minimal de 3 cm
Pulvérisation aérienne	15/hélicoptère	854 ^a	Application aérienne de phytocides au moyen d'un hélicoptère muni d'une rampe TVB et d'un système de guidage par GPS	Après le plein développement des feuilles jusqu'à l'août	Effet favorable à l'établissement et au maintien d'une végétation compatible Exécution rapide Applicabilité à des sites très accidentés et peu accessibles Réduction des rejets de souche et des drageons Aucune traversée à gué de cours d'eau	Application uniforme, peu sélective

a. Applicable aux emprises de lignes du programme à l'étude.

b. Non applicables aux emprises de la Côte-Nord, visées par le programme à l'étude

ND : Information non disponible.

6 Connaissance du territoire

6.1 Dynamisme de la végétation et programmes d'entretien

Hydro-Québec doit obtenir l'information relative au dynamisme de la végétation présente dans les emprises de lignes de transport, qui est essentielle pour l'établissement des cycles de retour. Il peut y avoir plusieurs cycles d'intervention à l'intérieur d'un même territoire. Parmi les éléments pouvant influencer sur le dynamisme de la végétation figurent le type de végétation, le mode d'intervention choisi précédemment, la position géographique de l'installation, la qualité du sol, etc.

Hydro-Québec élabore son programme d'entretien en fonction de ses propres encadrements et des lois, règlements et autres directives en vigueur.

Le programme d'entretien et le choix des interventions sont établis en fonction :

- du dynamisme de la végétation ;
- du type de végétation ;
- de la densité et de la hauteur de la végétation ;
- du type de milieu traversé ;
- des composantes environnementales présentes.

Pour préparer un programme d'intervention adéquat, Hydro-Québec réalise un inventaire de la végétation se trouvant dans les emprises de lignes à traiter et un autre des éléments sensibles du milieu.

6.2 Inventaire du milieu

Dans le cadre de la préparation des interventions dans les emprises de lignes, Hydro-Québec réalise, l'année précédant les travaux, un inventaire de la végétation présente dans les emprises de même qu'un relevé des divers éléments sensibles. L'information relative aux travaux prévus pour 2007 est fournie à l'annexe B.

6.2.1 Photo-interprétation et validation sur le terrain

La photo-interprétation de photographies aériennes couleur constitue la principale méthode de prise d'inventaire dans les emprises de lignes de transport. Ces photographies sont généralement faites un an avant la période prévue de réalisation des travaux.

La photo-interprétation permet d'établir les superficies à traiter suivant l'état de la végétation, c'est-à-dire le type, la hauteur, la densité et la sociabilité de la végétation. De plus, elle permet de déterminer les différents éléments situés dans les emprises à

traiter, comme les écrans de verdure, les terrains improductifs, les zones agricoles et les cours d'eau. Ces données servent d'intrants pour l'inventaire des éléments sensibles du milieu.

La photo-interprétation est principalement réalisée à l'aide d'un outil de photo-interprétation assistée par ordinateur qui procède automatiquement au positionnement géographique (géoréférencement) et au calcul des superficies. Cet outil intègre aussi l'ensemble de l'information territoriale et environnementale à saisir. Les données issues de cette photo-interprétation sont intégrées au système de gestion des installations. Des validations sur le terrain servent à confirmer la validité de l'information recueillie.

6.2.2 Caractérisation des milieux et inventaire des éléments sensibles dans les emprises de lignes de transport

La présente section vise à préciser le contenu minimal de l'inventaire des éléments sensibles du milieu qui doivent être réalisés avant l'exécution des travaux de maîtrise de la végétation avec phytocides ou par coupe mécanique dans les emprises de lignes de transport. Qu'il soit effectué par une firme externe spécialisée en environnement ou par du personnel interne, cet inventaire est un outil permettant d'assurer le respect des exigences légales et des engagements que l'entreprise a pris envers les autorités municipales et les populations ainsi que dans le cadre d'ententes. Cet inventaire est mis à jour avant toute nouvelle intervention de maîtrise de la végétation avec phytocides et par coupe mécanique.

6.2.2.1 Objectif

L'objectif de cet inventaire est de recenser les éléments sensibles du milieu présents sur les sites où des travaux nécessitant l'utilisation de phytocides ou une coupe mécanique seront réalisés. Par la suite, des mesures de protection sont prises relativement à ces éléments sensibles (p. ex. zone d'exclusion, restriction d'application de phytocides, etc.) de façon à minimiser les risques de perturbation notamment pendant la circulation et l'opération de la machinerie et en cas de déversement accidentel de contaminants comme les phytocides ou les carburants.

6.2.2.2 Éléments sensibles du milieu

Avant de procéder à des travaux de maîtrise de la végétation, il faut caractériser les milieux et recenser les éléments sensibles. La caractérisation doit être mise à jour avant toute nouvelle intervention.

La caractérisation des milieux est fondée sur un inventaire de la végétation présente ainsi que sur un relevé de la vocation et de l'utilisation des terres de même que de la vulnérabilité du milieu aux travaux de maîtrise de la végétation, dans les emprises de lignes de transport et en bordure de celles-ci. Quoique la section suivante précise les

modalités de collecte de l'information aux fins de cet inventaire, il est important de préciser que l'information est acquise entre autres par photo-interprétation et auprès des instances gouvernementales et des organismes présents dans le milieu, mais aussi, si nécessaire, par un inventaire sur le terrain qui permet de compléter l'acquisition d'information.

Comme il est mentionné à la section 4.5, les principaux éléments sensibles recensés sont les suivants :

- les cours d'eau et autres milieux humides (incluant les petits cours d'eau permanents et intermittents) ;
- les habitats fauniques aquatiques reconnus par Faune Québec ;
- les habitats fauniques terrestres reconnus par Faune Québec ;
- les espèces floristiques désignées menacées ou vulnérables, préalablement recensées ;
- les habitats fauniques d'espèces animales désignées menacées ou vulnérables, préalablement recensés ;
- les sources d'alimentation en eau ;
- les cultures ;
- les milieux urbains et semi-urbains.

6.2.2.3 Caractéristiques des éléments sensibles inventoriés

La présente section précise, pour chacun des éléments sensibles du milieu recensés, les caractéristiques de l'information qui doit être obtenue ainsi que la largeur minimale de la zone de part et d'autre de l'emprise dans laquelle cette information doit être recueillie. Afin d'assurer une protection optimale du milieu, il peut s'avérer important de relever les éléments sensibles situés au-delà de la distance minimale d'inventaire prescrite. Cette recommandation s'applique tout particulièrement lorsque, notamment, un élément sensible se situe en aval de l'emprise de lignes de transport et que le drainage favorise le cheminement d'un contaminant potentiel vers cet élément sensible.

Lacs, réservoirs, rivières, ruisseaux (permanents et intermittents), étangs, marais, marécages, etc.

- Distance de l'inventaire :
100 mètres (pour les ruisseaux intermittents, l'inventaire est limité à l'emprise)
- Classification du plan d'eau :
Rivière : Nom si connu
Lac : Nom si connu
Ruisseau : Nom si connu

Habitats fauniques aquatiques

- Distance de l'inventaire :
500 mètres
- Rivières à saumon (y compris la ouananiche).
- Tributaires d'une rivière à saumon (y compris la ouananiche).
- Frayères reconnues par Faune Québec ou signalées par une zec, un pourvoyeur, etc.
Il est important de préciser si une frayère est située en amont ou en aval de l'emprise ou encore dans celle-ci.
- Tributaires d'une frayère reconnue.
- Stations piscicoles (aquaculture, étang de pêche, etc.). Il est important de préciser si la station est située en amont ou en aval de l'emprise.
- Tributaires d'une station piscicole.

Habitats fauniques terrestres

- Distance de l'inventaire :
30 mètres
- Aires de confinement du cerf de Virginie (ravages).
- Héronnières.
- Aires de nidification de la sauvagine reconnues par les gouvernements.
- Tout autre habitat faunique particulier désigné par une loi ou un règlement.

Espèces menacées ou vulnérables

- Distance de l'inventaire :
dans l'emprise de la ligne
- Espèces floristiques désignées menacées ou vulnérables et préalablement recensées par les instances gouvernementales.
- Habitats fauniques d'espèces animales désignées comme menacées ou vulnérables et préalablement recensés par les instances gouvernementales.

Source d'alimentation en eau

- Distance de l'inventaire :
selon le type de la source d'approvisionnement
- Prises d'eau municipales de surface ou souterraines (distance : 1 000 mètres).
- Prises d'eau à fort débit ($> 75 \text{ m}^3/\text{j}$) servant à l'agriculture, à l'aquaculture, aux puits collectifs, à l'irrigation ou à l'arrosage de serres, de pépinières ou de terrains cultivés, etc. (distance : 1 000 mètres).
- Prises d'eau résidentielles à faible débit ($< 75 \text{ m}^3/\text{j}$) de surface ou souterraines (distance : 100 mètres). Déterminer les habitations non reliées au réseau d'aqueduc et préciser leur mode d'approvisionnement en eau. De façon plus précise, indiquer si l'habitation s'alimente en eau potable au moyen d'un puits souterrain ou de

surface ou d'un réseau d'aqueduc privé. Établir précisément la source d'eau potable.

- Prises d'eau occasionnelles de surface (distance : 30 mètres). En ce qui concerne les résidences secondaires (p. ex. camp de chasse), on considère, à moins d'avis contraire du propriétaire ou de toute autre source d'information, que la prise d'eau servant à approvisionner l'habitation provient du cours d'eau se trouvant à proximité.

Cultures

- Distance de l'inventaire :
100 mètres
- Cultures maraîchères ou en serre, potagers, cultures particulièrement sensibles aux phytocides (p. ex. tabac), cultures de pommes de terre.
- Cultures biologiques (accréditées ou en voie d'accréditation) ;
- Pépinières.
- Grandes cultures.
- Pâturages.
- Cultures fruitières (vergers, bleuetières, etc.).
- Érablières exploitées.
- Tourbières exploitées ou en voie de l'être.
- Production animale.

Milieux urbains et semi-urbains (« immeubles protégés »)

- Distance de l'inventaire :
500 mètres
- Accorder une attention particulière aux habitations (résidences permanentes ou de villégiature, chalets, camps de chasse, etc.) en raison de la présence potentielle d'une source d'alimentation en eau potable.
- Obtenir les nom et coordonnées des propriétaires des terrains traversés par l'emprise. Il en va de même des propriétaires des résidences, chalets, camps, etc. situés en bordure immédiate de l'emprise ou dont le système d'approvisionnement en eau se trouve à proximité de celle-ci. Sur les terres publiques, déterminer le numéro de permis d'occupation ou l'emplacement précis du camp ou du chalet. Cette information est transmise au ministère des Ressources naturelles et de la Faune qui avise le propriétaire du chalet de la tenue des travaux.
- Recenser les routes publiques pavées qui traversent l'emprise ou se trouvent en bordure de celle-ci (distance 30 mètres) et les chemins de gravier (en relation avec l'installation).
- Recenser les éléments suivants : sites archéologiques, sites d'intérêt écologique, rivières canotables, campings, secteurs de villégiature, sites panoramiques.

Autres éléments sensibles du milieu

- Distance de l'inventaire :
500 mètres
- Refuges fauniques.
- Réserves fauniques nationales.
- Réserves écologiques.
- Parcs.
- Zecs.
- Aires de repos protégées pour la sauvagine.
- Forêts expérimentales.
- Autres lieux reconnus d'intérêt scientifique.

Note : Si le phytocide utilisé est le Tordon 101 (Dow AgroScience), il faut dresser un inventaire des sites qui sont constitués de roches perméables ou de rocs fracturés, conformément à l'exigence à cet effet figurant sur l'étiquette du produit.

6.2.2.4 Sources d'information

L'information utilisée pour dresser l'inventaire des éléments sensibles provient, lorsque c'est possible, des sources suivantes :

Données existantes

- Interprétation des photos aériennes dont dispose Hydro-Québec.
- Analyse des fiches d'inventaire de la végétation dont dispose Hydro-Québec.
- Consultation de la Cartographie des éléments environnementaux sensibles à l'implantation d'infrastructures électriques et de toute autre carte régionale disponible (p. ex. cartes de patrouille d'Hydro-Québec).
- Consultation des rapports antérieurs d'inventaire des éléments sensibles du milieu.
- Consultation des études d'impact ayant servi à la préparation des études d'avant-projet, se trouvant à Hydro-Québec ou dans la bibliothèque centrale d'Hydro-Québec.
- Consultation du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, du ministère des Ressources naturelles et de la Faune, du ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation, de Faune Québec, etc.
- Consultation des communautés autochtones utilisatrices des territoires étudiés.
- Sollicitation d'information auprès des propriétaires des terrains concernés, des municipalités, des MRC, de l'Union des producteurs agricoles, des zecs, des pourvoyeurs, des associations de piégeurs, des associations de lacs, des sociétés forestières, etc.
- Plans et profils de l'installation.

Visites sur le terrain

Dans certains cas, lorsque la détermination de l'emplacement des éléments sensibles ne peut être effectuée à partir des données obtenues des différents ministères et organismes, une visite et une enquête sur le terrain servent à compléter les relevés.

Cette visite est particulièrement importante pour situer de façon très précise des éléments sensibles comme les prises d'eau privées et les sources d'approvisionnement en eau de chalets ou de camps qui ne sont pas reliés à des réseaux d'aqueduc. Ces visites permettent de vérifier également si des agriculteurs ou pisciculteurs puisent leur eau dans un étang ou un petit lac situé dans le secteur visé par les travaux de maîtrise de la végétation.

Certaines sections d'emprises de lignes doivent faire l'objet d'une protection particulière en raison des éléments environnementaux sensibles qu'elles traversent, notamment lorsque des phytocides doivent être utilisés dans le cadre de travaux de maîtrise de la végétation, mais également lorsque l'utilisation de carburants est requise.

Le tableau 6-1 résume l'information présentée dans la présente section.

Tableau 6-1 : Caractérisation et inventaire des éléments sensibles dans les emprises de lignes de transport

Élément sensible	Distance de l'inventaire
Cours d'eau et plans d'eau Lacs, réservoirs, rivières, ruisseaux permanents, étangs, marais, marécages, milieux humides Ruisseaux intermittents	100 m Limites de l'emprise
Sources d'alimentation en eau Prises d'eau municipales Prises d'eau à fort débit Prises d'eau résidentielles Prises d'eau occasionnelles (chalet, camp)	1 000 m 1 000 m 100 m 30 m
Habitats fauniques aquatiques Rivières à saumon et tributaires, frayères reconnues et tributaires, stations piscicoles et tributaires	500 m
Habitats fauniques terrestres Héronnières, aires de nidification de la sauvagine	30 m
Espèces menacées ou vulnérables Espèces floristiques ou animales menacées ou vulnérables préalablement recensées	Limites de l'emprise
Cultures Maraîchères, en serre, biologiques, pépinières, grandes cultures, pâturages, fruitières, érablières, tourbières, production animale	100 m
Milieux urbains et semi-urbains Habitations, pistes cyclables, sites archéologiques, sites écologiques, rivières canotables, campings, secteurs de villégiature, sites panoramiques Routes publiques pavées Routes de gravier	500 m 30 m Limites de l'emprise
Autres éléments du milieu Refuges fauniques, réserves fauniques nationales, réserves écologiques, parcs, zecs, aires de repos pour la sauvagine, forêts expérimentales, centres de recherche	500 m

7 Efficacité et spécificité des phytocides utilisables

Le présent chapitre traite de l'analyse technique des phytocides potentiellement utilisables par pulvérisation aérienne. Chaque phytocide étudié a été choisi en fonction de quatre critères :

- produit homologué par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada pour le mode d'intervention retenu ;
- efficacité relative du produit pour, d'une part, maîtriser les essences incompatibles et, d'autre part, favoriser l'établissement et le maintien de communautés végétales compatibles et relativement stables ;
- fiabilité du produit dans des conditions biologiques et physiques diverses ;
- disponibilité du produit sur le marché.

Les principales sources de référence consultées, outre les études d'efficacité d'Hydro-Québec, sont les banques de données rendues accessibles par l'ARLA, de même que les étiquettes des fabricants de phytocides.

7.1 Homologation

Dans un récent rapport (Hydro-Québec, 2003), Hydro-Québec a répertorié tous les phytocides pouvant être utilisés dans les emprises de lignes de transport. Cet inventaire est fondé, entre autres, sur les données du site Web de l'ARLA. Ce site héberge le système ÉERÉ (Étiquette électronique : Recherche et évaluation), qui comprend une base de données ACCESS sur tous les produits antiparasitaires vendus, et donc homologués, au Canada. Pour mettre à jour l'inventaire de 2003, on a consulté la version du 26 juillet 2005 de la base de données (fichier *ms_else_26_Jul_2005.zip*, téléchargé à partir du site <http://eddenet.pmra-arla.gc.ca/francais/4.0/4.01.asp>).

La base de données a été transférée dans Excel aux fins du tri des données. Elle contient 11 193 produits, dont 5 537 sont homologués (*registered*). Parmi les produits homologués, 984 sont des herbicides, dont 575 sont à « usage commercial ou restreint » (*restricted*). Seuls 182 produits peuvent être utilisés dans les types d'endroit (*location of use*) suivants : forêts (*forests*), terres non en culture (*noncrop lands*), aires de séjour extérieures (*outdoor living areas*), divers (*vague hosts*) et terrains boisés (*woodlands*). Nous avons consulté les fiches techniques de ces herbicides pour obtenir de l'information plus détaillée. Une fois éliminés les produits qui ne peuvent être utilisés au Québec, qui ne peuvent être appliqués par pulvérisation aérienne dans les emprises et qui ne sont pas sélectifs, il en reste quelques-uns, dont certains avec la même formulation. Ces produits contiennent les ingrédients actifs

suivants : 2,4-D amine et ester, piclorame, dicamba, triclopyr, dichlorprop et glyphosate. Quant aux surfactants, seul le Sylgard 309 est potentiellement utilisable et disponible.

Les mélanges de phytocides validés (voir le tableau 7-1) que nous pouvons employer sont donc les suivants :

- Vanquish (Dycleer) (5,2 l/ha) + Garlon 4 (8 l/ha) + Sylgard (110 l/ha de mélange) ;
- Vanquish (5,2 l/ha) + 2,4-D Amine 500 + Sylgard (110 l/ha de mélange) ;
- Garlon 4 (8 l/ha) + Sylgard (110 l/ha de mélange) ;
- Tordon 101 (25 l/ha) + Sylgard (110 l/ha de mélange).

Les différentes formulations qui contiennent du glyphosate (ex. Roundup) peuvent être appliquées par pulvérisation aérienne et ont été largement utilisées dans le cadre de programmes de dégagement de plantation en raison de leur sélectivité à l'égard des espèces résineuses, après aoûtement. En 1990, Hydro-Québec avait réalisé une étude pour comparer la performance de différents phytocides utilisables pour pulvérisation aérienne, dont le glyphosate. Les résultats ont montré de façon assez concluante que ce produit n'est pas sélectif. L'un des objectifs visés par la maîtrise de la végétation dans les emprises de lignes est le maintien de la végétation compatible déjà présente, comme les plantes herbacées. Le glyphosate ne permet pas de conserver les strates de végétation compatibles, en raison de sa non-sélectivité. Cette matière active n'a donc pas été retenue pour une analyse plus approfondie.

Tableau 7-1 : Phytocides utilisables pour la pulvérisation aérienne

Nom commercial	Ingrédient actif	Application/absorption	Action
Tordon 101	24-D, piclorame	En solution dans l'eau / feuillage et racines	Systémique, sélective
Vanquish	Dicamba	En solution dans l'eau / feuillage et racines	Systémique, sélective
2,4-D Amine 500	2,4-D amine	En solution dans l'eau / feuillage et racines	Systémique, sélective
Garlon 4	Triclopyr	En solution dans l'eau / feuillage et racines	Systémique, sélective
Roundup	Glyphosate	En solution dans l'eau / feuillage	De contact, systémique, non sélective

7.2 Efficacité

Dans le cadre des programmes d'essais réalisés à Hydro-Québec, la performance de phytocides liquides et granulaires a été validée sur la Côte-Nord entre 1987 et 2004. De 1987 à 1989, les travaux ont principalement consisté en l'évaluation de la dérive et le suivi environnemental des zones traitées (Hydro-Québec, 1988 et 1990). En 1990, Hydro-Québec a installé un dispositif expérimental pour évaluer l'efficacité des

divers produits liquides applicables au moyen de la rampe *Thru Valve Boom* (TVB). L'état du dispositif a été mesuré 6 semaines et 13 mois après le traitement effectué au début de juillet (Forêt Nouvelle, 1991). Dans le cadre du programme de pulvérisation aérienne qui s'est déroulé de 1999 à 2004, Hydro-Québec a poursuivi ses recherches dans le but de valider la performance de cinq différents produits potentiellement applicables par voie aérienne. Un dispositif a donc été établi en 2003 et traité en 2004. Son état a été mesuré neuf semaines et un an après l'application. Quant au tebuthiuron en formulation granulaire, quoique nous disposions de données sur les traitements effectués entre 1985 et 1987, il n'est maintenant plus disponible au Canada

7.2.1 Comparaison des phytocides potentiellement utilisables

7.2.1.1 Essais de 1990

Hydro-Québec a évalué l'efficacité de phytocides utilisables par pulvérisation aérienne en fonction, d'une part, de la maîtrise des essences incompatibles et, d'autre part, de l'implantation et du maintien de communautés végétales basses permettant de diminuer les besoins ultérieurs d'intervention.

Tableau 7-2 : Répartition (%) par strate de la végétation, inventaire avant le traitement des placettes échantillons – essais de 1990

Strate	Recouvrement (%)	Écart type (%)	Nombre d'observations	Valeurs	
				Minimum	Maximum
Muscinale	51,4	35,1	600	0	100
Herbacée	35,9	29,0	600	0	100
Arbustive	27,0	26,1	600	0	98
Feuillue	25,9	25,0	600	0	100
Résineuse	10,1	11,5	600	0	75

La végétation de l'emprise du circuit 7004, traitée en 1990, se caractérise par des peuplements en régénération et comporte plusieurs espèces de transition. Ainsi, dans les strates inférieures, figurent plusieurs espèces héliophiles, comme le framboisier (*Rubus sp.*), l'épilobe (*Epilobium angustifolium L.*) et le calamagrostis du Canada (*Calamagrostis canadensis Michaux*), une graminée très courante dans les emprises de ce circuit. Les éricacées, caractéristiques des sols acides, comptent pour une grande part du couvert arbustif. Les espèces les plus courantes sont le kalmia à feuilles étroites (*Kalmia angustifolia L.*), le lédon du Groënland (*Ledum groenlandicum Petzius*) et le bleuet (*Vaccinium sp.*). Pour ce qui est des latifoliées basses, le cornouiller du Canada (*Cornus canadensis L.*) et le maïanthème (*Maianthemum canadense Desf.*) sont fréquemment présents avec, en strate muscinale, le polytric (*Polytrichum sp.*) et des lichens terrestres, dont la cladonie (*Cladonia sp.*). En gros, le pourcentage de recouvrement moyen de la strate arbustive

est de 27 %, celui de la strate herbacée, de 36 % et celui de la strate muscinale, de 51 % (voir le tableau 7-2) (Forêt Nouvelle, 1991).

En ce qui concerne les espèces arborescentes, plusieurs facteurs influent sur leur présence et leur abondance. Ainsi, la sère physiographique, les conditions édaphiques et les perturbations (feu, insectes, modes d'entretien utilisés antérieurement) agissent sur la répartition des espèces.

Avant le traitement, le sapin et l'épinette noire constituaient plus de 40 % des tiges échantillonnées dans les emprises du circuit de référence 7004. Les principales espèces feuillues étaient le bouleau à papier, l'aulne rugueux et le saule. Pour ce qui est du recouvrement, les résineux occupaient environ 10 % de la superficie échantillonnée et les feuillus, quelque 26 % (voir le tableau 7-2).

Tableau 7-3 : Description des traitements par pulvérisation aérienne – essais de 1990 – circuit de référence 7004

Portées échantillonnées	Taux d'application des traitements échantillonnés	
	Nom commercial	Concentration du mélange
22-23	Dycleer +	8,2 l/ha
	2,4-D	16,0 l/ha
25-partie 26	Roundup	6,0 l/ha
Partie 26-29-30	Tordon 101 +	17,5 l/ha
	TCA	2,5 kg/ha
33-34	Tordon 101 +	20,0 l/ha
	TCA	2,5 kg/ha
38	Tordon 101 +	25,0 l/ha
	TCA	2,5 kg/ha
41-42-44	Tordon 101 +	17,5 l/ha
	Silwet L-77	0,27 l/ha
47-48	Tordon 101 +	20,0 l/ha
	Silwet L-77	0,27 l/ha
52-53	Tordon 101 +	25,0 l/ha
	Silwet L-77	0,27 l/ha

a. La quantité de mélange utilisée pour les traitements par pulvérisation aérienne est de 110 l/ha.

Les formulations commerciales validées en 1990 étaient les suivantes :

- Dycleer (dicamba) + 2,4-D ;
- Roundup (glyphosate) ;

- Tordon 101 (piclorame + 2,4-D) + TCA ;
- Tordon 101 + Silwet L-77 (surfactant).

Le tableau 7-3 résume les caractéristiques des traitements à l'essai.

7.2.1.2 Maîtrise des espèces incompatibles

On a analysé l'efficacité relative des traitements pour la maîtrise des espèces incompatibles en tenant compte des variables suivantes : la couverture des strates ligneuses, la moyenne des hauteurs vivantes et des hauteurs maximales vivantes ainsi que la moyenne des hauteurs vivantes des tiges échantillons. On a mesuré des tiges échantillons avant et après le traitement afin d'établir des données plus précises telles que le pourcentage de défoliation, l'état phytosanitaire des tiges et le taux de mortalité du cambium.

Le traitement au Dycleer + 2,4-D et la majorité des traitements au Tordon 101 ont été efficaces sur les principales espèces ligneuses présentes (voir les figures 7-1 et 7-2). Le mélange Tordon 101 (20 l/ha) + TCA semble légèrement moins efficace pour maîtriser l'amélanchier, alors que le mélange Tordon 101 (20 l/ha) + surfactant est légèrement moins efficace pour maîtriser le cerisier de Pennsylvanie (70 % des tiges ayant un état phytosanitaire précaire ou mauvais comparativement à près de 100 % pour les autres traitements performants). Les traitements au Dycleer et au Tordon 101 (25 l/ha) maîtrisent à près de 100 % toutes les espèces feuillues testées et à plus de 60 % les espèces résineuses ciblées. Le mélange Tordon 101 (17,5 l/ha) + surfactant touche les mêmes espèces de façon similaire, mais son efficacité est généralement inférieure.

Le mélange Tordon 101 (17,5 l/ha) + TCA semble moins efficace que les autres traitements au Tordon et au Dycleer, sauf lorsqu'il s'agit de maîtriser l'amélanchier. Enfin, le traitement au Roundup se révèle peu efficace pour maîtriser la majorité des principales espèces recensées. Après une période de 13 mois, moins de 20 % des tiges de cerisier, d'épinette noire et de sapin dépérissent. Or, les deux dernières espèces sont particulièrement abondantes dans les emprises.

On détermine l'efficacité des traitements par leur impact sur plusieurs variables, et le Roundup a eu un impact sensiblement moindre sur presque toutes ces variables. L'ensemble du couvert initial, y compris les essences feuillues pour lesquelles la plupart des phytocides ont eu l'effet escompté, n'est réduit que de 44 % 13 mois après le traitement avec le Roundup (voir le tableau 7-4). Quant aux résineux, ils montrent des défoliations de 7 % des tiges échantillons, dont seulement 6 % sont atteintes (voir le tableau 7-5).

Figure 7-1 : Pourcentage par espèce des tiges indésirables maîtrisées 13 mois après le traitement

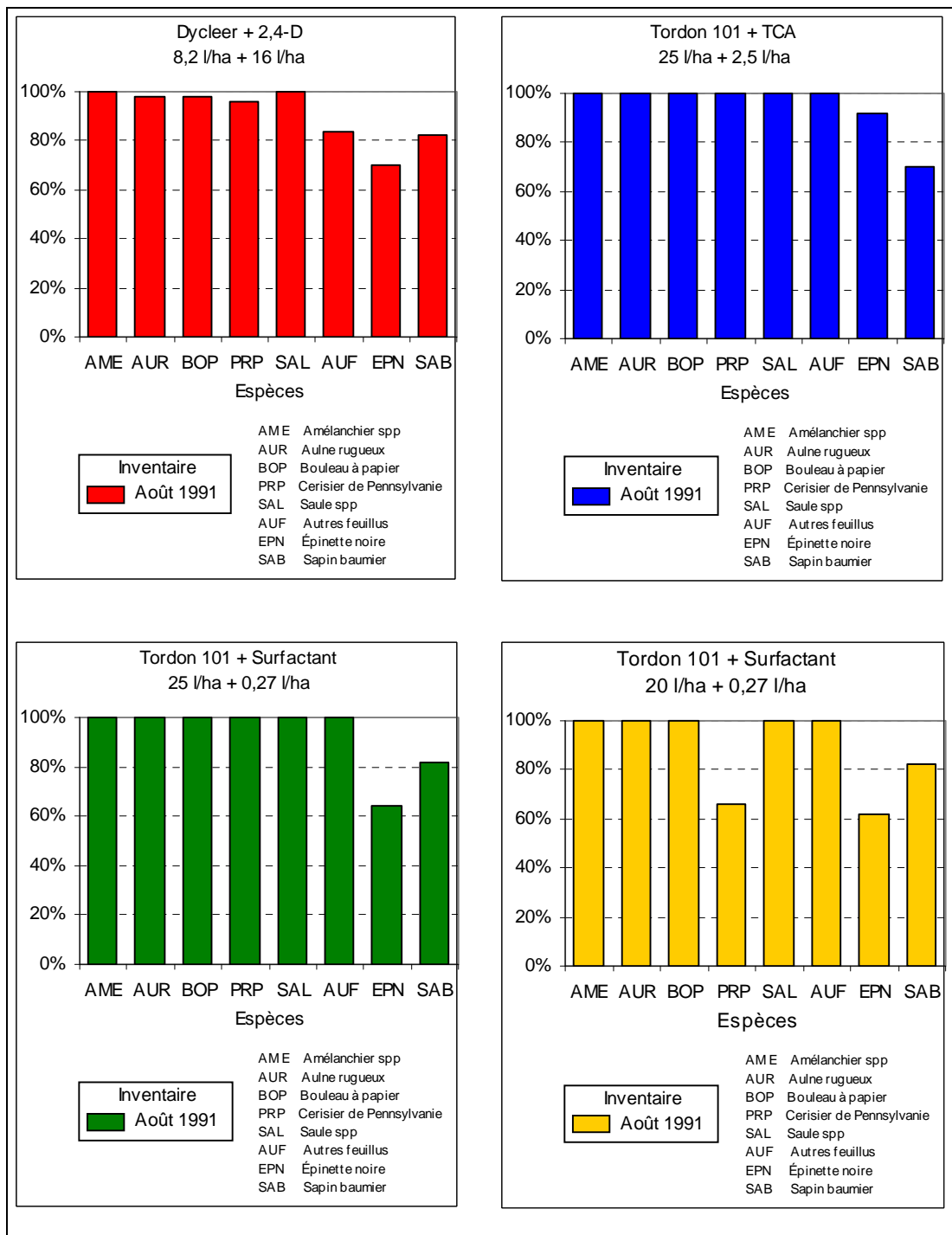


Figure 7-2 : Pourcentage par espèce des tiges indésirables maîtrisées 13 mois après le traitement

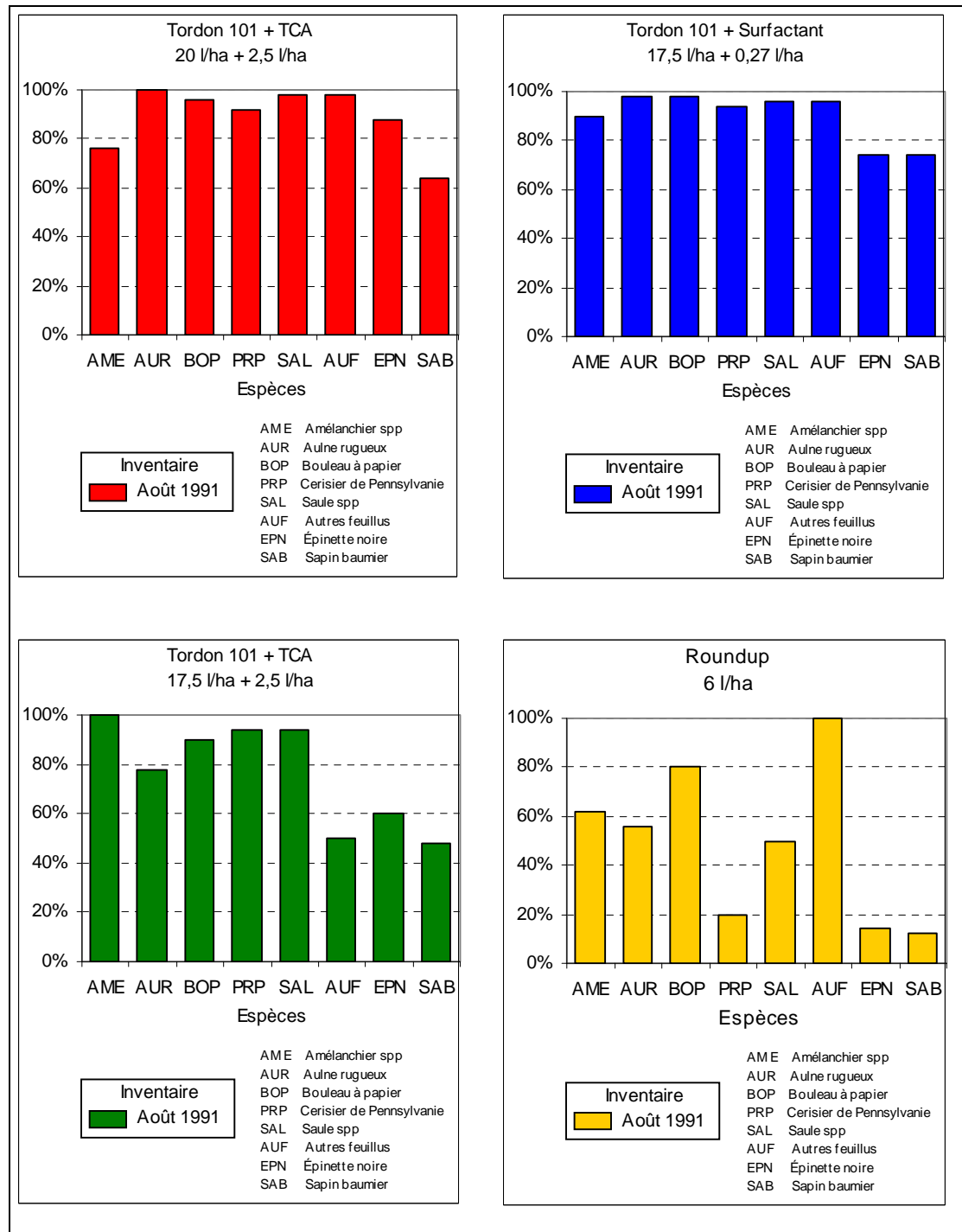


Tableau 7-4 : Couverture (%) des strates ligneuses indésirables (feuillus et résineux) 13 mois après le traitement par pulvérisation aérienne – essais de 1990 – analyse de variance non paramétrique Kruskal-Wallis et test de Marascuilo

Phytocides Concentration de la formulation ^a	Dycleer + 2,4-D 8,2 l/ha 16 l/ha	Roundup 6 l/ha	Tordon 101 + TCA 17,5 l/ha, 5 kg/ha	Tordon 101 + TCA 20 l/ha 2,5 kg/ha	Tordon 101 + TCA 25 l/ha 2,5 kg/ha	Tordon 101 + surfactant 17,5 l/ha 0,27 l/ha	Tordon 101 + surfactant 20 l/ha 0,27 l/ha	Tordon 101 + surfactant 25 l/ha 0,27 l/ha
Feuillus								
Couverture AT ^b	44,8	21,0	17,9	37,4	31,1	28,4	16,8	10,5
Couverture PT ^c	5,0	11,8	6,8	4,0	2,3	2,3	0,3	0,2
Différence de couverture	-39,8	-9,2	-11,2	-33,4	28,8	-26,1	-16,5	-10,3
• Dycleer + 2,4-D	–	f	f	N.S.	N.S.	N.S.	f	f
• Tordon 101 + TCA (20 l/ha)	N.S.	f	f	N.S.	N.S.	N.S.	e	f
• Tordon 101 + TCA (25 l/ha)	N.S.		e	N.S.	–	N.S.	N.S.	e
• Tordon 101 + surfactant (175 l/ha)	N.S.	e	e	N.S.	N.S.	–	N.S.	f
Différence de couverture	-88,8	-43,8	-62,6	-89,3	-92,6	-91,9	-98,2	-98,1
Différence de couverture relative	7,0	10,3	8,4	10,7	9,1	10,1	13,8	10,7
Résineux								
Couverture AT								
Couverture PT	2,3	15,5	7,3	4,3	5,5	5,5	5,7	5,8
Différence de couverture	-4,7	5,3	-1,1	-6,4	-3,6	-4,6	-8,2	-5,0
• Roundup	f	–	N.S.	f	e	f	f	f
Différence de couverture			-13,1					
Différence de couverture relative	-67,1	51,5	-13,1	-59,8	-39,6	-45,5	-59,4	-46,7

a. La quantité de mélange utilisée pour les traitements par pulvérisation aérienne est de 110 l/ha.

b. AT : avant traitement.

c. PT : après traitement.

d. Analyse de variance significative au seuil $\alpha = 0,05$.

e. Analyse de variance significative au seuil $\alpha = 0,01$.

f. Analyse de variance significative au seuil $\alpha = 0,001$.

N.S. : Analyse de variance non significative.

Tableau 7-5 : Défoliation (%) des tiges-échantillons (feuillus et résineux) 13 mois après le traitement par pulvérisation aérienne – essais de 1990 – analyse de variance non paramétrique Kruskal-Wallis et test de Marascuilo

Phytocides Concentration de la formulation ^a	Dycleer + 2,4-D 8,2 l/ha 16 l/ha	Roundup 6 l/ha	Tordon 101 + TCA 17,5 l/ha 2,5 kg/ha	Tordon 101 + TCA 20 l/ha 2,5 kg/ha	Tordon 101 + TCA 25 l/ha 2,5 kg/ha	Tordon 101 + surfactant 17,5 l/ha 0,27 l/ha	Tordon 101 + surfactant 20 l/ha 0,27 l/ha	Tordon 101 + surfactant 25 l/ha 0,27 l/ha
Feuillus								
Défoliation AT ^b	0,0	2,0	2,2	0,0	1,1	1,0	0,3	2,9
Défoliation PT ^c	98,7	65,3	83,5	94,8	100,0	96,4	99,7	100,0
Végétation défoliée	-98,7	-63,3	-81,3	-94,8	-98,9	-95,6	-99,4	-97,0
• Roundup	f	-	N.S.	f	f	f	f	f
• Tordon 101+TCA (17,5 l/ha)	e	N.S.	-	N.S.	e	N.S.	e	a
Résineux								
Défoliation AT	0,0	5,0	1,6	0,1	0,0	1,0	1,3	4,8
Défoliation PT	73,9	11,8	50,4	72,5	75,5	71,9	65,7	68,1
Végétation défoliée	-73,9	-6,8	-48,8	-72,3	-75,5	-70,9	-64,3	-62,7
• Roundup	f	-	f	f	f	f	f	f
• Tordon 101+TCA (17,5 l/ha)			N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.

a. La quantité de mélange utilisée pour les traitements par pulvérisation aérienne est de 110 l/ha.

b. AT : avant traitement.

c. PT : après traitement.

d. Analyse de variance significative au seuil $\alpha = 0,05$.

e. Analyse de variance significative au seuil $\alpha = 0,01$.

f. Analyse de variance significative au seuil $\alpha = 0,001$.

N.S. : Analyse de variance non significative.

Le traitement au Dycleer a produit de meilleurs résultats. Après 13 mois, on a noté des pourcentages de défoliation de 99 % pour les feuillus et de 74 % pour les résineux, ce qui correspond à des états phytosanitaires précaire et mauvais pour une moyenne de 98 % des tiges échantillons de feuillus et de 80 % des tiges échantillons de résineux (voir la figure 7-1). On a également obtenu des résultats intéressants pour ce qui est de la réduction de la couverture (89 % pour les feuillus et 67 % pour les résineux) (voir le tableau 7-4).

L'efficacité du Tordon 101 se compare à celle du Dycleer pour l'ensemble des variables étudiées, sauf dans le cas de la formulation Tordon 101 + TCA à 17,5 l/ha, qui a donné des résultats considérablement inférieurs.

Selon les résultats des essais de 1990, l'efficacité des traitements au Tordon 101 tend à augmenter avec la concentration du produit. Les traitements à la formulation Dycleer + 2,4-D et les traitements au Tordon 101 à des doses de 20 l/ha et de 25 l/ha se distinguent de façon marquée des traitements au Roundup et à la formulation Tordon 101 (17,5 l/ha) + TCA par leur efficacité sur les deux groupes d'essences (résineux et feuillus). Enfin, le traitement à la formulation Tordon 101 (17,5 l/ha) + surfactant présente des résultats moins constants, mais statistiquement comparables à ceux des traitements les plus efficaces.

7.2.1.3 Établissement de communautés végétales compatibles et relativement stables

Lors des essais de 1988, de 1989 et de 1990, nous avons recueilli des données sur le pourcentage de couverture des strates non visées des emprises avant et après traitement. Ces données permettent de vérifier l'impact des applications par pulvérisation aérienne sur la végétation compatible avec le réseau.

Tableau 7-6 : Couverture (%) de la végétation désirable un mois après le traitement – essais de 1988 et de 1989

Traitement	Couverture avant le traitement				Couverture un mois après le traitement				Différences de pourcentage de couverture en valeur relative		
	Muscinale		Her-bacée	Arbus-tive basse	Muscinale		Her-bacée	Arbus-tive basse	Muscinale	Her-bacée	Arbus-tive basse
	L ^a	M ^b			L	M					
Essais de 1988											
Tordon 101, 35 l/ha (170 l/ha)	0	15,0	55,0	50,0	0,0	15,0	30,0	35,0	0,0	-45,0	-30,0
Tordon 101, 35 l/ha (170 l/ha)	0	100,0	40,0	60,0	0,0	95,0	25,0	10,0	-5,0	-37,5	-83,3
Tordon 101, 30 l/ha (170 l/ha)	1,0	15,0	75,0	65,0	1,0	15,0	60,0	5,0	0,0	-20,0	-92,3
Tordon 101, 25 l/ha (170 l/ha)	10,0	90,0	10,0	65,0	7,0	90,0	5,0	5,0	-3,0	-50,0	-92,3
Tordon 101, 20 l/ha (170 l/ha)	10,0	75,0	70,0	5,0	10,0	75,0	30,0	2,5	0,0	-57,1	-50,0
Tordon 101, 25 l/ha (115 l/ha)	4,0	45,0	80,0	35,0	4,0	45,0	75,0	5,0	0,0	-6,3	-85,7
Tordon 101, 25 l/ha (150 l/ha)	5,0	80,0	60,0	50,0	5,0	80,0	55,0	40,0	0,0	-8,3	-20,0
Dycleer, 2,4-D, 8,2 l/ha, 13,2 l/ha (170 l/ha)	20,0	70,0	80,0	10,0	20,0	70,0	50,0	1,0	0,0	-3,8	-90,0

Traitement	Couverture avant le traitement				Couverture un mois après le traitement				Différences de pourcentage de couverture en valeur relative		
	Muscinale		Her- bacée	Arbus- tive basse	Muscinale		Her- bacée	Arbus- tive basse	Muscinale	Her- bacée	Arbus- tive basse
	L ^a	M ^b			L	M					
Roundup, 6 l/ha (100 l/ha)	70,0	25,0	20,0	40,0	70,0	25,0	20,0	39,0	0,0	0,0	-2,5
Dycleer, 2,4-D-DP, 5,2 l/ha, 7,2 l/ha (170 l/ha)	5,0	75,0	50,0	80,0	5,0	75,0	20,0	60,0	0,0	-60,0	-25,0
Essais de 1989											
Tordon 101, 10 l/ha (120 l/ha)	1,0	80,0	80,0	90,0	1,0	80,0	70,0	80,0	0,0	-12,5	-11,1
Tordon 101, 15 l/ha (120 l/ha)	10,0	75,0	5,0	50,0	10,0	75,0	5,0	30,0	0,0	0,0	-40,0
Tordon 101, 17,5 l/ha (120 l/ha)	2,0	95,0	90	70,0	2,0	95,0	80,0	35,0	0,0	-11,1	-7,1
Tordon101, 20 l/ha (120 l/ha)	1,0	10,0	90,0	30,0	1,0	10,0	30,0	2,0	0,0	-66,7	-93,3
Tordon 101, 25 l/ha (120 l/ha)	20,0	30,0	70,0	30,0	20,0	30,0	50,0	28,0	0,0	-28,6	-6,7
Tordon 101, 15 l/ha (110 l/ha)	20,0	90,0	80,0	15,0	20,0	90,0	50,0	2,0	0,0	-37,1	-86,7
Tordon 101, 17,5 l/ha (110 l/ha)	20,0	70,0	30,0	70,0	20,0	70,0	20,0	0,0	0,0	-33,3	-100,0
Tordon 101, 20 l/ha (110 l/ha)	0,0	90,0	50,0	70,0	0,0	90,0	30,0	5,0	0,0	-40,0	-92,9
Tordon 101, 20 l/ha (110 l/ha)	50,0	95,0	30,0	40,0	50,0	95,0	30,0	30,0	0,0	0,0	-25,0
Tordon 101, 25 l/ha (110 l/ha)		10,0	95,0	60,0	1,0	10,0	20,0	50,0	0,0	-78,9	16,7
Tordon 101, 25 l/ha (100 l/ha)	30,0	60,0	30,0	75,0	30,0	60,0	25,0	70,0	0,0	-16,7	-6,7
Tordon 101, 20 l/ha (100 l/ha)		10,0	70,0	90,0	1,0	10,0	50,0	10,0	0,0	-28,6	-88,9
Tordon 101, 17,5 l/ha (100 l/ha)	5,0	60,0	10,0	80,0	5,0	60,0	8,0	30,0	0,0	-20,0	-62,5
Tordon 101, 15 l/ha (100 l/ha)	0,0	30,0	10,0	80,0	0,0	30,0	8,0	70,0	0,0	-20,0	-12,5
Dycleer, 2,4-D, 8,2 l/ha, 13,2 l/ha (100 l/ha)	20,0	80,0	70,0	40,0	20,0	80,0	60,0	30,0	0,0	-14,3	-25,0
Dycleer, 2,4-D, 8,2 l/ha, 13,2 l/ha (100 l/ha)	10,0	80,0	30,0	90,0	10,0	80,0	20,0	80,0	0,0	-33,3	-11,1

Traitement	Couverture avant le traitement				Couverture un mois après le traitement				Différences de pourcentage de couverture en valeur relative		
	Muscinale		Herbacée	Arbustive basse	Muscinale		Herbacée	Arbustive basse	Muscinale	Herbacée	Arbustive basse
	L ^a	M ^b			L	M					
Dycleer, 2,4-D, 8,2 l/ha, 13,2 l/ha (100 l/ha)	5,0	10,0	90,0	60,0	5,0	10,0	85,0	30,0	0,0	-5,6	-50,0
Roundup, 6 l/ha (100 l/ha)	5,0	90,0	30,0	60,0	5,0	90,0	20,0	40,0	0,0	-33,3	-33,3

a. Lichens.

b. Mousses.

Tableau 7-7 : Couverture (%) de la végétation désirable six semaines après le traitement par pulvérisation aérienne – essais de 1990

Phytocides	Dycleer 2,4-D	Roundup	Tordon 101 + TCA	Tordon 101 + TCA	Tordon 101 + TCA	Tordon 101 + surfactant	Tordon 101 + surfactant	Tordon 101 + surfactant
Concentration de la formulation ^a	8,2 l/ha 16 l/ha	6 l/ha	17,5 l/ha 2,5 kg/ha	20 l/ha 2,5 kg/ha	25 l/ha 2,5 kg/ha	7,5 l/ha 0,27 l/ha	20 l/ha 0,27 l/ha	25 l/ha 0,27 l/ha
Couverture avant traitement (%)								
Strate muscinale	45,47	37,73	57,35	54,36	41,45	43,58	54,66	65,20
Strate herbacée	37,62	31,35	29,21	49,76	51,78	35,62	40,19	18,58
Strate arbustive inférieure	37,28	21,04	30,49	29,55	17,90	23,65	15,64	33,19
Couverture après traitement (%)								
Strate muscinale	45,70	36,45	58,70	54,46	39,43	43,64	53,71	66,80
Strate herbacée	20,18	26,47	19,40	30,09	27,10	22,22	29,15	13,45
Strate arbustive inférieure	21,13	18,65	21,02	17,74	4,98	10,80	10,76	25,88
Différence de couverture (%)								
Strate muscinale	0,23	-1,27	1,35	0,10	-2,03	0,06	-0,95	1,60
Strate herbacée	-17,44	-4,87	-9,81	-19,68	-24,68	-13,40	-11,04	-5,13
Strate arbustive inférieure	-16,15	-2,38	-9,47	-11,81	-12,93	-12,85	-4,88	-7,31
Différence de couverture relative (%)								
Strate muscinale	0,51	-3,39	2,35	0,18	-4,87	-0,14	-1,73	2,45
Strate herbacée	-46,36	-15,57	-33,58	-39,53	-47,66	-37,62	-27,47	-27,61
Strate arbustive inférieure	-43,32	-11,36	-31,06	-39,97	-72,18	-54,33	-31,20	-22,02

a. La quantité de mélange utilisée pour les traitements par pulvérisation aérienne est de 110 l/ha.

Tableau 7-8 : Couverture (%) de la végétation désirable 13 mois après le traitement par pulvérisation aérienne – essais de 1990

Phytocides	Dycleer + 2,4-D	Roundup	Tordon 101 + TCA	Tordon 101 + TCA	Tordon 101 + TCA	Tordon 101 + surfactant	Tordon 101 + surfactant	Tordon 101 + surfactant
Concentration de la formulation ^a	8,2 l/ha 16 l/ha	6 l/ha	17,5 l/ha 2,5 kg/ha	20 l/ha 2,5 kg/ha	25 l/ha 2,5 kg/ha	17,5 l/ha 0,27 l/ha	29 l/ha 0,27 l/ha	25 l/ha 0,27 l/ha
Couverture avant traitement (%)								
Strate muscinale	44,7	38,5	56,8	54,9	42,8	44,9	56,0	65,9
Strate herbacée	37,6	29,7	28,7	50,4	54,1	35,4	42,1	18,9
Strate arbustive inférieure	37,8	19,3	30,5	29,9	19,5	23,2	15,3	33,3
Couverture 13 mois après le traitement (%)								
Strate muscinale	32,2	27,9	44,4	29,7	12,9	39,8	52,3	52,1
Strate herbacée	28,6	32,7	27,8	38,3	44,0	30,5	36,7	14,8
Strate arbustive inférieure	22,4	15,0	14,5	15,3	10,8	13,3	11,0	20,2
Différence de couverture (%)								
Strate muscinale	-12,5	-10,5	-12,4	-25,2	-30,0	-5,1	-3,7	-13,7
Strate herbacée	-8,9	3,0	-0,9	-12,1	-10,1	-4,8	-5,5	-4,1
Strate arbustive inférieure	-15,4	-4,3	-16,1	-14,6	-8,6	-10,0	-4,3	-13,4
Différence de couverture relative (%)								
Strate muscinale	-28,0	-27,5	-21,8	-45,9	-69,9	-11,4	-6,6	-20,9
Strate herbacée	-23,9	10,1	-3,1	-24,0	-18,7	-13,8	-12,8	-21,5
Strate arbustive inférieure	-40,7	-22,3	-52,5	-48,8	-44,6	-42,7	-28,1	-39,3

a. La quantité de mélange utilisée pour les traitements par pulvérisation aérienne est de 110 l/ha.

Essais de 1988 et de 1989

Le tableau 7-6 montre le pourcentage de couverture de la végétation un mois après le traitement, selon les études d'Hydro-Québec (Hydro-Québec, 1988 et 1990).

La pulvérisation semble avoir très peu d'effet sur la strate muscinale. La strate herbacée est parfois sensiblement touchée, mais, en moyenne, son couvert subit une diminution relative de seulement 27 %, alors que celui de la strate arbustive inférieure (< 1 m à maturité) connaît une diminution relative variant entre 40 et 60 %.

Essais de 1990

Les résultats obtenus 6 semaines (voir le tableau 7-7) et 13 mois après le traitement (voir le tableau 7-8) sont décrits ci-dessous.

Après six semaines, les variations du couvert de la strate muscinale (mousses et lichens) sont négligeables et peuvent tenir à une distorsion de l'estimation. Après 13 mois cependant, les traitements à la formulation Tordon 101 (20 et 25 l/ha) + TCA entraînent des diminutions relatives du couvert de 46 à 70 %.

- Les diminutions relatives du couvert herbacé varient de 16 à 48 % après six semaines. Elles peuvent être attribuables d'une part à l'effet de la pulvérisation et d'autre part à la phénologie des espèces présentes. Cependant, 13 mois après le traitement, la couverture de cette strate se rétablit, la diminution relative du couvert ne variant plus que de 3 à 24 %.
- Après six semaines, le couvert arbustif dénote une diminution modérée, soit en moyenne 38 %, allant de 11 % pour le Roundup à 72 % pour la formulation Tordon 101 (25 l/ha) + TCA. Les diminutions relatives du couvert sont de l'ordre de 22 à 53 % après 13 mois et, comme le montre le tableau 7-9, les différences entre les effets des traitements se sont estompées.
- Pour une concentration donnée, l'ajout de TCA au Tordon 101 tend à augmenter l'impact négatif du traitement sur l'ensemble des strates non visées, particulièrement la strate muscinale.

Tableau 7-9 : Couverture (%) de la strate arbustive inférieure 13 mois après le traitement par pulvérisation aérienne – essais de 1990 – analyse de variance non paramétrique Kruskal-Wallis et test de Marascuilo

Phytocides	Dycleer + 2,4-D	Roundup	Tordon 101 + TCA	Tordon 101 + TCA	Tordon 101 + TCA	Tordon 101 + surfactant	Tordon 101 + surfactant	Tordon 101 + surfactant
Concentration de la formulation ^a	8,2 l/ha 16 l/ha	6 l/ha	17,5 l/ha 2,5 kg/ha	20 l/ha 2,5 kg/ha	25 l/ha 2,5 kg/ha	17,5 l/ha 0,27 l/ha	20 l/ha 0,27 l/ha	25 l/ha 0,27 l/ha
Strate arbustive < 1 m	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Couverture AT ^b	37,8	19,3	30,5	29,9	19,5	23,3	15,3	33,7
Couverture PT ^c	22,4	15,0	14,5	15,3	10,5	13,3	11,0	20,3
Différence de couverture	-15,4	-4,3	-16,1	-14,6	-8,6	-10,0	-4,3	-13,4
Différence de couverture relative	-40,7	-22,3	-52,5	-48,8	-44,6	-42,9	-28,1	-39,8

a. La quantité de mélange utilisée pour les traitements par pulvérisation aérienne est de 110 l/ha.

b. AT : avant traitement

c. PT : après traitement.

N.S. : Analyse de variance non significative.

7.2.1.4 Essais de 2004, région de Manic-2

L'étude amorcée en 2004 vise à comparer l'efficacité de cinq formulations de phytocides appliquées par voie aérienne dont les composantes sont disponibles sur le marché de l'est du Canada et potentiellement utilisables (Domingue et coll., 2004). Le circuit de référence utilisé pour l'établissement du dispositif est le 7029, portées 319 à 325, dans la région de Manic-2. L'historique des interventions dans le dispositif avant le traitement de 2004 se résumait à une première intervention chimique en 1980 (Herbec 20P) et à deux interventions mécaniques (1992 et 1999). Lors de l'établissement du dispositif en 2003, six espèces ligneuses incompatibles ont été ciblées en raison de leur abondance dans la région. Les cinq plus présentes, soit l'épinette noire (*Picea mariana*), le sapin baumier (*Abies balsamea*), l'érable rouge (*Acer rubrum*), le cerisier de Pennsylvanie (*Prunus pensylvanica*) et le bouleau à papier (*Betula papyrifera*), ont été numérotées à raison de 30 tiges de chaque essence par traitement auxquelles s'ajoutaient environ 10 tiges d'aulne rugueux (*Alnus rugosa*).

Les formulations commerciales faisant l'objet de cette validation sont les suivantes :

- Vanquish (Dycleer) (5,2 l/ha) + Garlon 4 (8 l/ha) + Sylgard (110 l/ha de mélange) ;
- Vanquish (5,2 l/ha) + 2,4-D Amine 500 + Sylgard (110 l/ha de mélange) ;
- Tordon 22K (9 l/ha) + Sylgard (110 l/ha de mélange) ;
- Garlon 4 (8 l/ha) + Sylgard (110 l/ha de mélange) ;
- Tordon 101 (25 l/ha) + Sylgard (110 l/ha de mélange).

Bien que le phytocide Tordon 22K ait été inclus dans la comparaison, il n'est actuellement pas homologué pour la pulvérisation aérienne dans l'est du Canada et ne peut donc plus être utilisé dans nos emprises de lignes.

Un bloc témoin sans aucun traitement a été conservé aux fins de comparaison.

7.2.1.5 Maîtrise des espèces incompatibles

Deux suivis ont été réalisés respectivement neuf semaines et un an après les traitements. Les résultats sont présentés aux tableaux 6-10 et 6-11. Le constat préliminaire un an après les traitements montre une mortalité des tiges supérieure dans le bloc traité à l'aide du Tordon 22K (80 %), suivi par le bloc traité au Tordon 101 (70 %) et par le bloc traité avec le mélange de Garlon 4 et de Vanquish (66 %).

Tableau 7-10 : Taux de mortalité (%) des tiges neuf semaines après pulvérisation aérienne

	Témoin	Garlon 4 + Vanquish	Vanquish + 2,4-D Amine 500	Tordon 22K	Garlon 4	Tordon 101
Épinette noire	0	3	0	17	0	0
Sapin baumier	0	7	14	21	0	3
Érable rouge	0	83	7	81	70	47
Aulne rugueux	0	70	85	57	46	27
Cerisier de Pennsylvanie	0	100	100	100	63	100
Bouleau à papier	0	100	100	93	100	100
Total	0	59	47	62	46	48

Par ailleurs, l'efficacité de ces trois traitements et du mélange Vanquish – 2,4-D Amine 500 sur les feuillus intolérants (bouleaux, cerisiers) est remarquable puisque 100 % des tiges numérotées sont mortes. En ce qui concerne l'efficacité des produits sur les résineux, le Tordon 22K suivi du Tordon 101 semblent pour l'instant les plus efficaces. Le Tordon 22K démontre un meilleur contrôle de l'érable rouge avec 78 % de mortalité tandis que le Garlon 4 et le Tordon 101 se classent aux 2^e et 3^e rangs avec respectivement 63 et 60 % de mortalité de cette espèce.

Tableau 7-11 : Taux de mortalité (%) des tiges un an après pulvérisation aérienne

	Témoin	Garlon 4 + Vanquish	Vanquish + 2,4-D Amine 500	Tordon 22K	Garlon 4	Tordon 101
Épinette noire	0	23	10	53	0	27
Sapin baumier	0	43	54	67	0	63
Érable rouge	0	52	3	78	63	60
Aulne rugueux	0	100	100	86	64	73
Cerisier de Pennsylvanie	0	100	100	100	85	100
Bouleau à papier	0	100	100	100	100	100
Total	0	66	57	80	50	70

Le prochain inventaire, deux ans après traitement, permettra de vérifier la réaction à plus long terme des tiges et ainsi de tirer des conclusions quant à l'efficacité définitive des cinq formulations de phytocides. Il est toutefois important de souligner que le mélange de Tordon 101 est utilisé dans le cadre de travaux de la maîtrise de la végétation depuis 1994 et qu'il a clairement démontré son efficacité pour la maîtrise des espèces incompatibles et la promotion de l'implantation et du maintien de communautés végétales compatibles. Puisque le Tordon 22K n'est homologué que

pour l'ouest du Canada, le Tordon 101 semble actuellement le produit homologué le plus efficace pour utilisation au Québec dans le cadre d'un programme de pulvérisation aérienne. Ce produit maîtrise efficacement les essences résineuses et feuillues tolérantes et élimine l'ensemble des feuillus intolérants.

7.2.2 Phytocides granulaires

Par le passé, le phytocide granulaire Herbec 20P, dont la matière active est le tebuthiuron, pouvait être utilisé et était homologué pour la pulvérisation aérienne. Ce produit n'est toutefois plus disponible au Canada.

7.3 Fiabilité des produits

Comme il est mentionné plus haut, le glyphosate est un produit non sélectif, parce qu'il agit, entre autres, sur une vaste gamme de plantes désirables dans les emprises, dont plusieurs graminées (annuelles et vivaces) qui ne subissent pas d'effets négatifs avec le Tordon 101. La fiabilité du glyphosate est étroitement liée à la physiologie des espèces et à leurs caractéristiques phénologiques. En effet, chez les feuillus, le glyphosate doit être appliqué une fois que les plants ont terminé leur croissance et que la translocation vers les racines a commencé, soit à la fin de juillet, en août ou en septembre. Chez les résineux, le glyphosate a un effet minime ou nul s'il est appliqué après la lignification des nouvelles pousses. Ainsi, la maîtrise combinée des deux groupes d'essences en un seul traitement au Roundup est impossible. Les emprises étudiées sont situées dans une région où la pessière à épinette noire (voir la section 4.2) est abondante dans sa forme climacique. La pulvérisation aérienne de glyphosate au début de juillet (essais de 1990) n'a d'ailleurs pas donné les résultats escomptés chez les résineux.

Les formulations Vanquish, Garlon 4 et Tordon 101 agissent de façon sélective sur les feuillus et les résineux et, généralement, aux doses utilisées, ils épargnent les graminées et les herbacées à feuilles étroites de même que la strate muscinale. Pour assurer la fiabilité des résultats, tant pour les feuillus que pour les résineux, ces produits sont appliqués pendant la période de croissance active de la végétation, lorsque le déploiement des feuilles est complet, soit en juin, en juillet et au début d'août. Les conditions pédologiques n'ont pas influé de façon déterminante sur la fiabilité des phytocides dans les régions étudiées.

Pendant les dix années où nous avons appliqué des phytocides par voie aérienne dans le cadre de notre exploitation, nous avons également noté que l'efficacité du Tordon 101 à l'égard des espèces cibles a une grande amplitude, n'est pas diminuée par les conditions climatiques prévalant sur la Côte-Nord et a été démontrée même après le début du processus d'aoûtement, en fin de saison.

Quant aux conditions climatiques nécessaires pour assurer la fiabilité de ces phytocides, la marge de manœuvre est assez grande. La température de l'air peut

varier de 10 à 25 °C, et il faut de 4 à 6 h pour assurer l'absorption adéquate des produits par le feuillage. Par ailleurs, toutes les conditions concernant la pulvérisation aérienne de ces produits doivent être respectées.

Pour la pulvérisation aérienne, Dow AgroScience, fabricant du Tordon 101, recommande de mélanger ce produit au surfactant Sylgard 309 pour en augmenter l'efficacité sur les conifères. Le Sylgard 309 est un agent tensioactif de silicone destiné à rehausser l'efficacité des herbicides de postémergence solubles à l'eau. Les solutions de pulvérisation auxquelles le Sylgard 309 est ajouté permettent une meilleure pénétration de la plante par le phytocide. Il est aussi démontré que le Sylgard 309 augmente la rapidité d'absorption des herbicides solubles à l'eau ainsi que la quantité de matière active absorbée. C'est pour cette raison que cet adjuvant est systématiquement ajouté aux phytocides.

7.4 Conclusion

Compte tenu des essais qui ont été réalisés depuis près de 20 ans à Hydro-Québec et du programme de pulvérisation aérienne mené de 1994 à 2004, on peut conclure que la formulation Tordon 101 avec surfactant Sylgard 309 répond aux critères établis par Hydro-Québec en lui permettant de maîtriser efficacement la végétation incompatible tout en favorisant l'implantation et le maintien d'une végétation compatible, composée principalement de plantes herbacées. Le Garlon 4 et le Vanquish + 2,4-D Amine 500 présentent une efficacité moindre que le Tordon 101, notamment en ce qui concerne la maîtrise des espèces résineuses. Quant au glyphosate (Roundup), il ne répond pas aux exigences puisqu'il est peu efficace pour maîtriser les espèces résineuses et qu'il ne favorise pas l'établissement et le maintien de communautés végétales basses, du fait qu'il est non sélectif.

8 Protection de l'environnement

Hydro-Québec met en place des mesures pour protéger l'environnement pendant les travaux de maîtrise de la végétation. La présente section traite des mesures, qui se traduisent notamment par l'établissement de zones d'exclusion et de clauses contractuelles, que les entrepreneurs spécialisés réalisant ces travaux doivent obligatoirement mettre en œuvre. Ces mesures témoignent de la volonté d'Hydro-Québec de protéger l'environnement.

8.1 Gestion environnementale à Hydro-Québec

8.1.1 Introduction

En maintenant un système de gestion environnementale (SGE) conforme à la norme internationale ISO 14001, Hydro-Québec affirme sa volonté d'accomplir sa mission dans le respect de l'environnement.

Depuis plusieurs années, Hydro-Québec est profondément engagée envers la protection de l'environnement, au point que la gestion environnementale fait désormais partie de la gestion courante des différentes activités, notamment celles qui sont reliées à la maîtrise de la végétation.

Le maintien du SGE permet non seulement de continuer à traiter les préoccupations environnementales de plus en plus exigeantes, mais également de démontrer à des tiers (gouvernement, population, organismes divers, etc.) la conformité de l'entreprise avec la norme internationale ainsi que son engagement à respecter les lois, règlements et autres exigences en vigueur en matière d'environnement. Ce faisant, Hydro-Québec agit dans l'esprit de sa politique environnementale, intitulée « Notre environnement » (Hydro-Québec, 1998).

Par ailleurs, le maintien de cet enregistrement selon la norme ISO 14001 s'inscrit dans la foulée des actions menées par l'entreprise pour conserver sa réputation de promoteur des qualités environnementales du réseau de transport d'électricité. Notamment, grâce à cette démarche, Hydro-Québec se maintient à l'avant-garde du domaine du transport de l'électricité, dans une perspective de développement durable. Il faut savoir que l'enregistrement ISO 14001 est de plus en plus reconnu par les entreprises du secteur énergétique, en plus d'être valorisé par les partenaires du milieu.

Il faut donc concentrer nos efforts sur le maintien d'un SGE efficace qui intègre les considérations environnementales à la gestion courante. Pour faciliter le travail des équipes opérationnelles, Hydro-Québec a publié le *Manuel du système de gestion environnementale* (voir l'annexe C). Ce document est un outil de référence qui

explique brièvement ce qu'est le système de gestion environnementale, en décrit les éléments essentiels et expose les rôles et responsabilités de chacun.

8.1.2 Politique d'Hydro-Québec en matière d'environnement

La politique « Notre environnement » d'Hydro-Québec énonce l'engagement de l'entreprise à protéger l'environnement dans chacune des facettes de ses opérations. Hydro-Québec mise sur l'utilisation judicieuse des ressources dans une perspective de développement durable. Cette politique présente les orientations d'Hydro-Québec relatives à l'environnement ainsi qu'à la santé et à la sécurité du public.

8.1.2.1 Principes généraux

Hydro-Québec est une entreprise d'avant-garde en matière d'environnement. Grâce à l'hydroélectricité, elle produit une énergie propre, renouvelable et sécuritaire, et protège ainsi l'héritage environnemental des générations futures. Dans le domaine de la maintenance des lignes de transport d'électricité (ex. maîtrise de la végétation), elle s'assure que les activités de maintenance sont rentables et acceptables sur le plan environnemental. Elle pratique une gestion environnementale rigoureuse, conforme à la norme ISO 14001, dans une perspective d'amélioration continue.

8.1.2.2 Développement durable

Pour contribuer au développement durable et à la protection de l'environnement global, Hydro-Québec s'engage à :

- privilégier l'hydroélectricité, les autres sources d'énergie renouvelables et l'efficacité énergétique pour combler les besoins de ses clients ;
- utiliser les ressources le plus efficacement possible et pratiquer la réduction à la source, la réutilisation et le recyclage.

Hydro-Québec se conforme également à la politique en matière de développement durable et cible donc les objectifs suivants :

- intégrer l'environnement à ses activités ;
- améliorer l'équité sociale ;
- améliorer l'efficacité économique.

8.1.2.3 Amélioration continue de la performance environnementale

Pour améliorer sa performance environnementale, Hydro-Québec s'engage à :

- intégrer l'environnement à ses processus décisionnels et à toutes les étapes du cycle de vie de ses produits, de ses services et de ses installations de façon à respecter les

- normes environnementales reconnues, à prévenir la pollution, à gérer les impacts à la source, à atténuer les impacts négatifs et à maximiser les impacts positifs ;
- adopter une attitude de transparence en faisant participer les communautés locales aux évaluations environnementales des activités qu'elle entreprend ;
- sensibiliser ses partenaires commerciaux et ses fournisseurs au besoin d'une gestion environnementale responsable de leurs activités, produits et services.

8.1.2.4 Santé et sécurité du public

Pour assurer la santé et la sécurité du public, Hydro-Québec s'engage :

- à concevoir, à gérer et à entretenir ses installations, et à mener ses activités de façon à contrôler les risques d'atteinte à l'intégrité physique des personnes ;
- à informer ses publics sur la façon d'utiliser ses produits et services de façon sécuritaire ;
- à mettre en place et à maintenir des plans et des mesures d'urgence, harmonisés avec ceux des intervenants locaux et des gouvernements concernés, et à les rendre publics.

8.1.2.5 Recherche et développement

Pour s'améliorer en matière de performance environnementale, de développement durable et de santé publique, Hydro-Québec s'engage :

- à réaliser ou à soutenir la recherche et le développement relativement aux effets de ses activités sur l'environnement et la santé publique, ainsi qu'aux technologies environnementales ou efficaces sur le plan énergétique.

8.1.3 Norme internationale ISO 14001

ISO 14001 est une norme internationale très réputée dans le domaine des SGE. Elle constitue un mode d'emploi à l'usage des entreprises qui désirent équilibrer protection de l'environnement et besoins socioéconomiques.

Sans établir de niveaux de performance environnementale, elle vise l'amélioration continue. Elle décrit les exigences auxquelles les organismes doivent se conformer afin de mettre en place un système de gestion environnementale efficace. L'accréditation selon cette norme internationale est validée annuellement par une firme externe qui est habilitée à vérifier si l'entreprise qui désire y adhérer se conforme aux différentes exigences.

8.1.4 Système de gestion environnementale (SGE)

Un système de gestion environnementale (SGE) est une approche organisée qui permet de mieux structurer la gestion de l'environnement dans une entreprise comme Hydro-Québec, c'est-à-dire :

- de mieux connaître les impacts des activités ;
- de mieux planifier les actions pour être plus efficaces ;
- d'adopter des pratiques qui conviennent aux objectifs énoncés ;
- de mesurer les résultats obtenus et de prendre des mesures pour s'améliorer.

Le SGE permet d'intégrer systématiquement l'environnement à toutes les activités de l'entreprise, comme la maîtrise de la végétation. Il concerne ainsi l'ensemble du personnel d'Hydro-Québec.

Hydro-Québec déploie son SGE en mettant en œuvre 9 processus qui couvrent les 17 éléments de la norme internationale ISO 14001.

Un SGE fondé sur la norme ISO 14001 comprend **5 grandes étapes**, qui reposent sur les 17 éléments de la norme internationale. Ces étapes forment un cycle qui permet d'améliorer en continu la performance environnementale de l'entreprise.

8.1.4.1 Engagement de la Haute direction

La Haute direction d'Hydro-Québec donne les orientations à suivre dans différents énoncés, tels que la *Déclaration de principes environnementaux*, les encadrements et les objectifs à caractère environnemental.

8.1.4.2 Planification des actions à prendre

Pour mettre en œuvre la *Déclaration de principes environnementaux* et déployer un SGE performant, on se doit de planifier les mesures à prendre.

Les unités d'Hydro-Québec déterminent d'abord les activités qui comportent un aspect environnemental significatif (ou AES dans la terminologie propre à ISO 14001). Ce sont les activités qui ont ou qui peuvent avoir un impact important sur l'environnement. Par exemple, la maîtrise de la végétation constitue une activité qui au sens du SGE pourrait avoir un impact important sur l'environnement en raison notamment de la modification majeure de la végétation dans les emprises de lignes résultant des travaux réalisés, des risques de contamination du sol et de l'eau à la suite de l'utilisation de carburant et de phytocides ainsi que de l'altération potentielle d'habitats fauniques reconnus. Puisque des équipes doivent intervenir dans différents milieux, on peut considérer que l'activité de maîtrise de la végétation comporte des aspects environnementaux significatifs. Dans ce contexte, il faut prendre des mesures

de protection afin de restreindre les effets négatifs sur les composantes de l'environnement.

Hydro-Québec doit également dresser la liste des exigences légales et des autres exigences en environnement qui s'appliquent aux activités qu'elle mène, par exemple celles qui touchent l'usage de phytocides, le transport de carburant, les normes de sécurité de la CSST, etc.

Hydro-Québec peut alors fixer des objectifs environnementaux et les transposer dans ses actions concrètes (devis, normes, procédures, guides de bonnes pratiques, prescriptions environnementales, divers types de restrictions, etc.).

8.1.4.3 Mise en œuvre des actions planifiées

Cette étape consiste d'abord à définir les rôles et responsabilités de chacun des intervenants en fonction du SGE, à former et à sensibiliser le personnel travaillant dans les différents domaines d'intervention (ex. maîtrise de la végétation) ainsi qu'à tenir une documentation efficace de la gestion environnementale qui est réalisée dans chacun des domaines.

Une étape importante consiste à fournir à chaque employé les encadrements pertinents à son travail et à s'assurer qu'il les applique, afin de bien maîtriser les activités ayant ou pouvant avoir des impacts environnementaux importants. Les encadrements regroupent divers éléments comme la *Déclaration de principes environnementaux*, les normes, procédures et autres documents pertinents pour chaque type d'intervention dans le milieu.

Dans chacun des domaines visés par le SGE, les employés doivent aussi être prêts à agir efficacement en cas d'urgence environnementale (ex. déversement accidentel de contaminants).

8.1.4.4 Mesure des résultats et apport de correctifs

Afin de garder le cap sur les objectifs et engagements environnementaux préconisés, il est important de mesurer les résultats obtenus et d'ajuster le tir au besoin.

Pour chacun des domaines d'intervention, y compris la maîtrise de la végétation, les responsables évaluent la conformité légale et réglementaire de l'activité de même que l'application des encadrements internes de l'entreprise et les autres exigences environnementales auxquelles Hydro-Québec est soumise, puis ils remédient aux cas de non-conformité. C'est pourquoi Hydro-Québec doit produire et conserver des preuves des différentes actions menées afin de démontrer la rigueur de son respect des engagements pris.

8.1.4.5 Révision du SGE par la direction d'Hydro-Québec

Périodiquement, la Haute direction de l'entreprise fait le point sur le fonctionnement, la pertinence et l'efficacité du SGE. Elle mesure les progrès accomplis et propose des pistes d'amélioration. Une fois la révision par la direction terminée, les unités relancent le cycle ISO 14001 et de nouvelles mesures d'amélioration sont prises.

Chaque année, Hydro-Québec produit un *Rapport sur le développement durable*, qui témoigne de l'orientation sur le développement durable adoptée il y a déjà plusieurs années. Ce rapport fait état de nos réalisations et des aspects qu'il nous faut améliorer. Il peut être consulté dans le site Internet de l'entreprise : www.hydroquebec.com/developpementdurable.

8.1.5 Déclaration de principes environnementaux

Hydro-Québec a adopté une Déclaration de principes environnementaux dans laquelle elle énonce ses principaux engagements en fonction de ses activités et de sa mission (voir l'annexe D).

8.2 Clauses environnementales

Ces clauses figurent dans les contrats des entreprises spécialisées effectuant les travaux de maîtrise de la végétation, que ces dernières ont l'obligation de respecter. Le responsable d'Hydro-Québec veille à ce respect.

8.2.1 Maîtrise de la végétation dans les emprises de lignes de transport

8.2.1.1 Généralités

Le prestataire de services s'assure que les équipements utilisés pour exécuter les travaux sont en bon état de fonctionnement, c'est-à-dire exempts de fuites, de défauts et de défaillances attribuables à l'obstruction ou à l'usure excessive de certaines pièces, qui pourraient nuire à la qualité de l'application et être susceptibles de laisser échapper des contaminants dans l'environnement.

Le prestataire de services respecte les éléments sensibles recensés et les zones d'exclusion indiqués dans la liste des travaux ou ajoutés à celle-ci en cours de route.

Le prestataire de services évite de manipuler de l'huile ou du carburant et de procéder au remplissage des engins de coupe ou de la machinerie à moins de 50 m d'un cours d'eau, à moins que les quantités de produits pétroliers en jeu soient inférieures à 10 l. Si le maintien d'une distance de 50 m s'avère irréalisable, le prestataire doit faire approuver son aire de manipulation par le représentant d'Hydro-Québec.

Le prestataire de services doit avoir en tout temps en sa possession l'information sur la structure d'urgence d'Hydro-Québec, qui intervient en cas de déversement accidentel dans la section d'emprise concernée par les travaux.

Le prestataire de services a sur place les équipements de protection et le matériel requis pour faire face à un déversement et, le cas échéant, il prend toutes les mesures nécessaires pour confiner immédiatement le produit déversé et minimiser les impacts sur l'environnement. Il avise immédiatement le représentant d'Hydro-Québec qui active la structure d'alerte et d'intervention en vigueur et indique au prestataire de services les mesures à prendre. Le prestataire de services se met à la disposition du représentant d'Hydro-Québec pour la récupération et la gestion des matières contaminées ainsi que la restauration des sites.

Le prestataire de services s'assure en tout temps de la propreté des lieux utilisés, particulièrement des sites d'entreposage, qui doivent être désignés ou acceptés par le représentant d'Hydro-Québec, et des sites de manipulation des produits pétroliers et des phytocides, de même que des emplacements de campement s'il y a lieu.

En aucun cas le prestataire de services ne jette des déchets, des rebuts, des carburants ou d'autres substances ailleurs que dans les sites autorisés. Avant de quitter les lieux des travaux, il s'assure qu'aucun déchet, matière, etc. n'a été laissé sur place.

Pendant les travaux de maîtrise de la végétation, d'inspection, de maintenance ou d'entretien des équipements qui nécessitent l'utilisation de véhicules (camionnettes, VTT, porteurs à chenilles, etc.), la traversée des cours d'eau doit s'effectuer de préférence par des ponts et ponceaux existants. En l'absence de telles structures, le prestataire de services minimise le nombre de traversées des cours d'eau. Il utilise le chemin existant dans l'emprise (chemin de construction) ou, à défaut d'un tel chemin ou si le chemin est situé sur une pente sensible à l'érosion, il choisit un endroit présentant des berges stables à faible pente. Le représentant d'Hydro-Québec peut cependant exiger du prestataire de services la traversée à gué à un endroit précis ou l'utilisation d'infrastructures existantes ou d'un chemin de contournement. Lorsqu'il utilise des véhicules autres que des VTT, le prestataire de services doit respecter les consignes présentées dans le document d'Hydro-Québec intitulé *Procédure à suivre pour la traversée des cours d'eau*.

Lorsque le prestataire de services juge qu'il y a un risque de préjudice pour les propriétés avoisinantes, il doit en faire part au représentant d'Hydro-Québec, qui prend les décisions appropriées.

Le prestataire de services doit s'assurer du respect des exigences d'entretien indiquées par les fabricants des instruments de mesure utilisés sur le terrain (anémomètres, GPS, topofil, etc.). Il doit également s'assurer **annuellement** que la précision des appareils est conforme aux exigences d'Hydro-Québec, de l'une des deux façons suivantes :

1. vérification par un laboratoire spécialisé et compétent en la matière ;
2. vérification par comparaison avec un étalon.

Ces vérifications doivent être consignées par écrit et le représentant d'Hydro-Québec peut exiger en tout temps qu'on lui fournisse une copie de la documentation pertinente.

Il est à noter que les appareils nouvellement achetés sont considérés comme ayant été vérifiés par le fabricant. Cette vérification est valide pour une période de un an.

8.2.1.2 Travaux d'application de phytocides

Le prestataire de services utilise un phytocide ou un mélange de phytocides homologués pour l'usage visé en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires du Canada* (L.R.C., c. P-9) et se conforme aux directives de l'étiquette.

Le prestataire de services doit respecter les recommandations présentées dans le guide de bonnes pratiques intitulé *Phytocides en milieu industriel - Bon sens, bonnes pratiques* et publié par l'Éditeur officiel du Québec (numéro de référence ISBN-2-551-17833-9).

Le prestataire de services et ses employés doivent être titulaires de tous les permis ou certificats requis en vertu du *Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides*. Ces documents peuvent être exigés par le représentant d'Hydro-Québec en tout temps.

Le prestataire de services n'applique pas de phytocides à l'intérieur des éléments sensibles et des zones d'exclusion signalés dans son devis pour la réalisation des travaux ou recensés en cours d'exécution.

Le prestataire de services s'assure que la préparation de la bouillie ainsi que le rinçage de l'équipement d'application se font à une distance minimale de 30 m de tout lac, étang, cours d'eau ou puits sauf pour l'activité consistant **uniquement** à remplir d'eau le réservoir servant à la préparation de la bouillie, qui doit s'effectuer à au moins 5 m de tout plan d'eau. Cette distance est de 100 m dans le cas des installations de captage d'eau servant à la production d'eau de source ou d'eau minérale et pour l'alimentation d'un réseau d'aqueduc si le débit moyen d'exploitation est supérieur à 75 m³ par jour.

Le prestataire de services s'assure que le système d'alimentation en eau est conçu de façon à éliminer la possibilité d'un retour de la bouillie vers la source d'approvisionnement en eau pendant le remplissage de l'équipement d'application.

Le prestataire de services arrête les travaux d'application de phytocides en cas de vents susceptibles de produire une dérive des produits en dehors de la zone traitée. Il en va de même dans les heures suivant la pluie ou lorsqu'il y a imminence de pluie.

Lorsque le phytocide est transvasé dans un contenant autre que celui d'origine, l'étiquette du contenant d'origine doit être apposée au nouveau contenant. Pendant la manipulation des phytocides concentrés et l'application de la bouillie, les travailleurs du prestataire de services doivent porter les vêtements et équipements individuels requis.

Le prestataire de services s'assure que les phytocides sont entreposés conformément aux prescriptions du *Code de gestion des pesticides*.

Le prestataire de services ramasse tous les contenants de phytocides et de produits pétroliers vides qu'il a utilisés. Les contenants de phytocides sont rincés trois fois ou rincés une fois avec un jet à pression, et les résidus de rinçage sont ajoutés à la préparation de la bouillie. Les contenants sont par la suite retournés aux fabricants, de préférence, ou percés et expédiés à un centre d'enfouissement autorisé par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Tous les reçus d'élimination des contenants vides doivent être remis au représentant d'Hydro-Québec après l'expédition des contenants. Aucun contenant vide n'est laissé dans l'emprise.

Les registres d'achat et registres quotidiens d'utilisation de phytocides à jour sont préparés par le prestataire de services, conformément à la *Loi sur les pesticides* (L.R.Q., c. P-9.3). Une copie des registres qui concernent les travaux effectués pour Hydro-Québec peut être exigée en tout temps par le représentant d'Hydro-Québec et doit lui être remise à la fin des travaux.

8.2.1.3 Travaux de coupe

Le prestataire de services entrepose les produits pétroliers à une distance minimale de 100 m de tout cours d'eau.

Le prestataire de services ne laisse aucun arbre ou arbuste coupé dans les cours d'eau. Les tiges coupées et autres débris ligneux sont entassés au-dessus de la limite des hautes eaux.

Le prestataire de services ramasse tous les contenants vides de produits pétroliers qu'il a utilisés.

Si le brûlage de débris ligneux est requis par le représentant d'Hydro-Québec, celui-ci est effectué conformément à la *Loi sur les forêts* (L.R.Q., c. F-4.1) et aux règlements sur la protection des forêts adoptés en vertu de cette loi et doit respecter le plan de

protection approuvé par la Société de protection des forêts contre le feu (SOPFEU). Le prestataire de services obtient, à ses frais, tout permis requis par ces règlements.

Le prestataire de services n'utilise jamais des pneus ou de l'huile pour activer la combustion des débris ligneux.

8.3 Dimension des zones d'exclusion et mesures de protection particulières

La dimension des zones d'exclusion prescrites pour les travaux de maîtrise de la végétation est justifiée par les résultats de l'analyse de la documentation scientifique disponible sur le sujet de même que par ceux des études et essais réalisés depuis plusieurs années à Hydro-Québec. Ces prescriptions environnementales sont complétées par un ensemble de mesures d'atténuation, applicables aux travaux supposant l'utilisation de phytocides, mais également aux travaux de coupe. Elles sont aussi conformes aux normes édictées par le *Code de gestion des pesticides* et, dans la plupart des cas, plus restrictives que les prescriptions du Code.

Ces prescriptions sont principalement fondées sur une synthèse des connaissances acquises par Hydro-Québec au cours des 25 dernières années. Elles tiennent également compte d'un sondage réalisé par Hydro-Québec dans les années 1990 sur les périmètres de protection utilisés par des sociétés de services publics canadiennes et américaines et d'un sondage mené en 2005 par le Transmission Line Assets Management Interest Group (TLAMIG) sur la maîtrise de la végétation (CEATI, 2005). Des études produites par l'Empire State Energy Research Corporation (ESEERCO) et par Ontario Hydro (maintenant Hydro One) sur l'efficacité des périmètres de protection utilisés pour les traitements terrestres avec phytocides ont aussi servi à l'élaboration de ces prescriptions environnementales. Finalement, une veille active auprès de sociétés comparables permet à Hydro-Québec de se positionner et de se mesurer à des homologues ayant des problématiques similaires.

Le tableau 8-1 présente les zones d'exclusion correspondant à chacun des éléments sensibles ainsi que les modes d'intervention et les mesures de protection préconisés pour ces zones d'exclusion. En général, le mode d'intervention utilisé par Hydro-Québec dans ces zones d'exclusion est la coupe manuelle sélective (coupe de la végétation arborescente incompatible avec le réseau). Les plantes herbacées et les arbustes sont ainsi laissés en place. À noter que ces zones d'exclusion sont fonction de normes minimales à respecter et que l'inventaire sur le terrain permet, dans certains cas, d'en augmenter la largeur.

La détermination des éléments sensibles du milieu et des zones d'exclusion connexes est fondée sur l'analyse des photographies aériennes, les observations recueillies au cours de traitements antérieurs et les études effectuées par des entreprises indépendantes, mandatées pour recenser les éléments sensibles du milieu (voir la section 6.2.2). Elle tient compte de la migration éventuelle des phytocides imputable à

des phénomènes tels que le ruissellement et la percolation. Ces zones visent à protéger les éléments sensibles contre toute perturbation.

Selon les connaissances actuelles, les zones d'exclusion exigées par Hydro-Québec sont sécuritaires puisque aucun dommage n'a été constaté lorsqu'elles ont été respectées, notamment dans le cadre des travaux réalisés par pulvérisation aérienne de phytocides sur une période de 10 ans. La dimension de ces zones est régulièrement révisée à la lumière des résultats des études de persistance et de migration des phytocides dans diverses régions climatiques du Québec et est en tout point conforme, voire supérieure, aux exigences du *Code de gestion des pesticides*.

Tableau 8-1 : Dimension des zones d'exclusion pour l'application de phytocides par voie aérienne

Élément sensible	Zones d'exclusion	Mesures
Cours d'eau ou plan d'eau, <u>y compris un cours d'eau à débit intermittent</u> , un lac, une rivière, un étang, un marais, un marécage, une tourbière, <u>mais non un fossé</u> .	30 m de part et d'autre du cours d'eau	Coupe manuelle sélective Maintien de la végétation arbustive présente Retrait des arbres coupés jusqu'à la limite des hautes eaux
Rivière à saumon, frayère reconnue, cours d'eau alimentant directement une station piscicole ou un étang de pêche	60 m de part et d'autre de l'élément	Coupe manuelle sélective Maintien de la végétation arbustive présente Retrait des arbres coupés jusqu'à la limite des hautes eaux
Refuge faunique, réserve faunique nationale, réserve écologique, refuge d'oiseaux migrateurs, aire de repos protégée pour la sauvagine, forêt expérimentale, autre lieu reconnu d'intérêt scientifique	La zone d'exclusion doit englober le territoire à protéger.	Coupe manuelle sélective
Immeuble protégé ^a (y compris chalet de villégiature, mais non abri sommaire)	60 m de l'immeuble protégé	Coupe manuelle sélective ou coupe motorisée
Pente sensible à l'érosion, ravin, rivière encaissée	Si sa croissance ne nuit pas à l'entretien de la ligne, on conserve la totalité de la végétation présente.	Coupe manuelle sélective protégeant la végétation arbustive et arborescente compatible
Culture biologique accréditée ou en voie de l'être	30 m de part et d'autre de la culture.	Coupe manuelle sélective
Écran de végétation (bande verte, écran arborescent, écran boisé, etc.)	Éliminer périodiquement la végétation arborescente susceptible de nuire au réseau. Si un tel écran doit être abattu totalement, les modalités prévues à cet effet doivent être respectées.	Coupe manuelle sélective Maintien de la strate arbustive
Culture sensible (serre, potager, maraîcher, tabac, bleuetière en exploitation, tourbière exploitée, pépinière, arbres fruitiers, etc.)	60 m de part et d'autre de la culture	Coupe manuelle sélective
Grande culture (fourrage, pâturage, culture de pommes de terre)	30 m de part et d'autre de la culture	Coupe manuelle sélective

Élément sensible	Zones d'exclusion	Mesures
Prise d'eau municipale de surface (débit > 75 m ³ /j)	300 m de part et d'autre de la prise	Coupe manuelle sélective
Prise d'eau privée à fort débit (< 75 m ³ /j ; puits collectif, prise d'eau à des fins agricoles)	500 m de part et d'autre de la prise	Coupe manuelle sélective
Prise d'eau municipale souterraine (débit > 75 m ³ /j)		
Prise d'eau privée à faible débit (résidence et chalet de villégiature, mais non abri sommaire)	100 m de part et d'autre de la prise	Coupe manuelle sélective
<u>Note</u> : prise d'eau tant de surface que souterraine		

- a. Immeuble protégé : 1) Terrain bâti dans un périmètre d'urbanisation déterminé par un schéma d'aménagement ou un schéma métropolitain d'aménagement et de développement, à l'exception d'un terrain zoné par l'autorité municipale à des fins industrielles. 2) L'un des bâtiments suivants situés hors du périmètre d'urbanisation, ainsi que la bande de 30 m sur le pourtour de l'un de ces bâtiments et appartenant au propriétaire : a) bâtiment servant d'habitation sauf chalet en forêt, b) édifice public administratif ou commercial, c) établissement d'hébergement touristique. 3) Terrain a) d'un centre récréatif, de loisir, sportif ou culturel, b) d'une base de plein air ou d'un centre d'interprétation de la nature, c) d'un établissement de camping, d) d'un parc municipal ou d'une plage publique, e) d'un club de golf, f) d'une réserve écologique, g) d'un parc provincial ou fédéral.

9 Impact sur la santé des travailleurs

9.1 Introduction

Étant donné la rugosité du terrain dans les emprises visées de la région de Manicouagan, la difficulté d'accès aux emprises et l'éloignement des sites, les options d'intervention en maîtrise de la végétation sont très limitées. En effet, seuls deux types d'intervention sont envisageables : la coupe manuelle ou la pulvérisation de phytocides par voie aérienne. Dans les deux cas, il existe des risques pour la santé des travailleurs qui doivent être pris en considération dans la sélection du mode d'intervention.

Pour ce genre du terrain, la coupe manuelle et le débroussaillage s'effectuent majoritairement (80 %) à l'aide d'un outil manuel appelé débroussailleuse. Toutefois, dans certaines situations (20 %), notamment lorsque les arbres à abattre sont plus gros, le travailleur doit avoir recours à une scie à chaîne.

La débroussailleuse est une scie circulaire montée sur un arbre de transmission. Le moteur de cet outil est installé du côté opposé à la scie sur l'arbre de transmission. L'outil est transporté à l'aide d'un harnais. Il pèse entre 10 et 16 kg et peut consommer de 4 à 8 l d'essence par jour.

Photo 9-1 : Débroussailleuse



Une étude récente a permis de brosser un portrait des opérateurs de débroussailleuse (Comité interministériel sur le développement de la main-d'œuvre en aménagement forestier, 2001). Au Québec, l'âge moyen d'un opérateur de débroussailleuse est 42,4 ans et les deux tiers des opérateurs ont plus de 40 ans. La moitié d'entre eux n'ont pas de diplôme d'études secondaires ; le quart a 4 ans ou moins d'expérience en forêt, mais 63 % ont 10 ans ou plus d'expérience. En 1999, un débroussailleur travaillait en moyenne 45,7 heures par semaine pendant 17,8 semaines. Trois opérateurs sur dix ont dû séjourner temporairement à l'extérieur de leur lieu de résidence permanent. La durée moyenne quotidienne du transport pour se rendre au lieu de travail (aller simple) s'élevait à 75 minutes. Les risques associés à ce genre de travail sont reflétés par le fait que 54 % des participants à l'étude ont dû s'absenter en raison de blessures ou de malaises survenus au travail.

Cette même étude avait pour but d'étudier le problème d'une pénurie de main-d'œuvre qualifiée. Voici certaines des principales problématiques connexes : le vieillissement de la population, les exigences physiques, les normes minimales de travail et le risque élevé d'accidents de travail.

Les sections qui suivent montrent que l'utilisation d'une débroussailleuse comporte des risques relativement importants pour la santé et la sécurité des travailleurs, notamment six risques majeurs : les accidents, les problèmes ergonomiques, le bruit, les vibrations, les gaz d'échappement et les risques biologiques.

Comme la débroussailleuse est le principal outil servant au débroussaillage, le présent chapitre se concentre sur l'utilisation de cet outil. L'utilisation périodique de la scie à chaîne comporte le même genre de risques, mais les conséquences de la concrétisation de ceux-ci sont beaucoup plus graves.

9.2 Accidents

L'industrie forestière enregistre un nombre élevé d'incidents et d'accidents, comme en témoigne son bilan en santé et sécurité : en 1996, la cotisation à verser à la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) du Québec par les employeurs était calculée selon un taux cinq fois plus élevé que le taux moyen. En effet, cette année-là, le taux moyen pour l'ensemble des industries était de 2,52 \$ par tranche de 100 \$ de masse salariale, tandis qu'il atteignait 11,96 \$ dans le cas de l'exploitation forestière (unité CSST 12010) et 11,89 \$ dans celui des travaux sylvicoles (unité CSST 12020) (Hébert et coll., 1997).

Cette situation suscitant des inquiétudes, l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail (IRSST) du Québec a réalisé une étude pour dresser un portrait d'ensemble des problèmes de santé et de sécurité du travail à partir des dossiers de demande d'indemnisation (Hébert et coll., 2000). De plus, les situations de travail présentant le plus de risques pour les travailleurs ont été recensées. Il n'existe pas de données permettant de caractériser les accidents spécifiquement associés aux travaux de

maîtrise de la végétation, toutefois les activités de sylviculture (plus précisément l'éclaircie précommerciale et le dégagement de plantations) ressemblent à ceux-ci, en ce sens que l'outil principal est la débroussailleuse et que le terrain et la végétation sont semblables.

9.2.1 Analyse des accidents

Le tableau 9-1 présente les caractéristiques des événements accidentels documentés selon les variables des scénarios d'accident du sous-secteur de la sylviculture.

Près de 80 % des accidents survenant pendant une opération en forêt sont associés à l'éclaircie précommerciale, au dégagement mécanisé de plantations ou à l'abattage manuel. Le scénario le plus fréquent (59,3 %) est celui où le travailleur effectue une coupe au moment de l'accident ; arrive ensuite un déplacement à pied (19,0 %). La moitié des accidents était liée au fait que le travailleur tenait une débroussailleuse ou marchait en en tenant une.

Les genres d'accident les plus courants sont « frappé par, heurté, coincé » et « chute ou glissade » (31,7 % chacun), suivis d'un « mouvement habituel » (11,6 %). L'agent causal est le plus souvent l'un des trois suivants : « sol, roche » (24,9 %), « mouvement du corps, répétitif » (21,2 %) et « souche, branche, billot » (20,6 %), mais une « scie, débroussailleuse (lame) » est aussi en cause dans un grand nombre de cas (16,9 %).

La lésion est principalement une « entorse, foulure ou déchirure de tendons » (34,4 %), suivie des « ecchymoses, contusions, égratignures » (20,1 %). Les autres catégories de lésions comme les « troubles musculosquelettiques », une « coupure profonde, lacération » et des « blessures multiples et autres » représentent ensemble environ 40 % des cas. Le « dos » est le plus souvent le siège de la lésion (25,9 %), suivi « d'autres sièges ou sièges multiples » (16,4 %), d'« œil, tête » (11,6 %) et de « pied, orteil, cheville » (10,1 %).

En outre, un travailleur québécois affecté à des travaux de débroussaillage a récemment subi un accident mortel. La victime a succombé à une astreinte thermique pendant l'exécution de ses tâches (CSST, 2002). Les détails sont présentés à la section *Risques ergonomiques – contraintes thermiques*.

Tableau 9-1 : Caractéristiques des événements accidentels documentés selon les variables des scénarios d'accidents du sous-secteur de la sylviculture

Caractéristiques	Variables	%
Opération forestière en cours lors de l'accident	Éclaircie précommerciale, dégagement mécanisé de plantations	64,0
	Abattage manuel et éclaircie commerciale	16,9
Tâche au moment de l'accident	Couper	59,3
	Se déplacer à pied	19,0
Geste posé au moment de l'accident	Tenir une débroussailleuse	25,4
	Tenir une débroussailleuse en marchant	23,8
	Tenir une scie	12,7
	Marcher, reculer, courir	9,5
Métier exercé au moment de l'accident	Débroussilleur	63,5
	Abatteur	18,5
Condition du terrain	Autres conditions du terrain	27,5
	Pente avec arbre et pierre au sol	19,6
	Pente	13,8
Genre d'accident	Frappé par, heurté, coincé	31,7
	Chute (même niveau), perte d'équilibre, glissade	31,7
	Mouvement habituel	11,6
Agent causal	Sol, roche	24,9
	Mouvement du corps, répétitif	21,2
	Souche, branche, billot	20,6
	Scie, débroussailleuse (lame)	16,9
Nature de la lésion	Entorse, foulure, déchirure de tendons	34,4
	Ecchymoses, contusions, égratignures	20,1
	Troubles musculosquelettiques	14,3
	Coupure profonde, lacération	13,8
	Blessures multiples et autres natures de lésion	11,6
Siège de la lésion	Dos	25,9
	Autres sièges et sièges multiples	16,4
	Œil, tête	11,6
	Pied, orteil, cheville	10,1

Source : Hébert et coll., 2000

9.2.2 Indicateurs des lésions professionnelles indemnisées

Le taux d'incidence, les durées moyennes et médianes d'indemnisation et les débours moyens et médians ont aussi été analysés.

Tableau 9-2 : Nombre de salariés et de lésions professionnelles indemnisées et indicateurs de lésions, par sous-secteur de l'industrie forestière, Québec, juin 1997 à mai 1998

Données brutes	Abattage		Sylviculture		Total	
	N	%	N	%	N	%
Salariés	14 400	73,8	5 100	26,2	19 500	100,00
Lésions	695	57,9	506	42,1	1 201	100,00
Semaines d'indemnisation	9 165	67,5	4 420	32,5	13 585	100,00
Débours totaux (\$)	4 941 905	69,6	2 163 035	30,4	7 104 940	100,00
Indicateurs						
Taux d'incidence (%)	4,8		9,9		6,2	
Durée moyenne d'indemnisation (sem)	13,2		8,7		11,3	
Durée médiane d'indemnisation (sem)	3,6		1,9		2,6	
Débours moyens (\$)	7 110		4 275		5 915	
Débours médians (\$)	1 900		905		1 415	

Source : Hébert et coll., 2000

Le tableau 9-2 présente différents indicateurs d'indemnisation. Près de 74 % de la main-d'œuvre de l'industrie travaille dans le sous-secteur de l'abattage, tandis que le nombre relatif de lésions professionnelles correspondant est de 58 %. Du côté des activités sylvicoles, la proportion du nombre de lésions (42 %) excède celle des travailleurs concernés (26 %). Le taux d'incidence s'avère donc deux fois plus élevé chez les travailleurs de la sylviculture (9,9 %) que chez ceux qui font de l'abattage (4,8 %). Les lésions subies par les travailleurs de l'abattage nécessitent une durée moyenne d'indemnisation d'environ 13 semaines contre environ 8 semaines pour les travailleurs sylvicoles. Bref, les accidents sont relativement plus fréquents dans le sous-secteur de la sylviculture, mais sont plus graves dans le sous-secteur de l'abattage.

Dans le cadre de la même étude, une analyse plus limitée et ciblant les 131 événements touchant le débroussaillage a mis en lumière les données suivantes :

- Durée moyenne d'indemnisation : 13,5 semaines
- Durée médiane d'indemnisation : 2,0 semaines
- Débours moyens : 6 190 \$
- Débours médians : 1 090 \$

Les accidents au moment desquels le travailleur tenait une débroussailleuse se traduisent par des durées d'indemnisation plus longues que les autres événements

dans le sous-secteur de la sylviculture. Les activités de débroussaillage se démarquent constamment comme des travaux assortis de risques.

9.2.3 Facteurs de risque

L'étude de différents dossiers d'accident a fait ressortir certains facteurs de risque (Hébert et coll., 2000).

9.2.3.1 Terrain

La caractéristique prédominante des scénarios d'accident consiste en les conditions de terrain difficiles. Le terrain a en effet joué un rôle dans plus de 80 % des événements. Les faux pas ou les chutes pendant les déplacements sur des surfaces inégales, glissantes ou encombrées de roches ou d'arbres mènent à des blessures douloureuses aux chevilles et aux genoux avec des conséquences potentiellement encore plus graves si la scie à chaîne ou la débroussailleuse est en marche. De plus, le sol a été recensé comme l'agent causal de la lésion dans 19 % des cas par les travailleurs sylvicoles accidentés. Il semble d'ailleurs que la question de la marche et du transport du matériel préoccupe les débroussailleurs. Ces derniers doivent se déplacer à pied sur des terrains accidentés, souvent sur de longues distances, avec tout leur matériel pour accéder au site de coupe.

9.2.3.2 Outil (débroussailleuse)

Photo 9-2 : Forêt dense où la marche est difficile



Avec la scie à chaîne, la débroussailleuse est un des outils les plus dangereux de l'industrie forestière. Elle pose de nombreux risques se rapportant à sa fonction de coupe et à la nature accidentée du terrain sur lequel on l'utilise. À titre d'exemple, si le travailleur commence la coupe avec la mauvaise partie de la lame et que celle-ci

entre en contact avec une roche ou un autre obstacle, la partie coupante de la lame peut rapidement rebondir et frapper le pied ou la jambe de l'opérateur et causer des blessures majeures. Les rebonds (*kick backs*) et les obstructions de la scie à chaîne ou de la débroussailleuse sont des situations qui rendent périlleuse l'exécution du travail en forêt.

9.2.3.3 Rémunération au rendement

Le mode de rémunération prédominant dans les opérations de débroussaillage est la rémunération au rendement. Le revenu d'emploi perçu par le travailleur est donc fonction du nombre d'hectares débroussaillés, ce qui oblige le travailleur à adopter un rythme de travail rapide, d'où une augmentation du risque d'accident.

Un premier examen des données a révélé entre autres que la majorité des accidents touchent des abatteurs ou des débroussailleurs rémunérés au rendement, dans les activités d'abattage comme de sylviculture.

Les caractéristiques du site ont un impact sur la productivité. Ainsi, la densité des tiges à couper, la pente du terrain et les obstacles (résidus de coupe, souches, pierres, rugosité du terrain) au sol entravent les déplacements des ouvriers. Souvent, lorsque le site présente un niveau de difficulté élevé, les ouvriers compensent par un effort physique accru dans le but de maintenir un rendement stable. De même, le risque d'accident augmente en raison de l'accumulation de fatigue puisque les ouvriers ne s'accordent pas toujours des périodes de repos nécessaires au cours de la journée, ce qui a pour effet de diminuer leur capacité de concentration.

Par ailleurs, les travailleurs ressentent souvent des douleurs liées à la nature et aux exigences physiques de leur travail. Parce qu'ils sont payés au rendement et qu'ils travaillent seulement cinq à six mois par an, ils cherchent à obtenir la rémunération maximale et ne tiennent pas compte de ces douleurs.

Une compilation des situations dangereuses dans le contexte du débroussaillage relevées par la CSST est présentée au tableau 9-3.

Tableau 9-3 : Situations dangereuses pendant le débroussaillage

Situations	Risques
Dispositifs de sécurité	
Le protecteur de lame est absent, modifié ou endommagé.	Projection de débris de bois, de métal de la lame ou de pierres
Le système anti-vibration est inefficace ou absent.	Syndrome de Raynaud (main blanche)
Le pare-étincelles est défectueux.	Brûlures, incendies
Le silencieux est défectueux.	Brûlures par projection de débris enflammés, problèmes d'ouïe imputables au niveau sonore trop élevé
Le retour automatique de l'accélérateur ou le verrou de sécurité est inopérant.	Blessure causée par la perte de contrôle de la débroussailleuse
Le protège-lame n'est pas utilisé pendant le transport de la débroussailleuse.	Blessures par contact avec la lame
Harnais de sécurité	
Les courroies des protège-épaule et la courroie pectorale sont mal ajustées.	Douleurs musculaires ; tensions exagérées dans les muscles et les articulations Respiration difficile causée par la plaque pectorale trop basse qui comprime l'estomac
Les protège-épaule sont endommagés.	Douleurs et blessures par friction aux épaules
La plaque fémorale est en mauvais état.	Blessure par friction à la hanche
Le crochet de fixation n'est pas dans la bonne position.	Déséquilibre, friction inutile
Le linguet de sécurité du crochet de fixation est endommagé ou absent.	Décrochage de la débroussailleuse et contact avec la lame
Équilibrage de la débroussailleuse	
L'anneau de fixation n'est pas à la bonne place sur le tube ou dans les trous d'ajustement.	Efforts excessifs, maux de dos, tensions musculaires provoqués par une perte de contrôle ou d'équilibre
Les poignées sont mal ajustées.	Tensions excessives dans le dos, les bras et les épaules
La plaque fémorale n'est pas dans la bonne position.	Bursite, maux de dos provoqués par la tension excessive nécessaire pour garder la lame en position correcte
Modification des pièces d'origine	
Le réservoir a été modifié.	Incendies et brûlures, déséquilibre, fatigue excessive
Les lames utilisées sont inadéquates.	Projection de pièces métalliques, déséquilibre, perte de contrôle
Le protecteur de lame d'origine a été retiré ou remplacé par un autre que l'on a installé sur le tube.	Projection de débris vers le travailleur

Situations	Risques
Essence et lubrifiant	
Le transport est effectué dans des bidons inadéquats	Explosions, incendies, brûlures
Le remplissage du réservoir est effectué sans précautions.	Explosions, incendies, brûlures, projections dans les yeux ou sur la peau
Le transport et l'entreposage sont effectués de manière inappropriée.	Explosions, incendies, brûlures, intoxication, asphyxie
L'essence est utilisée comme agent nettoyant.	Intoxication à plus ou moins long terme en cas de contact de la peau avec les produits pétroliers
Lame de la débroussailleuse	
La lame est mal aiguisée.	Fatigue et problèmes musculaires provoqués par un effort excessif
La lame est fissurée.	Risque de projections d'éclats de la lame
Le changement de lame se fait à mains nues.	Blessures aux mains et aux avant-bras
<i>Mise en marche de la débroussailleuse</i>	
Alors qu'elle est attachée au harnais.	Chute, maux de dos, bursite, tendinite
Dans un local mal aéré.	Suffocation, intoxication par le monoxyde de carbone
À proximité d'une autre personne.	Blessure infligée à un autre travailleur avec la lame ou par projection d'éclats
Alors que la lame tourne au ralenti.	Perte de contrôle, blessures
Débroussaillage	
On coupe une branche dépassant la hauteur des épaules.	Perte d'équilibre, élongation musculaire Blessures dues à la chute du tronc ou de branches
On coupe des tiges de plus de 15 cm de diamètre.	Projection ou éclatement du tronc vers le travailleur
On coupe des gaules fléchies par le verglas ou par un chablis.	Projection de débris
On ne respecte pas le rayon de sécurité minimal de 15 m autour du débroussailleur.	Blessure infligée à un autre travailleur avec la lame
On travaille en présence de chicots de feuillus.	Blessures graves ou accident mortel en cas de chute d'un chicot sur le travailleur Plus le nombre de chicots est élevé, plus le risque est important
On se déplace avec la débroussailleuse hors de la zone de travail sans utiliser le harnais.	Déséquilibre, chute, blessures, élongation musculaire et maux de dos
On enlève une petite branche coincée entre le protecteur et la lame pendant que le moteur est en marche.	Coupures aux mains ou aux avant-bras Élongation musculaire si l'on ne libère pas la débroussailleuse de son harnais
On pratique l'annelage des arbres avec une débroussailleuse.	Rebonds et reculs de la débroussailleuse Chute d'arbres sur soi car on ne contrôle pas bien la coupe

Situations	Risques
On utilise une débroussailleuse dont le moteur n'est pas assez puissant pour le travail exigé.	Chocs et tensions inutiles entraînant des maux de dos et d'épaules Efforts excessifs
On coupe l'arbre en biseau.	Blessures résultant d'une chute sur le biseau de coupe, blessures aux jambes en marchant
On utilise des moyens de transport non sécuritaires.	Blessures diverses causées par des renversements ou des collisions
On laisse un travailleur seul toute une journée.	Incapacité du travailleur à demander de l'aide
Santé du travailleur	
On souffre de déshydratation durant une journée très chaude et humide.	Évanouissement, blessures en tombant, coup de chaleur, mort éventuelle si le travailleur n'est pas secouru rapidement
On est piqué par des insectes.	Réactions allergiques plus ou moins importantes
On ne porte pas d'imperméable en cas de pluie.	Inconfort, coup de froid, crampes musculaires

Source : CSST, 2000.

9.3 Ergonomie

Les travailleurs qui débroussaillent les emprises de lignes sont assujettis à des contraintes physiques ou ergonomiques liées à l'équipement utilisé (la débroussailleuse), aux déplacements sur un terrain inégal et encombré et au climat. Le travail est physiquement et physiologiquement très exigeant et est de plus souvent exécuté dans des conditions extrêmes.

Les paragraphes qui suivent fournissent de l'information plus détaillée sur les facteurs ergonomiques suivants :

- posture contraignante ;
- charge de travail ;
- contrainte thermique.

9.3.1 Posture contraignante

Pour réaliser les tâches de dégagement et d'éclaircie, les travailleurs utilisent une débroussailleuse (10 à 16 kg) portée à droite du corps à l'aide d'un harnais. Son utilisation exige une torsion constante du tronc et, bien que le poids soit réparti sur l'ensemble du tronc, le côté porteur de la débroussailleuse reçoit une charge plus importante. Autrement dit, l'équipement de travail porté à la droite du corps cause une asymétrie de posture. De même, les charges externes et internes sont appliquées de façon non symétrique en relation avec le plan frontal ; la force requise des muscles pour stabiliser le tronc n'est donc pas partagée également entre les côtés droit et gauche du corps – le travailleur est donc soumis à une charge asymétrique.

Photo 9-3 : Posture asymétrique



L'importance de cette asymétrie causée par la débroussailleuse a été le sujet d'une récente étude (Major et Marchand, 2003). De même, une évaluation des paramètres biomécaniques et psychophysiques a servi à examiner la répartition des charges et les contraintes posturales causées par la disposition de l'équipement de travail traditionnel des débroussailleurs. Il est démontré que le harnais engendre un déséquilibre sur la droite qui est en relation directe avec le coût musculaire élevé de l'utilisation de cet équipement. Selon ces chercheurs, à long terme, les compensations musculaires, les forces ressenties dans la colonne du fait de cette posture asymétrique et la perte de tolérance des disques intervertébraux pourraient entraîner des troubles musculosquelettiques importants.

Contrairement à d'autres blessures qui surviennent soudainement et sans avertissement, la plupart des atteintes des tissus mous sont le résultat d'une accumulation graduelle de stress dans une ou plusieurs parties du corps.

9.3.2 Charge de travail

Une autre étude (Chiasson et coll., 2003) avait pour objectif d'évaluer la charge de travail ou le coût physiologique du débroussaillage. Pour ce faire, le « coût cardiaque

relatif » ainsi que la « consommation d'oxygène (VO_2) » et la dépense énergétique liés au travail ont été évalués chez un groupe de débroussailliers.

9.3.2.1 Coût cardiaque relatif

L'analyse du coût cardiaque relatif (CCR) moyen tout au long de la journée a permis de catégoriser le travail de débroussaillier comme un travail exigeant. Pour une journée, on considère généralement qu'un coût cardiaque de plus de 33 % est difficilement acceptable (Kodak, 1986). Or, chez 86 % des sujet étudiés, cette valeur est dépassée, la moyenne étant de 43 % (+/- 10).

Les chercheurs ont également noté que la recommandation de Kodak est fondée sur des journées de travail d'au maximum huit heures, ce qui ne correspond pas à la réalité des débroussailliers forestiers. En effet, en moyenne, les journées de travail s'étendent sur plus de huit heures et il n'est pas rare de voir des postes de travail de neuf à dix heures par jour. Étant donné le régime de rémunération à l'hectare, les travailleurs doivent souvent compenser pour des journées raccourcies par le mauvais temps (p. ex. la pluie) en prolongeant des journées de travail subséquentes.

L'étude a permis d'établir que les coûts cardiaques moyens les plus élevés sont liés à la marche pour se rendre (moyenne de 48 %) au terrain à débroussailler et pour en revenir (moyenne de 49 %). Le matin, les débroussailliers peuvent prendre jusqu'à 25 minutes pour se rendre du chemin forestier au site. Selon Chiasson, la marche en forêt est une activité dure en soi. Quand il faut y ajouter le transport de tout l'équipement, l'activité devient très exigeante, ce qui expliquerait les CCR élevés. Lorsque le terrain à débroussailler est situé à proximité du chemin forestier, le travailleur laisse une partie de son équipement de travail et de ses effets personnels dans son véhicule. Par contre, lorsque le terrain est situé loin du chemin, il doit tout transporter pour éviter d'avoir à revenir à son véhicule. Parmi les articles dont il doit se charger figurent la débroussailleuse remplie d'essence, un ou deux contenants d'essence, un repas, un sac à dos et une réserve d'eau pour la journée, ce qui représente environ 20 kg.

9.3.2.2 Consommation d'oxygène (VO_2) et dépense énergétique

Les mesures de VO_2 enregistrées durant les différentes périodes d'activité permettent de déterminer autrement le coût physiologique du travail. Selon Kodak, le VO_2 pour une journée de travail (8 heures) en continu ne devrait pas dépasser 33 % du VO_{2max} . Toutefois, dans le cas des débroussailliers, les VO_2 calculés pour la journée de travail représentent en moyenne 44 % du VO_{2max} moyen des travailleurs.

Les chercheurs ont calculé que la dépense énergétique de ces travailleurs est de 7,72 kcal/min, ce qui correspond à un « travail lourd » selon le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail (2001) (Annexe V – Évaluation des contraintes thermiques)*. De plus, il faut prendre en considération le fait que les valeurs réelles de la dépense

énergétique peuvent être plus élevées lorsque la chaleur augmente. La fréquence cardiaque augmente alors.

Le tableau 9-4 décrit les activités qui auraient un impact sur la charge de travail lors du débroussaillage.

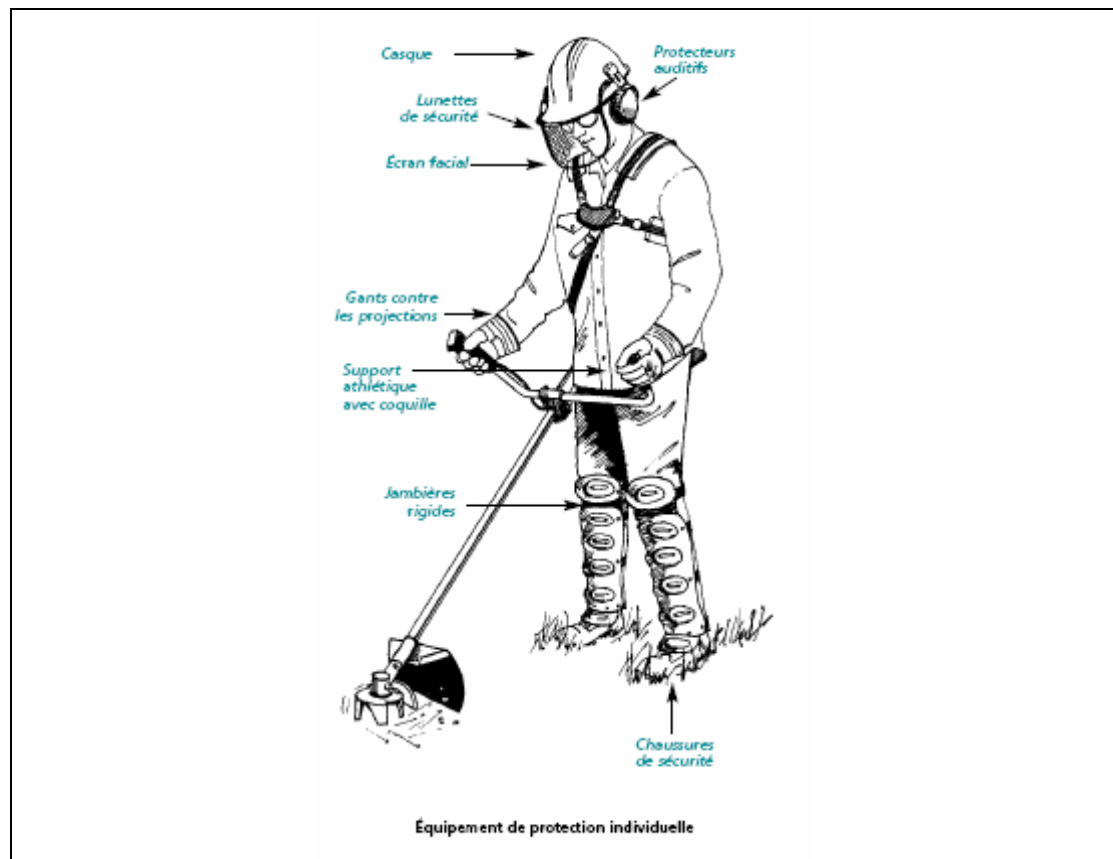
Tableau 9-4 : Activités du travail qui auraient un impact sur la charge de travail lors du débroussaillage

Marche jusqu'au terrain à débroussailler
Marche du terrain débroussaillé jusqu'au chemin
Marche pour récupérer de l'équipement
Dégagement avec la scie des plants ou des semis et marche entre eux
Tentative de démarrage de la scie durant plusieurs secondes

Source : Chiasson et coll., 2003

9.3.3 Contrainte thermique

Figure 9-1 : Équipement de protection



Le travail dans les emprises de lignes sous-entend l'assujettissement à des conditions climatiques variables. Bien que le froid soit reconnu comme un facteur aggravant pour les mains exposées aux vibrations, la chaleur est souvent négligée.

Le coup de chaleur est une situation où le corps n'arrive pas à dissiper adéquatement la chaleur intérieure. Les conséquences de cet état varient en intensité entre la fatigue, la perte de vigilance, la diminution de la productivité, les crampes, la perte de connaissance et la mort. Le coup de chaleur perturbe les mécanismes de thermorégulation du corps ; il peut avoir des effets dévastateurs sur ce dernier (troubles de circulation et de coagulation, problèmes respiratoires et cardiaques, insuffisance rénale et hépatique, atteintes neurologiques) s'il n'est pas traité rapidement par hydratation de la victime et réduction de sa température corporelle.

Ainsi, un travailleur québécois a succombé en juin 2001 à un coup de chaleur durant des activités de débroussaillage dans la région de Rouyn-Noranda. Selon l'enquête (CSST, 2002), le travailleur œuvrait dans des conditions propices au coup de chaleur : la température était de 33,3 °C et le facteur humidex la portait à 37 °C.

Pour se protéger contre les autres agresseurs présents dans ce travail (bruit, outil coupant, objets projetés, objets par terre, etc.), le port d'équipement de protection est absolument nécessaire, ce qui, du point de vue de la contrainte thermique, est loin d'être idéal.

Par exemple, la perte de chaleur corporelle dans la région de la tête compte pour 10 à 30 % de la perte totale (CSST, 2003). Toutefois, pour se protéger, le travailleur doit porter :

- un casque de sécurité ;
- un écran facial et oculaire ;
- des protecteurs auditifs (serre-tête).

Le travailleur doit également porter un pantalon de sécurité et des manches longues (en plus des gants de protection et des souliers de sécurité) pour se protéger contre les projections et les obstacles, le tout étant connu pour son manque de confort par temps chaud. Bien que ces vêtements offrent de la protection, ils limitent considérablement l'évaporation de la sueur.

9.3.3.1 Normes d'exposition

Au Québec, le travail en ambiance chaude est régi par le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST)*, qui tient compte de deux facteurs à cet égard :

- La chaleur ambiante : Celle-ci est représentée par l'indice de température au thermomètre à globe à boule humide (méthode WBGT). Cette approche tient

compte de trois facteurs climatiques qui peuvent contribuer à une augmentation de la température corporelle : la sécheresse, l'humidité relative et la chaleur radiante.

- La charge de travail : La charge thermique totale est la somme de la chaleur créée par le corps et de la chaleur ambiante. Plus le travail est exigeant sur le plan physique, plus le métabolisme du travailleur est activé et par conséquent plus la température corporelle augmente.

Le travail de débroussaillage est considéré comme un « travail lourd » (voir la section 9.3.2 sur la charge de travail). Donc, lorsque la température ambiante (WBGT) augmente, le règlement prévoit l'instauration d'un régime d'alternance travail-repos. Selon la température WBGT, cette alternance peut s'établir comme suit :

Tableau 9-5 : Régime d'alternance travail-repos selon la température

Régime d'alternance travail/repos	Valeurs limites admissibles d'exposition à la chaleur en °C (WBGT)
Travail continu	25,0
Travail 75 % / repos 25 % (toutes les heures)	25,9
Travail 50 % / repos 50 % (toutes les heures)	27,9
Travail 25 % / repos 75 % (toutes les heures)	30,0

Source : RSST, 2002

Ainsi, pendant les périodes de canicule, le règlement pourrait exiger que le débroussaillieur se repose de 30 à 45 minutes et ne travaille que pendant 15 à 30 min par heure. Il s'agit d'une mesure difficile à imposer et à respecter avec un régime de rémunération au rendement.

9.3.3.2 Moyens de prévenir les contraintes thermiques

Il y a peu d'études sur la contrainte thermique associée au travail en forêt, et les recommandations avancées (Wasterland, 1998) semblent très générales et plus ou moins applicables aux débroussaillieurs dans les emprises de lignes :

- *Effectuer le travail « lourd » tôt le matin ou en fin journée.* Cette mesure est peu appropriée, car la journée de travail ne comporte que du travail lourd, du début à la fin.
- *Organiser le travail avec un temps de repos adéquat.* Pour suivre les normes il faut allouer beaucoup de temps de repos, ce qui est peu réaliste dans le contexte de rémunération au rendement.
- *S'approvisionner suffisamment en eau.* Un document de la CSST sur la prévention du stress thermique chez les travailleurs forestiers recommande à ces travailleurs de boire un verre d'eau à des intervalles allant de 20 à 10 minutes, dépendamment de la température, ce qui se traduit par un minimum de 6 à 12 l d'eau par jour. Bien

qu'il soit important de s'hydrater, il ne faut pas oublier que les débroussailleurs doivent généralement transporter leur contenant d'eau avec eux jusqu'au terrain de coupe ; le poids associé à cette quantité d'eau s'ajoute alors à celui des autres équipements.

9.4 Bruit

Le bruit est, en milieu industriel, un des agresseurs les plus courants. Les travailleurs utilisant une débroussailleuse sont exposés à des niveaux de bruit élevés. Les paragraphes suivants démontrent que les moyens de réduire ce facteur de risque sont très limités et que le risque de surdité professionnelle attribuable à ce travail demeure donc important.

9.4.1 Effets sur la santé

L'exposition à long terme à de forts niveaux de bruit entraîne la destruction progressive des cellules ciliées de l'oreille interne résultant en une surdité qui peut être permanente et irréversible. Une telle perte d'audition n'est pas instantanée et s'installe lentement et progressivement. La gravité de la perte est relative à l'intensité du bruit, mais également à la durée d'exposition à celui-ci. La perte d'audition a un impact profond sur la qualité de vie individuelle. De plus, les bruits excessifs contribuent à la fatigue, au stress, aux troubles digestifs, aux maladies cardiovasculaires, etc.

Des études expérimentales chez l'animal indiquent que l'exposition à certains produits chimiques peut aggraver la surdité induite par le bruit (Morata, 2002). Le monoxyde de carbone, certains métaux lourds (plomb, arsenic et mercure) et quelques solvants, dont le toluène, le styrène et le xylène, auraient cette propriété. Comme la plupart des machines et outils vibrants produisent du bruit, un travailleur exposé aux vibrations risque d'être exposé en même temps au bruit. Des études portant sur la perte d'audition chez les bûcherons ont montré que, pour une même exposition au bruit, les sujets atteints du syndrome des vibrations main-bras présentaient une perte d'audition plus grave que les autres sujets, sans qu'on sache exactement pourquoi.

9.4.2 Normes d'exposition

Selon le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*, pour une journée normale de travail de huit heures, le niveau de bruit continu ne doit pas être supérieur à 90 décibels (dB). Si le niveau de bruit auquel un travailleur est exposé grimpe à plus de 90 dB, le nombre d'heures d'exposition permis par jour est réduit (voir le tableau 9-6).

Tableau 9-6 : Niveau de bruit et durée d'exposition permis selon le RSST

Niveau de bruit (en dBA, dBA corrigés ou dBA équivalents)	Durée d'exposition (h/j)	Niveau de bruit (en dBA, dBA corrigés ou dBA équivalents)	Durée d'exposition (h/j)
85	16,00	96	3,50
86	13,90	97	3,00
87	12,10	98	2,60
88	10,60	99	2,30
89	9,20	100	2,00
90	8,00	101	1,75
91	7,00	102	1,50
92	6,00	103	1,30
93	5,30	104	1,20
94	4,60	105	1,00
95	4,00		

Source : RSST, article 131, Bruit continu.

Lorsque ces niveaux sont dépassés, il faut faire appel à des moyens de protection pour réduire l'exposition. Il est toutefois à souligner que ces normes ne protègent pas le travailleur contre tout danger ; le risque d'atteinte auditive demeure toujours présent. Comme il est indiqué à la section *Risque de surdité professionnelle*, 10 % des travailleurs développeront une surdité après 10 années d'exposition même si la norme de 90 décibels pondérés A (dBA) a été respectée.

9.4.3 Niveaux d'exposition des débroussailleurs

Les débroussailleuses actuellement utilisées au Québec produisent du bruit dont le niveau varie entre 90 dB et 105 dBA selon la marque, l'entretien et le mode d'utilisation (CERFO, 1990).

Une étude d'Hydro-Québec a permis de confirmer que le niveau du bruit émis par les débroussailleuses excédait la norme québécoise de 90 dB et de constater que les niveaux de bruit diffèrent de façon assez marquée d'un travailleur à l'autre. Les niveaux d'exposition de neuf utilisateurs de débroussailleuse ont été étalonnés entre 93,5 dB et 101,5 dB. Le niveau moyen était de 97,4 dB. La variété de résultats a été attribuée au rythme de travail, à la densité du bois, etc. (Pelletier, 1994).

Une autre étude a enregistré des niveaux variant entre 97,3 dBA et 122 dBA, donc bien supérieurs à la norme québécoise de 90 dBA. Les chercheurs ont de plus noté que, même si des serre-tête de protection sont disponibles et fixés au casque de sécurité, plusieurs ne les portent pas ou ne les portent pas adéquatement de façon à

assurer une protection efficace contre les bruits de forte intensité et de fréquences élevées (Goulet, 1993).

9.4.4 Mesures d'atténuation

Trois stratégies potentielles peuvent être instaurées pour diminuer l'exposition des travailleurs au bruit :

9.4.4.1 Réduction à la source

Les études effectuées par l'Institut canadien de recherche en génie forestier du Canada (FERIC) ont montré que l'installation de silencieux sur les scies à chaîne pourrait réduire de façon importante le bruit produit par le système d'échappement et la prise d'air. Cependant les possibilités de réduction de l'important bruit d'origine mécanique sont limitées. Ainsi, les scies à chaîne munies de moteurs à quatre temps seraient moins bruyantes que celles qui sont équipées de moteurs à deux temps, mais elles seraient définitivement plus lourdes (Priede, 1984). Dans le cas des débroussailleuses, il ne semble pas y avoir de modèle avec silencieux qui soit commercialisé.

9.4.4.2 Mesures administratives

Selon le RSST, il faut diminuer le nombre d'heures travaillées à un niveau de bruit donné pour réduire l'impact de l'exposition sur la santé. Toutefois, dans ce contexte de travail autonome rémunéré au rendement, il sera très peu rentable pour le travailleur de raccourcir sa journée de travail et la probabilité que ce genre de contrainte soit instauré ou accepté est donc très faible.

9.4.4.3 Port des protecteurs auditifs

Théoriquement, le port de protecteurs auditifs aurait pour effet d'atténuer le niveau sonore de 15 à 30 dBA, selon les fabricants. Cette affirmation est fondée sur la réduction maximale obtenue en laboratoire. Cependant, il faut préciser que les niveaux d'atténuation sonore fournis par les fabricants représentent une moyenne idéale. En effet, ces niveaux ne constituent pas la performance réelle en milieu industriel où les conditions d'étanchéité et le port incorrect, entre autres, diminuent les résultats obtenus considérablement par rapport aux valeurs établies par les fabricants.

Dans certains milieux de travail, afin d'assurer une marge de sécurité, on établit à la moitié de l'indice le facteur de réduction du bruit dans les conditions réelles de travail. Le minimum soustrait serait donc de 7 dB.

En outre, pour que les protecteurs auditifs soient pleinement efficaces, il faut les porter en permanence durant l'exécution d'un travail bruyant. Si on les retire, ne

serait-ce que pour une courte période, la protection est grandement réduite. Le tableau 9-7 qui suit illustre la protection maximale obtenue en cas de port interrompu des protecteurs auditifs d'une efficacité idéale de 100 %. Ainsi, si un travailleur retire ses protecteurs durant cinq minutes au cours d'un poste de travail de huit heures, la protection maximale est de 20 dB. De même, si le travailleur porte ses protecteurs 90 % du temps (p. ex. s'il les enlève ou les relâche pour dix minutes par heure), la protection maximale sera de seulement 10 dB. Autrement dit, pour être efficaces, les protecteurs auditifs doivent être portés continuellement.

Tableau 9-7 : Protection maximale obtenue en cas de port interrompu des protecteurs auditifs

Utilisation (%)	Protection maximale (dB)
50,0	3
60,0	4
70,0	5
80,0	7
90,0	10
95,0	13
99,0	20
99,9	30

Source : CCHST, 2002.

Dans le cas d'un débroussailleur, le seul moyen réaliste de réduire l'exposition au bruit serait le port de protecteurs auditifs, plus précisément des coquilles attachées au casque de sécurité. Les divers modèles de protecteurs auditifs disponibles sur le marché offrent différents niveaux d'efficacité. Toutefois, seul le modèle en coquille attaché au casque, même s'il est moins efficace, est à considérer. L'autre, de style bouchon, est plus efficace mais moins pratique, car son port nécessite des mains toujours propres pour prévenir les infections.

Les coquilles sont constituées d'un matériau atténuateur de son et de coussinets souples qui se moulent autour des oreilles, ainsi que d'oreillettes rigides retenues par un serre-tête. Elles offrent de plus l'avantage de protéger l'oreille contre les objets projetés.

Même si les protecteurs auditifs peuvent s'avérer efficaces pour réduire l'exposition au bruit, la plupart du temps, les travailleurs ne les portent pas, principalement pour les raisons suivantes : absence de crainte d'une éventuelle surdité, inconfort (chaleur, contrainte) et perception que le port d'une telle protection empêcherait d'entendre la voix d'un collègue qui approche ou qui crie lors d'un accident.

9.4.5 Risque de surdité professionnelle

Il n'existe pas de données sur la prévalence de la surdité professionnelle chez les personnes travaillant dans les emprises de lignes au Québec. Toutefois, lors d'une étude sur les accidents dans l'industrie forestière, les chercheurs ont relevé l'exposition prolongée au bruit provenant du fonctionnement d'outils (scie à chaîne, débroussailleuse) comme cause de surdité professionnelle et ont prévu une hausse de la surdité professionnelle compte tenu du vieillissement de la main-d'œuvre (Hébert et coll., 1997).

Les données disponibles permettent d'établir le risque de surdité professionnelle selon le niveau de bruit et le nombre d'années d'exposition.

Tableau 9-8 : Risque de surdité professionnelle selon le niveau de bruit et la durée d'exposition

	Années d'exposition									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Niveau de bruit (dBA)	Risque de surdité (% des personnes exposées)									
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	1	3	5	6	7	8	9	10	7
90	0	4	10	14	16	16	18	20	21	15
95	0	7	17	24	28	29	31	32	29	23
100	1	18	42	53	58	60	62	61	54	41
105	1	26	55	71	78	78	77	72	62	45

Source : IRAT, 1979.

Étant donné le niveau du bruit émis par une débroussailleuse, ainsi que les limitations des moyens de protection, on estime qu'un opérateur de débroussailleuse sera exposé à des niveaux de bruit qui varient entre 90 et 100 dBA. Pour placer ces niveaux d'exposition dans le contexte du tableau 9-8, qui présente les risques d'une surdité professionnelle, il semble qu'après 10 ans d'exposition de 10 à 42 % de ces travailleurs auront une atteinte auditive. Après 20 ans de travail, ce risque se traduit par un taux de surdité professionnelle de 16 à 58 %.

9.5 Vibrations

En tant qu'outil manuel, la débroussailleuse produit dans les mains et les bras des vibrations qui peuvent se propager aux épaules, au tronc, à la tête ou aux jambes. Les pages qui suivent expliquent que l'exposition aux vibrations pourrait amener les travailleurs à développer le syndrome des vibrations main-bras.

9.5.1 Effets sur la santé

L'utilisation d'outils vibrants pendant de longues périodes entraîne ce qu'il est maintenant convenu d'appeler le « syndrome des vibrations main-bras (SVMB) ». Cette maladie a été autrefois désignée « maladie des doigts blancs », « phénomène de Raynaud » ou « *vibration-induced white finger (VF)* ».

Il s'agit de l'affection la plus courante observée chez les opérateurs d'outils vibrants. Voici les symptômes les plus souvent cités (CCHST, 1998) :

- accès de pâleur (blanchissement) d'un ou de plusieurs doigts exposés au froid ;
- picotement et perte de sensation dans les doigts ;
- perte de sensibilité tactile ;
- sensations de douleur et de froid entre les accès périodiques de doigt mort ;
- perte de force de préhension ;
- kystes synoviaux aux doigts et aux poignets.

Tableau 9-9 : Classification médicale du Stockholm Workshop HAVS Classification System pour l'atteinte vasculaire et nerveuse du SVMB

Symptômes vasculaires		
Stade	Importance	Description
0	–	Aucune présentation
1	Légère	Présentation occasionnelle affectant seulement le bout d'un ou de plusieurs doigts
2	Modérée	Présentation occasionnelle affectant les phalanges distales
3	Grande	Présentation fréquente touchant toutes les phalanges de la plupart des doigts
4	Très grande	Présentation du stade 3 avec changements trophiques du bout des doigts
Atteintes sensitives neurologiques		
Stade	Symptôme	
0SN	Aucun	
1SN	Engourdissement intermittent avec ou sans fourmillements	
2SN	Engourdissement intermittent ou persistant réduisant le sens du toucher	
3SN	Engourdissement intermittent ou persistant réduisant le tact discriminatif ou la dextérité	

Source : ACGIH 2003.

Les symptômes s'aggravent lorsque les mains sont exposées au froid. L'atteinte est progressive et les symptômes vasculaires et neurologiques semblent évoluer de façon indépendante. Les symptômes peuvent prendre de quelques mois à plusieurs années avant de devenir perceptibles.

La SVMB décrit l'ensemble des signes et des symptômes causés principalement par l'atteinte des vaisseaux sanguins et des nerfs périphériques des mains. Le syndrome peut également comporter une atteinte musculaire et articulaire. Les stades cliniques de progression du syndrome sont présentés dans le tableau 9-9.

9.5.2 Normes d'exposition

Il n'y a actuellement aucune norme officielle au Canada concernant l'exposition professionnelle aux vibrations, mais diverses provinces acceptent les demandes d'indemnisation liées aux vibrations, reconnaissant le syndrome comme une maladie professionnelle indemnisable.

Parmi les organismes ayant proposé des lignes directrices dans ce domaine, mentionnons l'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH), qui publie des recommandations pour la prévention de la maladie des vibrations articulaires. L'ACGIH se base sur la relation ci-dessus afin de préciser les limites à ne pas dépasser en fonction de la durée d'exposition quotidienne. Le tableau qui suit montre les niveaux de vibration permis (valeur maximale d'accélération) et les durées pendant lesquelles la plupart des travailleurs peuvent y être exposés de façon répétitive sans subir de dommages graves aux doigts. Ces valeurs limites représentent les niveaux à ne pas dépasser pour les durées d'exposition quotidiennes indiquées.

Tableau 9-10 : Valeurs limites d'exposition pour l'exposition des mains

Durée d'exposition quotidienne totale (heures)	Niveau de vibration – Valeur maximale de l'accélération pondérée en fréquence (m/s ²)
De 4 heures à moins de 8 heures	4
De 2 heures à moins de 4 heures	6
De 1 heure à moins de 2 heures	8
Moins de 1 heure	12

a. Direction des axes dans le système de référence tridimensionnel

Source : ACGIH, 2003.

9.5.3 Niveaux de vibration

L'Institut national de la recherche scientifique (INRS) signale, pour plusieurs dizaines de débroussailleuses, des niveaux moyens de vibration entre 2 et 13 m/s², avec une moyenne de 5,5 m/s² (INRS, 1990). Si l'on considère les valeurs limites d'exposition, telles que présentées au tableau 9-11, on voit que le temps de travail avec débroussailleuse à 5,5 m/s² doit être limité à un maximum de quatre heures par jour.

En 1994, à la demande d'Hydro Québec, une équipe de chercheurs indépendants s'est penchée à l'IRSST sur la caractérisation des niveaux d'exposition aux vibrations chez des groupes de travailleurs utilisant des modèles de débroussailleuse parmi les plus répandus (Boileau et coll., 1994). L'étude a porté sur huit machines de deux marques courantes ayant de quelques mois à quelques années d'usure. Les essais ont été réalisés sur des terrains où avaient lieu des travaux de débroussaillage des emprises de lignes. Un modèle avait une accélération de $4,23 \text{ m/s}^2$ tandis que celle de tous les autres était inférieure à 4 m/s^2 , pour une moyenne de $3,16 \text{ m/s}^2$. La limite prescrite par l'ACGIH pour une durée quotidienne d'exposition variant entre quatre et huit heures serait donc respectée avec la majorité des outils. Toutefois, certains travailleurs seraient surexposés.

9.5.4 Risque d'atteinte à la santé

Une étude japonaise signale de 2 à 7 % de cas de SVMB chez les utilisateurs de débroussailleuse et une période de latence moyenne de 6,4 ans (Futatsuka, 1984). Trois autres études citées par l'auteur indiquent que la fréquence de SVMB chez les utilisateurs de débroussailleuses varie de 5 à 15 %.

Une relation dose-effet est incluse en annexe de la norme ISO 5349, ce qui permet d'estimer le risque de développer des symptômes de blanchissement des doigts en fonction du niveau de vibration (rythme d'accélération globale pondérée, selon l'axe prédominant des vibrations), de la durée d'exposition quotidienne et du nombre d'années d'exposition.

A partir d'environ 40 études chez les travailleurs, l'ISO propose une relation entre le niveau de vibration transmis aux mains et l'incidence du SVMB (ISO, 1986). Le tableau 9-11 illustre le risque d'atteinte vasculaire caractérisé par les doigts blancs selon le niveau de vibration et le nombre d'années d'exposition, et ce, pour seulement quatre heures d'exposition aux vibrations par jour de travail.

Le risque de SVMB chez des opérateurs de débroussailleuses a été estimé à partir des niveaux de vibration des débroussailleuses. Pour ce faire, les niveaux de vibration mesurés ont été corrigés afin de tenir compte du fait que les travailleurs dans les emprises sont souvent exposés huit heures (et même dix heures) par jour alors que la relation dose-effet du tableau 9-11 est basée sur une exposition de seulement quatre heures.

En comparant les niveaux moyens de vibration signalés et ceux qui ont été mesurés avec la relation dose-effet, il est possible d'estimer qu'après dix ans de travail, un ou deux travailleurs sur trois (28,37-32,3 %) seront atteints du SVMB.

Tableau 9-11 : Risque du syndrome des vibrations main-bras (SVMB) selon le niveau de vibration et la durée d'exposition

	Années d'exposition												
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	
Niveau de vibration (m/s ²)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10				
2	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	18	28
3	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	22	40	>50
4	<10	<10	<10	<10	<10	<10	11	14	18	18	40	>50	>50
5	<10	<10	<10	<10	10	14	20	26	32	32	40	>50	>50
6	<10	<10	<10	10	14	20	26	32	40	>50	>50	>50	>50
7	<10	<10	14	20	27	35	44	>50	>50	>50	>50	>50	>50
8	<10	<10	11	18	26	35	45	>50	>50	>50	>50	>50	>50
9	<10	<10	14	22	32	44	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
10	<10	10	18	28	40	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50

Source : ISO, 1986.

Tableau 9-12 : Risque de syndrome des vibrations main-bras (SVMB) chez les opérateurs de débroussailleuse

	Accélération moyenne pour une exposition de 8 h/j (m/s ²)	Accélération équivalente pour une exposition de 4 h/j (m/s ²)	% travailleurs atteints de SVMB après 5 ans de travail	% travailleurs atteints de SVMB après 10 ans de travail
Niveau le plus bas signalé dans la documentation scientifique	2,00	2,83	2,22	8,74
Niveau le plus élevé signalé dans la documentation scientifique	13,00	18,38	93,58	100,00
Niveau moyen signalé dans la documentation scientifique	5,50	7,78	16,77	67,07
Niveau mesuré par opérateur 1	3,58	5,06	7,09	28,37
Niveau mesuré par l'opérateur 2	3,82	5,40	8,08	32,30

Note : De façon à faciliter les comparaisons entre différentes durées d'exposition, l'exposition quotidienne est exprimée ici en termes d'accélération continue équivalente pondérée en fréquence pour une période de quatre heures. Si l'exposition quotidienne totale aux vibrations est différente de quatre heures, par exemple huit heures, l'accélération continue équivalente à une période de quatre heures doit être déterminée.

Bien que cet état soit reconnu comme une atteinte courante chez les travailleurs forestiers, il n'existe pas beaucoup de statistiques. Selon le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, plusieurs obstacles nuisent à la reconnaissance du syndrome des vibrations main-bras en tant que maladie professionnelle :

- Les médecins n'ont pas tous la formation nécessaire pour diagnostiquer le syndrome du doigt mort causé par les vibrations ou d'autres maladies liées aux vibrations.
- Les causes du doigt mort découlant des vibrations ne peuvent pas toujours être déterminées.
- Il n'existe aucun essai clinique objectif permettant de mesurer le degré d'altération.
- La maladie évolue pendant des années avant que les symptômes deviennent suffisamment graves pour diminuer la capacité d'un travailleur de remplir ses fonctions.

9.5.5 Moyens de réduire l'exposition aux vibrations

Bien que les dispositifs anti-vibrations soient insuffisants pour protéger adéquatement le travailleur, tout doit être fait pour limiter l'augmentation des vibrations qui accompagnent l'usure des outils : choix d'un outil présentant les plus bas niveaux de vibration, bon entretien et affûtage optimal de la lame ou de la chaîne, remplacement périodique des coussins isolants, etc.

L'utilisation de gants pour diminuer la transmission des vibrations s'avère inefficace pour les fréquences de vibration prédominantes dans les débroussailleuses (125 Hz). À l'heure actuelle, le seul moyen de prévenir efficacement l'apparition de ce syndrome est de limiter le temps de travail en fonction du niveau des vibrations. Malheureusement, l'application de cette solution est peu probable dans le contexte d'un travail rémunéré au rendement.

9.6 Gaz d'échappement

L'exposition aux gaz d'échappement provenant de la débroussailleuse pendant le dégageage manuel de la végétation figure parmi les risques potentiels pour la santé des travailleurs. La combustion complète de l'essence produit principalement du gaz carbonique et de l'eau. Cependant, la combustion est rarement complète et elle produit alors plusieurs composants, dont du monoxyde de carbone, divers hydrocarbures, des oxydes d'azote et des aldéhydes.

La composition des gaz d'échappement est fonction de plusieurs facteurs, dont le type de moteur, les conditions de fonctionnement, la composition du carburant et de l'huile lubrifiante ainsi que le mélange utilisé. Plus le mélange est riche, plus il y aura de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures totaux, particulièrement de benzène. Un mélange pauvre, par contre, est associé à une réduction du monoxyde de carbone et des hydrocarbures, mais aussi à une augmentation des aldéhydes totaux,

spécifiquement le formaldéhyde, et des oxydes d'azote (Nilsson et coll., 1987). Il semble que les travailleurs qui sont propriétaires de leur outil préfèrent utiliser un mélange riche pour ne pas endommager le moteur (FERIC, 1990). Cette pratique pourrait augmenter de façon très marquée l'exposition au monoxyde de carbone et aux hydrocarbures totaux (dont les hydrocarbures aromatiques polycycliques ou HAP et le benzène). De même, bien des travailleurs utilisent une concentration plus élevée d'huile pour s'entourer de suffisamment de vapeurs d'huile pour éloigner les insectes piqueurs. Toutefois aucune donnée ne permet de quantifier cet aspect.

9.6.1 Effets sur la santé

Une revue exhaustive de la documentation scientifique réalisée par l'International Agency for Research on Cancer (IARC) comprend une liste de 60 produits pouvant se trouver dans les gaz d'échappement. Cette liste mentionne le benzène comme un agent cancérigène et classe les cinq substances suivantes comme probablement cancérigènes pour l'humain : le dibromoéthane, le formaldéhyde et trois HAP, soit le benzo(a)anthracène, le benzo(a)pyrène et le dibenzo(a,h)anthracène. De plus, 17 autres produits parmi les 60 sont classés comme possiblement cancérigènes (IARC, 1989a *in* Phaneuf, 1992).

Sur le plan des effets autres que le cancer, l'exposition professionnelle aux gaz d'échappement peut influencer les niveaux de carboxyhémoglobine (COHb).

Une détérioration importante des résultats de certains tests de la fonction pulmonaire a été observée chez les bûcherons. Cette tendance a également été notée chez d'autres travailleurs exposés aux gaz d'échappement. Le formaldéhyde et d'autres aldéhydes présents dans les gaz d'échappement pourraient être responsables de ces modifications en raison de leur caractère irritant (Phaneuf, 1992)

L'analyse qui suit porte sur les composants principaux qui ont un impact marqué sur la santé. Cependant, il faut retenir qu'il peut y avoir une synergie entre certains, comme les oxydes d'azote et les aldéhydes.

9.6.1.1 Benzène

Le benzène est reconnu comme un agent cancérigène confirmé selon les données probantes recueillies dans le cadre d'études réalisées sur l'être humain. Ses effets toxiques se manifestent au niveau de la moelle osseuse où il nuit à la production des éléments circulants du sang. Les études épidémiologiques ont démontré que les travailleurs exposés au benzène présentent un risque plus élevé de leucémie ou d'autres cancers du système hématopoïétique. Les limites d'exposition pour les travailleurs ont été fixées de façon à maintenir le risque de cancer à un niveau jugé raisonnable.

9.6.1.2 Hydrocarbures

Leur présence dans les gaz d'échappement provient principalement d'essence non brûlée. L'essence d'automobile a été classée comme un agent cancérigène possible chez l'humain par l'IARC, en raison d'une incidence plus élevée de cancers du pancréas, du rein, de la vessie, du foie et de l'estomac ainsi que de leucémie chez les mécaniciens et les préposés de stations-service. En ce qui concerne l'exposition aiguë, au moment d'un contact cutané, l'essence peut provoquer une irritation, des dermatites et même des brûlures si elle se prolonge pendant quelques heures.

9.6.1.3 Monoxyde de carbone

Les effets toxiques du monoxyde de carbone se manifestent en cas d'exposition aiguë. Le CO est rapidement absorbé par les poumons et, une fois dans le sang, se lie à l'hémoglobine avec une affinité de 230 à 270 fois plus grande que celle de l'oxygène pour former de la carboxyhémoglobine. Ce phénomène provoque des dommages par hypoxie aux tissus et les organes ayant des besoins importants en oxygène (cerveau et cœur) sont les plus touchés.

9.6.1.4 Formaldéhyde

Cette substance est classée comme un agent cancérigène probable pour l'humain par l'IARC. Certaines études ont permis de détecter une incidence plus élevée de cancers du nasopharynx, de la cavité buccale et du poumon chez les travailleurs exposés. De plus, le formaldéhyde a un effet irritant qui pourrait être ressenti à des niveaux aussi bas que 0,1 mg/m³. À cause de sa grande solubilité dans l'eau, il peut irriter les muqueuses du nez, les voies respiratoires et les yeux.

9.6.1.5 HAP

Cette famille de produits contient certains composants soupçonnés d'être cancérigènes. Les travailleurs exposés aux HAP peuvent présenter un taux plus élevé de certains cancers.

9.6.1.6 Autres hydrocarbures

La plupart des principaux autres hydrocarbures contenus dans l'essence sont peu irritants et peu toxiques. En dépit de leur usage très répandu, leurs vapeurs causent rarement des effets toxiques immédiats. A haute concentration, les hydrocarbures peuvent entraîner des symptômes neurologiques variés allant des étourdissements au coma. Les limites d'exposition en milieu de travail pour la plupart des hydrocarbures non aromatiques dans l'essence s'établissent à plus de 1 000 mg/m³. C'est la présence des hydrocarbures aromatiques (benzène, toluène, xylène) qui rend l'exposition plus nocive.

9.6.2 Niveaux d'exposition

Une évaluation des niveaux d'exposition de travailleurs aux gaz d'échappement des débroussailleuses a été effectuée pour le ministère des Forêts du Québec (aujourd'hui le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs) en 1992 et 1993. Les niveaux d'exposition sont comparés avec les normes d'exposition dans le tableau qui suit :

Tableau 9-13 : Comparaison des niveaux d'exposition aux différents composants des gaz d'échappement avec les normes d'exposition permises pour les opérateurs de débroussailleuse

Contaminants	Niveaux mesurés (mg/m ³ sauf indication contraire)		Concentrations permises (mg/m ³)	
	Concentrations moyennes	Intervalle de concentrations	Québec (VEMP)	ACGIH (TLV)
Monoxyde de carbone	8,1 – 10,2	4,6 – 115	40	29
Hydrocarbures totaux	7,1 – 7,4 ppm	4,8 – 69,9		
Benzène	0,34 – 0,55	0,13 – 0,86	3	1,6
Formaldéhyde	0,05 – 0,07	0,01 – 0,08	P3	0,4

VEMP : Valeur d'exposition : moyenne pondérée ; la concentration moyenne pondérée pour une période de huit heures par jour

TLV : Threshold limit value : exposition moyenne pondérée sur le temps correspondant à une journée de travail normale de huit heures

P : plafond : une valeur qui ne doit jamais être dépassée pour quelque durée que ce soit

Note : Deux sources sont citées pour les normes d'exposition : le Règlement sur la santé et la sécurité du travail, qui représente la norme légale en vigueur au Québec, et les Threshold Limit Values (TLV) publiées par l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), un organisme scientifique considéré comme un chef de file dans le domaine. La norme du Québec (RSST) est généralement établie en fonction de trois facteurs : les effets sur la santé, l'impact socio-économique qu'un changement de niveau pourrait avoir et la faisabilité. Cependant, la deuxième (ACGIH) est basée strictement sur les effets de santé sans tenir compte d'autres éléments.

Il faut également retenir que les normes d'exposition pour les travailleurs supposent une exposition de huit heures par jour et une récupération de seize heures. Cette considération est importante puisque l'entretien des emprises suppose souvent une journée de travail de dix heures et même de douze heures.

Source : Goulet et coll., 1993 dans Phaneuf 1994.

Les paragraphes suivants présentent quelques éléments qui sont ressortis de l'étude.

9.6.2.1 Monoxyde de carbone

Généralement, les travailleurs ne sont pas exposés à des niveaux de monoxyde de carbone qui dépassent les normes en vigueur. Toutefois, même dans le petit échantillon étudié, un travailleur sur quinze a été exposé à une concentration moyenne de CO qui est le double des concentrations permises. Ce cas soulève l'hypothèse que les travailleurs utilisant une débroussailleuse peuvent être exposés à des concentrations de contaminants dans l'atmosphère qui dépassent les normes établies. Les chercheurs avancent qu'au moins 24 % des travailleurs de l'étude sont exposés à un niveau qui dépasse le seuil fixé.

9.6.2.2 Benzène

Aucun travailleur ne dépasse les différentes normes actuellement en vigueur au Québec pour ce composant. Cependant, puisque le contact avec la peau, les yeux et les muqueuses peut contribuer à l'exposition globale et rendre les normes inapplicables, il est recommandé de prendre des mesures pour empêcher l'exposition par l'une ou l'autre de ces voies.

Il est également à noter que, ces dernières années, les normes d'exposition au benzène proposées par différents organismes ont été réévaluées à la baisse en raison des preuves de cancérogénicité de cette substance. Pendant plusieurs années, l'ACGIH a proposé de réduire la TLV de 30 mg/m³ à 0,3 mg/m³, mais a récemment décidé de l'établir à 1,5 mg/m³ (ACGIH, 1997).

Toutefois, cette TLV fixée pour le benzène est supérieure à la limite d'exposition admissible (PEL) recommandée par le National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), l'agence fédérale américaine responsable de la recherche et des recommandations en matière de santé et de sécurité au travail. Le NIOSH recommande une limite de 0,3 mg/m³, le niveau précédemment proposé par l'ACGIH.

Les chercheurs considèrent que l'exposition de près de 60 % des travailleurs étudiés a dépassé cette valeur (0,3 mg/m³) et que celle de presque 80 % était supérieure ou égale au seuil fixé par l'ACGIH (1,5 mg/m³).

D'autre part, une étude subséquente au Québec a démontré que les niveaux d'exposition moyens de 0,441 mg/m³ pour les travailleurs à la débroussailleuse dépassent la limite de 0,3 mg/m³ (Bertrand et coll., 1996).

9.6.3 Risque de cancer

À la demande du ministère des Ressources naturelles, le Centre de toxicologie du Québec a évalué les risques toxicologiques potentiels attribuables à l'utilisation d'une débroussailleuse ou d'une scie à chaîne par les travailleurs pendant les opérations d'entretien de la régénération forestière.

Afin d'estimer les risques pour les travailleurs, les chercheurs ont comparé les résultats des mesures d'exposition aux concentrations permises en milieu de travail proposées par différents organismes. Une estimation du risque de cancer a aussi été faite pour les agents cancérogènes ou soupçonnés de l'être (Phaneuf et Samuel, 1994).

Il est important de comprendre que les normes publiées pour les milieux de travail n'assurent pas la protection de la santé des travailleurs à 100 %. Dans cette optique, Phaneuf et Samuel se sont penchés sur la probabilité que les travailleurs utilisant une

débroussailleuse souffrent d'effets néfastes pour la santé lorsqu'ils sont exposés aux gaz d'échappement. Une analyse du risque de développer un cancer a été effectuée pour le benzène et le formaldéhyde (voir le tableau 9-14).

Tableau 9-14 : Évaluation du risque lié au benzène et au formaldéhyde des gaz d'échappement des débroussailleuses

Composant	Excès de cancer		
	Concentration moyenne	Concentration 90 percentile	Concentration maximale mesurée
Benzène	$1,8 \times 10^{-4}$	$3,6 \times 10^{-4}$	$9,8 \times 10^{-4}$
Formaldéhyde	$3,9 \times 10^{-5}$	$6,8 \times 10^{-5}$	–

Scénario d'exposition : 10 h/j, 5 j/sem, 20 sem/an x 40 ans.

Source : Phaneuf et Samuel, 1994.

Comme l'indique le tableau 9-14, le risque de cancer associé à l'exposition au benzène est non négligeable et il peut, dans certain cas, correspondre à l'ajout de 1 cas de cancer par 1 000 travailleurs. Pour ce qui est du formaldéhyde, le risque de cancer a été jugé négligeable.

9.6.4 Mesures d'atténuation

L'approche généralement utilisée pour diminuer les risques d'exposition aux produits chimiques, notamment contenus dans les gaz d'échappement, est la substitution de produits moins nocifs. À l'heure actuelle, cette solution n'est pas envisageable faute de carburants de rechange appropriés facilement disponibles et d'équipements de coupe adaptés. Il est prévu qu'il faudra encore plusieurs années avant que des solutions techniques réduisent de façon marquée les émanations nocives des gaz d'échappement des débroussailleuses.

Il serait possible d'envisager des mesures de protection personnelle comme les masques respiratoires. Cette solution n'est cependant pas applicable dans le cadre de l'entretien des emprises en raison des contraintes thermiques et respiratoires. Enfin, limiter le nombre d'heures de travail par jour serait une autre avenue, mais cette solution ne sera pas très bien reçue dans un contexte de rémunération au rendement.

9.7 Agents biologiques

9.7.1 Principaux agents en cause

Le travailleur qui effectue des travaux de dégagement manuel dans une emprise de lignes est exposé à des agents biologiques.

9.7.1.1 Guêpes

Les piqûres de guêpe sont considérées comme le risque biologique le plus sérieux pour les travailleurs œuvrant au dégagement des plantations. Bien que désagréable, une piqûre de guêpe comporte en général peu de risque pour la majorité des gens. Cependant, une piqûre dans la bouche ou la gorge pourrait devenir dangereuse, car l'œdème local qui en résulte parfois pourrait obstruer les voies respiratoires. Le principal risque associé aux piqûres de guêpe est la réaction allergique dont la gravité peut varier du simple urticaire au choc anaphylactique, à l'œdème laryngé et aux bronchospasmes ; l'issue peut même être fatale si aucune mesure n'est prise immédiatement.

9.7.1.2 Virus du Nil occidental

Le virus du Nil occidental a été repéré pour la première fois aux États-Unis en septembre 1999, puis s'est manifesté au cours de l'été 2001 en Ontario et de l'été 2002 au Québec. Il peut être transmis aux humains par la piqûre d'un maringouin infecté, qui s'est nourri du sang d'un oiseau porteur du virus. Chez la plupart des personnes infectées, les symptômes sont inexistantes ou tout au plus bénins et semblables à ceux de la grippe. Dans de rares cas, le virus peut causer une méningite ou une encéphalite. Les endroits où la présence d'insectes piqueurs est la plus forte sont les zones marécageuses, les régions boisées, les tourbières, les zones agricoles et tous les autres endroits humides. Autrement dit, les endroits où les travailleurs doivent souvent intervenir pour maîtriser la végétation. Toutefois, il est actuellement peu probable que les travailleurs entrent en contact avec ce virus sur la Côte-Nord, où se déroulera le projet.

9.7.2 Mesures d'atténuation

Parmi les mesures suggérées pour les réactions allergiques, par exemple à une piqûre de guêpe, figurent les trousse d'urgence spéciales. Cependant, il faut se rappeler que l'adrénaline contenue dans ces trousse peut aussi présenter des risques tels que la provocation d'une vasoconstriction et d'une hypertension. L'utilisation de ces trousse d'urgence est néanmoins tout à fait indiquée, car l'absence de traitement immédiat pourrait être mortelle pour un travailleur allergique et les centres médicaux sont généralement éloignés des sites forestiers (Phaneuf et Samuel, 1992).

Pour éloigner les insectes piqueurs, les travailleurs forestiers utilisent régulièrement des insectifuges. Ceux qui contiennent du diéthyltoluamide (DEET) sont parmi les plus efficaces et représentent la moitié des insectifuges les plus communément utilisés. Les risques associés à cet ingrédient ont déjà créé plusieurs controverses.

Certains travailleurs utilisent une concentration plus élevée d'huile dans leur mélange de carburant pour créer autour d'eux suffisamment de vapeurs d'huile pour éloigner les insectes piqueurs.

9.8 Risques associés à l'utilisation de l'hélicoptère

L'utilisation de l'hélicoptère pour le transport des travailleurs forestiers de même que pour la réalisation des travaux de pulvérisation aérienne de phytocides peut également comporter des risques pour la santé et à la sécurité des travailleurs.

Afin de réduire ces risques au minimum, Hydro-Québec a produit des documents contractuels qui assurent le respect des droits des mandants et des compagnies d'affrètement d'hélicoptères. Il est important de mentionner qu'Hydro-Québec n'est pas propriétaire des hélicoptères utilisés pour les différents travaux et qu'elle retient les services de compagnies spécialisées dans ce domaine. Les clauses figurant dans les contrats respectent l'entente conclue entre Hydro-Québec et l'Association québécoise des transporteurs aériens (AQTE). Cette entente protège Hydro-Québec contre toute fraude, assure l'embauche de personnes qualifiées et garantit le niveau d'expérience des pilotes et du personnel de soutien (mécaniciens).

Des spécialistes de l'entreprise effectuent régulièrement un suivi rigoureux de l'évolution des lois et de la réglementation applicables au transport aérien au Canada. Le document normatif et les documents d'appel d'offres sont bâtis et révisés périodiquement en fonction de ce suivi.

Chaque année, nous travaillons à l'élaboration des documents d'appel d'offres de façon à assurer, tant pour le mandant que pour le transporteur, la sécurité des utilisateurs.

Les inspecteurs de l'École nationale d'aérotechnique effectuent de façon régulière (en moyenne aux 18 mois) des audits techniques dans plus de 40 compagnies aériennes québécoises. L'efficacité de ce programme d'amélioration continue de la sécurité des transports aériens a été démontrée.

Depuis le début du programme en 1992, Hydro-Québec a attribué plus de 450 000 heures de vol à des compagnies d'affrètement d'hélicoptères. Seulement deux accidents sont à déplorer alors que la moyenne nationale est de 11 accidents par 100 000 heures de vol.

Pendant la réalisation du programme de maîtrise de la végétation qui s'est échelonné de 1994 à 2004 quelques incidents liés à l'utilisation de l'hélicoptère sont survenus dans le cadre du transport de travailleurs forestiers et, dans un cas, lors des travaux d'application aérienne de phytocides. Aucune blessure sérieuse n'a toutefois été subie par les travailleurs.

9.9 Pulvérisation aérienne de phytocides

La contamination des travailleurs par des ingrédients actifs et des additifs constitue le principal risque associé à la pulvérisation aérienne de phytocides dans les emprises.

9.9.1 Exposition des travailleurs

Les phytocides sont utilisés depuis plusieurs années. On a donc pu mesurer l'exposition des travailleurs dans différentes circonstances et avec divers types d'équipement (Libich et coll., 1984 ; OMS, 1984 ; Hydro-Québec, 1985 ; Jauhainen et coll., 1991). Plusieurs facteurs influent sur la dose reçue par les travailleurs, notamment le vent, le genre de travail, le mode et le taux d'application et le comportement du travailleur au chapitre des mesures de protection. Libich et coll. (1984) ont étudié l'exposition des travailleurs chargés de l'application de phytocides dans les emprises utilisant soit un véhicule tout terrain muni d'un tuyau, soit un appareil porté sur le dos. Les dosages urinaires de phytocides durant la semaine de travail et des échantillons d'air dans la zone respiratoire ont permis de montrer que plus de 90 % de la dose provenait de la contamination cutanée. La dose moyenne quotidienne reçue par les travailleurs variait de 0,01 à 0,1 mg/kg/j. Un resserrement de mesures simples de protection, comme le port de gants, s'est montré efficace pour diminuer la contamination (Libich et coll., 1984). Les personnes les plus exposées sont généralement celles qui sont chargées du mélange et non les travailleurs responsables de l'application.

La pulvérisation par hélicoptère diminue considérablement le nombre de personnes exposées par unité de surface traitée. En pratique, seuls les préposés au mélange sont potentiellement exposés. Par ailleurs, l'équipement utilisé pour le mélange et le remplissage des réservoirs laisse prévoir une contamination considérablement moindre que dans le cas de la pulvérisation terrestre, car il permet des opérations en systèmes fermés.

9.9.2 Toxicité des phytocides

Quatre produits sont envisagés et comparés pour la pulvérisation aérienne dans les emprises. Le chapitre 10 décrit les propriétés toxicologiques de ces produits. On en présente ici les caractéristiques pertinentes.

Tableau 9-15 : Toxicité aiguë des phytocides utilisables

Ingrédient actif	DL ₅₀ orale selon les espèces et les formulations (mg/kg)
2,4-D	100 à 800
Piclorame	2 000 à 8 000
Triclopyr	À venir
Dicamba	500 à 3 000

Les phytocides ont une toxicité aiguë de faible à modérée chez l'animal (et l'homme), car leur mode d'action vise les fonctions physiologiques de la cellule végétale. Le

tableau 9-15 indique les DL₅₀ (doses létales médianes) des phytocides utilisables dans les emprises. Ces données ont été établies à partir d'études sur les animaux.

Certaines données disponibles sur la toxicité aiguë du 2,4-D pour l'être humain permettent d'estimer que la DL₅₀ varierait entre environ 100 et 150 mg/kg de poids corporel.

- Quant à la toxicité sub-aiguë, les doses sans effet (NOEL) observées sont de l'ordre de 5 à 50 mg/kg/j.
- Ces phytocides sont éliminés assez rapidement par l'organisme : les demi-vies d'élimination varient entre 12 et 24 heures. La plupart sont éliminés surtout par voie urinaire, sauf le glyphosate, éliminé par voie digestive à raison de 80 %.
- Aucun potentiel de bioaccumulation n'a été observé pour ces phytocides.

Aucun de ces phytocides n'est classé parmi les produits cancérogènes et aucun ne présente d'effet mutagène, toxique ou tératogène élevé.

9.9.3 Effets sur la santé

Lorsque les travailleurs prennent les moyens de protection cutanée requis, les doses qu'ils subissent se trouvent bien en deçà des NOEL. Avec une NOEL de 5 mg/kg/j, le facteur de sécurité correspondant aux doses quotidiennes de 0,01 et de 0,1 mg/kg est de 50 à 500. Il pourrait être beaucoup plus élevé en ce qui concerne la pulvérisation par hélicoptère.

Pendant de nombreuses années, les travailleurs d'Hydro-Québec ont effectué eux-mêmes les travaux de pulvérisation terrestre du feuillage et des tiges dans les emprises. Le programme de surveillance médicale de ces travailleurs prévoyait des examens avant et après l'arrosage, assortis d'un bilan de laboratoire complet. Ce programme n'a pas permis de mettre en évidence une altération de l'état de santé ou une modification des résultats des analyses en laboratoire. Ces examens ont donc été abolis.

9.10 Conclusion

Le risque d'accident associé au travail en forêt est élevé et le débroussaillage est cité comme l'activité la plus dangereuse de l'industrie. Les conditions du terrain, l'outil utilisé et la rémunération au rendement, qui oblige le travailleur à maximiser sa productivité à tout prix, ont souvent une incidence sur ce risque.

Par ailleurs, le travail de débroussaillage est très exigeant sur le plan physique. Il combine une posture contraignante et une charge de travail ou un coût physiologique « lourd », souvent dans des conditions extrêmes. De fait, un travailleur québécois a perdu la vie suite à un coup de chaleur pendant des activités de débroussaillage.

Les travailleurs forestiers utilisant une débroussailleuse sont exposés à des niveaux de bruit supérieurs à ce que prévoient les normes du travail. Bien que l'exposition puisse être réduite au moyen de protecteurs auditifs, la plupart des travailleurs ne semblent pas les porter, donc ne sont pas adéquatement protégés contre ce risque. Il est à prévoir qu'un pourcentage élevé de travailleurs sera atteint de surdité professionnelle.

Les outils de travail requis pour la maîtrise de la végétation dans les emprises de lignes produisent des vibrations à des niveaux suffisants pour provoquer l'apparition du syndrome des vibrations main-bras chez les travailleurs. Cette maladie se décrit par l'atteinte des vaisseaux sanguins et des nerfs périphériques des mains et évolue de façon graduelle, s'aggravant avec le temps. Le seul moyen efficace de protection est la réduction du nombre d'heures d'utilisation quotidienne des outils.

Du fait des propriétés de fonctionnement de l'outil de travail, on estime qu'après dix ans de travail, un ou deux travailleurs sur trois seront atteints du syndrome des vibrations main-bras et de 10 à 42 % auront une perte d'audition.

Le travail de débroussaillage suppose l'exposition à des niveaux variables de composants chimiques dans les gaz d'échappement, notamment le benzène, agent cancérigène reconnu, la formaldéhyde, très irritant et probablement cancérigène, et le monoxyde de carbone. Le risque de cancer ou d'autres atteintes que présente cette exposition pour certains travailleurs peut s'avérer non négligeable.

Les risques biologiques tels que les piqûres d'insecte sont inhérents au travail en forêt. Toutefois, les mesures d'atténuation mises à la disposition des travailleurs sont généralement efficaces sans toutefois totalement éliminer les risques.

Le risque d'accident associé à l'utilisation d'hélicoptères est négligeable pour les travaux de déboisement mécanique comme pour la pulvérisation aérienne de phytocides

La pulvérisation aérienne de phytocides pour l'entretien des emprises de lignes électriques comporte un faible risque de contamination chimique pour les travailleurs concernés. Ce risque est relativement facile à maîtriser adéquatement et ne devrait aucunement altérer la santé des travailleurs.

Le travail en industrie forestière est donc exigeant et dangereux. Tous les facteurs ci-dessus combinés à un terrain très accidenté, éloigné et peu accessible comme celui de la région de Manicouagan rendent évident l'impact négatif de ce mode d'intervention sur la santé des travailleurs.

10 Évaluation des risques toxicologiques et écotoxicologiques – pulvérisation aérienne de phytocides et coupe manuelle

10.1 Mise en contexte

Depuis 1994, Hydro-Québec a mené plusieurs opérations de pulvérisation aérienne de phytocides dans certaines emprises de lignes de transport d'énergie électrique situées sur la Côte-Nord (région de Manicouagan). Ces pulvérisations visent à maîtriser la végétation arborescente dans les emprises là où les interventions mécaniques sont difficiles. Ces applications ont été autorisées après une procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement amorcée en 1988 (citée dans Hydro-Québec, 1992).

Dans le cadre de la poursuite de son programme de pulvérisation aérienne de phytocides dans les emprises des lignes de transport de la Côte-Nord, Hydro-Québec a réalisé une nouvelle étude d'impact sur l'environnement qui tient compte de nouveaux éléments traités plus loin.

La liste des produits commerciaux qu'Hydro-Québec peut actuellement utiliser est fournie au tableau 10-1. Les quantités appliquées correspondent à 110 l/ha de mélange. Les produits composant chaque mélange sont indiqués au tableau 10-2, avec leurs taux respectifs de pulvérisation.

La pulvérisation réalisée par hélicoptère bénéficie des progrès technologiques des dernières années, qui se traduisent par une précision accrue (Dexter, 1993). Des études sur le terrain au sujet du respect des zones d'exclusion et de l'effet de la pulvérisation sur les cours d'eau ont été réalisées par Hydro-Québec et le présent rapport d'étude d'impact en tient compte.

Pour faciliter la lecture du présent chapitre, nous expliquons ci-dessous les abréviations qui y sont utilisées :

2,4,5-T	Acide (2,4,5-trichlorophénoxy)acétique
2,4-D	Acide (2,4-dichlorophénoxy)acétique
ARLA	Agence canadienne de réglementation de la lutte antiparasitaire
BCF	Facteur de bioconcentration
CAS	Chemical Abstract Service
CCME	Conseil canadien des ministres de l'Environnement
CL ₅₀	Concentration létale médiane, c'est-à-dire concentration estimée produisant 50 % de

	mortalité chez les organismes exposés
DGA	Sel de diglycolamine
DL ₅₀	Dose létale médiane, c'est-à-dire dose estimée produisant 50 % de mortalité chez les organismes exposés
DMA	Sel de diméthylamine
é. a.	Équivalent acide
LOEC	De l'anglais <i>Lowest Observed Effect Concentration</i> , concentration la plus faible testée produisant un effet nocif statistiquement significatif sur les organismes cibles
LOEL	De l'anglais <i>Lowest Observed Effect Level</i> , dose la plus faible testée produisant un effet statistiquement significatif sur les organismes cibles
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
NOAEL	De l'anglais <i>No Observed Adverse Effect Concentration</i> , concentration la plus forte testée ne produisant aucun effet nocif statistiquement significatif sur les organismes cibles
NOEC	De l'anglais <i>No Observed Effect Concentration</i> , concentration la plus forte testée ne produisant aucun effet nocif statistiquement significatif sur les organismes cibles
NOEL	De l'anglais <i>No Observed Effect Level</i> , dose la plus forte testée ne produisant aucun effet nocif statistiquement significatif sur les organismes cibles
PÉRE	<i>Procédure d'évaluation des risques écotoxicologiques</i> du ministère de l'Environnement du Québec (aujourd'hui le MDDEP)
RC	Rapport de cotes
RR	Risque réel
TCDD	Tétrachlorodibenzo- <i>p</i> -dioxine
TCP	3,5,6-trichloropyridinol
TIPA	Sel de triisopropanolamine
TMP	3,5,6-trichloro-2-méthoxy-pyridine
US EPA	Agence de protection de l'environnement des États-Unis (United States Environmental Protection Agency)
USDA	Ministère de l'agriculture des États-Unis (United States Department of Agriculture)

10.2 Objectifs

Le projet visait à déterminer la nature et l'importance des risques associés à la pulvérisation aérienne de phytocides dans certaines emprises de lignes de transport d'énergie électrique situées sur la Côte-Nord (région de Manicouagan) pour la population et les écosystèmes se trouvant à l'intérieur et à l'extérieur des emprises. Voici les objectifs de l'étude sur la toxicité et l'écotoxicité :

- Synthétiser, pour chacune des substances composant les phytocides commerciaux, l'ensemble de l'information relative à l'absorption, à la toxicocinétique, au métabolisme et aux mécanismes d'action toxiques, rassembler pour chaque

substance les données écotoxicologiques disponibles (base de données des indicateurs écotoxicologiques) et estimer des valeurs de référence écotoxicologiques. Dans ce dernier cas, en l'absence de données permettant de calculer une valeur de référence, déterminer et sélectionner les valeurs de référence disponibles auprès d'organismes gouvernementaux reconnus (Caractérisation toxicologique des phytocides).

- Pour chacun des phytocides, décrire le devenir environnemental, documenter les propriétés physicochimiques et environnementales et estimer le transfert environnemental des substances étudiées (Devenir environnemental des phytocides).
- Estimer l'exposition potentielle des récepteurs écologiques et évaluer les risques toxicologiques pour la population et les récepteurs composant les écosystèmes à l'intérieur et à l'extérieur des emprises (Estimation des risques).

Tableau 10-1 : Liste des produits commerciaux homologués pour la maîtrise de la végétation arborescente par pulvérisation aérienne

Produit commercial	Fournisseur	N° d'homologation ou d'enregistrement ^a
Tordon 101	Dow AgroScience Canada Inc., Calgary, AB	9007
Vanquish	Syngenta Crop Protection Canada, Inc., Guelph, ON	26980
2,4-D Amine 500	Nufarm Agriculture Inc., Calgary, AB	14725
Garlon 4	Dow AgroScience Canada Inc., Calgary, AB	21053
Sylgard 309	Dow AgroScience Canada Inc., Mississauga, ON	23078

a. Loi sur les produits antiparasitaires.

Tableau 10-2 : Formulations et taux de pulvérisation des mélanges étudiés par Hydro-Québec

Mélange	Produit commercial	Taux de pulvérisation (l/ha)
N° 1	Vanquish	4,20
	Garlon 4	8,00
	Sylgard 309	0,27
N° 2	Vanquish	4,20
	2,4-D amine 500	8,00
	Sylgard 309	0,27
N° 3	Garlon 4	8,00
	Sylgard 309	0,27
N° 4	Tordon 101	25,00
	Sylgard 309	0,27

L'évaluation des risques pour l'environnement a été réalisée en conformité avec les principes de la *Procédure d'évaluation des risques écotoxicologiques* (PÉRÉ) du ministère de l'Environnement du Québec (CEAEQ, 1998).

10.3 Composition et description sommaire des produits commerciaux

La composition des produits commerciaux susceptibles d'être appliqués par voie aérienne est présentée dans les tableaux 10-3 à 10-7, qui ont été élaborés à partir de l'information transmise par les fournisseurs (fiches signalétiques et communications personnelles). Les différentes dénominations et le numéro de registre CAS (Chemical Abstract Service) de chaque produit y sont également indiqués.

Tableau 10-3 : Composition du Tordon 101

Substance	Produit chimique et synonymes	Proportion (%)
2,4-D ^a	2,4-D acide Acide (2,4-dichlorophénoxy) acétique N° de registre CAS : 94-75-7	21,2
	2,4-D TIPA 2,4-D, sel TIPA (2,4-dichlorophénoxy) acétique, sel de triisopropanolamine N° de registre CAS : 32341-80-3	39,6
Piclorame ^a	Piclorame Acide 4-amino-3,5,6-trichloropicolinique Acide 4-amino-3,5,6-trichloropyridine-2-carboxylique N° de registre CAS : 1918-02-1	5,7
	Piclorame, sel TIPA 4-amino-3,5,6-trichloropyridine-2-carboxylique, sel de triisopropanolamine N° de registre CAS : 6753-47-5	10,2
TIPA	Triisopropanolamine 1,1',1''-nitriilotri-2-propanol Tris(2-hydroxypropyl)amine N° de registre CAS : 122-20-3	< 50

a. substance active : phytocide

Une même substance peut figurer dans ces tableaux sous sa forme chimique dans la formulation (au moment de l'utilisation du produit) et sous sa forme chimique en équivalent acide (é.a.). Le cas échéant, les proportions correspondantes en équivalent acide sont indiquées entre parenthèses. Par exemple, le 2,4-D (n° de registre CAS : 94-75-7) et le TIPA (n° de registre CAS : 122-20-3) sont combinés pour former le Tordon 101 (avec le piclorame). Ces deux substances réagissent pour former un sel

TIPA de 2,4-D (n° de registre CAS : 32341-80-3) qui représente 39,6 % ou 21,2 % en é. a. (2,4-D) du Tordon 101.

L'évaluation des risques toxicologiques et écotoxicologiques porte sur l'ensemble des substances chimiques composant les produits commerciaux, dans la mesure où l'information requise pour caractériser leur danger toxicologique et évaluer leur devenir environnemental est disponible. Chacune de ces substances est brièvement présentée dans les paragraphes qui suivent. L'information détaillée sur leur caractérisation toxicologique et leur devenir environnemental est regroupée dans les sections 1 et 2 de l'annexe E.

Tableau 10-4 : Composition du Vanquish

Substance	Produit chimique et synonymes	Proportion (%)
Dicamba ^a	Dicamba Acide 3,6-dichloro-2-méthoxybenzoïque Acide 3,6-dichloro- <i>o</i> -anisique N° de registre CAS : 1918-00-9	48,1
	Dicamba, sel DGA 3,6-dichloro-2-méthoxybenzoïque, sel de diglycolamine N° de registre CAS : 104040-79-1	71,0
DGA	Diglycolamine 2-(2-aminoéthoxy)éthanol N° de registre CAS : 929-06-6	22,9

a. substance active : phytocide

Tableau 10-5 : Composition du 2,4-D Amine 500

Substance	Produit chimique et synonymes	Proportion (%)
2,4-D ^a	2,4-D acide Acide (2,4-dichlorophénoxy)acétique N° de registre CAS : 94-75-7	39,5-41,1
	2,4-D DMA Acide (2,4-dichlorophénoxy)acétique, sel de diméthylamine N° de registre CAS : 2008-39-1	47,5-49,5

a. substance active : phytocide.

Tableau 10-6 : Composition du Garlon 4

Substance	Produit chimique et synonymes	Proportion (%)
Triclopyr ^a	Triclopyr acide Acide (3,5,6-trichloro-2-pyridyloxy)acétique N° de registre CAS : 55335-06-3	44,3
	Triclopyr ester Ester de (3,5,6-trichloro-2-pyridyloxy)acétique 2-butoxyéthylrique Triclopyr BEE N° de registre CAS : 64700-56-7	61,6
Kérosène	Jet fuel JP-1 Fuel oil N°5 N° de registreCAS : 8008-20-6	30,0

a. substance active : phytocide.

Tableau 10-7 : Composition du Sylgard 309

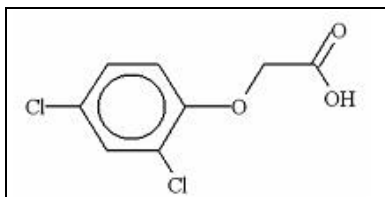
Substance	Produit chimique et synonymes	Proportion (%)
Polyéther siloxylaté ^a	Polyéther siloxylaté Acétate de 3-(3-hydroxypropyl)-heptaméthyltrisiloxane, éthoxylé N° de registre CAS : 125997-17-3	> 60
Polyéthylène glycol MEA	Monoallyl éther acétate de polyéthylène glycol N° de registre CAS : 27252-87-5	15-40

a. substance active : agent tensio-actif.

10.3.1 2,4-D

Le 2,4-D a été homologué au Canada en 1946. Il est utilisé pour l'élimination des dicotylédones en agriculture, en foresterie, le long des emprises et sur le gazon. Plusieurs formes chimiques du 2,4-D sont utilisées dans les formulations commerciales. Le 2,4-D fait actuellement l'objet d'une réévaluation comme herbicide pour les pelouses et les gazons en plaque et d'un examen pour des utilisations agricoles.

Figure 10-1 : Molécule du 2,4-D



Le 2,4-D a une faible persistance dans le sol, principalement en raison de la dégradation microbienne. En milieu aquatique, il est rapidement dégradé par les micro-organismes, alors que, dans les végétaux, il est absorbé par les feuilles, les tiges et les racines. Ceux-ci le métabolisent par différentes voies. Il existe divers produits intermédiaires de dégradation du 2,4-D selon sa forme initiale et le milieu environnemental. Parmi ceux-ci figurent le 2,4-dichloro phénol et le 4-chlorophénol.

Le 2,4-D est rapidement et presque complètement absorbé par les mammifères, puis excrété principalement sous forme inchangée par voie urinaire. Ce phytocide n'est pas considéré comme tératogène ou cancérigène, mais il a montré des effets génotoxiques et fœtotoxiques chez les mammifères.

Les différentes formes de 2,4-D (acide, sel de diméthylamine (DMA) et TIPA) sont considérées comme de légèrement à modérément toxiques pour la faune terrestre. En général, les formulations acides et amines de 2,4-D sont moins toxiques pour les oiseaux que pour les mammifères. Le 2,4-D est pratiquement non toxique pour les micro-organismes terrestres et aquatiques aux taux d'application recommandés. Il est jugé peu toxique pour les amphibiens, surtout sous forme de sel d'amine.

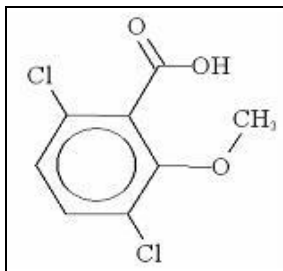
Il ne semble pas y avoir de différence marquée au chapitre de la toxicité entre les différentes formes acides, sels, sels d'amine (DMA et TIPA) et esters du 2,4-D pour les organismes terrestres. Toutefois, les organismes aquatiques (poissons, invertébrés et macrophytes) sont beaucoup plus sensibles aux formes esters du 2,4-D qu'à ses formes acides ou amines qui sont pratiquement non toxiques. Les plantes aquatiques sont généralement plus sensibles aux effets du 2,4-D que les poissons et autres organismes aquatiques.

L'information détaillée sur la caractérisation toxicologique et le devenir dans l'environnement du 2,4-D se retrouve respectivement aux sections 1 et 2 de l'annexe E. Une base de données des indicateurs toxicologiques a été établie (voir le rapport sectoriel) et a servi, avec les caractéristiques physicochimiques du 2,4-D DMA et du 2,4-D (voir les tableaux 10-20 et 10-21), à modéliser son devenir dans l'environnement ainsi que les risques pour la faune et la flore après une pulvérisation aérienne.

10.3.2 Dicamba

Le dicamba est un phytocide de type auxine principalement connu sous les noms commerciaux Vanquish et Banvel. Il a été homologué en 1964 pour le produit commercial Banvel. Il sert à contrôler les mauvaises herbes à feuilles larges dans les cultures de céréales et dans les corridors de transport d'énergie. Plusieurs espèces ligneuses sont très sensibles au dicamba. À la suite de son application dans l'environnement, il est absorbé par les feuilles et les racines avant de se répartir dans l'ensemble de la plante. Le dicamba agit comme un régulateur de croissance.

Figure 10-2 : Molécule du dicamba



Dans le sol, le dicamba est très mobile et a un potentiel élevé de transfert vers les eaux souterraines. Il est principalement dégradé par les micro-organismes du sol. Lorsqu'il se retrouve dans un milieu aquatique, le dicamba est rapidement dégradé par les micro-organismes, particulièrement en présence de lumière. Il peut se volatiliser à partir du sol et de la surface des plantes, mais très peu à partir de l'eau. L'acide 3,6-dichlorosalicylique et l'hydroxy-5 dicamba sont des produits de sa dégradation.

Le dicamba est considéré comme peu toxique pour les mammifères, les oiseaux, les poissons et les amphibiens. Des effets au niveau du système reproducteur ont par contre été notés chez le lapin et le rat. Le dicamba est jugé non toxique pour les abeilles. Par ailleurs, le dicamba ne se bioaccumule pas dans les organismes. Une description des mécanismes toxiques est présentée dans la section 1 de l'annexe E.

L'information détaillée sur la caractérisation toxicologique et le devenir environnemental du dicamba se retrouve respectivement aux sections 1 et 2 de l'annexe E. Une base de données des indicateurs toxicologiques a été établie (voir le rapport sectoriel) et a servi, avec les caractéristiques physicochimiques du dicamba (voir le tableau 10-22), à modéliser son devenir environnemental et les risques pour la faune et la flore après une pulvérisation aérienne.

10.3.3 Sel de diglycolamine (DGA)

Le DGA est une substance inerte qui entre dans la composition du Vanquish. Il existe très peu d'information sur la toxicité du DGA. Cette substance est surtout utilisée dans l'industrie pour éliminer les composantes acides des gaz, principalement le dioxyde de carbone et le sulfure d'hydrogène du gaz naturel. Il est décrit comme un grand irritant pour les systèmes oculaire, tégumentaire et respiratoire et possède des propriétés fortement corrosives (HSDB, 2003b). L'information à caractère toxicologique ou environnementale sur cette substance est limitée (sections 1 et 2 de l'annexe E), ce qui complique l'évaluation des risques liés à sa présence dans l'environnement. Cependant, les données connues (voir le rapport sectoriel et le tableau 10-19) ont été exploitées dans l'évaluation des risques pour la faune d'une pulvérisation aérienne.

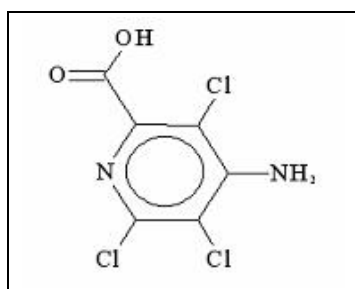
10.3.4 Kérosène

Le kérosène est un dérivé de la distillation du pétrole brut à une température variant entre 150 et 250 °C (Baranger, 2004). La composition du kérosène varie selon l'origine du pétrole, mais il s'agit dans tous les cas d'un mélange complexe d'hydrocarbures pétroliers légers. Son utilisation est suffisamment répandue pour qu'un numéro de registre CAS (8008-20-6) lui ait été attribué. Il a déjà été utilisé seul comme insecticide (Orme et Kegley, 2004b). Le kérosène est composé, en proportions variables, de n-alcanes (paraffines), de cycloalcanes (naphènes) et d'alcanes branchés de C₉ à C₁₆ (80-90 %), d'hydrocarbures aromatiques monocycliques et polycycliques (10-20 %) et de quelques oléfines (1 %). Du fait de la complexité et de la variabilité de sa composition, il n'est pas possible de définir avec précision les propriétés physicochimiques et environnementales du kérosène. Par conséquent, le devenir des composants du kérosène dans l'environnement après pulvérisation n'a pu être modélisé dans l'étude.

10.3.5 Piclorame

Le piclorame est un des ingrédients actifs du produit commercial Tordon 101 manufacturé par Dow AgroScience Canada. Il est principalement utilisé dans les corridors routiers, ferroviaires et d'énergie ainsi que sur des sites industriels. Il contrôle les mauvaises herbes à feuilles larges, les broussailles, les conifères et plusieurs espèces d'arbres feuillus. Son homologation doit être réévaluée entre avril 2005 et juin 2009.

Figure 10-3 : Molécule du piclorame



Le piclorame est hautement soluble dans l'eau, résiste aux processus de dégradation biotique et abiotique et est mobile dans les conditions de laboratoire et de terrain. Sa principale voie de dispersion semble être le lessivage. Il est stable lorsqu'il est soumis à l'hydrolyse. En milieu aquatique, le piclorame est principalement dégradé par photolyse. Parmi les produits de dégradation du piclorame figurent le 2-hydroxy-3,5-dichloro-4-amino-pyridine et l'acide 4-amino-3,5-dichloro-6-hydroxypyridine-2-carboxylique.

Chez les mammifères, le piclorame est rapidement et principalement excrété par la voie urinaire. Il est considéré comme peu toxique pour les mammifères, il montre peu d'effets cancérogènes, tératogènes et mutagènes et il cause peu d'impacts sur le système reproducteur. Le piclorame est considéré comme légèrement toxique à non toxique pour les oiseaux, les micro-organismes et les invertébrés du sol. Toutefois, il est très toxique pour plusieurs plantes non ciblées, car il est rapidement absorbé par le système racinaire et transféré aux tiges et aux feuilles. Il est jugé de modérément à peu toxique pour les poissons et invertébrés aquatiques. Il ne s'accumule pas dans les poissons.

L'information détaillée sur la caractérisation toxicologique et le devenir environnemental du piclorame se retrouve respectivement aux sections 1 et 2 de l'annexe E. Une base de données des indicateurs toxicologiques a été établie (voir le rapport sectoriel) et a servi, avec les caractéristiques physicochimiques du piclorame (voir le tableau 10-23), à modéliser son devenir environnemental et les risques pour la faune et la flore après une pulvérisation aérienne.

10.3.6 Sylgard 309

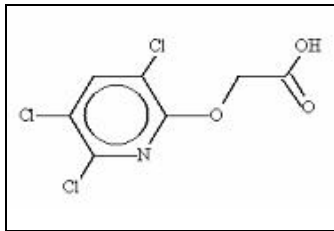
Le Sylgard[®] 309 est composé de polyéther siloxylaté et de polyéthylène glycol MEA. Il s'agit d'un surfactant non ionique qui réduit la tension de surface des produits agricoles solubles à l'eau au moment de l'application sur le feuillage. Il a pour effet d'augmenter l'absorption des herbicides, insecticides, fongicides et autres par les tissus végétaux. L'absorption rapide de l'ingrédient actif, grâce au surfactant, diminue le lessivage du produit sur le feuillage par l'eau de pluie. L'efficacité des herbicides mélangés avec du Sylgard 309 est plus élevée dans le cas des espèces à feuilles larges et des mauvaises herbes ligneuses que dans le cas des graminées vivaces.

L'information à caractère toxicologique ou écotoxicologique sur ce produit est très limitée, ce qui complique l'évaluation des risques liés à sa présence dans l'environnement. En l'absence de données sur ses caractéristiques physicochimiques, le devenir du Sylgard 309 ou de l'un de ses composants dans l'environnement après pulvérisation n'a pu être modélisée dans l'étude.

10.3.7 Triclopyr

Le triclopyr a été homologué au Canada en 1989 et a été réévalué par l'ARLA aux fins d'une nouvelle homologation en septembre 2004. Le triclopyr est utilisé dans plusieurs pays pour traiter les pâturages et les cultures de riz et de canne à sucre ainsi que pour le désherbage des sites industriels et forestiers. C'est un herbicide sélectif de type auxine recommandé pour le contrôle des herbes dicotylédones et des plantes ligneuses. Au Canada, le triclopyr est utilisé dans les emprises, les sites industriels et forestiers et les boisés. Le triclopyr se retrouve dans les produits commerciaux Garlon 4 et Release[®] Silvicultural Herbicide.

Figure 10-4 : Molécule du triclopyr



La dégradation du triclopyr est relativement rapide après son application dans l'environnement. Sa vitesse de transformation varie selon le type de sol, la température et l'humidité. Il est principalement transformé par photolyse, par hydrolyse et par les micro-organismes. Le triclopyr contenu dans le Garlon 4, sous la forme ester, se transforme par hydrolyse ou photolyse en acide. La forme acide est par la suite dégradée en milieu aérobie par les micro-organismes en différents métabolites. Le dioxyde de carbone est le principal produit final de la dégradation du triclopyr, mais le TCP et le TMP sont au nombre des produits intermédiaires de dégradation.

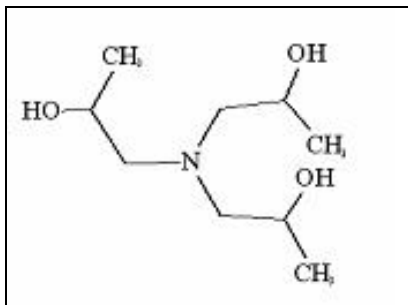
Les différentes formes du triclopyr ont des effets toxiques sur les organismes vivants. La toxicité du triclopyr pour les mammifères et les oiseaux est classée de faible à modérée. En ce qui concerne les espèces aquatiques, sa toxicité varie de pratiquement nulle à très élevée selon l'espèce et la forme, la forme ester étant plus toxique que la forme acide. Le triclopyr est jugé non toxique pour les invertébrés terrestres et faiblement toxique pour les micro-organismes du sol. Enfin, il est considéré comme toxique pour les amphibiens.

L'information détaillée sur la caractérisation toxicologique et le devenir environnement du triclopyr se retrouve respectivement aux sections 1 et 2 de l'annexe E. Une base de données des indicateurs toxicologiques a été établie (voir le rapport sectoriel) et a servi, avec les caractéristiques physicochimiques du triclopyr (voir les tableaux 10-24 et 10-25), à modéliser son devenir dans l'environnement ainsi que les risques pour la faune et la flore après une pulvérisation aérienne.

10.3.8 Sel de triisopropanolamine (TIPA)

Le TIPA est un composé solide soluble dans l'eau et l'alcool. Il est présent dans le Tordon 101, car les substances actives (2,4-D et piclorame) y sont intégrées sous forme de sel TIPA. Les quelques données tirées de la documentation scientifique suggèrent une faible toxicité de ce composé.

Figure 10-5 : Molécule du TIPA



L'information à caractère toxicologique ou environnemental sur cette substance est limitée (sections 1 et 2 de l'annexe E), ce qui complique l'évaluation des risques liés à sa présence dans l'environnement. Cependant, les données connues (voir le rapport sectoriel et le tableau 10-18) ont été exploitées dans l'évaluation des risques pour la faune d'une pulvérisation aérienne.

10.4 Caractérisation toxicologique des phytocides

La caractérisation toxicologique des phytocides consiste essentiellement à décrire les effets toxiques des substances à l'étude et à déterminer les estimateurs de risques appropriés, soit les valeurs de référence pour les substances actives composant les produits commerciaux.

Pour chaque substance étudiée, une description des phénomènes d'absorption et de toxicocinétique, du métabolisme et des mécanismes d'action toxique des phytocides a tout d'abord été réalisée (voir l'annexe E) pour les humains et les récepteurs écologiques suivants :

- mammifères
- oiseaux
- invertébrés terrestres et aériens (arthropodes)
- invertébrés du sol
- micro-organismes du sol
- végétaux terrestres
- amphibiens et reptiles
- poissons
- invertébrés aquatiques
- micro-organismes aquatiques
- végétaux aquatiques

La caractérisation toxicologique présentée dans l'annexe E est essentiellement une mise à jour de l'information réunie et présentée dans l'étude de 1992 (Hydro-Québec, 1992). Une bonne partie du texte qui y figure est donc extraite de ce rapport. L'information a toutefois été complétée à partir d'une revue des études plus récentes sur les divers phytocides.

10.4.1 Indicateurs écotoxicologiques et toxicologiques

Les indicateurs écotoxicologiques et toxicologiques servent à définir des valeurs de référence pour évaluer les risques dans une situation donnée. Ces indicateurs sont des concentrations ou des doses entraînant un effet précis (50 % d'effet, LOEC, NOEC, LOEL, NOEL). Ces valeurs sont déterminées après l'exposition d'organismes à la substance à l'étude dans le cadre d'un protocole expérimental contrôlé.

La synthèse de la documentation scientifique sur la toxicité humaine des phytocides (voir l'annexe F) a été réalisée à l'aide de la banque de références bibliographiques PubMed, accessible sur le site Internet, consulté à l'automne 2005, de la National Library of Medicine, à l'adresse suivante :

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?CMD=Limits&DB=pubmed>

10.4.2 Établissement d'une base de données en écotoxicologie

Les indicateurs écotoxicologiques connus pour chacun des récepteurs écologiques ont été obtenus dans le cadre d'une recherche dans la base de données ECOTOX de la US EPA (consultée les 30 mai et 29 juin 2005) et d'une revue de la documentation scientifique sur les études écotoxicologiques pertinentes. Les études, pour être retenues, devaient fournir ou permettre de calculer des doses d'effet (DL₅₀, LOEL, etc.) en mg/kg/j de poids corporel pour les mammifères et les oiseaux, des concentrations d'effet (CL₅₀, LOEC, etc.) exprimées en mg/l de milieu aqueux pour les organismes aquatiques, en mg/kg de sol pour les invertébrés et les micro-organismes du sol et en taux d'application en kg/ha de surface terrestre pour les végétaux. Par ailleurs, le poids corporel des mammifères testés était nécessaire pour les conversions de dose.

Cette recherche a permis d'alimenter une base de données toxicologiques où ont été enregistrés tous les indicateurs jugés adéquats pour l'estimation des risques dans l'étude. La base de données ainsi constituée est fournie en annexe du rapport sectoriel.

Dans cette base, les données sont classées par type de récepteur. Chaque donnée est fournie dans une ligne où figurent :

- l'identification de la substance testée (n° de registre CAS ou d'homologation unique et forme) ;
- l'organisme testé (nom latin et nom de l'espèce) ;
- l'indicateur écotoxicologique (valeur de l'indicateur et type d'effet) ;
- la référence bibliographique (auteur, année, source).

La substance testée peut être une substance chimique unique ou un produit commercial regroupant diverses substances. Le numéro de registre CAS correspondant à la substance testée sert d'identifiant unique. Cependant, dans le cas

des produits commerciaux, le numéro d'homologation a été utilisé et indiqué dans la colonne du numéro de registre CAS.

Tableau 10-8 : Critères d'attribution des durées d'exposition

Recherche	Catégorie d'exposition	
	Court terme (C)	Long terme (L)
Étape 1	« aigu » ^a	« chronique » ^b
Étape 2	≤ 48 h ou ≤ à 2 j	autres données

a. Y compris subaigu, etc.

b. Y compris subchronique, etc.

La durée d'exposition, à court ou à long terme, n'étant pas systématiquement fournie dans les bases de données consultées, celle-ci a été fixée par séparation des données selon la présence des termes « aigu » ou « chronique » et de durées d'exposition (inférieure ou supérieure à 2 j ou 48 h) dans la colonne décrivant les effets. Les données dont les effets indiquaient une exposition aiguë ou dont la durée d'exposition était de moins de 48 h ont été classées dans la catégorie « court terme ». Les données dont les effets indiquaient une exposition chronique, dont la durée d'exposition était de plus de 48 h ou pour lesquelles il n'existait aucune indication sur la durée d'exposition ont été placées dans la catégorie « long terme ». La durée de 48 h a été choisie pour la discrimination des catégories d'exposition en fonction des scénarios de dispersion des substances dans l'environnement, étant donné que les concentrations dans les différents milieux sont maximales dans les deux premiers jours (voir la section sur le devenir environnementale des phytocides). Les critères de cette recherche sont décrits dans le tableau 10-8. La première colonne de la base de données pour chaque récepteur indique la catégorie d'exposition, soit « C » pour « court terme » et « L » pour « long terme ».

10.4.3 Distribution de sensibilité

La distribution de sensibilité permet de visualiser l'abondance et la variabilité des indicateurs écotoxicologiques, pour une même substance et un même type de récepteur écologique. Elle permet d'établir les valeurs de référence à partir desquelles seront calculés les indices de risque, selon un percentile donné de la distribution. La distribution de sensibilité pour les diverses substances en cause dans l'étude a été élaborée à partir de l'ensemble des données réunies dans la base de données, afin de permettre d'estimer les valeurs de référence à utiliser pour l'estimation des risques. Ces distributions ont été calculées distinctement pour les effets à court et à long terme, pour chaque substance et chaque type de récepteur, lorsqu'au moins dix données de valeurs d'effet (NOEC et NOEL exclus) étaient disponibles. Les

distributions statistiques ainsi constituées sont présentées dans l'annexe du rapport sectoriel, sous forme de graphiques de fréquences cumulées. La concentration ou la dose correspondant au 20^e percentile a été indiquée sur chaque figure.

10.4.4 Valeurs de référence écotoxicologiques

Les valeurs de référence sont des doses, des concentrations dans le sol, l'eau ou l'air ou des taux d'application présumés correspondre à un niveau d'effet jugé tolérable. Ces estimateurs de risque ont été déterminés pour chaque substance lorsque l'information était connue et ont été utilisés ultérieurement pour l'estimation des risques.

Comme il existe plusieurs substances et plusieurs types de récepteurs écologiques pour lesquels il faut estimer les risques, le nombre total de valeurs de référence requises est très important. Afin d'obtenir le plus grand nombre possible de valeurs de référence, et d'ainsi estimer les risques de la manière la plus complète possible, plusieurs sources différentes de valeurs de référence doivent être prises en considération. La section 10.4.4.1 passe en revue les valeurs de référence qui ont été établies préalablement par différentes organisations, tandis que la section 10.4.5 précise la méthode d'établissement des valeurs de référence retenues pour l'étude. Enfin, la section 10.4.6 récapitule les valeurs de référence à court et à long terme utilisées dans l'étude.

10.4.4.1 Valeurs de référence pré-établies

Des valeurs de référence pour les phytocides ont déjà été établies par des institutions gouvernementales reconnues dans un cadre réglementaire ou pour des études particulières d'évaluation du risque. Le travail d'organismes faisant autorité tels que le MDDEP du Québec, le CCME, la US EPA, l'Oak Ridge National Laboratory et le USDA a été pris en considération. Des valeurs ont été répertoriées pour le 2,4-D, le dicamba, le piclorame et le triclopyr. Ces valeurs de référence sont fournies dans la présente section.

2,4-D

En 1998 (révision en 2001), le service forestier du USDA a établi des valeurs de référence pour le 2,4-D acide (SERA, 1998 et 2001). Très récemment, un travail similaire a été réalisé par la US EPA (2004 et 2005a). La méthode employée dans ces études était une revue de la documentation scientifique et la sélection de l'espèce la plus sensible pour la détermination de la valeur de référence pour chaque catégorie d'organismes. Des doses dangereuses 5 % ont aussi été établies par d'autres auteurs. L'ensemble de ces données est fourni dans le tableau 10-9.

Tableau 10-9 : Valeurs de référence pré-établies pour le 2,4-D – n° de registre CAS 94-75-7

	Exposition aiguë	Exposition chronique	Organisation	Source bibliographique – Note
Mammifères mg/kg/j	10	1	USDA, Forest Service	SERA, 2001 – rat
	185 mg/kg ^a		S.o.	Luttick et Aldenberg, 1997
	579	10	US EPA	US EPA, 2004 – rat/lapin
Oiseaux mg/kg/j	415		US EPA	US EPA, 2004 – Colin de Virginie
	133 mg/kg ^a		S.o.	Mineau et coll., 2001
Végétaux terrestres kg/ha	0,002		US EPA	US EPA, 2004 – épandage
	0,017		US EPA	US EPA, 2004 – eaux de ruissellement
Poissons mg/l	100	10	USDA, Forest Service	SERA, 2001
	101	14,2	US EPA	US EPA, 2004 – Crapet/Tête de boule
Invertébrés aquatiques mg/l	1		USDA, Forest Service	SERA, 2001
	25	16,4	US EPA	US EPA, 2004 – <i>Daphnia magna</i>
Végétaux aquatiques – Macrophytes mg/l	0,3		USDA, Forest Service	SERA, 2001
	0,30	0,048	US EPA	US EPA, 2004 – <i>Lemna gibba</i>
Végétaux aquatiques – Algues mg/l	1		USDA, Forest Service	SERA, 2001 – cité, mais non appliqué
	3,88	1,4	US EPA	US EPA, 2004 – <i>Navicula pellicosa</i>

a. Dose unique en mg d'équivalent acide par kg de poids corporel de l'animal correspondant à une dose dangereuse 5 %.

S.o. : sans objet.

Par ailleurs, le MDDEP, en 2002, et le CCME, en 2003, ont également fourni des critères de protection de la vie aquatique de respectivement 0,047 et 0,004 mg/l pour le 2,4-D.

Dicamba

Très récemment, le service forestier du USDA a établi des valeurs de référence pour le dicamba (Durkin et Bosch, 2004). La méthode employée dans cette étude était une revue de la documentation scientifique et la sélection de l'espèce la plus sensible pour la détermination de la valeur de référence pour chaque catégorie d'organismes. Des valeurs de référence moins récentes ont aussi été établies par d'autres auteurs. L'ensemble de ces données est fourni dans le tableau 10-10.

Par ailleurs, en 2003, le CCME a fourni un critère de protection de la vie aquatique de 0,01 mg/l de dicamba.

Tableau 10-10 : Valeurs de référence pré-établies pour le dicamba – n° de registre CAS 1918-00-9

	Exposition aiguë	Exposition chronique	Organisation	Source bibliographique - Note
Mammifères mg/kg/j	45	45	USDA, Forest Service	Durkin et Bosch, 2004 – rat
Oiseaux mg/kg/j	92	92	USDA, Forest Service	Durkin et Bosch, 2004
	62,3 mg/kg ^a		S.o.	Mineau <i>et al.</i> , 2001
Végétaux terrestres kg/ha	0,0016		USDA, Forest Service	Durkin et Bosch, 2004 – épandage
	0,00018		USDA, Forest Service	Durkin et Bosch, 2004 – eaux de ruissellement
Poissons mg/l	28		USDA, Forest Service	Durkin et Bosch, 2004
Invertébrés aquatiques mg/l	3,8		USDA, Forest Service	Durkin et Bosch, 2004
Végétaux aquatiques – Macrophytes mg/l	0,25	0,25	USDA, Forest Service	Durkin et Bosch, 2004
Végétaux aquatiques – Algues mg/l	0,061	0,061	USDA, Forest Service	Durkin et Bosch, 2004

a. Dose unique en mg par kg de poids corporel de l'animal correspondant à une dose dangereuse 5 %.

S.o. : sans objet

Piclorame

Récemment, le service forestier du USDA a établi des valeurs de référence pour le piclorame (Durkin et Follansbee, 2003). La méthode employée dans cette étude était une revue de la documentation scientifique et la sélection de l'espèce la plus sensible pour la détermination de la valeur de référence pour chaque catégorie d'organismes. Par ailleurs, la US EPA a également établi des valeurs de référence pour le piclorame TIPA en 1995. L'ensemble de ces données est fourni dans les tableaux 10-11 et 10-12.

En 2003, le CCME a fourni un critère de protection de la vie aquatique de 0,029 mg/l de piclorame.

**Tableau 10-11 : Valeurs de référence pré-établies pour le piclorame acide – n° de registre CAS
1918-02-1**

	Exposition aiguë	Exposition chronique	Organisation	Source bibliographique - Note
Mammifères mg/kg/j	34	7	USDA, Forest Service	Durkin et Follansbee, 2003 – chien Beagle (chronique) et lapin (aiguë)
Oiseaux mg/kg/j	1500 mg/kg ^a		S.o.	Mineau et coll., 2001
Végétaux terrestres kg/ha	0,00024		USDA, Forest Service	Durkin et Follansbee, 2003 – épandage
	0,000013		USDA, Forest Service	Durkin et Follansbee, 2003 – eaux de ruissellement
Invertébrés terrestres mg/kg	>1000		USDA, Forest Service	Durkin et Follansbee, 2003
Micro-organismes terrestres mg/kg	1		USDA, Forest Service	Durkin et Follansbee, 2003
Poissons mg/l	0,8	0,35	USDA, Forest Service	Durkin et Follansbee, 2003
Invertébrés aquatiques mg/l	26,8	3,8	USDA, Forest Service	Durkin et Follansbee, 2003
Végétaux aquatiques – Macrophytes mg/l	0,1	0,1	USDA, Forest Service	Durkin et Follansbee, 2003
Végétaux aquatiques – Algues mg/l	0,23	0,23	USDA, Forest Service	Durkin et Follansbee, 2003

a. Dose unique en mg par kg de poids corporel de l'animal correspondant à une dose dangereuse 5 %.

S.o. : sans objet.

Tableau 10-12 : Valeurs de référence pré-établies pour le piclorame TIPA – n° de registre CAS
6753-47-5

	Exposition aiguë	Exposition chronique	Organisation	Source bibliographique - Note
Mammifères mg/kg/j	> 2500		US EPA	US EPA, 1995 – Rat
Oiseaux mg/kg/j	> 500 ^a	2,8 kg/ha	US EPA	US EPA, 1995 – Canard colvert / poule
Végétaux terrestres kg/ha	0,00022		US EPA	US EPA, 1995 – épandage – tomate
	0,0022	0,0000268	US EPA	US EPA, 1995 – ruissellement – soja
Poissons mg/l	2		US EPA	US EPA, 1995 – Saumon coho
Végétaux aquatiques – Algues mg/l	36,9	18,5	US EPA	US EPA, 1995 – <i>Selenastrum capricornutum</i>

a. Correspond à > 5 000 mg/kg dans la diète convertis en supposant une consommation journalière de 10 % du poids corporel.

Triclopyr

Récemment, le service forestier du USDA a établi des valeurs de référence pour les deux formes de triclopyr, ester et acide (Durkin, 2003). La méthode employée dans cette étude était une revue de la documentation scientifique et la sélection de l'espèce la plus sensible pour la détermination de la valeur de référence pour chaque catégorie d'organismes. Par ailleurs, un rapport également publié par Durkin (Durkin et Diamond, 2002) donne des valeurs assez différentes, ce qui s'explique par le fait que, même si le rapport a été publié en 2002, ces valeurs ont été obtenues en 1995. Des valeurs de référence moins récentes ont aussi été établies par d'autres auteurs. L'ensemble de ces données sont fournies aux tableaux 10-13 et 10-14 pour les formes respectivement ester et acide du triclopyr.

Ni le MDDEP ni le CCME n'ont établi de critère de protection de la vie aquatique pour le triclopyr.

**Tableau 10-13 : Valeurs de référence pré-établies pour le triclopyr ester – n° de registre CAS
64700-56-7**

	Exposition aiguë	Exposition chronique ^a	Organisation	Source bibliographique - Note
Mammifères mg/kg/j	100		USDA, Forest Service	Durkin, 2003 – rat
	30		USDA, Forest Service	Durkin et Diamond, 2002 - lapin N.- Zélande
Oiseaux mg/kg/j	388		USDA, Forest Service	Durkin, 2003
	66 mg/kg ^b		S.o.	Mineau et coll., 2001
Végétaux terrestres kg/ha	0,0032		USDA, Forest Service	Durkin, 2003 - épandage
	0,0024		USDA, Forest Service	Durkin, 2003 - eaux de ruissellement
Poissons mg/l	0,25		USDA, Forest Service	Durkin, 2003
	0,43		USDA, Forest Service	Durkin et Diamond, 2002
Invertébrés aquatiques mg/l	8,55		USDA, Forest Service	Durkin, 2003
	8,62		USDA, Forest Service	US EPA/OPP, 1998a - cité mais non utilisé dans Durkin, 2003
Végétaux aquatiques – Macrophytes mg/l	0,1		USDA, Forest Service	Durkin, 2003
	0,63		US EPA	US EPA/OPP, 1998a - cité mais non utilisé dans Durkin, 2003
Végétaux aquatiques – Algues mg/l	0,1		USDA, Forest Service	Durkin, 2003

a. Comme le triclopyr ester se dégrade rapidement en triclopyr acide dans l'environnement, les expositions chroniques ont été considérées comme le fait de la forme acide par Durkin (2003).

b. Dose unique en mg d'équivalent d'acide par kg de poids corporel de l'animal correspondant à une dose dangereuse 5 %.

S.o. : Sans objet.

Tableau 10-14 : Valeurs de référence pré-établies pour le triclopyr acide – n° de registre
55335-06-3

	Exposition aiguë	Exposition chronique	Organisation	Source bibliographique - Note
Mammifères mg/kg/j	100	5	USDA, Forest Service	Durkin, 2003 - Rat
	30	5	USDA, Forest Service	Durkin et Diamond, 2002 – lapin N.- Zélande
Oiseaux mg/kg/j	535	10	USDA, Forest Service	Durkin, 2003
Végétaux terrestres kg/ha	0,0032		USDA, Forest Service	Durkin, 2003 – eaux d'épandage
	0.,258		USDA, Forest Service	Durkin, 2003 – eaux de ruissellement
Poissons mg/l	199	104	USDA, Forest Service	Durkin, 2003
	50		USDA, Forest Service	Durkin et Diamond, 2002
Invertébrés aquatiques mg/l	132,9	80,7	USDA, Forest Service	Durkin, 2003
Végétaux aquatiques – Macrophytes mg/l	4,2	4,2	USDA, Forest Service	Durkin, 2003
	6,3		US EPA	US EPA/OPP, 1998a – cité mais non utilisé dans Durkin, 2003
Végétaux aquatiques – Algues mg/l	4,2	4,2	USDA, Forest Service	Durkin, 2003

10.4.5 Procédure de détermination des valeurs de référence

Les valeurs de référence retenues pour l'estimation des risques ont été déterminées à partir des indicateurs écotoxicologiques fournis dans la base de données et des valeurs de référence pré-établies. Le 20^e percentile de la distribution des indicateurs (avec effet) a été retenu pour déterminer les valeurs de référence. Cette approche permet de tenir compte de la sensibilité de la distribution des indicateurs écotoxicologiques. Par ailleurs, le 20^e percentile reflète un niveau élevé de conservatisme dans cette détermination. Ce choix a été dicté par le niveau de tolérance de 20 % préconisé par le MDDEP comme représentatif de l'absence d'effets écologiquement significatifs. En effet, conformément aux exigences de la PÉRE et de la méthode *Valeurs de référence intérimaires pour les récepteurs terrestres* du MDDEP (CEAEQ, 2000), le niveau de protection pour les terrains à usage résidentiel, récréatif ou institutionnel doit être inférieur à la variation naturelle des populations (tolérance de 20 % d'effet).

Cette approche a été appliquée lorsque la base de données fournissait au moins dix valeurs pour établir la distribution.

À défaut de distribution valide (moins de dix valeurs d'effet), plusieurs solutions de rechange ont été retenues, soit la valeur minimale des indicateurs disponibles dans la base de données, le remplacement de la substance par le produit commercial correspondant, la valeur maximale ne produisant pas d'effet, la valeur de référence pré-établie par un autre organisme gouvernemental ou l'extrapolation à partir d'une autre durée d'exposition.

Les valeurs ont été sélectionnées dans l'ordre de priorité établi ci-après :

- 20^e percentile de la distribution des valeurs d'effet lorsque dix valeurs et plus étaient disponibles pour une substance donnée, un type de récepteur donné et une durée d'exposition donnée (voir les représentations graphiques des distributions du rapport sectoriel) ;
- valeur d'effet minimale lorsque moins de dix valeurs étaient disponibles pour une substance donnée, un type de récepteur donné et une durée d'exposition donnée ;
- 20^e percentile de la distribution des valeurs d'effet lorsque dix valeurs et plus étaient disponibles pour le produit commercial correspondant à la substance donnée, à un type de récepteur donné et à une durée d'exposition donnée (voir les représentations graphiques du rapport sectoriel) ;
- valeur d'effet minimale lorsque moins de dix valeurs étaient disponibles pour le produit commercial correspondant à la substance donnée, à un type de récepteur donné et à une durée d'exposition donnée ;
- valeur maximale de NOEL ou de NOEC ;
- valeur de référence pré-établie la plus récente ;
- valeur extrapolée à partir de la donnée disponible pour le long terme ou le court terme selon la formule suivante :

$$\text{Valeur}_{\text{Court terme}} = 10 \times \text{Valeur}_{\text{Long terme}}$$

10.4.6 Valeurs de référence retenues pour l'estimation des risques

Les valeurs de référence ont été déterminées suivant la procédure décrite à la section précédente. Deux tableaux récapitulatifs correspondant aux valeurs de référence à court et à long terme sont fournis ci-après pour l'ensemble des substances. Les valeurs de référence ont par la suite été utilisées à la section 10.6 pour l'estimation des risques. Dans le cas du triclopyr, présent sous forme d'ester dans le Garlon 4 mais se transformant rapidement en triclopyr acide dans l'environnement, des valeurs de référence ont été déterminées pour les deux formes. Les risques ont donc été estimés à la fois selon l'hypothèse qu'il serait entièrement présent sous sa forme ester et selon l'hypothèse voulant qu'il soit entièrement transformé en sa forme acide.

Tableau 10-15 : Sommaire des valeurs de référence retenues – Effets à court terme

Substance	Végétaux terrestres	Micro-organismes du sol	Invertébrés du sol	Végétaux aquatiques	Micro-organismes et invertébrés aquatiques	Poisson	Amphibiens	Oiseaux	Mammifères ^a
Unité	kg/ha ^b	mg/kg ^c	mg/kg	mg/l ^d	mg/l	mg/l	mg/l	mg/kg/j ^e	mg/kg/j
TIPA	ND	ND	ND	ND	2 260	39	ND	ND	2 065
DGA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3 597
2,4-D DMA	0,13	500	3 500	2,0	4,2	182	228	300	291
2,4-D	3,1	10	ND	50	9,3	17	9	300	333
Dicamba	0,0016	100	ND	0,40	5,8	21	166	215	951
Piclorame	0,00024	1,0	ND	115	21	5,1	116	2 000	629
Triclopyr ester	0,0032	ND	4 300	0,10	9	0,42	136	735	822
Triclopyr acide	0,0032	ND	4 300	4,2	9	7,4	7,3	1 698	342

Légende :

- x Valeur calculée à partir d'une distribution de sensibilités.
- x Valeur minimale avec effet.
- x Valeur de substitution avec le produit commercial basée sur la distribution de sensibilité.
- x Valeur de substitution avec le produit commercial basée sur la valeur minimale.
- x NOEC / NOEL (valeur maximale).
- x Valeur pré-établie (USDA, US EPA, etc.).
- x Valeur convertie à partir de la valeur correspondante pour le long terme (long terme x 10).

ND Valeur non déterminée par manque d'information.

- a. Standardisée pour un rat de 300 g.
- b. kg/ha : taux d'application exprimé en kilogrammes de substance par hectare de sol.
- c. mg/kg : concentration exprimée en milligrammes de substance par kilogramme de sol.
- d. mg/l : concentration exprimée en milligrammes de substance par litre de milieu aqueux.
- e. mg/kg/j : dose exprimée en milligrammes de substance par kilogramme de poids corporel par jour.

Tableau 10-16 : Sommaire des valeurs de référence retenues – Effets à long terme

Substance	Végétaux terrestres	Micro-organismes du sol	Invertébrés du sol	Végétaux aquatiques	Micro-organismes et invertébrés aquatiques	Poissons	Amphibiens	Oiseaux	Mammifères ^a
Unité	kg/ha ^b	mg/kg ^c	mg/kg	mg/l ^d	mg/l	mg/l	mg/l	mg/kg/je	mg/kg/j
TIPA	ND	ND	ND	ND	226	33	ND	ND	1 383
DGA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	360
2,4-D DMA	0,013	50	350	0,28	1,9	169	200	75	18
2,4-D	0,31	1,0	ND	0,058	2,4	22	8,1	96	18
Dicamba	0,027	10	ND	0,04	3,8	109	106	158	76
Piclorame	0,0093	1,0	ND	1,8	24	2,9	95	100	119
Triclopyr ester	0,034	ND	430	0,10	1,6	0,38	14	540	7,2
Triclopyr acide	1,0	ND	430	0,38	133	6,3	0,73	18	13

Légende :

- x Valeur calculée à partir d'une distribution de sensibilités.
- x Valeur minimale avec effet.
- x Valeur de substitution avec le produit commercial basée sur la distribution de sensibilité.
- x Valeur de substitution avec le produit commercial basée sur la valeur minimale.
- x NOEC / NOEL (valeur maximale).
- x Valeur pré-établie (USDA, US EPA, etc.).
- x Valeur convertie à partir de la valeur correspondante pour le court terme (court terme/10).

ND Valeur non déterminée par manque d'information.

- a. Standardisée pour un rat de 300 g.
- b. kg/ha : taux d'application exprimé en kilogrammes de substance par hectare de sol.
- c. mg/kg : concentration exprimée en milligrammes de substance par kilogramme de sol.
- d. mg/l : concentration exprimée en milligrammes de substance par litre de milieu aqueux.
- e. mg/kg/j : dose exprimée en milligrammes de substance par kilogramme de poids corporel par jour

Les valeurs de référence pour les organismes supérieurs ont pu être déterminées pour toutes les substances actives des phytocides. Cependant, certaines valeurs pour des organismes de classes inférieures et pour des constituants inertes des produits commerciaux n'ont pu être déterminées.

Pour le TIPA et le DGA (constituants inertes des produits commerciaux), très peu de valeurs de référence ont été déterminées du fait du manque d'information toxicologique. Cependant, les données disponibles suggèrent une toxicité très faible, voire nulle, pour des organismes supérieurs (mammifères). Il est donc fort probable que ces composés produisent peu d'effets néfastes sur les autres organismes. D'ailleurs, le manque d'information sur ces composés est sans doute lié à leur innocuité, qui les rend moins susceptibles de faire l'objet d'une publication scientifique.

De la même manière, le manque de données toxicologiques pour les invertébrés du sol et les micro-organismes a limité la détermination de certaines valeurs de référence. Cependant, pour aucune des substances (sauf le TIPA et le DGA), les valeurs n'étaient manquantes pour les deux types d'organismes. Il peut être présumé que, si les invertébrés sont protégés, les micro-organismes le sont aussi, et vice-versa.

Aucune valeur de référence n'a été estimée pour le kérosène, le polyéther siloxylaté, le polyéthylène glycol MEA ou le Sylgard 309 (constituants inertes des mélanges), en raison de la très faible quantité de données écotoxicologiques ou même l'absence de telles données. Le manque d'information sur les propriétés physicochimiques de ces substances n'a pas permis non plus d'en évaluer le devenir environnemental (voir la section 10.5). Les risques associés à ces substances n'ont donc pas pu être évalués.

10.4.7 Valeurs de référence toxicologiques

Les NOEL, obtenues à partir d'études chroniques, correspondent à des doses journalières pour lesquelles aucun effet, si minime soit-il, n'a été observé chez les animaux pendant une longue période de leur vie. L'extrapolation à l'homme des valeurs de NOEL obtenues à partir de données animales nécessite l'utilisation de facteurs de sécurité. Les facteurs de sécurité généralement acceptés sont de 10 pour le passage de l'animal à l'homme, ce qui compense pour les variations entre les espèces, et de 10 pour la prise en considération des différents niveaux de sensibilité parmi les êtres humains. Un autre facteur de 10 peut être utilisé pour l'extrapolation des données provenant des études subchroniques aux études chroniques. Si, pour extrapoler les valeurs à moyen terme à plus long terme, on multiplie les doses par un facteur de sécurité de 10, on présume que, pour le processus inverse, c'est-à-dire du long terme au court terme, la marge de sécurité de 100 peut être divisée par un facteur de 10. Pour comparer les doses estimées à court terme avec les doses quotidiennes à long terme, on considère donc qu'une marge de sécurité d'au moins 10 est acceptable.

La DJA pour les humains correspond à la quantité de phytocides qui peut être ingérée par les humains chaque jour, pendant toute une vie, sans risque appréciable. On l'obtient en divisant la valeur de NOEL (estimée à partir des expériences animales) par un facteur de sécurité. On peut évaluer le risque d'exposition de la population aux phytocides en comparant les doses d'exposition estimées à long terme à la DJA.

Les valeurs de NOEL et de DJA sont présentées dans le tableau ci-dessous. Elles ont été émises par des organismes de santé publique ou des centres de recherche.

Tableau 10-17 : Valeurs de NOEL et de DJA pour les substances actives à l'étude

Phytocide	NOEL systémique (mg/kg/j)	NOEL de reproduction (mg/kg/j)	DJA (mg/kg/j)
2,4-D	1 ^a	5 ^b	0,010 ^a
Piclorame	7 ^c	50 ^c	0,070 ^c
Dicamba	15 ^d	3 ^e	0,030 ^e
Triclopyr (acide et ester)	5 ^f	25 ^g	0,005 ^h

a. EPA (IRIS, 2004a)

b. Kopp (1984)

c. EPA (IRIS, 2004b)

d. USDA (IRIS, 1998)

e. EPA (IRIS, 2004c)

f. Agriculture Canada (IRIS, 1991)

g. EPA (IRIS, 1998)

h. Dow AgroScience (IRIS, 1999)

Le détail des études qui ont servi de base à la détermination des valeurs de NOEL et de DJA se trouve dans l'annexe F. La majorité de ces valeurs avaient déjà été fixées au moment de la dernière évaluation (Hydro-Québec, 1992).

10.5 Devenir environnemental des phytocides

La pulvérisation des phytocides vise essentiellement les parties aériennes de la plante qui intercepte le produit. Cependant, selon la diversité du couvert végétal, une quantité plus ou moins importante d'ingrédients actifs atteint le sol. La dispersion dans l'environnement par suite de la pulvérisation dépend de différents processus de mobilité et de persistance qui interviennent dans le sol, l'atmosphère et l'eau. Parmi ces processus figurent la dégradation chimique ou microbienne, la photodécomposition, la volatilisation, l'adsorption, le lessivage et le ruissellement.

L'analyse du transfert des phytocides dans l'environnement consiste à estimer les concentrations de substances actives qui se retrouvent dans chaque compartiment abiotique ou biotique de l'environnement. Ces concentrations ont été estimées à partir d'études sur le terrain et à l'aide de modèles mathématiques. L'utilisation de tels modèles nécessite l'élaboration d'un modèle conceptuel de l'écosystème avec les composantes du milieu (sol, eau, air), les représentants des organismes vivants (récepteurs écologiques), leurs propriétés et leurs interactions, ainsi que la nature et les quantités de substances pulvérisées. Le logiciel TerraSys^{MC} v.1.0, développé pour permettre de réaliser ces estimations, a été utilisé pour l'étude. Le calcul du transfert des substances dans l'environnement et le long des chaînes trophiques est complexe

en raison de la diversité des récepteurs visés et de leurs interactions. Cette complexité nécessite l'utilisation d'un algorithme, et donc l'exécution automatisée de calculs. TerraSys est le seul outil disponible permettant actuellement d'effectuer ces calculs de façon systématique. L'ensemble des modèles mathématiques utilisés dans cet outil sont décrits dans le manuel de référence du logiciel (2002) qui est accessible dans le site Internet de Sanexen, à http://www.sanexen.com/terrasys/index_fr.html.

L'étude du devenir environnemental des phytocides s'est faite en plusieurs étapes. D'abord, une revue de la documentation scientifique a permis de décrire le transfert et la transformation des phytocides dans l'environnement (voir la section 2 de l'annexe E). Cette description ne se voulait pas exhaustive, mais devait plutôt traduire les tendances physicochimiques liées à la mobilité et à la persistance des substances à l'étude. Afin d'utiliser les données les plus récentes sur les propriétés physicochimiques et environnementales des phytocides, ces dernières ont été documentées ou estimées à partir de bases de données reconnues et constamment mises à jour (voir la section 10.5.2). On a élaboré des scénarios génériques d'exposition accompagnés de modèles conceptuels des écosystèmes (voir la section 10.5.3). Les concentrations au sol dans les zones traitées, les taux de dépôt hors des emprises et les concentrations dans un plan d'eau hypothétique situé hors de l'emprise ont été estimées (voir les sections 10.5.4 et 10.5.5). L'ensemble de cette information a permis de modéliser les concentrations dans les différents médias au moyen du logiciel TerraSys (voir la section 10.5.5).

Les résultats obtenus à chaque étape sont détaillés dans les sections suivantes.

10.5.1 Description du transfert et de la transformation des phytocides

L'étude du devenir environnemental des phytocides consiste en premier lieu à décrire les différents processus qui régissent le transfert et la transformation des substances. Les processus qui influencent principalement le devenir dans le sol, l'eau et l'atmosphère sont la dégradation microbienne, la photodécomposition, la volatilisation, l'adsorption et la dégradation chimique.

Notre description du devenir environnemental des phytocides (voir la section 2 de l'annexe E) est essentiellement une mise à jour de l'information recueillie et présentée dans l'étude de 1992 (Hydro-Québec, 1992). Une bonne partie du texte qui y figure est donc extraite de ce rapport. L'information a toutefois été complétée à partir d'une revue des études plus récentes sur les divers phytocides.

10.5.2 Documentation des propriétés physicochimiques et environnementales des phytocides

L'information connue sur les propriétés physicochimiques et environnementales des substances à l'étude (solubilité, pression de vapeur, coefficients d'adsorption, demi-vies, etc.) a été extraite des bases de données et de la documentation

scientifique. Cette information est nécessaire à la modélisation du devenir environnementale des phytocides.

Il faut tenir compte du fait que les mélanges faisant l'objet de pulvérisations sont constitués de plusieurs substances différentes, avec des propriétés physicochimiques et environnementales différentes. Les divers constituants d'un mélange ont donc des comportements environnementaux distincts. Dans ce contexte, il n'est pas possible de modéliser le comportement global d'un produit commercial (ex. Tordon 101), et on doit plutôt modéliser distinctement le comportement et les concentrations de chacun des constituants.

Dans le cas de certaines substances, l'information disponible était incomplète. Plusieurs des valeurs des propriétés requises pour réaliser les modélisations ne sont donc pas connues. À défaut de pouvoir utiliser des valeurs mesurées pour ces variables, les valeurs de plusieurs propriétés ont été estimées, lorsque cela était possible, à l'aide du système Estimations Programs Interface for Windows (EPIWIN). Ce système, développé par la US EPA, permet d'estimer nombre de propriétés physicochimiques et environnementales à partir de structures moléculaires, en plus de regrouper de nombreuses données expérimentales. Il requiert néanmoins une information minimale sur les propriétés de la substance, qui n'était pas disponible pour toutes les formes des phytocides visés par l'étude. Certaines de ces formes n'ont donc pu être modélisées directement. Chaque fois que cela était possible, la forme active, pour laquelle l'information était connue, a été retenue pour les modélisations des concentrations multimédias.

Les tableaux 10-18 à 10-25 présentent les valeurs des propriétés physicochimiques et environnementales utilisées pour les modélisations multimédias relativement aux phytocides et aux formulations pour lesquelles ces modélisations étaient possibles. Ces tableaux indiquent également la source des valeurs retenues et précisent quand les valeurs de variables ont été estimées à l'aide soit du système EPIWIN, soit du logiciel TerraSys. On trouvera les détails des modèles utilisés pour ces estimations dans la documentation sur chaque programme.

Tableau 10-18 : Propriétés physicochimiques et environnementales du TIPA utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias

Variable	Valeur	Unité	Source
Nom	Triisopropanolamine	-	-
Numéro de registre CAS	122-20-3	-	-
Type de substance	Organique	-	-
Poids moléculaire	191,27	g/mole	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Point de fusion	318	° K	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Pression de vapeur	2,45E-08	atmosphères	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Solubilité aqueuse	83000	mg/l	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Constante de Henry	9,77E-12	atm.m ³ /mole	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Diffusivité dans l'air	0,057	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Diffusivité dans l'eau	0,00000663	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de partage octanol/eau	0,06	l/l	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Coefficient d'adsorption sur carbone organique	10	l/kg	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Coefficient d'adsorption au sol	0,1	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les matières en suspension	0,75	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les sédiments	0,4	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Demi-vie dans le sol	360	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'air	2,07	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau de surface	360	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau souterraine	360	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans les sédiments	1440	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Facteur de biotransfert air-végétaux	285,65	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration sol-racines	1380,5	-	Calculé par TerraSys 1.0

Variable	Valeur	Unité	Source
Facteur de bioconcentration eau-macrophytes aquatiques (bioconcentration directe)	0,000365	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau (sédiments)-racines (macrophytes aquatiques)	0,82	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-invertébrés aquatiques	0,0071	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration sédiments-invertébrés aquatiques	0,018	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-poissons	0,013	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration végétaux-invertébrés terrestres	1	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – amphibiens	1,2E-09	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – reptiles	1,2E-09	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – oiseaux	1,2E-09	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – mammifères	1,5E-09	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de métabolisme – végétaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés du sol	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés terrestres/aériens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés aquatiques	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – poissons	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Constante d'accumulation dans les végétaux	1	/j	Valeur par défaut (hypothèse conservatrice)

Tableau 10-19 : Propriétés physicochimiques et environnementales du DGA utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias

Variable	Valeur	Unité	Source
Nom	Diglycolamine	-	-
Numéro de registre CAS	929-06-6	-	-
Type de substance	Organique	-	-
Poids moléculaire	105,14	g/mole	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Point de fusion	286,94	° K	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Pression de vapeur	0,000136	atmosphères	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Solubilité aqueuse	1000000	mg/l	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Constante de Henry	1,43E-08	atm.m ³ /mole	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Diffusivité dans l'air	0,085	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Diffusivité dans l'eau	0,00000988	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de partage octanol/eau	0,013	l/l	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Coefficient d'adsorption sur carbone organique	1	l/kg	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Coefficient d'adsorption au sol	0,01	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les matières en suspension	0,075	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les sédiments	0,04	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Demi-vie dans le sol	360	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'air	3,69	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau de surface	360	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau souterraine	360	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans les sédiments	1440	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Facteur de biotransfert air-végétaux	0,038	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration sol-racines	3366,8	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-macrophytes aquatiques (bioconcentration directe)	0,000081	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau (sédiments)-racines (macrophytes aquatiques)	0,82	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-invertébrés aquatiques	0,002	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration sédiments-invertébrés aquatiques	0,051	-	Calculé par TerraSys 1.0

Variable	Valeur	Unité	Source
Facteur de bioconcentration eau-poissons	0,0031	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration végétaux-invertébrés terrestres	1	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – amphibiens	2,59E-10	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – reptiles	2,59E-10	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – oiseaux	2,59E-10	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – mammifères	3,24E-10	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de métabolisme – végétaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés du sol	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés terrestres/aériens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés aquatiques	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – poissons	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Constante d'accumulation dans les végétaux	1	/j	Valeur par défaut (hypothèse conservatrice)

Tableau 10-20 : Propriétés physicochimiques et environnementales du 2,4-D DMA utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias

Variable	Valeur	Unité	Source
Nom	2,4-D diméthylamine	-	-
Numéro de registre CAS	2008-39-1	-	-
Type de substance	Organique	-	-
Poids moléculaire	266,13	g/mole	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Point de fusion	471,75	° K	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Pression de vapeur	1,32E-12	atmosphères	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Solubilité aqueuse	3000000	mg/l	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Constante de Henry	1,17E-16	atm.m ³ /mole	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Diffusivité dans l'air	0,046	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Diffusivité dans l'eau	0,00000532	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de partage octanol/eau	4,47	l/l	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Coefficient d'adsorption sur carbone organique	325,4	l/kg	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Coefficient d'adsorption au sol	3,25	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les matières en suspension	24,4	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les sédiments	13,02	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Demi-vie dans le sol	1440	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'air	41,9	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau de surface	1440	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau souterraine	1440	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans les sédiments	5760	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Facteur de biotransfert air-végétaux	2350000000	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration sol-racines	113,29	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-macrophytes aquatiques	0,025	-	Calculé par TerraSys 1.0

Variable	Valeur	Unité	Source
(bioconcentration directe)			
Facteur de bioconcentration eau (sédiments)-racines (macrophytes aquatiques)	0,92	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-invertébrés aquatiques	0,24	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration sédiments-invertébrés aquatiques	0,019	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-poissons	0,64	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration végétaux-invertébrés terrestres	1	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – amphibiens	8,98E-08	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – reptiles	8,98E-08	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – oiseaux	8,98E-08	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – mammifères	0,000000112	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de métabolisme – végétaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés du sol	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés terrestres/aériens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés aquatiques	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – poissons	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Constante d'accumulation dans les végétaux	1	/j	Valeur par défaut (hypothèse conservatrice)

Tableau 10-21 : Propriétés physicochimiques et environnementales du 2,4-D utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias

Variable	Valeur	Unité	Source
Nom	2,4-D	-	-
Numéro de registre CAS	94-75-7	-	-
Type de substance	Organique	-	-
Poids moléculaire	221,04	g/mole	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Point de fusion	413,5	° K	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Pression de vapeur	0,000000109	atmosphères	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Solubilité aqueuse	677	mg/l	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Constante de Henry	3,54E-08	atm.m ³ /mole	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Diffusivité dans l'air	0,052	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Diffusivité dans l'eau	0,00000602	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de partage octanol/eau	646	l/l	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Coefficient d'adsorption sur carbone organique	29,41	l/kg	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Coefficient d'adsorption au sol	0,29	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les matières en suspension	2,21	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les sédiments	1,18	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Demi-vie dans le sol	900	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'air	38,7	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau de surface	900	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau souterraine	900	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans les sédiments	3600	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Facteur de biotransfert air-végétaux	1552	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration sol-racines	6,33	-	Calculé par TerraSys 1.0

Variable	Valeur	Unité	Source
Facteur de bioconcentration eau-macrophytes aquatiques (bioconcentration directe)	3,27	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau (sédiments)-racines (macrophytes aquatiques)	5,2	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-invertébrés aquatiques	14,31	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration sédiments-invertébrés aquatiques	12,13	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-poissons	59,01	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration végétaux-invertébrés terrestres	1	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – amphibiens	0,0000129	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – reptiles	0,0000129	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – oiseaux	0,0000129	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – mammifères	0,0000162	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de métabolisme – végétaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés du sol	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés terrestres/aériens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés aquatiques	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – poissons	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Constante d'accumulation dans les végétaux	1	/j	Valeur par défaut (hypothèse conservatrice)

Tableau 10-22 : Propriétés physicochimiques et environnementales du dicamba utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias

Variable	Valeur	Unité	Source
Nom	Dicamba	-	-
Numéro de registre CAS	1918-00-9	-	-
Type de substance	Organique	-	-
Poids moléculaire	221,04	g/mole	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Point de fusion	388	° K	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Pression de vapeur	4,45E-08	atmosphères	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Solubilité aqueuse	8310	mg/l	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Constante de Henry	2,18E-09	atm.m ³ /mole	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Diffusivité dans l'air	0,052	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Diffusivité dans l'eau	0,00000602	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de partage octanol/eau	162	l/l	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Coefficient d'adsorption sur carbone organique	28,78	l/kg	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Coefficient d'adsorption au sol	0,29	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les matières en suspension	2,16	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les sédiments	1,15	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Demi-vie dans le sol	900	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'air	86	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau de surface	900	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau souterraine	900	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans les sédiments	3600	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Facteur de biotransfert air-végétaux	5776,6	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration sol-racines	14,12	-	Calculé par TerraSys 1.0

Variable	Valeur	Unité	Source
Facteur de bioconcentration eau-macrophytes aquatiques (bioconcentration directe)	0,84	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau (sédiments)-racines (macrophytes aquatiques)	2,33	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-invertébrés aquatiques	4,61	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration sédiments-invertébrés aquatiques	4,01	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-poissons	16,77	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration végétaux-invertébrés terrestres	1	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – amphibiens	0,00000326	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – reptiles	0,00000326	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – oiseaux	0,00000326	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – mammifères	0,00000407	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de métabolisme – végétaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés du sol	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés terrestres/aériens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés aquatiques	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – poissons	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Constante d'accumulation dans les végétaux	1	/j	Valeur par défaut (hypothèse conservatrice)

Tableau 10-23 : Propriétés physicochimiques et environnementales du piclorame utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias

Variable	Valeur	Unité	Source
Nom	Picloram	-	-
Numéro de registre CAS	1918-02-1	-	-
Type de substance	Organique	-	-
Poids moléculaire	241,46	g/mole	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Point de fusion	491,5	° K	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Pression de vapeur	9,5E-14	atmosphères	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Solubilité aqueuse	430	mg/l	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Constante de Henry	5,33E-14	atm.m ³ /mole	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Diffusivité dans l'air	0,049	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Diffusivité dans l'eau	0,00000567	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de partage octanol/eau	1,99	l/l	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Coefficient d'adsorption sur carbone organique	18,1	l/kg	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Coefficient d'adsorption au sol	0,18	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les matières en suspension	1,36	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les sédiments	0,72	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Demi-vie dans le sol	1440	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'air	300	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau de surface	1440	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau souterraine	1440	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans les sédiments	5760	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Facteur de biotransfert air-végétaux	2180000	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration sol-racines	181,15	-	Calculé par TerraSys 1.0

Variable	Valeur	Unité	Source
Facteur de bioconcentration eau-macrophytes aquatiques (bioconcentration directe)	0,011	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau (sédiments)-racines (macrophytes aquatiques)	0,87	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-invertébrés aquatiques	0,13	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration sédiments-invertébrés aquatiques	0,17	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-poissons	0,31	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration végétaux-invertébrés terrestres	1	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – amphibiens	0,00000004	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – reptiles	0,00000004	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – oiseaux	0,00000004	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – mammifères	0,00000005	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de métabolisme – végétaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés du sol	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés terrestres/aériens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés aquatiques	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – poissons	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Constante d'accumulation dans les végétaux	1	/j	Valeur par défaut (hypothèse conservatrice)

Tableau 10-24 : Propriétés physicochimiques et environnementales du triclopyr ester utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias

Variable	Valeur	Unité	Source
Nom	Triclopyr ester	-	-
Numéro de registre CAS	64700-56-7	-	-
Type de substance	Organique	-	-
Poids moléculaire	356,64	g/mole	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Point de fusion	419,8	° K	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Pression de vapeur	1,04E-09	atmosphères	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Solubilité aqueuse	1000000	mg/l	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Constante de Henry	5,98E-08	atm.m ³ /mole	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Diffusivité dans l'air	0,038	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Diffusivité dans l'eau	0,00000437	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de partage octanol/eau	10200	l/l	Base de données PhysProp (Syracuse Research Corporation)
Coefficient d'adsorption sur carbone organique	557,3	l/kg	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Coefficient d'adsorption au sol	5,57	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les matières en suspension	41,8	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les sédiments	22,29	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Demi-vie dans le sol	1440	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'air	11,2	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau de surface	1440	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau souterraine	1440	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans les sédiments	5760	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Facteur de biotransfert air-végétaux	17400	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration sol-racines	1,28	-	Calculé par TerraSys 1.0

Variable	Valeur	Unité	Source
Facteur de bioconcentration eau-macrophytes aquatiques (bioconcentration directe)	48,94	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau (sédiments)-racines (macrophytes aquatiques)	37,53	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-invertébrés aquatiques	137,43	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration sédiments-invertébrés aquatiques	6,17	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-poissons	719,52	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration végétaux-invertébrés terrestres	1	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – amphibiens	0,000206	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – reptiles	0,000206	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – oiseaux	0,000206	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – mammifères	0,000257	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de métabolisme – végétaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés du sol	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés terrestres/aériens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés aquatiques	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – poissons	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Constante d'accumulation dans les végétaux	1	/j	Valeur par défaut (hypothèse conservatrice)

Tableau 10-25 : Propriétés physicochimiques et environnementales du triclopyr acide utilisées pour les modélisations des concentrations multimédias

Variable	Valeur	Unité	Source
Nom	Triclopyr	-	-
Numéro de registre CAS	55335-06-3	-	-
Type de substance	Organique	-	-
Poids moléculaire	256,47	g/mole	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Point de fusion	422	° K	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Pression de vapeur	1,66E-09	atmosphères	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Solubilité aqueuse	440	mg/l	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Constante de Henry	9,66E-10	atm.m ³ /mole	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Diffusivité dans l'air	0,047	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Diffusivité dans l'eau	0,00000545	cm ² /s	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de partage octanol/eau	339	l/l	Base de données PhysiParam (Syracuse Research Corporation)
Coefficient d'adsorption sur carbone organique	48,63	l/kg	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Coefficient d'adsorption au sol	0,49	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les matières en suspension	3,65	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient d'adsorption sur les sédiments	1,95	l/kg	Calculé par TerraSys 1.0
Demi-vie dans le sol	1440	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'air	53	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau de surface	1440	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans l'eau souterraine	1440	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Demi-vie dans les sédiments	5760	h	EPI Suite – US Environmental Protection Agency
Facteur de biotransfert air-végétaux	28600	-	Calculé par TerraSys 1.0

Variable	Valeur	Unité	Source
Facteur de bioconcentration sol-racines	9,2	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-macrophytes aquatiques (bioconcentration directe)	1,74	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau (sédiments)-racines (macrophytes aquatiques)	3,48	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-invertébrés aquatiques	8,44	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration sédiments-invertébrés aquatiques	4,33	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration eau-poissons	32,83	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de bioconcentration végétaux-invertébrés terrestres	1	-	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – amphibiens	0,00000681	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – reptiles	0,00000681	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – oiseaux	0,00000681	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Facteur de biotransfert – mammifères	0,00000852	j/kg (frais)	Calculé par TerraSys 1.0
Coefficient de métabolisme – végétaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés du sol	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés terrestres/aériens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – invertébrés aquatiques	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – poissons	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Coefficient de métabolisme – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – amphibiens	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – reptiles	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – oiseaux	1	-	Valeur par défaut
Fraction absorbée par voie orale – mammifères	1	-	Valeur par défaut
Constante d'accumulation dans les végétaux	1	/j	Valeur par défaut (hypothèse conservatrice)

10.5.3 Élaboration du modèle conceptuel du transfert multimédia

La modélisation des concentrations multimédias et des niveaux d'exposition des divers récepteurs écologiques requiert l'élaboration préalable d'un modèle conceptuel de l'écosystème. Ce modèle décrit, de manière simplifiée, l'écosystème où se réalise l'activité à l'étude et inclut principalement les divers éléments biotiques et abiotiques de l'écosystème, ainsi que leurs interactions. Les propriétés des divers éléments ou des interactions sont également intégrées au modèle. Ces propriétés correspondent à des variables du modèle mathématique de calcul des concentrations ou de l'exposition.

Compte tenu de l'étendue du territoire visé par le programme, il n'est pas possible de définir un seul modèle conceptuel représentatif de l'ensemble des conditions pouvant y prévaloir. C'est pourquoi on a d'abord élaboré un modèle générique comme base du développement de plusieurs modèles correspondant à des ensembles de conditions particulières.

10.5.3.1 Visite sur le terrain

Afin de bâtir adéquatement le modèle conceptuel de l'écosystème à l'étude, une visite sur le terrain a été réalisée le 10 août 2005, dans la région de Baie-Comeau. Cette visite a permis de recueillir diverses données utiles à l'élaboration du modèle conceptuel de base et a été l'occasion d'une démonstration de pulvérisation aérienne dans une emprise d'Hydro-Québec. Cette démonstration a permis d'observer :

- les conditions de terrain dans une emprise type ;
- l'hélicoptère avec le système de pulvérisation ;
- la station météorologique mobile utilisée pour obtenir les données météorologiques sur le terrain en temps réel ;
- les installations de pompage d'eau pour ravitailler l'hélicoptère ;
- la pulvérisation par l'hélicoptère dans l'emprise.

Un reportage photographique sommaire a été réalisé durant cette visite (voir les photos 10-1 à 10-4). On peut voir les gouttelettes pulvérisées formant un rideau en dessous des buses de l'hélicoptère sur la première photographie prise pendant une simulation de pulvérisation (avec de l'eau plutôt qu'une substance active). Les autres prises de vue montrent le matériel nécessaire à la pulvérisation.

Photo 10-1 : Hélicoptère effectuant la pulvérisation



Photo 10-2 : Buses du dispositif de pulvérisation de l'hélicoptère



Photo 10-3 : Station météorologique mobile



Photo 10-4 : Unité de pompage mobile



10.5.3.2 Modèle conceptuel de base

Un modèle conceptuel de base a été élaboré à partir de l'information tirée de diverses sources et de la visite sur le terrain. Ce modèle constitue la base commune pour le développement de modèles correspondant à des conditions particulières pouvant exister dans les emprises visées par le programme.

Le choix des divers récepteurs écologiques inclus dans le modèle de base visait les objectifs suivants :

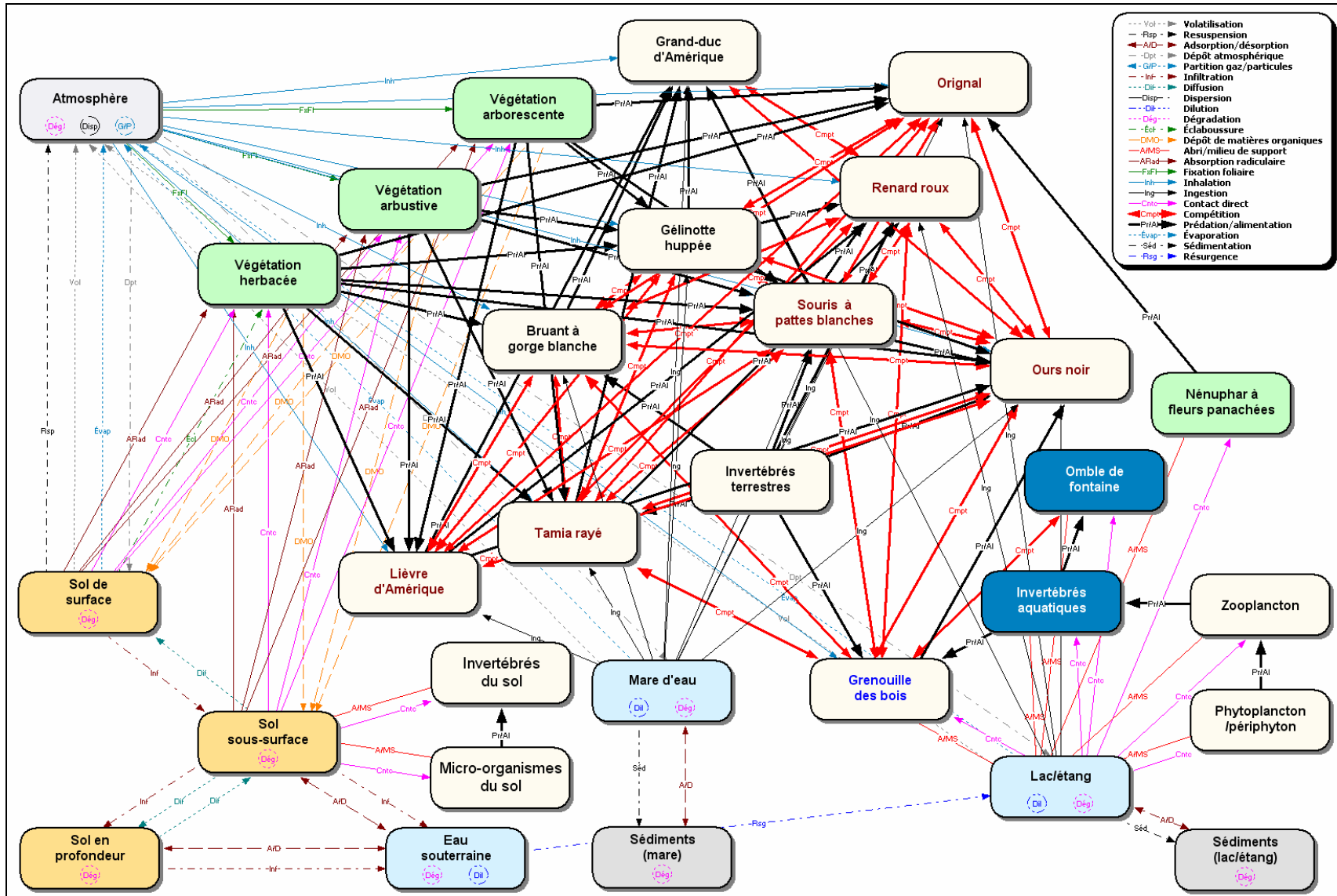
- inclure les divers éléments abiotiques pouvant constituer des sources ou des vecteurs d'exposition importants (milieu terrestre, plan d'eau, etc.) ;
- sélectionner tous les types de récepteurs importants pouvant être présents dans le territoire à l'étude (types de végétation, oiseaux, mammifères, etc.) ;
- sélectionner des récepteurs écologiques représentant les principaux niveaux trophiques présents sur le territoire à l'étude (producteurs primaires, consommateurs primaires, consommateurs secondaires, etc.) ;
- sélectionner, dans la mesure du possible, des espèces bien connues et représentatives de la zone d'étude.

Un modèle conceptuel de base a été élaboré selon ces objectifs et est présenté schématiquement à la figure 10-6 et dans le rapport sectoriel. Ce modèle inclut trois niveaux de végétation (strates herbacée, arbustive et arborescente) ainsi que deux plans d'eau distincts, soit une mare intermittente pouvant servir de point d'alimentation en eau à diverses espèces animales et un plan d'eau permanent (lac/étang) abritant une flore et une faune aquatiques. Ces deux plans d'eau diffèrent de manière importante en ce qui concerne certaines caractéristiques :

- La mare d'eau intermittente est située dans l'emprise elle-même ; elle reçoit donc directement les phytocides à la pulvérisation. Toutefois, il ne s'agit pas d'un plan d'eau permanent, mais plutôt d'une dépression dans le sol susceptible d'accumuler temporairement un faible volume d'eau de précipitations. C'est pourquoi ce type de plan d'eau n'est pas visé par les mesures de gestion (zones d'exclusion) définies dans le programme de pulvérisation d'Hydro-Québec. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un plan d'eau permanent, la mare intermittente peut néanmoins servir de point d'alimentation en eau à diverses espèces animales fréquentant l'emprise, et il est donc important de l'inclure dans le modèle conceptuel.
- Le plan d'eau permanent (lac/étang) est situé hors de l'emprise, à une distance correspondant aux zones d'exclusion définies par Hydro-Québec (30 m) aux fins du choix des modes d'intervention pour la maîtrise de la végétation. Il ne reçoit donc pas directement les phytocides pulvérisés, mais il recueille les eaux de ruissellement en cas de précipitations. Par conséquent, les concentrations de phytocides dans l'eau de cet étang sont étroitement liées aux épisodes de précipitations dans les jours suivant la pulvérisation. L'importance des apports de phytocides par ruissellement dépend en grande partie des conditions de terrain

entre la zone d'emprise et le plan d'eau (pente du terrain, nature du sol, etc.). De plus, le plan d'eau permanent abrite une flore et une faune aquatiques qui peuvent servir de ressources pour les divers récepteurs écologiques, mais pour lesquels les risques doivent aussi être estimés.

Figure 10-6 : Représentation schématique du modèle conceptuel de base de l'écosystème



En plus de la végétation terrestre, le modèle conceptuel inclut plusieurs types de récepteurs écologiques :

- micro-organismes du sol ;
- invertébrés du sol (vivant dans le sol : larves d'insectes, etc.) ;
- invertébrés terrestres et aériens (insectes ou autres arthropodes vivant à la surface du sol ou au-dessus du sol : insectes volants, limaces, araignées, etc.) ;
- phytoplancton et périphyton dans le plan d'eau permanent ;
- macrophytes aquatiques dans le plan d'eau permanent (Nénuphar à fleurs panachées) servant de ressource alimentaire à l'Orignal ;
- zooplancton dans le plan d'eau permanent ;
- invertébrés aquatiques dans le plan d'eau permanent ;
- poissons (Omble de fontaine) dans le plan d'eau permanent ;
- amphibiens (Grenouille des bois) ;
- oiseaux de divers régimes alimentaires et niveaux trophiques (Bruant à gorge blanche, Gélinotte huppée, Grand-duc d'Amérique) ;
- mammifères de divers régimes alimentaires et niveaux trophiques (Souris à pattes blanches, Tamia rayé, Lièvre d'Amérique, Renard roux, Ours noir et Orignal).

L'ensemble de ces éléments regroupe les divers types de constituants importants de l'écosystème à l'étude. Chacun des éléments est lié à divers autres par un important réseau d'interactions. Celles-ci sont de diverses natures et touchent à la fois les aspects abiotiques et biotiques. Elles correspondent essentiellement aux processus qu'il faut modéliser mathématiquement pour pouvoir estimer correctement les concentrations de phytocides dans les divers éléments du modèle en tenant compte de l'écosystème ainsi défini. Les types d'interaction du modèle conceptuel sont les suivants :

- *abri/milieu de support* : cette interaction définit le milieu de soutien aquatique de certains organismes ;
- *absorption radiculaire* : cette interaction correspond à l'absorption par les racines des végétaux des phytocides présents dans le sol ;
- *adsorption/désorption* : cette interaction est à double sens et correspond aux échanges dynamiques qui se créent entre deux matrices environnementales différentes (généralement une solide et une liquide, comme la colonne d'eau et les sédiments des plans d'eau) ;
- *compétition* : cette interaction peut exister entre deux éléments biotiques utilisant les mêmes ressources alimentaires ;
- *contact direct* : cette interaction désigne le contact direct entre deux éléments ; il s'agit souvent d'un élément abiotique et d'un élément biotique, et le contact peut donner lieu à un transfert des phytocides de l'élément abiotique à l'élément biotique (ex. : absorption des phytocides par les organismes aquatiques à partir des concentrations présentes dans l'eau) ;

- *dégradation* : cette interaction correspond à la transformation des phytocides en molécules plus petites, pouvant résulter de divers processus dont l'hydrolyse, la photolyse, la biodégradation, etc. ;
- *dépôt atmosphérique* : cette interaction désigne le dépôt au sol des phytocides présents dans l'atmosphère, notamment à la suite de leur volatilisation à partir du sol ;
- *dépôt de matières organiques* : cette interaction désigne le dépôt de phytocides au sol par suite de la décomposition de la biomasse végétale ou animale ;
- *diffusion* : cette interaction désigne le mouvement des phytocides résultant des collisions entre les molécules, plutôt qu'à la suite de processus d'advection (voir dispersion) ; la diffusion est considérée à une échelle spatiale très réduite (ex. : espaces interstitiels du sol) ;
- *dilution* : cette interaction correspond à la dilution des phytocides dans un média environnemental abiotique (ex. : atmosphère, plan d'eau, etc.) ;
- *dispersion* : cette interaction désigne la dispersion des phytocides dans l'atmosphère résultant des mécanismes d'advection entraînés par les mouvements de la masse d'air ;
- *éclaboussure* : cette interaction désigne le contact de particules de sol de surface potentiellement contaminées avec la surface des végétaux herbacés, à la suite des éclaboussures de telles particules provoquées par des précipitations ;
- *évaporation* : cette interaction désigne le transfert de la masse d'eau d'un plan d'eau vers l'atmosphère ;
- *fixation foliaire* : cette interaction correspond à l'absorption, par les parties végétatives des plantes, des phytocides présents dans l'air ambiant, notamment à la suite de leur volatilisation à partir du sol ;
- *infiltration* : cette interaction désigne l'infiltration dans le sol des phytocides dissous dans l'eau de précipitation ;
- *ingestion* : cette interaction désigne l'ingestion des phytocides présents dans un média abiotique (sol, eau, etc.) par un élément biotique de l'écosystème ;
- *inhalation* : cette interaction désigne l'inhalation des phytocides potentiellement présents dans l'air par les animaux inclus dans le modèle conceptuel ;
- *partition gaz/particules* : cette interaction correspond au partage des phases gazeuse et particulaire des phytocides présents dans l'air ; elle détermine notamment les fractions des phytocides qui subiront un dépôt atmosphérique sec ou humide (en cas de précipitations) ;
- *prédation/alimentation* : cette interaction correspond au transfert des phytocides dans le réseau trophique présent dans l'écosystème. Ce mécanisme joue un rôle de premier plan dans l'exposition des récepteurs écologiques aux phytocides présents initialement dans les médias abiotiques de l'écosystème. Chaque relation de prédation / d'alimentation constitue un élément des chaînes alimentaires qui, mises en commun, constituent le réseau trophique de l'écosystème à l'étude ;
- *resuspension* : cette interaction correspond à la remise en suspension dans l'air des particules de sol de surface potentiellement contaminées par les phytocides ; le taux de resuspension dépend notamment des proportions de sol à nu, ainsi que des conditions météorologiques locales (vitesses du vent) ;

- *résurgence* : cette interaction définit le transfert de phytocides du milieu terrestre au plan d'eau par la résurgence d'eau souterraine dans le plan d'eau ;
- *ruissellement* : cette interaction désigne le transfert de phytocides du sol de surface vers le plan d'eau par ruissellement de surface ; les phytocides dissous dans l'eau de ruissellement contribuent ainsi aux concentrations dans le plan d'eau ;
- *sédimentation* : cette interaction définit le dépôt sur les sédiments de matières en suspension dans les plans d'eau ; ce mécanisme entraîne le transfert de phytocides de la colonne d'eau aux sédiments au fond des plans d'eau ;
- *volatilisation* : cette interaction désigne le transfert des phytocides du sol de surface vers l'atmosphère dans le contexte de l'équilibre thermodynamique de leurs phases solide, liquide et gazeuse. Le taux de volatilisation est fonction principalement des propriétés des phytocides (pression de vapeur, constante de Henry) et des propriétés du sol (porosité, contenu en eau, etc.).

On trouvera une description détaillée du modèle conceptuel, y compris les propriétés des éléments et des interactions, dans le rapport sectoriel.

10.5.3.3 Définition des scénarios d'exposition

En raison de l'étendue du territoire concerné par le programme de pulvérisation aérienne de phytocides, les caractéristiques biophysiques du terrain à l'étude varient considérablement d'un secteur à l'autre. Par conséquent, il n'est pas possible de définir un environnement type qui soit représentatif de l'ensemble des conditions prévalant dans les emprises visées par le programme. Afin de représenter adéquatement les diverses conditions possibles d'exposition des récepteurs écologiques, trois scénarios ont été élaborés. Ceux-ci encadrent l'ensemble des situations prévalant dans les emprises. Par conséquent, les risques réels pour les récepteurs écologiques se situeront entre les valeurs minimales et maximales ainsi estimées. Pour ce faire, chaque scénario tend à maximiser la présence de phytocides dans un élément particulier de l'écosystème, et ainsi à maximiser les risques liés à ce devenir :

- Le scénario 1 tend à maximiser le ruissellement des phytocides de l'emprise vers un éventuel plan d'eau (étang) situé à une distance de l'emprise correspondant à la zone d'exclusion prévue ; ce scénario vise donc à estimer les risques potentiels maximaux pour les récepteurs aquatiques (végétation aquatique, micro-organismes et invertébrés aquatiques et poissons).
- Le scénario 2 tend à maximiser les concentrations dans les végétaux présents dans l'emprise ; ce scénario vise donc à estimer les risques potentiels maximaux pour les végétaux et les organismes qui se nourrissent principalement de végétaux terrestres.
- Le scénario 3 tend à maximiser les concentrations dans le sol de l'emprise ; ce scénario vise donc à estimer les risques potentiels maximaux pour les micro-organismes du sol, les invertébrés du sol et les organismes se nourrissant principalement d'organismes du sol.

Ces scénarios se traduisent, concrètement, par des valeurs différentes pour certaines variables déterminantes du modèle conceptuel. Ces variables sont principalement les suivantes :

- Les fractions d’interception par la végétation (arbustive et herbacée) ; ces fractions correspondent à la proportion des phytocides épandus qui sont interceptés par la végétation plutôt que de se rendre au sol. Des fractions d’interception élevées tendent donc à maximiser les concentrations dans les végétaux (scénario 2) et par conséquent à réduire les concentrations dans le sol.
- Le coefficient de ruissellement effectif jusqu’au plan d’eau, soit la proportion des précipitations qui atteint le plan d’eau (étang) par ruissellement plutôt que de s’infiltrer dans le sol. Un coefficient de ruissellement élevé tend à maximiser les concentrations dans le plan d’eau, ce qui réduit d’autant les concentrations de phytocides dans le sol et les autres compartiments du modèle.
- La surface d’emprise dans le bassin versant du plan d’eau (étang) ; la quantité de phytocides atteignant potentiellement l’étang dépend notamment de la surface d’emprise comprise dans le bassin versant ; plus cette surface est importante, plus la quantité de phytocides pouvant ruisseler vers le plan d’eau est importante, ce qui favorise les concentrations plus élevées dans le plan d’eau (scénario 1).
- La densité de la végétation dans l’emprise, représentée dans le modèle par les valeurs de productivité végétale pour les différentes strates de végétation. Une productivité plus forte tend à réduire les concentrations puisque la quantité de phytocides pulvérisée est « diluée » dans une biomasse plus importante.
- Le contenu de matière organique du sol ; un contenu élevé de matière organique tend à maximiser la rétention des phytocides dans le sol et donc les concentrations résultantes.

Tableau 10-26 : Valeurs des variables distinctes en fonction du scénario d’exposition

Variable	Unités	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Fraction d’interception - strate arbustive		0,25	0,5	0,1
Fraction d’interception - strate herbacée		0,5	0,45	0,5
Productivité végétale - strate arbustive	kg/m ²	6	3	6
Productivité végétale - strate herbacée	kg/m ²	1	0,75	1
Contenu en carbone organique du sol (sous-surface)		0,01	0,01	0,2
Surface d’emprise dans le bassin versant de l’étang	m ²	75000	25000	25000
Fraction des précipitations sous forme de ruissellement		0,5	0,25	0,1

Le tableau 10-26 résume les valeurs des variables établies de manière à définir distinctement les trois scénarios. Les valeurs des autres variables considérées par le modèle sont identiques pour les trois scénarios et sont indiquées dans le rapport sectoriel.

Les trois scénarios ainsi définis permettent d'estimer les gammes de valeurs possibles de risque écotoxicologique pour l'ensemble des récepteurs écologiques visés. Les récepteurs les plus à risque sont différents d'un scénario à l'autre, mais l'estimation des risques pour les trois scénarios permet de tenir adéquatement compte de l'ensemble des possibilités.

10.5.4 Estimation des taux de pulvérisation des substances constituant les phytocides

L'estimation des concentrations multimédias des divers phytocides impliqués dans les options considérées par Hydro-Québec dépend des taux de pulvérisation prévus. Ces taux ont été documentés à partir de l'information fournie par Hydro-Québec sur les mélanges de produits commerciaux qui pourraient être appliqués par voie aérienne (voir le tableau 10-27) et les indications des fabricants.

Tableau 10-27 : Taux d'application de chaque constituant des mélanges

Substance	N° de registre CAS	kg/ha
Mélange n°1 : Vanquish (4,2 l/ha) + Garlon 4 (8 l/ha)		
Diglycolamine (DGA)	929-06-6	1,2
Dicamba	1918-00-9	2,53
Triclopyr ester	64700-56-7	5,32
Mélange n°2 : Vanquish (4,2 l/ha) + 2,4-D Amine 500 (8 l/ha)		
Diglycolamine (DGA)	929-06-6	1,2
2,4-D diméthylamine (2,4-D DMA)	2008-39-1	4,46
Dicamba	1918-00-9	2,53
Mélange n°3 : Garlon (4, 8 l/ha)		
Triclopyr ester	64700-56-7	5,32
Mélange n°4 : Tordon 101 (25 l/ha)		
Triisopropanolamine (TIPA)	122-20-3	14,29
2,4-D	94-75-7	6,06
Piclorame	1918-02-1	1,63

À partir des formulations et des taux de pulvérisation des mélanges et des propriétés physicochimiques des produits, le taux de pulvérisation de chaque constituant exprimé en kg/ha a été calculé pour les formes de phytocides pouvant être modélisées avec l'information existante. À défaut d'information sur les propriétés physicochimiques et environnementales de certaines formes de phytocides (ex. : 2,4-D TIPA), les modélisations n'ont pu être réalisées pour ces formes, et les concentrations du phytocide en cause ont plutôt été estimées à partir d'une autre

forme de la même substance active (ex. : 2,4-D). De même, à défaut d'information sur les propriétés physicochimiques du Sylgard 309 et de ses constituants, ce produit a été exclu des modélisations et n'a pas été considéré dans le tableau 10-27. Il est à noter que, dans la constitution des mélanges, le Sylgard 309 est toujours présent à un taux de pulvérisation de 0,27 l/ha.

10.5.5 Modélisation des concentrations multimédias

Les concentrations de substances dans les différents milieux (eau souterraine, eau de surface, sol, air) des zones traitées et des zones d'exclusion ont été estimées à partir des taux de pulvérisation de chaque constituant des produits commerciaux pour le modèle conceptuel défini à la section précédente.

L'information connue (propriétés physicochimiques et valeurs de référence toxicologiques) a permis de modéliser les concentrations des substances suivantes dans les différents milieux :

- 2,4-D (forme acide, n° de registre CAS : 94-75-7)
- 2,4-D DMA (n° de registre CAS : 2008-39-1)
- DGA (n° de registre CAS : 929-06-6)
- Dicamba (n° de registre CAS : 1918-00-9)
- Piclorame (n° de registre CAS : 1918-02-1)
- TIPA (n° de registre CAS : 122-20-3)
- Triclopyr (forme acide, n° de registre CAS : 55335-06-3)
- Triclopyr (forme ester, n° de registre CAS : 64700-56-7)

Le devenir et les concentrations dans l'environnement du kérosène (n° de registre CAS : 8008-20-6), produit pétrolier entrant dans la composition du Garlon 4, du polyéther siloxylaté (n° de registre CAS : 125997-17-3) et du polyéthylène glycol MEA (n° de registre CAS : 27252-87-5), agents tensio-actifs formant le Sylgard 309, n'ont pu être modélisés en l'absence d'information sur leurs propriétés physicochimiques. Les risques associés à ces substances n'ont donc pu être estimés. L'incertitude liée à ce manque d'information est traitée à la section 10.6.4.

La transformation dans l'environnement des substances pulvérisées peut mener à la formation de produits transitoires. Par manque d'information sur ces produits (nature physicochimique, taux de transformation, toxicité), ceux-ci n'ont pu être que rarement pris en compte dans la présente estimation des risques. Dans le cas particulier du triclopyr ester (constituant du Garlon 4), il est reconnu que sa transformation mène très rapidement à la forme acide du triclopyr. Il a donc été possible de tenir compte de ce composé intermédiaire dans l'estimation. Pour cela, il a été présumé que le triclopyr était pulvérisé sous la forme soit ester, soit acide. Les risques associés aux deux formes ont donc été évalués indépendamment. De la même façon, la transformation du 2,4-D DMA (constituant du produit commercial 2,4-D Amine 500),

qui peut mener à la forme acide du 2,4-D, a été prise en compte par l'estimation des risques à la fois pour le 2,4-D et pour le 2,4-D DMA.

Dans d'autres cas, la toxicité des produits de transformation est parfois indirectement prise en considération dans les valeurs de référence toxicologiques des substances dont ils sont issus. En effet, pour établir un indicateur toxicologique, des organismes sont exposés à la substance étudiée et des produits de dégradation peuvent alors se former. Certains organismes sont donc exposés à la fois à la substance étudiée et à ses métabolites, même si la nature de ceux-ci n'est pas connue. L'indicateur toxicologique ainsi déterminé pour une substance donnée tient donc compte de la toxicité de certains de ses produits intermédiaires, qu'ils soient plus toxiques ou moins toxiques que la substance initiale. La US EPA cite ainsi en exemple le dicamba, pour lequel la toxicité des métabolites est évaluée simultanément, puisque les plantes et les animaux forment des métabolites pendant la durée du test de toxicité. Les métabolites majeurs du dicamba formés par les plantes et les animaux sont considérés comme non préoccupants sur le plan toxicologique (US EPA, 2001).

Les modèles mathématiques utilisés pour estimer les concentrations dans les divers médias sont principalement ceux qui sont intégrés au logiciel TerraSys 1.0. Ils sont décrits en détail dans le manuel de référence du logiciel (Sanexen, 2002 ; accessible à www.sanexen.com). Toutefois, ces modèles sont inclus dans le logiciel aux fins d'estimation des concentrations en situation d'équilibre à partir des concentrations des substances étudiées dans les sols. Dans le cas à l'étude, la voie d'introduction des substances dans l'environnement est une pulvérisation aérienne, qui ne se produit qu'une seule fois pour chaque secteur d'emprise. Par conséquent, les concentrations dans le milieu sont très variables en fonction du temps : elles sont maximales immédiatement après la pulvérisation, puis décroissent rapidement dans les heures et les jours qui suivent. En raison de cette particularité, il a été nécessaire d'estimer les concentrations dans certains médias non pas en situation d'équilibre, mais plutôt de manière dynamique, en fonction du temps. Ces modélisations ont été réalisées distinctement, de manière à fournir des valeurs de concentration de chaque substance pour chaque jour suivant la pulvérisation. Les médias pour lesquels des concentrations ont été calculées en fonction du temps sont les suivants :

- l'atmosphère ;
- les végétaux (strates arborescente, arbustive et herbacée) ;
- le sol de surface et le sol de sous-surface ;
- l'eau et les sédiments de la mare intermittente dans l'emprise ;
- l'eau et les sédiments de l'étang situé à 30 mètres de l'emprise ;
- l'Omble de fontaine, en contact direct avec l'eau de l'étang.

À l'exception de l'Omble de fontaine, ces médias constituent les principaux « réservoirs » potentiels des substances au sein de l'écosystème, en raison principalement du volume qu'ils occupent dans l'environnement. Dans le cas de l'Omble de fontaine, les concentrations ont également été calculées en fonction du

temps afin de représenter correctement les variations de concentration dans la chair des poissons, selon des variations importantes de concentration dans le milieu où ils vivent (eau de l'étang). Ces concentrations étant étroitement liées aux épisodes de précipitations, les valeurs calculées ont en effet montré des variations journalières très importantes, qui devaient être prises en compte pour le calcul des concentrations chez le poisson. Les fluctuations des concentrations en 2,4-D ou dicamba dans l'eau de l'étang selon les épisodes de précipitations sont illustrées à la section 10.6.3 (voir la figure 10-63).

Pour les autres médias (ex. : invertébrés du sol, macrophytes aquatiques, oiseaux et mammifères, etc.), les concentrations ont été estimées selon l'hypothèse d'un équilibre « instantané » avec les concentrations estimées en fonction du temps dans les médias avec lesquels ils sont en contact. Cette hypothèse de travail tend à surestimer les concentrations réelles puisque celles-ci pourraient ne pas atteindre la valeur d'équilibre dans des délais aussi courts que ceux du modèle. Toutefois, la surestimation possible des concentrations constitue une hypothèse de travail prudente, permettant d'éviter une sous-estimation du risque.

10.5.5.1 Modèles dynamiques des concentrations

Comme il a été indiqué précédemment, les concentrations des substances ont été estimées en fonction du temps pour les médias environnementaux constituant les principaux « réservoirs » potentiels des substances dans le milieu. La présente section décrit brièvement les modélisations utilisées à cette fin. En plus des concentrations dans ces médias, les taux de dépôt atmosphérique sur la végétation hors emprise ont également été estimés de manière à permettre l'évaluation subséquente des risques pour cette végétation. Ces taux de dépôt ont été calculés en fonction à la fois du temps et de la distance de l'emprise.

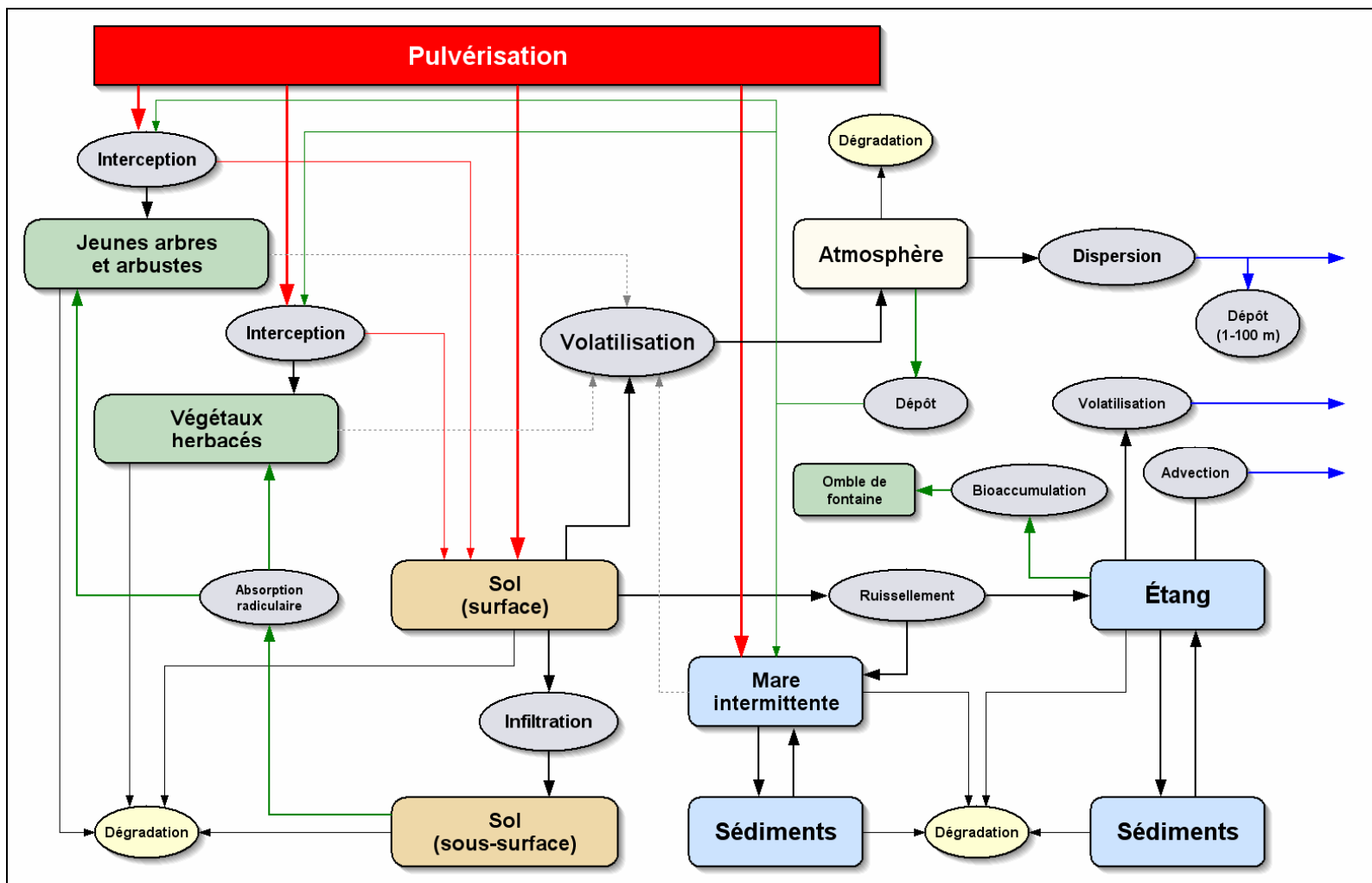
La figure 10-7 schématise les modélisations dynamiques des concentrations et des taux de dépôt atmosphérique telles qu'elles ont été réalisées. Le point de départ de ces modélisations est le taux de pulvérisation de chaque substance dans l'emprise. À partir des quantités introduites dans le milieu, un bilan de masse quotidien est calculé compte tenu des transferts d'un média à un autre, des pertes de masse des substances dans chaque média (dégradation) et des pertes liées au transport des substances hors du système considéré (dispersion atmosphérique, écoulement de l'eau de l'étang). Les processus considérés sont les suivants :

- l'interception par la végétation à la pulvérisation ;
- le ruissellement de surface et l'infiltration ;
- la volatilisation à partir du sol, des végétaux et des plans d'eau ;
- l'absorption racinaire, permettant la réabsorption des substances dans le sol par les végétaux ;
- le dépôt atmosphérique (dans l'emprise et hors de l'emprise) ;
- la dispersion atmosphérique ;

- l'advection à la sortie du plan d'eau permanent (étang) ;
- l'adsorption et la désorption régissant les partages des concentrations entre la colonne d'eau et les sédiments dans les plans d'eau ;
- la bioaccumulation par l'Omble de fontaine ;
- la dégradation dans chaque média.

La modélisation de chacun de ces processus est décrite dans les sections suivantes.

Figure 10-7 : Schéma des modélisations des concentrations en fonction du temps dans les principaux médias environnementaux



10.5.5.2 Interception par la végétation

L'interception par la végétation détermine la quantité de phytocides retenue par la végétation et n'atteignant donc pas le sol. Pour chaque strate de végétation, un facteur d'interception sert à estimer les concentrations initiales (jour 1) dans la végétation selon l'équation suivante :

$$C_{\text{vgts}} = \frac{\text{TEP}_i \times \text{FI}_s}{Y_s} \quad (1.1)$$

où

C_{vgts} : concentration initiale dans les végétaux de la strate s (mg/kg) ;
 TEP_i : taux de pulvérisation de la substance i (mg/m²) ;
 FI_s : fraction d'interception de la strate végétale s (sans unité) ;
 Y_s : productivité végétale de la strate s (kg/m²).

La fraction d'interception de chaque strate de végétation a été établie distinctement selon les trois scénarios proposés pour représenter adéquatement l'ensemble des conditions possibles dans les emprises de la zone d'étude (voir la section 10.5.3.3).

10.5.5.3 Ruissellement de surface et infiltration

Le ruissellement de surface et l'infiltration sont estimés à partir des proportions des précipitations associées à chacun de ces processus. Pour la présente étude, les valeurs du coefficient de ruissellement (proportion des précipitations converties en ruissellement de surface atteignant l'étang) ont été fixées différemment pour les trois scénarios (voir la section 10.5.3.3). L'infiltration est simplement calculée comme étant la proportion complémentaire.

10.5.5.4 Volatilisation

La volatilisation à partir du sol est calculée selon le modèle de Jury et coll. (1983, 1990) intégré à TerraSys et décrit par Sanexen (2002). La volatilisation à partir des végétaux a été considérée comme négligeable et n'a donc pas été calculée. Ce choix a été fait, d'une part, en raison des propriétés des phytocides qui sont optimisées de manière que ceux-ci soient rapidement absorbés par les végétaux et, d'autre part, afin d'éviter une sous-estimation possible des concentrations dans les végétaux.

10.5.5.5 Absorption racinaire

L'absorption racinaire des végétaux est calculée selon les modèles intégrés à TerraSys et décrits par Sanexen (2002).

10.5.5.6 Dépôt atmosphérique

Le dépôt atmosphérique est calculé selon les modèles intégrés à TerraSys et décrits par Sanexen (2002).

10.5.5.7 Dispersion atmosphérique

Les modèles classiques de dispersion atmosphérique ne pouvaient être utilisés en raison de la configuration particulière de la zone d'étude. En effet, celle-ci est constituée de plusieurs kilomètres d'emprises linéaires, dont l'orientation par rapport aux vents varie constamment d'un endroit à l'autre. Dans ces conditions, il faut tenir compte de la possibilité que les vents soufflent dans le sens de l'emprise ; la dispersion atmosphérique près du sol est alors très limitée puisque la masse d'air qui se déplace possède approximativement les mêmes concentrations de substances que celles qui résultent de la volatilisation à partir du sol.

Afin d'estimer les concentrations potentielles dans l'emprise à ces conditions, un modèle de type « boîte » a été défini. Ce type de modèle consiste simplement à définir un volume d'air à l'intérieur duquel les masses de substances volatilisées sont réparties uniformément. La concentration ainsi calculée est donc applicable à l'ensemble du compartiment défini (concentration moyenne). Afin d'éviter une sous-estimation possible des concentrations, la hauteur du compartiment « atmosphère » a été fixée à 3 m, ce qui représente une hypothèse de travail très prudente, tendant à surestimer les concentrations dans la plupart des cas, y compris au moment d'épisodes de conditions défavorables de dispersion (faible vent, très grande stabilité atmosphérique, etc.).

Les pertes par advection (dispersion) ont été estimées à partir d'une valeur de proportion du temps durant lequel le vent souffle dans une direction perpendiculaire à l'emprise, ce qui a pour effet d'entraîner les substances volatilisées hors de celle-ci.

L'équation utilisée à cette fin est la suivante :

$$P_{\text{dispersion}} = C_{\text{air}} \times \text{Lrg} \times u \times \text{fp} \times 86400 \quad (1.2)$$

où

$P_{\text{dispersion}}$: masse de substance quittant la zone d'emprise par dispersion atmosphérique, pour chaque mètre d'emprise (mg/m/j) ;

C_{air} : concentration dans l'air (mg/m³) ;

Lrg : largeur de l'emprise (m) ;

u : vitesse moyenne du vent (m/s) ;

fp : fraction du temps durant laquelle le vent souffle perpendiculairement à l'emprise (sans unité) ;

86400 : constante de conversion (s/j).

De manière conservatrice, la fraction du temps durant laquelle le vent souffle perpendiculairement à l'emprise a été fixée, lors des modélisations, à 0,1 (10 %). Cette faible valeur tend à surestimer les concentrations atmosphériques dans l'emprise. Toutefois, comme le modèle est géré par bilan de masse, une valeur faible tend à réduire les taux de dépôt atmosphérique hors de l'emprise. L'impact potentiel d'une sous-estimation liée à l'utilisation d'une valeur faible a été vérifié à la lumière des résultats obtenus et s'est avéré négligeable.

10.5.5.8 Advection

Les pertes de substances par advection à la sortie du plan d'eau ont été calculées en multipliant la concentration dans la colonne d'eau par le débit exutoire de l'étang :

$$P_{\text{advection}} = C_{\text{eau}} \times 1000 \times \text{Débit} \times 86400 \quad (1.3)$$

où

- $P_{\text{advection}}$: masse de substance quittant la zone d'emprise par advection à l'exutoire de l'étang (mg/j) ;
- C_{eau} : concentration dans l'eau de l'étang (mg/l) ;
- Débit : débit de l'exutoire de l'étang (m³/s) ;
- 1000 : constante de conversion (l/m³) ;
- 86400 : constante de conversion (s/j).

10.5.5.9 Adsorption et désorption

Les concentrations des diverses phases (dissoutes, adsorbées) des substances dans la colonne d'eau et les sédiments des plans d'eau ont été calculées selon les modèles intégrés à TerraSys et décrits par Sanexen (2002).

10.5.5.10 Bioaccumulation

Les concentrations dans l'Omble de fontaine ont été estimées compte tenu du potentiel de bioaccumulation propre à chaque substance. Toutefois, comme les facteurs de bioconcentration habituellement utilisés pour estimer les concentrations dans les poissons ne sont applicables qu'à des conditions d'équilibre (concentration stable dans l'eau), l'application directe de ces facteurs aurait eu pour effet de surestimer très fortement les concentrations réelles dans le poisson. C'est pourquoi il a fallu réaliser une modélisation dynamique. Celle-ci est fondée sur le modèle simple proposé par Gobas (1993) et Gobas et Morrison (2000) :

$$\frac{dC_p}{dt} = [k_1 \times C_{dis}] - [k_2 \times C_p] \quad (1.4)$$

où

- C_p : concentration dans le poisson (mg/kg) ;
- k₁ : constante d'absorption par le poisson (l/kg/j) ;
- k₂ : constante d'élimination par le poisson (/j) ;
- C_{dis} : concentration dissoute dans l'eau.

Compte tenu des courtes durées d'exposition résultant des épisodes de précipitations, la constante d'absorption (k₁) est essentiellement fonction de l'absorption par les branchies à partir des concentrations dissoutes dans l'eau. De manière similaire, la constante d'élimination (k₂) découle principalement de la respiration par les branchies. À des fins de simplification, les processus d'excrétion, de croissance (dilution dans une masse croissante) et de métabolisme ont été considérés comme négligeables, ce qui tend à surestimer les concentrations dans le poisson.

La constante d'absorption (k₁) est estimée à partir de l'efficacité d'absorption des branchies :

$$k_1 = \frac{EB \times VB}{Pds} \quad (1.5)$$

où

- EB : efficacité d'absorption branchiale (sans unité) ;
- VB : taux de ventilation branchiale (L/jour) ;
- Pds : poids du poisson (kg).

L'efficacité d'absorption branchiale dépend des propriétés de la substance à l'étude. Il a été démontré que cette variable était principalement fonction du coefficient de partage octanol/eau des composés organiques. Selon Gobas (1993) :

$$\frac{1}{k_1} = \left(\frac{Pds}{Q_w} \right) + \left(\frac{Pds / Q_L}{Koe} \right) \quad (1.6)$$

où

- Q_w : taux de transfert en phase aqueuse du poisson (l/j) ;
- Q_L : taux de transfert sous forme de lipides du poisson (l/j) ;
- Koe : coefficient de partage octanol/eau de la substance ;
- Pds : poids du poisson (kg).

et :

$$Q_w = 88,3 \times (\text{Pds})^{0,6} \quad (1.7)$$

Bien qu'aucun modèle bien documenté ne permette d'estimer Q_L , Gobas (1993) indique que la valeur de cette variable est approximativement 100 fois moindre que celle de Q_w . La valeur de la constante d'élimination ne peut pas être mesurée directement. Il est toutefois possible de l'estimer si la valeur de k_1 est connue, sachant que le rapport k_1/k_2 correspond au facteur de bioconcentration de la substance. Ce facteur étant connu, on peut déduire la valeur de la constante d'élimination comme suit :

$$k_2 = \frac{\text{BCF}}{k_1} \quad (1.8)$$

La valeur du facteur de bioconcentration étant connue (voir la section 10.5.2), il est possible d'estimer les valeurs des constantes d'absorption et d'élimination, ce qui permet de résoudre les équations précédentes pour estimer la concentration dans le poisson au temps t .

10.5.5.11 Dégradation

La dégradation est estimée dans plusieurs des médias considérés (eau, atmosphère, sédiments, sol). Dans tous les cas, la masse perdue par dégradation est estimée à partir de la demi-vie dans le média correspondant. Pour chaque média, la proportion de la masse de la substance présente qui est perdue par dégradation est estimée comme suit :

$$P_m = 1 - e^{-k_m t} \quad (1.9)$$

où

P_m : masse perdue par dégradation dans le média m (fraction) ;
 k_m : constante de dégradation de la substance dans le média m (jour^{-1}) ;
 t : durée de l'intervalle de calcul (1 jour).

Les constantes de dégradation dans chaque média sont calculées à partir des demi-vies selon :

$$k_m = \frac{0,693}{t_{1/2}} \quad (1.10)$$

où

$t_{1/2}$: demi-vie de la substance dans le média (jours).

10.5.5.12 Bilan de masse

Comme il a été indiqué précédemment, les modèles utilisés pour estimer les concentrations dans les divers médias environnementaux ont été appliqués de manière itérative, pour chaque jour suivant la pulvérisation. L'ensemble du système d'équation est contrôlé, à chaque étape, par un bilan de masse. Les concentrations dans chaque média sont calculées en divisant la masse de la substance par le volume ou la masse du média considéré, compte tenu des pertes par dégradation ou par transfert dans les autres médias ou à l'extérieur du système (dispersion atmosphérique et advection à l'exutoire du plan d'eau).

10.5.6 Estimation des concentrations dans l'environnement

Les résultats détaillés des calculs de concentrations à court terme sont fournis en annexe du rapport sectoriel, sous forme de tableaux donnant la masse et la concentration de chaque substance, chaque jour suivant la pulvérisation. Les taux de dépôt atmosphérique sur la végétation hors emprise (de 1 à 100 m de l'emprise) à court et à long terme y sont aussi indiqués. Ces résultats sont également présentés sous forme de graphiques aux figures 10-8 à 10-55, et ont été intégrés au modèle conceptuel afin de permettre l'estimation des risques à l'aide du logiciel TerraSys.

Les diverses données publiées dans la documentation scientifique ne peuvent être directement comparées aux résultats des modélisations réalisées. D'une part, les conditions propres aux études ayant permis de mesurer des concentrations de phytocides dans divers médias différents, dans tous les cas répertoriés, des conditions simulées aux fins de l'étude. Les principales différences ont trait au mode de pulvérisation (la grande majorité des valeurs documentées découlent de pulvérisations terrestres), aux taux de pulvérisation, à la formulation des phytocides, aux modalités d'échantillonnage (notamment la profondeur de sol échantillonnée) et aux propriétés des médias (types de sols, espèces végétales, etc.). D'autre part, le niveau de détail de l'information relative aux conditions environnementales prévalant dans ces études ne permet généralement pas de juger adéquatement de la mesure dans laquelle les résultats présentés sont comparables aux valeurs modélisées. Par exemple, dans bien des cas, le taux de pulvérisation des phytocides n'est pas indiqué. De même, les conditions météorologiques dans les heures ou les jours précédant l'échantillonnage ne sont que rarement documentées, alors que les modélisations réalisées dans la

présente étude indiquent que ce facteur est déterminant pour estimer les concentrations attendues.

Malgré ces limites, on a effectué une comparaison sommaire des résultats des modélisations et des données disponibles dans la documentation afin de vérifier si les valeurs obtenues semblaient cohérentes, sous réserve des différences notées précédemment, avec les valeurs effectivement mesurées sur le terrain. La première constatation qui découle de cet examen est la très grande variabilité des concentrations mesurées dans les divers médias. L'examen des données citées dans le rapport d'étude montre déjà clairement que les résultats obtenus par les diverses études varient de manière très importante, pour un même phytocide et pour des taux de pulvérisation similaires. Ce constat rend d'autant plus difficile la comparaison de ces valeurs avec les résultats de modélisations.

Néanmoins, l'examen sommaire réalisé permet de conclure que, de manière générale et compte tenu des différences notées précédemment et du délai entre les traitements et l'échantillonnage, les valeurs estimées par modélisation se situent habituellement dans le même ordre de grandeur que les valeurs publiées dans la documentation scientifique. Bien que ce constat ne constitue aucunement une validation des résultats obtenus, il tend à confirmer l'adéquation des modélisations réalisées pour estimer les concentrations de phytocides dans l'environnement.

Figure 10-8 : Concentrations estimées de TIPA selon le scénario 1

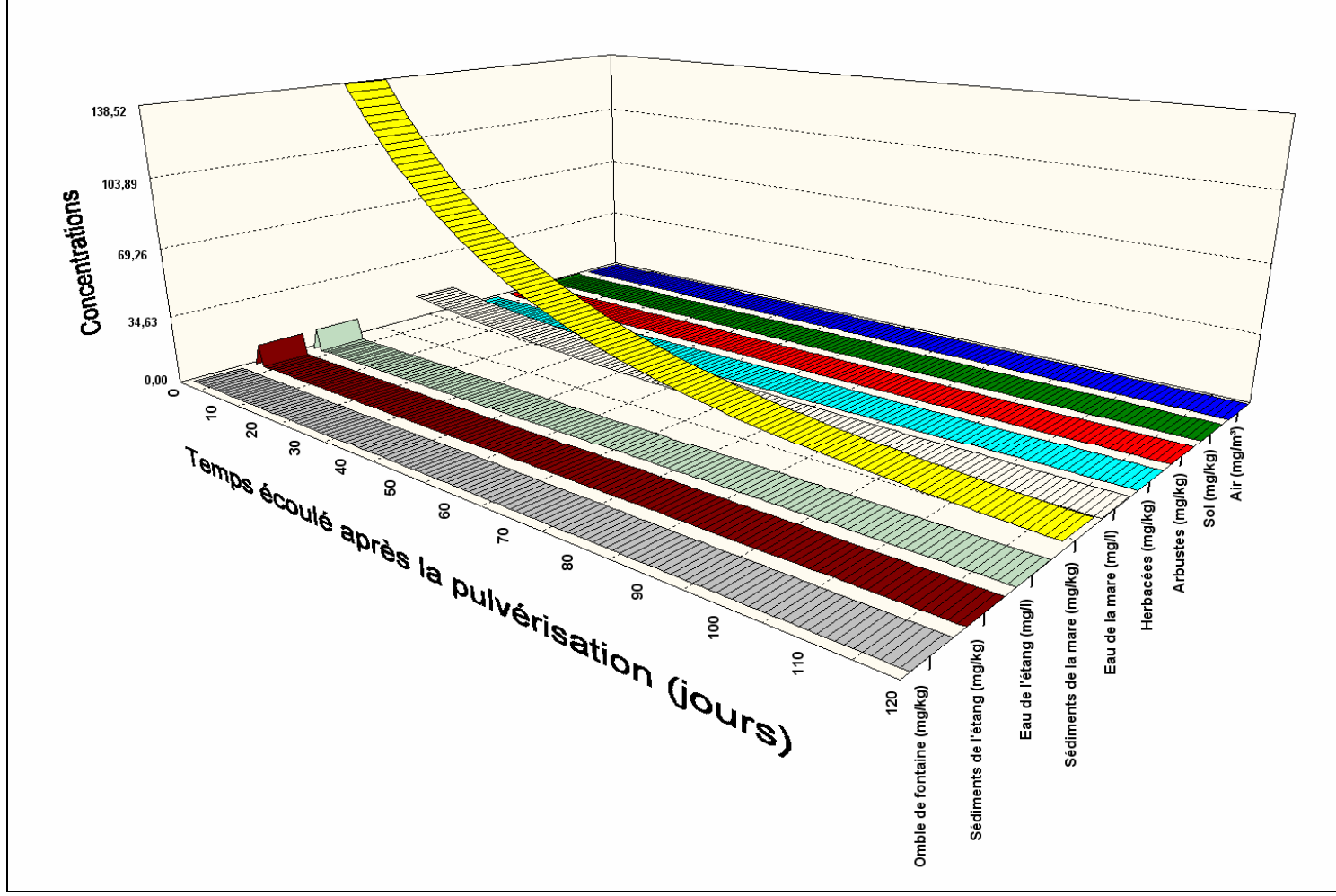


Figure 10-9 : Concentrations estimées de TIPA selon le scénario 2

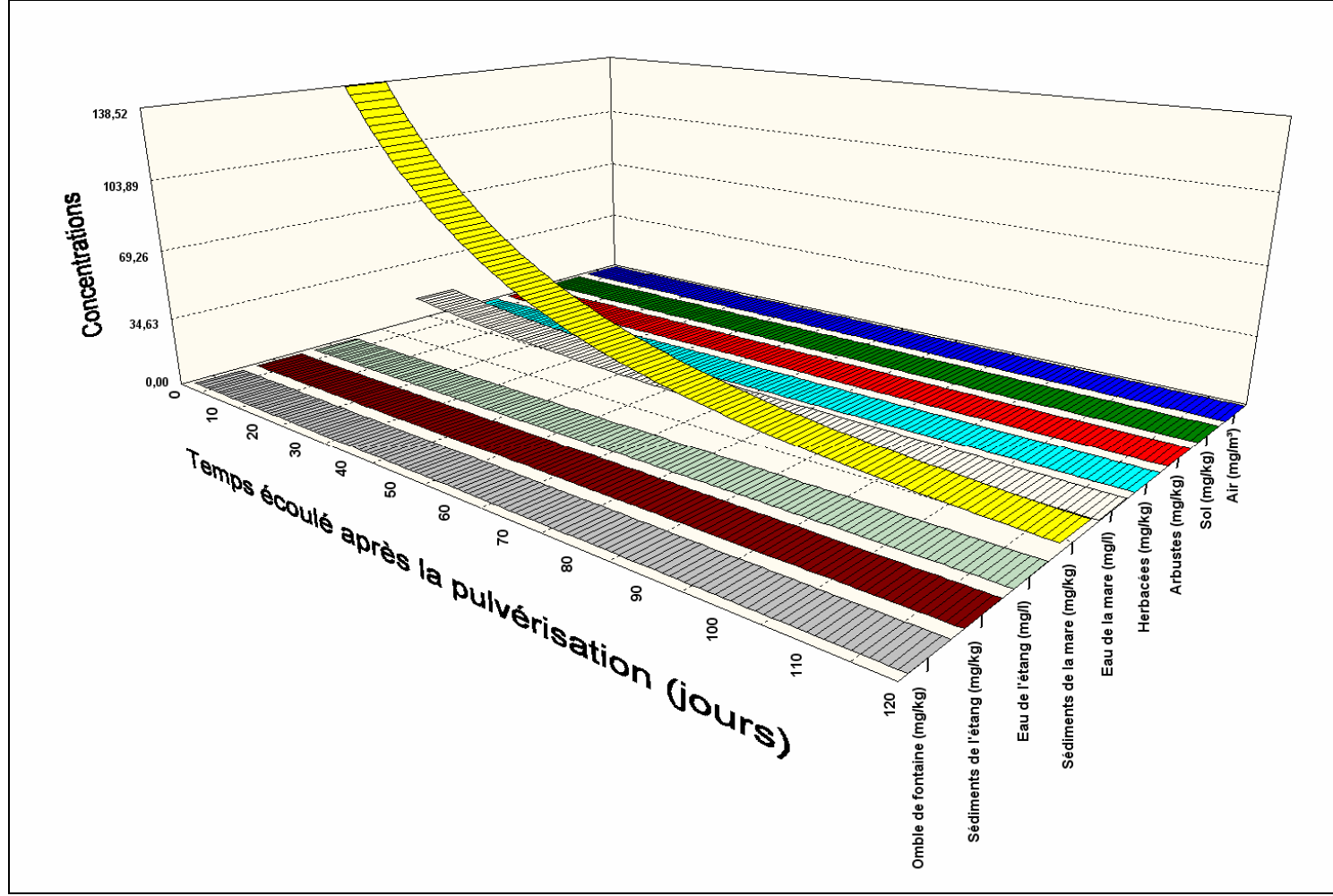


Figure 10-10 : Concentrations estimées de TIPA selon le scénario 3

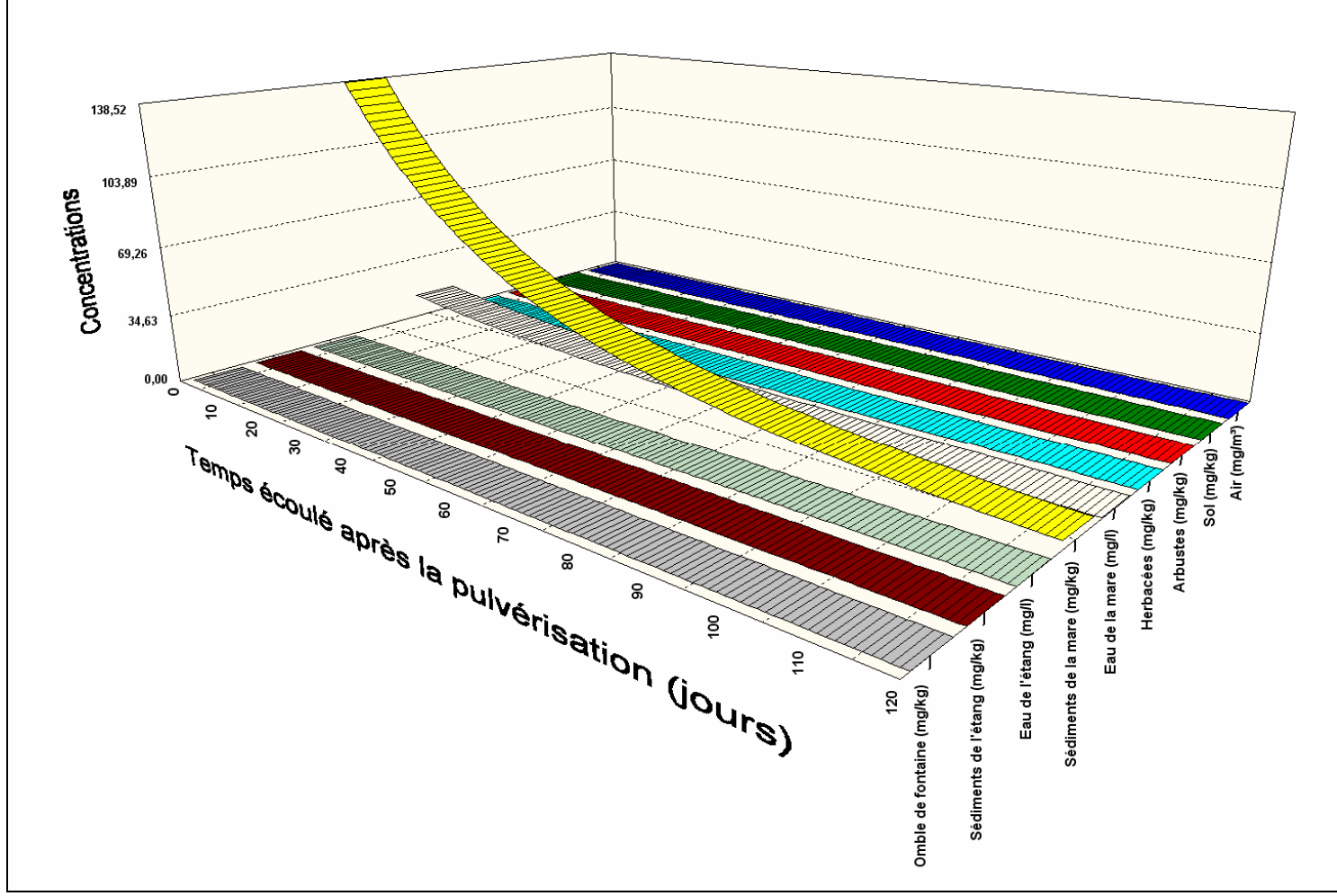


Figure 10-11 : Concentrations estimées de DGA selon le scénario 1

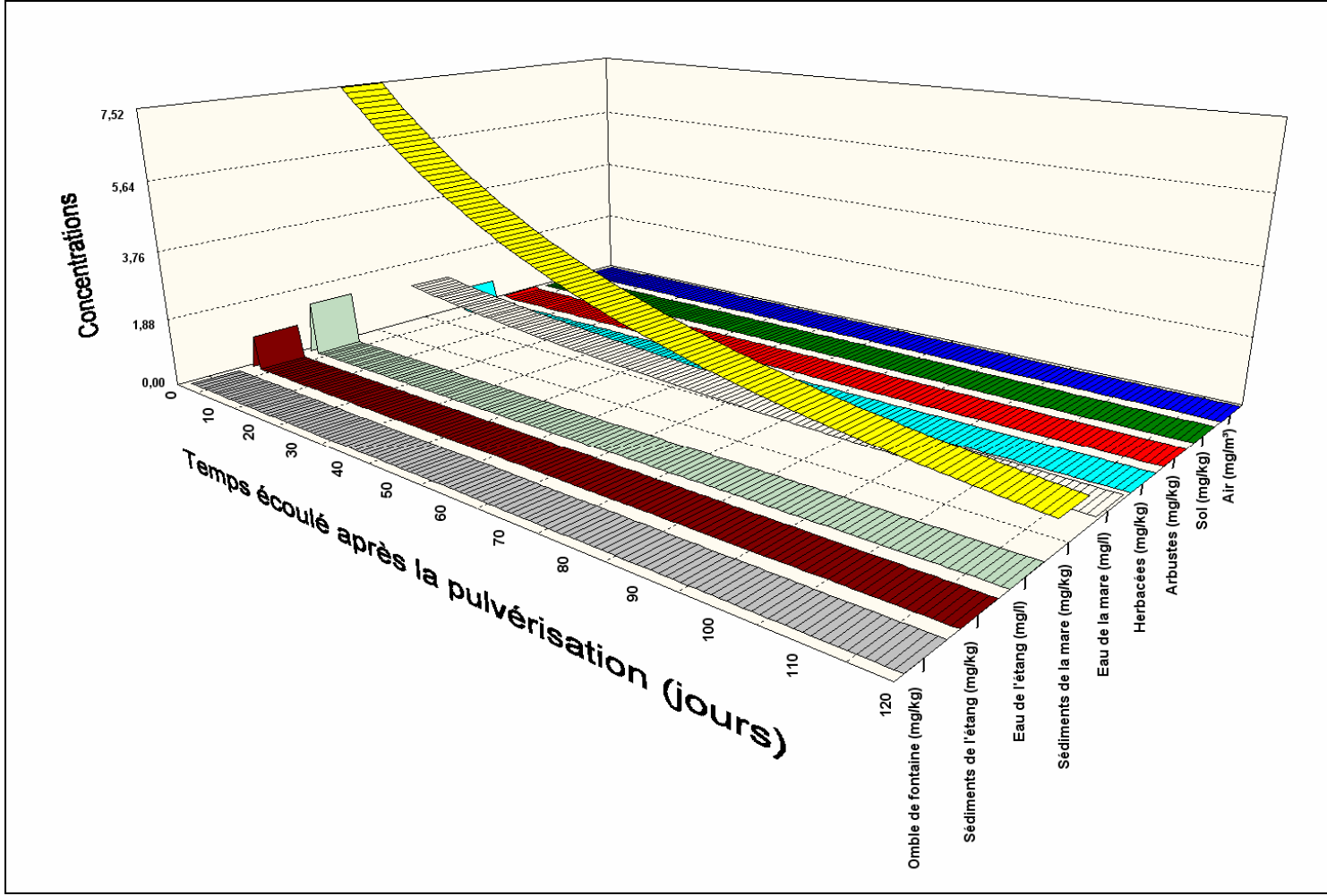


Figure 10-12 : Concentrations estimées de DGA selon le scénario 2

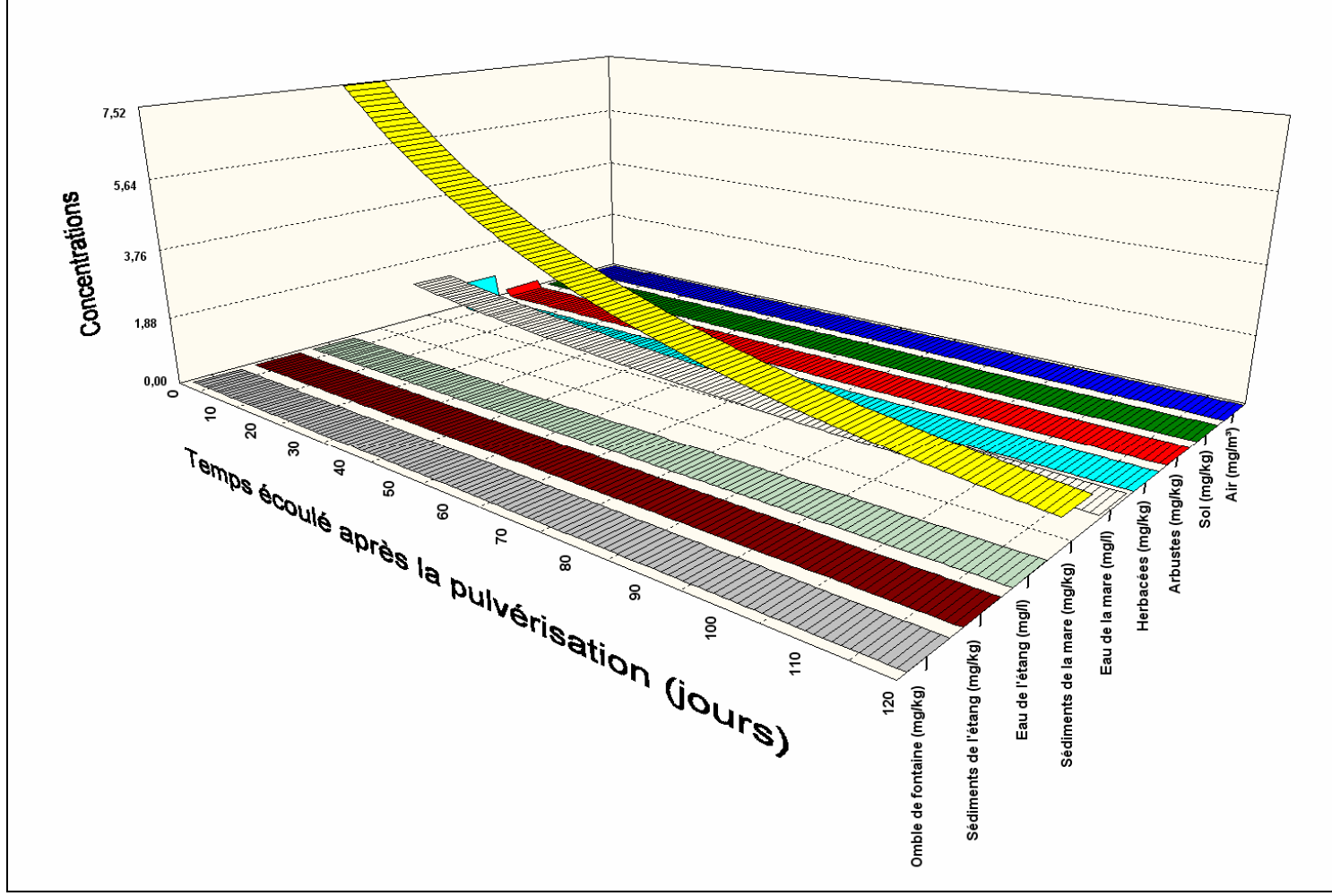


Figure 10-13 : Concentrations estimées de DGA selon le scénario 3

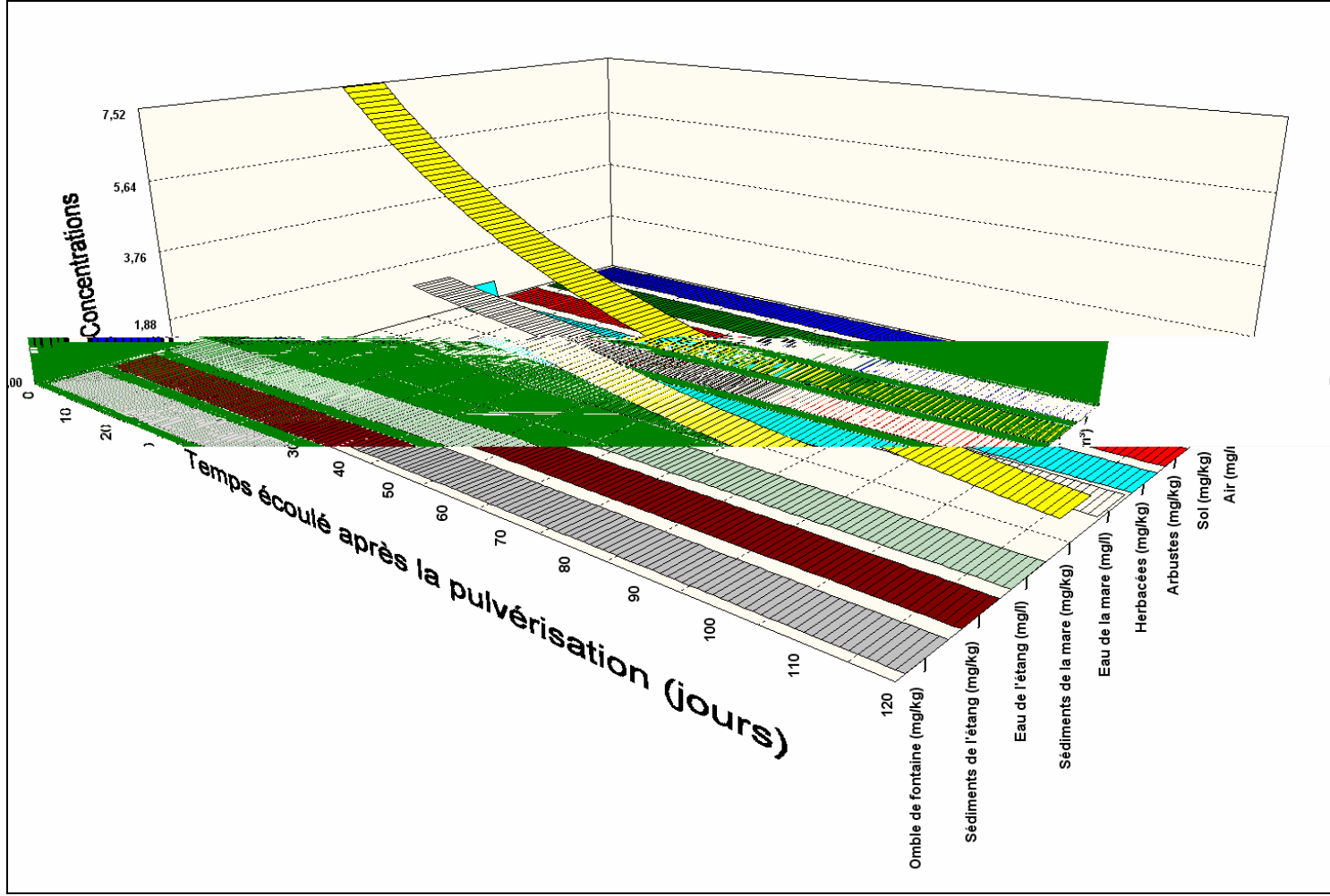


Figure 10-14 : Concentrations estimées de 2,4-D DMA selon le scénario 1

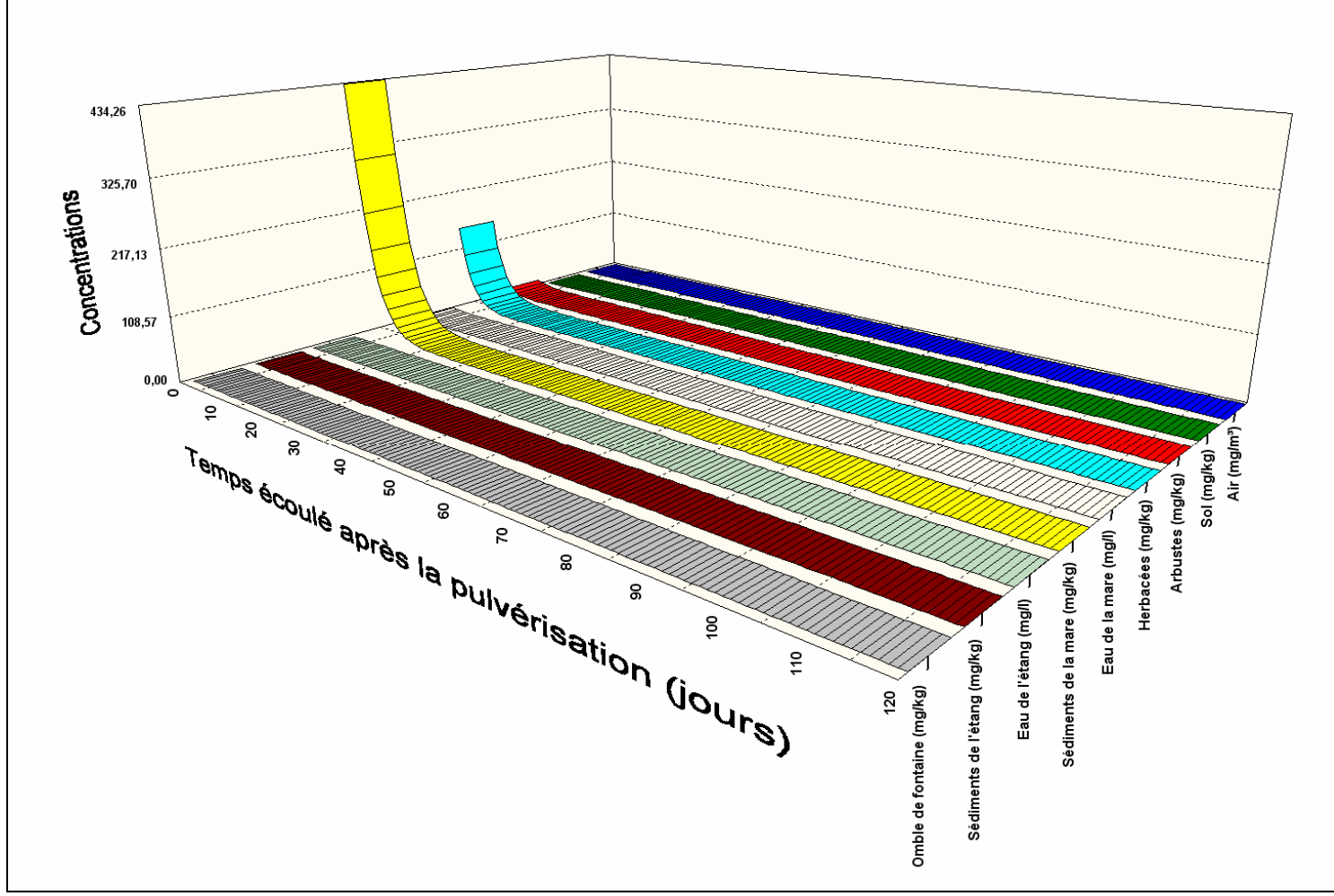


Figure 10-15 : Concentrations estimées de 2,4-D DMA selon le scénario 2

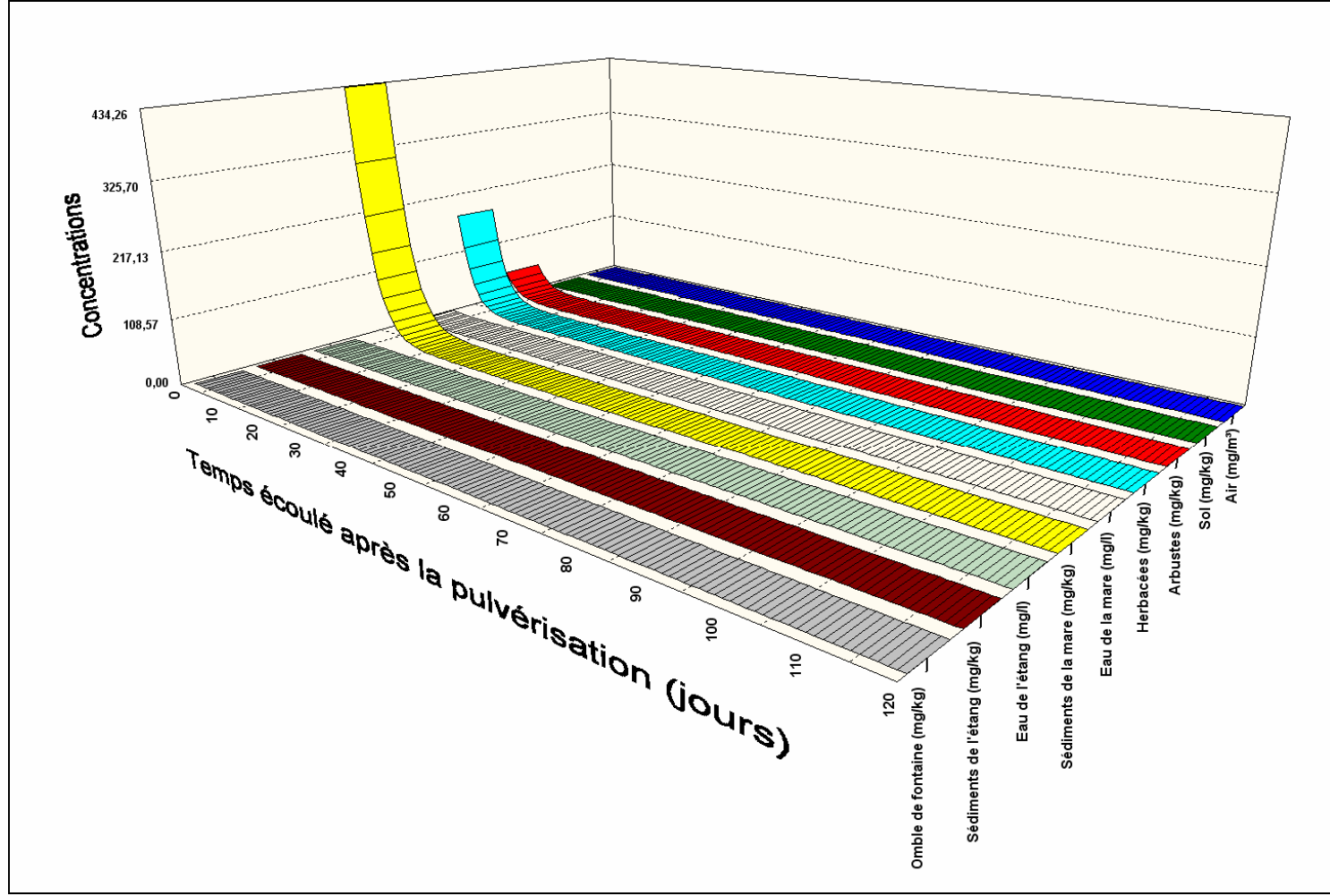


Figure 10-16 : Concentrations estimées de 2,4-D DMA selon le scénario 3

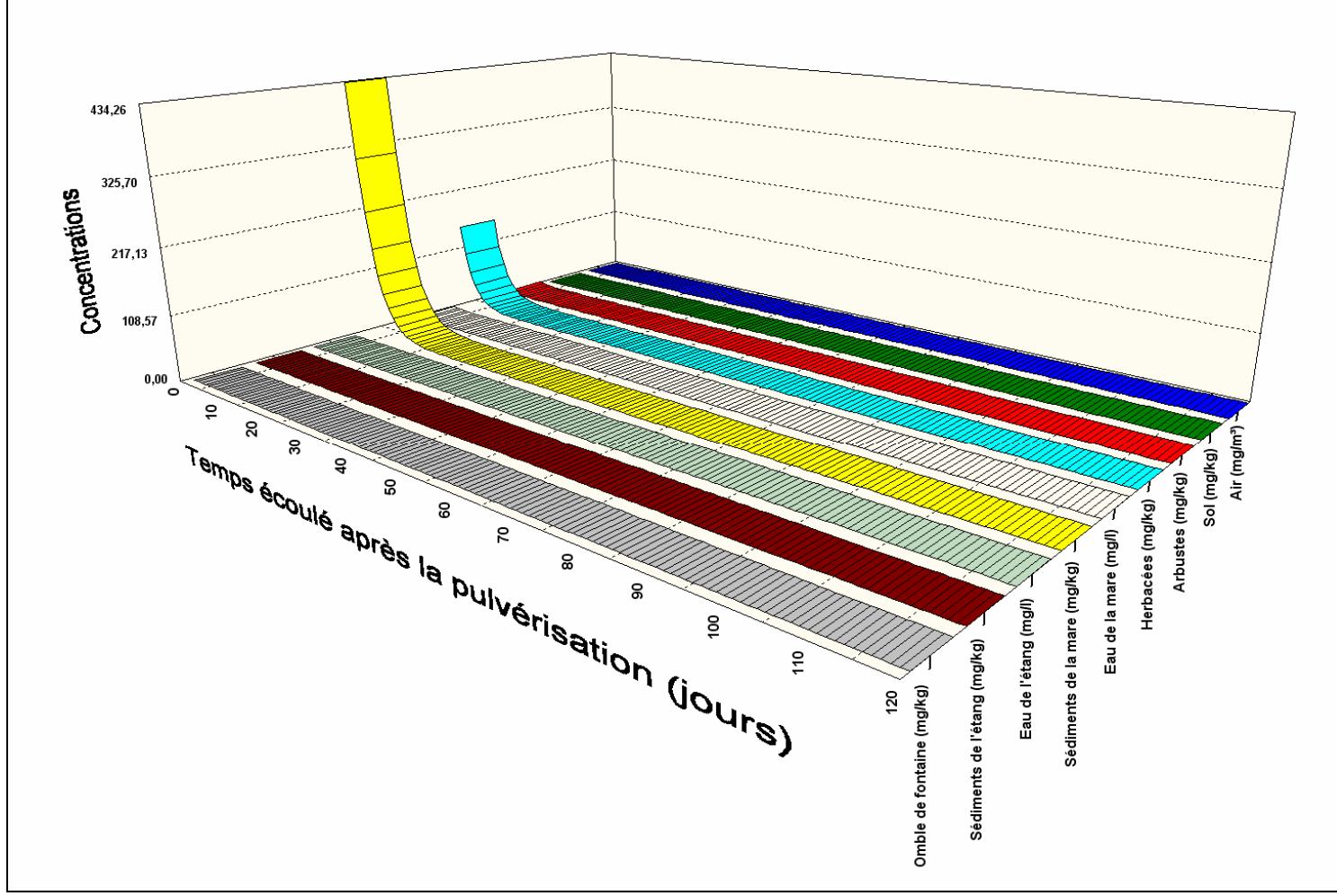


Figure 10-17 : Concentrations estimées de 2,4-D selon le scénario 1

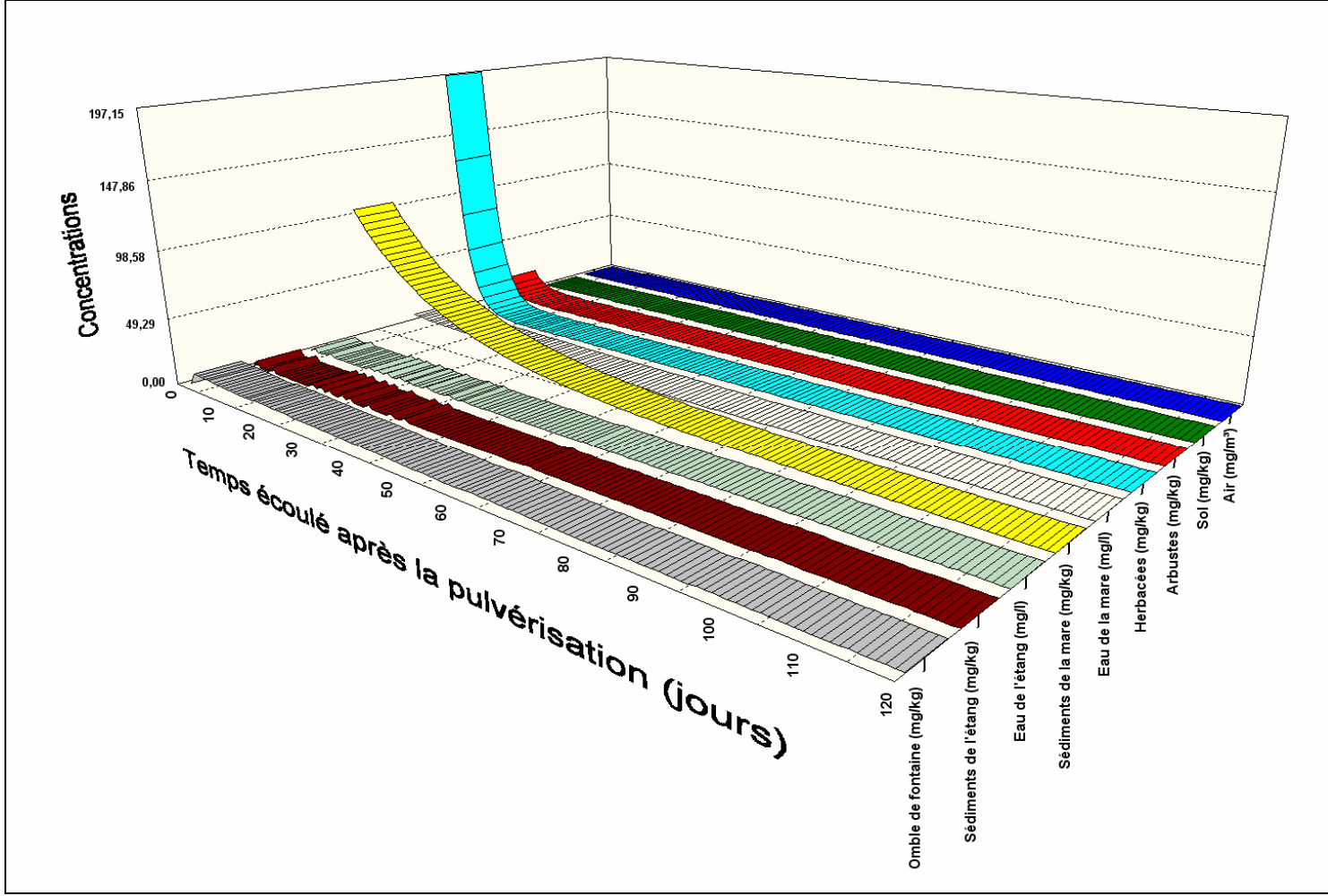


Figure 10-18 : Concentrations estimées de 2,4-D selon le scénario 2

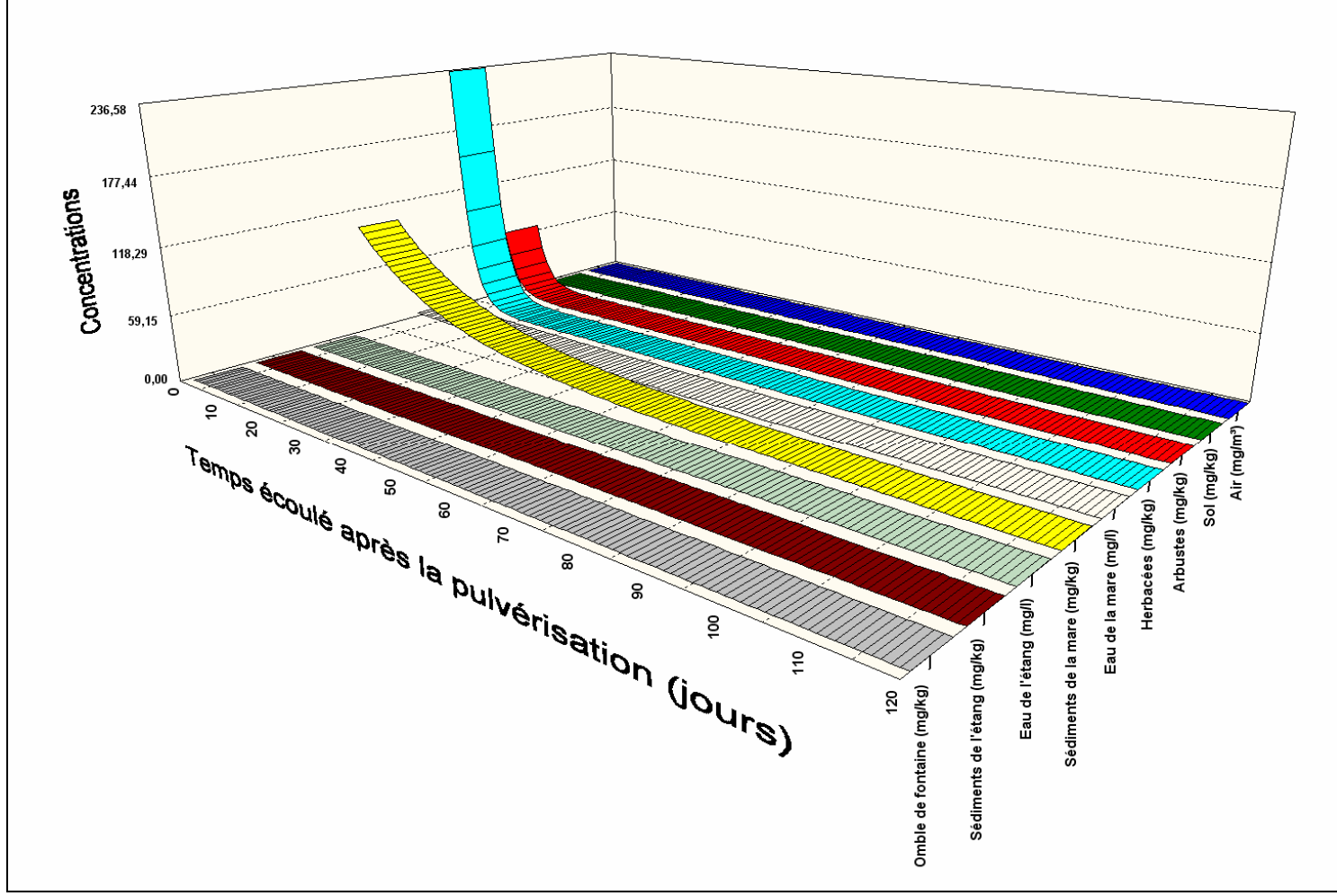


Figure 10-19 : Concentrations estimées de 2,4-D selon le scénario 3

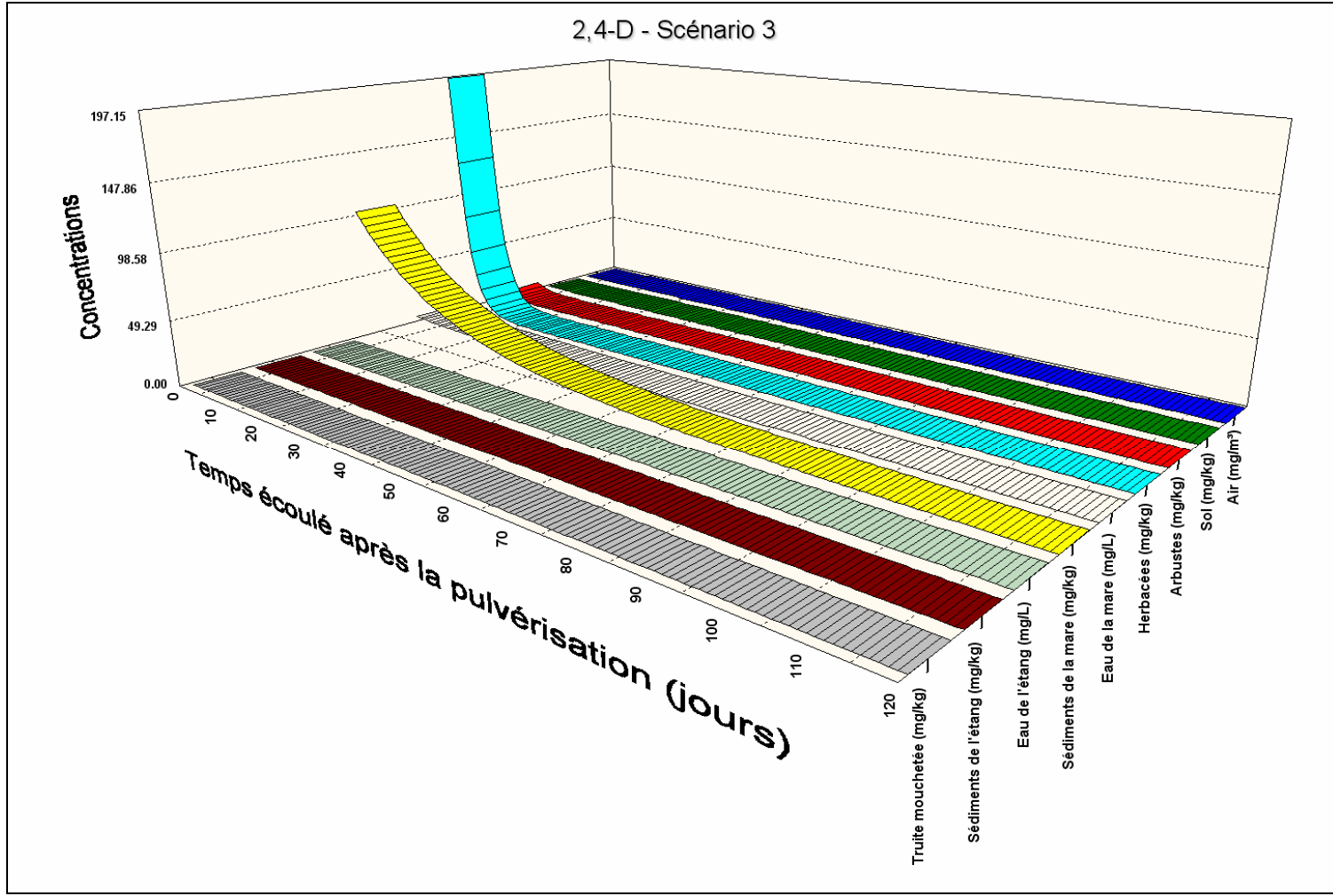


Figure 10-20 : Concentrations estimées de dicamba selon le scénario 1

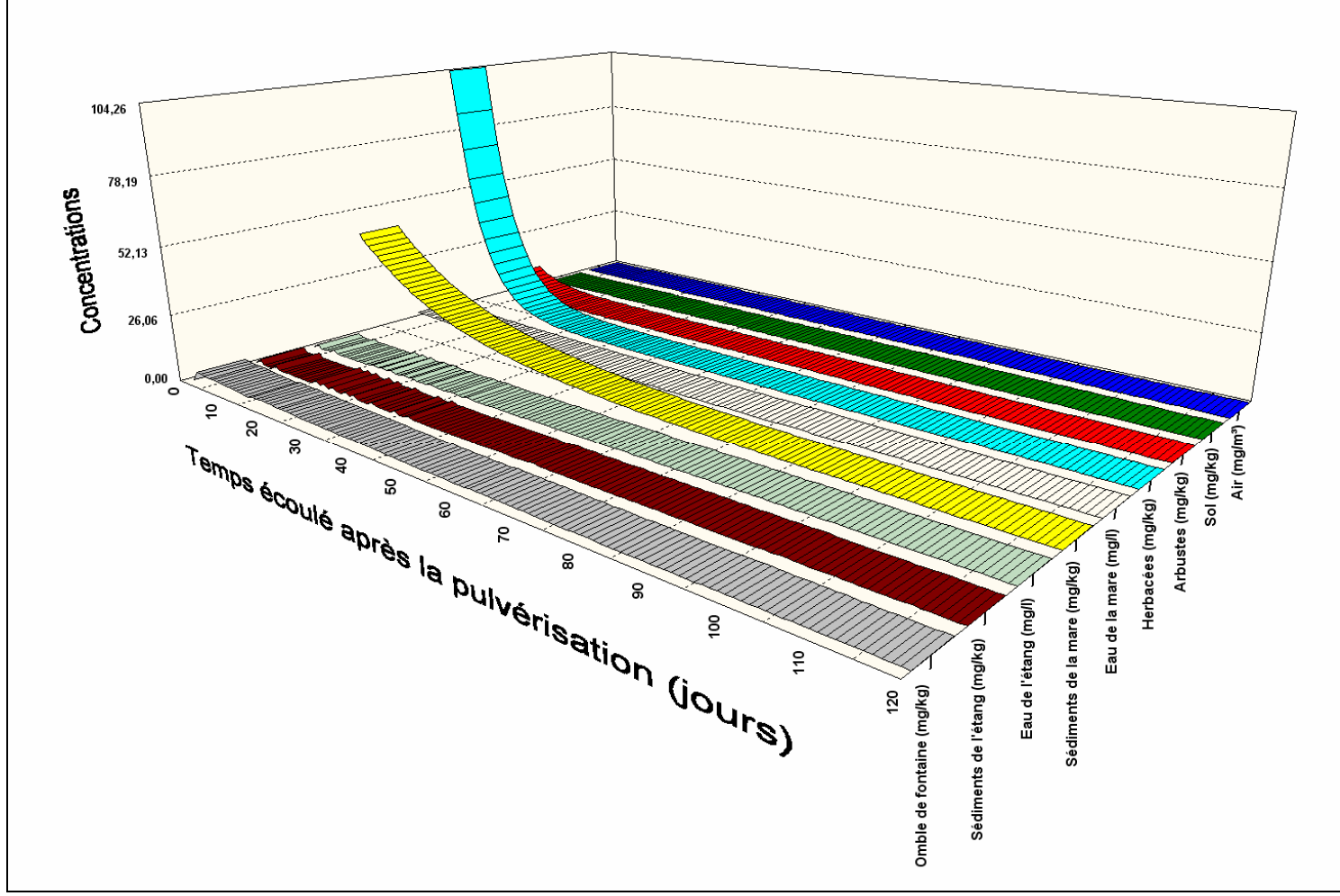


Figure 10-21 : Concentrations estimées de dicamba selon le scénario 2

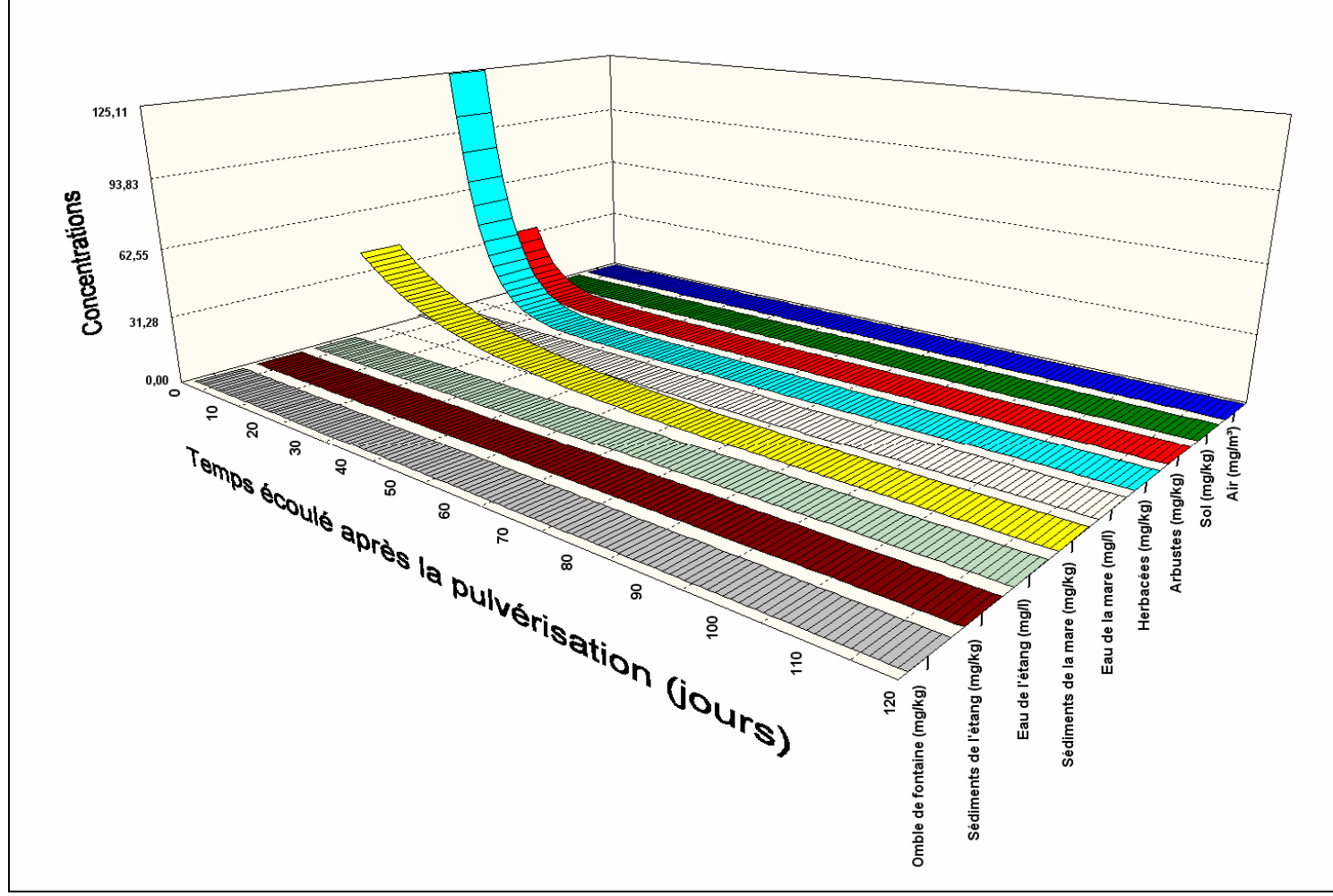


Figure 10-22 : Concentrations estimées de dicamba selon le scénario 3

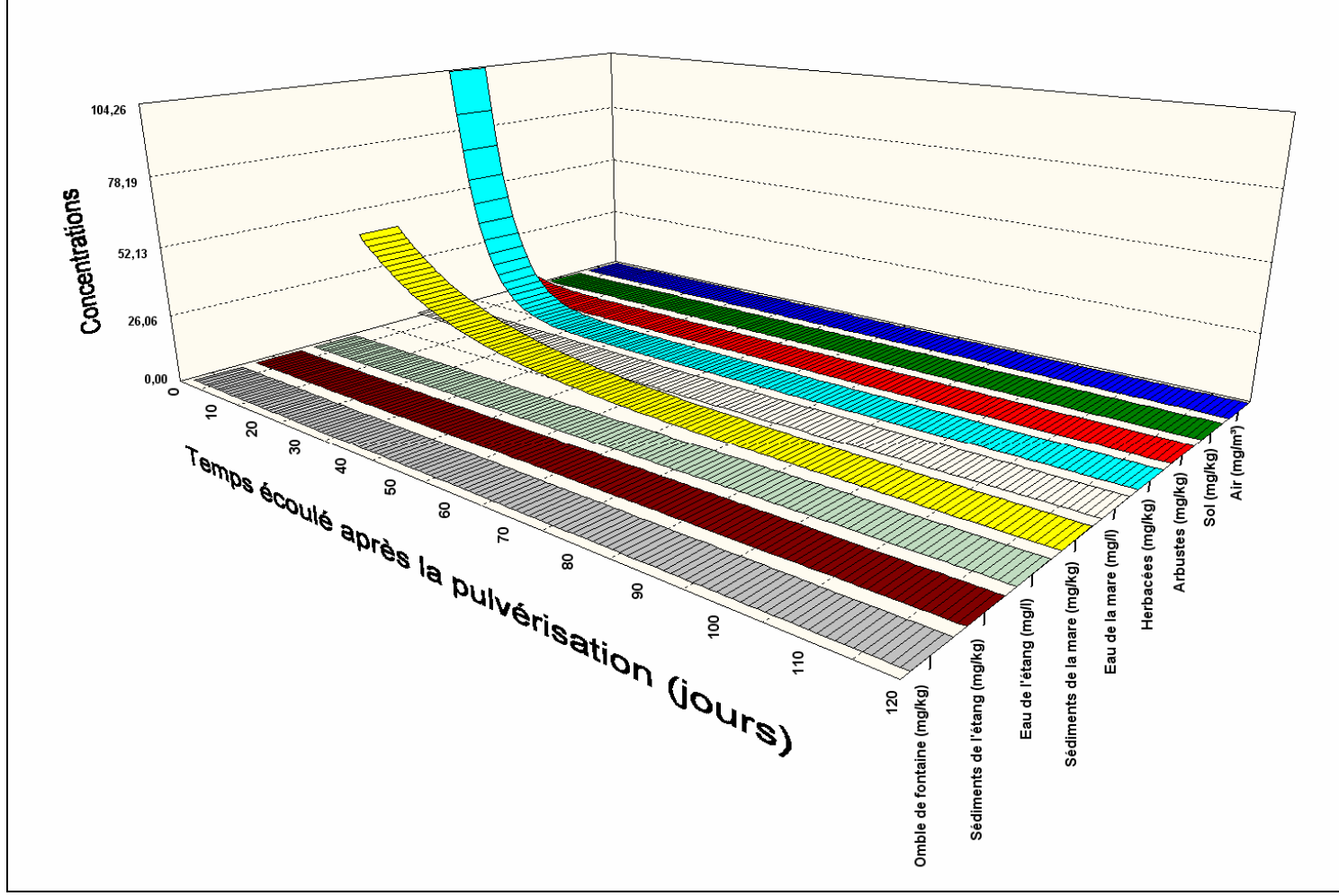


Figure 10-23 : Concentrations estimées de piclorame selon le scénario 1

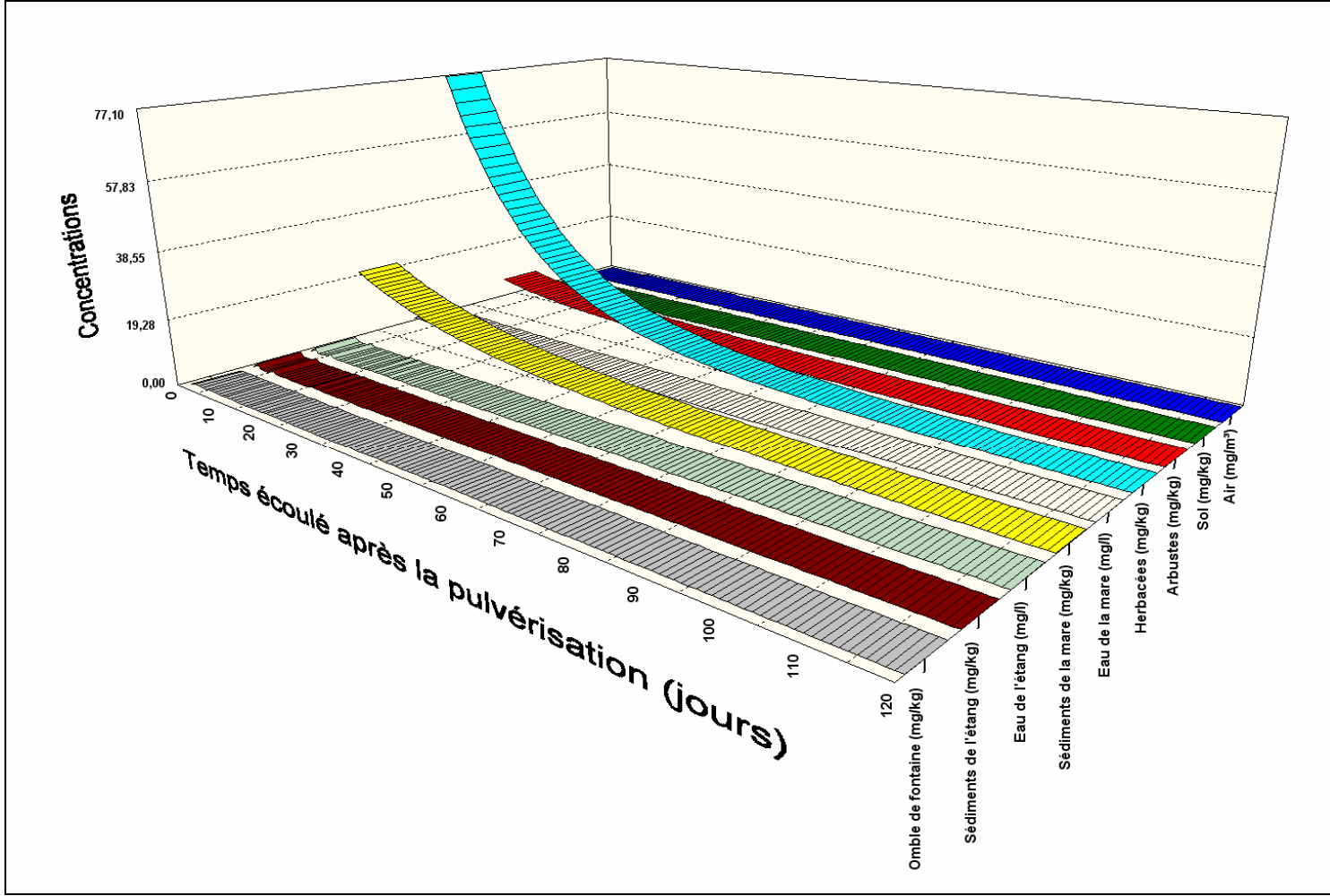


Figure 10-24 : Concentrations estimées de piclorame selon le scénario 2

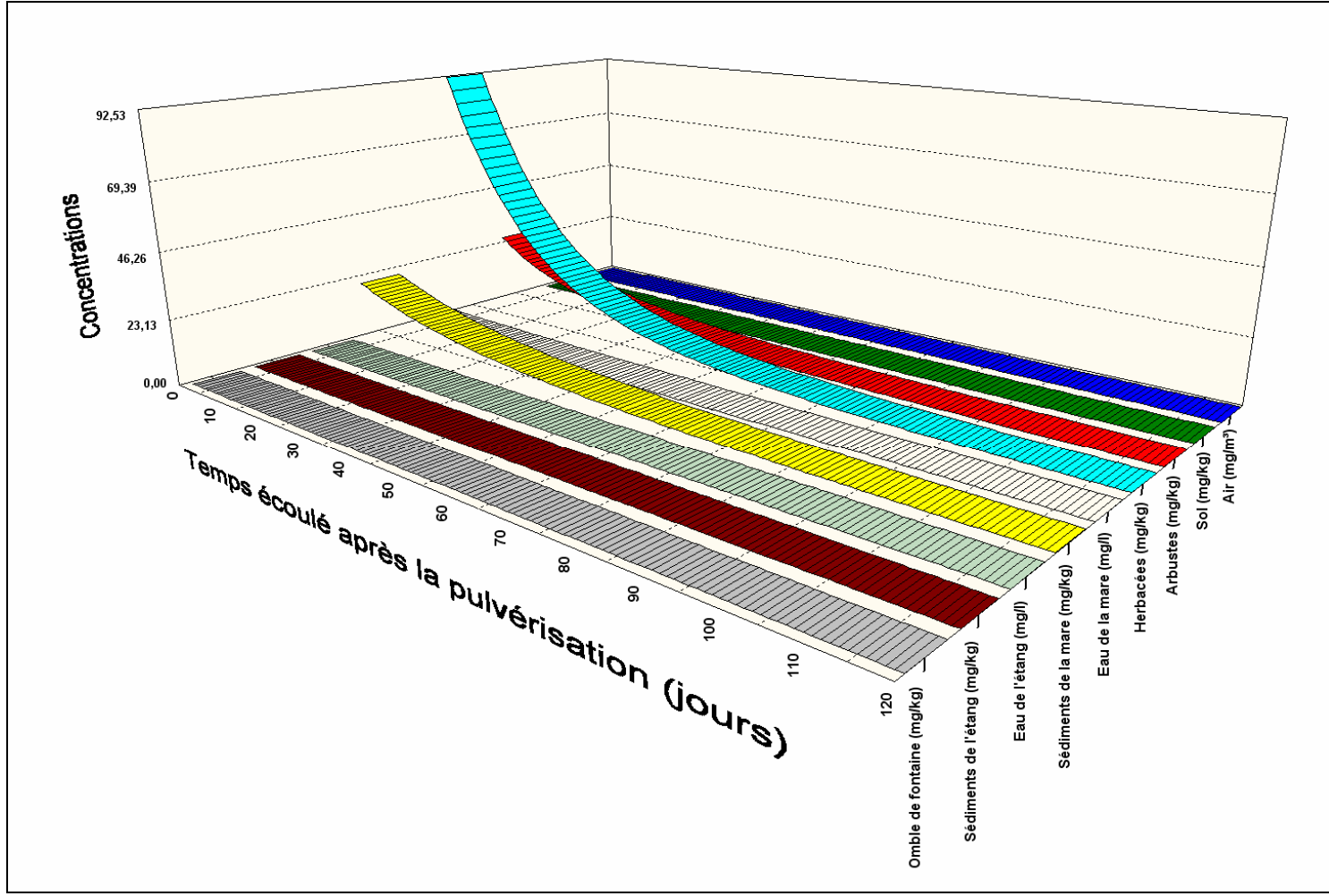


Figure 10-25 : Concentrations estimées de piclorame selon le scénario 3

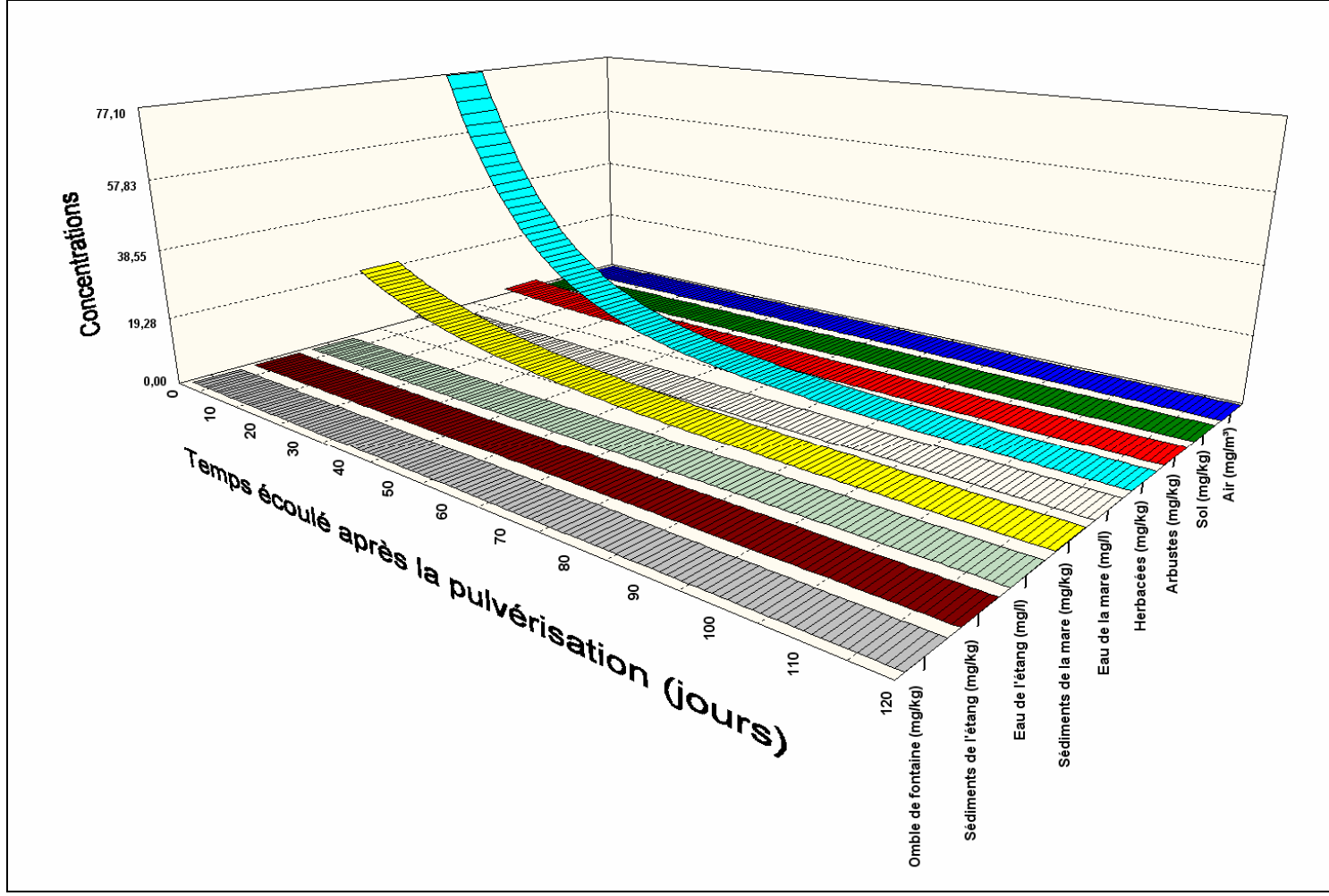


Figure 10-26 : Concentrations estimées de triclopyr ester selon le scénario 1

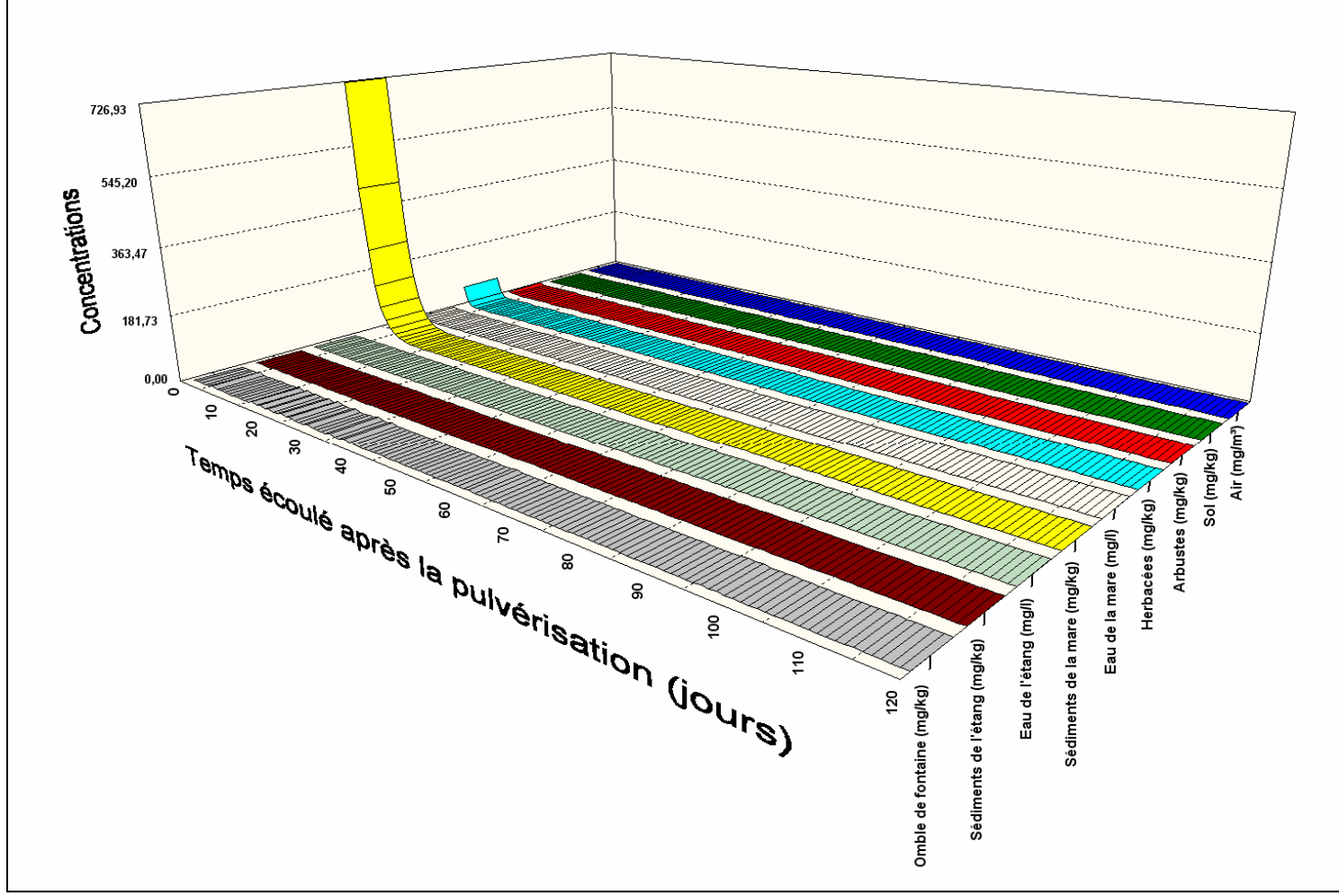


Figure 10-27 : Concentrations estimées de triclopyr ester selon le scénario 2

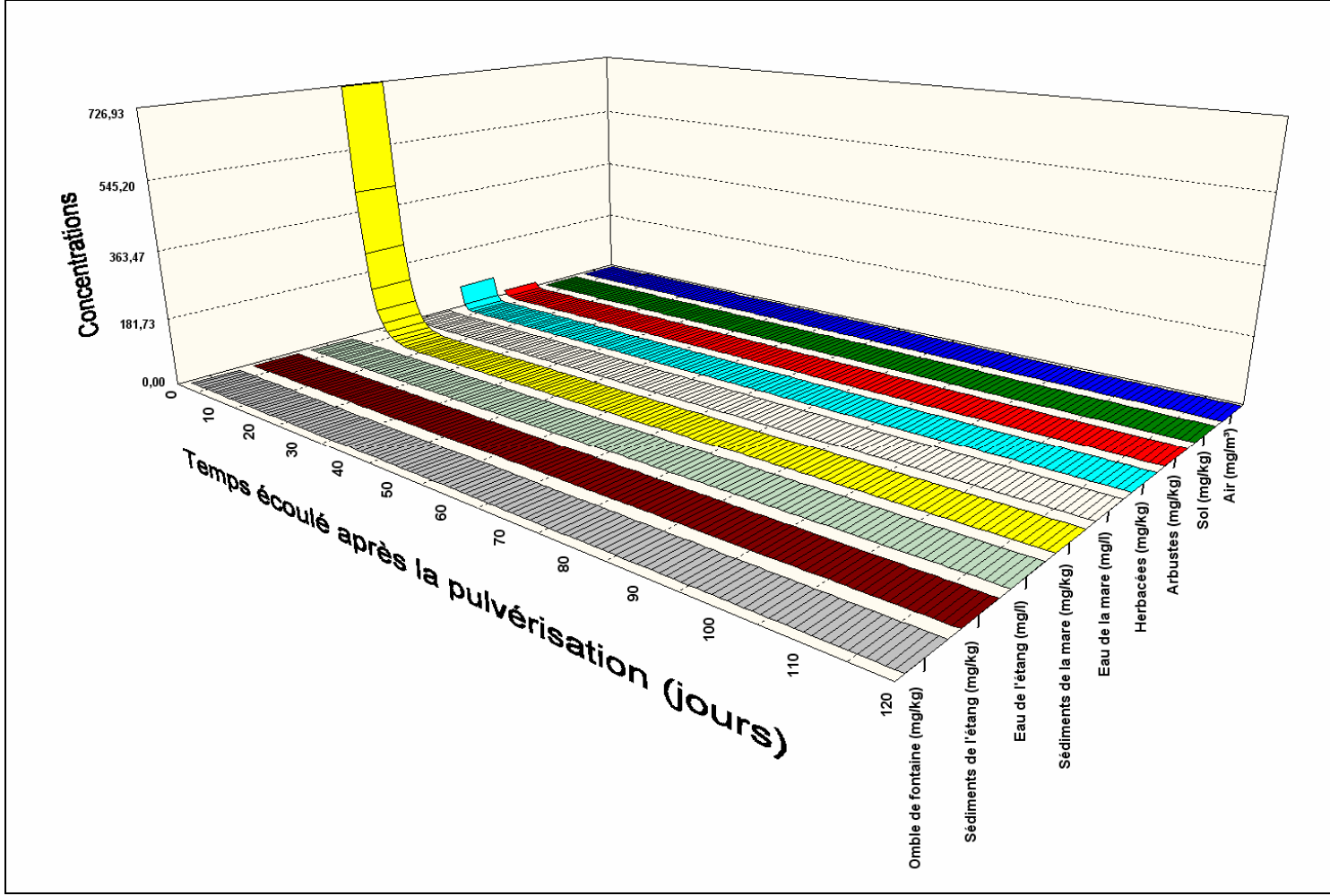


Figure 10-28 : Concentrations estimées de triclopyr ester selon le scénario 3

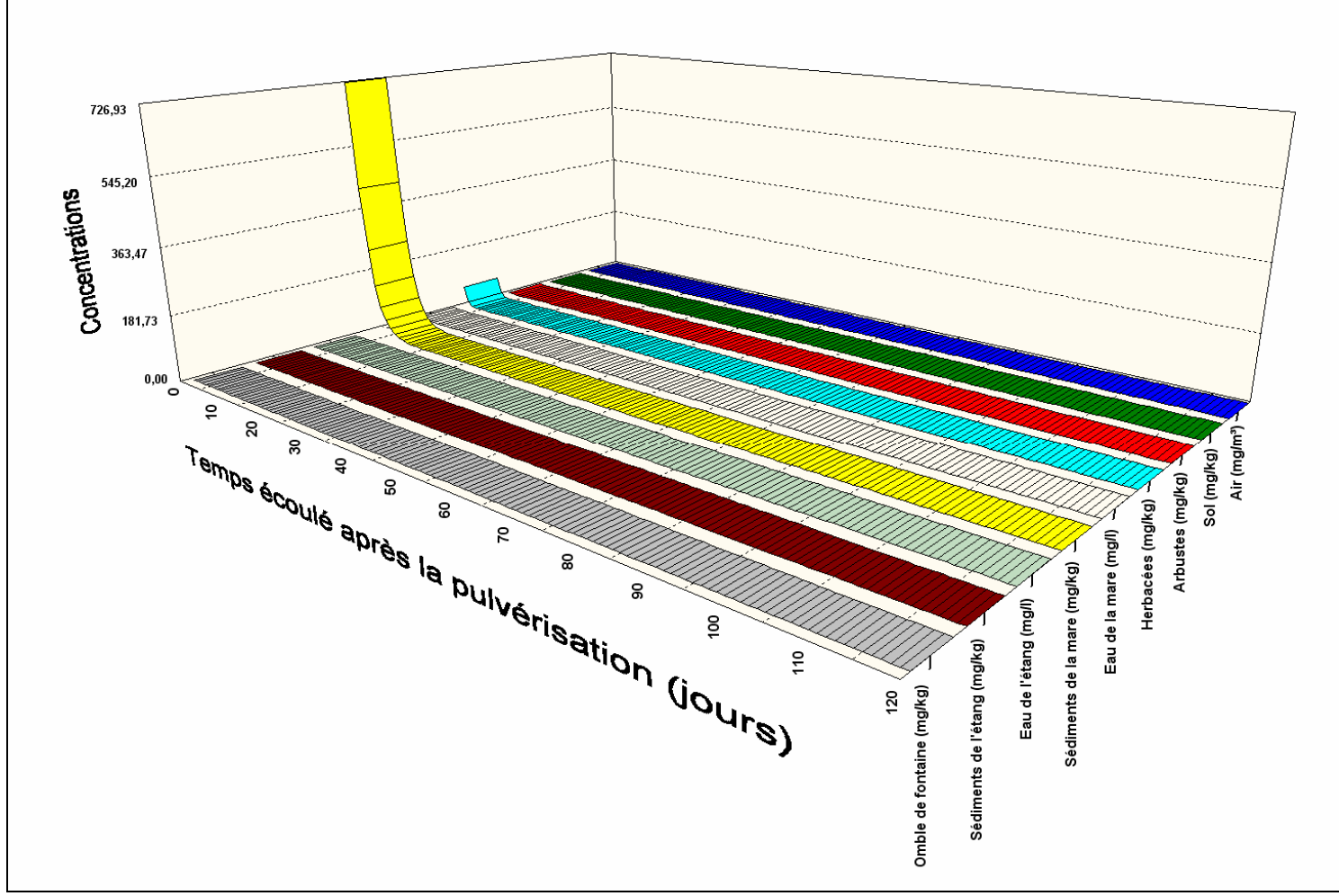


Figure 10-29 : Concentrations estimées de triclopyr acide selon le scénario 1

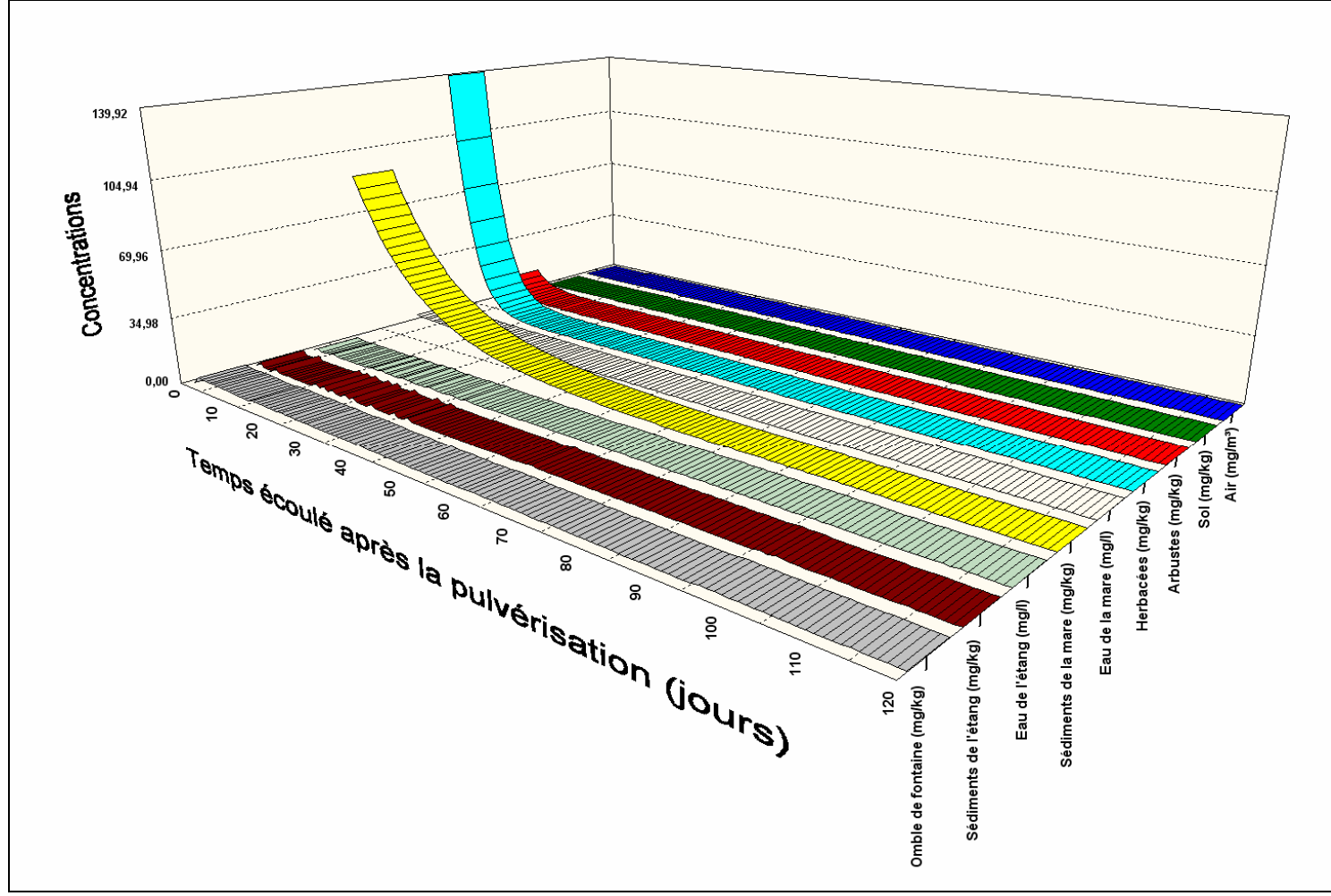


Figure 10-30 : Concentrations estimées de triclopyr acide selon le scénario 2

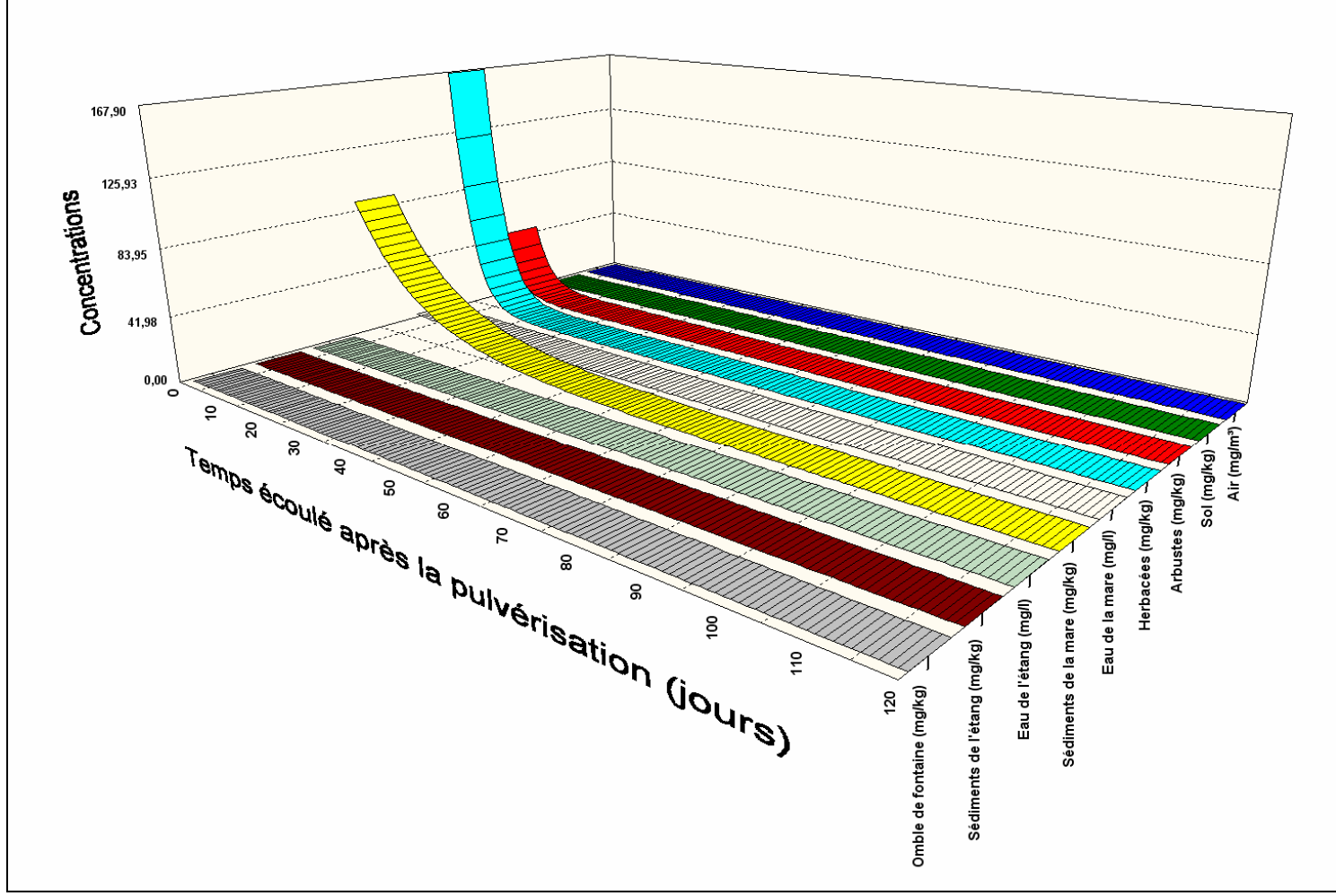


Figure 10-31 : Concentrations estimées de triclopyr acide selon le scénario 3

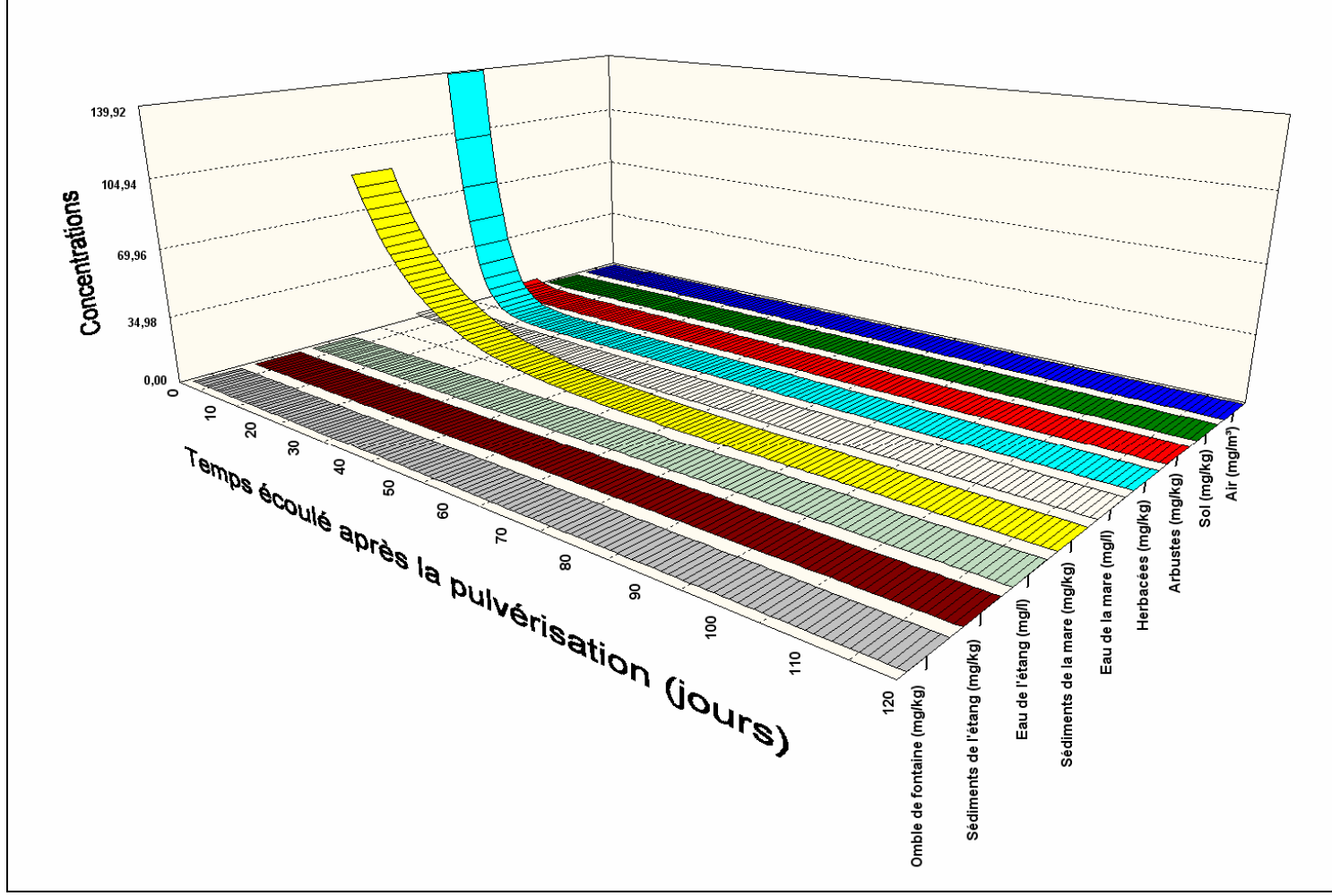


Figure 10-32 : Taux de dépôt hors emprise estimés de TIPA selon le scénario 1

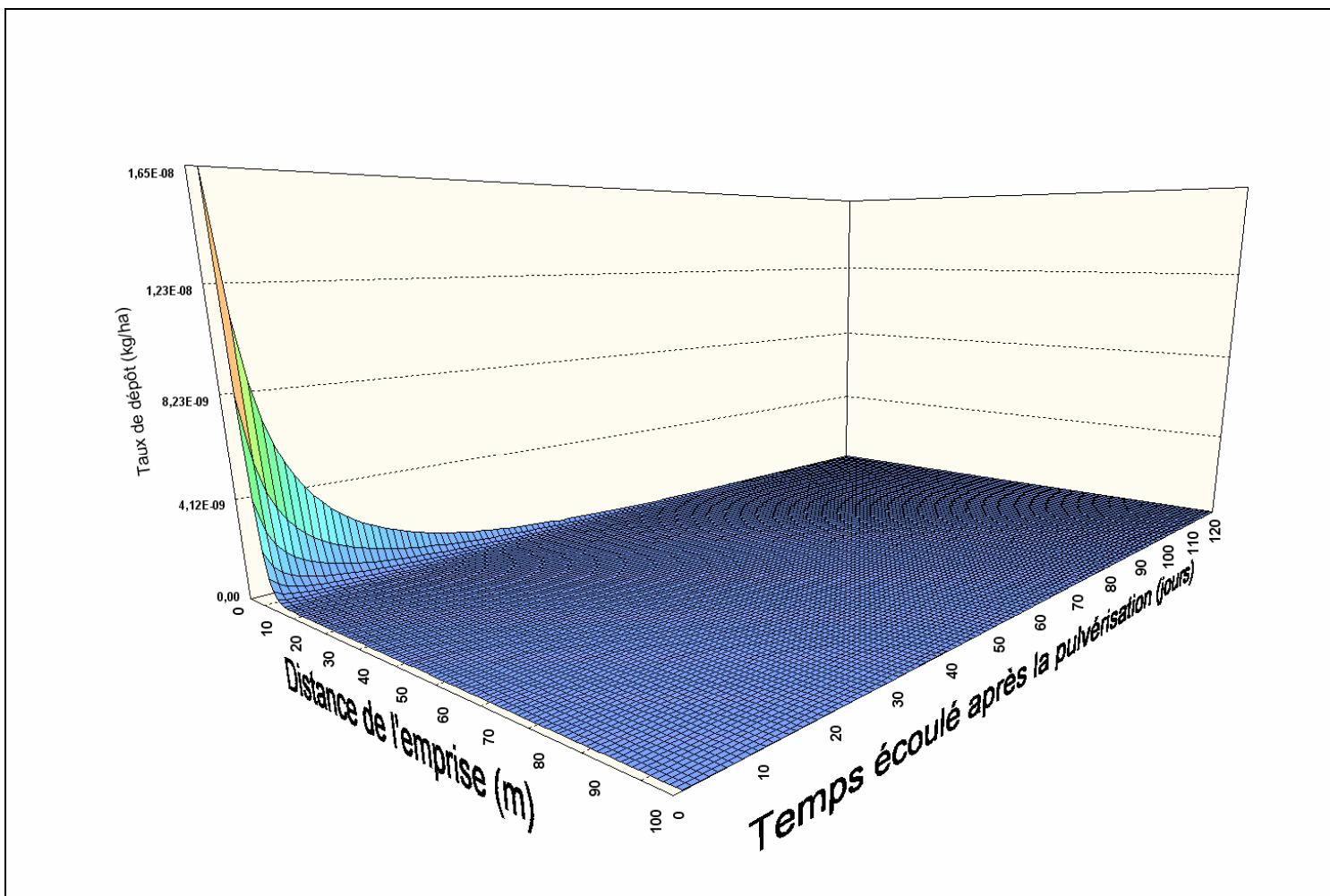


Figure 10-33 : Taux de dépôt hors emprise estimés de TIPA selon le scénario 2

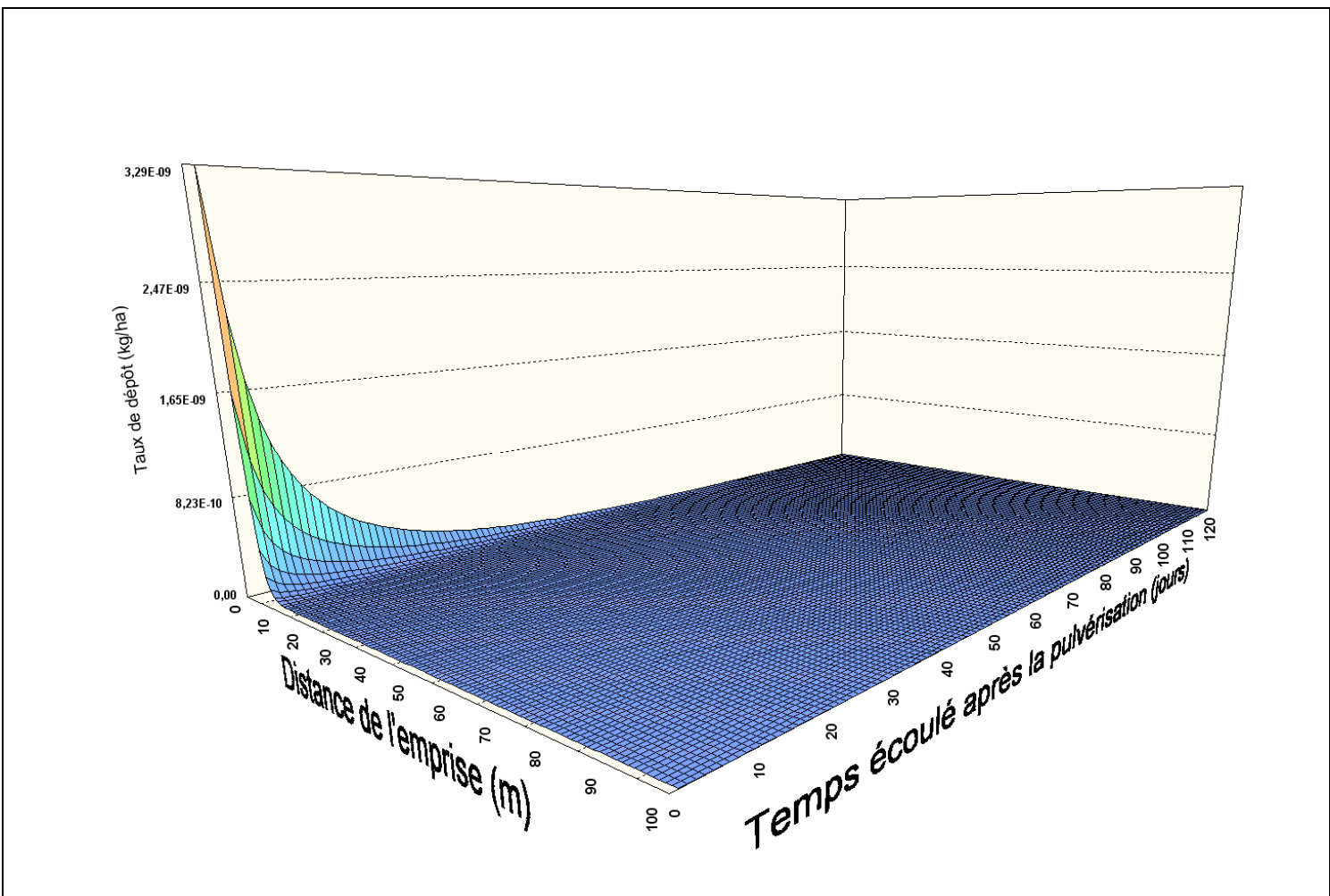


Figure 10-34 : Taux de dépôt hors emprise estimés de TIPA selon le scénario 3

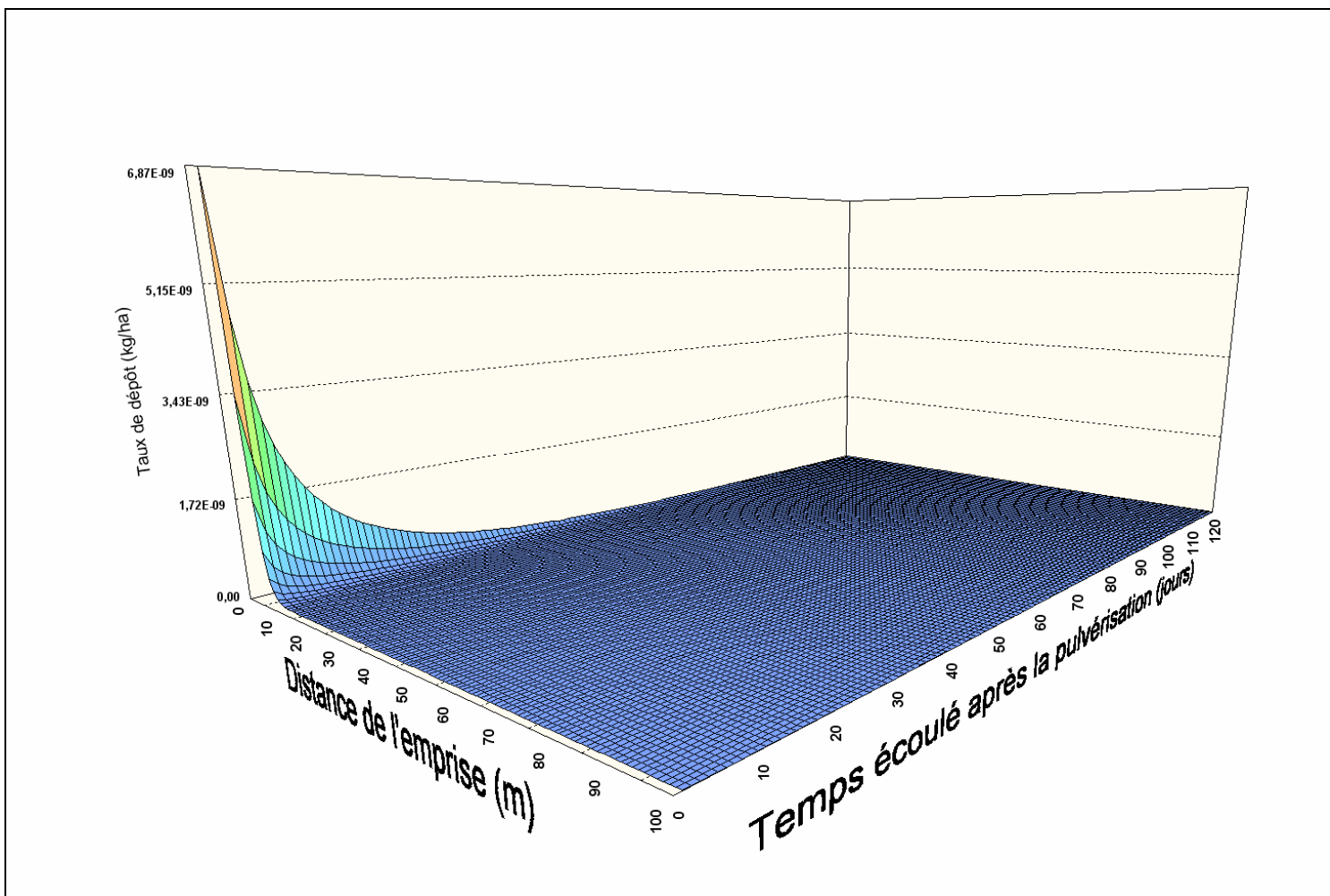


Figure 10-35 : Taux de dépôt hors emprise estimés du DGA selon le scénario 1

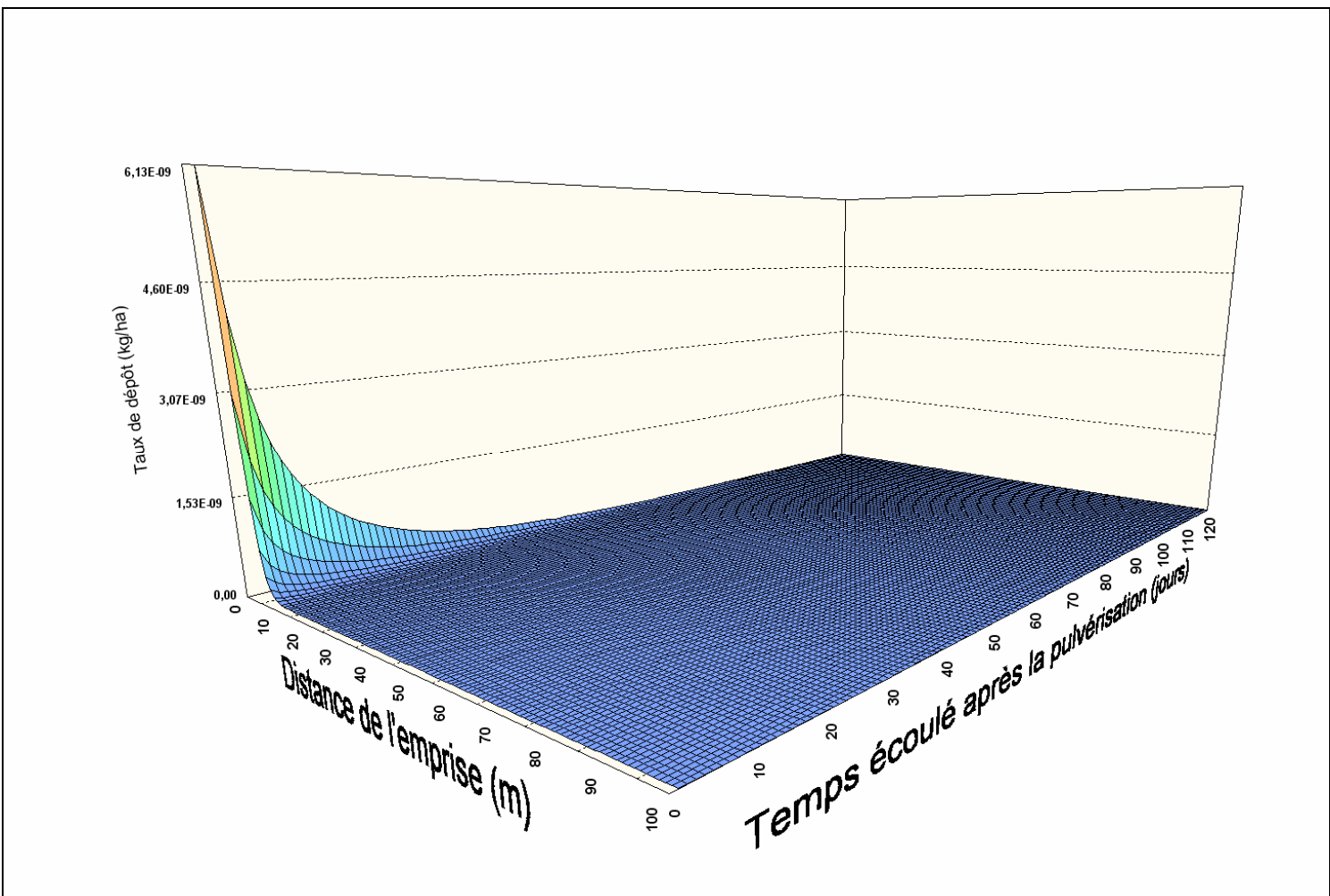


Figure 10-36 : Taux de dépôt hors emprise estimés du DGA selon le scénario 2

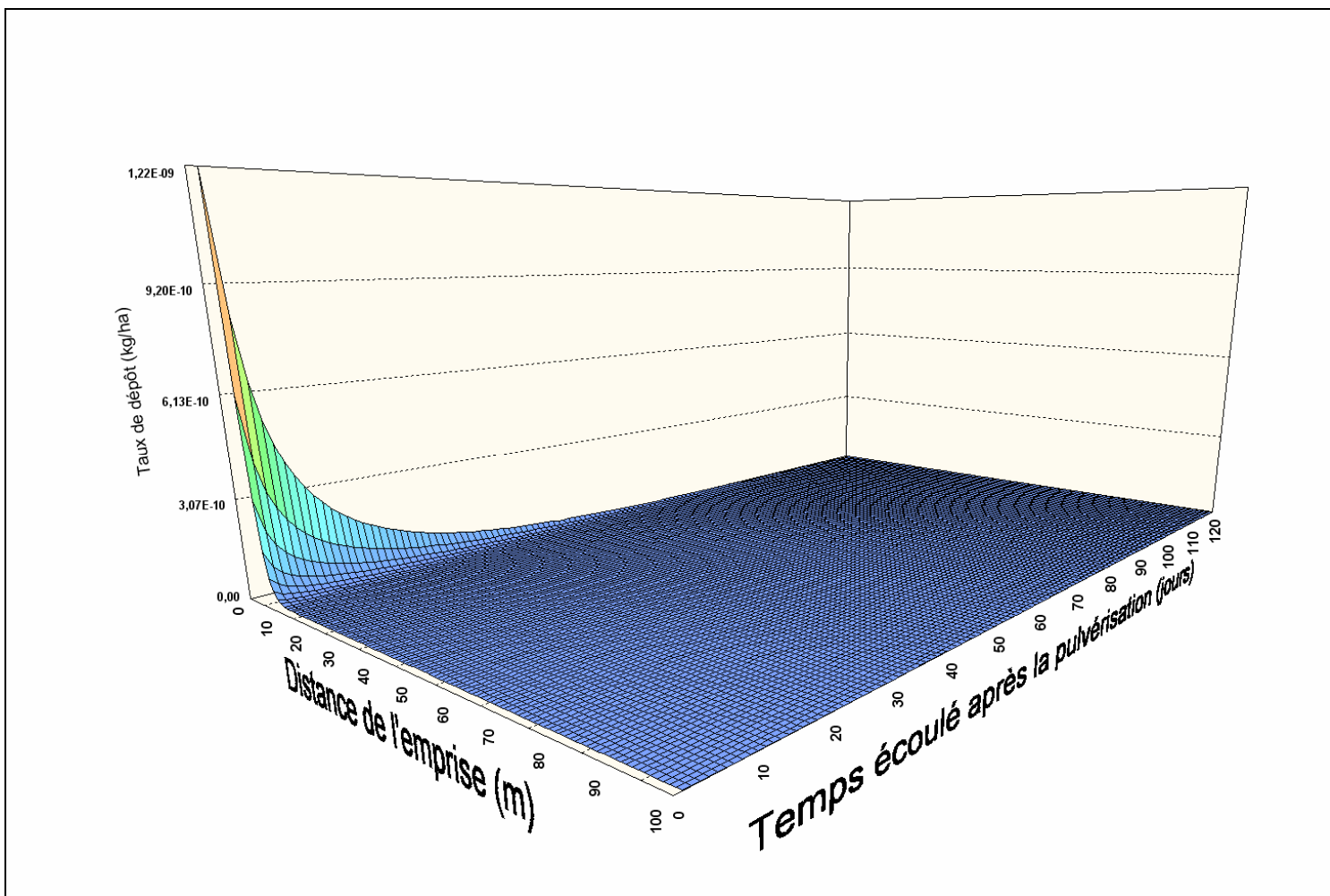


Figure 10-37 : Taux de dépôt hors emprise estimés du DGA selon le scénario 3

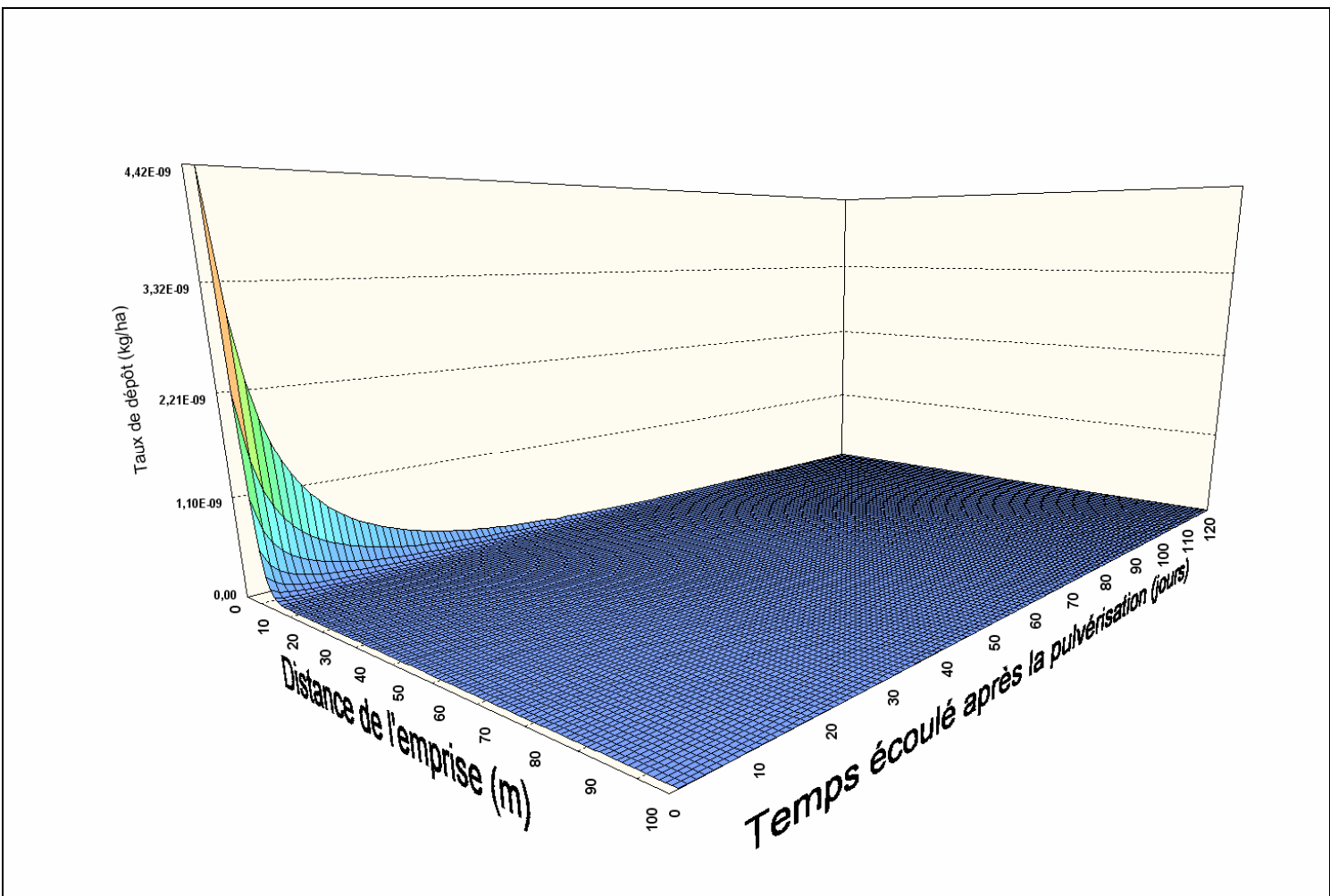


Figure 10-38 : Taux de dépôt hors emprise estimés du 2,4-D DMA selon le scénario 1

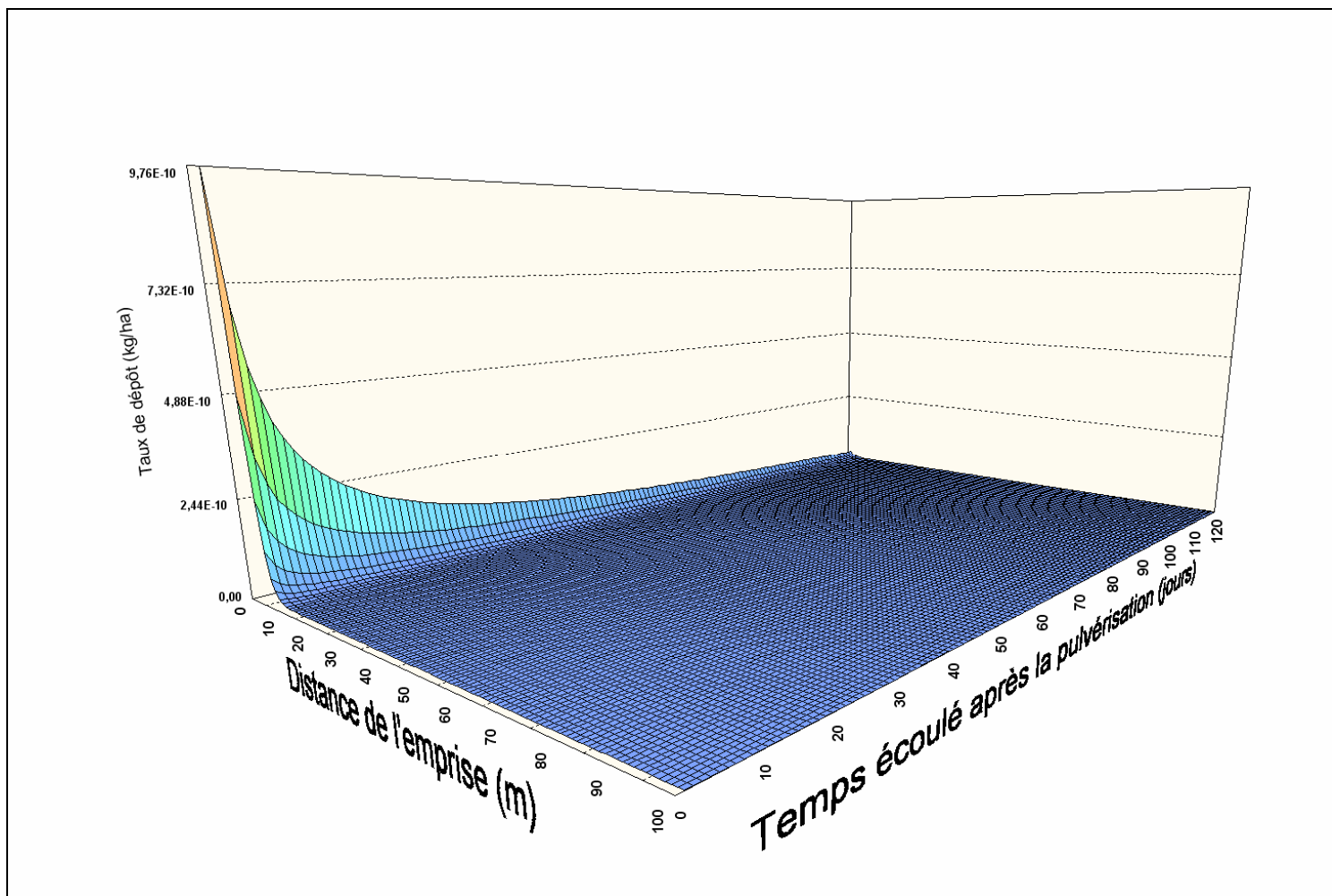


Figure 10-39 : Taux de dépôt hors emprise estimés du 2,4-D DMA selon le scénario 2

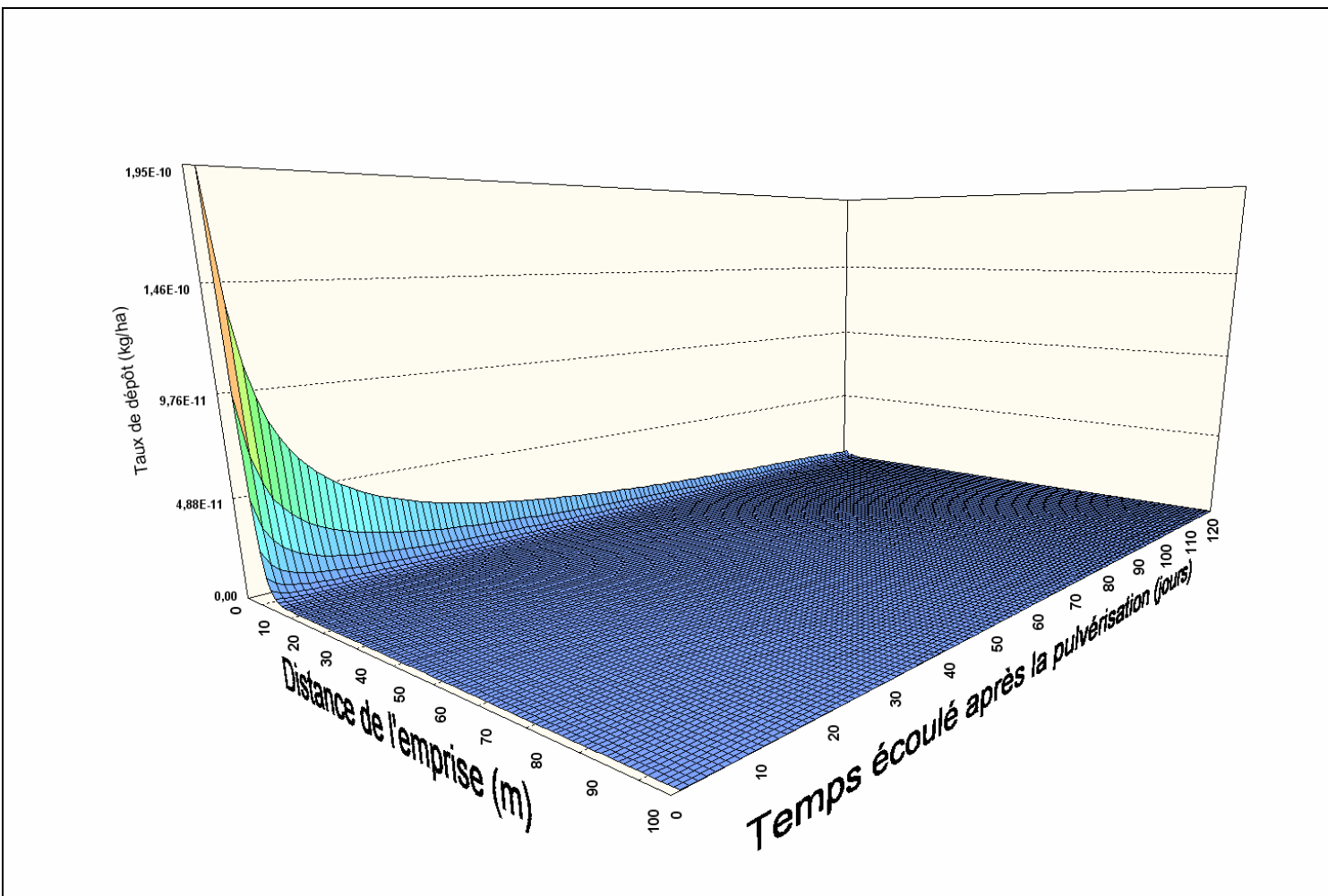


Figure 10-40 : Taux de dépôt hors emprise estimés du 2,4-D DMA selon le scénario 3

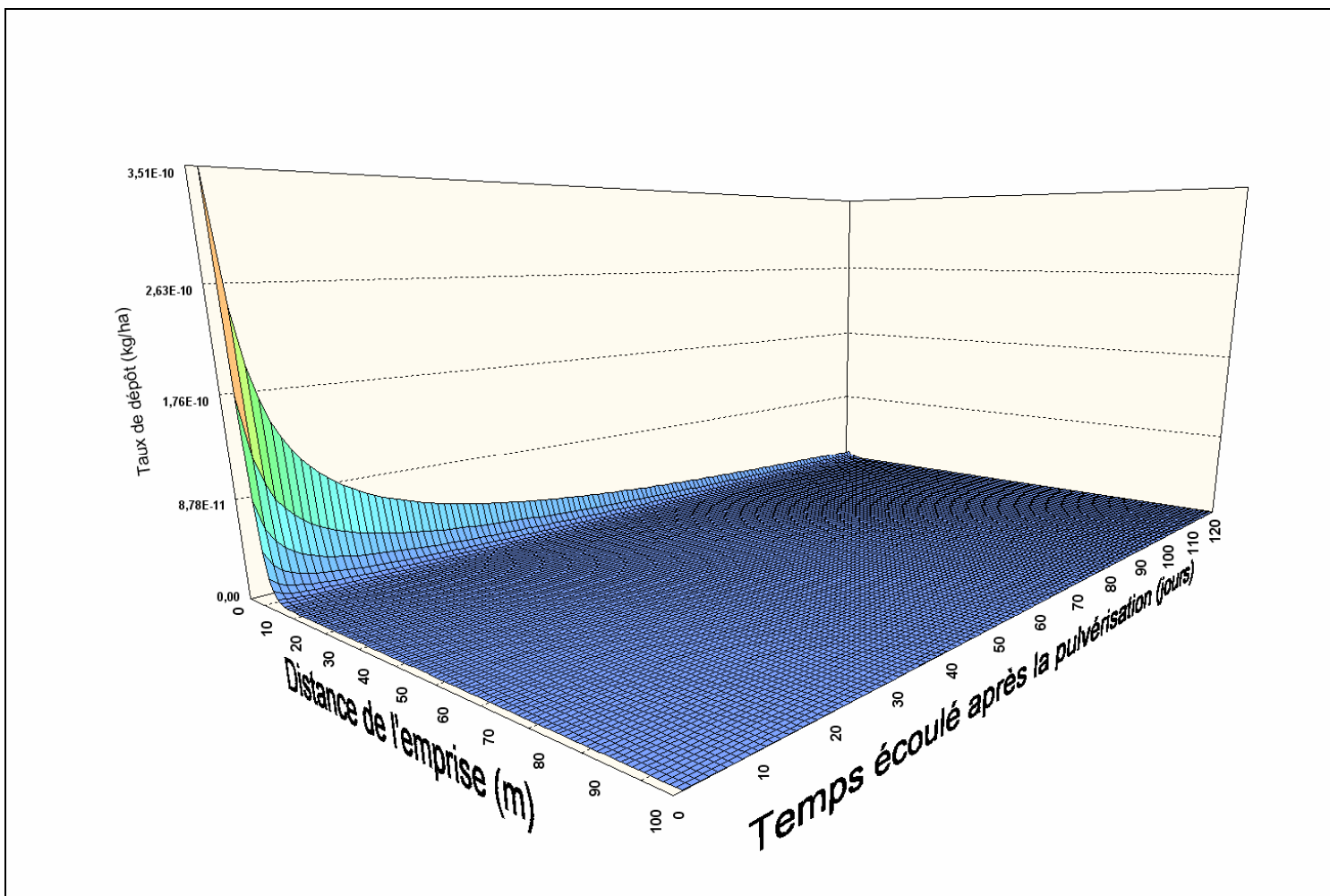


Figure 10-41 : Taux de dépôt hors emprise estimés du 2,4-D selon le scénario 1

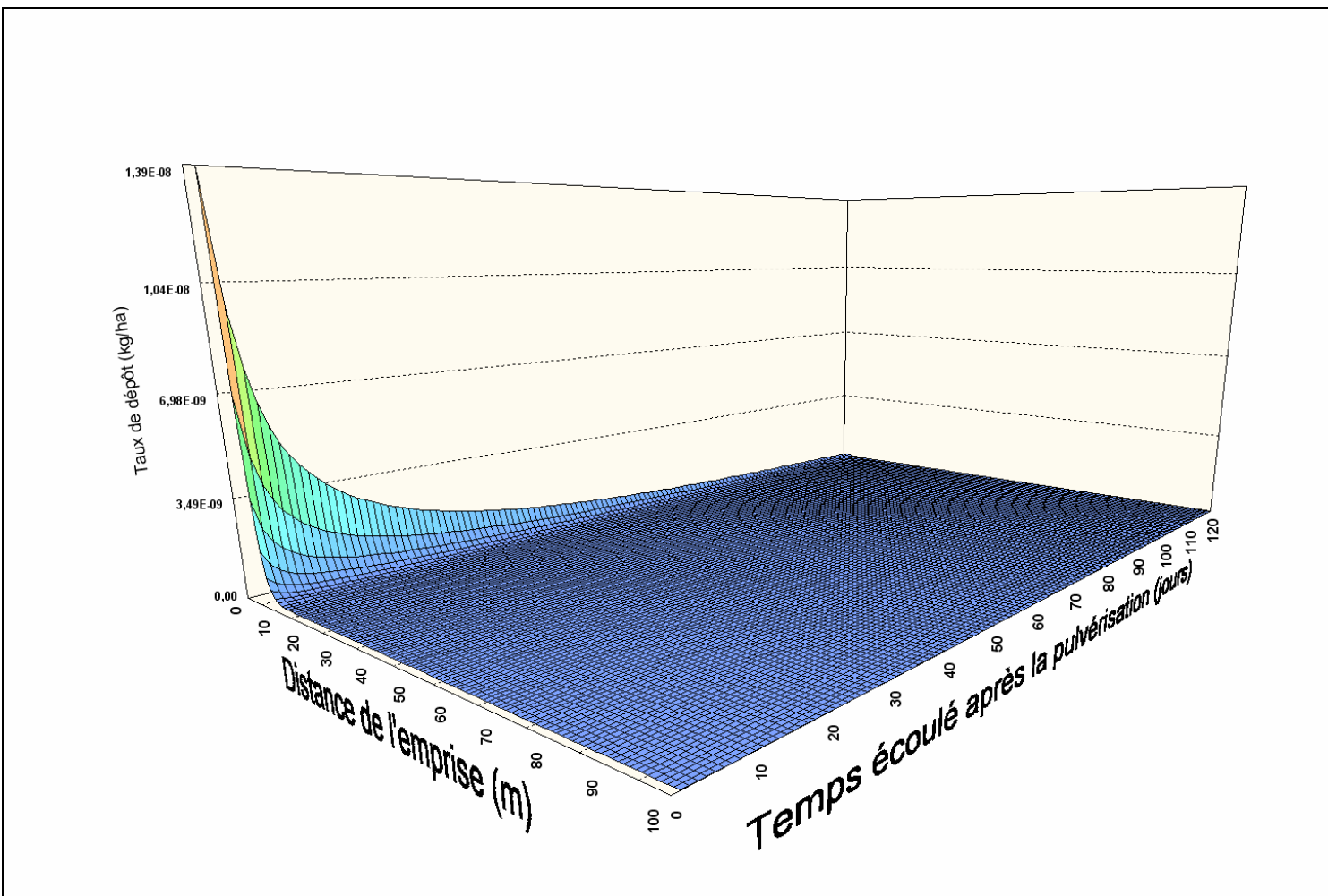


Figure 10-42 : Taux de dépôt hors emprise estimés du 2,4-D selon le scénario 2

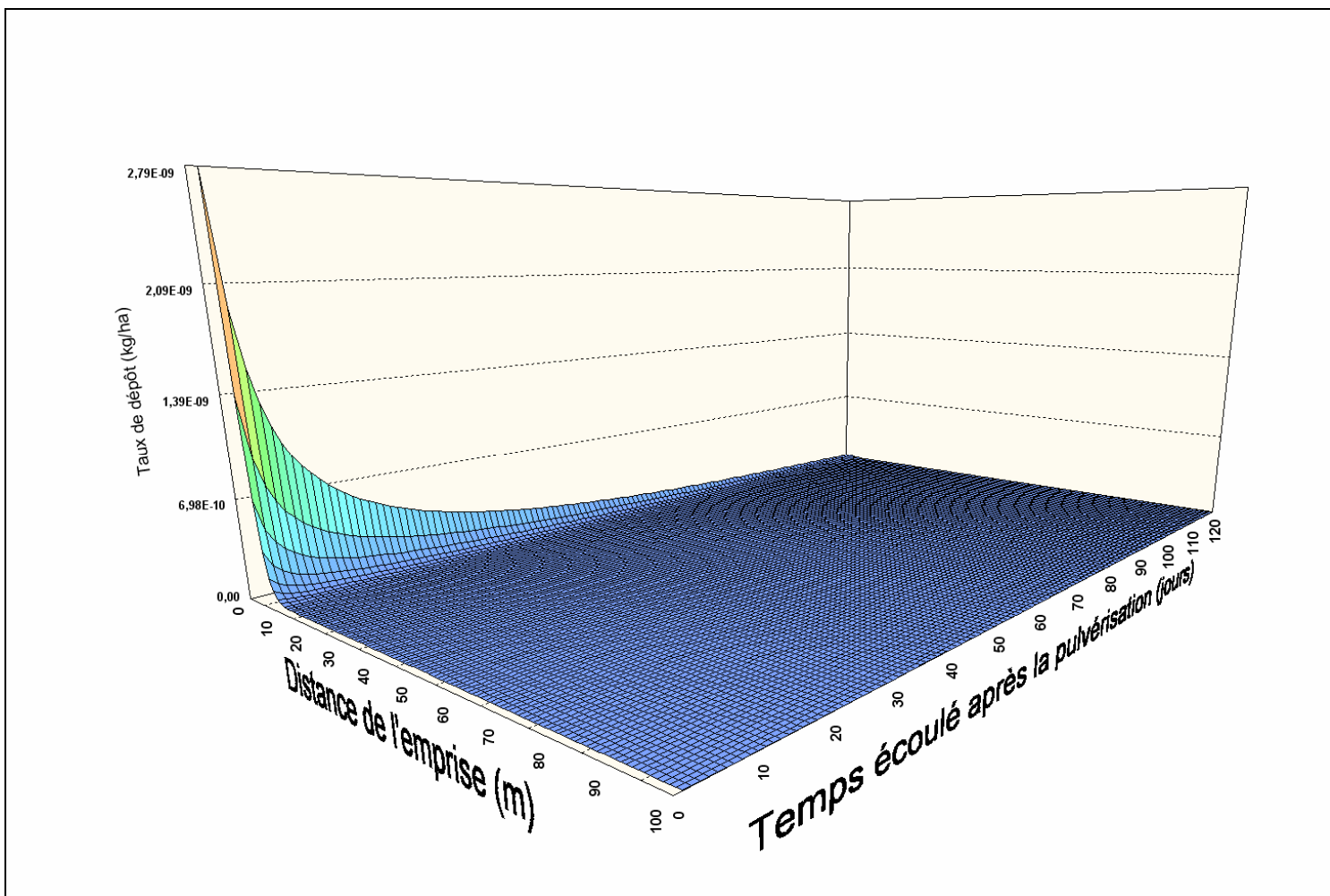


Figure 10-43 : Taux de dépôt hors emprise estimés du 2,4-D selon le scénario 3

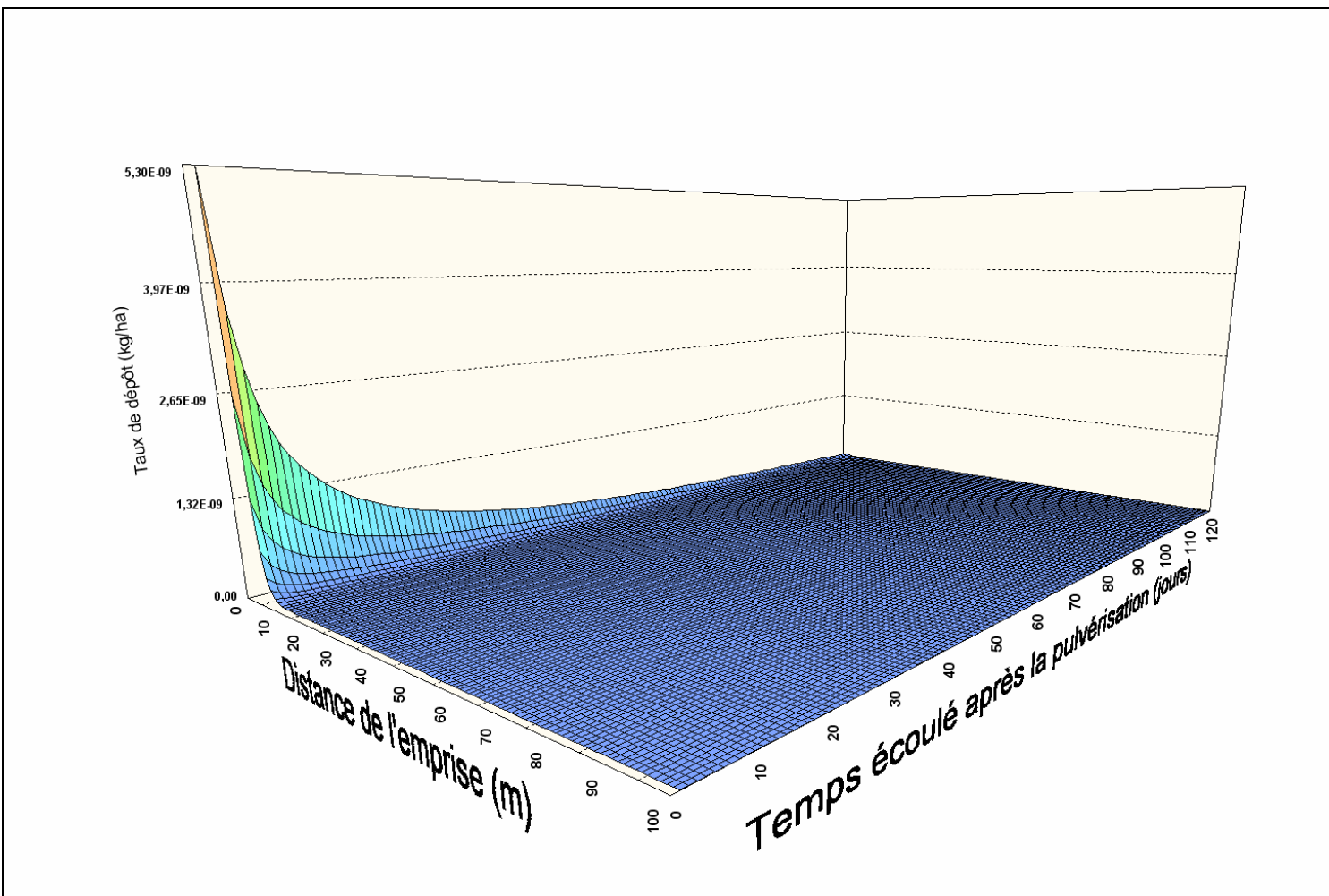


Figure 10-44 : Taux de dépôt hors emprise estimés du dicamba selon le scénario 1

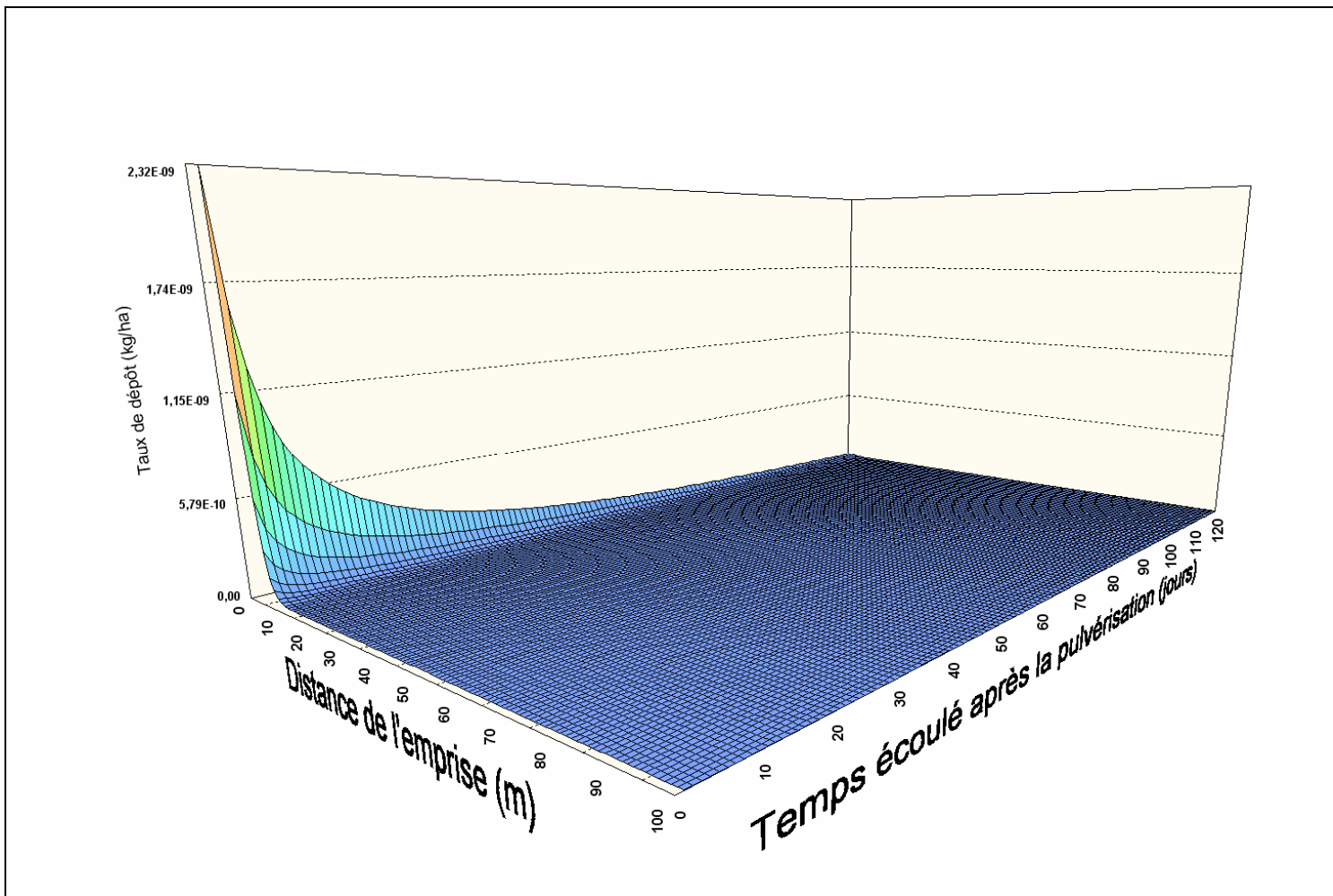


Figure 10-45 : Taux de dépôt hors emprise estimés du dicamba selon le scénario 2

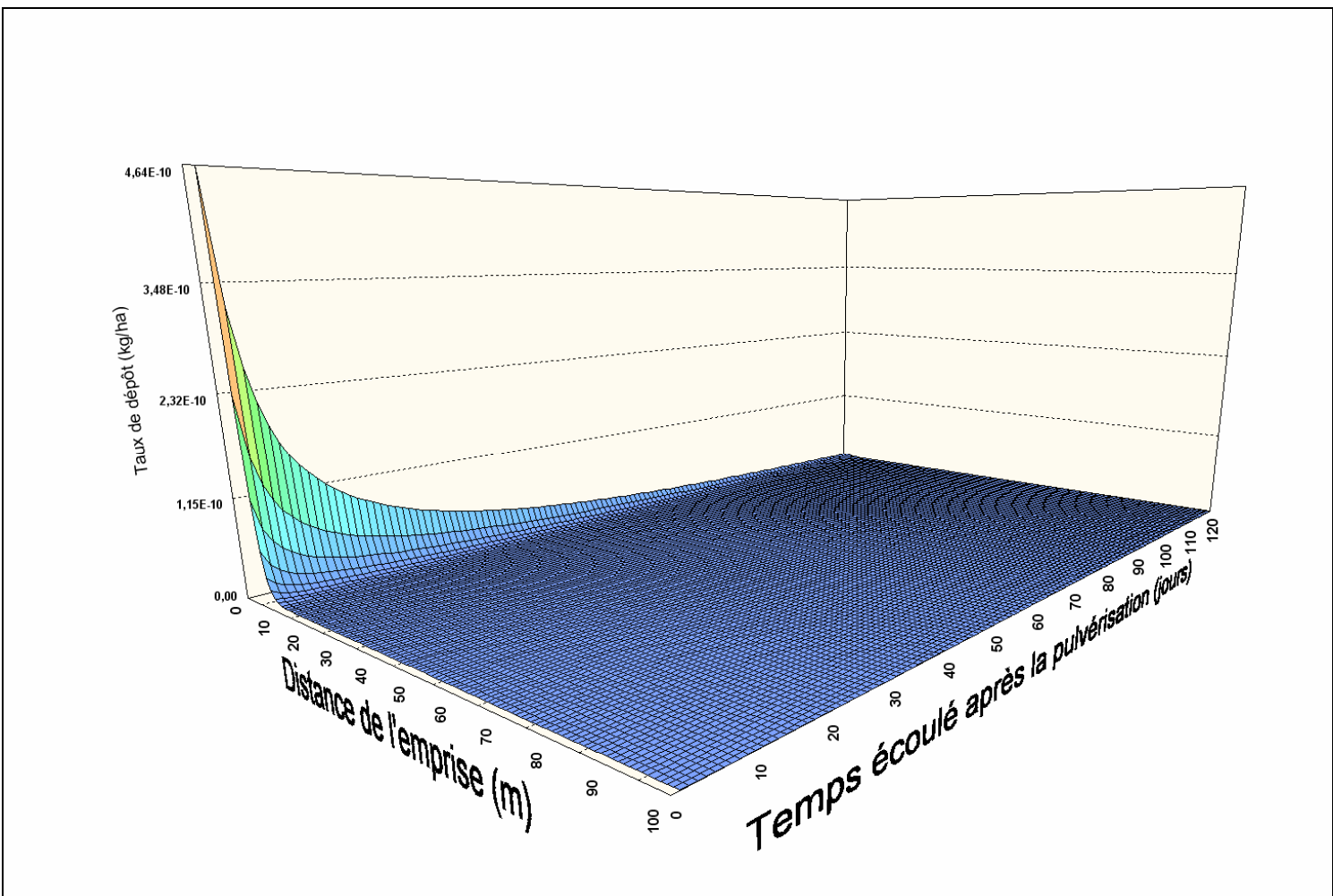


Figure 10-46 : Taux de dépôt hors emprise estimés du dicamba selon le scénario 3

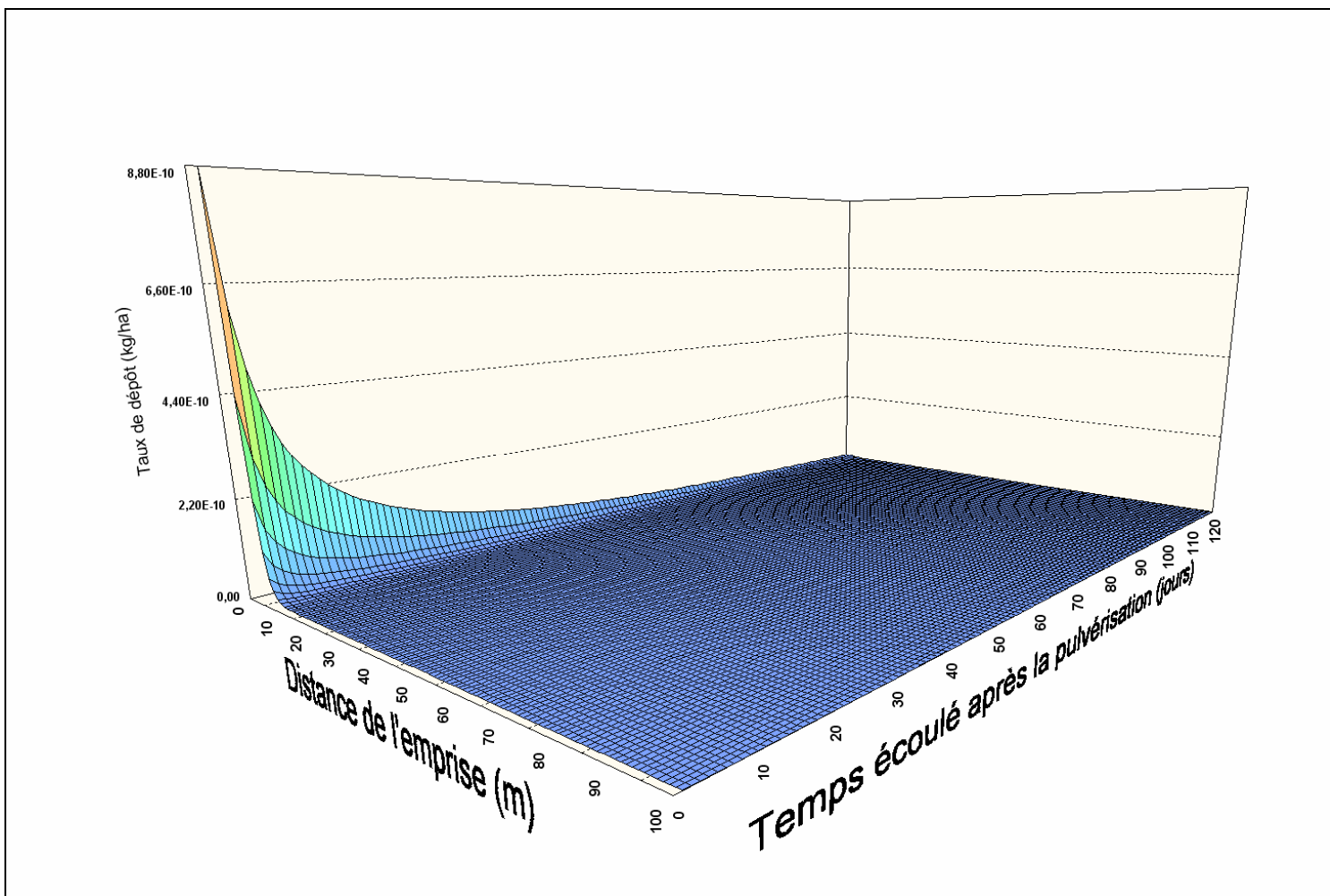


Figure 10-47 : Taux de dépôt hors emprise estimés du piclorame selon le scénario 1

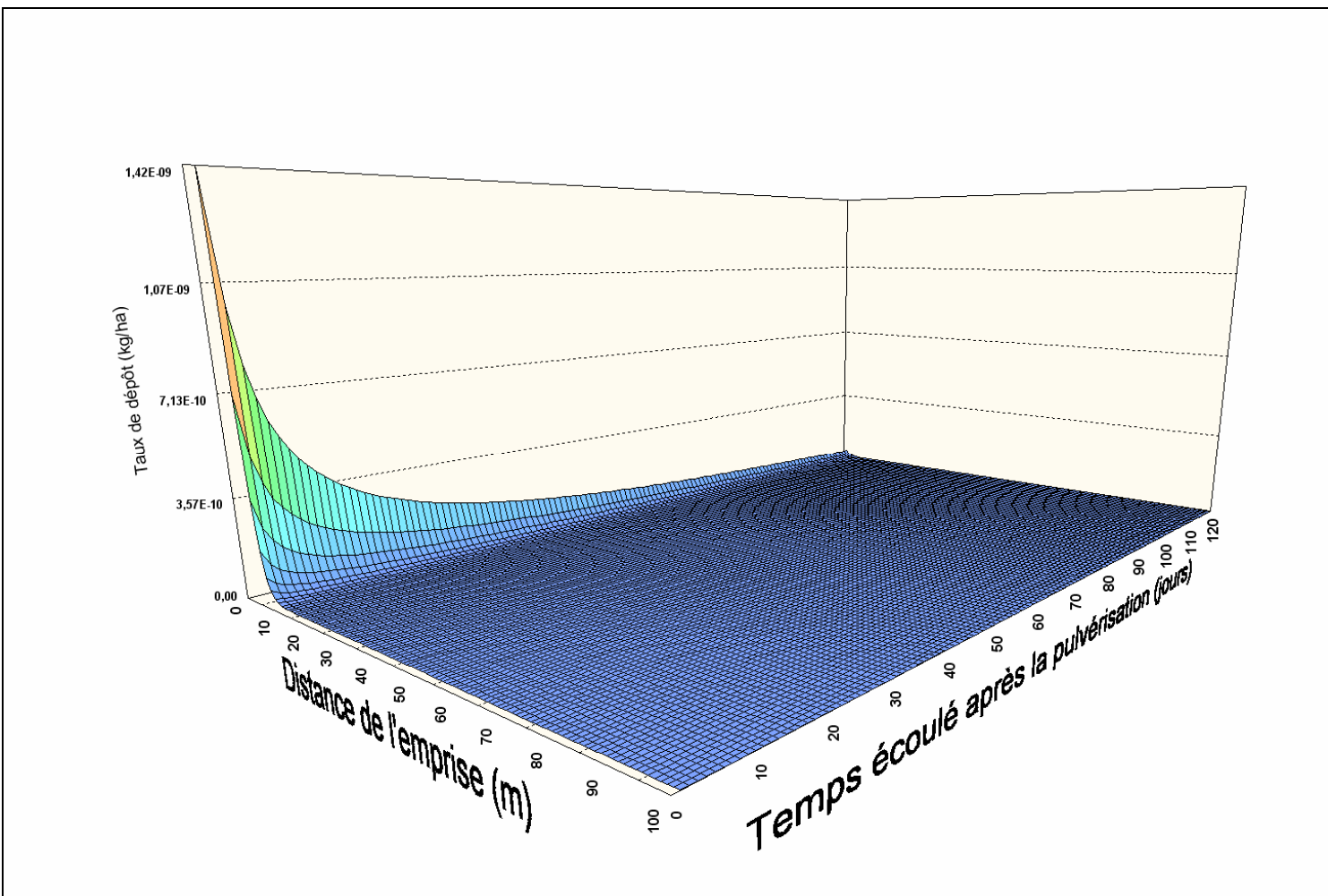


Figure 10-48 : Taux de dépôt hors emprise estimés du piclorame selon le scénario 2

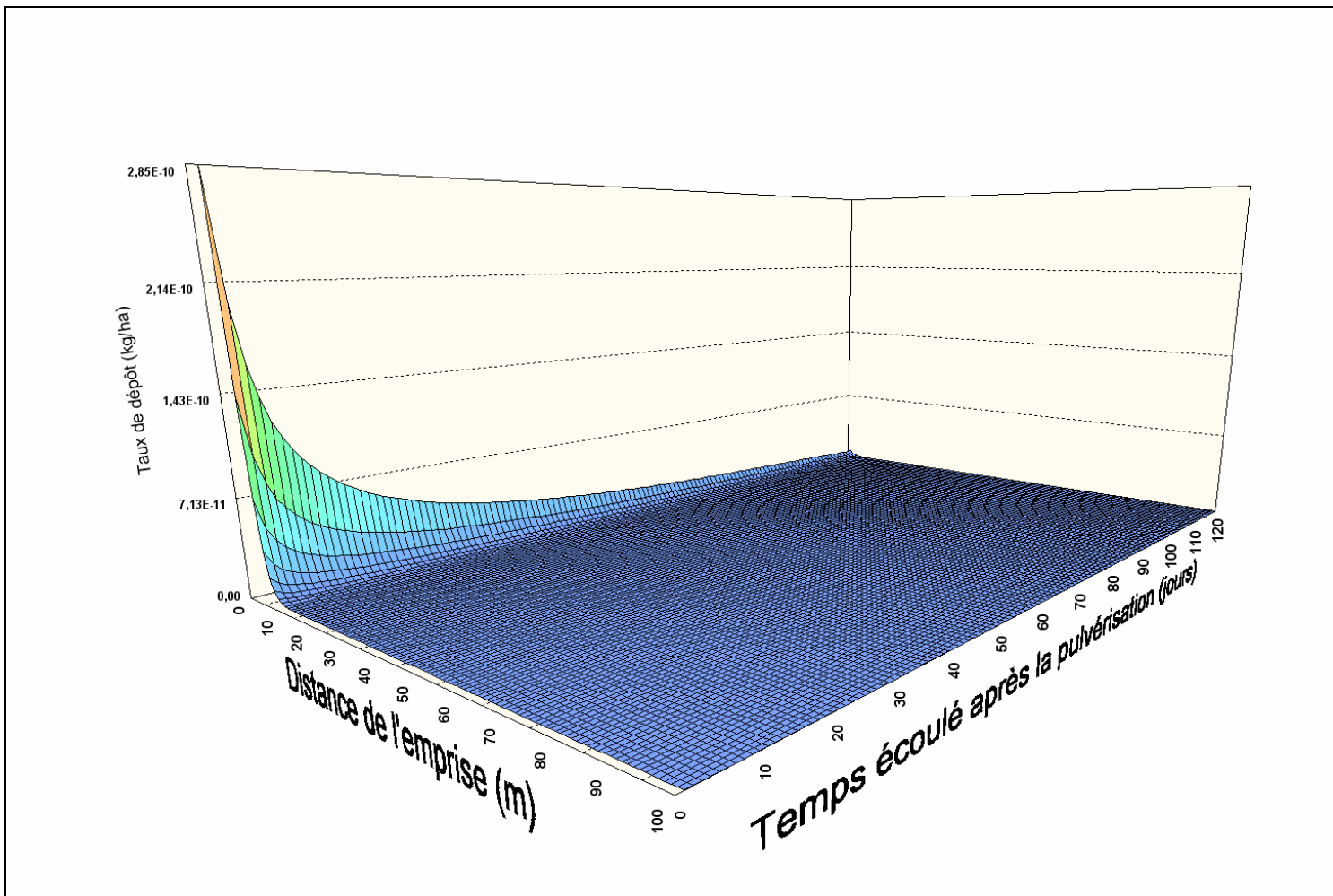


Figure 10-49 : Taux de dépôt hors emprise estimés du piclorame selon le scénario 3

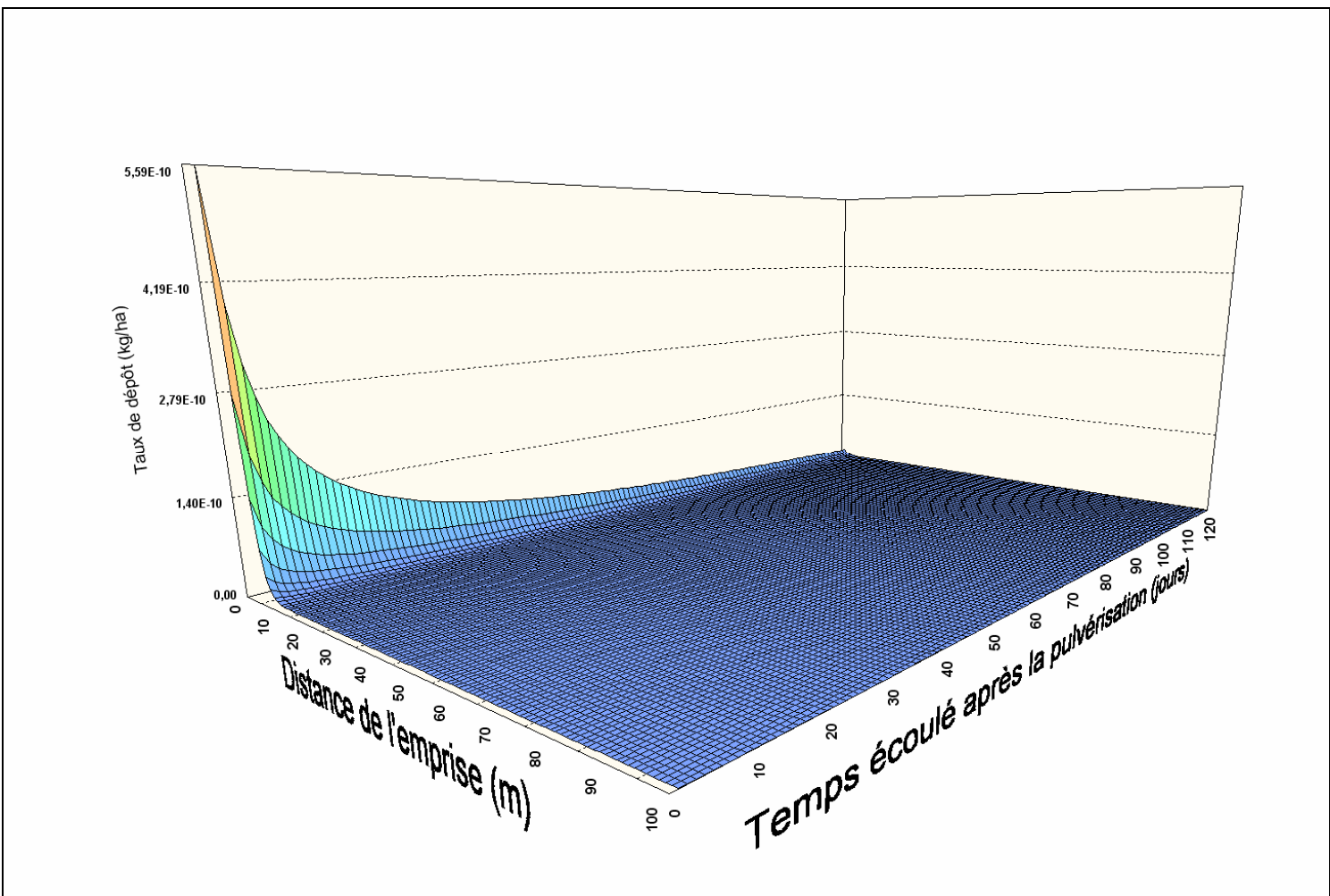


Figure 10-50 : Taux de dépôt hors emprise estimés du triclopyr ester selon le scénario 1

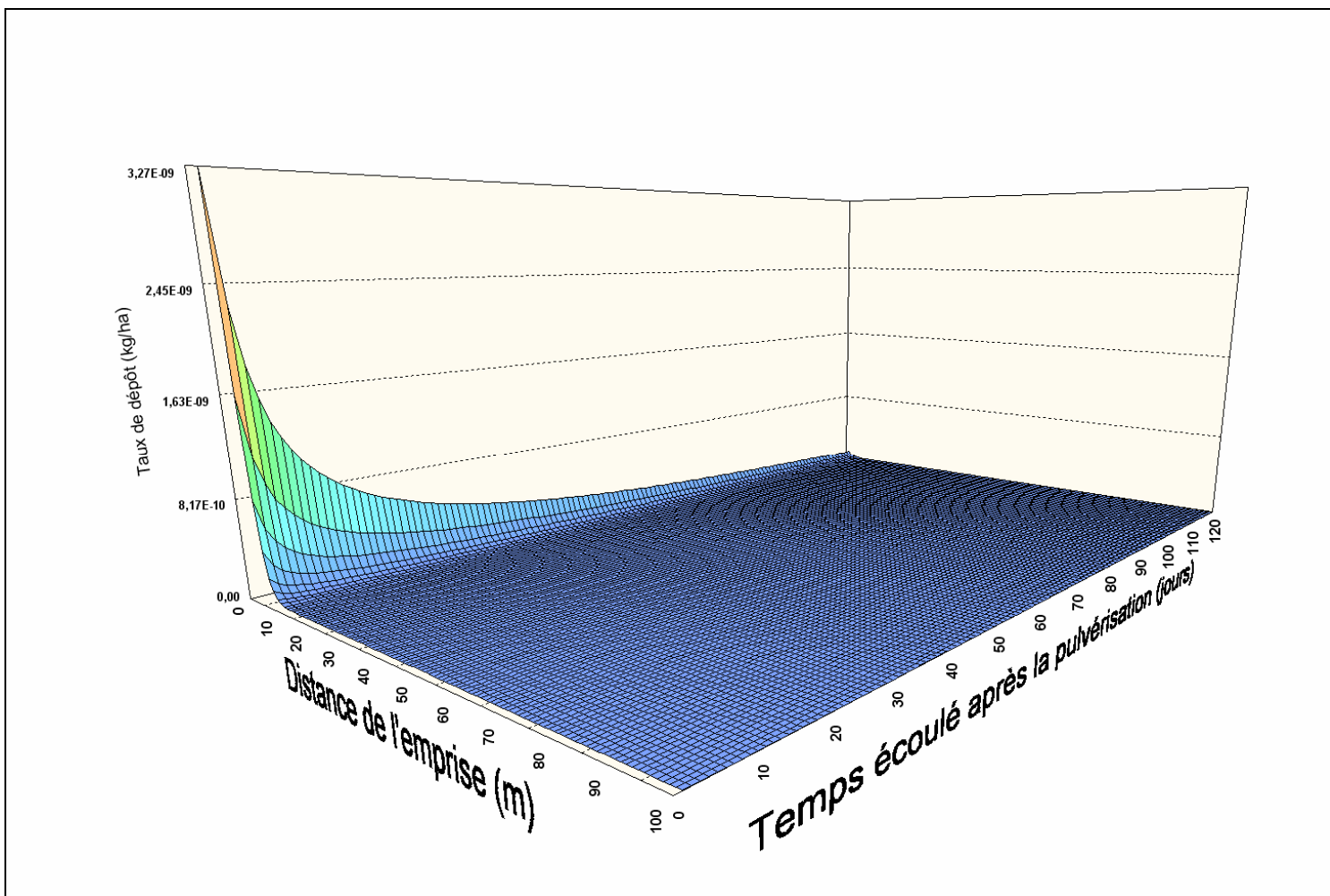


Figure 10-51 : Taux de dépôt hors emprise estimés du triclopyr ester selon le scénario 2

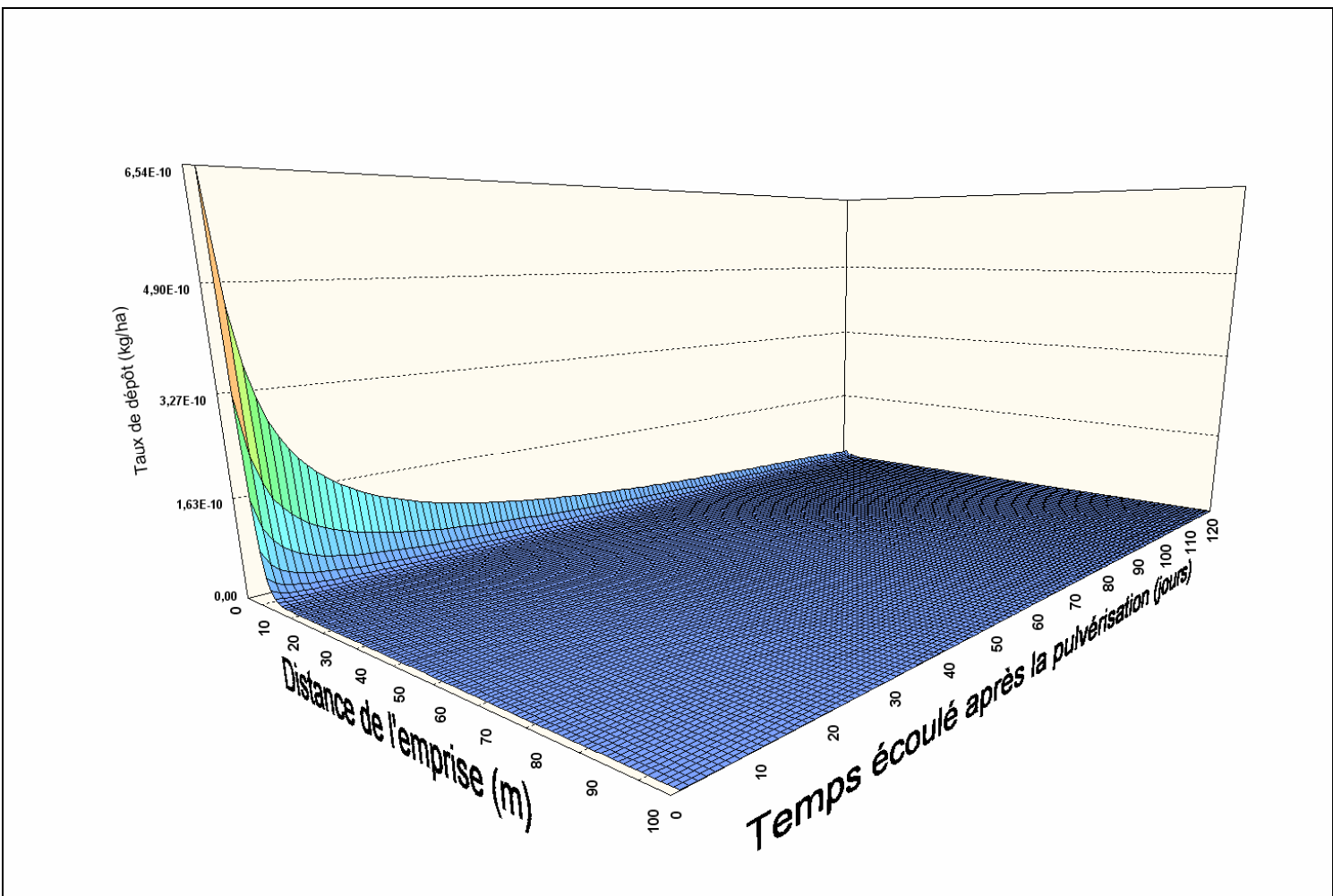


Figure 10-52 : Taux de dépôt hors emprise estimés du triclopyr ester selon le scénario 3

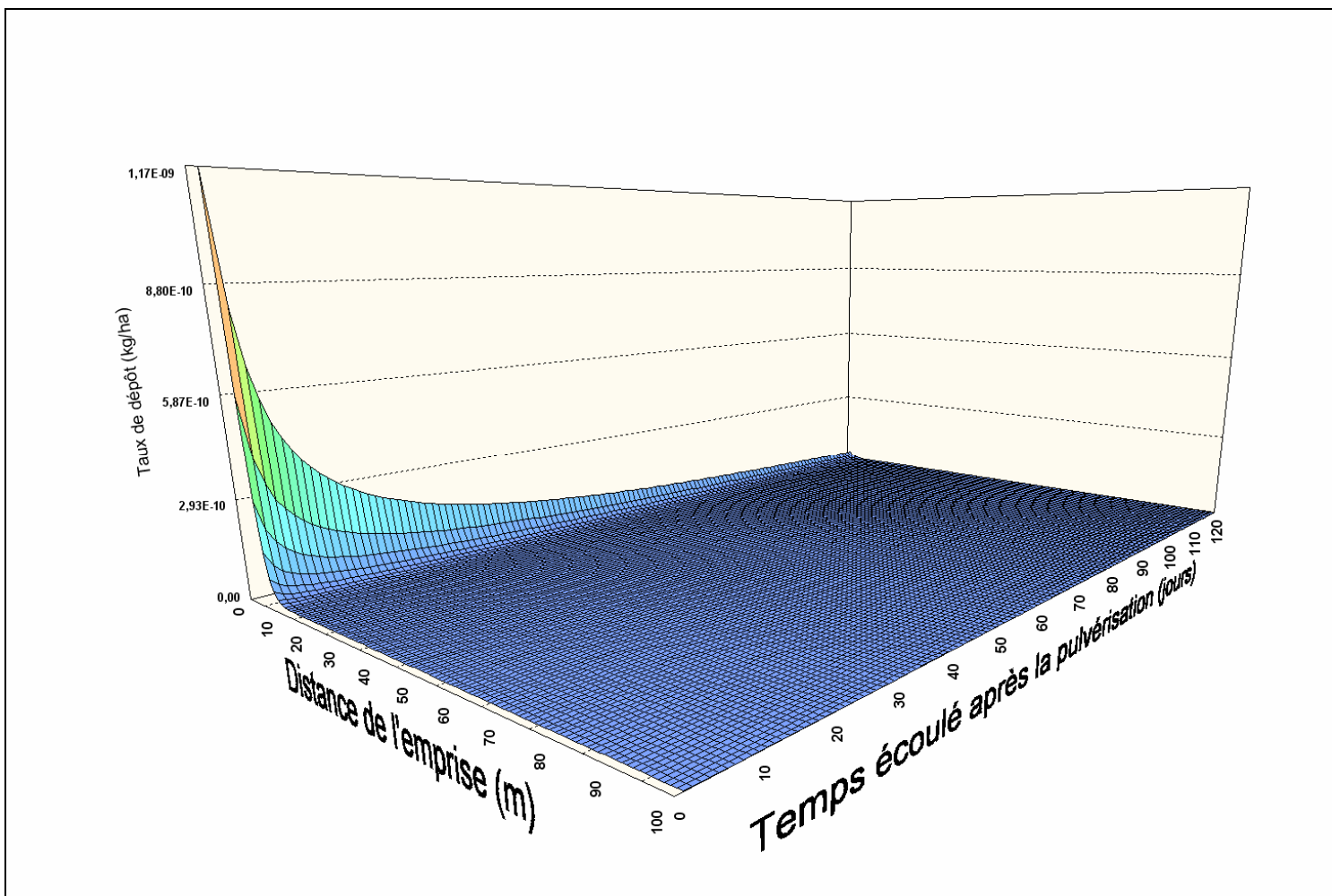


Figure 10-53 : Taux de dépôt hors emprise estimés du triclopyr acide selon le scénario 1

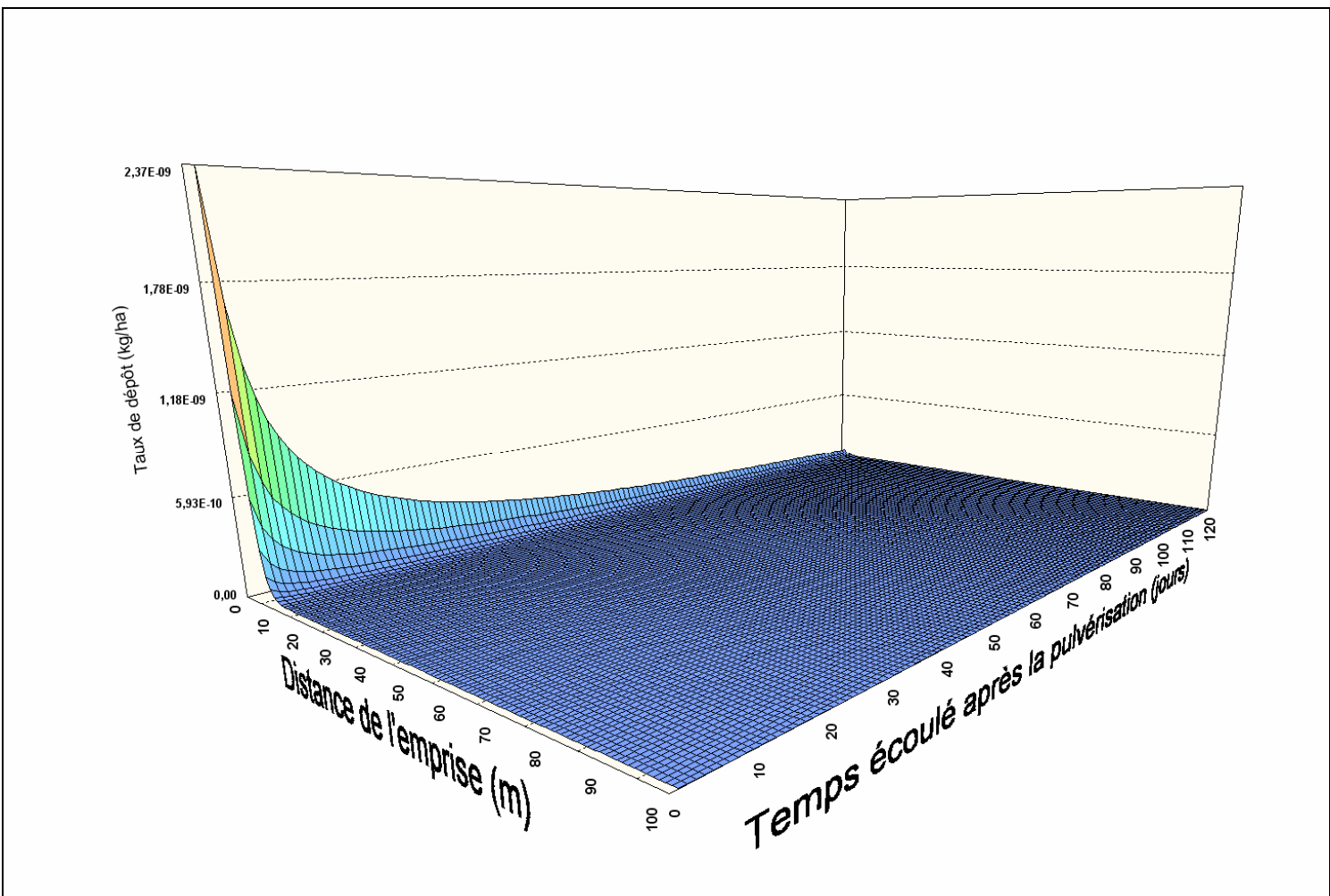


Figure 10-54 : Taux de dépôt hors emprise estimés du triclopyr acide selon le scénario 2

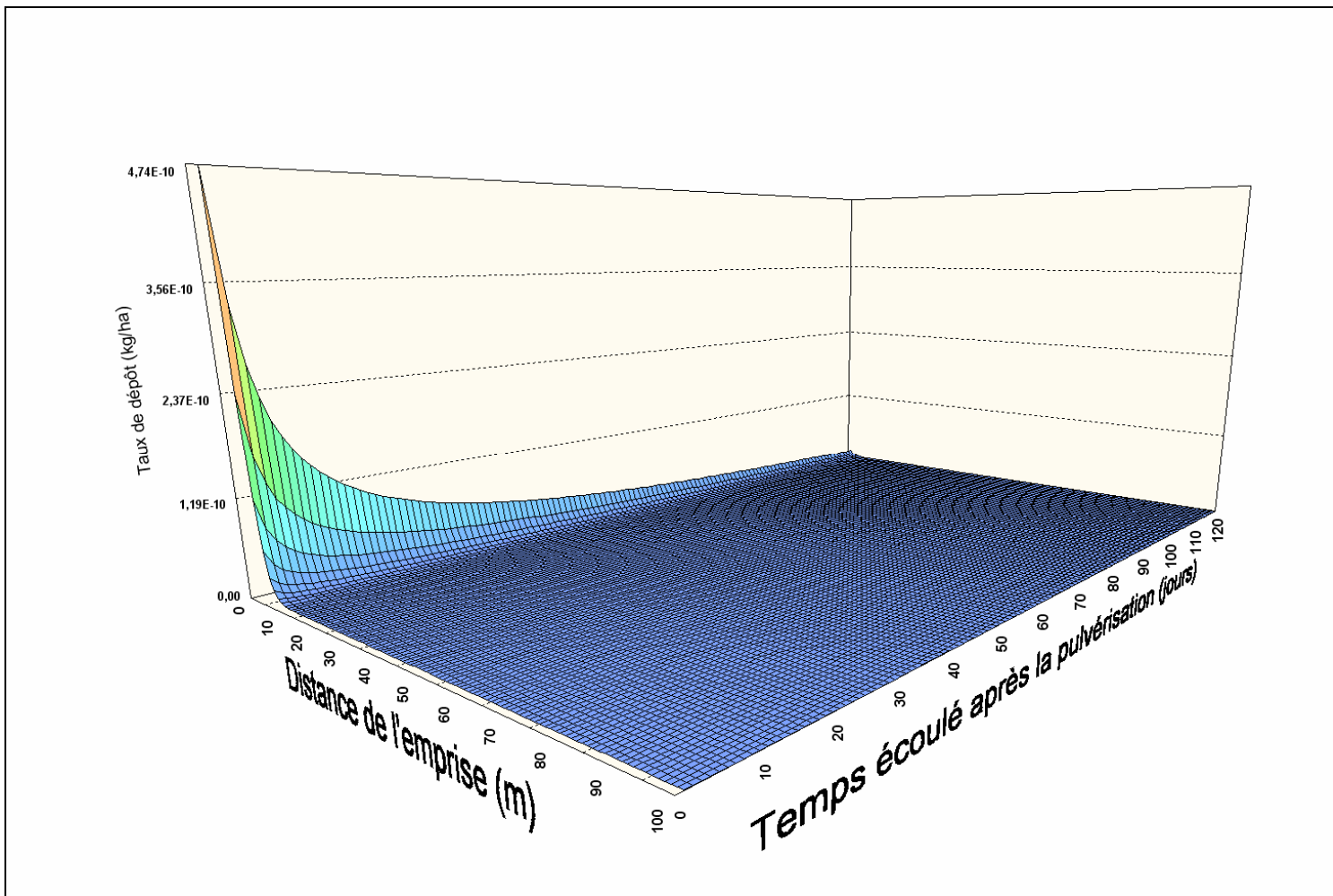
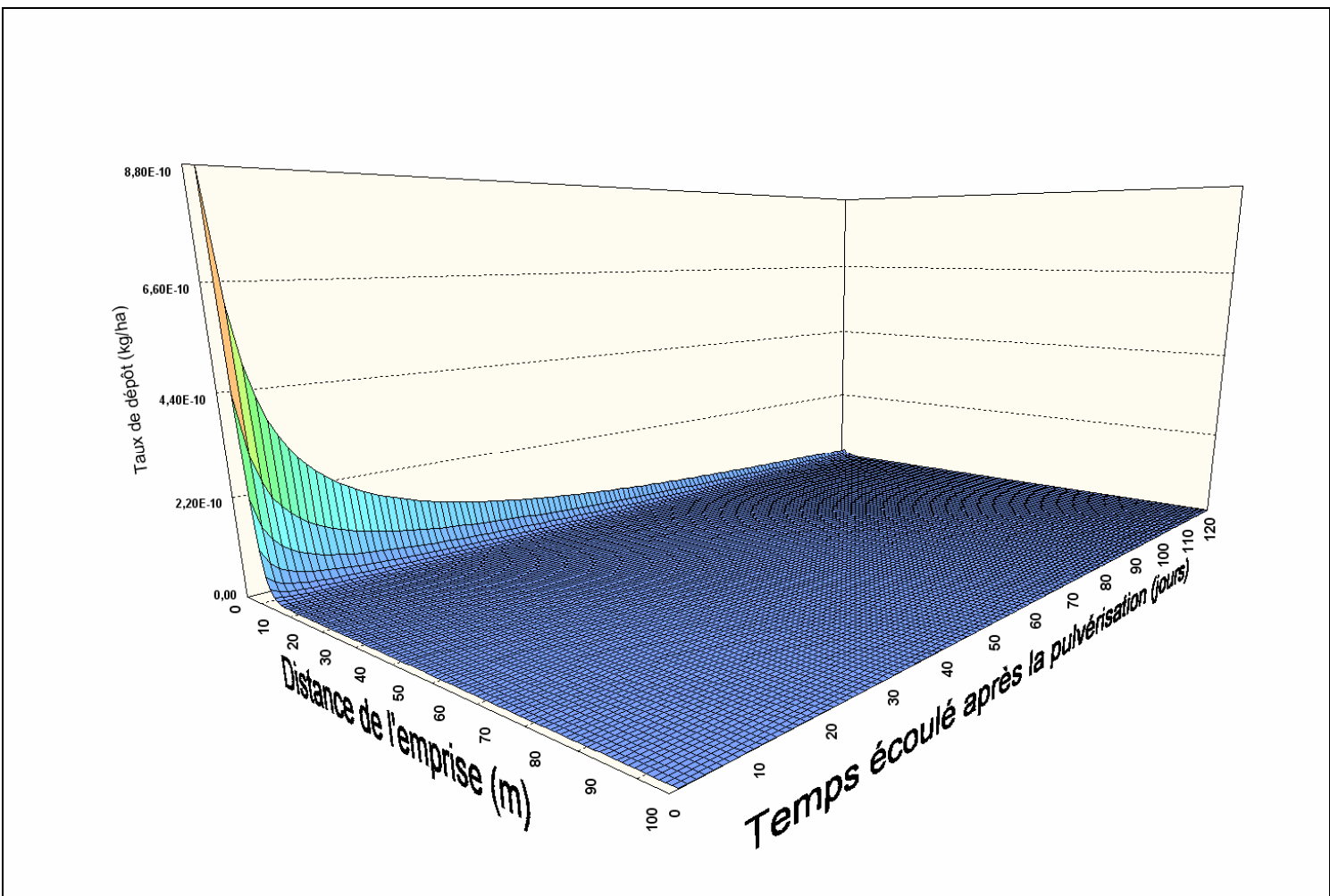


Figure 10-55 : Taux de dépôt hors emprise estimés du triclopyr acide selon le scénario 3



10.6 Estimation des risques écotoxicologiques

L'estimation des risques constitue la dernière étape de l'évaluation. Elle a été effectuée pour chaque substance active et pour chacun des trois scénarios décrits à la section 10.5.3.3. Ces scénarios ont été conçus de manière à maximiser les contaminations dans l'une ou l'autre des composantes environnementales. Ils comprennent donc les conditions maximisant les risques pour l'ensemble des situations prévalant dans les emprises. Les risques associés à chaque mélange de produits commerciaux ont été par la suite intégrés et analysés. L'estimation des risques est détaillée dans les paragraphes suivants.

10.6.1 Modélisation de l'exposition des récepteurs écologiques

L'exposition des différents récepteurs a été modélisée à partir des concentrations multimédias estimées. La modélisation de l'exposition permet d'estimer quantitativement, à l'aide d'un modèle mathématique, les concentrations ou les doses auxquelles chaque récepteur serait soumis selon les hypothèses conservatrices utilisées en fonction des concentrations se trouvant dans les différents milieux.

Les doses d'exposition des récepteurs écologiques à contact indirect (organismes exposés via la chaîne trophique) ont été modélisées à cette étape. Toutes les relations biotiques et abiotiques, telles que l'inhalation, l'ingestion, le contact direct, la bioconcentration, l'absorption radriculaire, la fixation foliaire ou le milieu de support, ont été prises en compte.

La présente étude estime les risques pour les récepteurs écologiques susceptibles de se trouver dans l'emprise ou de la fréquenter. De manière plus précise, les risques ont été estimés comme suit pour les divers types de récepteurs :

- pour les micro-organismes du sol, les invertébrés du sol et les invertébrés terrestres et aériens, les risques sont estimés pour des organismes directement présents dans l'emprise ;
- pour la végétation, les risques ont été estimés hors de l'emprise ; il n'est pas pertinent d'estimer les risques pour les végétaux dans l'emprise puisque l'objectif même du programme de pulvérisation de phytocides est la maîtrise de la végétation ;
- pour tous les organismes aquatiques (phytoplancton/périphyton, zooplancton, invertébrés aquatiques, Omble de fontaine), les risques ont été estimés à partir des concentrations dans l'eau de l'étang situé hors de l'emprise, à une distance de celle-ci correspondant à la zone d'exclusion prévue par Hydro-Québec ;
- pour tous les autres organismes (Grenouille des bois, oiseaux, mammifères), les risques ont été estimés pour des individus qui pourraient habiter ou fréquenter l'emprise, compte tenu de la proportion de l'aire d'alimentation de chaque espèce pouvant chevaucher l'emprise. Ainsi, pour les espèces de petite taille (ex. : Souris à pattes blanches), la totalité de l'aire d'alimentation est incluse dans l'emprise ; par

contre, pour l'Orignal, une faible proportion seulement de l'aire d'alimentation (approximativement 1 %) coïncide avec l'emprise.

L'exposition et les risques ont été estimés pour une exposition tant à court terme qu'à long terme. Compte tenu de la nature particulière de l'exposition potentielle suivant une pulvérisation, l'exposition et les risques à court et à long terme ont été estimés comme suit :

- Les risques à court terme ont été estimés à partir des concentrations maximales dans le média pertinent, pour chacun des récepteurs. Pour les organismes aquatiques, cette concentration est celle qui est calculée pour le jour 2 (lendemain de la pulvérisation), puisqu'on a présumé qu'il avait plu ce jour-là. Les concentrations dans l'étang résultant du ruissellement de surface sont alors maximales. Les risques pour tous les autres récepteurs (en milieu terrestre) ont été estimés à partir des concentrations immédiatement après la pulvérisation (jour 1). Les concentrations sont alors maximales. De plus, on a présumé que les organismes subissaient un contact cutané avec les phytocides soit directement lors de la pulvérisation, soit indirectement avec la végétation arrosée.
- Les risques à long terme ont été estimés à partir de la concentration moyenne des 30 premiers jours suivant la pulvérisation. La concentration moyenne durant cette période est présumée correspondre au niveau d'exposition susceptible de donner lieu à des effets découlant d'une exposition à long terme.

Pour les amphibiens, oiseaux et mammifères susceptibles de subir une exposition par voie cutanée (court terme), celle-ci a été estimée en tenant compte de l'exposition directe lors de la pulvérisation pour les organismes de petite taille (Grenouille des bois, Bruant à gorge blanche, Gêlinotte huppée, Souris à pattes blanches, Tamia rayé, Lièvre d'Amérique), mais pas pour les organismes de plus grande taille (Renard roux, Ours noir, Orignal), dont on suppose qu'il fuient l'emprise à l'approche de l'hélicoptère. Par contre, tous ces organismes sont présumés subir une exposition cutanée indirecte résultant du contact avec la végétation qui a fait l'objet de la pulvérisation de phytocides.

Pour les organismes subissant une exposition directe à la pulvérisation, cette exposition a été estimée comme suit :

- la surface cutanée exposée est présumée correspondre à la totalité de la surface corporelle de l'organisme exposé ;
- pour la Grenouille des bois, le taux d'absorption des phytocides par la peau est présumé être de 100 % ; pour tous les autres récepteurs, un taux de 10 % est utilisé.

L'utilisation d'un taux de 100 % pour la grenouille découle de la nature particulière de la peau et de la physiologie des amphibiens. Ces organismes absorbent la presque totalité de l'eau dont ils ont besoin par la peau, plutôt que par ingestion. Certaines espèces utilisent même le contact cutané avec le sol pour absorber l'eau qui y est

présente. Comme le recommandent Birge et coll. (2000), il est donc présumé que les concentrations dissoutes de phytocides sont entièrement et instantanément absorbées par la peau de la grenouille. Pour les autres organismes, un taux de 10 % constitue selon toute probabilité une hypothèse prudente tendant à surestimer l'absorption réelle.

La dose cutanée directe est donc estimée comme suit :

$$DCD_r = \frac{TEP \times Sc_r \times A}{Pds_r} \quad (1.11)$$

où

DCD_r : dose cutanée par contact direct (mg/kg) ;
TEP : taux de pulvérisation du phytocide (mg/m²) ;
Sc_r : surface corporelle du récepteur *r* (m²) ;
A : taux d'absorption (fraction) ;
Pds_r : poids corporel du récepteur *r* (kg).

La dose indirecte par voie cutanée résultant du contact avec la végétation est estimée à partir d'une proportion de la surface du récepteur qui est présumée entrer en contact avec la végétation. Cette proportion est elle-même estimée selon l'équation proposée par le USDA (1988) :

$$P_{\text{contact}} = 2,89 (Pds)^{-0,3775} \quad (1.12)$$

où

P_{contact} : proportion de la surface corporelle en contact avec la végétation (fraction).

La dose cutanée par contact indirect est ensuite estimée comme une fraction de la dose par contact direct :

$$DCI_r = DCD_r \times P_{\text{contact}} \quad (1.13)$$

où

DCI_r : dose par contact indirect pour le récepteur *r* (mg/kg).

Enfin, la dose par ingestion pouvant résulter du léchage de la fourrure a également été prise en compte chez les mammifères. Pour ce faire, la proportion de la fourrure léchée par l'animal est estimée selon l'équation proposée par le USDA (1988) :

$$P_{\text{léchage}} = 1,72 (Pds)^{-0,29} \quad (1.14)$$

où

$P_{\text{léchage}}$: proportion de la surface corporelle léchée par l'animal (fraction).

La dose par léchage est évaluée comme étant la totalité de la dose n'ayant pas été absorbée par voie cutanée, sur la surface léchée par l'animal.

10.6.2 Calcul des indices de risque

L'estimation des risques consiste à calculer les indices de risque sur la base de la caractérisation toxicologique et des concentrations ou doses d'exposition. L'indice de risque représente le rapport des concentrations ou doses d'exposition calculées et des concentrations ou doses correspondant au niveau d'effet toléré (valeurs de référence). Un indice de risque inférieur à 1,0 indique donc l'absence de risque pour le récepteur écologique concerné. Par contre, les valeurs de référence étant établies de façon à dépister des risques potentiels, une valeur d'indice de risque supérieure à 1,0 n'indique pas nécessairement un risque réel et signale plutôt la possibilité d'un risque.

L'attribution des valeurs de référence à chaque récepteur du modèle conceptuel est décrite dans le tableau 10-28.

Les indices de risque calculés pour les divers récepteurs écologiques et les divers scénarios sont présentés numériquement dans les tableaux 10-29 à 10-34 et graphiquement dans les figures 10-56 à 10-61, pour les risques tant à court terme qu'à long terme.

Ces résultats indiquent que tous les indices de risque estimés sont inférieurs à 1,0, sauf pour les végétaux aquatiques (Nénuphar à fleurs panachées et phytoplancton/périphyton), qui obtiennent des indices de risque légèrement supérieurs à l'unité pour le dicamba (court et long terme) et le 2,4-D (long terme seulement) selon le scénario 1, soit celui qui favorise le ruissellement vers le plan d'eau situé hors de l'emprise. Ces résultats indiquent donc que, dans des conditions normales, les taux de pulvérisation prévus pour les divers phytocides ne sont pas de nature à constituer un risque écotoxicologique important, mais que certaines des formulations considérées pourraient néanmoins avoir un faible impact sur la végétation aquatique lorsque les conditions de terrain sont particulièrement propices au ruissellement de surface. Les indices de risque dans ces conditions demeurent relativement faibles (2,7 à court terme et 8,8 à long terme), ce qui permet de croire que l'impact serait faible.

Tableau 10-28 : Correspondance entre les valeurs de référence et les récepteurs du modèle conceptuel de l'écosystème

Récepteur écologique	Valeur de référence
Végétation herbacée	Végétaux terrestres
Végétation arbustive	Végétaux terrestres
Végétation arborescente	Végétaux terrestres
Ombre de fontaine	Poissons
Invertébrés aquatiques	Micro-organismes et invertébrés aquatiques
Grenouille des bois	Amphibiens
Invertébrés terrestres et aériens	Invertébrés du sol <i>pour les organismes dont les larves se développent dans le sol ou les végétaux</i> Micro-organismes et invertébrés aquatiques <i>pour les organismes qui se développent dans l'eau</i>
Gélinotte huppée	Oiseaux
Grand-duc d'Amérique	Oiseaux
Bruant à gorge blanche	Oiseaux
Lièvre d'Amérique	Mammifères
Tamia rayé	Mammifères
Souris à pattes blanches	Mammifères
Renard roux	Mammifères
Ours noir	Mammifères
Orignal	Mammifères
Nénuphar à fleurs panachées	Végétaux aquatiques
Micro-organismes du sol	Micro-organismes du sol
Invertébrés du sol	Invertébrés du sol
Phytoplancton/périphyton	Végétaux aquatiques
Zooplancton	Micro-organismes et invertébrés aquatiques

Comme les substances en cause sont sélectionnées pour leurs propriétés phytocides, la plus grande sensibilité des végétaux aquatiques n'est pas étonnante. Il faut toutefois noter que des indices de risque supérieurs à l'unité n'ont été obtenus que pour le scénario maximisant les risques pour les composantes aquatiques de l'écosystème. Ce résultat ne s'applique donc qu'à une faible proportion de la zone d'étude.

Tableau 10-29 : Sommaire des indices de risque estimés à court terme selon le scénario 1

Récepteur	Triisopropano- lamine (TIPA)	Diglycolamine (DGA)	2,4-D dimé- thylamine (2,4-D DMA)	2,4-D	Dicamba	Piclorame	Triclopyr ester	Triclopyr acide
Végétation herbacée			7,51E-09	4,50E-09	1,44E-06	5,94E-06	1,02E-06	7,41E-07
Végétation arbustive			7,51E-09	4,50E-09	1,44E-06	5,94E-06	1,02E-06	7,41E-07
Végétation arborescente			7,51E-09	4,50E-09	1,44E-06	5,94E-06	1,02E-06	7,41E-07
Micro-organismes du sol			5,40E-04	0,038	0,0016	0,098		
Invertébrés du sol			7,71E-05				7,91E-05	5,58E-05
Invertébrés terrestres/aériens			0,76				0,35	0,40
Nénuphar à fleurs panachées			0,060	0,051	2,70	0,0094	0,74	0,23
Phytoplancton/périphyton			0,060	0,051	2,70	0,0094	0,74	0,23
Zooplancton	0,0049		0,029	0,27	0,19	0,051	0,0082	0,11
Invertébrés aquatiques	0,0049		0,029	0,27	0,19	0,051	0,0082	0,11
Omble de fontaine	0,28		6,59E-04	0,15	0,051	0,21	0,18	0,13
Grenouille des bois			5,30E-04	0,28	0,0065	0,0093	5,60E-04	0,13
Gélinotte huppée			0,018	0,024	0,018	0,0014	0,0032	0,0030
Grand-duc d'Amérique			2,77E-04	5,03E-04	2,94E-04	2,05E-05	1,12E-04	5,49E-05
Bruant à gorge blanche			0,17	0,23	0,17	0,013	0,029	0,028
Lièvre d'Amérique	2,91E-04	7,93E-05	0,19	0,22	0,040	0,045	0,027	0,15
Tamia rayé	6,73E-04	3,47E-05	0,0064	0,0080	0,0014	0,0015	0,0012	0,0052
Souris à pattes blanches	5,16E-04	2,71E-05	0,0064	0,0079	0,0014	0,0015	0,0011	0,0052
Renard roux	0,0011	5,60E-05	0,0021	0,0039	5,36E-04	6,26E-04	8,20E-04	0,0018
Ours noir	2,18E-04	5,77E-05	0,14	0,16	0,029	0,033	0,020	0,11
Orignal	1,31E-04	4,07E-05	0,10	0,12	0,022	0,026	0,014	0,079

Tableau 10-30 : Sommaire des indices de risque estimés à court terme selon le scénario 2

Récepteur	Triisopropano- lamine (TIPA)	Diglycolamine (DGA)	2,4-D dimé- thylamine (2,4-D DMA)	2,4-D	Dicamba	Piclorame	Triclopyr ester	Triclopyr acide
Végétation herbacée			1,50E-09	9,01E-10	2,90E-07	1,18E-06	2,04E-07	1,48E-07
Végétation arbustive			1,50E-09	9,01E-10	2,90E-07	1,18E-06	2,04E-07	1,48E-07
Végétation arborescente			1,50E-09	9,01E-10	2,90E-07	1,18E-06	2,04E-07	1,48E-07
Micro-organismes du sol			1,08E-04	0,0076	3,20E-04	0,019		
Invertébrés du sol			1,54E-05				1,56E-05	1,11E-05
Invertébrés terrestres/aériens			0,76				0,35	0,40
Nénuphar à fleurs panachées			0,0021	0,0017	0,090	3,04E-04	0,025	0,0076
Phytoplancton/périphyton			0,0021	0,0017	0,090	3,04E-04	0,025	0,0076
Zooplancton	1,19E-04		9,76E-04	0,0091	0,0062	0,0017	2,78E-04	0,0036
Invertébrés aquatiques	1,19E-04		9,76E-04	0,0091	0,0062	0,0017	2,78E-04	0,0036
Ombre de fontaine	0,0069		2,25E-05	0,0050	0,0017	0,0069	0,0060	0,0043
Grenouille des bois			2,14E-05	0,010	2,25E-04	3,16E-04	3,42E-05	0,0044
Gélinotte huppée			0,049	0,065	0,047	0,0038	0,0082	0,0081
Grand-duc d'Amérique			2,77E-04	5,03E-04	2,94E-04	2,05E-05	1,12E-04	5,49E-05
Bruant à gorge blanche			0,20	0,27	0,20	0,016	0,034	0,034
Lièvre d'Amérique	3,03E-04	9,66E-05	0,24	0,27	0,051	0,057	0,034	0,19
Tamias rayé	6,74E-04	3,59E-05	0,010	0,012	0,0022	0,0024	0,0017	0,0081
Souris à pattes blanches	5,18E-04	2,90E-05	0,012	0,014	0,0025	0,0028	0,0018	0,0095
Renard roux	0,0011	5,60E-05	0,0021	0,0039	5,36E-04	6,26E-04	8,20E-04	0,0018
Ours noir	2,25E-04	6,73E-05	0,16	0,19	0,035	0,039	0,024	0,13
Orignal	1,40E-04	5,52E-05	0,15	0,16	0,030	0,036	0,020	0,11

Tableau 10-31 : Sommaire des indices de risque estimés à court terme selon le scénario 3

Récepteur	Triisopropano- lamine (TIPA)	Diglycolamine (DGA)	2,4-D dimé- thylamine (2,4-D DMA)	2,4-D	Dicamba	Piclorame	Triclopyr ester	Triclopyr acide
Végétation herbacée			2,70E-09	1,71E-09	5,50E-07	2,33E-06	3,67E-07	2,75E-07
Végétation arbustive			2,70E-09	1,71E-09	5,50E-07	2,33E-06	3,67E-07	2,75E-07
Végétation arborescente			2,70E-09	1,71E-09	5,50E-07	2,33E-06	3,67E-07	2,75E-07
Micro-organismes du sol			8,80E-04	0,061	0,0025	0,16		
Invertébrés du sol			1,26E-04				1,26E-04	9,07E-05
Invertébrés terrestres/aériens			0,76				0,35	0,40
Nénuphar à fleurs panachées			3,29E-04	2,80E-04	0,015	5,04E-05	0,0040	0,0012
Phytoplancton/périphyton			3,29E-04	2,80E-04	0,015	5,04E-05	0,0040	0,0012
Zooplancton	2,61E-05		1,57E-04	0,0015	0,0010	2,76E-04	4,40E-05	5,67E-04
Invertébrés aquatiques	2,61E-05		1,57E-04	0,0015	0,0010	2,76E-04	4,40E-05	5,67E-04
Omble de fontaine	0,0015		3,62E-06	8,24E-04	2,76E-04	0,0011	9,43E-04	6,89E-04
Grenouille des bois			6,34E-06	0,0022	4,35E-05	6,45E-05	1,88E-05	6,99E-04
Gélinotte huppée			0,012	0,017	0,012	9,53E-04	0,0022	0,0021
Grand-duc d'Amérique			2,77E-04	5,03E-04	2,94E-04	2,05E-05	1,12E-04	5,49E-05
Bruant à gorge blanche			0,17	0,23	0,17	0,013	0,029	0,028
Lièvre d'Amérique	2,91E-04	7,84E-05	0,19	0,21	0,040	0,044	0,027	0,15
Tamias rayé	6,73E-04	3,45E-05	0,0059	0,0075	0,0013	0,0014	0,0011	0,0048
Souris à pattes blanches	5,16E-04	2,68E-05	0,0055	0,0070	0,0012	0,0014	0,0010	0,0045
Renard roux	0,0011	5,60E-05	0,0021	0,0039	5,36E-04	6,26E-04	8,20E-04	0,0018
Ours noir	2,18E-04	5,77E-05	0,14	0,16	0,029	0,033	0,020	0,11
Orignal	1,30E-04	3,90E-05	0,10	0,11	0,021	0,025	0,014	0,075

Tableau 10-32 : Sommaire des indices de risque estimés à long terme selon le scénario 1

Récepteur	Triisopropano- lamine (TIPA)	Diglycolamine (DGA)	2,4-D dimé- thylamine (2,4-D DMA)	2,4-D	Dicamba	Piclorame	Triclopyr ester	Triclopyr acide
Végétation herbacée			7,51E-08	4,50E-08	8,58E-08	1,53E-07	9,62E-08	2,37E-09
Végétation arbustive			7,51E-08	4,50E-08	8,58E-08	1,53E-07	9,62E-08	2,37E-09
Végétation arborescente			7,51E-08	4,50E-08	8,58E-08	1,53E-07	9,62E-08	2,37E-09
Micro-organismes du sol			0,0026	0,28	0,011	0,035		
Invertébrés du sol			3,71E-04				6,51E-04	4,42E-04
Invertébrés terrestres/aériens			0,19				0,16	0,030
Nénuphar à fleurs panachées			0,054	8,79	5,25	0,056	0,17	0,55
Phytoplancton/périphyton			0,054	8,79	5,25	0,056	0,17	0,55
Zooplancton	0,0017		0,0079	0,21	0,055	0,0042	0,011	0,0016
Invertébrés aquatiques	0,0017		0,0079	0,21	0,055	0,0042	0,011	0,0016
Ombre de fontaine	0,012		8,88E-05	0,023	0,0019	0,034	0,045	0,033
Grenouille des bois			7,89E-05	0,064	0,0020	0,0011	0,0014	0,29
Gélinotte huppée			0,0074	0,0091	0,0049	0,014	2,04E-04	0,039
Grand-duc d'Amérique			1,28E-04	8,17E-04	2,09E-04	2,47E-04	1,25E-05	0,0022
Bruant à gorge blanche			0,071	0,080	0,045	0,13	0,0023	0,34
Lièvre d'Amérique	2,54E-04	1,15E-04	0,31	0,39	0,095	0,12	0,13	0,49
Tamias rayé	6,75E-04	2,51E-04	0,012	0,035	0,0048	0,0044	0,015	0,025
Souris à pattes blanches	5,18E-04	1,93E-04	0,012	0,031	0,0045	0,0044	0,014	0,023
Renard roux	0,0012	4,28E-04	0,0068	0,047	0,0041	0,0024	0,025	0,020
Ours noir	1,91E-04	8,65E-05	0,23	0,29	0,070	0,086	0,12	0,36
Orignal	1,11E-04	5,27E-05	0,25	0,24	0,057	0,077	0,080	0,26

Tableau 10-33 : Sommaire des indices de risque estimés à long terme selon le scénario 2

Récepteur	Triisopropano- lamine (TIPA)	Diglycolamine (DGA)	2,4-D dimé- thylamin e (2,4-D DMA)	2,4-D	Dicamba	Piclorame	Triclopyr ester	Triclopyr acide
Végétation herbacée			1,50E-08	9,01E-09	1,72E-08	3,07E-08	1,92E-08	4,74E-10
Végétation arbustive			1,50E-08	9,01E-09	1,72E-08	3,07E-08	1,92E-08	4,74E-10
Végétation arborescente			1,50E-08	9,01E-09	1,72E-08	3,07E-08	1,92E-08	4,74E-10
Micro-organismes du sol			4,20E-04	0,056	0,0022	0,0053		
Invertébrés du sol			6,00E-05				1,33E-04	8,84E-05
Invertébrés terrestres/aériens			0,19				0,16	0,036
Nénuphar à fleurs panachées			0,0019	0,31	0,18	0,0021	0,0058	0,019
Phytoplancton/périphyton			0,0019	0,31	0,18	0,0021	0,0058	0,019
Zooplancton	4,25E-05		2,85E-04	0,0075	0,0019	1,54E-04	3,64E-04	5,34E-05
Invertébrés aquatiques	4,25E-05		2,85E-04	0,0075	0,0019	1,54E-04	3,64E-04	5,34E-05
Ombre de fontaine	2,91E-04		3,21E-06	8,18E-04	6,70E-05	0,0013	0,0015	0,0011
Grenouille des bois			6,64E-06	0,0029	8,23E-05	5,66E-05	1,96E-04	0,0097
Gélinotte huppée			0,020	0,021	0,013	0,038	4,99E-04	0,098
Grand-duc d'Amérique			1,28E-04	8,17E-04	2,09E-04	2,47E-04	1,25E-05	0,0022
Bruant à gorge blanche			0,085	0,093	0,053	0,16	0,0026	0,40
Lièvre d'Amérique	2,55E-04	1,22E-04	0,39	0,49	0,12	0,15	0,17	0,62
Tamias rayé	6,75E-04	2,51E-04	0,017	0,041	0,0064	0,0066	0,017	0,034
Souris à pattes blanches	5,18E-04	1,93E-04	0,020	0,040	0,0069	0,0075	0,017	0,037
Renard roux	0,0012	4,28E-04	0,0068	0,047	0,0041	0,0024	0,025	0,020
Ours noir	1,92E-04	9,02E-05	0,27	0,34	0,083	0,10	0,14	0,43
Orignal	1,11E-04	5,79E-05	0,32	0,33	0,078	0,10	0,11	0,36

Tableau 10-34 : Sommaire des indices de risque estimés à long terme selon le scénario 3

Récepteur	Triisopropano- lamine (TIPA)	Diglycolamine (DGA)	2,4-D dimé- thylamine (2,4-D DMA)	2,4-D	Dicamba	Piclorame	Triclopyr ester	Triclopyr acide
Végétation herbacée			2,70E-08	1,71E-08	3,26E-08	6,01E-08	3,45E-08	8,80E-10
Végétation arbustive			2,70E-08	1,71E-08	3,26E-08	6,01E-08	3,45E-08	8,80E-10
Végétation arborescente			2,70E-08	1,71E-08	3,26E-08	6,01E-08	3,45E-08	8,80E-10
Micro-organismes du sol			0,0042	0,45	0,018	0,056		
Invertébrés du sol			6,00E-04				0,0010	7,21E-04
Invertébrés terrestres/aériens			0,19				0,16	0,030
Nénuphar à fleurs panachées			2,70E-04	0,038	0,023	2,93E-04	7,06E-04	0,0023
Phytoplancton/périphyton			2,70E-04	0,038	0,023	2,93E-04	7,06E-04	0,0023
Zooplancton	8,85E-06		3,98E-05	9,17E-04	2,39E-04	2,20E-05	4,41E-05	6,60E-06
Invertébrés aquatiques	8,85E-06		3,98E-05	9,17E-04	2,39E-04	2,20E-05	4,41E-05	6,60E-06
Omble de fontaine	6,06E-05		4,47E-07	1,00E-04	8,34E-06	1,82E-04	1,86E-04	1,39E-04
Grenouille des bois			4,31E-06	9,42E-04	2,21E-05	2,32E-05	1,59E-04	0,0012
Gélinotte huppée			0,0051	0,0068	0,0035	0,0097	1,46E-04	0,028
Grand-duc d'Amérique			1,28E-04	8,17E-04	2,09E-04	2,47E-04	1,25E-05	0,0022
Bruant à gorge blanche			0,071	0,080	0,045	0,13	0,0023	0,34
Lièvre d'Amérique	2,54E-04	1,15E-04	0,31	0,38	0,094	0,12	0,13	0,48
Tamias rayé	6,75E-04	2,51E-04	0,011	0,034	0,0045	0,0042	0,015	0,024
Souris à pattes blanches	5,18E-04	1,93E-04	0,010	0,029	0,0041	0,0039	0,013	0,021
Renard roux	0,0012	4,28E-04	0,0068	0,047	0,0041	0,0024	0,025	0,020
Ours noir	1,91E-04	8,65E-05	0,23	0,29	0,070	0,086	0,12	0,36
Orignal	1,11E-04	5,21E-05	0,24	0,23	0,055	0,074	0,076	0,25

Figure 10-56 : Sommaire des indices de risque estimés à court terme selon le scénario 1

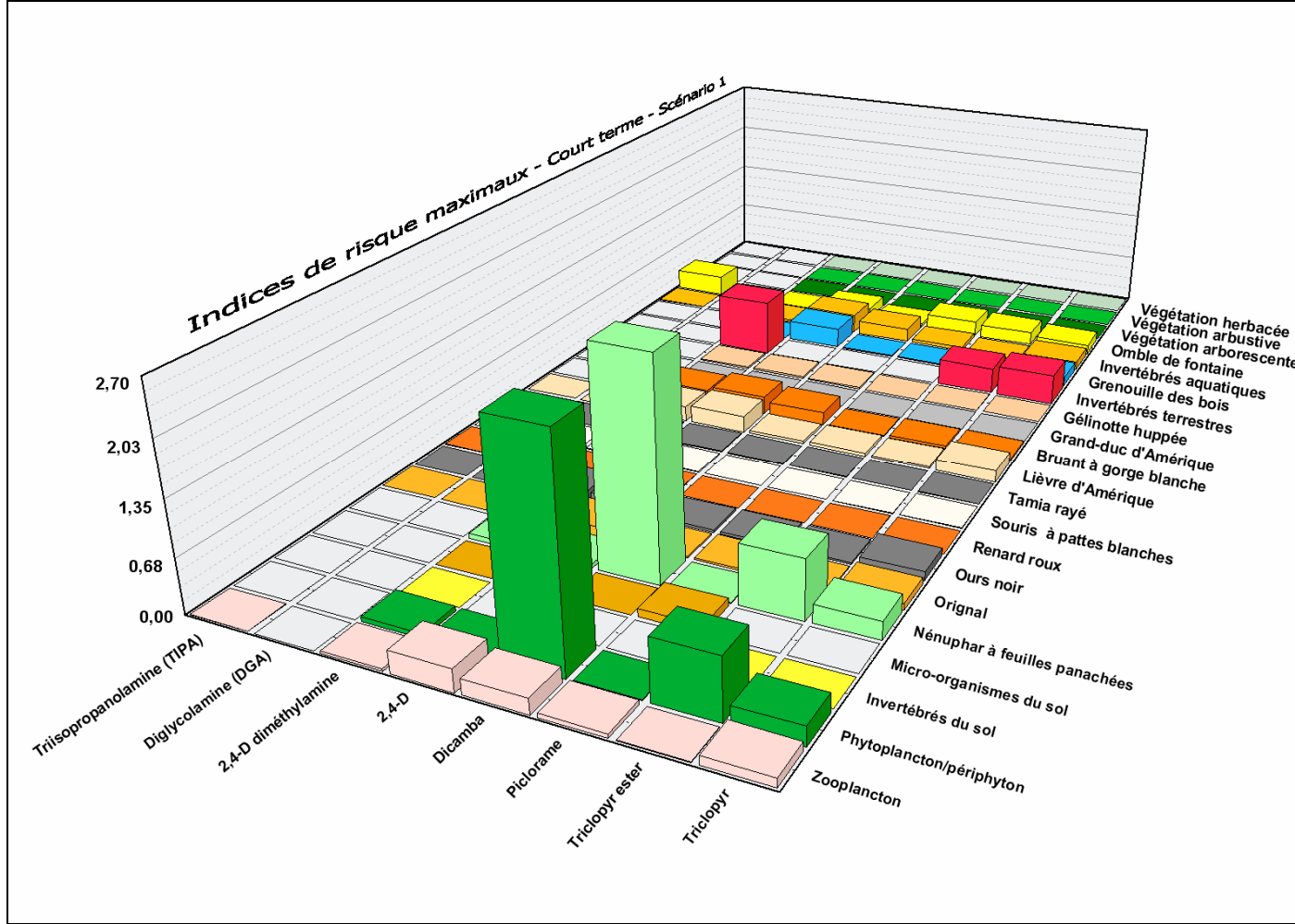


Figure 10-57 : Sommaire des indices de risque estimés à court terme selon le scénario 2

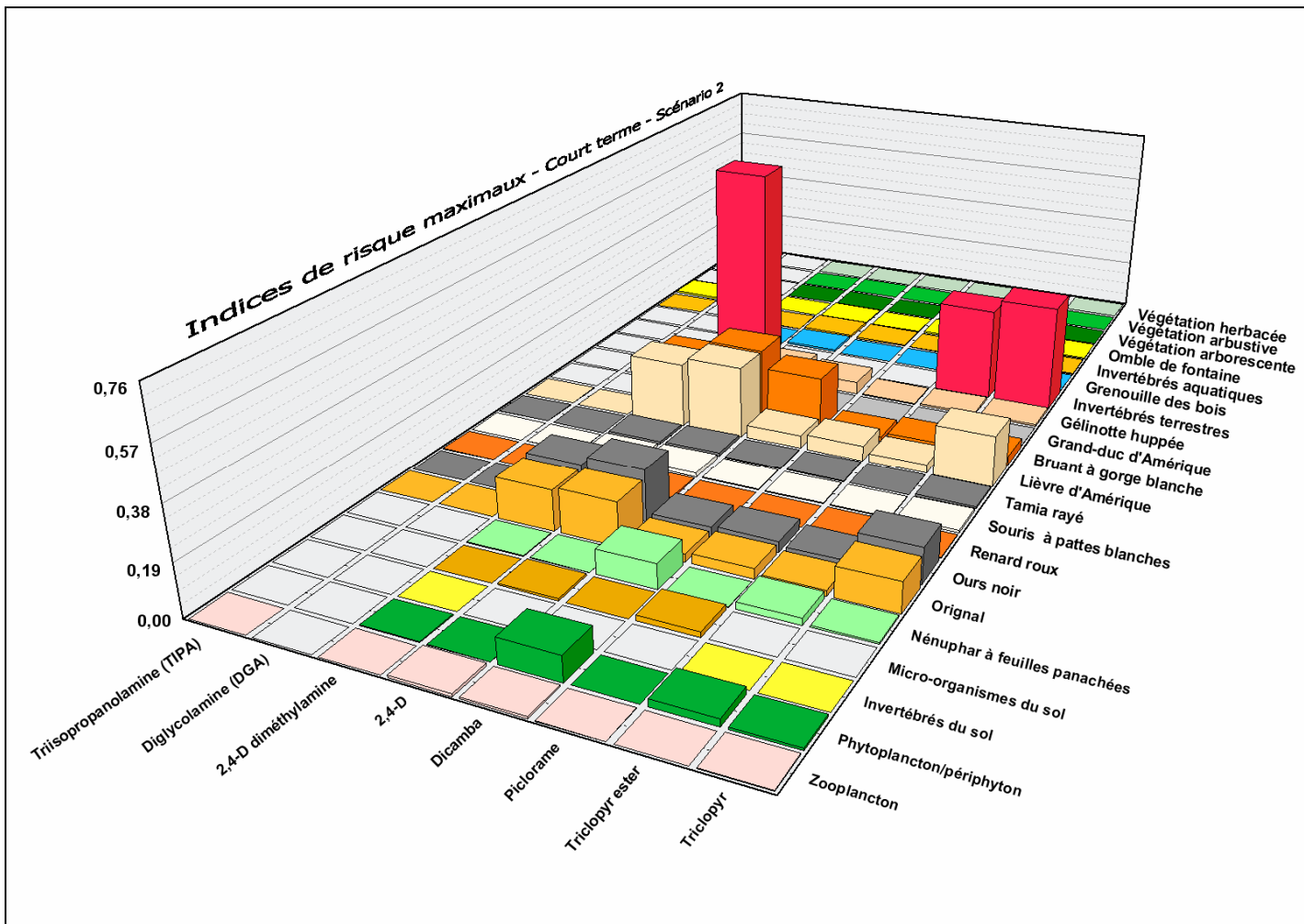


Figure 10-58 : Sommaire des indices de risque estimés à court terme selon le scénario 3

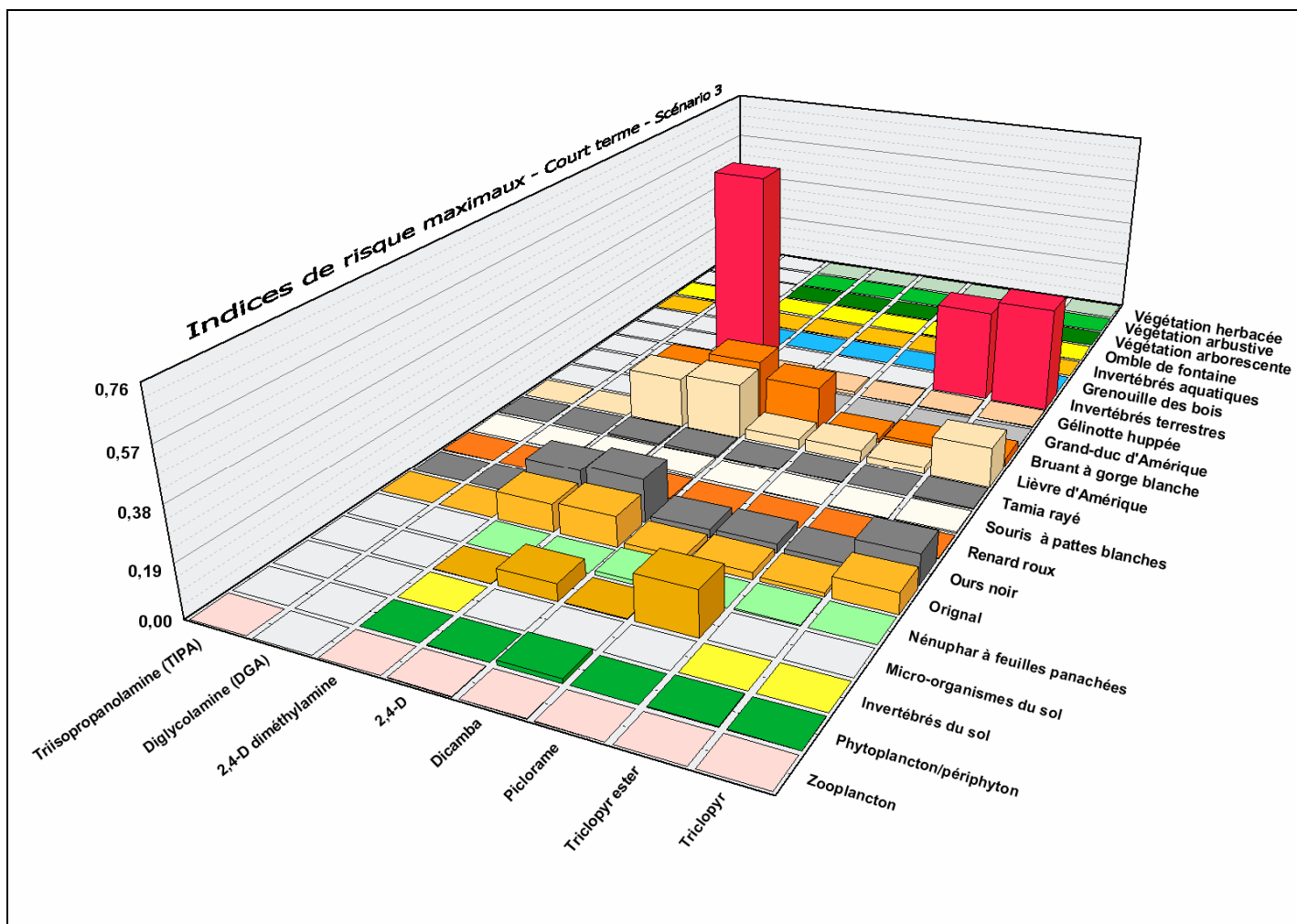


Figure 10-59 : Sommaire des indices de risque estimés à long terme selon le scénario 1

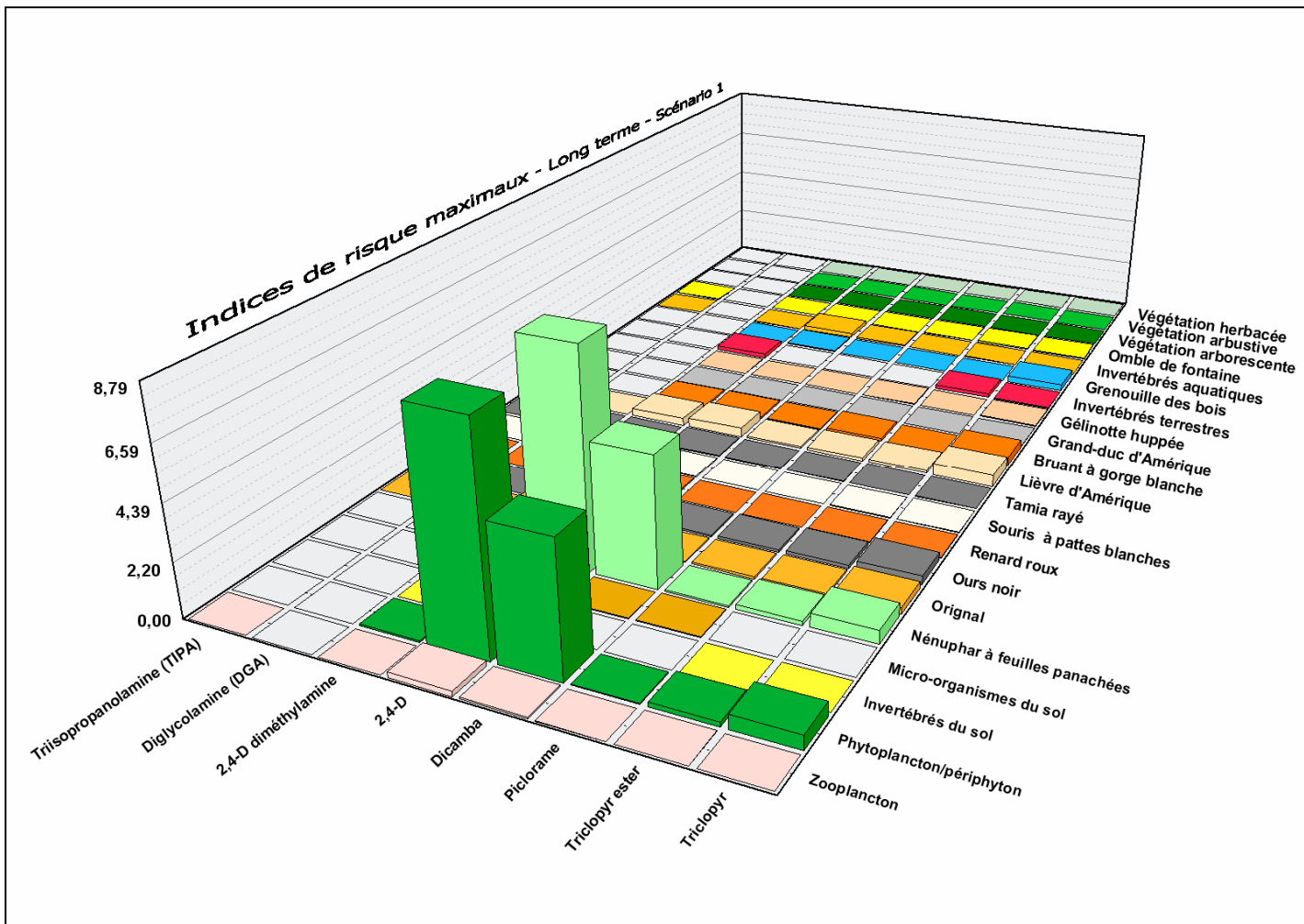


Figure 10-60 : Sommaire des indices de risque estimés à long terme selon le scénario 2

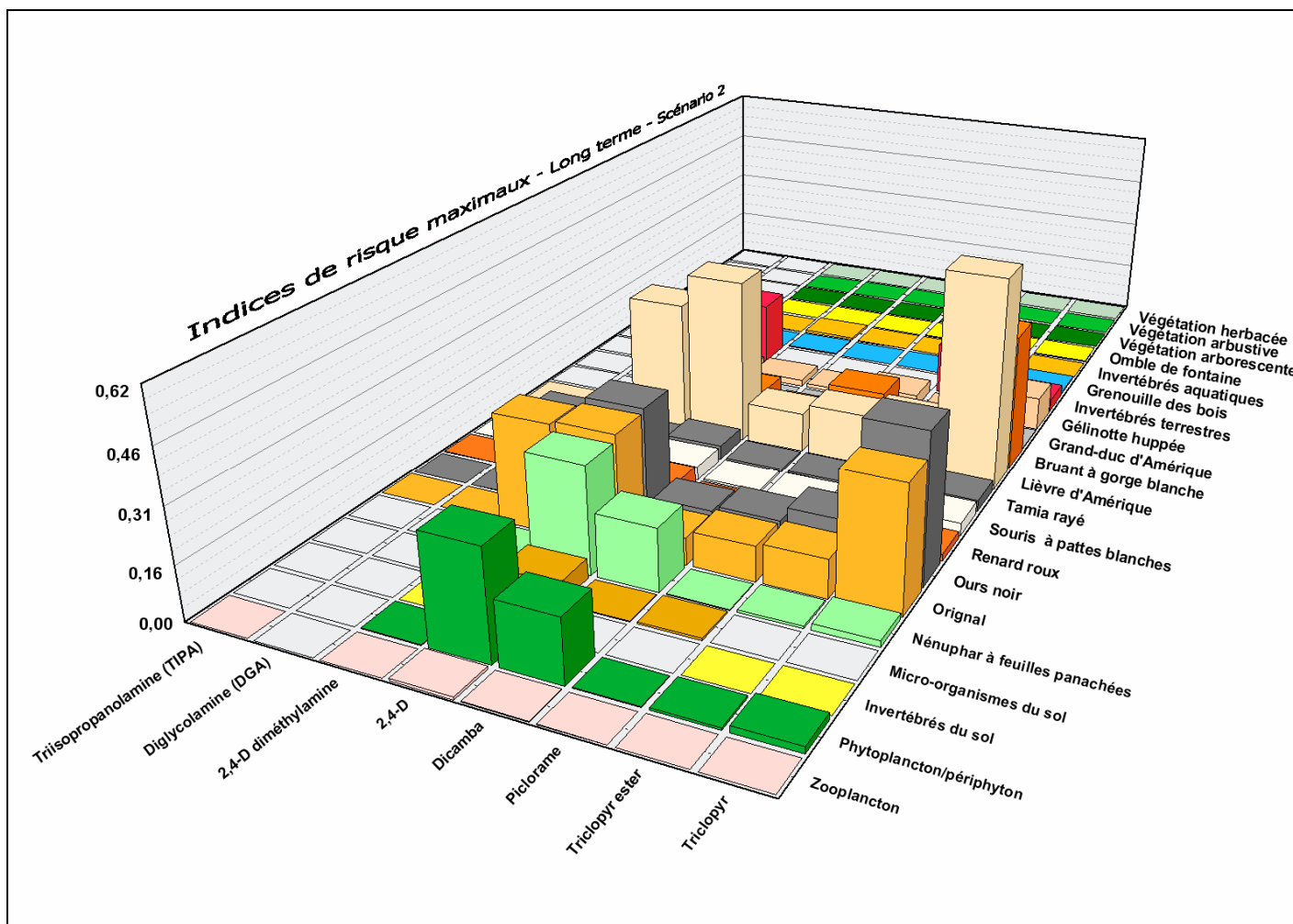
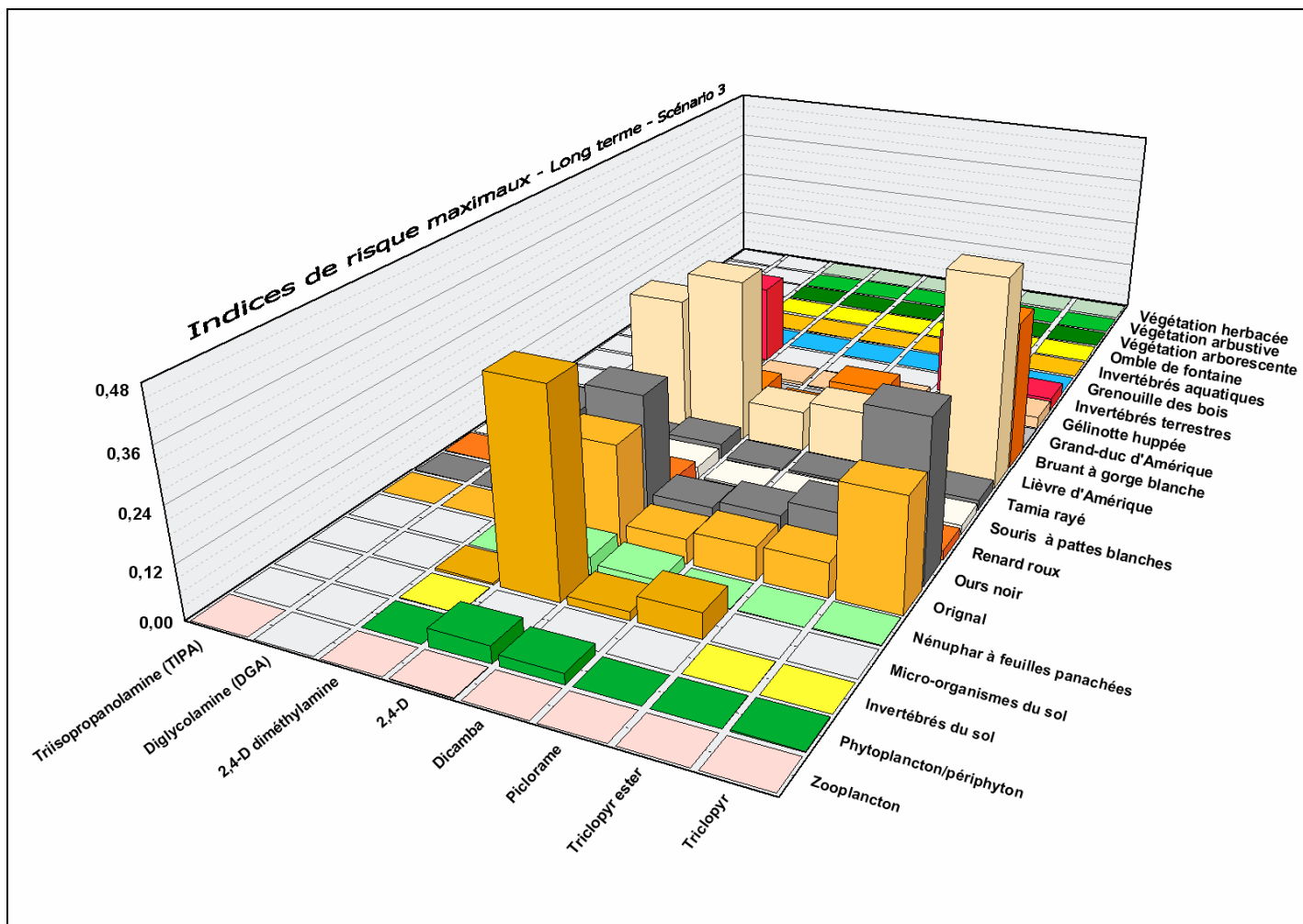


Figure 10-61 : Sommaire des indices de risque estimés à long terme selon le scénario 3



10.6.3 Analyse de l'incertitude liée aux estimations de risques

Les résultats des analyses de risques sont inévitablement empreints d'un certain niveau d'incertitude en raison de notre connaissance incomplète ou imprécise des divers éléments de l'analyse. Les principales sources d'incertitude sont généralement les suivantes :

- les valeurs de référence écotoxicologiques ;
- les valeurs des variables utilisées pour les modélisations ;
- les modèles mathématiques eux-mêmes.

L'analyse de l'incertitude vise à établir le niveau d'incertitude associé aux conclusions de l'étude en tenant compte de l'ensemble de ces facteurs pour le cas précis à l'étude. Dans un premier temps, la limitation des connaissances et ses conséquences sur les conclusions de l'étude ont été traitées spécifiquement pour les substances dont le risque ne pouvait être estimé. Pour les autres substances ayant fait l'objet d'une estimation de risque, des niveaux de confiance en les estimations de risque ont été déterminés pour chaque récepteur écologique. Cette analyse de l'incertitude a permis de déterminer certaines limitations de l'étude, dont il est question par la suite.

10.6.3.1 Limitation des connaissances

Certaines valeurs de référence pour des organismes de classes inférieures (invertébrés et micro-organismes du sol) et pour des constituants inertes des produits commerciaux (TIPA et DGA) n'ont pu être déterminées en l'absence d'information toxicologique. Toutefois, des valeurs ont pu être produites pour la très grande majorité des couples substance-récepteur dans le cas des substances actives. Par ailleurs, pour le TIPA et le DGA, les données disponibles suggèrent une très faible nocivité dans le cas des organismes supérieurs (mammifères). Pour les autres substances, la protection, soit des invertébrés du sol, soit des micro-organismes du sol, est assurée, selon l'état actuel des connaissances.

Par ailleurs, les risques des constituants du kérosène présent dans le Garlon 4 et des constituants du Sylgard 309 n'ont pu être estimés par manque d'information sur leurs propriétés physicochimiques. Les données toxicologiques disponibles pour ces produits sont également partielles. Cependant, les tests de toxicité réalisés sur des mammifères n'ont pas mis en évidence d'effets néfastes à court ou à long terme particulièrement importants, ni d'effets mutagènes ou cancérigènes. Comparativement aux valeurs de référence établies pour les autres constituants des phytocides (tableaux 10-15 et 10-16), le kérosène et le Sylgard 309 ne semblent pas poser de problématique toxicologique particulière pour les mammifères. En effet, dans le cas du kérosène, les doses d'effets répertoriées étaient supérieures à 12 000 mg/kg (dose unique) et à 250 mg/kg/j respectivement à court et à long terme. Pour le Sylgard 309, ces doses étaient supérieures à 2 000 mg/kg (dose unique) et à

1 000 mg/kg/j respectivement à court et à long terme. Les indicateurs toxicologiques disponibles pour les autres récepteurs (invertébrés aquatiques et aériens) classent également ces produits à des niveaux de toxicité équivalents à ceux des autres constituants des phytocides évalués dans l'étude. De plus, le Sylgard 309 est un surfactant, et non une substance phytocide active. Il est par conséquent peu probable qu'il ait une toxicité plus élevée que les substances actives auxquelles il est associé. Malgré l'incertitude associée à ce manque de données physicochimiques, il n'y a pas d'indication que les risques du kérosène ou du Sylgard 309 soient plus importants que ceux qui sont estimés pour les autres substances.

Les effets cumulatifs pouvant résulter de la pulvérisation d'un mélange de substances n'ont pas été considérés dans l'étude par manque d'information sur les interactions qui peuvent exister entre les substances étudiées. En effet, même si la toxicité des substances constituant les phytocides est bien établie, les mécanismes biochimiques qui sous-tendent cette toxicité sont méconnus. La US EPA (1998b, 2000b, 2001 et 2005b) mentionnait récemment qu'elle n'avait pas l'information nécessaire pour déterminer si le 2,4-D, le dicamba, le piclorame, le triclopyr et leurs métabolites avaient un mécanisme d'action toxique similaire à celui d'autres substances, qui permettrait d'évaluer leurs effets cumulatifs. En l'absence d'information, la US EPA a posé l'hypothèse que ces substances n'avaient pas de mécanisme d'action toxique comparable à celui d'autres substances.

La transformation dans l'environnement des substances pulvérisées peut mener à la formation de produits transitoires. Par manque d'information sur ces produits (nature physicochimique, taux de transformation, toxicité), ceux-ci n'ont pu être que rarement pris en compte dans l'estimation des risques. Cependant, la toxicité des produits de transformation a été prise en considération indirectement dans l'établissement des valeurs de référence toxicologiques des substances (voir la section 10.5).

10.6.3.2 Niveaux de confiance en les estimations de risques

Aux fins de la présente étude, l'analyse de l'incertitude a été réalisée selon la méthode d'examen approfondi des résultats intégrée au logiciel TerraSys et décrite par Sanexen (2002). Cette analyse cible les niveaux de confiance associés aux modélisations pour proposer les conclusions les plus appropriées quant aux risques réels. Pour cela, les niveaux de confiance associés aux modèles conceptuels, aux valeurs de référence, aux variables et aux modèles mathématiques ont été déterminés selon un jugement professionnel. Les niveaux de confiance associés aux résultats des modélisations (doses, indices de risque) ont alors été estimés à l'aide du logiciel.

Dans le cas à l'étude, l'estimation des risques repose uniquement sur la modélisation mathématique. L'équation générale pour le calcul du niveau de confiance associé à chaque résultat (concentration ou dose calculée) est donc la suivante :

$$NC_k = \frac{n}{\sum_{i=1}^{i=n} 1/NC_i} \times \sqrt{\frac{NC_m}{5} \times \frac{NC_{p,k}}{5}} \quad (1.15)$$

où

- NC_k : niveau de confiance pour l'élément k ;
 n : nombre de variables entrant dans le calcul du résultat k ;
 i : indice des variables entrant dans le calcul du résultat k ;
 NC_m : niveau de confiance associé au modèle mathématique en cause (1 à 5) ;
 $NC_{p,k}$: niveau de confiance associé aux propriétés de l'élément k (1 à 5).

Par la suite, on calcule le niveau de confiance associé à un indice de risque en multipliant le niveau de confiance associé à la valeur de référence utilisée par le niveau de confiance lié à la concentration (récepteurs à contact direct) ou à la dose (récepteurs à contact indirect) de l'organisme en cause, puis en divisant le résultat par le niveau de confiance maximal possible.

Pour calculer les niveaux de confiance en les résultats, il est nécessaire d'associer une cote numérique aux niveaux de confiance en les intrants des modélisations. Que ce soit pour l'attribution des niveaux de confiance associés aux divers éléments des modélisations ou pour les niveaux de confiance associés aux résultats, la méthode retenue établit cinq (5) niveaux de confiance distincts, comme suit :

Niveau de confiance	Valeur
Très faible	1
Faible	2
Modéré	3
Élevé	4
Très élevé	5

On trouvera les détails de la méthode dans la documentation de Sanexen (2002), y compris les niveaux de confiance par défaut associés aux divers modèles mathématiques servant au calcul des divers résultats.

Dans le cas à l'étude, les valeurs de référence ont été établies à partir d'une revue exhaustive de la documentation scientifique, compte tenu des études les plus récentes pour chaque substance visée. Bien que l'information ainsi réunie demeure incomplète en regard des risques à évaluer pour certaines substances, le niveau de confiance associé aux valeurs de référence établies à partir d'une distribution de valeurs peut généralement être considéré comme élevé. Aux fins de l'étude, les niveaux de confiance associés aux valeurs de référence ont été établis comme suit :

- lorsque la valeur de référence est fondée sur une distribution de valeurs (comportant au moins 10 valeurs), le niveau de confiance est considéré comme élevé ;
- lorsque la valeur de référence est la valeur minimale ayant produit un effet (nombre insuffisant de valeurs pour produire une distribution statistique valide) ou lorsqu'il s'agit d'une valeur de référence proposée par un organisme reconnu (USDA ou US EPA), le niveau de confiance est considéré comme modéré ;
- dans tous les autres cas, le niveau de confiance est considéré comme faible.

Le niveau de confiance associé aux valeurs des diverses variables (propriétés des récepteurs écologiques) a été jugé « élevé » dans tous les cas. Les modélisations ayant été réalisées pour des conditions génériques correspondant à des hypothèses de travail, l'exactitude ou la représentativité des valeurs retenues pour un segment en particulier des emprises visées n'entrent pas en ligne de compte. Les risques ont été estimés pour les hypothèses de travail définies pour chaque scénario, et les niveaux de confiance peuvent conséquemment être considérés comme élevés pour ces hypothèses de travail.

La méthode d'analyse de l'incertitude utilisée tient cependant compte de la complexité des calculs réalisés dans l'estimation de chaque résultat intermédiaire. Ainsi, dans l'étude, le calcul des doses reçues par les divers mammifères dépend notamment de la diète de chaque espèce. Par exemple, le Lièvre d'Amérique a une diète essentiellement composée de végétaux (voir la figure 10-62). Le calcul de la dose pour ce récepteur ne porte donc que sur les résultats intermédiaires (concentrations) liés aux végétaux. Par contre, la diète du Renard roux met en cause un réseau alimentaire plus étendu comprenant les invertébrés terrestres, la Souris à pattes blanches, le *Tamias rayé*, la Gélinotte huppée et le Lièvre d'Amérique. Plusieurs de ces récepteurs consomment eux-mêmes des végétaux. Du fait de la plus grande complexité du réseau alimentaire du Renard roux, le nombre de variables et de modèles mathématiques en jeu dans le calcul de la dose pour cet organisme est plus important, ce qui augmente l'incertitude liée au résultat final de cette estimation.

Enfin, les niveaux de confiance associés aux modèles mathématiques ont été fixés selon les valeurs par défaut proposées par le logiciel TerraSys. Ces valeurs tiennent compte de l'exhaustivité de chaque modèle et du niveau de validation de ceux-ci. Les niveaux de confiance ainsi attribués sont détaillés par Sanexen (2002).

Les tableaux 10-35 et 10-36 résument les conclusions de l'analyse d'incertitude, pour les risques respectivement à court et à long terme. Ces résultats sont présentés sous forme de niveaux de confiance associés aux conclusions qualitatives de l'étude en ce qui concerne la présence ou l'absence de risques pour les divers récepteurs.

Figure 10-62 : Comparaison des réseaux trophiques du Lièvre d'Amérique et du Renard roux, selon le modèle conceptuel générique de l'écosystème

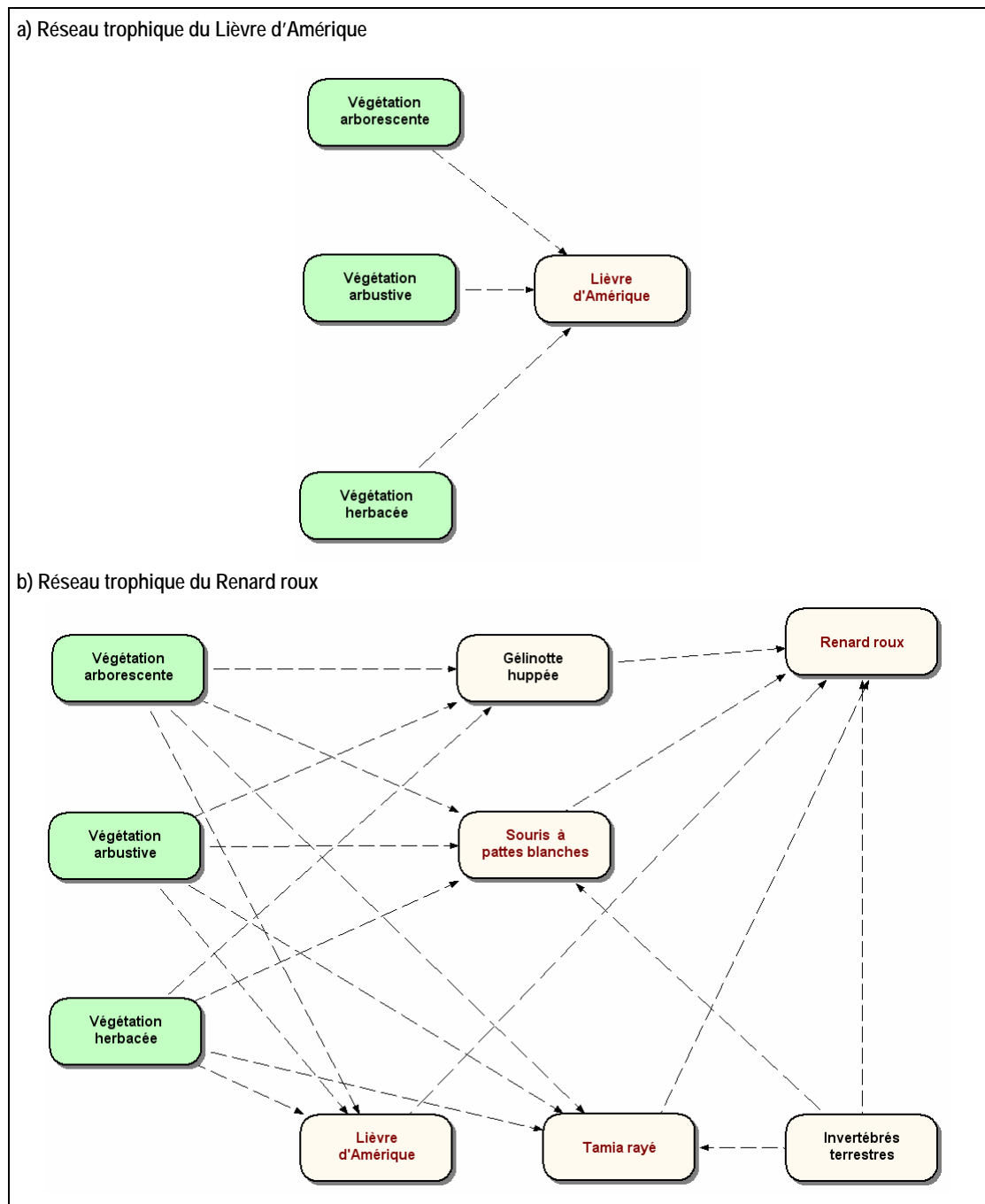


Tableau 10-35 : Sommaire des résultats de l'analyse de l'incertitude pour les risques estimés à court terme

Récepteur écologique	Présence de risque ?			Niveau de confiance
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	
Végétation herbacée (hors emprise)	Non	Non	Non	Modéré
Végétation arbustive (hors emprise)	Non	Non	Non	Modéré
Végétation arborescente (hors emprise)	Non	Non	Non	Modéré
Micro-organismes du sol	Non	Non	Non	Modéré
Invertébrés du sol	Non	Non	Non	Modéré
Invertébrés terrestres/aériens	Non	Non	Non	Modéré
Nénuphar à fleurs panachées	Oui	Non	Non	Modéré
Phytoplancton/périphyton	Oui	Non	Non	Modéré
Zooplancton	Non	Non	Non	Élevé
Invertébrés aquatiques	Non	Non	Non	Élevé
Ombre de fontaine	Non	Non	Non	Modéré
Grenouille des bois	Non	Non	Non	Modéré
Gélinotte huppée	Non	Non	Non	Modéré
Grand-duc d'Amérique	Non	Non	Non	Modéré
Bruant à gorge blanche	Non	Non	Non	Modéré
Lièvre d'Amérique	Non	Non	Non	Élevé
Tamia rayé	Non	Non	Non	Modéré
Souris à pattes blanches	Non	Non	Non	Modéré
Renard roux	Non	Non	Non	Modéré
Ours noir	Non	Non	Non	Modéré
Orignal	Non	Non	Non	Modéré

Tous les niveaux de confiance associés aux résultats obtenus sont modérés ou élevés. De manière générale, les résultats présentent un meilleur niveau de confiance pour les risques estimés à long terme en raison des bases d'élaboration des valeurs de référence. Dans le cas des risques à long terme, une proportion importante des valeurs de référence sont issues de distributions de sensibilité assorties d'un niveau de confiance plus élevé. À l'opposé, plusieurs des valeurs de référence à court terme découlent d'extrapolations de valeurs à long terme.

Tableau 10-36 : Sommaire des résultats de l'analyse de l'incertitude pour les risques estimés à long terme

Récepteur écologique	Présence de risque ?			Niveau de confiance
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	
Végétation herbacée (hors emprise)	Non	Non	Non	Élevé
Végétation arbustive (hors emprise)	Non	Non	Non	Élevé
Végétation arborescente (hors emprise)	Non	Non	Non	Élevé
Micro-organismes du sol	Non	Non	Non	Modéré
Invertébrés du sol	Non	Non	Non	Modéré
Invertébrés terrestres/aériens	Non	Non	Non	Modéré
Nénuphar à fleurs panachées	Oui	Non	Non	Élevé
Phytoplancton/périphyton	Oui	Non	Non	Élevé
Zooplancton	Non	Non	Non	Élevé
Invertébrés aquatiques	Non	Non	Non	Élevé
Ombre de fontaine	Non	Non	Non	Élevé
Grenouille des bois	Non	Non	Non	Modéré
Gélinotte huppée	Non	Non	Non	Modéré
Grand-duc d'Amérique	Non	Non	Non	Modéré
Bruant à gorge blanche	Non	Non	Non	Modéré
Lièvre d'Amérique	Non	Non	Non	Élevé
Tamias rayé	Non	Non	Non	Modéré
Souris à pattes blanches	Non	Non	Non	Modéré
Renard roux	Non	Non	Non	Modéré
Ours noir	Non	Non	Non	Modéré
Orignal	Non	Non	Non	Modéré

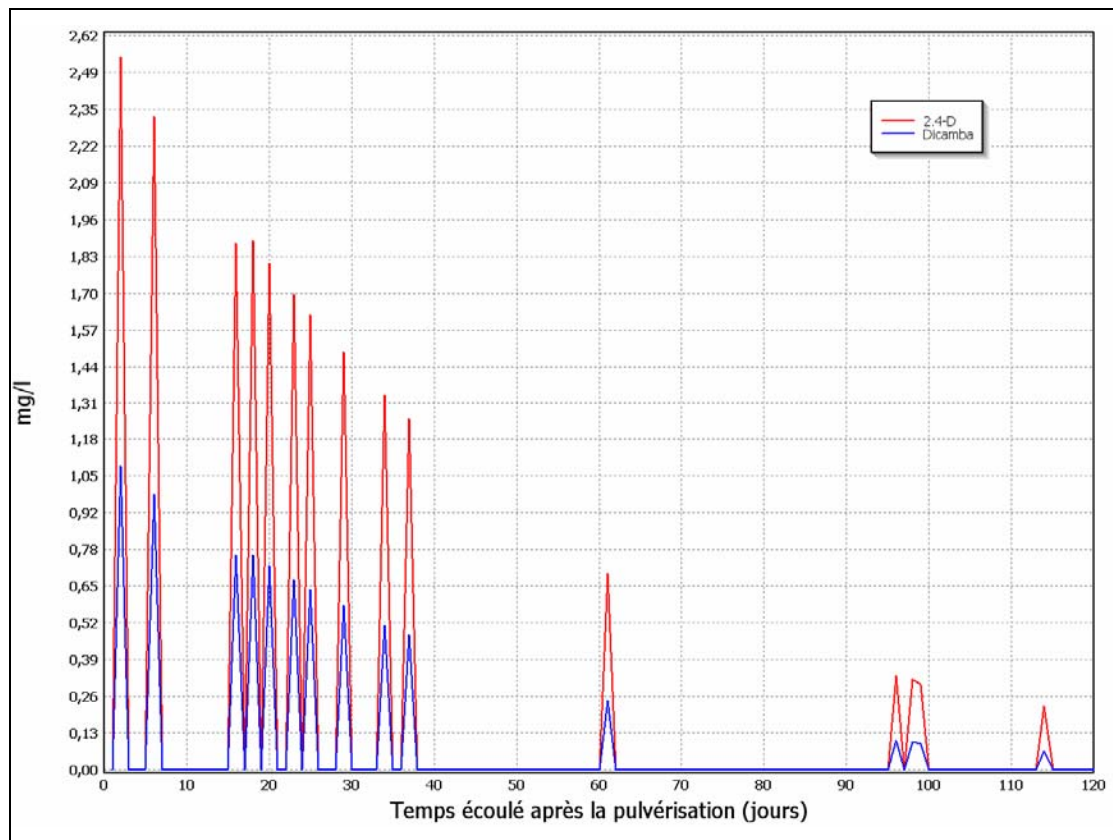
Comme il a été indiqué précédemment, les seuls risques potentiels relevés dans la présente étude concernent la végétation aquatique selon le scénario 1. Pour ces résultats, l'analyse de l'incertitude indique un niveau de confiance modéré à court terme et élevé à long terme. Il faut cependant rappeler que cette conclusion n'est applicable que dans des conditions très défavorables en regard du ruissellement.

Ce potentiel de risque est donc limité aux cas où les conditions de terrain maximisent le ruissellement de surface vers le plan d'eau. Il ne s'applique donc qu'à une très faible proportion de la zone d'étude, et seulement aux végétaux aquatiques (les autres organismes aquatiques ne sont pas à risque). De plus, cette conclusion n'est applicable qu'à des plans d'eau ayant un courant très faible (lacs, étangs), et non aux

ruisseaux ou rivières dont le débit assure une dilution rapide des eaux de ruissellement.

En outre, le niveau de confiance réel associé à cette conclusion pourrait être moins élevé que ce qu'indique l'analyse de l'incertitude. En effet, le potentiel de risque estimé est fondé essentiellement sur une modélisation mathématique relativement simple, qui ne tient pas compte du schème d'exposition particulier en cause. En effet, les concentrations estimées dans l'étang hors emprise ne sont pas constantes et varient, au contraire, de manière très importante dans le temps, en fonction des événements de précipitations (voir la figure 10-63). Selon les modélisations réalisées, les concentrations de 2,4-D et de dicamba ne sont présentes dans l'eau que dans les heures suivant des précipitations. Moins de 24 heures après la pluie, les concentrations sont redevenues nulles. La sensibilité réelle des végétaux aquatiques dans de telles conditions d'exposition intermittente n'est pas connue et pourrait être moindre que celle qui est liée à une concentration constante. Par conséquent, le potentiel de risque estimé dans la présente étude pourrait ne pas se concrétiser dans les conditions réelles sur le terrain.

Figure 10-63 : Concentrations de 2,4-D et de dicamba estimées dans l'étang hors emprise, en fonction du temps, selon le scénario 1



Note : Les pics de concentration du graphique correspondent aux journées avec précipitations ; les valeurs entre les pics sont toutes nulles.

10.6.4 Conséquences de l'incertitude

De manière générale, les résultats de l'analyse de l'incertitude de l'étude permettent de conserver un très bon niveau de confiance en la conclusion globale de l'étude. Toutes les valeurs étant modérées ou élevées, le niveau de confiance global en l'étude demeure en effet bon. Il faut cependant noter qu'une incertitude demeure associée à l'absence de modélisations pour certaines substances ou certaines formes de substances. Ainsi, aucune modélisation n'a pu être réalisée pour les constituants du Sylgard 309 et du kérosène, en raison du manque d'information sur les propriétés physicochimiques et environnementales de ces substances. Toutefois, ces produits présentant une faible nocivité, les risques potentiels qu'ils présentent ne devraient pas être supérieurs à ceux qui ont été évalués pour les substances actives des phytocides (Sanexen, 2005). Par conséquent, cette source d'incertitude demeure, globalement, peu importante et ne réduit pas de manière marquée le niveau global de confiance associé aux conclusions de l'étude.

10.6.5 Estimation des risques selon les mélanges

L'estimation des risques pour les divers scénarios envisagés a montré que tous les indices de risque estimés sont inférieurs à 1,0, pour l'ensemble des conditions simulées, à l'exception des végétaux aquatiques qui obtiennent des indices de risque légèrement supérieurs selon le scénario favorisant le ruissellement vers le plan d'eau situé hors de l'emprise. Les seuls indices de risque supérieurs à l'unité sont associés au dicamba et au 2,4-D. Ces deux composés sont des constituants des phytocides Vanquish (dicamba) et Tordon 101 (2,4-D). Comme l'indique l'information fournie précédemment sur les divers mélanges (voir le tableau 10-2), ces phytocides entrent dans la composition de trois des quatre mélanges envisagés par Hydro-Québec. Seul le mélange 3, à base de Garlon 4 (triclopyr), n'est pas visé. Le kérosène, qui n'a pu être évalué, entre cependant dans ce mélange.

Ces résultats indiquent donc que des mesures de gestion du risque visant à valider et à réduire l'impact possible des pulvérisations en situation de ruissellement de surface devraient être envisagées pour les mélanges concernés. Toutefois, il faut souligner qu'aucun des mélanges considérés n'est associé à des risques importants, même en situation de ruissellement intense vers un plan d'eau hors emprise.

10.6.6 Conclusions et recommandations

En raison de l'étendue du territoire touché par le programme de pulvérisation, les caractéristiques biophysiques du terrain à l'étude varient considérablement d'un secteur à l'autre. Il n'est donc pas possible de définir un seul ensemble de conditions qui puisse représenter adéquatement la gamme complète des situations possibles. On a donc élaboré trois scénarios, soit un scénario qui maximise le ruissellement des phytocides de l'emprise vers un plan d'eau situé hors de l'emprise (à 30 m), un scénario qui maximise les concentrations dans les végétaux et un scénario qui maximise les concentrations dans le sol. Ces trois scénarios définissent, ensemble, la gamme des conditions possibles d'exposition des divers récepteurs écologiques aux phytocides.

L'estimation des risques pour ces divers scénarios a montré que, dans des conditions normales, les taux de pulvérisation prévus pour les divers phytocides considérés par Hydro-Québec ne sont pas de nature à constituer un risque écotoxicologique majeur. Pour toutes les espèces animales évaluées dans l'étude, les indices de risque calculés sont inférieurs à 1,0, indiquant l'absence de risque important. De même, l'estimation des risques potentiels pour la végétation terrestre hors de l'emprise indique que celle-ci ne risque pas de subir des effets toxiques.

Toutefois, le dicamba et le 2,4-D pourraient avoir un faible impact sur la végétation aquatique lorsque les conditions de terrain sont particulièrement défavorables en regard du ruissellement de surface (scénario 1). L'éventualité d'un faible risque dans ces conditions est liée aux concentrations potentielles dans le plan d'eau, résultant

d'une combinaison de facteurs défavorables : a) proportion importante du bassin versant chevauchant une aire traitée (emprise), b) précipitations qui surviendraient dans les jours suivant les pulvérisations, c) ruissellement de surface maximisé vers le plan d'eau, et d) dilution minimisée par un débit très faible (lacs ou étangs et non ruisseaux ou rivières dont le débit assure une dilution rapide des eaux de ruissellement). La possibilité de concrétisation de ce risque pour les végétaux aquatiques (les autres organismes aquatiques n'étant pas à risque) est donc très faible.

Ces résultats suggèrent que des mesures de gestion du risque visant à réduire l'impact possible des pulvérisations en situation de ruissellement de surface, devraient être envisagées pour les mélanges concernés (mélanges comprenant le Tordon 101, le Vanquish ou le 2,4-D Amine 500). Ces mesures de gestion du risque devraient viser à limiter le ruissellement de surface vers les plans d'eau situés à proximité des emprises traitées. Comme les résultats de la présente étude sont fondés sur des modélisations mathématiques, il y aurait lieu de prévoir la réalisation d'un programme de suivi des concentrations réelles en conditions défavorables de ruissellement afin de valider ces conclusions et, s'il y a lieu, de modifier les mesures de protection applicables aux secteurs situés à proximité de plans d'eau à faible débit. L'élaboration de ce programme de suivi devrait comporter essentiellement les éléments suivants :

- détermination de secteurs-cibles pour le suivi (zones d'emprise présentant des conditions favorisant un fort ruissellement de surface vers un plan d'eau à très faible débit, à proximité de l'emprise) ;
- définition d'un programme d'échantillonnage et d'analyse pour les eaux de ruissellement et les eaux du plan d'eau dans les heures suivant des événements de précipitations ;
- détermination des paramètres météorologiques liés aux précipitations et devant être établis pour chaque événement de précipitations ;
- définition des observations ou mesures sur le terrain devant être prises en rapport avec le potentiel de ruissellement de surface (pente, couvert de végétation, type de sol, etc.).

L'analyse de l'ensemble des données recueillies dans le cadre de ce programme permettrait de vérifier l'efficacité des mesures actuellement prévues pour la protection des plans d'eau hors emprise et de les revoir, s'il y a lieu.

10.7 Estimation des risques pour la faune et la flore de la coupe manuelle

La coupe manuelle sélective pourrait avoir deux types d'impacts sur la faune et la flore, soit la contamination chimique des milieux et la perturbation des habitats fauniques.

Ce mode de maîtrise de la végétation a un impact négligeable sur la faune susceptible d'utiliser les emprises ainsi que sur la végétation non visée. Son principal sur la

végétation des emprises, et par conséquent sur les habitats fauniques, est la modification à court terme de certaines strates du couvert végétal. Certaines espèces d'animaux utiliseront moins les emprises à court terme alors que certaines autres, attirées par un milieu plus ouvert, les fréquenteront davantage.

Les instruments utilisés dégagent toutefois des produits chimiques qui peuvent laisser des traces sur le sol et sur la végétation. Il s'agit d'huiles lubrifiantes et d'essence, des hydrocarbures qui contiennent du benzène et des HAP, deux produits volatils considérés comme cancérigènes. On a estimé, dans le cadre de l'étude faisant l'objet du présent rapport, que les quantités résiduelles et les impacts de ces substances sont non significatifs et qu'il n'est pas nécessaire d'en dresser un bilan écotoxicologique.

La coupe manuelle sélective peut par ailleurs perturber le milieu naturel de diverses autres façons et avoir ainsi un impact plus ou moins important sur les habitats fauniques. Les principales sources de perturbation du milieu associées à ce mode d'intervention sont l'implantation de campements, l'augmentation du nombre de travailleurs forestiers pendant de longues périodes, l'accroissement des risques d'incendie de forêt (débris), l'intensification de la fréquence des interventions, etc.

Le principal effet de la coupe manuelle sélective n'est donc pas tant la modification du couvert végétal, que les perturbations causées par l'augmentation importante dans le milieu des activités liées à ce mode d'intervention.

10.8 Estimation des risques toxicologiques de la pulvérisation aérienne pour la population

La détermination du potentiel de risque d'un phytocide pour la santé de la population dans une région où se déroulent des travaux de pulvérisation aérienne de phytocides s'effectue par comparaison entre les niveaux d'exposition estimés chez les personnes et les niveaux qui peuvent entraîner des effets toxiques.

La dose la plus élevée qui ne produit pas d'effets nocifs observables chez l'espèce animale la plus sensible est déterminée à partir des résultats des études de toxicité présentés dans la documentation scientifique. Cette dose est appelée NOEL.

10.8.1 Scénarios d'exposition

Les êtres vivants qui peuvent être exposés aux phytocides pendant ou après les pulvérisations aériennes sont les travailleurs, les résidents habitant à proximité des emprises de lignes électriques et la faune utilisant les emprises.

10.8.1.1 Voies d'exposition

Les voies potentielles d'exposition de la population aux phytocides pulvérisés dans les emprises de lignes électriques sont les suivantes :

- inhalation ;
- ingestion de produits provenant de la forêt ou des zones avoisinantes :
 - petits fruits sauvages (bleuets) ;
 - légumes (cultures à proximité de l'emprise) ;
 - gibier de petite taille (lièvre) ;
 - gibier de grande taille (orignal) ;
 - poissons ;
 - eau ;
- exposition cutanée du cueilleur de petits fruits sauvages.

Nous n'avons pas tenu compte de la consommation de légumes contaminés étant donné que le village le plus près est très éloigné de la limite de pulvérisation des emprises ; il est donc impossible que la dérive des phytocides puisse contaminer les potagers des résidents de ce village. De plus, aucun potager ne se trouvait à proximité des résidences secondaires (chalets, camps de chasse) situées dans les emprises ou à proximité de celles-ci.

Par ailleurs, nous n'avons pas non plus tenu compte de l'exposition par inhalation étant donné que la contribution de cette voie d'exposition est négligeable par rapport à la dose quotidienne totale, que la tension de vapeur des phytocides à l'étude est très faible et que le temps d'exposition des personnes se trouvant sur place au moment de la pulvérisation est très court, soit quelques minutes. L'exposition cutanée du cueilleur de petits fruits sauvages n'a pas été retenue non plus, car la contribution de cette voie d'exposition est elle aussi négligeable. Soulignons également que, comme l'hélicoptère vole à très basse altitude, il est très peu probable qu'une personne se trouve sous le jet d'arrosage. Ainsi, sur une période de dix ans (1994-2004), en aucun cas des gens ne se sont trouvés directement dans une emprise au moment des travaux d'application aérienne de phytocides. Si une personne est tout près, théoriquement, il se pourrait qu'elle soit touchée par la fragmentation des grosses gouttelettes qui s'échappent de la buse, mais avec le système antidérive TVB utilisé pour la pulvérisation, le pourcentage de ces gouttelettes avec lesquelles une personne pourrait entrer en contact et qu'elle pourrait respirer est négligeable.

10.8.1.2 Scénarios d'exposition

Pour obtenir une estimation raisonnable du niveau probable de contamination de la population par les phytocides, nous avons envisagé deux scénarios extrêmes d'exposition. Le premier porte sur l'exposition à court terme. Il permet d'évaluer le niveau potentiel d'exposition d'une personne qui utiliserait une emprise de ligne traitée le lendemain de la pulvérisation, c'est-à-dire au moment où la dose d'exposition serait maximale. Le second vise l'exposition à long terme.

Ces scénarios extrêmes à court et à long terme sont appliqués à une personne qui vivrait à proximité de l'emprise et qui consommerait des fruits, du gibier, du poisson et de l'eau provenant des emprises de lignes récemment traitées.

Dans le cas du scénario extrême à long terme, les doses cumulatives sont estimées en fonction du nombre de jours d'exposition par année et du nombre d'années d'exposition sur une période de 70 ans.

10.8.1.3 Hypothèses de calcul

L'estimation de l'exposition de la population aux phytocides est faite sur une base individuelle. Pour évaluer le risque d'exposition d'une personne dans le contexte de la consommation de petits fruits sauvages, de gibier, de poisson et d'eau, il faut d'abord estimer les concentrations résiduelles dans ces différents milieux. Aux fins de notre analyse, nous avons opté pour une approche conservatrice : le cas d'un homme adulte dont la diète ne serait constituée que de denrées provenant des emprises qu'il aurait récoltées le lendemain de la pulvérisation, soit lorsque les concentrations de phytocides sont maximales. Selon les recommandations du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (MSSS, 2002), les doses estimées ont été calculées pour un homme adulte de 79 kg.

Exposition à court terme

En tenant compte des recommandations du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (MSSS, 2002), nous avons établi la composition de la diète quotidienne d'une personne pour une exposition à court terme aux phytocides comme suit :

- 250 g de bleuets pulvérisés directement, cueillis le lendemain de la pulvérisation et consommés non lavés ;
- 100 g de lièvre récolté le lendemain de la pulvérisation ;
- 100 g d'original récolté le lendemain de la pulvérisation ;
- 120 g de poisson pêché le lendemain de la pulvérisation dans un plan d'eau qui se trouve à la limite de la zone d'exclusion ;
- 1,5 l d'eau provenant d'un plan d'eau qui se trouve à la limite de la zone d'exclusion, bue le lendemain de la pulvérisation.

Exposition à long terme

En supposant une pulvérisation aux phytocides de l'emprise aux phytocides tous les cinq ans pendant 70 ans (même si le cycle de retour minimal est de dix ans dans le cas de la pulvérisation aérienne), nous avons estimé que la composition de la diète pour l'exposition à long terme comprend ce qui suit :

- 250 g de bleuets par personne par jour pendant les cinq premiers jours et 100 g de bleuets congelés par personne par semaine pendant tout le reste de l'année, 113 g par personne par jour 56 jours par an, une année sur cinq sur une période de 70 ans, pour une durée cumulative de 15 ans ;

- 200 g de gibier par personne par jour pendant les cinq premiers jours, dont 100 g de lièvre et 100 g d'orignal et, pendant tout le reste de l'année, 200 g de gibier congelé par semaine (100 g de lièvre et 100 g d'orignal) par personne, soit 100 g de lièvre par personne et 100 g d'orignal par personne pendant 56 jours par an pour une durée cumulative de 15 ans ;
- 120 g de poisson par personne par jour pendant les cinq premiers jours et 100 g de poisson congelé par personne par semaine pendant tout le reste de l'année, soit 102 g par personne par jour pendant 56 jours par an pour une durée cumulative de 15 ans ;
- 1,5 l d'eau trois jours par an pour une durée cumulative de 15 ans.

10.8.1.4 Estimation des concentrations résiduelles de phytocides

Les concentrations résiduelles de phytocides dans l'eau potable, le poisson, le lièvre et l'orignal le lendemain de l'application ont été estimées à partir de données sur le terrain déjà existantes ou, si elles n'étaient pas disponibles, à l'aide du modèle mathématique TerraSys^{MC} (Renoux et Trépanier, 2005). Le taux d'application des phytocides, que ce soit dans le cas des données sur le terrain ou de la modélisation, était identique, soit 25 l/ha. Les estimations obtenues au moyen du modèle ont été faites selon trois scénarios (Renoux et Trépanier, 2005) :

- Scénario 1 : maximise le ruissellement des phytocides de l'emprise vers un éventuel plan d'eau situé à une distance de l'emprise correspondant à la zone d'exclusion ; ce scénario vise à estimer les risques potentiels maximaux pour les poissons.
- Scénario 2 : maximise les concentrations dans les végétaux ; ce scénario vise à estimer les risques potentiels maximaux pour les végétaux et le gibier.
- Scénario 3 : maximise les concentrations dans le sol ; ce scénario vise à estimer les risques potentiels maximaux pour les micro-organismes du sol, les invertébrés du sol ainsi que les organismes se nourrissant principalement à partir des organismes du sol.

Estimation des concentrations résiduelles dans l'eau potable

Les concentrations résiduelles de 2,4-D, piclorame, dicamba et triclopyr (formes acide et ester) ont été obtenues par modélisation selon le scénario 1. Les résultats sont présentés dans le tableau 10-37 :

Tableau 10-37 : Concentrations résiduelles de phytocides dans l'eau potable

Phytocide	Taux d'application (kg/ha)	Concentration (mg/l)
2,4-D	6,00	2,540
Piclorame	1,63	1,080
Dicamba	2,53	1,080
Triclopyr (acide et ester)	5,32	1,031

Estimation des concentrations résiduelles dans les poissons

Les concentrations résiduelles de 2,4-D, piclorame, dicamba et triclopyr (formes acide et ester) ont été obtenues par modélisation selon le scénario 1. Les résultats sont présentés dans tableau 10-38 :

Tableau 10-38 : Concentrations résiduelles de phytocides dans les poissons

Phytocide	Taux d'application (kg/ha)	Concentration (mg/kg)
2,4-D	6,00	8,030
Piclorame	1,63	0,335
Dicamba	2,53	3,420
Triclopyr (acide et ester)	5,32	3,020

Estimation des concentrations résiduelles dans les bleuets

Nous avons utilisé les données de terrain qui étaient disponibles pour évaluer les concentrations résiduelles de 2,4-D et de piclorame dans les bleuets (Domingue et Bélanger, 1994). Les concentrations de ces deux phytocides dans les mélanges destinés à la pulvérisation étaient les mêmes dans l'étude de Domingue et Bélanger que celles qui sont analysées dans le présent projet, soit de 240 g/l pour le 2,4-D et de 65 g/l pour le piclorame. Les concentrations résiduelles pour le dicamba et le triclopyr (formes acide et ester) ont été obtenues par modélisation selon le scénario 2. Les résultats sont présentés dans le tableau 10-39 :

Tableau 10-39 : Concentrations résiduelles de phytocides dans les bleuets

Phytocide	Taux d'application (kg/ha)	Concentration (mg/kg)
2,4-D	6,00	9,600
Piclorame	1,63	3,700
Dicamba	2,53	28,600
Triclopyr (acide et ester)	5,32	38,650

Estimation des concentrations résiduelles dans le gibier

Les concentrations résiduelles de 2,4-D, piclorame, dicamba et de triclopyr (formes acide et ester) dans la chair du lièvre et de l'orignal ont été obtenues par modélisation selon le scénario 2. Les résultats sont présentés dans le tableau 10-40 :

Tableau 10-40 : Concentrations résiduelles de phytocides dans le lièvre et l'orignal

Phytocide	Taux d'application (kg/ha)	Concentration dans le lièvre (mg/kg)	Concentration dans l'orignal (mg/kg)
2,4-D	6,00	$7,98 \times 10^{-5}$	$4,89 \times 10^{-5}$
Piclorame	1,63	5×10^{-7}	$3,08 \times 10^{-7}$
Dicamba	2,53	$2,08 \times 10^{-5}$	$1,28 \times 10^{-5}$
Triclopyr (acide et ester)	5,32	$1,74 \times 10^{-4}$	$1,07 \times 10^{-4}$

10.8.2 Estimation de l'exposition individuelle

La dose totale d'exposition individuelle aux phytocides est la somme des doses absorbées par la consommation des denrées alimentaires et de l'eau.

10.8.2.1 Scénario extrême à court terme

La dose totale d'exposition aux phytocides pour le scénario extrême à court terme concerne une personne qui s'approvisionne exclusivement de denrées alimentaires et d'eau provenant uniquement d'une emprise où l'on a pulvérisé des phytocides (voir la section 10.1.2).

Le tableau 10-41 présente les doses d'exposition aux phytocides dans les différentes denrées du régime alimentaire déterminé selon le scénario extrême à court terme ainsi les doses totales d'exposition résultantes.

Tableau 10-41 : Doses d'exposition par catégorie de denrées alimentaires et doses totales résultantes selon le scénario extrême à court terme

Phytocide	Exposition par consommation d'eau (mg/kg/j)	Exposition par consommation de poisson (mg/kg/j)	Exposition par consommation de bleuets (mg/kg/j)	Exposition par consommation de lièvre (mg/kg/j)	Exposition par consommation d'orignal (mg/kg/j)	Dose totale (mg/kg/j)
2,4-D	0,048	0,012	0,030	$1,010 \times 10^{-7}$	$6,190 \times 10^{-8}$	0,091
Piclorame	0,021	0,001	0,012	$6,329 \times 10^{-10}$	$3,899 \times 10^{-10}$	0,033
Dicamba	0,021	0,005	0,091	$2,633 \times 10^{-8}$	$2,620 \times 10^{-8}$	0,116
Triclopyr (acide et ester)	0,019	0,005	0,122	$2,202 \times 10^{-7}$	$1,354 \times 10^{-7}$	0,147

Les résultats présentés dans ce tableau indiquent que, selon le scénario extrême à court terme, la source d'exposition la plus importante dans le cas du 2,4-D et du piclorame est la consommation d'eau alors que la consommation de bleuets contribue le plus à l'exposition au dicamba et au triclopyr.

10.8.2.2 Scénario extrême à long terme

La dose totale d'exposition aux phytocides pour le scénario extrême à long terme touche la même personne que celle du scénario extrême à court terme, mais pour une exposition s'étalant sur une période de 70 ans.

Le tableau 10-42 résume les doses d'exposition aux phytocides dans les différentes denrées du régime alimentaire déterminées selon le scénario extrême à long terme, ainsi les doses totales d'exposition résultantes.

Tableau 10-42 : Doses d'exposition par catégorie de denrées alimentaires et doses totales résultantes selon le scénario extrême à long terme

Phytocide	Exposition par consommation d'eau (mg/kg/j)	Exposition par consommation de poisson (mg/kg/j)	Exposition par consommation de bleuets (mg/kg/j)	Exposition par consommation de lièvre (mg/kg/j)	Exposition par consommation d'original (mg/kg/j)	Dose totale (mg/kg/j)
2,4-D	0,0004	0,0016	0,0021	$1,548 \times 10^{-8}$	$9,497 \times 10^{-9}$	0,004
Piclorame	0,0002	0,0001	0,0008	$9,710 \times 10^{-11}$	$5,982 \times 10^{-11}$	0,001
Dicamba	0,0002	0,0007	0,0063	$4,040 \times 10^{-9}$	$2\ 486 \times 10^{-9}$	0,007
Triclopyr (acide et ester)	0,0001	0,0006	0,0085	$2,379 \times 10^{-8}$	$2\ 078 \times 10^{-8}$	0,009

Les résultats présentés dans ce tableau indiquent que, selon le scénario extrême à long terme, la consommation de bleuets est la source qui contribue le plus à l'exposition humaine aux phytocides.

10.8.2.3 Hypothèses conservatrices

Les hypothèses utilisées pour évaluer le risque attribuable aux phytocides peuvent se traduire par la surestimation de ce risque. En effet, plusieurs facteurs de sécurité y ont été incorporés afin d'assurer un certain conservatisme. Ces facteurs sont les suivants :

- La composition de la diète et la fréquence de la consommation de nourriture sont très conservatrices.
- Seules les concentrations résiduelles initiales sont considérées, et elles sont les plus élevées.

- On ne tient pas compte de la dégradation des phytocides dans l'environnement.
- L'exposition est estimée sur une période de 70 ans.
- On suppose que la bioassimilation des phytocides est de 100 %.

10.8.3 Risques associés à une exposition à court terme

Les doses d'exposition estimées du scénario extrême à court terme sont celles que subit une personne pendant une journée seulement. En comparant ces doses estimées avec les valeurs de NOEL, on peut déterminer si les niveaux d'exposition individuelle présentent un risque pour la santé de la population.

Les valeurs de NOEL, obtenues à partir d'études chroniques, correspondent à des doses quotidiennes pour lesquelles aucun effet, si minime soit-il, n'a été observé chez les animaux pendant une longue période de leur vie. L'extrapolation à l'homme des valeurs de NOEL obtenues à partir de données animales nécessite une marge de sécurité. Les facteurs de sécurité généralement acceptés sont de 10 pour le passage de l'animal à l'homme, ce qui compense pour les variations entre les espèces, et de 10 pour les différents niveaux de sensibilité parmi les êtres humains (USDA, 1988). Un autre facteur de 10 peut être utilisé pour l'extrapolation des données provenant des études subchroniques aux études chroniques.

Si, pour extrapoler les valeurs à moyen terme à plus long terme, on multiplie les doses par un facteur de sécurité de 10, on présume que, pour le processus inverse, c'est-à-dire du long terme au court terme, la marge de sécurité de 100 peut être divisée par un facteur de 10. Pour comparer les doses estimées à court terme avec les doses quotidiennes à long terme, on considère donc qu'une marge de sécurité d'au moins 10 est acceptable.

Le tableau 10-43 montre les doses estimées du scénario extrême à court terme, la NOEL systémique ainsi que la NOEL de reproduction. Les valeurs des NOEL ont été déterminées au moyen d'une revue de la documentation scientifique sur la toxicité des phytocides (voir l'annexe F).

Tableau 10-43 : Comparaison des doses estimées du scénario extrême à court terme, de la NOEL systémique et de la NOEL de reproduction

Phytocide	Dose d'exposition totale (mg/kg/j)	NOEL systémique (mg/kg/j)	NOEL de reproduction (mg/kg/j)
2,4-D	0,091	1	5
Piclorame	0,033	7	50
Dicamba	0,116	15	3
Triclopyr (acide et ester)	0,147	5	25

Ces résultats s'appliquent à un homme adulte et montrent que les doses d'exposition totales estimées de 2,4-D, piclorame, dicamba et triclopyr sont bien inférieures aux NOEL systémiques établies pour chacun de ces phytocides, avec des rapports variant entre 11 (pour le 2,4-D) et 212 (pour le piclorame). Étant donné ces grands écarts entre les doses d'exposition totales de ces phytocides et leurs NOEL systémiques respectives, on peut considérer que, dans les mêmes conditions d'application, les concentrations d'exposition totales pour les femmes et les enfants devraient elles aussi être inférieures à ces NOEL.

Il faut souligner que la possibilité qu'une personne soit exposée aux doses estimées selon le scénario extrême à court terme est en fait très faible, voire presque nulle. L'évaluation vise surtout à estimer les risques les plus élevés possibles associés à l'utilisation des phytocides. Pour obtenir un niveau d'exposition aussi élevé que le niveau calculé dans la présente analyse, il faut que plusieurs circonstances soient réunies :

- La cueillette des bleuets doit se faire le lendemain de la pulvérisation des phytocides (au moment où la concentration de phytocides est jugée maximale) et les fruits doivent être consommés aussitôt, sans avoir été lavés.
- Les hypothèses décrites dans les scénarios d'application ont tendance à mener à une surestimation plutôt qu'à une sous-estimation des données d'exposition.
- La possibilité que tous les événements décrits arrivent en même temps est réellement très faible, sinon inexistante ; par exemple, la possibilité qu'une personne se trouvant à proximité de l'emprise au moment de la pulvérisation consomme le lendemain du gibier contaminé, des fruits contaminés et de l'eau contaminée est sans doute pratiquement nulle, et il en va de même pour la possibilité que toutes ces denrées alimentaires et l'eau soient contaminées simultanément à des taux résiduels maximaux.

Compte tenu de ces considérations, on peut conclure que les risques pour la santé humaine à la suite d'une exposition aux phytocides d'une journée sont négligeables.

10.8.4 Risques associés à une exposition à long terme

On peut faire l'extrapolation des valeurs de NOEL (estimées à partir des expériences animales) à l'homme en divisant la valeur de NOEL par un facteur de sécurité. On obtient ainsi une dose journalière admissible (DJA) pour les humains.

La DJA correspond à la quantité de phytocide qui peut être ingérée par les humains chaque jour, pendant toute une vie, sans risque appréciable. On peut évaluer le risque d'exposition de la population aux phytocides en comparant les doses d'exposition estimées à long terme aux DJA (voir le tableau 10-44). Les valeurs des DJA ont été déterminées au moyen d'une revue de la documentation scientifique sur la toxicité des phytocides (voir l'annexe F).

Tableau 10-44 : Comparaison des doses quotidiennes totales du scénario extrême à long terme aux divers phytocides avec les doses journalières admissibles (DJA)

Phytocide	Dose quotidienne totale (mg/kg/j)	DJA (mg/kg/j)
2,4-D	0,004	0,010
Piclorame	0,001	0,070
Dicamba	0,007	0,030
Triclopyr (acide et ester)	0,009	0,005

Selon notre démarche de calcul du risque, seules les valeurs d'exposition estimées au triclopyr sont supérieures à la DJA. Notons cependant que nous avons utilisé des scénarios d'exposition extrêmes mettant en jeu une personne qui consomme exclusivement, sur une période de huit semaines par an, une année sur cinq, pendant une période de 70 ans, des bleuets, du lièvre, de l'original, du poisson et de l'eau prélevés le lendemain d'une pulvérisation de phytocides dans les emprises de lignes électriques. De plus, nous avons utilisé la DJA, qui est calculée pour une exposition quotidienne sur 70 ans, comme dose de référence sécuritaire pour l'homme. Notre estimation du risque est donc très conservatrice. Rappelons aussi que les valeurs des doses d'exposition totales estimées pour une exposition d'une journée sont bien inférieures aux valeurs des NOEL systémiques.

Compte tenu de ces considérations, on peut conclure que les risques pour la santé humaine d'une exposition aux phytocides à long terme sont négligeables.

10.9 Estimation des risques toxicologiques de la coupe manuelle pour la population

10.9.1 Données de base

L'impact sur la santé de la population découle de l'intervention mécanique qui consiste en la coupe manuelle sélective à l'aide de tronçonneuses ou de débroussailleuses effectuée dans les emprises visées de la région de Manicouagan. Les deux outils sont munis d'un moteur à combustion interne à deux temps. Actuellement, ils sont utilisés pour maîtriser la végétation incompatible dans les emprises de lignes de la région de Manicouagan à raison de 20 % pour les tronçonneuses et de 80 % pour débroussailleuses.

Selon l'expérience d'Hydro-Québec, la productivité réelle moyenne des travailleurs est de 0,6 ha/j, pour une densité moyenne de la végétation de 75 %. La consommation moyenne de carburant est de 18,2 l/ha pour les tronçonneuses et de 13,6 l/ha pour les débroussailleuses (mélange essence/huile, 50:1). En appliquant le rapport susmentionné entre les tronçonneuses et les débroussailleuses (20 % et 80 %), on obtient la consommation moyenne de carburant pour la coupe manuelle, soit 14,5 l/ha. Par ailleurs, les tronçonneuses utilisent également de 6,8 à 9,1 l/ha d'huile

lubrifiante, qui se retrouvera principalement sur le sol des emprises (pertes par égouttement) et sur la végétation coupée (transfert par contact). Pour le calcul, on prend l'hypothèse que tout le territoire visé sera soumis à la coupe manuelle sélective.

10.9.2 Polluants issus de la combustion de l'essence

La pollution de l'environnement, et tout particulièrement de l'air ambiant, par les résidus non brûlés de la combustion de l'essence (moteurs à combustion interne) pose un problème de plus en plus aigu, notamment dans des milieux urbains et semi-urbains (WRI, IIED, PNUE, 1988 et 1990). Une très grande variété d'hydrocarbures non brûlés ont été identifiés dans les gaz émis par divers moteurs à combustion interne au cours des trois dernières décennies (Bonamassa et Wong-Woo, 1966 ; Neligan, 1971 ; Starkman, 1971 ; Patterson et Henein, 1973 ; Giddings, 1973 ; Stern, 1976 ; etc.). Plusieurs d'entre eux, tels que le benzène (un cancérigène humain bien connu), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont plusieurs sont cancérigènes (Jones et coll., 1976 ; Hutzinger, 1980 ; Harvey, 1985 ; Grimmer et coll., 1985), les oxygénates organiques issus d'une oxydation incomplète de l'essence (Ellis et coll., 1965 ; Vogh, 1969 ; Milks et coll., 1971 ; Dimitrades et Wesson, 1972 ; Seizinger et Dimitrades, 1972 ; Choudhury et coll., 1982 ; Kawamura et coll., 1985), ainsi que divers composés nitro-organiques aliphatiques et aromatiques (MacDonald et coll., 1963 ; Kenneth et Deichmann, 1964 ; Deichmann et coll., 1965 ; Wassenberger et coll., 1970 ; Varfalvy, 1977 ; Johnsson et Bertlison, 1982 ; Newton et coll., 1982 ; Pitts et coll., 1985 ; Trescott et coll., 1986 ; Kuhlman et Chuang, 1989 ; Schuetzle et coll., 1989), redoutés pour leurs effets nuisibles sur la santé humaine et l'environnement, ont été mesurés dans les gaz de combustion et ont fait l'objet d'études détaillées. De plus, la combustion de l'essence conduit à la formation du monoxyde de carbone (CO) et d'oxydes d'azote (NO_x) en quantités variables (Starkman, 1971 ; Giddings, 1973 ; Stern, 1976 ; Stedman, 1989 ; Keiser et coll., 1991).

10.9.3 Principaux polluants produits par les tronçonneuses et les débroussailleuses

Le benzène et les HAP, présents dans les gaz de combustion de l'essence, offrent un intérêt particulier pour cette étude en raison du danger potentiel qu'ils représentent pour la santé humaine. En effet, le benzène est l'une des rares substances dont la cancérigénicité pour les êtres humains a été bien établie (US EPA, 1984a ; US DHHS, 1990), tandis que la famille des HAP, comprenant de quatre à sept noyaux aromatiques, contient plusieurs substances cancérigènes ou probablement cancérigènes, pour les animaux de laboratoire ou pour les humains (US EPA, 1984a et 1984b ; Grimmer et coll., 1985 ; US DHHS, 1990).

Il est toutefois relativement difficile de quantifier les HAP cancérigènes qui seraient produits par les moteurs à deux temps des tronçonneuses et des débroussailleuses à partir de la documentation disponible (Stern, 1968 ; Starkman, 1971 ; Jones et coll.,

1976 ; Environnement Canada, 1976 et 1977 ; Baines et Somers, 1978 ; Grimmer et coll., 1985). Une étude suédoise récente (Nilsson et coll., 1987), menée sur sept types de tronçonneuses fréquemment utilisées, permet toutefois d'estimer la quantité de HAP présents dans les gaz de combustion de ces scies ainsi que celle de plusieurs autres polluants, comme le benzène, le CO, les NO_x, les aldéhydes (RCHO), etc. Le tableau 10-45 résume les résultats de l'étude en question, en ce qui a trait à la composition moyenne des gaz de combustion des sept tronçonneuses les plus couramment utilisées en Suède ainsi que selon les émissions (Q) estimées par litre de carburant consommé.

Étant donné que l'étude de Nilsson et coll. (1987) ne précise pas les facteurs d'émission sur une base pondérale pour chaque litre de carburant consommé (on n'y présente que les concentrations moyennes présentes dans les gaz de combustion), on doit estimer ces émissions selon certaines données de l'étude et certaines hypothèses réalistes. La méthode d'estimation des facteurs d'émission (Q) qui figurent dans le tableau 10-45 est décrite ci-dessous.

L'étude de Nilsson mentionne que 30 % de l'essence s'évapore. D'autre part, la documentation récente (US DHHS, 1991b) indique que l'essence contient en moyenne de 1 à 2 % de benzène aux États-Unis. Si on suppose que la teneur en benzène dans le carburant qui a fait l'objet de l'étude de Nilsson est de 1,5 % et qu'on lui applique un taux d'évaporation de 30 %, les émissions minimales de benzène pour les tronçonneuses seraient de 3,6 g/l de carburant. Si le benzène résiduel contenu dans le carburant non évaporé était brûlé à 90 %, l'émission totale de benzène serait de 4,44 g/l. Enfin, si on utilise l'équivalence hypothétique entre ce taux d'émission et la concentration de 1 400 mg/m³ publiée pour le benzène dans les gaz d'échappement des tronçonneuses, ainsi que les concentrations indiquées pour les autres polluants, on peut estimer tous les autres facteurs d'émission (Q) qui figurent au tableau 10-45 en appliquant une simple règle de trois.

Les facteurs d'émission (Q) déterminés de cette façon ne peuvent pas être assimilés à des valeurs réelles mesurées, mais ils permettent d'estimer un ordre de grandeur des quantités de substances polluantes qui seraient émises dans l'atmosphère par les tronçonneuses et les débroussailleuses aux fins de la présente étude. Les facteurs estimés de la sorte sont probablement inférieurs à la réalité. Toutefois, à défaut de données, ils ont servi à évaluer sommairement les risques attribuables aux divers contaminants en question. L'étude de Nilsson (1987) ne permet pas non plus de quantifier la proportion de HAP supposément cancérigènes, principalement ceux qui ont de quatre à sept noyaux aromatiques, ainsi que le benzo(a)pyrène, un cancérigène puissant reconnu, présents dans les émissions. Toutefois, l'étude en question mentionne que le profil des HAP décelés dans les gaz de combustion était semblable à celui des HAP présents dans l'essence pour automobiles.

Tableau 10-45 : Émissions atmosphériques types des tronçonneuses

Substance	Concentration moyenne ^a		Déviation standard (%)	Q ^b (g/l)
	(mg/m ³)	(ppm)		
Hydrocarbures totaux	33 000,0	9 380,00 ^c	23	104,000
Benzène	1 400,0	438,00	16	4,400
Aldéhydes totaux	330,0	–	20	1,000
Formaldéhyde	120,0	97,50	16	0,400
CO	66 000,0	57 460,00	32	209,000
NO	45,0	36,50	48	0,140
NO _x	50,0	39,00	55	0,160
Naphtalène	14,0	2,60	84	0,050
Benzo(a)pyrène	< 0,005	< 5 X 10 ⁻⁰⁴	–	< 1,6 X 10 ⁻⁰⁵
HAP totaux ^d	75,0	7,30	79	0,240
Plomb tétraméthyle	1,3	0,12	37	0,004
Dibromoéthane	2,5	0,32	28	0,008
Plomb	7,9	0,93	9	0,024

a. Pour sept tronçonneuses neuves (Nilsson et coll., 1987).

b. Quantité émise selon les estimations fournies dans le texte.

c. En ce qui concerne le C₆H₁₄.

d. Y compris le naphtalène.

Selon l'étude de Grimmer et coll. (1985), effectuée sur un moteur à combustion interne classique d'automobile, la combustion de 1,3 l d'essence conduirait à la formation de 0,5 g de condensat qui contiendrait environ 4 % de HAP ayant de quatre à sept noyaux aromatiques (la famille supposée cancérigène des HAP). En conséquence, la combustion de chaque litre d'essence produirait au moins 15,4 mg de HAP cancérigènes.

L'émission totale de HAP estimée dans l'étude de Nilsson (voir le tableau 10-45) représente environ 240 mg/l de carburant, ce qui produirait 9,6 mg de HAP cancérigènes selon le rapport de Grimmer et coll. (4 %). Ce taux d'émission est du même ordre de grandeur, mais inférieur de 38 %, à celui qui a été avancé par ceux-ci. Cela semble confirmer, en première analyse, l'hypothèse selon laquelle les taux d'émission estimés qui figurent au tableau 10-45 sont probablement inférieurs à la réalité. Par ailleurs, une étude (Lavalin, 1988) signale un taux d'émission totale de HAP de 500 mg/m³ pour des moteurs à deux temps comme ceux des cyclomoteurs, des hors-bord, des motoneiges, des motos tout terrain, des tondeuses, etc., sans toutefois mentionner les moteurs de tronçonneuses.

Afin de pallier partiellement cette différence, on utilise, au moment d'estimer le risque pour la population des HAP émis par les tronçonneuses et les débroussailleuses, l'hypothèse que 20 % des HAP émis dans les gaz de combustion de ces équipements sont cancérigènes. On augmente également de 50 % le taux d'émission du benzène pour l'estimation du risque associé à cette substance.

Par ailleurs, l'huile lubrifiante utilisée par les tronçonneuses, à raison d'environ 7 l/ha à 9 l/ha, peut également contenir des quantités variables de HAP, de B(a)P et de benzène, qui se retrouveront principalement sur le sol et sur la végétation des emprises de lignes traitées. En effet, la documentation indique pour les huiles minérales des teneurs moyennes de 2,2 ppm de HAP, de 0,3 ppm de B(a)P et de 28 ppm de benzène (Limasset, 1986 ; USDA, 1988), ce qui représente une contamination potentielle des sols équivalente à environ 2,2 mg de HAP, à 0,3 mg de B(a)P et à 28 mg de benzène par kg d'huile lubrifiante utilisé par les tronçonneuses.

11 Analyse économique de deux modes de maîtrise de la végétation dans les emprises

11.1 Introduction

Hydro-Québec utilise la pulvérisation aérienne de phytocides dans les emprises de lignes éloignées, accidentées ou difficilement accessibles depuis le milieu des années 1990. Une première phase de travaux s'est déroulée de 1994 à 2004. Lors de l'émission du premier décret gouvernemental, Hydro-Québec devait présenter au ministre de l'Environnement et de la Faune un rapport de performance des deux modes d'intervention utilisés pour les travaux de 1994 (et 1995), en détaillant notamment les accidents, l'efficacité, les coûts réels et les retombées économiques. C'est dans ce contexte qu'une première analyse économique des différents modes de maîtrise de la végétation potentiellement utilisables dans les emprises de lignes à l'étude a été effectuée en 1995 par Naturam Environnement Inc. Le rapport d'étude a été déposé auprès du ministère de l'Environnement et de la Faune en 1995.

Cette analyse s'inscrivait dans le prolongement de plusieurs études présentées par Hydro-Québec dans le cadre du processus d'étude d'impact du programme de pulvérisation aérienne de phytocides. Parmi celles-ci, notons le chapitre 9 de l'étude d'impact *Pulvérisation aérienne de phytocides ; Programme d'entretien des emprises 1993-1997* (Hydro-Québec, 1992), intitulé « Coût des modes d'intervention », et l'étude interne additionnelle intitulée *Évaluation économique de différents modes de maîtrise de la végétation de certaines emprises de la région Manicouagan* (Hydro-Québec, vice-présidence Environnement, 1993).

Les pages qui suivent visent à actualiser l'analyse économique présentée en 1995, de manière à faire le point sur la nature des retombées économiques imputables à chacun des modes d'entretien en vue d'une meilleure compréhension des coûts d'intervention et des cycles d'entretien. En regard de l'étude de 1995, la nouvelle analyse présentée ici a l'avantage d'être fondée sur des données réelles, tirées des observations faites entre 1994 et 2004 sur la Côte-Nord.

11.2 Principaux paramètres du programme d'intervention

Après avoir analysé les différents modes d'intervention potentiellement utilisables dans les emprises de lignes, on a déterminé que deux seulement étaient envisageables pour les emprises inaccessibles, éloignées ou fortement accidentées de la région de Manicouagan.

Ainsi, le programme d'entretien des emprises par pulvérisation aérienne de phytocides qui est proposé vise une surface d'environ 5 000 ha dans des secteurs

difficilement accessibles, éloignés ou accidentés, soit une superficie de 25 % inférieure à celle du programme 1994-2004.

11.2.1.1 Surfaces visées

Du fait de la présence d'éléments sensibles qui doivent être soustraits à l'application des phytocides, certaines zones nécessitent un traitement particulier. On établit donc des zones d'exclusion autour des éléments à proximité desquels on ne peut pratiquer que la coupe mécanique. L'entretien de ces zones d'exclusion est beaucoup moins fréquent que celui des emprises en général. Il est possible, dans le cas de certaines surfaces circonscrites, de tolérer une végétation assez haute ne nuisant pas au dégagement des conducteurs et aux aires de dégagement des pylônes. Par exemple, dans certains creux de vallée à proximité des ruisseaux, la végétation peut atteindre une hauteur qui s'approche de celle d'un arbre à maturité. De même, certaines surfaces ne nécessiteront aucun travail de maîtrise, leur végétation n'étant pas incompatible avec le bon fonctionnement du réseau.

Le tableau 11-1 présente une description sommaire des emprises considérées dans le cadre du programme d'entretien proposé pour la période 2007-2016. Ce programme concerne une superficie globale de 5 495 ha d'emprises qui sont difficilement accessibles, éloignés ou accidentés et qui doivent être entretenus régulièrement. Les zones d'exclusion nécessitant un entretien sporadique couvrent pour leur part une superficie de 916 ha. L'analyse économique a été réalisée en 2004 (GENIVAR, 2004) et tous les paramètres ont été calculés comme si le programme devait se dérouler de 2006 à 2014. L'écart entre le programme réel (2007-2016) et celui qui analysé dans le présent chapitre n'a aucune incidence sur les conclusions générales de l'analyse.

Tableau 11-1 : Description des emprises de lignes faisant l'objet du programme d'entretien à l'étude

Année	Circuit	Bloc	Portées	Situation géographique	Longueur (km)	Superficie à traiter (ha)	Zones d'exclusion (ha)
2006	7027	4	220 à 358	Au sud du 50 ^e parallèle	69,7	330	55
2009	7019	1	194 à 293	Au sud du 50 ^e parallèle	48,3	305	51
	7027	3	185 à 219	Au sud du 50 ^e parallèle	15,7	275	46
2010	7004	2	241 à 278	Au sud du 50 ^e parallèle	20,3	155	26
	7004	2	304 à 385	Au sud du 50 ^e parallèle	43,2	275	46
2011	7031	1	270 à 350	Du 50 ^e au 51 ^e parallèle	38,8	715	119
	7031	2	351 à 369	Du 50 ^e au 51 ^e parallèle	8,8	115	19
	7031	3	370 à 398	Du 50 ^e au 51 ^e parallèle	12,5	195	33
	7033	1	341 à 357	Du 50 ^e au 51 ^e parallèle	8,7	55	9
2012	7028	3	195 à 348	Au sud du 50 ^e parallèle	64,9	770	128
	7031	1	101 à 269	Au nord du 51 ^e parallèle	79,4	1 330	222
2013	7004	1	19 à 144	Au sud du 50 ^e parallèle	67,9	765	128
2014	3001	2	404 à 460	Au sud du 50 ^e parallèle	21,8	210	35
Total					500	5 495	916

Source : Hydro-Québec, Région Manicouagan.

11.2.1.2 Cycles de retour et calendrier d'intervention

La fréquence des interventions (ou la longueur des cycles de retour) dépend du mode d'intervention choisi et varie en fonction des conditions climatiques propres à chaque secteur.

À la lumière des résultats du programme d'entretien qui s'est déroulé de 1994 à 2004, les cycles de retour tels que définis dans l'étude de 1995 ont été révisés. Les longueurs de cycle retenues aux fins de la présente analyse sont présentées au tableau

11-2, tandis que le tableau 11-3 présente une synthèse du calendrier d'intervention pour l'ensemble de la période à l'étude.

Tableau 11-2 : Longueur des cycles de retour en fonction des différents modes d'intervention^a

	Emplacement des emprises		
	Au sud du 50 ^e parallèle	Entre le 50 ^e et le 51 ^e parallèle	Au nord du 51 ^e parallèle
Coupe mécanique	4 ans	5 ans	6 ans
Pulvérisation de phytocides			
• Premier cycle de retour	8 ans	10 ans	15 ans
• Cycles suivants	10 ans	12 ans	20 ans
• Coupe mécanique	16 ans	20 ans	20 ans
Coupe mécanique dans les zones d'exclusion	16 ans	20 ans	20 ans

a. Le programme se déroulerait de 1007 à 2016.

Source : Hydro-Québec.

L'analyse des paramètres retenus fait ressortir les éléments suivants :

- Dans le cas de la coupe mécanique, l'expérience des dix dernières années a démontré que les surfaces traitées au sud du 50^e parallèle nécessitaient une nouvelle intervention après quatre ans. Après cinq ans, la densité avait atteint 100 %, rendant l'accès difficile. Plus au nord, les cycles d'intervention sont davantage de l'ordre de cinq à six ans.
- Dans le cas de l'entretien par pulvérisation aérienne de phytocides, les cycles de retour après la première intervention varient entre 8 et 15 ans, en fonction de la latitude. À plus long terme, l'impact des interventions sur l'évolution du couvert végétal permet la planification d'interventions moins fréquentes, avec un cycle de retour pouvant varier entre 10 et 20 ans. Cependant, des coupes mécaniques périodiques complétant les travaux d'arrosage doivent être planifiées (selon un cycle de l'ordre de 16 à 20 ans) afin d'éliminer les arbres non maîtrisés lors des travaux en raison de leur hauteur et de la forte densité du couvert végétal arborescent.
- Les zones d'exclusion nécessitent un entretien moins régulier et les cycles de retour sont en moyenne plus longs dans leur cas, soit de l'ordre de 16 à 20 ans.

Cette situation influe sur les coûts à long terme. Ainsi, l'analyse des coûts doit être fondée sur l'évaluation et l'actualisation du flux des déboursés futurs associés à chacun des deux modes d'intervention.

11.3 Évaluation des coûts réels d'intervention

La présente section porte sur le calcul des coûts de revient à l'hectare liés aux deux modes d'intervention utilisés. Par rapport à l'étude de 1995, la nouvelle analyse présentée ici a l'avantage d'être fondée sur des données réelles, tirées des observations faites entre 1994 et 2004.

11.3.1 Analyse des coûts unitaires selon le mode d'intervention

La description des coûts par mode d'intervention est présentée aux tableaux 11-4 et 11-5. Une description plus complète des paramètres et des coûts unitaires utilisés pour la ventilation est fournie dans l'étude sectorielle *Analyse économique de deux modes de maîtrise de la végétation dans les corridors de transport d'énergie – Maintenance Lignes Manicouagan – 2004* (Genivar, 2004). Les coûts d'intervention sont fondés sur les montants réels payés par Hydro-Québec dans le cadre de travaux similaires réalisés en 2004. La ventilation des coûts a été établie à partir d'information obtenue des entrepreneurs concernés.

Les tableaux 11-4 et 11-5 établissent également une comparaison entre les coûts de 2004 et ceux qui avaient été estimés dans le cadre de l'étude de 1995, de manière à permettre une meilleure compréhension de l'évolution des coûts.

11.3.1.1 Coupe mécanique

Dans le cas de la coupe mécanique, le coût contractuel payé par Hydro-Québec pour la réalisation des travaux effectués en 2004 a été de 447 000 \$ pour l'entretien d'une superficie de l'ordre de 545,25 ha, ce qui représente un coût moyen de 820 \$/ha. Si on considère également les coûts additionnels assumés par Hydro-Québec pour la préparation et la surveillance des travaux, le coût total moyen pour les travaux de 2004 a été de 872 \$/ha. Les coûts moyens observés en 2004 sont nettement supérieurs à ceux de 1994-1995. Lors de l'étude économique effectuée en 1995, des redressements avaient dû être effectués afin de permettre une estimation des coûts réels, compte tenu notamment des médiocres conditions de travail des travailleurs forestiers à l'époque. En ce sens, les données observées pour 2004 sont davantage le reflet d'un contexte « normal » d'exploitation.

Tableau 11-4 : Ventilation des coûts d'intervention par coupe mécanique

Catégories de coûts	Travaux de 1994		Travaux de 2004	
	Coûts observés	Coûts redressés	Coûts observés	Coûts redressés (incluant le coût social du chômage)
Ventilation des dépenses				
Contremaître	9 800,00	9 800,00	19 760,00	11 856,00
Bûcherons	161 726,00	151 006,00 ^a	217 360,00	130 416,00
Commissionnaire	6 004,00	6 004,00	7 904,00	4 742,40
Cuisinier	11 762,00	11 762,00	13 718,00	8 230,80
Homme de camp	4 901,00	4 901,00	7 904,00	4 742,40
Comptable	1 634,00	1 634,00	7 800,00	4 680,00
Hélicoptère	24 994,00	99 976,00 ^b	42 750,00	42 750,00
Carburant hélicoptère	3 804,00	15 216,00 ^b	6 313,50	6 313,50
Génératrice	893,00	2 450,00 ^c	1 562,50	1 562,50
Carburant génératrice	353,00	1 327,00 ^d	9 592,20	9 592,20
Camion entrepreneur	2 450,00	2 450,00	23 125,00	23 125,00
Essence camion entrepreneur	882,00	882,00	6 480,00	6 480,00
V.T.T. entrepreneur	715,00	715,00	6 230,00	6 230,00
Entretien V.T.T.			3 500,00	3 500,00
Essence V.T.T.	588,00	588,00	6 048,00	6 048,00

Taux d'incidence régionale (%)	Retombées directes et indirectes	
	Coûts observés (\$)	Coûts redressés (incluant le coût social du chômage) (\$)
100,0 %	19 760,00	11 856,00
100,0 %	217 360,00	130 416,00
100,0 %	7 904,00	4 742,40
100,0 %	13 718,00	8 230,80
100,0 %	7 904,00	4 742,40
100,0 %	7 800,00	4 680,00
30,0 %	12 825,00	12 825,00
12,4 %	782,87	782,87
2,5 %	39,06	39,06
12,4 %	1 189,43	1 189,43
5,6 %	1 295,00	1 295,00
12,4 %	803,52	803,52
5,6 %	348,88	348,88
5,6 %	196,00	196,00
12,4 %	749,95	749,95

Catégories de coûts	Travaux de 1994		Travaux de 2004	
	Coûts observés	Coûts redressés	Coûts observés	Coûts redressés (incluant le coût social du chômage)
Campement	875,00	5 834,00 ^e	10 986,07	10 986,07
Installation, entretien, nourriture	3 063,00	6 330,00 ^f	34 656,00	34 656,00
Nourriture	16 467,00	16 467,00	0,00	0,00
Gardien			0,00	0,00
Télécommunications			2 925,00	2 925,00
Utilisation		900,00	2 520,00	2 520,00
Divers - profit	25 091,00	33 824,00	14 937,00	
<i>Sous-total</i>	<i>276 002,00</i>	<i>372 066,00</i>	<i>447 112,94</i>	<i>322 397,54</i>
<i>Superficies entretenues (ha)</i>	<i>527,00</i>	<i>527,00</i>	<i>545,25</i>	<i>545,25</i>
<i>Coût unitaire (\$/ha)</i>	<i>523,72</i>	<i>706,01</i>	<i>820,01</i>	<i>591,28</i>

Taux d'incidence régionale (%)	Retombées directes et indirectes	
	Coûts observés (\$)	Coûts redressés (incluant le coût social du chômage) (\$)
2,5 %	274,65	274,65
2,4 %	831,74	831,74
100,0 %	0,00	0,00
2,5 %	73,13	73,13
2,5 %	63,00	63,00
65,0 %	9 709,05	0,00
	<i>303 653,33</i>	<i>184 165,88</i>
	<i>545,25</i>	<i>545,25</i>
	<i>556,91</i>	<i>337,76</i>

Catégories de coûts	Travaux de 1994		Travaux de 2004	
	Coûts observés	Coûts redressés	Coûts observés	Coûts redressés (incluant le coût social du chômage)
Autres coûts - Hydro-Québec				
Coût de la surveillance	3 002,00	3 002,00	2 940,00	2 940,00
Hélicoptère de surveillance	23 228,00	23 228,00	21 250,00	21 250,00
Carburant hélico surveillance	2 492,00	2 492,00	4 263,00	2 441,00
<i>Sous-total</i>	<i>26 230,00</i>	<i>26 230,00</i>	<i>28 453,00</i>	<i>26 631,00</i>
Total	304 724,00	400 788,00	475 565,94	349 028,54
<i>Coût unitaire (\$/ha)</i>	<i>578,00</i>	<i>761,00</i>	<i>872,20</i>	<i>640,13</i>

Note : Les astérisques indiquent les chiffres modifiés dans l'estimation du coût redressé.

Les coûts corrigés ont été obtenus à partir des coefficients de redressement expliqués dans le texte.

- Coefficient de redressement (main-d'œuvre) : 0,93
- Coefficient de redressement (hélicoptère) : 4
- Coefficient de redressement (génératrice) : 2,74
- Coefficient redressement (carburant) : 3,76
- Coefficient de redressement (campement) : 6,67
- Coefficient de redressement (installation) : 2,07

Taux d'incidence régionale (%)	Retombées directes et indirectes	
	Coûts observés (\$)	Coûts redressés (incluant le coût social du chômage) (\$)
30,0 %	882,00	882,00
30,0 %	6 375,00	6 375,00
12,4 %	528,61	302,68
	<i>7 785,61</i>	<i>7 559,68</i>
	311 438,95	191 725,57
	<i>571,19</i>	<i>351,63</i>

11.3.1.2 Pulvérisation aérienne

Dans le cas de la pulvérisation aérienne, le coût contractuel payé par Hydro-Québec pour la réalisation des travaux effectués en 2004 a été de 460 000 \$ pour l'entretien d'une superficie de l'ordre de 568 ha, ce qui représente un coût moyen de 810 \$/ha. Si on considère également les coûts additionnels assumés par Hydro-Québec pour la préparation et la surveillance des travaux, le coût total moyen pour les travaux de 2004 a été de 854 \$/ha.

Tableau 11-5 : Ventilation des coûts de travaux de pulvérisation aérienne de phytocides

Catégories de coûts	Travaux de 1994		Travaux de 2004	
	Coûts observés (%)	Coûts redressés (\$)	Coûts redressés (\$)	Coûts redressés (incluant le coût social du chômage) (\$)
Ventilation des dépenses				
Contremaître	6 000	6 000	6 825	4 095
Manceuvre	4 500	4 500	12 215	7 329
Préposé au mélange	9 000	9 000	6 825	4 095
Cuisinier			9 485	5 691
Comptable	500	500	500	300
Hélicoptère d'arrosage	53 460	53 460	72 675	72 675
Carburant hélico. Arrosage	7 673	7 673	12 213	12 213
Assurances spécifiques	5 280	5 280	2 678	2 678
Hélicoptère de support	63 360	63 360	68 760	68 760
Carburant hélico. Support	8 280	8 280	12 197	12 197
Phytocides	150 727	142 468*	207 350	207 350
Adjuvant	3 713	3 713	4 731	4 731
Rampe d'arrosage	4 200	4 200	5 000	5 000
Réservoir hélicoptère	1 600	1 600	2 500	2 500
Unité de mélange	1 400	1 400	2 000	2 000
Équipements divers	1 600	1 600	1 575	1 575
Entretien et fournitures	2 000	2 000	5 000	5 000

Taux d'incidence régionale	Retombées directes et indirectes	
	Coûts observés	Coûts redressés (incluant le coût social du chômage)
100,0 %	6 825	4 095
100,0 %	12 215	7 329
100,0 %	6 825	4 095
100,0 %	9 485	5 691
100,0 %	500	300
30,0 %	21 803	21 803
12,4 %	1 514	1 514
0,0 %	0	0
30,0 %	20 628	20 628
12,4 %	1 512	1 512
8,0 %	16 588	16 588
8,0 %	378	378
2,5 %	125	125
2,5 %	63	63
2,5 %	50	50
2,5 %	39	39
2,5 %	125	125

Catégories de coûts	Travaux de 1994		Travaux de 2004	
	Coûts observés (%)	Coûts redressés (\$)	Coûts redressés (\$)	Coûts redressés (incluant le coût social du chômage) (\$)
Camion fermé	1 470	1 470		0
Camionnette 3+3	1 380	1 380		0
Camionnette	750	750	3 170	3 170
Essence camions	270	270	4 080	4 080
Génératrice 12 KW	1 200	1 200	1 750	1 750
Carburant génératrice	900	900	1 470	1 470
Roulottes	1 500	1 500	3 000	3 000
Nourriture	3 600	3 600	4 725	4 725
Transport (remorque 45 pieds)			9 235	9 235
Profit (10 %)	33 436	32 610		
<i>Sous-total</i>	<i>367 799</i>	<i>358 714</i>	<i>459 959</i>	<i>445 619</i>
<i>Superficiés entretenues (ha)</i>	<i>573</i>	<i>573</i>	<i>568</i>	<i>568</i>
<i>Coût unitaire (\$/ha)</i>	<i>642</i>	<i>626</i>	<i>810</i>	<i>785</i>

Taux d'incidence régionale	Retombées directes et indirectes	
	Coûts observés	Coûts redressés (incluant le coût social du chômage)
5,6 %	0	0
5,6 %	0	0
5,6 %	178	178
12,4 %	506	506
2,5 %	44	44
12,4 %	182	182
2,5 %	75	75
2,4 %	113	113
2,4 %	222	222
	0	0
	<i>99 995</i>	<i>85 655</i>
	<i>568</i>	<i>568</i>
	<i>176</i>	<i>151</i>

Catégories de coûts	Travaux de 1994		Travaux de 2004	
	Coûts observés (%)	Coûts redressés (\$)	Coûts redressés (\$)	Coûts redressés (incluant le coût social du chômage) (\$)
Dépenses additionnelles				
Contrat système GPS	94 700	47 350**		0
Location hélicoptère	11900	11 900		0
Surveillance	9 175	9 175	25 000	25 000
Certificat d'autorisation	4 500	4 500		0
<i>Sous-total</i>	<i>120 275</i>	<i>72 925</i>	<i>25 000</i>	<i>25 000</i>
Total	488 074	431 639	484 959	470 619
<i>Coût unitaire (\$/ha)</i>	<i>852</i>	<i>753</i>	<i>854</i>	<i>829</i>

Note :Les astérisques indiquent les chiffres modifiés dans l'estimation du coût redressé.

Les coûts corrigés ont été obtenus à partir de coefficients de redressement expliqués dans le texte.

* : Coefficient de redressement (phytocides) = 0,945

** :Coefficient de redressement (système GPS) = 0,5

Taux d'incidence régionale	Retombées directes et indirectes	
	Coûts observés	Coûts redressés (incluant le coût social du chômage)
50,0 %	0	0
30,0 %	0	0
30,0 %	7 500	7 500
0,0 %	0	0
	7 500	7 500
	107 495	93 155
	189	164

11.3.2 Évaluation et comparaison des coûts à long terme

L'évaluation financière à long terme de chacun des scénarios de coûts unitaires estimés précédemment se fait par l'actualisation sur une longue période des coûts de chacun des modes d'intervention. On peut ainsi comparer des déboursés qui s'échelonnent différemment dans le temps du fait de cycles de retour distincts. Cet exercice est nécessaire en raison des configurations différentes des interventions et d'une valeur monétaire qui évolue dans le temps.

La période de référence pour l'actualisation des sommes qui doivent être déboursées à long terme a été fixée à 25 ans (soit de 2006 à 2030 inclusivement) pour les raisons suivantes :

- La fréquence des interventions étant très différente d'un mode à l'autre, la période doit être suffisamment longue pour comprendre plus d'un cycle de retour et éviter ainsi tout biais dans l'évaluation financière à long terme.
- Le prolongement indu de la période de référence n'est pas souhaitable, car les coûts unitaires de chacune des interventions risquent d'évoluer de façon importante, en raison de changements de prix relatifs des intrants ou d'améliorations technologiques.

Comme les dates de fin de cycle ne coïncident pas, il faut rajuster les données pour tenir compte de la période pendant laquelle aucune intervention ne sera nécessaire au-delà de 2030. Par exemple, pour un traitement débutant en 2009 dont le cycle de retour est de quatre ans, la dernière intervention avant la fin de la période de référence aurait lieu au début de 2029. L'intervention suivante se produirait donc au début de 2033, soit trois ans après la fin de la période de référence (25 ans). Le rajustement consiste à calculer la portion des sommes déboursées en 2029 qui donne lieu à des flux (déboursés anticipés) s'échelonnant au-delà de la période de référence. Il est calculé de la façon suivante : $75 \% \times \text{coût moyen à l'hectare}$. Ce montant est actualisé et retranché des coûts totaux.

Le taux d'actualisation utilisé par Hydro-Québec est de 9,5 %^[1]. Il s'applique aux flux de trésorerie exprimés en dollars courants. Le taux d'inflation prévu aux fins de l'analyse est de l'ordre de 1,5 % pour les 25 prochaines années, de sorte que le taux d'actualisation réel utilisé est de 8 %.

Les résultats de l'actualisation figurent au tableau 11-6. Par rapport aux coûts unitaires retenus, le coût actualisé des interventions par coupe mécanique demeure inférieur à celui des interventions par pulvérisation aérienne de phytocides. Cependant, les cycles de retour plus courts pour la coupe mécanique ont pour effet d'augmenter de façon marquée les coûts à long terme de ce type d'intervention.

[1] Ce taux correspond à la moyenne pondérée du coût du financement externe et du coût d'opportunité du financement interne.

En regard des paramètres retenus, le coût actualisé des interventions par coupe mécanique est de l'ordre de 6,3 M\$, tandis que celui des interventions par pulvérisation aérienne de phytocides est de l'ordre de 3,0 M\$, ce qui représente un écart de près de 50 % sur 25 ans.

Tableau 11-6 : Calcul des coûts d'intervention à long terme (25 ans)

Modes d'intervention	Coûts unitaires	Coûts actualisés
Coupe mécanique	872 \$/ha	6 310 076 \$
Pulvérisation aérienne	854 \$/ha	3 025 651 \$
Écart mécanique-pulvérisation	2,1 %	52,1 %

11.3.3 Sensibilité des coûts à long terme aux variations de certains paramètres

L'incertitude caractérisant la valeur de certains paramètres suppose une certaine variabilité des chiffres utilisés dans la présente étude. Les variations d'un paramètre peuvent entraîner une modification des coûts à long terme des interventions. Pour comprendre l'impact de ces variations, des analyses de sensibilité des coûts des deux modes d'intervention employés ont été réalisées.

11.3.3.1 Taux d'actualisation

Le taux d'actualisation nominal utilisé est de 9,5 %. Il rend possible la comparaison des différentes solutions entre elles. Le taux réel, de 8 %, représente le coût d'opportunité du capital utilisé par Hydro-Québec. L'entreprise effectue régulièrement des analyses de sensibilité à 8 % afin de refléter l'incertitude liée aux nombreux facteurs qui entrent dans la composition de ce taux.

11.3.3.2 Coûts sociaux de la main-d'œuvre

Plusieurs intervenants ont exprimé l'opinion, au dépôt de l'étude d'impact de 1992^[1], qu'il ne fallait pas oublier les coûts sociaux et la volonté de créer des emplois au moment d'évaluer les divers modes d'intervention d'un point de vue économique. L'élément main-d'œuvre est l'un des plus importants dans ce type de discussion, son coût d'opportunité (coût social) pouvant différer sensiblement de son coût privé.

L'étude de Soléco, présentée dans l'étude d'impact sur l'environnement de 1992, a d'ailleurs traité de ce problème^[2]. Les coûts d'opportunité de la main-d'œuvre qui y sont évalués montrent une variation importante par rapport aux coûts privés compte tenu du chômage élevé sur la Côte-Nord, les écarts variant selon les différentes

[1] Hydro-Québec. Mai 1992. *Pulvérisation aérienne de phytocides ; Programme d'entretien des emprises 1993-1997*, p. 47.

[2] Soléco Consultants Inc. Juillet 1987. *Évaluation des coûts collectifs associés à différents modes d'intervention sur la végétation dans la région de Manicouagan*.

catégories d'emplois entre 54 et 71 %. Comme le mentionne le rapport d'analyse du ministère de l'Environnement du Québec concernant l'étude d'impact présentée par Hydro-Québec en 1992, un taux global de 60 % appliqué aux coûts privés semble assez bien correspondre à la réalité^[1].

Selon ces critères, les coûts unitaires observés passent de 872 \$/ha à 646 \$/ha pour la coupe mécanique et de 854 \$/ha à 829 \$/ha pour l'application de phytocides par voie aérienne.

11.3.3.3 Résultats des analyses de sensibilité

Une variation du coût d'actualisation n'entraîne pas de variation marquée de l'écart des coûts à long terme entre les deux modes d'intervention.

La prise en compte du coût social dans l'établissement du coût unitaire a pour effet de diminuer l'écart à long terme, même si la pulvérisation aérienne demeure plus avantageuse.

Tableau 11-7 : Analyse de sensibilité des coûts d'intervention à long terme (25 ans)

	Coupe mécanique (\$)	Pulvérisation aérienne (\$)	Écart (%)
Scénario de base	6 310 076	3 025 651	52
Modification du taux d'actualisation			
Taux nominal de 8 % au lieu de 9,5 %	7 770 980	3 553 867	54
Taux moyen d'inflation de 2,5 % au lieu de 1,5 %	7 244 628	3 363 675	54
Diminution des coûts de main-d'œuvre (compte tenu du coût social)	4 826 630	3 012 680	38

11.4 Calcul des retombées économiques régionales

Trois paramètres déterminent l'ampleur des retombées économiques régionales d'un projet :

- les ressources mises à contribution dans le cadre du projet (demande de main-d'œuvre et de biens et services) ;
- la disponibilité des ressources à l'échelle régionale (offre de biens et services) ;
- le comportement des agents économiques responsables de l'acquisition des biens et services requis ainsi que l'embauche de la main-d'œuvre.

[1] MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE. Juin 1994. *Programme quinquennal d'application aérienne de phytocides par Hydro-Québec dans les corridors d'énergie électrique (1993-1997)*.

La nature et la quantité des intrants utilisés dans chacun des deux modes d'intervention de maîtrise de la végétation ont déjà été traitées dans l'évaluation des coûts unitaires. C'est la provenance des intrants, résultant du jeu de l'offre et de la demande sur les divers marchés, qui est abordée ici. Pour déterminer de façon adéquate la provenance de ces intrants, on a utilisé de l'information sur les décisions d'achat des agents responsables. Lorsque ces renseignements n'étaient pas disponibles, on a posé les hypothèses de comportement d'achat les plus plausibles selon le fonctionnement du marché local. Ces données vont permettre, plus loin, d'évaluer l'ampleur des retombées économiques régionales. Celles-ci correspondent aux revenus directs et indirects générés dans la région d'accueil du projet.

11.4.1 Provenance des biens, des services et de la main-d'œuvre mis à contribution dans les contrats

Les conditions de l'offre ont considérablement changé depuis 1995. La conjoncture des marchés s'est traduite par la disparition de plusieurs entreprises spécialisées dans le domaine de la maîtrise de la végétation pour chacun des modes d'intervention, de sorte que le nombre d'entrepreneurs aptes à soumissionner les contrats d'entretien est aujourd'hui relativement limité. Cette situation a des incidences sur les coûts d'intervention et les comportements d'achat.

Le tableau 11-8 présente une synthèse des ratios utilisés pour estimer l'incidence régionale des différents travaux d'entretien. Ces taux sont inspirés de ceux qui ont été utilisés dans le cadre de l'étude de 1995 et tiennent compte de la structure économique régionale et de la disponibilité des différents biens et services en région.

Tableau 11-8 : Taux d'incidence régionale utilisés

Catégories de coût	Taux d'incidence régionale	Hypothèses de calcul
Main d'œuvre	100,0 %	Main-d'œuvre provenant entièrement de la région de la Côte-Nord
Moyens de transport appartenant à l'entrepreneur	5,6 %	Proportion du coût attribuable à la main-d'œuvre d'entretien
Location de moyens de transport	45,0 %	Proportion du coût attribuable à la main-d'œuvre d'exploitation et d'entretien
Location d'hélicoptères	30,0 %	Proportion du coût attribuable à la main-d'œuvre d'exploitation et d'entretien
Carburant	12,4 %	Proportion du coût attribuable au distributeur régional et aux détaillants
Phytocides	8,0 %	Proportion du coût attribuable au distributeur régional, au transport et à la manutention
Machinerie	2,5 %	Proportion du coût attribuable au distributeur régional et aux détaillants
Nourriture	2,4 %	Proportion du coût attribuable au distributeur régional et aux détaillants
Profit	100,0 %	Sous-traitants de la région de la Côte-Nord

11.4.2 Évaluation des retombées économiques régionales

11.4.2.1 Méthode d'évaluation

Pour évaluer les retombées économiques régionales on en a d'abord estimé la moyenne de ces retombées. Ensuite, on a actualisé les retombées unitaires pour permettre des comparaisons sur une longue période.

L'estimation des retombées économiques régionales par hectare s'est fondée sur le calcul des retombées régionales directes et indirectes. Les retombées économiques directes sont généralement associées aux salaires versés à la main-d'œuvre directement embauchée, alors que les retombées économiques indirectes correspondent aux revenus générés par les achats de biens et services. Pour évaluer les retombées économiques régionales totales, il faut additionner les retombées directes, indirectes et induites. Ces dernières sont calculées à l'aide d'un multiplicateur de revenu lié à la dépense par les commerçants et les entrepreneurs régionaux d'une partie des revenus associés aux contrats sous forme d'achats de biens et services dans leur région. Le multiplicateur de revenu pour la région de la Côte-

Nord est de 20 %^[1]. Ce ratio constitue un indicateur qui est toujours valable, dans la mesure où la structure économique régionale et la disponibilité de biens et services sont demeurées relativement stables au cours des dernières années.

Finalement, nous avons voulu comparer les retombées économiques régionales sur une longue période pour les deux modes d'intervention. À cet égard, la même technique que celle qui est utilisée pour la comparaison des coûts à long terme a été appliquée. Nous avons donc actualisé les retombées économiques régionales par hectare sur un horizon de 25 ans. Ces retombées économiques actualisées ont finalement été comparées aux coûts de réalisation actualisés afin d'établir le contenu régional de chacun des deux programmes d'intervention.

11.4.2.2 Interprétation des résultats

Les premières conclusions que nous pouvons tirer de l'analyse des retombées économiques régionales sont les suivantes :

- Les retombées économiques unitaires des travaux de coupe mécanique sont supérieures aux retombées unitaires des travaux de pulvérisation aérienne de phytocides.
- Les retombées actualisées de l'option coupe mécanique s'avèrent également plus élevées que celles de l'option pulvérisation (6,4 M\$ contre 1,3 M\$ pour les retombées régionales directes et indirectes).

Cela s'explique par la participation d'un plus grand nombre de travailleurs à la réalisation de travaux de coupe mécanique, de même que par une plus grande fréquence d'intervention.

Tableau 11-9 : Évaluation des retombées économiques régionales des différents modes d'intervention

	Coupe mécanique (\$)	Pulvérisation aérienne (\$)	Écart (%)
Retombées économiques par hectare			
Directes et indirectes	571	189	67
Totales (incluant induites)	685	227	67
Retombées économiques actualisées			
Directes et indirectes	6 408 001	1 299 676	80
Totales (incluant induites)	6 689 206	1 559 611	80

[1] ST-LAURENT, P. *Retombées économiques régionales des projets d'équipement de production d'électricité, Hydro-Québec, vice-présidence Environnement, Direction Recherche et encadrements* - 15 p., p 10.

11.5 Conclusion

L'analyse des coûts unitaires a révélé que les deux modes d'intervention ont des coûts réels redressés à peu près identiques : 872 \$/ha pour la coupe mécanique, 854 \$/ha pour la pulvérisation aérienne. De plus, lorsque les coûts unitaires redressés sont extrapolés sur un horizon de 25 ans de manière à prendre en compte la différence dans les cycles de retour entre les deux modes, on constate que la coupe mécanique s'avère plus onéreuse à long terme, soit un coût actualisé de 6,3 M\$ par rapport à 3,0 M\$ pour la pulvérisation aérienne.

En ce qui concerne les retombées économiques, l'analyse des données montre que la coupe mécanique engendre plus de retombées au niveau régional que la pulvérisation aérienne, soit 571 \$/ha comparativement à 189 \$/ha, en raison notamment de la participation d'un plus grand nombre de travailleurs. Cet avantage est accentué à long terme par la fréquence supérieure des interventions par coupe mécanique.

Comme cela avait été le cas pour les conclusions de l'étude de 1995, il est important de noter que produire des retombées économiques supérieures n'est pas le but premier d'une activité économique ; celle-ci doit d'abord et avant tout être efficace et efficiente. Un projet dont les coûts sont inutilement élevés peut générer plus de retombées, mais ce gain n'est pas gratuit. Par exemple, en procédant par pulvérisation aérienne plutôt que par coupe mécanique, Hydro-Québec pourrait, selon les données de la présente analyse, réaliser des économies totalisant 3,3 M\$ sur une période de 25 ans.

Un projet inefficace est rarement la meilleure façon de créer des emplois. En effet, la rentabilité d'un projet génère des économies qui peuvent ensuite être injectées dans la société à des fins d'équité.

En outre, la majorité des emplois associés à la coupe mécanique dans les secteurs visés par ce programme (éloignés, accidentés et peu accessibles) sont des emplois qui ne nécessitent pas une spécialisation des travailleurs forestiers embauchés. Ce type d'emploi est caractérisé par une rémunération considérée comme assez faible par rapport au salaire moyen régional. La difficulté qu'ont eue les entrepreneurs à embaucher des travailleurs forestiers locaux de 1994 à 2004 en témoigne d'ailleurs. En 2004, des sections d'emprises ont en effet dû être retranchées du programme de coupe mécanique en raison du manque de travailleurs forestiers. Dans le cas de la pulvérisation aérienne, les interventions génèrent un moins grand nombre d'emplois, mais ceux-ci sont plus spécialisés et leur contenu technologique est élevé.

Tous ces éléments montrent assez clairement que les emplois créés par les opérations de coupe mécanique dans les emprises éloignées, accidentées ou peu accessibles sont de faible qualité. Il semble donc difficile de faire reposer l'enjeu de la comparaison entre les deux modes d'intervention de maîtrise de la végétation dans les emprises sur le nombre d'emplois créés par chaque mode.

12 Relations avec le milieu

Le présent chapitre fait état du processus de communication et de relations avec le milieu mis en œuvre auprès tant du public que des organismes gouvernementaux, régionaux et locaux concernés.

12.1 Programme de communication

Au moyen des activités de communication et de relations avec le milieu, Hydro-Québec visait à informer les publics concernés par le programme de pulvérisation aérienne de phytocides dans les emprises de lignes de transport de la Côte-Nord – 2007-2016, à entendre leurs préoccupations et à répondre à leurs questions.

Les principaux objectifs du programme de communication sont les suivants :

- informer les publics concernés par divers aspects du programme, de manière transparente, efficace et complète ;
- présenter à la population touchée les options envisagées, les orientations de l'entreprise ainsi que les mesures de protection prévues ;
- définir et analyser les préoccupations des publics concernés ainsi que les enjeux qui en découlent.

12.1.1 Tournée d'information

Hydro-Québec a tenu sept rencontres qui ont permis de rejoindre un total de 44 personnes à Uashat mak Mani-Utenam, à Sept-Îles, à Baie-Comeau, à Pessamit, à Forestville, à Essipit et à Saguenay.

Les objectifs de ces rencontres étaient :

- d'informer les publics :
 - des résultats des opérations de pulvérisation aérienne de phytocides menées depuis 1994 dans certaines emprises de lignes de transport situées sur la Côte-Nord et dans les environs ;
 - du programme d'entretien des emprises et des modes d'intervention possibles ;
 - du mode d'intervention choisi, des motifs de ce choix et des critères de sélection ;
 - du programme de pulvérisation aérienne de phytocides prévu pour la période s'échelonnant de 2007 à 2016 ;
 - de la réalisation de l'étude d'impact et des étapes subséquentes du processus d'autorisation gouvernementale ;

- de recueillir les commentaires et préoccupations concernant le programme en vue de la préparation de l'étude d'impact ;
- de répondre aux questions et aux demandes d'information des participants ;
- de cibler d'autres publics qui pourraient être concernés ou intéressés par le programme.

Certains publics qui avaient été invités n'ont pu participer aux rencontres, mais ils ont tous reçu un bulletin d'information intitulé *Poursuite du programme de pulvérisation aérienne de phytocides dans les emprises de lignes de transport de la Côte-Nord – 2007-2016*. Ce document a aussi été envoyé à d'autres organismes ou entreprises de la Côte-Nord ainsi qu'aux titulaires de baux de villégiature visant des terrains situés à proximité des emprises de lignes qui seront traitées en 2007. En ce qui concerne les autres emprises de lignes concernées par le programme, le bulletin d'information est envoyé aux titulaires de baux de villégiature l'année précédant les travaux, soit au moment de l'inventaire des éléments sensibles du milieu.

La liste des publics invités et qui ont reçu le bulletin d'information est présentée au tableau 12-1.

Tableau 12-1 : Liste des publics

Territoire	Public	Moyens de communication		
		Tournée d'information	Bulletin d'information	Autre
Sept-Rivières	Association de chasse et pêche sept-illenne (zec Matimek)	X		
	Association de protection de la rivière Moisie	X		
	Chambre de commerce de Sept-Îles	X		
	Conseil régional de l'environnement de la Côte-Nord	X		
	Corporation de promotion industrielle et commerciale de Sept-Îles	X		
	Conseil Innu Takuikan Uashat mak Mani-Utenam	X		Renc. privée
	Député provincial	X		
	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec	X		
	MRC de Sept-Rivières	X		
	MRNF – faune	X		
	MRNF – forêt	X		
	MRNF – mines	X		
	MRNF – territoire	X		
	Pouvoiries concernées :			
	- Pourvoirie Moisie-Nipissis	X		
	Réserve écologique de la Matamec	X		
	Ville de Sept-Îles	X		
	Association touristique régionale de Duplessis		X	
	Chemin de fer QNS&L		X	
	Entreprises forestières (Scierie Norbois, Produits Forestiers Arbec, Groupe de Scieries G.D.S.)		X	
Titulaires de terrains de piégeage (autochtones et allochtones)		X		
Médias			Point de presse	

Territoire	Public	Moyens de communication		
		Tournée d'information	Bulletin d'information	Autre
<i>Manicouagan</i>	Agence de santé et de services sociaux de la Côte-Nord	X		
	Association des chasseurs et pêcheurs Manic-Outardes	X		
	Association plein air de la rivière Outardes (zec Varin)	X		
	Chambre de commerce de Manicouagan	X		
	Comité de développement touristique et économique de Godbout	X		
	Conférence régionale des élus de la Côte-Nord	X		
	Conseil des Innus de Pessamit	X		Renc. privée
	Députés provincial et fédéral	X		
	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec	X		
	MRC de Manicouagan	X		
	MRNF – faune	X		
	MRNF – forêt	X		
	MRNF – territoire	X		
	Société d'aménagement de Baie-Trinité (zec Trinité)	X		
	Ville de Baie-Comeau	X		
	Association touristique régionale de Manicouagan		X	
	Entreprises forestières (Kruger, Abitibi-Consolidated, Les Industries Légaré, Bowater)		X	
	Titulaires de terrains de piégeage (autochtones et allochtones)		X	
Médias			Point de presse	

Territoire	Public	Moyens de communication		
		Tournée d'information	Bulletin d'information	Autre
<i>Haute-Côte-Nord</i>	Association chasse et pêche du canton d'Iberville (zec Iberville)	X		Renc. privée
	Association Chasse et Pêche de Forestville (zec de Forestville)	X		
	Association chasse et pêche de Labrieville (zec de Labrieville)	X		
	Association de chasse et pêche Nordique (zec Chauvin)	X		
	Conseil des Innus Essipit	X		
	MRC de La Haute-Côte-Nord	X		
	MRNF – forêt	X		
	MRNF – territoire	X		
	Pouvoiries concernées :			
	- Domaine du Lac des Cœurs	X		
	- Pourvoirie Lac Dégelis	X		
	- Pourvoirie du Lac Cyprès	X		
	Ville de Forestville	X		
	Zec Chauvin	X		
	Entreprises forestières (Industries manufacturières Mégantic, Boisaco, Bersaco, Berscifor)		X	Point de presse
Titulaires de terrains de piégeage (autochtones et allochtones)		X		
Médias				

Territoire	Public	Moyens de communication		
		Tournée d'information	Bulletin d'information	Autre
<i>Fjord-du-Saguenay</i>	Association de la rivière Sainte-Marguerite (zec de la Rivière Sainte-Marguerite)	X		
	Conseil régional de l'environnement et du développement durable du Saguenay–Lac-Saint-Jean	X		
	Députés provincial et fédéral	X		
	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec	X		
	MRC du Fjord-du-Saguenay	X		
	MRNF – faune	X		
	MRNF – forêt	X		
	MRNF – territoire	X		
	Municipalité de l'Anse-Saint-Jean	X		
	Municipalité de Sainte-Rose-du-Nord	X		
	Parc du Saguenay	X		
	Regroupement régional des gestionnaires de zecs	X		
Médias			Point de presse	

12.1.2 Rencontres d'information

Afin d'illustrer les étapes de la réalisation des travaux, Hydro-Québec a présenté, lors de chacune des sept rencontres :

- le programme d'entretien des emprises de lignes de transport prévu pour la période de 2007 à 2016 ;
- les modes d'intervention sur la végétation cadrant avec la configuration du réseau dans la région de Manicouagan ;
- le bilan du premier programme de pulvérisation aérienne réalisé de 1994 à 2004 ;
- les motifs du choix du mode d'intervention privilégié ;
- la démarche menant à l'obtention du décret gouvernemental.

Les représentants d'Hydro-Québec, soit le chargé de projet, le responsable régional de la maîtrise de la végétation, une conseillère en relations avec le milieu et un médecin-conseil, ont répondu aux questions des participants.

L'annonce de la demande de renouvellement des autorisations gouvernementales à l'égard du programme de pulvérisation aérienne de phytocides a été généralement bien accueillie. Les principales préoccupations des participants avaient trait aux risques pour la santé de la population et aux impacts sur la faune. Les résultats des études incluses dans le présent rapport ont été cités à plusieurs reprises et ont atténué, dans la majorité des cas, les préoccupations des participants.

12.1.2.1 Communautés autochtones

Les communautés innues ne s'opposent pas radicalement à l'utilisation de phytocides pour la maîtrise de la végétation, mais elles demeurent préoccupées par quelques aspects, soit principalement les effets du produit sur les êtres humains, la faune et la flore, de même que la protection des éléments sensibles compte tenu notamment de la possibilité de ruissellement du produit vers les cours d'eau. Des questions quant à l'embauche de main-d'œuvre autochtone pour réaliser des travaux de coupe mécanique ainsi que le choix des produits utilisés ont aussi été soulevées.

Le calendrier des rencontres et le nombre de personnes y ayant assisté sont présentés au tableau 12-2.

Tableau 12-2 : Calendrier des rencontres

Organismes représentés	Date	Lieu	Nombre de participants
MRC de Sept-Rivières Chambre de commerce de Sept-Îles Conseil régional de l'environnement de la Côte-Nord Corporation Armory-Gallienne (réserve écologique de la Matamec) Corporation de promotion industrielle et commerciale de Sept-Îles Corporation de protection de l'environnement de Sept-Îles MRNF – faune MRNF – forêt Pourvoirie du Lac Cyprès	18 octobre 2005	Sept-Îles	9
MRC de Manicouagan Agence de santé et de services sociaux de la Côte-Nord Association des chasseurs et pêcheurs Manic-Outardes MRNF – forêt	19 octobre 2005	Baie-Comeau	3
MRC de La Haute-Côte-Nord MRNF – forêt	20 octobre 2005	Forestville	1
MRC du Fjord-du-Saguenay Conseil régional de l'environnement et du développement durable du Saguenay-Lac-Saint-Jean Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec MRC du Fjord-du-Saguenay MRNF – faune MRNF – forêt Regroupement des gestionnaires de zesc du Saguenay-Lac-Saint-Jean	21 octobre 2005	Saguenay	7
Conseil des Innus Essipit	14 novembre 2005	Essipit	6
Conseil Innu TakuaiKAN Uashat mak Mani-Utenam	16 novembre 2005	Uashat mak Mani-Utenam	9
Conseil des Innus de Pessamit	21 novembre 2005	Pessamit	9

12.1.3 Relations avec les médias

Hydro-Québec a tenu quatre points de presse avec les médias locaux et régionaux à Sept-Îles, à Baie-Comeau, à Forestville et à Saguenay. Les médias représentés à l'un ou l'autre des points de presse sont énumérés ci-après. La revue de presse se trouve à l'annexe G.

12.1.3.1 Journaux

- *Le Nord-Est* (Sept-Îles)
- *Le Port-Cartois* (Port-Cartier)
- *Journal Haute-Côte-Nord* (Baie-Comeau)
- *Objectif Plein-Jour* (Baie-Comeau)
- *Plein-Jour en Haute Côte-Nord* (Forestville)
- *Le Quotidien* (Saguenay)
- *Le Réveil* (Saguenay)

12.1.3.2 Radio

- CBSI (Radio-Canada Sept-Îles)
- CKCN (Sept-Îles)
- CIPC (Port-Cartier)
- CHLC (Baie-Comeau)
- CHME (Escoumins)
- CJBR (Radio-Canada Rimouski, correspondant à Forestville)

12.1.3.3 Télévision

- CBVT (Radio-Canada Sept-Îles)
- CFER (TVA Sept-Îles)
- CJPM (TVA Saguenay)

Après les quatre points de presse tenus dans les MRC concernées par la pulvérisation de phytocides, les médias régionaux ont bien fait ressortir les objectifs du programme, les motifs du choix de la pulvérisation aérienne de phytocides et l'information présentée par les représentants d'Hydro-Québec.

Des reportages ont été diffusés à la radio et à la télévision entre le 18 octobre 2005 et le 14 novembre 2005. Les médias écrits ont publié des articles entre le 21 et le 23 octobre 2005. Radio-Canada et TVA ont également présenté de l'information dans leur site Web respectif.

12.2 Préoccupations

Les rencontres d'information ont permis aux participants d'obtenir certaines réponses à leurs questions. Les préoccupations soulevées par les représentants des organismes rencontrés sont présentées ci-après.

12.2.1 Retombées économiques du programme (emplois et contrats régionaux)

Les participants ont posé des questions sur les retombées économiques des modes d'intervention préconisés. Hydro-Québec a précisé que la méthode de pulvérisation aérienne de phytocides, telle qu'elle est utilisée depuis 1994, a été développée en région, de concert avec la compagnie d'affrètement d'hélicoptères Héli-Excel, de Sept-îles, qui effectue ces travaux. Quant aux travaux de coupe mécanique, ils sont attribués à des entreprises locales, comme Gestion D.D.G., et à des compagnies autochtones. Ces 10 dernières années, le budget de maîtrise de la végétation sur la Côte-Nord s'est élevé à 18 M\$, dont 10 à 12 M\$ (plus de 60 % du budget) ont été consacrés à des travaux de coupe mécanique réalisés par des entreprises régionales. De cette somme, quelque 2 M\$ (soit 18 % du budget dévolu à la coupe mécanique) avaient trait à des travaux effectués par des entreprises autochtones.

La problématique relative à la pénurie de main-d'œuvre dans le secteur forestier pour les travaux de coupe mécanique a également été exposée, problématique qui a récemment obligé Hydro-Québec à réduire le volume des travaux effectués annuellement. Il a également été question du taux d'accidents lié à cette méthode et des risques pour la santé des travailleurs (vibrations, bruits, gaz d'échappement, terrain accidenté, etc.).

12.2.2 Fiabilité des méthodes utilisées et toxicité du produit

Un certain nombre d'interventions portaient sur les moyens utilisés pour protéger les éléments sensibles et l'effet sur l'environnement du produit, le Tordon 101, utilisé pour maîtriser la végétation ligneuse. Hydro-Québec a indiqué que la méthode proposée et utilisée depuis plus de 10 ans dans ces mêmes emprises de ligne de la Côte Nord donne d'excellents résultats grâce à l'utilisation de technologies récentes comme le système de guidage par GPS.

Des explications ont été données quant à la toxicité du produit et aux risques pour la santé de la population et de la faune qui utilisent les emprises.

12.2.3 Surveillance des travaux

Certains intervenants ont exprimé des doutes quant à la surveillance des travaux de pulvérisation. À cet égard, Hydro-Québec a précisé qu'en vertu de la législation et des conditions dont sont assorties les autorisations gouvernementales, l'entreprise doit aviser le MDDEP, les municipalités (ou MRC) concernées et la population touchée par l'entremise des médias régionaux, avant d'entreprendre les travaux. De plus, le responsable de la maîtrise de la végétation dans les emprises de lignes de transport sur la Côte-Nord est constamment présent sur les lieux des travaux et participe à toutes les étapes du processus. Des représentants autochtones et du MDDEP ont par ailleurs déjà assisté aux travaux réalisés dans les emprises de lignes après l'avoir demandé.

12.2.4 Impact sur la faune et la flore (eaux de ruissellement)

Plusieurs préoccupations soulevées touchaient l'impact de l'utilisation de phytocides sur la faune, notamment le caribou et l'orignal, de même que sur la flore. Certains participants aux rencontres ont posé des questions sur la possibilité de cheminement du produit utilisé par les eaux de ruissellement. Hydro-Québec a répondu qu'il a été démontré par plusieurs études (citées dans le présent rapport) que le produit utilisé n'a aucun impact important sur la faune et les insectes. De plus, les phytocides agissent seulement sur les espèces végétales, soit les arbres et arbustes. Ils favorisent ainsi la croissance des plantes herbacées et des graminées, leur donnant l'espace et la lumière nécessaires pour s'implanter. En cas de pluie soudaine après la pulvérisation du produit, celui-ci serait retenu dans l'humus et éliminé très rapidement par dégradation. En effet, les molécules des phytocides utilisés étant instables, elles se dégradent très vite avec l'aide des rayons ultraviolets et des micro-organismes présents dans le sol.

12.2.5 Protection des éléments sensibles

Plusieurs organismes sont préoccupés par l'impact de la pulvérisation de phytocides sur les éléments sensibles tels que les lacs, les rivières et les réserves écologiques. Hydro-Québec a donné des détails à l'égard du recensement des éléments sensibles du milieu, l'année précédant les travaux, et de leur protection, qui repose essentiellement sur une méthode d'application efficace et très précise. Une zone d'exclusion d'au minimum 30 mètres est imposée de part et d'autre de chaque cours d'eau (lac, rivière, ruisseau intermittent) afin d'éviter toute contamination par les phytocides et fait l'objet d'un traitement par coupe mécanique.

12.2.6 Impact sur les activités récréotouristiques (chasse et piégeage)

Un intervenant a demandé des précisions sur les terrains de piégeage concernés par la pulvérisation de phytocides. Hydro-Québec s'est engagée à déposer l'étude préparée par la firme de consultants Castonguay Dandeneault qui fournit de l'information sur l'emplacement des terrains de piégeage touchés par les travaux. En effet, tous les titulaires de terrains de piégeage ont été rencontrés dans le cadre de l'étude sur l'utilisation du territoire.

12.2.7 Effets des phytocides sur la santé des travailleurs

Quelques participants ont fait état de risques possibles sur la santé des travailleurs. Hydro-Québec a indiqué qu'un suivi de la santé des travailleurs a été réalisé il y a quelques années par Hydro-Québec et des entreprises similaires. Les résultats montrent que le produit ne se transforme pas dans l'organisme et qu'il est éliminé très rapidement.

12.2.8 Effets des phytocides sur la santé du public

Plusieurs interventions portaient sur les risques pour la santé des êtres humains, en particulier ceux qui sont associés à la consommation de petits fruits ayant été en contact avec le produit. Selon les résultats des études d'Hydro-Québec, fondées sur les données tirées de la documentation scientifique, une personne devrait consommer quotidiennement l'équivalent de son poids en bleuets, et ce, immédiatement après la pulvérisation, pour présenter les premiers symptômes d'une intoxication. De plus, les endroits faisant l'objet de ce programme de pulvérisation aérienne sont difficilement accessibles et habituellement peu fréquentés.

13 Choix des stratégies d'intervention

13.1 Stratégie d'intervention sur l'ensemble du territoire de Hydro-Québec

Au cours des 35 dernières années, la superficie des emprises de lignes de transport à entretenir à Hydro-Québec est passée de 15 000 à plus de 135 000 ha. Cette croissance est principalement attribuable à la mise en service de centrales hydroélectriques faisant partie du complexe La Grande, à la Baie James, ainsi que de la centrale de la Toulmoustouc sur la Côte Nord, de même que de la construction de plusieurs lignes de transport visant à assurer un meilleur approvisionnement des centres urbains en cas de panne (ex. en Montérégie).

Chaque année, de 15 000 à 20 000 des 135 000 ha d'emprises de lignes de transport situées en milieu forestier, sillonnant les quatre territoires de Hydro-Québec, sont traités. Dans tous les cas, Hydro-Québec TransÉnergie applique le concept de « maîtrise intégrée de la végétation ». Au fil des ans, et ce depuis environ 10 ans, on a recours à l'application sélective de phytocide, couplée à des travaux de coupe mécanique, dans environ 30 % des cas. Dans 70 % des cas, l'utilisation exclusive de la coupe mécanique est prescrite. Il est important de noter qu'Hydro-Québec utilise moins de 0,4 % des pesticides qui sont vendus annuellement au Québec.

Pendant les 10 prochaines années, la pulvérisation aérienne de phytocides n'est envisagée que pour la région de Manicouagan et la superficie visée est de 5 500 ha, soit 25 % de moins que la superficie qui a été traitée par voie aérienne de 1994 à 2004 (7 600 ha). Il s'agit de moins de 4 % de la superficie totale des emprises gérées par Hydro-Québec.

Pendant cette même période, les autres régions administratives d'Hydro-Québec auront recours à d'autres modes d'intervention donc les principaux sont la coupe manuelle, la coupe motorisée, la coupe et le traitement des souches avec un phytocide et la pulvérisation sélective de phytocides sur le feuillage et les tiges. Le choix du mode d'intervention et du cycle de retour dépend de la reprise de la végétation qui est propre à chaque région écologique, et cette reprise dépend elle-même des traitements antérieurs de même que du dynamisme de la végétation.

L'objectif de la maîtrise de la végétation dans les emprises est de favoriser l'implantation et le maintien de communautés végétales relativement stables et compatibles avec l'exploitation sécuritaire du réseau (approche de « maîtrise intégrée de la végétation »). L'approche préconisée sous-entend que les interventions sur la végétation sont adaptées aux milieux traversés et que les impacts potentiels sur l'environnement causés par les contaminants (hydrocarbures, phytocides, etc.) sont réduits.

Figure 13-1 : Historique des programmes d'entretien de la végétation dans les emprises d'Hydro-Québec

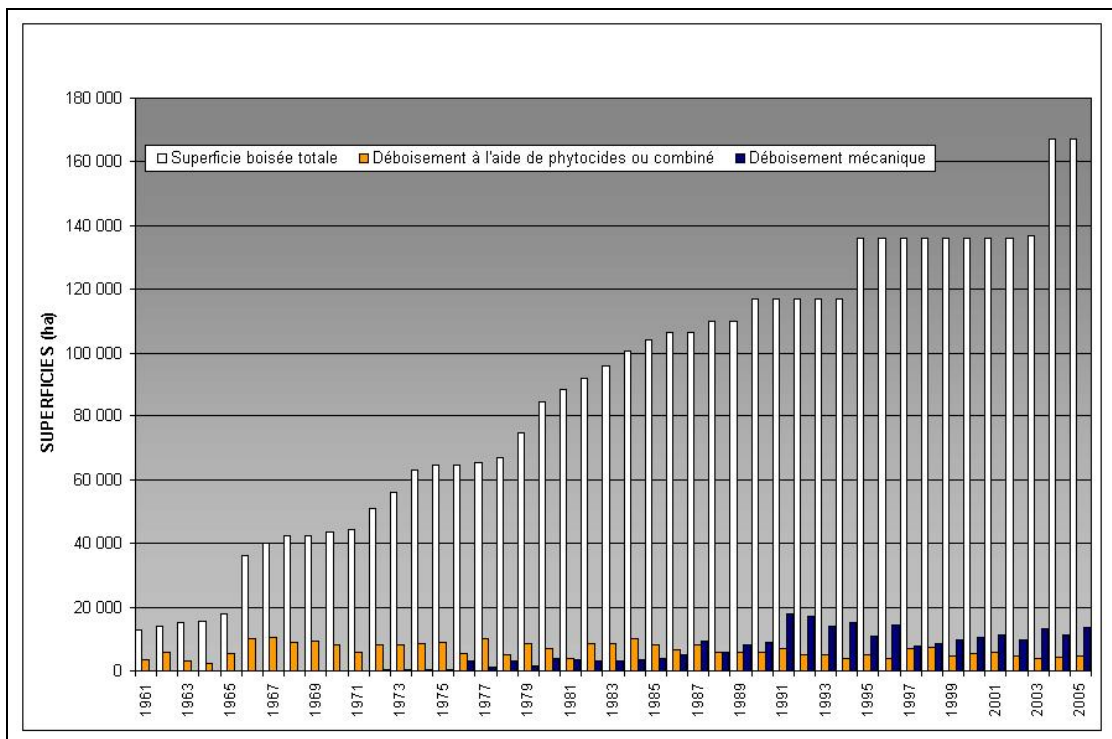
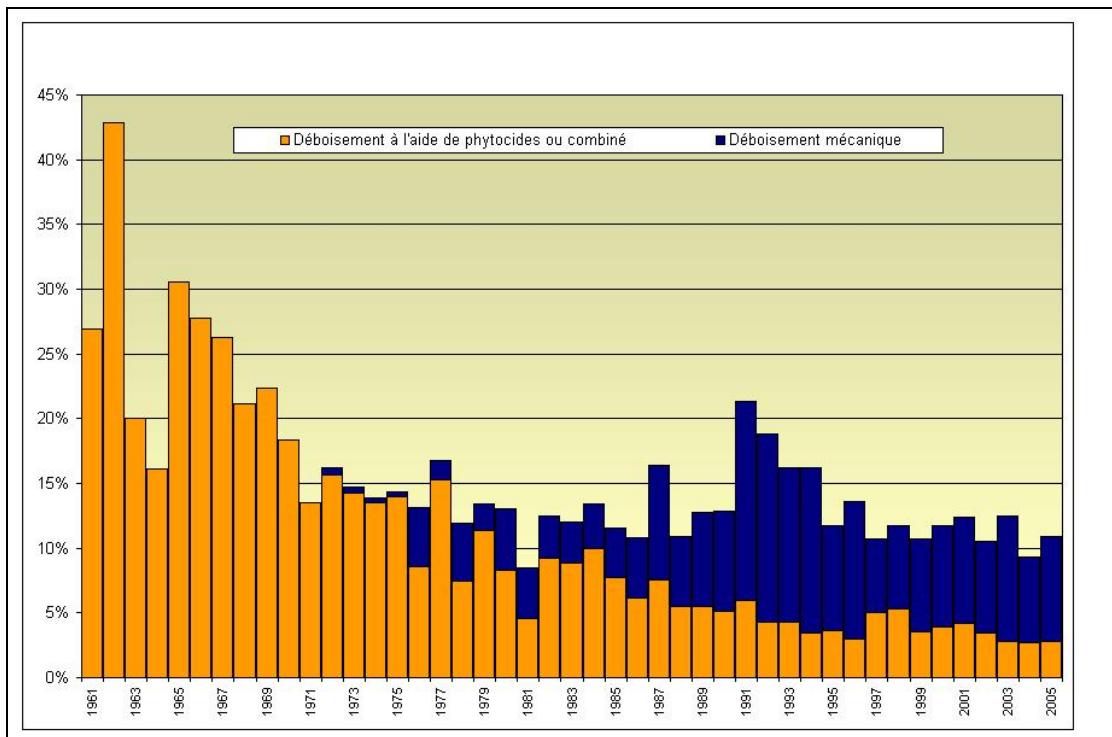


Figure 13-2 : Évolution des traitements de la végétation dans les emprises



13.2 Stratégie d'intervention sur la Côte-Nord

Dans la région de Manicouagan, ce sont principalement les trois modes d'intervention suivants qui seront appliqués pendant les dix prochaines années : la coupe mécanique, la pulvérisation sélective de phytocides sur le feuillage et les tiges combinée à la coupe mécanique et, finalement, la pulvérisation aérienne de phytocides dans les secteurs éloignés, accidentés et peu accessibles elle aussi combinée à la coupe mécanique.

Le choix définitif des modes d'intervention à utiliser est effectué l'année précédant les travaux, en fonction de l'évolution de la végétation, de l'inventaire des éléments sensibles du milieu et de l'efficacité des technologies d'intervention potentiellement utilisables dans les emprises de lignes concernées.

Dans les emprises visées par le programme à l'étude, deux types d'intervention sont susceptibles d'être efficaces pour maîtriser la végétation incompatible avec l'exploitation du réseau : l'intervention mécanique (coupe) et l'intervention avec phytocides (pulvérisation aérienne).

Quatre produits ont été homologués par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) pour la pulvérisation aérienne, soit le Tordon 101, le Roundup, le Vanquish et le Garlon 4. Ils peuvent être utilisés seuls ou, dans certains cas, en combinaison avec d'autres produits (ex. Vanquish et Garlon 4) ainsi qu'en mélange avec le surfactant Sylgard 309. Le présent chapitre compare les types d'intervention et les phytocides potentiellement utilisables et propose la meilleure stratégie.

13.3 Critères de comparaison

Six critères ont été retenus aux fins de la comparaison des deux modes d'intervention et des quatre formulations potentiellement utilisables pour la maîtrise de la végétation dans les emprises de lignes à l'étude. Ces critères sont inspirés des politiques suivantes d'Hydro-Québec :

- « Nos actifs » (maintenance des équipements de transport d'électricité) ;
- « Notre environnement » (protection de l'environnement) ;
- « Nos ressources humaines » (protection de la santé et de la sécurité des travailleurs et du public).

Les critères de comparaison des types d'intervention sont l'efficacité du traitement pour maîtriser la végétation incompatible et favoriser l'implantation et le maintien des espèces compatibles avec l'exploitation du réseau ; la santé et la sécurité des travailleurs et de la population ; le respect des lois et des règlements ; la protection de l'environnement ; la saine gestion financière (rentabilité optimale).

Les critères utilisés pour la comparaison des phytocides sont la santé de la population et des travailleurs, la santé animale (faune), la protection de l'environnement, les coûts directs ainsi que la possibilité d'implanter et de maintenir des communautés végétales relativement stables et compatibles avec l'exploitation sécuritaire du réseau de transport d'électricité.

13.3.1 Comparaison des modes d'intervention

Le tableau 13-3 illustre la comparaison des modes d'intervention qui permettent de dégager les emprises dans les secteurs éloignés ou accidentés.

Tableau 13-1 : Comparaison des modes d'intervention

Type d'intervention	Efficacité du traitement	Santé et sécurité de la population	Santé et sécurité des travailleurs (après l'application de toutes les mesures de protection pratiques et efficaces)	Lois, règlements et normes	Environnement	Rentabilité optimale
Coupe manuelle (avec débroussailleuse et scie à chaîne)	Repousse abondante de la végétation (rejets de souche et drageons) Nombre élevé d'interventions Encombrement de l'emprise par les débris ligneux Sélectivité élevée Très grande difficulté à favoriser l'implantation et le maintien d'une végétation compatible	Impacts négligeables Impact par contamination chimique (gaz d'échappement, essence et huile) négligeable Augmentation de la difficulté à circuler dans l'emprise et du risque de blessures en raison de la présence de débris ligneux résultant de la coupe	Impacts majeurs Risques élevés d'accident grave, les interventions étant difficiles et longues dans des milieux éloignés et la circulation dans les emprises étant dangereuse à cause des débris de coupe et de la végétation abondante Risques élevés de contamination chimique (gaz d'échappement, essence et huile) Manipulation d'outils motorisés entraînant un risque élevé de syndrome des vibrations main-bras Risque modéré de surdité professionnelle Risque faible d'accidents liés à l'utilisation d'hélicoptères	Grande difficulté à faire respecter les limites maximales d'exposition permises pour le benzène, le monoxyde de carbone, les vibrations et le bruit Difficulté à toujours faire respecter les lois et les règlements encadrant l'installation et la gestion des campements forestiers	Impacts faibles Sélectivité élevée Perturbation récurrente du milieu par la présence humaine Installation et déplacement fréquents des campements Modification permanente du couvert forestier arborescent Utilisation modérée de produits chimiques (essence et huile) Contamination du sol par l'huile lubrifiante Modification à court terme des habitats fauniques de certaines espèces Interventions fréquentes dans le milieu Très grande difficulté à favoriser l'implantation et le maintien d'une végétation compatible	Coût moyen lié à la préparation et au suivi de l'intervention Coûts unitaires (872 \$/ha) d'exécution supérieurs Fréquence d'intervention supérieure Coût actualisé sur une période de 25 ans plus de deux fois supérieur

Type d'intervention	Efficacité du traitement	Santé et sécurité de la population	Santé et sécurité des travailleurs (après l'application de toutes les mesures de protection pratiques et efficaces)	Lois, règlements et normes	Environnement	Rentabilité optimale
Pulvérisation aérienne de phytocides (Tordon 101 + Sylgard 309)	Grande efficacité dans la maîtrise des espèces végétales incompatibles, notamment qui se reproduisent par rejets de souche et drageons Effet nettement favorable à l'implantation et au maintien d'une végétation compatible Très peu de débris ligneux dans l'emprise	Impacts négligeables Impact négligeable par contamination chimique (phytocides)	Impacts faibles Risque faible de contamination chimique Risque faible de surdité professionnelle Risque faible d'accidents liés à l'utilisation d'hélicoptères	Peu de difficulté à faire respecter les lois et les règlements encadrant l'utilisation des phytocides, notamment le <i>Code de gestion des pesticides</i>	Impacts faibles Sélectivité moyenne Modification permanente du couvert forestier arborescent par la transformation en une végétation composée de plantes basses Modification de l'habitat de certaines espèces fauniques Interventions peu fréquentes dans le milieu	Coût important de la préparation et du suivi Coût unitaire d'exécution (\$/ha) inférieurs (854 \$) Fréquence d'intervention inférieure Coût actualisé sur un période de 25 ans plus de deux fois moins élevé

13.3.1.1 Efficacité du traitement

L'intervention par pulvérisation aérienne de phytocides est plus efficace que l'intervention par coupe mécanique, car elle se traduit, à moyen terme, par une réduction de la fréquence des traitements subséquents. Ce type d'intervention permet également de favoriser l'implantation et le maintien d'une végétation compatible avec l'exploitation du réseau. La documentation scientifique disponible, les études réalisées par Hydro-Québec et le bilan du programme de pulvérisation aérienne de phytocides qui s'est déroulé de 1994 à 2004 confirment que cette intervention favorise, à moyen terme, l'établissement et la viabilité d'une végétation basse (arbustive et herbacée), contrairement à la coupe qui stimule la croissance des rejets de souche et des drageons. Ainsi, plus de 25 % des emprises de ligne traitées pendant les dix dernières années ne nécessiteront pas de nouvelles interventions durant la période 2007-2016. L'intervention mécanique, quant à elle, permet une plus grande sélectivité à l'égard des espèces végétales à couper et à conserver. Toutefois, cette méthode augmente l'encombrement des emprises, du fait de la repousse abondante de la végétation arborescente par rejets de souche et par drageons et de la production de grandes quantités de débris végétaux restant sur le sol, ce qui nuit de façon notable à la circulation et à l'accès aux équipements au moment des inspections ou des réparations et surtout en cas de panne sur le réseau, alors que des interventions rapides et sécuritaires sont requises.

13.3.1.2 Santé et sécurité des travailleurs

L'intervention mécanique suppose l'utilisation de débroussailleuses et de scies à chaîne pour le dégagement des emprises. La manipulation de ces équipements comporte des risques relativement importants. On en note quatre grands : les accidents, les vapeurs d'essence et les gaz d'échappement, les vibrations et le bruit.

- **Les accidents.** L'utilisation de débroussailleuses et de scies à chaîne comporte un haut risque d'accident et de blessure. En effet, les travailleurs se déplacent constamment à pied dans des emprises encombrées alors que les outils sont en marche. La prévention des accidents demeure donc difficile et limitée. De plus, l'évacuation des blessés est ardue compte tenu de l'éloignement.
- **Les vapeurs d'essence et les gaz d'échappement.** De 20 à 30 % de l'essence utilisée n'est pas brûlée par le moteur des débroussailleuses et des scies à chaîne. Les travailleurs sont donc exposés non seulement aux gaz d'échappement, mais aussi aux vapeurs d'essence. Il s'agit d'une exposition à un mélange complexe de nombreux produits chimiques comprenant des gaz irritants et asphyxiants et des produits cancérigènes reconnus, comme le benzène et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). L'exposition aux gaz d'échappement et aux vapeurs d'essence comporte donc un risque élevé de symptômes légers (irritation des voies respiratoires, symptômes neurologiques discrets) chez la plupart des travailleurs et un faible risque de cancer. Il n'existe aucun moyen de protection

efficace et pratique pour y remédier, sauf une réduction considérable du nombre d'heures de travail par jour.

- **Les vibrations.** Malgré l'usage répandu de débroussailleuses et de scies à chaîne munies d'un système antivibrations, les vibrations transmises aux mains demeurent importantes. Plusieurs études ont confirmé l'incidence élevée du syndrome des vibrations main-bras, également appelé maladie des doigts blancs, chez les utilisateurs de ces équipements. Il s'agit d'une maladie affectant surtout les petits nerfs et les vaisseaux sanguins des mains, pour laquelle la seule prévention efficace est de limiter considérablement le nombre d'heures d'exposition.
- **Le bruit.** Les niveaux de bruit sont nettement suffisants pour induire la surdité professionnelle. Les mesures de protection auditive permettent une certaine atténuation, mais, en pratique, le risque de surdité professionnelle attribuable à ce travail demeure important. Ce risque est confirmé par des études réalisées auprès des utilisateurs.

L'intervention par pulvérisation aérienne de phytocides comporte pour les travailleurs un risque d'exposition aux produits par les voies cutanée et respiratoire. Les doses mesurées chez les personnes qui appliquent les phytocides par voie terrestre montrent une marge de sécurité suffisante pour prévenir toute atteinte à la santé. L'équipement et les techniques utilisés pour la pulvérisation par hélicoptère, préconisée pour la région de Manicouagan, assurent une contamination clairement inférieure à ce qui est observé au sol, de sorte qu'on estime que le risque pour les travailleurs de contamination importante est négligeable. Ce risque est de plus atténué grâce à des mesures de protection personnelle. Dans le cas de la pulvérisation aérienne, le risque de contamination est considérablement moindre, et il se limite aux équipes des préposés aux mélanges qui, elles aussi, observent des mesures de protection simples d'autant plus que le contact avec ces produits est très considérablement restreint, voire négligeable du fait que les produits sont transvidés par un système étanche de tubulures en circuit fermé.

13.3.1.3 Santé de la population

Les résultats de l'analyse indiquent que les risques pour la santé de la population concernée par la pulvérisation aérienne de phytocides dans les emprises de lignes à l'étude sont négligeables.

L'estimation des risques tient compte des techniques de pulvérisation utilisées depuis plus de dix ans, qui permettent de limiter considérablement la dérive. Cette estimation est également fondée sur des présomptions d'exposition extrême, comme dans le cas d'une personne qui habite à proximité d'une emprise et qui consomme du gibier, du poisson, des petits fruits et de l'eau provenant de cette emprise peu de temps après la pulvérisation.

Dans ce contexte, les marges de sécurité obtenues à partir des doses d'exposition sont toutes inférieures ou égales à une dose de référence considérée comme sécuritaire

pour une personne qui serait exposée au produit pendant toute une vie (70 ans). L'utilisation de cette dose sécuritaire dans l'évaluation du risque surestime donc le risque réel.

Ainsi, l'emploi de cette dose de référence, malgré des calculs conservateurs, permet de conclure que l'impact sur la santé de la population attribuable à l'utilisation des phytocides dans le cadre du programme de pulvérisation aérienne à l'étude est négligeable.

D'autre part, l'intervention mécanique entraîne le rejet de divers produits chimiques dans l'environnement : huiles, essence non brûlée, gaz d'échappement. Bien que certains de ces produits soient cancérigènes ou potentiellement cancérigènes chez les humains, le risque pour la santé de la population est également négligeable, en raison de leur dilution très rapide dans l'air et de l'éloignement des lieux.

13.3.1.4 Lois et règlements

Plusieurs lois et règlements régissent l'utilisation des phytocides (*Loi sur la qualité de l'environnement, Loi sur les produits antiparasitaires, Loi sur les pesticides, Code de gestion des pesticides*, etc.). On note peu de difficulté à faire respecter ces lois et règlements par les travailleurs au moment des travaux d'application aérienne de phytocides. Ces derniers font appel à un nombre restreint de travailleurs, qui ont reçu au préalable une formation (certificat obligatoire en vertu du *Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides*). De plus, les travaux à risque (mélange des produits) se déroulent dans des lieux préalablement déterminés et faciles à gérer.

Par contre, il est très difficile de faire respecter par un grand nombre de travailleurs les lois et les règlements encadrant l'installation et la gestion des campements forestiers en milieu éloigné de même que le port en tout temps de l'équipement de protection. De plus, on prévoit une grande difficulté à faire respecter les limites maximales d'exposition permises pour le benzène, le monoxyde de carbone, les vibrations et le bruit.

13.3.1.5 Protection de l'environnement

Le principal effet de l'intervention par pulvérisation aérienne de phytocides ou par coupe mécanique sur la végétation est de modifier le couvert végétal d'origine. En effet, le principal objectif du traitement effectué est de remplacer la végétation ligneuse arborescente par une végétation herbacée et arbustive basse compatible avec l'exploitation sécuritaire du réseau de transport d'électricité.

À cause de la modification quasi permanente du couvert végétal, certaines espèces d'animaux utiliseront moins les emprises à court terme. D'autres, attirées par un milieu ouvert, les fréquenteront davantage.

Dans les conditions d'application prévues, les phytocides proposés pour le programme à l'étude ne peuvent pas causer d'effets nuisibles pour la faune. Selon les résultats présentés au chapitre 13, tous les facteurs de sécurité sont respectés. En fait, les phytocides appliqués par voie aérienne aux taux d'application recommandés par leur fabricant ont un impact négligeable sur la faune. De plus, ces produits ne se concentrent pas dans la chair des animaux, ne contaminent pas la chaîne alimentaire et sont biodégradables. Les facteurs de sécurité évalués pour l'ichtyofaune (poissons) confirment un risque négligeable d'impact résiduel. Il est important de préciser que tous les cours d'eau sont entourés d'une zone d'exclusion d'au moins 30 m pendant les travaux d'application des phytocides et que, pendant les dix dernières années – durant lesquelles se sont déroulés des travaux de pulvérisation aérienne de phytocides sur plus de 7 000 ha –, les cours d'eau ont été protégés dans une proportion de plus de 99 %.

L'intervention par coupe mécanique fait aussi appel à des produits chimiques (huile, essence, etc.), qui sont rejetés en totalité ou en partie dans l'environnement. Bien que certains de ces produits soient reconnus cancérigènes, le risque pour l'environnement est également négligeable. L'intervention mécanique exerce toutefois sur le milieu une action beaucoup plus importante que l'intervention chimique : présence d'un grand nombre de travailleurs dans un secteur donné, mise en place de nombreux campements temporaires, risques d'incendie de forêt, interventions dans le milieu plus fréquentes et d'une intensité plus grande sur une plus longue période, etc.

13.3.1.6 Rentabilité optimale

L'intervention par coupe mécanique exige la mise sur pied de campements volants et le transport quotidien des travailleurs et du matériel par hélicoptère. Elle entraîne également l'embauche d'un nombre très important de travailleurs pendant de longues périodes. Les coûts de la coupe mécanique sont deux fois supérieurs à ceux de la pulvérisation aérienne sur une période de 25 ans.

13.3.2 Comparaison des phytocides

Les quatre formulations qui peuvent être appliquées par voie aérienne dans les emprises de ligne à l'étude présentent des impacts potentiels faibles ou négligeables sur la santé des travailleurs et de la population, sur l'environnement ainsi que sur la faune (voir le tableau 13-4). La formulation faisant appel à l'utilisation du glyphosate (Roundup) est retranchée *a priori* de l'analyse car elle ne satisfait pas l'objectif premier visé par les travaux d'application aérienne de phytocides, soit l'implantation et le maintien d'une végétation compatible. Le glyphosate est un phytocide non sélectif qui élimine toutes les espèces végétales présentes sur le site où il est appliqué.

Le paramètre de comparaison discriminant pour les phytocides potentiellement utilisables est donc la capacité du phytocide à éliminer la végétation incompatible, notamment les arbres qui se propagent par rejets de souche et par drageons, et à

favoriser l'implantation et le maintien d'une végétation (arbustive et herbacée) compatible avec l'exploitation du réseau. Les mélanges Tordon 101 avec adjuvant Sylgard 309, Vanquish avec Garlon 4 et adjuvant Sylgard 309, Vanquish avec adjuvant Sylgard 309, de même que Garlon 4 avec adjuvant Sylgard 309 favorisent l'établissement de plantes basses, car ils maîtrisent la végétation ligneuse incompatible, laissant place à la végétation compatible.

De 1994 à 2004, Hydro-Québec a utilisé le produit Tordon 101 combiné à l'adjuvant Sylgard 309. Les autres phytocides ou mélanges de phytocides mentionnés précédemment et potentiellement utilisables par voie aérienne ont fait l'objet d'une validation quant à leur efficacité (GENIVAR, 2005). Les résultats des essais ont démontré que le Tordon 101 occupe le premier rang avec un taux de mortalité des espèces incompatibles de 70 %, un an après traitement, suivi de près par le mélange Garlon 4 et Vanquish. De plus, l'efficacité de ce produit a une meilleure amplitude, ce qui permet d'étaler les travaux de têt en été à la fin août. Il assure également une meilleure maîtrise des espèces résineuses.

Hydro-Québec désire donc poursuivre les travaux de pulvérisation de phytocides amorcés en 1994 en utilisant le produit Tordon 101 en raison de son efficacité qui a été démontrée sur plus de dix ans, ainsi que de son coût comparatif avantageux par rapport à celui du mélange Garlon 4 et Vanquish.

Tableau 13-2 : Comparaison des formulations

Paramètres de comparaison	Tordon 101 ^a (2,4-D, piclorame)	Garlon 4 et Vanquish ^a (Triclopyr, dicamba)	Garlon 4 ^a (Triclopyr)	Vanquish et 2,4-D amine 500 ^a (Dicamba, 2,4-D)
Santé de la population	Impact négligeable	Impact négligeable	Impact négligeable	Impact négligeable
Santé des travailleurs	Impact faible	Impact faible	Impact faible	Impact faible
Santé animale (faune)	Impact négligeable	Impact négligeable	Impact négligeable	Impact négligeable
Protection de l'environnement	Impact faible	Impact faible	Impact faible	Impact faible
Coûts unitaires	375 \$/ha	428 \$/ha	250 \$/ha	228 \$/ha
Efficacité à maîtriser la végétation incompatible	Efficacité élevée	Efficacité élevée	Efficacité très peu élevée	Efficacité peu élevée
Implantation de communautés végétales relativement stables	Efficacité élevée	Efficacité élevée	Efficacité élevée	Efficacité élevée

a. Tous ces produits sont utilisés en combinaison avec l'adjuvant Sylgard 309.

13.4 Choix de la stratégie intégrée

Compte tenu des facteurs énoncés précédemment, Hydro-Québec préconise la pulvérisation aérienne de phytocides pour l'entretien des emprises situées dans les zones éloignées, accidentées ou difficilement accessibles de certains secteurs de la Côte-Nord en combinaison avec la coupe manuelle sélective. Ainsi, l'entreprise entretiendra les zones d'exclusion qui sont situées de part et d'autre des éléments sensibles du milieu (notamment des petits cours d'eau) au moyen de la coupe manuelle sélective.

La pulvérisation aérienne de phytocides se révèle supérieure dans les zones éloignées, accidentées ou difficilement accessibles. Les principaux facteurs qui ont orienté le choix de ce mode d'intervention sont : la faible fréquence des interventions, un risque minime pour la santé et la sécurité des travailleurs, un risque négligeable pour la santé de la population et pour l'environnement, le fait que ce type d'intervention favorise, à moyen terme, l'implantation et le maintien de communautés végétales basses ainsi qu'un coût plus de deux fois inférieur à celui de la coupe mécanique. Hydro-Québec a choisi le mélange Tordon 101 et surfactant Sylgard 309, qu'elle a utilisé sur plus de 7 000 ha de 1994 à 2004 et qui permet de maîtriser de façon efficace les espèces incompatibles tout en favorisant l'implantation de plantes compatibles.

L'utilisation des phytocides doit cependant être proscrite à proximité des éléments sensibles du milieu en raison des risques potentiels de contamination de certaines composantes de l'environnement comme les cours d'eau. C'est pour cette raison que des mesures de protection sont prises, notamment l'établissement de zones d'exclusion. La coupe manuelle sélective sera utilisée pour entretenir ces secteurs.

La superficie des zones d'exclusion à entretenir étant relativement faible (10 % du programme), on limite ainsi les impacts potentiels sur la santé et la sécurité des travailleurs dans le cas d'une intervention par coupe mécanique.

13.5 Impacts résiduels

La stratégie d'intervention retenue aura peu d'effets nuisibles sur les éléments du milieu touché.

13.5.1 Air et milieu sonore

Quel que soit le type d'intervention choisi – coupe mécanique ou pulvérisation aérienne de phytocides – les répercussions sur l'air (gaz d'échappement des moteurs à combustion, vapeurs des produits chimiques pendant le traitement) et le milieu sonore sont négligeables et passagères.

13.5.2 Eau

Les répercussions sur l'eau pourraient être plus importantes dans le cas de l'intervention avec phytocides que dans celui de l'intervention mécanique, advenant un déversement accidentel de phytocides ou en raison de la migration de ces produits vers des milieux aquatiques. Il faut toutefois souligner que ces milieux sont tous exclus du traitement avec phytocides et qu'ils sont de plus entourés d'une zone d'exclusion, où seule une intervention par coupe mécanique sélective est autorisée. De plus, le mélange des produits est effectué dans un lieu éloigné des milieux aquatiques. De 1994 à 2004, les éléments sensibles (principalement des cours d'eau) ont été protégés contre la contamination par les phytocides dans une proportion de 99 %.

13.5.3 Sol

Les propriétés du sol des emprises traitées ne seront que légèrement modifiées, étant donné les faibles quantités de phytocides ou d'hydrocarbures (coupe mécanique) qui pourront atteindre la couche superficielle du sol. Par conséquent, les répercussions possibles sur les micro-organismes du sol sont considérées comme mineures.

13.5.4 Couvert végétal

Le principal impact du traitement de la végétation dans les emprises consiste en la modification importante et quasi permanente du couvert végétal qui prévaut avant le traitement. Paradoxalement, il s'agit aussi du principal objectif de l'intervention, soit de remplacer la végétation arborescente par une végétation herbacée et arbustive basse qui est compatible avec l'exploitation du réseau.

13.5.5 Faune

À cause de la modification quasi permanente du couvert végétal, certaines espèces fauniques utiliseront moins les emprises à court terme. Cet impact est plus important pour les espèces animales dont le territoire est très petit (ex. souris sylvestre). Quant aux espèces fauniques de plus fort gabarit (ex. lièvre, perdrix, orignal, ours), l'impact appréhendé est une utilisation moins fréquente aux fins d'alimentation de la portion de l'emprise traitée durant une certaine période de l'année, en raison du changement important de la végétation présente. Par contre, la croissance d'une végétation basse et la présence d'un milieu ouvert attireront d'autres espèces à moyen terme et favoriseront la présence de certaines espèces fauniques (ex. orignal) qui, au printemps, recherchent des milieux ouverts où les plantes vertes apparaissent plus hâtivement qu'en milieu forestier. Les répercussions globales sur la faune terrestre seront donc peu importantes.

Dans les conditions d'application prévues, les phytocides ne peuvent pas causer d'effets nuisibles aux animaux. De plus, ils ne se concentrent pas dans la chair des animaux et ne contaminent pas la chaîne alimentaire, car ils sont biodégradables.

On ne prévoit pas de répercussions sur la faune aquatique, car les cours d'eau sont entourés de zones d'exclusion qui sont, selon les résultats obtenus sur plus de dix ans de pulvérisation, respectées dans une proportion supérieure à 99 %. Des études ont démontré que les concentrations résiduelles décelables dans les cours d'eau qui pourraient accidentellement être contaminés par des phytocides étaient de beaucoup inférieures au seuil d'effet toxique sur les poissons ou les alevins.

13.5.6 Santé humaine

Compte tenu de la toxicité légère des phytocides retenus et des faibles risques d'exposition, on peut conclure que les phytocides qui seront utilisés pour maîtriser la végétation incompatible ne présentent pas de risques pour la santé de la population ni pour celle des travailleurs. Comme la superficie des zones d'exclusion traitées mécaniquement est faible, le nombre de travailleurs requis est réduit. Par conséquent, le risque sur la santé des travailleurs est peu important.

13.5.7 Utilisation du milieu

L'analyse des secteurs à l'étude révèle que ce milieu est surtout fréquenté par les communautés innues et les villégiateurs (chasseurs, pêcheurs).

Les communautés autochtones sont susceptibles d'utiliser le territoire où sont situées les emprises pour leur subsistance (chasse, pêche, cueillette), pour le piégeage des animaux à fourrure et pour leurs loisirs.

Certaines portions des emprises de lignes visées sont utilisées par la population allochtone à des fins récréatives (villégiature, chasse, pêche, cueillette). Les chasseurs de gros gibier sont les principaux utilisateurs de ces emprises. Ainsi, les chalets, les camps, les miradors et les abris sommaires situés à proximité immédiate des emprises sont utilisés sporadiquement pendant l'année.

Compte tenu de l'accès limité de ces tronçons d'emprises et de leur relief accidenté, il est peu probable que beaucoup d'usagers les fréquenteront durant l'été, à l'exception de membres de certaines communautés autochtones dont le campement d'été est situé à proximité de quelques tronçons d'emprise ou qui doivent traverser des emprises pour accéder à des secteurs du territoire.

Étant donné que les phytocides utilisés ne se concentrent pas dans la chair des animaux et que le risque lié à l'exposition de la faune aux phytocides est négligeable, l'impact résiduel sur les utilisateurs de ces milieux est minime. Les quantités de phytocides pouvant être décelées dans les petits fruits (bleuets, fraises, framboises)

présentent aussi un impact négligeable sur d'éventuels consommateurs de fruits sauvages. Il est toutefois évident que, l'année du traitement (soit une année au cours des dix prochaines), certains des plants de petits fruits présents dans l'emprise ne produiront pas de fruits en raison de l'application de phytocides.

En résumé, les impacts potentiels du produit utilisé sur la qualité des éléments non visés de l'environnement varient de faibles (dans l'emprise) à négligeables (à l'extérieur de l'emprise), compte tenu des bas niveaux de contamination du milieu touché et du potentiel négligeable de persistance et de migration du produit dans l'environnement.

Comme lors du programme de pulvérisation aérienne de phytocides qui s'est déroulé de 1994 à 2004 (dix ans), Hydro-Québec met en œuvre des mesures de protection visant à réduire la dérive aérienne des phytocides (vol à faible altitude, buses produisant des gouttes de fort diamètre, utilisation d'un système de guidage par GPS, etc.) et à assurer une protection efficace des éléments sensibles de l'environnement (respect à plus de 99 % durant le programme décennal). Après l'application de ces mesures, les impacts résiduels des phytocides sur la qualité générale de l'environnement sont qualifiés de négligeables, notamment en ce qui concerne la qualité générale de l'air ambiant, des sols non visés ainsi que des eaux de surface et des eaux souterraines.

13.6 Prévention et retombées économiques

13.6.1 Prévention

Hydro-Québec mettra en œuvre les moyens de prévenir les risques de déversement accidentel ou de migration de produits chimiques (phytocides, hydrocarbures) dans les milieux non visés. Les normes de manipulation, d'utilisation et de contrôle des phytocides utilisés ainsi que les normes concernant l'usage des tronçonneuses et des débroussailleuses seront respectées partout. D'ailleurs, durant les dix années qu'a duré le programme de pulvérisation aérienne de phytocides, aucun déversement accidentel de phytocides n'est survenu.

En vertu du *Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides*, les travailleurs affectés à l'application des phytocides doivent détenir un certificat approprié pour le type de travail à réaliser.

Les travailleurs forestiers qui effectueront les travaux de coupe manuelle sélective dans les zones d'exclusion devront porter l'équipement de protection requis et, si des campements temporaires sont nécessaires, ceux-ci devront être érigés conformément aux lois et règlements applicables à leur exploitation.

Peu de temps avant le début des travaux de pulvérisation et comme l'exige le *Code de gestion des pesticides*, Hydro-Québec avisera la population locale ainsi que les

organismes et les groupes concernés par l'entremise des médias (journaux, circulaires, radio, etc.). Des rencontres sont également prévues préalablement aux travaux avec les communautés autochtones concernées afin de présenter le programme annuel et pour que ces dernières signalent à l'entreprise tout élément sensible du milieu propre aux activités autochtones qui devrait être pris en considération.

13.6.2 Retombées économiques

L'évaluation des retombées économiques régionales tient compte des intrants nécessaires aux deux modes d'intervention (pulvérisation aérienne de phytocides et coupe manuelle sélective dans les zones d'exclusion), de la disponibilité régionale des biens, des services et de la main-d'œuvre ainsi que des décisions des entrepreneurs et d'Hydro-Québec (GENIVAR, 2004). Une analyse des retombées économiques sur une période de 25 ans a également été menée de façon que celles-ci soient évaluées sur la même base que les coûts.

Les retombées économiques régionales de l'ensemble du programme décennal sont de l'ordre de 1,5 M\$. Elles concernent principalement l'embauchage de travailleurs forestiers, la location d'hélicoptères et la fourniture de biens et de services.

Hydro-Québec favorisera l'embauchage de travailleurs forestiers locaux afin de maximiser les retombées économiques régionales. De plus, comme pendant les dix dernières années, Hydro-Québec fera participer les communautés autochtones aux différents travaux de maîtrise de la végétation par coupe mécanique lorsque ces travaux viseront les secteurs les concernant. La stratégie d'intervention proposée (pulvérisation aérienne et coupe mécanique) ainsi que les autres travaux de maîtrise de la végétation (coupe mécanique et pulvérisation terrestre) qui seront réalisés dans les autres emprises de lignes constitueront des occasions d'emploi pour les travailleurs forestiers de ces communautés. En effet, dans la seule région de Manicouagan, Hydro-Québec doit entretenir périodiquement, par voie terrestre, la végétation de près de 30 000 ha (coupe manuelle sélective et pulvérisation terrestre).

14 Programme décennal de maîtrise de la végétation

Le présent chapitre traite des moyens que compte utiliser Hydro-Québec pour réaliser les travaux d'application aérienne de phytocides. Plus précisément, il porte sur l'inventaire des éléments sensibles de la zone d'étude, les exigences contractuelles qui devront être respectées, la technique utilisée, etc. Il présente également le bilan des travaux de pulvérisation aérienne qui se sont déroulés des dix dernières années.

14.1 Activités préliminaires

14.1.1 Mesures de protection

La connaissance du milieu et des éléments sensibles et le respect des zones d'exclusion de part et d'autre de ceux-ci permettent de réduire ou d'éliminer presque entièrement les impacts potentiels de l'intervention mécanique ou de l'application de phytocides par voie aérienne.

La section 4.5 du chapitre 4 indique l'objectif de protection défini pour chacun des éléments sensibles aux fins des travaux de maîtrise de la végétation.

14.1.1.1 Validation photographique

Les superficies à traiter sont définies à partir de photographies aériennes en couleur et en format numérique, d'une résolution spatiale de 15 cm par pixel. La photo-interprétation permet d'établir les caractéristiques d'intervention (choix du mode d'intervention selon le relief, de même que la densité, la hauteur, la sociabilité et la composition de la végétation) et les superficies à traiter.

Cette technique permet également de déterminer les divers éléments situés dans les emprises à traiter : superficies boisées, zones à protéger, terrains improductifs, superficies agricoles et cours d'eau. Toutes ces données contribuent à l'amélioration de la connaissance du milieu et à l'établissement d'un inventaire précis des éléments sensibles qui s'y trouvent. En ce qui concerne le programme à l'étude, il s'agit principalement (à raison de plus de 90 %) de petits cours d'eau.

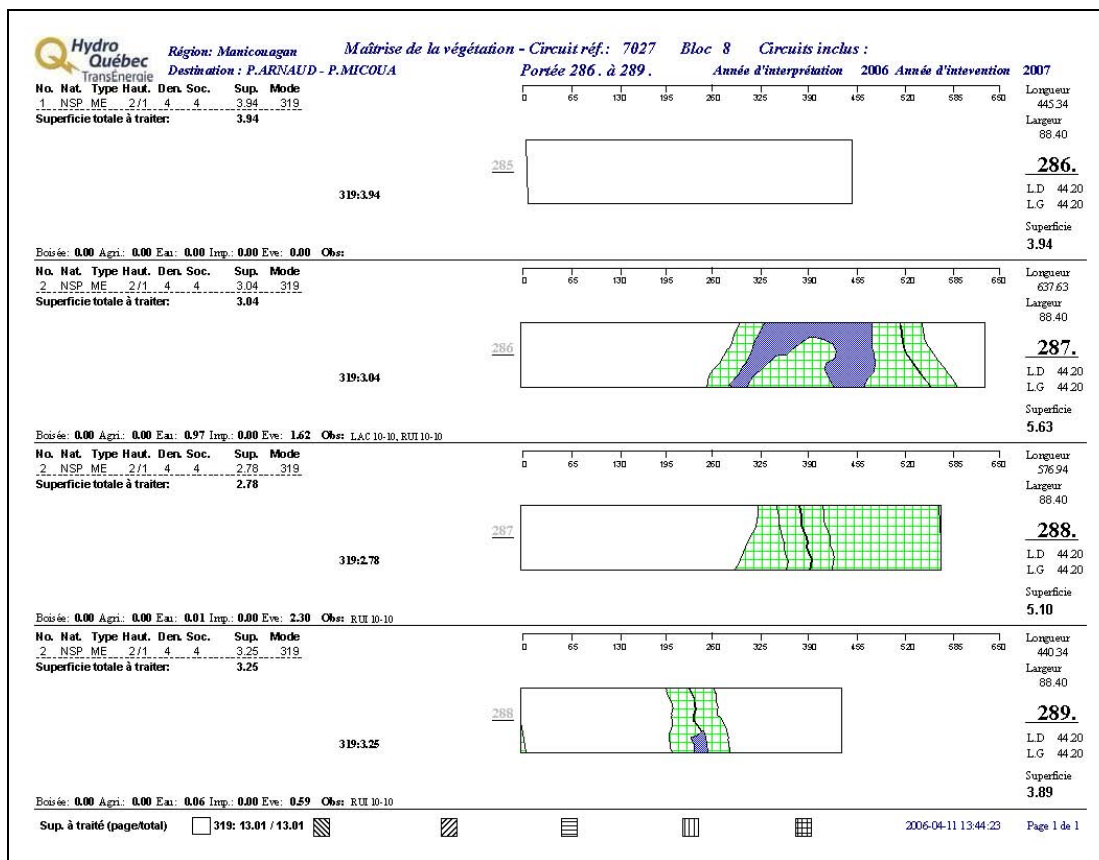
Comme la version finale des fiches d'inventaire de la végétation ne peut être préparée longtemps à l'avance, les photographies aériennes sont prises l'année précédant les travaux.

14.1.1.2 Inventaire des éléments sensibles

Afin d'assurer une protection optimale du milieu, de réduire au minimum les risques pour la santé publique et de préserver la qualité de vie, il est nécessaire de porter une attention particulière aux éléments sensibles du milieu. La section 4.5 précise la méthode utilisée et décrit les différents éléments sensibles qui font l'objet de l'inventaire. Dans le cas des emprises de lignes de la zone d'étude, les principaux éléments répertoriés sont les suivants :

- les cours d'eau ou plans d'eau, y compris les cours d'eau à débit intermittent, les étangs, les marais, les marécages, etc. ;
- les rivières à saumon, les frayères reconnues ;
- les habitations ;
- les sources d'alimentation en eau potable (prises d'eau municipales et privées).

Figure 14-1 : Fiche de réalisation des travaux incluant les éléments sensibles



Certains de ces éléments sont sensibles à l'application de phytocides et d'autres, aux travaux d'entretien eux-mêmes. La méthode de prise d'inventaire est décrite au chapitre 6.

L'inventaire des éléments sensibles du milieu qui a été réalisé pour les travaux de 2007 (première année du programme) figure à l'annexe B, à titre indicatif.

14.2 Programme de coupe sélective

La plupart des zones d'exclusion aux fins de l'application de phytocides doivent faire l'objet d'un entretien périodique. Les travaux sélectifs de maîtrise de la végétation dans les zones d'exclusion sont beaucoup moins fréquents que les travaux de pulvérisation aérienne effectués dans les emprises visées, car les cycles de retour varient entre 10 et 30 ans.

Des mesures de protection sont aussi prises afin de préserver le terrain des zones d'exclusion de toute perturbation physique durant les travaux de coupe sélective. La circulation des engins de chantier est interdite aux abords des éléments sensibles, principalement des cours d'eau qui ne sont que traversés. En effet, la circulation de ce type de véhicule le long des cours d'eau peut endommager la végétation résiduelle et altérer la composition du sol, créant des problèmes d'érosion des berges. L'utilisation des huiles et des carburants peut en outre constituer un risque de contamination du milieu.

Les surfaces à entretenir étant fractionnées en plusieurs parcelles non contiguës, l'utilisation d'un hélicoptère est très souvent nécessaire pour le transport des travailleurs et du matériel.

Les ouvriers forestiers qui réalisent les travaux de coupe manuelle sélective recevront au préalable un cours sur les sujets suivants :

- normes de sécurité concernant l'utilisation des débroussailleuses et des tronçonneuses (équipement de protection) ;
- normes de sécurité concernant l'utilisation de l'hélicoptère ;
- connaissance des espèces végétales à conserver et à maîtriser ;
- gestion des huiles et du carburant à proximité des cours d'eau.

Les équipes, composées d'un contremaître et d'ouvriers forestiers, seront transportées notamment par hélicoptère jusqu'aux lieux des travaux. Le transport s'effectuera quotidiennement de l'héliport ou du village le plus près des emprises visées. Seule la végétation incompatible avec l'exploitation du réseau sera coupée. Les débris seront laissés épars sur le sol et les tiges de grand diamètre seront tronçonnées.

14.3 Application aérienne de phytocides

14.3.1 Choix de l'entreprise spécialisée et de l'équipement

Pour l'entretien des emprises par pulvérisation aérienne de phytocides, Hydro-Québec procède par appel d'offres et accorde le contrat à un entrepreneur qualifié. C'est donc principalement le personnel de l'entrepreneur qui exécute les travaux.

Pour l'adjudication du contrat, Hydro-Québec tient compte du coût unitaire par hectare proposé, ainsi que de la compétence, de l'expérience et de la responsabilité du soumissionnaire. Celui-ci doit joindre à sa présentation une brève description de travaux similaires déjà exécutés et des mesures prises alors pour protéger l'environnement. Il doit pouvoir produire les documents établissant ses titres et qualités. Enfin, il doit détenir tout certificat ou permis requis par le *Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides*.

Le soumissionnaire doit aussi fournir la liste des personnes qui seraient affectées aux travaux ainsi qu'un sommaire de leurs compétences et de leurs connaissances pertinentes. Il doit indiquer les mesures qu'il entend prendre pour que le personnel exécutant remplisse sa tâche tout en respectant les exigences du contrat et les normes de protection de l'environnement. Il est de plus responsable de la santé et de la sécurité de son personnel (équipement de protection, trousse de premiers soins, suivi médical, etc.) de même que de l'entreposage des phytocides conformément au *Code de gestion des pesticides*.

Le personnel requis comprend un pilote, un mécanicien, un contremaître et trois autres personnes chargées de la manutention de l'équipement, auxquels s'ajoute un représentant d'Hydro-Québec.

La pulvérisation se fait au moyen d'hélicoptères volant sous les lignes à une altitude de 3 à 5 m et à basse vitesse (50 km/h).

Le dispositif de pulvérisation comprend :

- une rampe de pulvérisation Thru Valve Boom (TVB), fabriquée par la société Waldrum Specialties Inc. Il s'agit du dispositif utilisé par Hydro-Québec de 1994 à 2004. Les buses ont un orifice d'environ 2 000 µm, formant des gouttelettes de fort diamètre ;
- un système de guidage par GPS, tel que décrit à la section 14.3.4 ;
- un hélicoptère de taille moyenne, comme l'Astar 350, dont la capacité de chargement utile est de 500 kg. Son autonomie d'application est d'environ 6 ha, ce qui équivaut à une période de pulvérisation aérienne d'environ 15 min.

À la lumière de l'analyse effectuée, Hydro-Québec recommande pour ce type de travaux le Tordon 101 (2,4-D, piclorame), fabriqué par Dow AgroScience, mélangé

avec le surfactant Sylgard 309. Comme pour les travaux réalisés de 1994 à 2004, les quantités appliquées seraient de 25 l/ha de Tordon 101 et de 0,27 l/ha de Sylgard 309. Le taux d'application du mélange serait de 110 l/ha. Puisque l'eau servant aux mélanges sera tirée d'un cours d'eau situé à proximité du lieu de préparation des mélanges, toute pompe employée pour le remplissage du réservoir sera munie d'un dispositif anti-retour.

14.3.2 Formation des travailleurs

Le pilote chargé de la pulvérisation devra détenir tout certificat ou permis requis par le *Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides* aux fins de l'application aérienne de phytocides dans les corridors de transport d'énergie.

Hydro-Québec tiendra une séance d'information à l'intention des travailleurs (employés de l'entrepreneur retenu) chargés de la pulvérisation aérienne des phytocides afin de leur fournir les éléments nécessaires à la bonne réalisation des travaux. Cette information vise tout particulièrement le travailleur qui applique le produit (le pilote de l'hélicoptère) et les personnes chargées de la manipulation des phytocides.

Cette séance d'information traitera des sujets suivants :

- application de toutes les clauses contractuelles ;
- respect des lois et des règlements en vigueur, notamment le *Code de gestion des pesticides* ;
- réalisation des travaux dans les règles de l'art ;
- protection de l'environnement :
- utilisation de phytocides ;
- comportement des phytocides dans l'environnement ;
- impacts potentiels des produits sur le milieu ;
- mesures de protection associées aux travaux de pulvérisation aérienne ;
- utilisation des phytocides et santé ;
- plan d'urgence en cas de déversement accidentel.

Elle sera offerte dans la région de la Côte-Nord ou, si désiré, au bureau de l'entrepreneur retenu.

14.3.3 Information publique

Hydro-Québec a dressé un inventaire sociopolitique du milieu afin de déterminer les publics intéressés ainsi que leurs préoccupations face au présent programme d'entretien des emprises. Ces publics sont les zecs, les pourvoiries, les communautés autochtones, les entreprises forestières, les ministères ainsi que les utilisateurs du milieu à des fins récréatives (chasseurs, pêcheurs, etc.).

Par son programme de communication, Hydro-Québec vise à informer directement les intervenants intéressés.

Peu de temps avant les travaux, Hydro-Québec avisera, par l'entremise des médias, la population de la Côte Nord concernée par le projet, de façon conforme au *Code de gestion des pesticides*. Elle avisera également le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs ainsi que les municipalités et les MRC concernées.

14.3.4 Système de guidage par GPS pour la pulvérisation aérienne de phytocides

Photo 14-1 : Bandes résiduelles laissées après des travaux de pulvérisation aérienne de phytocides sans système de guidage par GPS



Hydro-Québec réalise des travaux d'application et de pulvérisation aérienne de phytocides depuis 1969. Au début, des photographies aériennes des emprises sur lesquelles étaient dessinées les zones d'exclusion et les éléments sensibles à protéger constituaient le seul outil dont disposait le pilote pour effectuer le repérage des sites à traiter. Le pilote devait donc estimer sa ligne de vol à l'aide de repères visuels au sol, ce qui ne garantissait pas une très grande précision de l'application. Cette méthode a eu pour conséquence directe le maintien de bandes de végétation entre les passages de l'hélicoptère en raison de la difficulté de bien aligner celui-ci sur les lignes de vol. De plus, au moment d'estimer le début et la fin de l'application, il devenait plus difficile

de respecter pleinement les zones d'exclusion. Des bandes de protection d'une largeur de 60 m étaient donc prescrites. Comme la vitesse réelle de l'hélicoptère était elle aussi estimative, il en résultait une distribution moins uniforme des phytocides au sol (voir la photo 14-1). Il fallait donc procéder à une nouvelle application de phytocides dans certaines sections de ces emprises dès l'année suivante, afin d'éliminer les bandes de végétation résiduelles.

En 1994, Hydro-Québec a utilisé pour la première fois un système de guidage par GPS pour ses travaux de maîtrise de la végétation par hélicoptère. Le système permet au pilote de s'aligner sur les lignes de vol avec une précision de l'ordre de 1 m, grâce à un indicateur à voyants lumineux. L'utilisation du système de guidage constitue un facteur important de l'amélioration de la qualité et de l'efficacité des travaux.

La distribution uniforme au sol des phytocides fait en sorte qu'il ne reste plus de bandes de végétation résiduelles et que les empiètements sur les zones d'exclusion en bordure d'éléments sensibles ont diminué de façon marquée. La programmation de l'ouverture et de la fermeture des valves reliées aux buses assure un respect presque parfait des éléments sensibles (plus de 99 % sur une période de dix ans).

14.3.4.1 Description du module de guidage installé dans l'hélicoptère

L'équipement utilisé dans l'hélicoptère guide le pilote le long de sa ligne de vol et permet l'ouverture et la fermeture automatiques des valves pour l'application précise des phytocides pendant le déroulement des travaux.

Voici les composantes du module installé dans l'hélicoptère :

- ordinateur avec écran intégré ;
- indicateur à voyants lumineux sur le tableau de bord ;
- récepteur GPS / antenne GPS intégrés ;
- capteur de pression de liquide dans la rampe d'arrosage ;
- interrupteur de sécurité activable par le pilote.

Lorsque l'hélicoptère survole un bloc d'arrosage, le système indique au pilote l'alignement de l'aéronef par rapport à la ligne de vol préprogrammée, détecte la position de l'hélicoptère par rapport au bloc d'arrosage et contrôle automatiquement l'ouverture et la fermeture de la valve qui alimente les buses de la rampe d'arrosage. En tout temps, il indique à l'écran le bloc d'arrosage en cours de traitement et informe le pilote en temps réel des secteurs arrosés. Le pilote peut également arrêter manuellement à tout moment le système de pulvérisation, grâce à un interrupteur sur le manche de pilotage.

Photo 14-2 : Vue du module installé dans l'hélicoptère d'arrosage



Le système installé dans l'hélicoptère est branché sur le circuit électrique activant les valves d'ouverture et de fermeture reliées aux buses de la rampe de pulvérisation. L'ordinateur du système de guidage calcule la position précise de l'hélicoptère dans l'espace à une fréquence de cinq fois par seconde. Il assure ainsi que l'information fournie au pilote quant à sa position dans l'emprise est toujours adéquate.

14.3.4.2 Méthode entourant l'utilisation du système de guidage de la pulvérisation

La préparation et la réalisation des travaux font appel à une méthode de travail particulière dont voici les principales étapes :

- photo-interprétation ;
- détermination des blocs d'arrosage ;
- calibration du système de guidage et d'ouverture et de fermeture des valves d'alimentation ;
- entreposage des phytocides ;
- réalisation des travaux de pulvérisation aérienne de phytocides ;
- récupération des données d'arrosage ;
- vérification du respect des éléments sensibles et mesure des empiètements sur les zones d'exclusion.

Photo-interprétation

La photo-interprétation est réalisée à l'aide d'un logiciel spécialisé, appelé PhotoMap, développé précisément pour les besoins de maîtrise de la végétation d'Hydro-Québec. La première étape consiste, à partir de photographies aériennes numériques, à situer les éléments du milieu considérés comme sensibles, comme les cours d'eau, les lacs, les habitats fauniques particuliers, les habitations, etc. Par la suite, une zone d'exclusion de part et d'autre de l'élément sensible est déterminée en fonction de critères prédéfinis. De plus, les secteurs à traiter et à exclure (pente abrupte, affleurement rocheux, etc.) sont délimités.

Photo 14-3 : Zones d'exclusion de part et d'autre d'un cours d'eau et d'une falaise abrupte



Création des blocs d'arrosage

Les limites spatiales des blocs d'arrosage indiquent où l'application aérienne de phytocides doit débuter et se terminer. Ces blocs sont créés à partir du résultat de la photo-interprétation des emprises à traiter. Cette étape consiste à convertir l'ensemble des données disponibles en un format informatique propre au système de guidage.

Calibration du système de guidage de l'hélicoptère

La calibration du système vise notamment à ce que l'ouverture et la fermeture des valves se fassent au moment opportun et que les phytocides atteignent le site visé avec une précision de l'ordre de 1 m en milieu contrôlé.

Photo 14-4 : Calibration du système de guidage



Le système de guidage est calibré chaque fois qu'il est réinstallé dans l'hélicoptère d'arrosage, soit généralement à chaque début de saison d'arrosage.

On aménage un site de calibration, doté de quatre lignes perpendiculaires à la ligne de vol qui représentent un bloc d'arrosage fictif et indiquent le début et la fin de l'application. Pendant la calibration, l'hélicoptère équipé de la rampe d'arrosage exécute des passages répétés au-dessus du site de calibration en utilisant de l'eau teintée de colorant. L'altitude et la vitesse de déplacement de l'hélicoptère sont constantes et similaires à celles des conditions d'application. La distance séparant le point d'impact au sol du début et de la fin du rideau créé par l'eau et la ligne perpendiculaire à la ligne de vol est mesurée à chaque passage. Le système de guidage est ajusté et les passages d'hélicoptère sont répétés jusqu'à ce que l'ouverture et la fermeture de la valve permettent d'atteindre la cible au sol avec la précision recherchée.

Lorsque cette étape de calibration du système de guidage est terminée, l'hélicoptère est prêt à être acheminé au site des travaux de pulvérisation aérienne.

Photo 14-5 : Calibration du système de guidage



14.3.5 Calendrier et étapes des travaux

Le tableau 14-1 présente le programme de pulvérisation aérienne de phytocides prévu pour 2007 à 2016. Le tableau 14-2 montre le calendrier de réalisation des travaux en 2007, y compris toutes les étapes préliminaires et le suivi des travaux. La pulvérisation a lieu pendant les mois de juin, de juillet et d'août. Selon l'expérience passée, cette période est amplement suffisante pour permettre l'exécution des travaux conformément aux restrictions applicables. Ainsi, la pulvérisation est interdite :

- lorsque le sol est recouvert d'eau ou que les mares d'eau sur le lieu de pulvérisation débordent de la zone à traiter ;
- avant un orage, lorsqu'il pleut ou lorsqu'il y a imminence de pluie ou encore immédiatement après la pluie ;
- lorsque la température est inférieure à 2 °C ou supérieure à 35 °C ;
- lorsque le vent empêche de respecter les zones d'exclusion prescrites.

La méthode de travail prévue permet une grande souplesse d'exécution. La pulvérisation nécessite deux types d'installations : les campements de base et les sites de préparation des mélanges.

Le responsable des travaux détermine l'emplacement des campements de base. Ces derniers doivent être accessibles par voie terrestre pour les remorques servant au gîte des travailleurs et l'équipement de pulvérisation. Le campement de base est installé de façon à respecter les règlements en vigueur sur la gestion des eaux potables et usées. Le personnel des campements ne compte pas plus de dix employés.

Tableau 14-1 : Programme de pulvérisation aérienne – 2007-2016

Année	Circuit	Bloc	Portée	Situation géographique	Longueur (km)	Superficie à traiter (ha)
2007	7027	3	185 à 219	au sud du 50 ^e parallèle	15,7	275
	7027	4	220 à 358	au sud du 50 ^e parallèle	69,7	330
2009	7019	1	194 à 293	au sud du 50 ^e parallèle	48,3	320
2010	7004	2	241 à 385	au sud du 50 ^e parallèle	58,3	560
2011	7031	1	270 à 350	du 50 ^e au 51 ^e parallèle	38,8	780
	7031	2	351 à 369	du 50 ^e au 51 ^e parallèle	8,8	115
	7031	3	370 à 398	du 50 ^e au 51 ^e parallèle	12,5	195
	7033	1	341 à 357	du 50 ^e au 51 ^e parallèle	8,7	55
2012	7028	3	195 à 348	au sud du 50 ^e parallèle	64,9	770
	7031	1	101 à 269	au nord du 51 ^e parallèle	79,4	1 330
2013	7004	1	19 à 144	au sud du 50 ^e parallèle	67,9	765
Total :						5 495

Les sites de préparation des mélanges sont situés en divers endroits dans les emprises de lignes. La distance maximale entre ces lieux doit être d’environ 10 km pour que l’efficacité des opérations soit optimisée. Les équipements suivants y sont transportés par hélicoptère : réservoirs servant à la préparation des mélanges, phytocides concentrés, pompes, carburant pour l’hélicoptère, etc. Un représentant d’Hydro-Québec vérifie les lieux pour assurer la conformité aux normes environnementales (distance des cours d’eau, type de sol, etc.).

Tableau 14-2 : Calendrier de réalisation des travaux – 2007-2008

ACTIVITÉS	Mois											
	Jan	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Préparation de la liste des lignes à photographier	Orange	Orange	Orange									
Photographie aérienne						Orange	Orange	Orange				
Dépôt des documents pour approbation budgétaire									Orange			
Photo-interprétation et étude de validation des éléments sensibles										Orange	Orange	Orange
Préparation des travaux, appels de soumission	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert						
Envoi des avis (MDDEP, municipalités, etc.)					Vert	Vert						
Réalisation, surveillance et acceptation des travaux					Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert		
Rapport, évaluation et bilan									Vert	Vert	Vert	Vert
	Travaux réalisés la première année											
	Travaux réalisés la deuxième année											

14.3.5.1 Entreposage des phytocides

L'entreposage des phytocides utilisés dans le cadre du programme de pulvérisation aérienne de phytocides à Manicouagan sera effectué conformément au *Code de gestion des pesticides*. L'entrepreneur qui réalisera les travaux aura la responsabilité contractuelle d'appliquer les normes en vigueur d'entreposage des phytocides.

Le vendeur des phytocides assume la responsabilité du transport, habituellement par camion, jusqu'aux installations de la compagnie d'affrètement d'hélicoptères chargée de l'application.

Les barils de 110 l sont ensuite acheminés par camion ou par train jusqu'aux sites des travaux. Dans les deux cas, le camion ou le wagon de train fait office d'entrepôt.

- Les phytocides sont entreposés de façon à ce que les conditions ambiantes ne soient pas susceptibles d'altérer le produit et son emballage et de manière à ce que le contenu ne puisse pas se répandre dans l'environnement.
- Les phytocides sont entreposés à plus de 30 mètres de tout cours d'eau ou de toute installation de captage d'eau.
- Une affiche fournissant les nom et numéro de téléphone de certains services est apposée bien en vue, à proximité de l'entrée du lieu d'entreposage ;
- Le matériel nécessaire pour contenir et neutraliser une fuite ou un déversement de phytocides est disponible sur les lieux.
- Si les phytocides doivent être entreposés pour une période de plus de 15 jours, l'endroit comporte un aménagement de rétention.
- L'entreposage est effectué en dehors d'une « zone inondable ».

14.3.5.2 Bases des travaux de pulvérisation aérienne de phytocides

Les bases des travaux (sites de campement, sites de remplissage, etc.) sont déterminés l'année précédant les travaux, en fonction des stratégies d'accès au territoire (état des chemins d'accès, disponibilité de sites d'approvisionnement en eau et de sites pour l'établissement des campements, etc.). L'emplacement précis des bases est précisé l'année des travaux.

Avant chaque séance, à la base, les données informatiques (lignes de vol, emplacement des zones d'exclusion, etc.) propres à chaque bloc d'arrosage sont enregistrées dans l'ordinateur de bord de l'hélicoptère. Au moment d'une d'application, le pilote est guidé avec une précision de l'ordre de 1 m suivant la ligne de vol par un indicateur à voyants lumineux sur le tableau de bord. Le système contrôle automatiquement l'ouverture et la fermeture des valves reliées aux buses de la rampe d'arrosage. Le pilote peut également interrompre à tout moment le système manuellement, grâce à un interrupteur sur le manche de pilotage.

Comme l'hélicoptère vole à environ 3 m au-dessus du sol, le pilote doit contourner les supports au moment d'appliquer les phytocides. La base des supports est traitée dans le cadre d'une opération subséquente.

Photo 14-6 : Réalisation des travaux de pulvérisation aérienne de phytocides



14.3.5.3 Manipulation des produits

L'entrepreneur, qui est responsable de ce volet, prend les dispositions suivantes dans le cadre du programme de pulvérisation.

Il dresse chaque jour un inventaire détaillé des quantités de phytocides utilisées. À la fin de chaque semaine, un exemplaire de cet inventaire est remis au responsable d'Hydro-Québec.

Les contenants vides de phytocides liquides sont égouttés au moins 30 secondes au-dessus du réservoir de mélange, puis rincés trois fois. On ajoute les solutions de rinçage au contenu du réservoir en égouttant les contenants au moins 30 secondes chaque fois.

L'entrepreneur s'assure que les contenants vides sont acheminés, pour recyclage, aux fournisseurs de phytocides. Il doit remettre au responsable des travaux les reçus confirmant que les contenants vides ont été acheminés à l'endroit approprié.

Le personnel qui manipule les produits doit se conformer à la directive interne d'Hydro-Québec sur la gestion des déversements accidentels de contaminants.

14.3.5.4 Plan d'urgence

En cas de déversement accidentel, les responsables doivent agir rapidement afin de minimiser les impacts sur l'environnement. La directive sur les déversements accidentels de contaminants est alors appliquée. En voici les grandes lignes :

- **Contrôler la fuite**, c'est-à-dire trouver le plus rapidement possible la source de contamination et, si possible, la neutraliser.
- **Confiner le produit déversé**, c'est-à-dire faire obstacle à la migration du produit de façon à :
 - restreindre sa propagation ;
 - l'empêcher d'atteindre les zones sensibles.
- **Avertir les autorités** : prévenir les autorités compétentes d'Hydro-Québec et du MDDEP. Si le milieu est contaminé, Hydro-Québec discute des mesures à prendre avec le MDDEP.
- **Procéder à la récupération du produit et à l'élimination des déchets** : utiliser les équipements et le personnel disponibles et, au besoin, faire appel à des entreprises spécialisées.

Les produits récupérés ainsi que les sols contaminés sont stockés, traités, recyclés ou éliminés conformément aux règlements en vigueur.

14.3.5.5 Surveillance des travaux

Afin d'assurer la fiabilité et la qualité des résultats des travaux, un représentant d'Hydro-Québec est sur place durant tout leur déroulement. Il est chargé de veiller au respect des clauses du contrat.

Hydro-Québec doit en outre :

- autoriser tous les vols ;
- vérifier les quantités de produit nécessaires par unité de surface ;
- vérifier la largeur de la zone pulvérisée ;
- faire préparer le « Rapport d'exécution / de maîtrise de la végétation dans les emprises ».

Le représentant d'Hydro-Québec est habilité à interrompre les travaux si les conditions applicables ne sont pas respectées.

Le rapport d'exécution des travaux doit indiquer le lieu précis de l'application du produit, la quantité de produit utilisée, la superficie traitée, les conditions météorologiques qui prévalaient au moment de l'application, le nom du pilote, les commentaires du représentant d'Hydro-Québec, etc. Ce rapport d'exécution des travaux est inclus dans le rapport annuel d'activité.

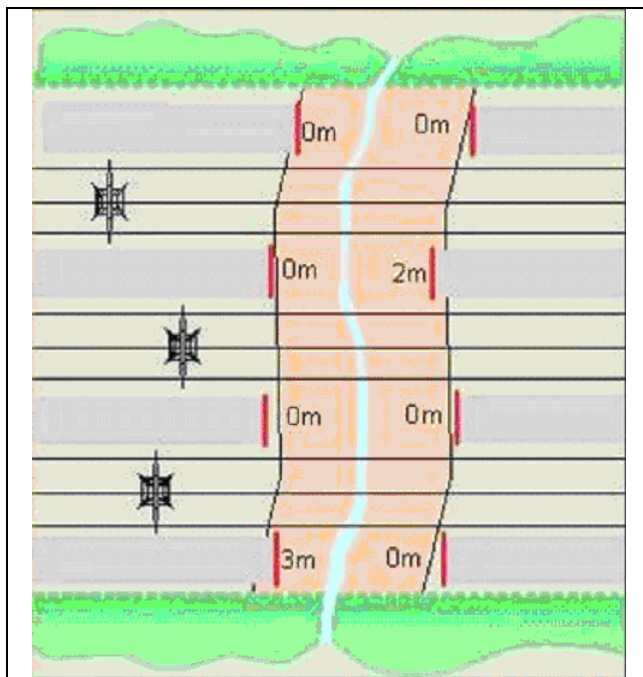
Récupération des données d'arrosage

Après chaque séance, les données enregistrées dans l'ordinateur de l'hélicoptère durant le vol sont récupérées et enregistrées à la base des opérations. Cette information permet de confirmer que l'application a été réalisée conformément aux exigences.

Les données enregistrées pendant les travaux par le système de guidage servent à cartographier de façon précise les secteurs traités. Cette cartographie est réalisée après chaque séance afin que soit détecté tout problème qui aurait pu entraîner un empiètement majeur sur une zone d'exclusion.

Suivi d'efficacité et mesure des empiètements sur les zones d'exclusion

Figure 14-2 : Principe de mesure des empiètements



Environ un mois après la fin des travaux, le représentant d'Hydro-Québec survole les superficies traitées. Il évalue visuellement, en hélicoptère, la largeur des espaces traités et l'efficacité du produit. Il avise l'entrepreneur si certains tronçons des emprises n'ont pas été traités afin que celui-ci apporte les correctifs nécessaires. Échelonné sur plusieurs années, ce suivi sert aussi à évaluer la composition des strates végétales compatibles avec l'exploitation du réseau et à déterminer la prochaine période d'intervention (fréquence du cycle de retour).

Comme la limite des secteurs traités est très facile à visualiser sur le terrain du fait que la végétation traitée est roussie alors que celle des secteurs non traités est encore verdoyante, c'est à ce moment qu'on effectue une visite sur le terrain afin de déterminer précisément à l'aide d'un GPS la limite des zones traitées en bordure des éléments sensibles. Un échantillonnage aléatoire à environ 10 à 15 % des limites des zones d'exclusion est réalisé après chaque saison d'arrosage. Les résultats obtenus sont par la suite compilés et analysés.

Au cours des années 2001 à 2004, de 47 à 61 % des sites inventoriés ne présentaient aucun empiètement sur la zone d'exclusion alors que la moyenne des empiètements a toujours été égale ou inférieure à 2,2 mètres avec un écart type variant entre 3,1 et 3,8 m. Durant les dix années du programme, les éléments sensibles du milieu ont été respectés dans une proportion de 99,6 %.

Photo 14-7 : Mesure des empiètements par GPS



14.3.5.6 Rapport de réalisation des travaux

Après chaque année où des travaux de pulvérisation aérienne ont été effectués, Hydro-Québec prépare un rapport de réalisation des travaux présentant les conditions dans lesquelles les travaux se sont déroulés, les difficultés qui se sont présentées et les mesures prises pour y remédier. Ce rapport comprend notamment le compte rendu de la surveillance (synthèse des rapports d'exécution des travaux) et les résultats des

suivis portant sur l'efficacité et l'environnement. Produit conformément aux exigences du *Code de gestion des pesticides*, il est remis annuellement au MDDEP. Hydro-Québec enregistre et conserve les données permettant d'établir une comptabilité des produits utilisés, de définir les zones traitées et de juger des conditions météorologiques pendant les travaux.

14.4 Bilan des travaux d'application aérienne de phytocides 1994-2004

14.4.1 Historique des travaux

C'est en juillet 1994 que le gouvernement du Québec a émis un premier décret (1027-94) concernant la délivrance d'un certificat d'autorisation pour un programme d'application aérienne de phytocides dans certains corridors d'énergie de la région de Manicouagan. Ce décret précisait qu'uniquement la phase I (programme de 1994) du projet pouvait être réalisée, moyennant le respect de 17 conditions.

Il a cependant été impossible de terminer la phase I du projet en 1994, contrairement à ce qui avait été initialement prévu. Hydro-Québec a donc dû obtenir de nouveaux décrets et certificats d'autorisation en 1995 et 1996 afin de terminer la phase I de son programme de pulvérisation aérienne de phytocides.

À la fin de chacune de ces trois années, Hydro-Québec a déposé des rapports d'exécution des travaux dans le but de rendre compte du déroulement des travaux et du respect des 17 conditions du décret. En décembre 1995, la majorité des rapports d'étude et de recherche à cet égard ont été déposés auprès du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec.

Une fois la phase I terminée, le gouvernement du Québec a émis un nouveau décret (876-97), le 2 juillet 1997, afin d'autoriser la réalisation d'une nouvelle phase du programme de pulvérisation aérienne de phytocides, de 1997 à 2003.

Ce décret ordonnait l'émission annuelle d'un certificat d'autorisation permettant à Hydro-Québec d'effectuer les travaux de pulvérisation aérienne de phytocides et stipulait les 12 conditions particulières devant être respectées pendant l'exécution du programme.

Par la suite, le gouvernement du Québec a émis, le 16 juin 2004, un nouveau décret (588-2004) permettant la délivrance d'un certificat d'autorisation applicable au programme de pulvérisation aérienne de phytocides dans certains corridors de transport d'énergie pendant l'été 2004. Ce nouveau décret venait en fait modifier le décret 876-97 en repoussant l'échéance, ce qui a permis à Hydro-Québec de terminer les travaux de pulvérisation aérienne de phytocides amorcés en 1997.

Pour répondre aux demandes du gouvernement du Québec, Hydro-Québec a produit annuellement un rapport faisant état de ses activités. Dans chacun de ces rapports d'étape, Hydro-Québec rendait compte de l'exécution du programme de pulvérisation aérienne de phytocides et précisait les actions entreprises afin de respecter les 12 conditions imposées par les décrets 876-97 et 588-2004.

La présente section a pour objectif de présenter la synthèse des activités qui se sont déroulées à la phase II du programme de pulvérisation aérienne de phytocides, soit de 1997 à 2004. La première partie résume l'étude d'impact déposée en 1992 et rendue publique par le Bureau d'audiences publiques en environnement (BAPE) en 1993, de manière à rappeler le contexte dans lequel venait s'inscrire la phase II du programme de pulvérisation aérienne de phytocides. La deuxième analyse le respect des 12 conditions du décret de 1997 (travaux de 1997 à 2004). Chacune des conditions y est présentée, ainsi que les mesures prises par Hydro-Québec pour s'y conformer.

14.4.1.1 Étude d'impact du programme 1994-2004

À l'appui à sa demande d'autorisation, Hydro-Québec a déposé en 1992 une étude d'impact sur l'environnement dans le but de présenter de façon globale le programme de pulvérisation aérienne de phytocides qui s'est finalement déroulé de 1994 à 2004. L'étude d'impact a été rendue publique par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) le 17 mars 1993. Les paragraphes qui suivent résument les principaux éléments de cette étude.

14.4.2 Motifs d'entretien des emprises de lignes

En vertu de la loi qui l'a constituée, Hydro-Québec doit garantir la fiabilité de son réseau en tout temps. Elle doit donc s'assurer que le transport et la répartition de l'électricité ne sont pas menacés par la végétation arborescente car, lorsqu'elle n'est pas maîtrisée, cette strate végétale est incompatible avec l'exploitation du réseau. Au moment de la construction d'une ligne, une emprise est déboisée. Mais la végétation, en raison de son dynamisme, repousse peu à peu et finit, après quelques années, par nuire à la fiabilité du réseau. Hydro-Québec doit intervenir pour :

- garder les conducteurs dégagés de façon à prévenir les arcs électriques ;
- permettre l'entretien des installations en toute sécurité ;
- assurer la protection contre les risques associés aux incendies de forêt.

Les motifs évoqués dans l'étude de mai 1992 s'appliquent également dans le cas du programme 2007-2016.

14.4.2.1 Dégagement des conducteurs

Hydro-Québec doit maintenir une certaine distance entre les fils conducteurs et tout objet se trouvant dans l'emprise ou à proximité de celle-ci, car l'air sert d'isolant aux

conducteurs. Elle évite ainsi que des arcs électriques se produisent entre les conducteurs et la végétation, ce qui pourrait mettre les lignes hors service, causer des dommages aux équipements et même provoquer des incendies de forêt. Pour prévenir ce type d'accident, qu'on appelle amorçage, ainsi que tout inconvénient causé par les fils électriques, il faut créer des emprises d'une largeur suffisante. La largeur de l'emprise est déterminée en fonction des caractéristiques des conducteurs, du type de support et de la longueur de la portée.

14.4.2.2 Entretien des lignes

La fiabilité du réseau, de même que la sécurité des travailleurs, exigent que les équipes préposées à l'entretien des lignes puissent atteindre les installations électriques en tout temps et en toute sécurité pour effectuer les tâches d'entretien et de réparation requises. L'accès aux lignes peut être compromis par la présence d'une végétation trop haute ou trop dense. Il faut donc dégager et maintenir un accès aux lignes. Dans la région de Manicouagan, l'entretien des installations est compliqué par le fait qu'une partie des emprises de lignes n'est accessible que par hélicoptère. De plus, en cas de panne, le personnel doit pouvoir accéder rapidement aux circuits touchés et disposer d'un espace suffisant autour des pylônes et des conducteurs pour effectuer le travail requis en toute sécurité.

14.4.2.3 Protection contre les incendies de forêt

L'été, les incendies de forêt peuvent ravager de grandes superficies. Ils mettent en péril la fiabilité du réseau d'Hydro-Québec, car les flammes réduisent la capacité isolante de l'air et augmentent ainsi les risques de courts-circuits.

Pour éviter cette situation, la végétation dans l'emprise doit être basse et l'emprise elle-même, suffisamment large et dégagée pour pouvoir servir de coupe-feu.

En somme, tous les motifs liés à l'exploitation sécuritaire du réseau de transport d'électricité s'appliquent au programme à l'étude

14.4.3 Modes d'intervention utilisables

Dans les années 1990, les entreprises de services publics d'Amérique du Nord utilisaient trois types d'intervention sur la végétation : l'intervention mécanique, l'intervention chimique et l'aménagement des emprises.

En 1990, Hydro-Québec a mené un sondage afin de connaître les pratiques dans le domaine de la maîtrise de la végétation de compagnies d'électricité comparables. Le questionnaire a été expédié à respectivement 10 et 15 compagnies productrices d'électricité du Canada et du nord des États-Unis, au ministère des Transports du Québec, au Canadien National et à CP Rail. Le principal objectif de ce sondage était

de déterminer les pratiques relatives à la protection de l'environnement dans le cadre de l'application de phytocides, ainsi que les modes d'intervention utilisés.

L'analyse des réponses a permis à l'époque de faire les constatations suivantes :

- De façon générale, Hydro-Québec assure une protection plus grande aux éléments sensibles que les autres utilisateurs.
- Dans certains cas, Hydro-Québec recommande des zones d'exclusion propres aux modes d'application et aux phytocides utilisés.
- L'application sélective de phytocides est un mode plus répandu aux États-Unis qu'au Canada.
- La majorité des utilisateurs de pesticides ont déterminé la dimension des zones d'exclusion en posant des jugements de valeur.

En 2005, Hydro-Québec a participé à un nouveau sondage qui a été effectué par CEA technologies (CEATI, 2005) auprès d'un bon nombre de compagnies d'électricité situées un peu partout dans le monde, mais principalement au Canada et aux États-Unis. Il en ressort approximativement les mêmes conclusions que dans le cas du sondage effectué en 1990. Évidemment les technologies ont évolué sensiblement et de nouveaux équipements de maîtrise de la végétation ont été développés. Quant aux phytocides utilisés ils sont pratiquement les mêmes qu'en 1990. Le changement le plus marquant consiste certainement en l'entrée en vigueur au Québec du *Code de gestion des pesticides*. Ce règlement est l'un des plus précis et restrictifs d'Amérique du Nord.

14.4.4 Respect des conditions du décret (876-97)

Voici comment Hydro-Québec a respecté les conditions édictées dans le décret gouvernemental.

14.4.4.1 Condition 1

Qu'Hydro-Québec effectue le programme révisé de pulvérisations aériennes de phytocides d'environ 6 500 hectares en respectant les critères prévus d'éloignement, de topographie accidentée et d'accessibilité réduite et qu'elle favorise une maîtrise intégrée de la végétation sur son territoire.

L'analyse des conditions topographiques, des conditions d'accessibilité et des conditions d'éloignement, effectuée préalablement à l'exécution de la phase I (1994 - 1996) du programme, a permis de regrouper des sections d'emprises présentant des caractéristiques physiques propres à favoriser l'utilisation de certains types d'intervention. Les paramètres évalués ont permis d'établir que 43 % de la superficie des corridors de transport d'énergie de la région de Manicouagan étaient propices à la réalisation d'interventions terrestres. Ces secteurs sont, à quelques exceptions près, répartis le long de la zone côtière, caractérisée par une topographie moins accentuée

et favorisée par des conditions d'accessibilité et d'éloignement relativement bonnes. Les secteurs plus propices aux travaux par voie aérienne représentent 57 % des emprises de lignes. Ces emprises sont situées dans « l'arrière-pays » caractérisé par un relief accidenté et une accessibilité réduite. Après une analyse encore plus détaillée de ces sections d'emprises, Hydro-Québec a évalué qu'uniquement le tiers (7 600) des emprises de lignes étaient propices à des travaux par voie aérienne, car plusieurs sections d'emprises comprises dans le 57 % des emprises éloignées, peu accessibles et accidentées comportent peu de végétation incompatible ou encore comprennent une forte proportion de communautés végétales relativement stables.

À la phase II (1997 – 2004) du programme de pulvérisation aérienne de phytocides, Hydro-Québec a toujours limité ses interventions aux sections d'emprises initialement prévues dans l'étude d'impact. La superficie maximale de 6 500 hectares sur laquelle Hydro-Québec avait l'autorisation d'effectuer des travaux a été respectée pendant la réalisation de la phase II du programme. Les tableaux suivants dressent un portrait de la situation en ce qui concerne l'application de phytocides par voie aérienne de 1997 à 2004.

Tableau 14-3 : Emprises traitées à la phase II (1997-2004) du programme de pulvérisation aérienne de phytocides

Années	Circuits de référence	Portées traitées		Superficies traitées (en hectares)
		De	À	
1997	7033	341	357	51,23
	7031	101 351	269 369	1312,93 110,55
1998	7019	193	293	302,25
	7027	185	219	272,16
1999	7004	241	386	516,20
2000	7031	1	100	846,18
2001	7051	409	458	453,90
	3039	4	169	410,29
2002	7028	195	348	763,34
2003	7004	19	144	762,87
2004	3001	404	460	150,24
	3039	170	303	308,11
	7028	349	357	22,99
	7029	316	330	48,80
Total				6 332,04

Source : Rapports d'étape de l'exécution du programme pour la période 1997-2004.

Tableau 14-4 : Proportion des emprises traitées mécaniquement, par application de phytocides au sol et visées par le programme de pulvérisation aérienne de phytocides

Année du programme	Proportion des emprises traitées par coupe mécanique (%)	Proportion des emprises traitées par l'application de phytocides au sol (%) ^a	Proportion des emprises visée par le programme d'application aérienne de phytocides (%)
1997	70,0	30,0	6,0
1998	67,0	33,0	2,0
1999	70,0	30,0	3,0
2000	59,0	41,0	5,0
2001	69,0	31,0	4,3
2002	66,0	34,0	4,5
2003	70,0	30,0	4,0
2004	71,0	29,0	3,0

a. En combinaison ou non avec des travaux de coupe mécanique.

De façon générale, les superficies entretenues annuellement par pulvérisation aérienne représentaient entre 3 % et 6 % des superficies totales traitées dans la région Manicouagan.

14.4.4.2 Condition 2

Qu'Hydro-Québec réalise les travaux selon les mesures et modalités contenues dans les documents fournis à l'appui de sa demande, sous réserve qu'elles soient compatibles avec les conditions de la présente autorisation et que, si des informations dans ces documents sont contradictoires, les plus récentes prévalent.

Cette condition est entièrement remplie par Hydro-Québec.

14.4.4.3 Condition 3

Qu'Hydro-Québec évalue la possibilité de tenir compte du coût d'opportunité de la main-d'œuvre, lors du choix du mode d'entretien et de l'allocation des contrats.

Avant de déterminer un mode d'entretien de la végétation, Hydro-Québec analyse les différents paramètres qui permettent d'appliquer le concept de maîtrise intégrée de la végétation.

Ainsi, dans les secteurs éloignés dont la topographie est accidentée et l'accessibilité est réduite, le seul mode efficace de maîtrise de la végétation demeure l'application aérienne de phytocides.

Dans la majorité des emprises de lignes sur tout le territoire d'Hydro-Québec, des modes terrestres sont retenus :

- déboisement mécanique (de 59 à 71 % des cas selon les années) ;
- application sélective de phytocides par voie terrestre ou déboisement suivi du traitement des souches (de 29 à 41 % des cas selon les années) ;
- application aérienne de phytocides (de 2 à 6 % selon les années).

Ces modes d'intervention font appel à des entrepreneurs locaux ou à des entreprises autochtones qui, dans la plupart des cas, obtiennent les contrats dans le cadre d'appels d'offres publics.

Hydro-Québec s'assure ainsi d'appliquer le concept de maîtrise intégrée de la végétation.

Depuis 1996, un nouveau phénomène s'établit sur le marché de l'emploi pour ce type de travaux forestiers. Les entrepreneurs qui obtiennent les contrats ont de plus en plus de difficulté à recruter des travailleurs pour réaliser le déboisement dans les emprises. Ce type de travail est saisonnier, physiquement très exigeant et, avec les récentes modifications des lois et règlements régissant l'assurance-emploi, il n'est plus aussi facile pour les travailleurs d'avoir droit à celle-ci. Ce phénomène s'est accentué au début des années 2000, tant et si bien qu'en 2004 des travaux ont été reportés en raison du manque de travailleurs forestiers disponibles pour effectuer ce type de travaux.

Selon le Comité sectoriel de main-d'œuvre en aménagement forestier, le phénomène s'accroîtra au cours des prochaines années. En effet, une étude réalisée par le comité fait ressortir les difficultés de l'industrie à attirer les jeunes et relève plusieurs facteurs pouvant expliquer les problèmes de rétention de la main-d'œuvre :

- la saisonnalité des emplois forestiers ;
- l'éloignement du domicile ;
- la rémunération à forfait ;
- les dépenses hebdomadaires d'emploi élevées ;
- l'effort physique à déployer ;
- les risques d'atteinte à la santé et à la sécurité des travailleurs ;
- le manque de valorisation des métiers forestiers ;
- les investissements importants pour les nouveaux travailleurs forestiers ;
- le manque d'encadrement professionnel en situation de travail.

Au cours des prochaines années, le vieillissement de la main-d'œuvre et l'absence de relève risquent de causer encore davantage de problèmes pour la réalisation de travaux de coupe en milieux forestiers.

Cette situation aura inévitablement un impact direct sur la disponibilité des travailleurs et par le fait même sur le coût de la main-d'œuvre. En effet, le bassin

d'ouvriers forestiers est limité et leurs services sont requis sur l'ensemble du territoire québécois. Considérant ce phénomène de rareté et le pouvoir qu'il confère aux travailleurs, il n'est guère surprenant que ces derniers choisissent des emplois leur permettant de demeurer à proximité des grands centres urbains afin de bénéficier des services qui y sont offerts.

Donc, pour convaincre les travailleurs de l'industrie forestière de se rendre dans les régions éloignées pour réaliser des travaux comme ceux de maîtrise de la végétation dans les emprises de lignes, il faut leur offrir des conditions avantageuses, ce qui peut représenter des coûts relativement importants. Mais, il est clair que cela demeure insuffisant. En effet, un article du journal *La Presse* du 19 août 2005 mentionnait que de plus en plus de travailleurs étrangers viennent au Québec pour effectuer ce type de tâches dont les travailleurs québécois ne veulent plus se charger.

Le ministère des Ressources naturelles et de la Faune est conscient des défis à relever dans ce secteur et appuie l'industrie dans sa recherche de solutions face à la pénurie annoncée de travailleurs en milieu forestier.

14.4.4.4 Condition 4

Que des zones tampons soient établies pour protéger les éléments sensibles inventoriés, celles-ci étant d'au moins 60 mètres : pour les pentes sujettes à l'érosion, les ravins et les cours d'eau de moins de 3 mètres de largeur ne comportant pas de caractéristiques particulières, ces zones tampons pourraient être réduites à 45 mètres si un système de guidage GPS est utilisé.

À l'exécution de la phase II du programme de pulvérisation aérienne de phytocides, Hydro-Québec a utilisé le système de guidage par GPS dans le cadre de tous ses travaux.

Comme le mentionne la condition 4, l'utilisation d'un tel système de guidage permet de restreindre les zones tampons à 45 mètres. Hydro-Québec utilisant le système de guidage par GPS, elle s'est prévalu de la condition particulière lui permettant de réduire les zones tampons de 60 à 45 mètres pour la période s'étalant de 1998 à 2004.

En 1997, bien que le système de guidage par GPS ait été utilisé, la dimension des zones tampons a été maintenue à un minimum de 60 mètres, car la programmation de l'appareil avait déjà été réalisée au moment de l'obtention du décret gouvernemental et qu'il aurait été plus complexe de faire les modifications que de procéder selon les données préalablement établies.

14.4.4.5 Condition 5

Que l'utilisation du Tordon 101 soit interdite en présence de sols très perméables avec une couche aquifère peu profonde, de dolines sur un fond de roche calcaire ou

de surfaces composées de roches très fracturées ou de gravier non consolidé au-dessus d'une couche aquifère.

Tableau 14-5 : Évaluation des zones sensibles et modifications apportées

Année	Évaluation		Résultats de l'évaluation
	Circuit de référence	Portées	
1997	7031	101 à 269	Des modifications ont été apportées sur quelques portées, visant majoritairement l'accroissement des zones sensibles. Il a aussi été recommandé qu'une évaluation sur le terrain soit réalisée, préalablement aux interventions, dans les portées 169 et 179 pour s'assurer que les nappes d'eau s'étaient bien retirées.
		350 à 369	
	7033	341 à 357	
2003	7028		Des modifications ont été apportées sur quelques portées, visant majoritairement l'accroissement des zones sensibles. Il fut aussi recommandé qu'une évaluation sur le terrain soit réalisée, préalablement aux interventions, dans les portées 320 (circuit de référence 7029) et 39 (circuit de référence 7004) pour s'assurer que les nappes d'eau s'étaient bien retirées.
	7029		
	7004		

Une évaluation périodique a été réalisée par le fabricant du phytocide utilisé afin de déterminer les zones devant être soustraites au traitement par pulvérisation aérienne.

Somme toute, les résultats des évaluations indépendantes ont confirmé le fait que les éléments sensibles avaient été recensés avec justesse par Hydro-Québec, peu de modifications à effectuer ayant été relevées au fil des ans.

14.4.4.6 Condition 6

Qu'un programme de suivi soit maintenu pour évaluer le respect des zones tampons, leur efficacité et l'impact potentiel de la coupe mécanique à l'intérieur de celles-ci.

Dans le cadre du programme de pulvérisation aérienne, on a effectué annuellement un échantillonnage des limites des zones d'exclusion afin de vérifier s'il y avait eu des dépassements importants. Le tableau ci-dessous présente les résultats des échantillonnages réalisés dans le cadre de la phase II du programme de pulvérisation aérienne de phytocides. Pour chacune des années, le tableau établit le nombre de limites de zones d'exclusion échantillonnées, ainsi que la proportion de l'ensemble des limites de zones d'exclusion représentée par l'échantillon. Bien entendu, on y présente aussi la moyenne et l'écart-type de cet échantillon. Toutefois, la donnée la plus intéressante est sans doute celle qui est liée aux distances d'empiètement.

Tableau 14-6 : Respect des zones d'exclusion (1997 – 2004)

Années	Échantillon				% ne présentant aucun empiètement dans la zone d'exclusion	Distance d'empiètement (en mètres) incluant le % des cas		
	Nombre de données	% des limites échantillonné	Moyenne	Écart- type		95 %	99 %	100 %
1997	90	14,0	1,4	2,9	59	≤ 8	≤ 13	≤ 15
1998	172	12,0	2,2	3,7	54	≤ 9	≤ 16	≤ 25
1999	163	18,0	0,9	2,2	70	≤ 5	≤ 10	≤ 12
2000	189	17,1	4,0	4,0	32	≤ 11	≤ 13	≤ 20
2001	180	10,5	1,8	3,3	61	≤ 9	≤ 15	≤ 20
2002	265	17,3	2,0	3,8	52	≤ 9	≤ 19	≤ 24
2003	211	9,0	2,2	3,1	47	≤ 8	≤ 14	≤ 16
2004	127	8,5	1,7	3,3	60	≤ 7	≤ 14	≤ 20

Sources : Rapports de Naturam Environnement effectué pour le compte d'Hydro-Québec pour la période 1997-2004.

Selon les résultats d'analyse, les distances d'empiètement observées ont généralement été inférieures à 20 mètres dans 100 % des cas, sauf en 1998 (25 mètres) et en 2002 (24 mètres). De façon plus précise, la distance d'empiètement a été inférieure à 11 mètres dans 95 % des cas.

Tableau 14-7 : Nombre de passages en comparaison avec le nombre de passages ratés, 1997 à 2004

Années	Nombre de passages	Nombre de passages ratés	% de passages ratés
1997	2 934	0	0,00
1998	1 458	5	0,34
1999	907	1	0,11
2000	1 105	0	0,00
2001	1 715	1	0,06
2002	1 536	0	0,00
2003	2 430	0	0,00
2004	1 490	6	0,40
Total	13 575	13	0,10

Sources : Rapports de Naturam Environnement effectué pour le compte d'Hydro-Québec pour la période 1997-2004.

Le tableau 14-8 présente le nombre de passages ratés, soit le nombre de passages lors desquels des éléments sensibles ont été touchés. On remarque que cela se produit rarement. En effet, à peine un dixième de 1 % des passages ont affecté des éléments

sensibles. Il convient aussi de souligner que, bien qu'il y ait eu six passages ratés en 2004, un seul élément sensible, un petit ruisseau intermittent, a été touché.

Au-delà du respect des zones d'exclusion, la condition 6 du décret exige qu'Hydro-Québec évalue l'impact de la coupe mécanique à l'intérieur de celles-ci. Un document produit par Naturam Environnement pour le compte d'Hydro-Québec en 1995 et s'intitulant *Analyse des impacts possibles sur l'eau potable de la coupe mécanique dans les zones tampons* fait le point sur la question en s'intéressant plus particulièrement aux impacts potentiels d'une contamination de l'eau potable reliés à l'utilisation d'équipements alimentés par des combustibles fossiles pendant les travaux. Cette étude conclut que « la coupe mécanique dans les zones tampons ne présente pas de risque environnemental important en ce qui concerne l'eau potable ». Dans tous les cas, les impacts potentiels ont été qualifiés de mineurs.

14.4.4.7 Condition 7

Que les éléments sensibles soient réévalués annuellement, notamment ceux ayant rapport aux activités des autochtones, et qu'Hydro-Québec en tienne compte dans les demandes annuelles d'autorisation au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Annuellement, avant le début des travaux, les responsables d'Hydro-Québec ont rencontré les représentants des communautés innues concernées par les travaux afin de les informer des actions entreprises dans le cadre du programme de pulvérisation aérienne de phytocides, ainsi que pour réviser l'inventaire des éléments sensibles recensés par Hydro-Québec de façon à respecter les activités des Innus.

Le tableau suivant dresse une synthèse des demandes formulées par les communautés innues lors de ces rencontres et indique les actions prises par Hydro-Québec pour répondre à ces demandes.

Tableau 14-8 : Résumé des demandes des communautés innues et des actions entreprises par Hydro-Québec pour les satisfaire

Années	Nombre de rencontres	Principales préoccupations des Innus	Actions entreprises par Hydro-Québec (si applicable)
1997	3	<p>Demande à l'effet qu'un observateur soit présent pendant l'exécution des travaux.</p> <p>Demande relative aux zones visées pour les travaux qui étaient des territoires pour le piégeage du castor.</p>	<p>La demande a été acceptée par Hydro-Québec mais l'observateur désigné n'a pu assister aux travaux, faute de disponibilité.</p> <p>Tous les cours d'eau ont été entourés d'une zone tampon minimale de 60 mètres.</p>
1998	1	Demande d'information de la part des titulaires des terrains de piégeage concernés par les travaux.	Information transmise par Hydro-Québec
1999	1	Demande concernant la visite d'un représentant des Innus durant la réalisation des travaux.	Un membre de la bande a survolé les sites des travaux de pulvérisation avec le responsable d'Hydro-Québec
2000	1	<p>Demande concernant la visite d'un représentant des Innus durant la réalisation des travaux.</p> <p>Demande par les Innus que l'information pertinente pour la population soit transmise pour diffusion à la radio communautaire</p>	<p>Aucun Innu n'a demandé à visiter les lieux lors de l'exécution des travaux.</p> <p>Toute l'information disponible a été transmise au conseil de bande par Hydro-Québec.</p>
2001	2	Demande concernant la réalisation de travaux mécanique de déboisement par des membres de la communauté innue.	En 2001, la communauté innue s'est vu octroyé un contrat de déboisement mécanique sur une superficie de 167 hectares.
2002	1	Demande pour qu'un observateur de la communauté puisse participer à un survol en hélicoptère après les travaux.	Finalement, le représentant de la communauté innue n'a pas jugé bon de survoler les sites après les travaux de pulvérisation.
2003	1	Aucune demande explicite	
2004	1	Aucune demande explicite	

Source : Rapports d'étape de l'exécution du programme pour la période s'échelonnant de 1997 à 2004.

14.4.4.8 Condition 8

Qu'un plan d'urgence et un plan de communication détaillés soient soumis lors des demandes annuelles d'autorisation au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Le plan de communication et le plan d'urgence sont toujours fournis lors de la demande du certificat d'autorisation.

14.4.4.9 Condition 9

Qu'Hydro-Québec poursuive ses recherches visant à évaluer les risques reliés à l'utilisation des débroussailleuses et à améliorer les mesures d'atténuation les concernant.

Compte tenu des conditions d'accès difficiles dans les emprises de la région de Manicouagan, les options d'intervention de maîtrise de la végétation sont très limitées : la coupe manuelle ou l'utilisation de phytocides par voie aérienne. Dans les deux cas, les actions entreprises présentent des risques pour la santé des travailleurs et cet aspect doit être pris en considération dans la prise de décisions sur le mode d'intervention.

Ces dernières années, Hydro-Québec a poursuivi ses recherches afin d'évaluer les risques liés à l'utilisation des débroussailleuses et à améliorer les mesures d'atténuation, dans un souci d'améliorer les conditions de travail des employés affectés à ces tâches. Le chapitre 9 présente les impacts potentiels de l'utilisation de ces outils sur la santé et la sécurité des travailleurs.

Comme il est mentionné précédemment, la problématique liée à une pénurie de main-d'œuvre chez les opérateurs de débroussailleuse est de plus en plus marquée et engendre des retards dans la réalisation des travaux. Les principaux facteurs associés à cette pénurie comprennent : le vieillissement de la population, les exigences physiques, les normes minimales de travail et le risque élevé d'accidents de travail. Ce dernier n'est pas négligeable ; en effet, des études ont démontré que l'utilisation d'une débroussailleuse comporte des risques relativement importants pour la santé et la sécurité des travailleurs, dont les six principaux sont les suivants : les accidents, les problèmes ergonomiques, le bruit, les vibrations, les gaz d'échappement et les risques biologiques. Le chapitre 9 de l'étude d'impact traite spécifiquement de cette problématique.

On peut affirmer, à la lumière de l'information obtenue, que le travail des ouvriers forestiers est exigeant et dangereux, notamment pour les travailleurs faisant usage des débroussailleuses, qui sont les plus à risque parmi les travailleurs de l'industrie forestière. Les facteurs tels que le terrain, l'équipement, le mode de rémunération, les postures de travail, les exigences sur le plan physique et le climat imposent des conditions difficiles aux travailleurs et rendent l'exécution de leurs tâches particulièrement risquée.

14.4.4.10 Condition 10

Qu'Hydro-Québec assure un suivi rigoureux des conditions de travail des employés affectés aux opérations d'entretien des emprises du secteur Manicouagan, particulièrement pour le dégagement mécanique.

Dans un nouveau document intitulé *Guide d'évaluation de la performance*, publié en 1997 et réédité en 2004, les critères selon lesquels sont évalués les prestataires de services travaillant pour le compte d'Hydro-Québec sont clairement définis.

Ce document comprend des exigences en matière de formation du personnel en ce qui a trait aux impératifs contractuels en regard de la qualité des travaux, ainsi que des obligations relatives à la santé, à la sécurité et à la protection de l'environnement.

L'évaluation des prestataires de services permet à Hydro-Québec d'assurer un suivi, en ce qui concerne tant la réalisation des travaux de coupe mécanique ou d'application de phytocides que les conditions de travail des employés affectés à ces travaux.

14.4.4.11 Condition 11

Qu'Hydro-Québec poursuive ses recherches dans le cadre de son programme et fasse état de l'évolution des résultats obtenus lors des demandes annuelles d'autorisation au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Le chapitre 14 traite spécifiquement de cette question.

14.4.4.12 Condition 12

Que les rapports de suivi et de surveillance soient soumis au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs dans les trois mois suivant la fin des pulvérisations annuelles.

Hydro-Québec remplit entièrement cette condition.

15 Recherche et développement

Hydro-Québec entend mettre en œuvre des stratégies de maîtrise de la végétation qui, tout en assurant la fiabilité du réseau, causent le moins possible d'impacts négatifs sur l'environnement sans nuire pour autant nuire à sa rentabilité. Elle a donc établi un programme de recherche et de développement en vue d'élaborer des stratégies d'intervention optimales pour chacun des milieux traversés, favorisant notamment l'implantation et le maintien de communautés végétales basses et compatibles avec l'exploitation du réseau.

Ce programme tient compte des aspects techniques et de la protection de l'environnement, de la santé et de la sécurité des travailleurs ainsi que de la santé de la population.

Il a démarré à la fin des années 1970 et se poursuit de façon plus intensive depuis le début des années 1990.

Les résultats obtenus dans le cadre de ce programme de recherche et de développement sont intégrés progressivement et concrètement aux activités courantes de maîtrise de la végétation dans les emprises de lignes de transport, suivant la progression des travaux.

Les études d'Hydro-Québec sont régulièrement présentées à la communauté scientifique concernée par ces domaines de spécialité, dans le cadre de divers congrès et colloques. Plusieurs font également l'objet de textes scientifiques dans des revues spécialisées.

Le programme comporte deux grands volets :

- les aspects techniques et les aspects de gestion ;
- les aspects environnementaux.

15.1 Aspects techniques et aspects de gestion

Le développement d'outils spécialisés et celui d'outils informatiques permettant d'optimiser la planification des interventions sur la végétation et d'assurer l'efficacité à long terme des divers modes d'intervention constituent les principales avenues de ce volet du programme de recherche.

15.1.1 Développement d'outils informatiques

Les projets de recherche et développement en matière d'outils informatiques visent à optimiser la gestion de la maîtrise de la végétation sur le territoire. Les projets concernent le développement des logiciels et du matériel informatique connexe.

À l'étape de la planification des travaux, l'utilisation d'un système de gestion de base de données relationnelles permet d'équilibrer les cycles d'intervention sur la végétation en tenant compte de l'historique des travaux et des contraintes administratives annuelles (budget, période de réalisation, etc.). Hydro-Québec a donc développé en format Microsoft Access le Système convivial d'information emprises, ou SCIE, qui est partagé au moyen de serveurs Novell par les membres des équipes responsables de la gestion de la végétation sur le territoire.

Les données de base sont des photographies aériennes et des données géographiques sur l'emplacement des équipements de transport (supports). Les photographies aériennes sont produites en format numérique et peuvent être visionnées en trois dimensions directement sur l'ordinateur grâce à une technologie tirant parti d'un écran polarisé. En ce qui concerne les données géographiques, l'entreprise utilise des systèmes de positionnement par GPS et le logiciel d'information géographique MapInfo. La structure de la base de données géographiques est normalisée.

Le choix des modes d'intervention sur la végétation se fait au moment de la photo-interprétation, qui consiste à déterminer les caractéristiques du milieu (végétation, éléments sensibles, topographie, etc.) au moyen de photos aériennes. La photo-interprétation est réalisée à l'aide d'un logiciel entièrement développé pour Hydro-Québec : PhotoMap (Photo pour photo aérienne et Map pour MapX, la plateforme de développement de l'outil). Le degré de précision élevé de PhotoMap améliore la qualité de l'information recueillie à partir des photos, ce qui permet de planifier de façon plus efficace les travaux de maîtrise de la végétation. Par son approche géographique, ce logiciel autorise le maillage entre les données de photo-interprétation et toutes les autres données de nature environnementale. On peut ainsi combiner la photo-interprétation avec les inventaires d'éléments sensibles du milieu (cours d'eau, habitats fauniques, sources d'alimentation en eau, etc.) ou encore avec les limites des municipalités, des MRC ou même des propriétés privées.

Les avantages de ce logiciel sont nombreux :

- calcul automatique des superficies à traiter ;
- augmentation de la précision des données ;
- possibilité d'exportation de l'information vers d'autres applications ;
- intégration des paramètres environnementaux ;
- uniformisation de l'outil de photo-interprétation sur tout le territoire.

Pendant la réalisation des travaux, les surveillants sur le terrain en évaluent la qualité afin de s'assurer qu'ils sont conformes aux clauses contractuelles normalisées. D'ici peu, ces surveillants devraient être équipés d'ordinateurs robustes dotés du logiciel PhotoMap, et ce, grâce à la technologie GPS. Les surveillants pourront ainsi documenter sur place la progression et la qualité des travaux.

Périodiquement, les responsables de la maîtrise de la végétation sur le territoire doivent produire un rapport décrivant l'état des emprises. Cette activité consiste à réaliser un inventaire hélicoptère de la hauteur et de la densité de la végétation dans celles-ci. Afin d'optimiser cet inventaire, Hydro-Québec a développé une application de saisie des données sur un ordinateur de type tablette PC couplé à un dispositif GPS de navigation par GPS.

15.1.2 Gestion des contrats de maîtrise de la végétation

L'ensemble des travaux de maîtrise de la végétation est réalisé par des entreprises spécialisées. Hydro-Québec a élaboré une approche de « qualification » et d'« évaluation » des entreprises pour s'assurer, d'une part, que les entreprises retenues réunissent les compétences et le personnel requis et, d'autre part, qu'elles sont en mesure de respecter ses clauses techniques et environnementales, notamment en ce qui concerne la santé et la sécurité des travailleurs. Les processus établis par Hydro-Québec permettent d'évaluer *a posteriori* la performance des entrepreneurs et ainsi d'appuyer au fil des ans le développement d'entreprises compétentes et efficaces dans ce domaine.

15.1.3 Développement et rendement de divers modes d'intervention

Pour maîtriser la végétation, Hydro-Québec a recours à une multitude de modes d'intervention sur la végétation, dont chacun a ses avantages et ses limites. Les principaux modes d'intervention sont la coupe manuelle (à la débroussailleuse), la coupe et le traitement des souches, la pulvérisation aérienne de phytocides, la coupe motorisée et la pulvérisation du feuillage et des tiges à grand débit combinée à la coupe manuelle.

15.1.3.1 Efficience des différents modes d'intervention

Hydro-Québec a entrepris en 2000 une étude qui a pour but d'évaluer l'effet à long terme des traitements mentionnés ci-dessus. Actuellement, en raison du peu de temps écoulé depuis les traitements, aucune conclusion ou recommandation définitive ne peut être avancée. Cependant, les inventaires les plus récents permettent de constater que les blocs expérimentaux ayant fait l'objet de traitements exclusivement manuels présentent une forte augmentation de la strate arborescente, issue principalement de rejets de souche et de drageons (GENIVAR, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 et 2005).

Coupe motorisée

La combinaison d'une débroussailleuse à un engin porteur a permis de créer un procédé de coupe entièrement mécanique, qui améliore indéniablement le confort et l'efficacité des travailleurs forestiers, dans la mesure où le terrain se prête à son utilisation. Au fil des ans, Hydro-Québec évalue la performance de gyrobroyeurs, de rotoculteurs ainsi que de diverses têtes de coupe montées sur des engins porteurs. L'inaccessibilité des lieux à traiter et la rugosité du terrain constituent cependant des facteurs limitatifs inhérents à ce mode d'intervention. Les expérimentations permettent de mieux cerner les limites et les conditions optimales de fonctionnement de ces engins de chantier.

Photo 15-1 : Débroussailleuse montée sur un porteur



Coupe et traitement des souches

La coupe et le traitement des souches avec un phytocide constituent un mode d'intervention de plus en plus utilisé à Hydro-Québec. Il consiste à couper la tige des arbres feuillus qui se reproduisent par rejet de souche ou drageonnage et à traiter la souche résiduelle avec un phytocide, éliminant toute éventualité de reprise de la végétation incompatible avec la fiabilité du réseau. Hydro-Québec a collaboré avec un entrepreneur québécois pour développer un appareil qui coupe l'arbre (débroussailleuse) en même temps qu'il traite la souche. Appelé DC-Jet, cet appareil est de plus en plus utilisé dans les emprises de lignes et permet la réalisation d'un double traitement en une seule intervention. Dans le cas des sites présentant des densités de végétation moyennes, ce nouvel outil permet également de réduire les quantités de phytocides appliquées sur une superficie donnée. En collaboration avec l'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) de l'Université de Montréal, Hydro-Québec mène un projet qui vise à évaluer la performance de ce mode d'intervention. Les résultats dont l'entreprise dispose actuellement indiquent que la presque totalité des tiges coupées et traitées sont mortes après le traitement. On observe également l'établissement d'un couvert herbacé et arbustif bas dominé par

des espèces ayant des aptitudes à former un couvert végétal stable et un potentiel de blocage de l'établissement des espèces ligneuses incompatibles.

Photo 15-2 : Coupe et traitement de la souche



Aménagement des emprises

Les travaux d'aménagement des emprises ciblent certains tronçons de lignes. Ce sont le drainage, l'essouchage, l'aplanissement, etc., suivis du semis de plantes compatibles avec l'exploitation du réseau (plantes herbacées).

En collaboration avec l'IRBV, Hydro-Québec mène depuis plusieurs années un projet de recherche visant à évaluer, entre autres, l'apport réel de l'aménagement des emprises au cycle d'entretien de celles-ci de même que ses impacts sur l'environnement. Plus particulièrement, ce projet tend vers une meilleure compréhension des phénomènes d'envahissement des emprises par la végétation incompatible et de la capacité des espèces herbacées introduites d'empêcher ou de retarder son implantation. Ainsi on cherche à évaluer si l'ajout de graminées entraîne une compétition assez importante pour retarder suffisamment l'implantation et la croissance des essences ligneuses incompatibles, issues de semis (IRBV, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 et 2005).

15.2 Aspects environnementaux

Hydro-Québec a également mis sur pied un programme de recherche en environnement afin de mieux comprendre les effets des différents modes d'intervention qu'elle utilise pour maîtriser la végétation. Ce programme vise également à proposer des solutions de rechange aux modes d'intervention classiques, qui peuvent produire des substances polluantes et contaminer l'environnement, c'est-

à-dire les phytocides chimiques et les hydrocarbures utilisés dans les interventions sélectives avec phytocides et les interventions manuelles et motorisées.

15.2.1 La lutte biologique

À Hydro-Québec, la recherche sur la lutte biologique porte, d'une part, sur l'efficacité de biophytocides et, d'autre part, sur la capacité de certaines plantes basses de s'implanter dans une emprise de ligne et de restreindre l'envahissement par des espèces incompatibles comme les arbres et les grands arbustes.

15.2.1.1 Biophytocides

Hydro-Québec a entrepris à l'été 2002 une étude qui a pour but de comparer les taux de mortalité et le dynamisme des nouvelles tiges avec quatre traitements différents : la coupe seulement et la coupe et le traitement de souches avec la pâte Myco-Tech (Myco-Forestis Corporation), un biophytocide, avec le Garlon 4 (Dow AgroScience) et avec le Roundup (Monsanto). Un premier rapport (GENIVAR, 2003) présentait le dispositif expérimental qui a été établi dans les Laurentides, près de Québec et à la Baie-James ainsi que les données sur les tiges inventoriées avant les traitements.

Les rapports de suivi (GENIVAR, 2004 et 2005) précisent l'action du phytocide biologique sur certaines espèces arborescentes incompatibles avec le réseau. Il en ressort que l'efficacité du produit est optimale après deux ans et est comparable à celle des phytocides chimiques dans plusieurs cas, mais inférieure pour certaines espèces. Actuellement, le problème d'utilisation de ce produit réside dans son application. Comme il s'agit d'une pâte, aucun équipement efficace n'est actuellement disponible pour en faire une application uniforme à un coût acceptable.

L'Université de Victoria (Colombie-Britannique) développe actuellement un produit à base du même champignon de carie (*Chondrostereum purpureum*), mais sous forme liquide. On a entrepris des essais en 2005, en Montérégie, afin de valider la performance de ce biophytocide qui est en voie d'homologation. Les essais se poursuivront à grande échelle dans les années qui viennent, notamment avec le DC-Jet qui permet la réalisation simultanée de la coupe et de l'application du phytocide sur la souche.

15.2.1.2 Introduction de plantes compatibles

Depuis plus de dix ans, Hydro-Québec mène un vaste projet de recherche et de développement avec l'IRBV afin notamment de mieux comprendre l'évolution de la végétation dans les emprises de lignes et de valider la performance de certains mélanges herbacés stables qui pourraient être semés pour empêcher la végétation incompatible de s'implanter.

Le suivi écologique qui est réalisé dans une emprise de ligne de la Montérégie vise une meilleure connaissance des processus naturels de végétalisation de l'emprise. Les plus récents suivis de la végétation dans l'emprise indiquent qu'après 6 ans, certaines stations renferment des tiges qui atteignent plus de 7 m de hauteur. À noter que le suivi a débuté lors du déboisement initial du corridor et qu'aucun traitement d'entretien de la végétation n'y a été réalisé jusqu'à maintenant. La majorité des tiges ayant la plus forte croissance sont des drageons de peuplier faux-tremble. Bien que ces stations témoignent d'une forte croissance, une compétition intraspécifique et un phénomène d'auto-éclaircissement semblent être responsables d'une diminution notable de la densité de tiges, particulièrement celles de faible hauteur. Le suivi des pluies de semences dans l'emprise montre que le bouleau gris et l'érable rouge sont les deux espèces en bordure qui contribuent le plus à la présence de semences, d'où les nombreux semis de bouleau gris et d'érable rouge envahissant l'emprise.

Dans le cadre du volet associé aux ensemencements à l'aide de mélanges herbacés, on a procédé à l'essai de différents mélanges afin d'évaluer leur capacité de former un couvert herbacé stable capable de nuire à la survie et à la croissance des ligneux incompatibles. Selon le projet d'ensemencement expérimental mené en Montérégie depuis 2002, le mélange de semences utilisé habituellement pendant les travaux de restauration de l'emprise suivant la construction offre un rendement mitigé, et ce, en fonction des milieux où il est employé. Des essais ont été réalisés avec d'autres mélanges élaborés pour les objectifs visés, dont l'un contenant une forte proportion de solidago. Les données actuelles ne permettent pas encore d'évaluer de façon définitive la capacité des mélanges à lutter contre les semis d'arbre. Toutefois, les plus fortes densités de ces semis ont tendance à se retrouver là où il n'y a pas de couvert herbacé résultant d'un ensemencement (parcelles témoins).

15.2.2 Utilisation des emprises de lignes par la faune

15.2.2.1 Cerf de Virginie

Les ravages, qui sont l'habitat d'hiver du cerf de Virginie, font l'objet d'une attention particulière, car ils sont critiques pour la survie de l'espèce. Si la population de cerfs chutait au Québec, le gestionnaire de cette population pourrait devenir très exigeant envers les intervenants ayant une incidence sur son habitat.

Plusieurs groupes et organismes, faute de données précises, avancent souvent l'hypothèse que la construction et l'entretien des emprises de lignes dans des ravages du cerf de Virginie ont un impact négatif sur cette espèce. Bien que l'habitat soit modifié par le passage d'une ligne, les données recueillies depuis plusieurs années indiquent clairement qu'une emprise s'intègre beaucoup mieux à un ravage que d'autres utilisations du territoire comme les grandes coupes forestières, les routes et les lotissements résidentiels.

Cette recherche, qui se déroule depuis près de 15 ans, vise à déterminer l'impact réel des emprises sur le cerf de Virginie et à évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation. Il s'agit d'un enjeu majeur pour le passage de nouvelles lignes de transport dans les ravages et pour les activités subséquentes de maîtrise de la végétation.

Voici certaines des activités de ce programme :

- réalisation d'inventaires aériens d'un réseau de ravages traversés par des emprises de lignes pour déterminer les modes d'utilisation de ceux-ci par le cerf de Virginie ;
- établissement de relevés de la végétation disponible et utilisée par le cerf de Virginie dans les emprises.

Les données actuellement connues sont à la base d'une procédure interne d'Hydro-Québec quant aux modalités d'intervention sur la végétation dans les emprises de lignes qui traversent des ravages. Cette procédure prévoit l'établissement d'un « plan d'aménagement » propre à ces sections d'emprises. Les modes d'intervention prescrits doivent d'une part favoriser la production de brouts utilisables par le cerf en hiver et d'autre part permettre une exploitation sécuritaire du réseau de transport d'électricité, notamment en ce qui concerne le maintien d'un accès à l'emprise et le dégagement adéquat des aires de travail autour des supports.

15.2.2.2 Original

Des milliers de kilomètres de lignes de transport d'électricité sont situés dans la zone de distribution de l'original au Québec. La construction d'une nouvelle ligne entraîne des modifications d'habitat qui pourraient être importantes à l'échelle locale pour l'original.

Une étude réalisée à Hydro-Québec (Joyal et coll., 1983) conclut qu'en hiver, l'utilisation que fait l'original des emprises de lignes pour son alimentation est faible.

L'entreprise a élaboré des principes directeurs (Hydro-Québec, 1996) afin d'orienter ses actions dans des emprises de lignes qui traversent des zones fréquentées par l'original. Voici les principales conclusions à cet égard :

- Les orignaux utilisent et traversent les emprises en hiver, ce qui signifie qu'il n'y a pas un effet de barrière qui isolerait des groupes d'orignaux de part et d'autre de l'emprise.
- Les emprises produisent de la nourriture et, en hiver, les orignaux s'y alimentent. Le taux de broutage de la végétation disponible est toutefois faible. Le brouit produit dans les emprises n'a pas d'incidence sur la population locale d'orignaux.
- Les taux de broutage sont similaires dans les emprises et dans la forêt adjacente. Comme les densités de population sont relativement faibles, même en ravage, la

maximisation à grande échelle de la production de brout dans les emprises semble non justifiable.

- Le taux de succès de la chasse à proximité des emprises est comparable à celui qui est observé dans les milieux forestiers similaires et voisins où il n'y a pas d'emprise.

À la lumière des conclusions de ces études, Hydro-Québec ne préconise aucune pratique de gestion de la végétation en vue de favoriser la production de brout pour l'orignal, mais demeure ouverte à d'éventuels partenariats relatifs à des pratiques de gestion de la végétation qui viseraient à attirer les orignaux dans les emprises de lignes.

15.2.2.3 Castor

Les études réalisées par Hydro-Québec confirment l'hypothèse selon laquelle la qualité et l'abondance de la nourriture appropriée produite dans les emprises de lignes sont intéressantes pour le castor.

De part et d'autre des cours d'eau, Hydro-Québec maintient en place des bandes de protection exemptes de toute application de phytocides. Ces bandes boisées font donc l'objet de coupes mécaniques répétées qui produisent des tiges ligneuses de faible diamètre, principalement issues de rejets de souche et de drageons. Cette végétation est favorable à la présence de castors. De nombreux inventaires confirment d'ailleurs la présence de ce mammifère dans les bandes riveraines des cours d'eau qui traversent les emprises de lignes.

Le castor peut cependant constituer dans certains cas une nuisance pour Hydro-Québec. Les chemins d'accès aux équipements sont souvent inondés par des barrages sur les cours d'eau. De plus, la présence de zones inondées dans les emprises peut restreindre l'espace de travail autour des supports et même nuire à la stabilité mécanique de leurs fondations. De concert avec le ministère des Ressources naturelles et de la Faune, des mesures sont déployées pour contrer la présence de castors lorsque cette espèce devient problématique pour l'exploitation sécuritaire du réseau.

15.2.3 Aménagement des emprises pour la faune

Lorsque des partenaires du milieu se montrent intéressés à utiliser ou à aménager les emprises de lignes ou des portions de celles-ci, Hydro-Québec a pour politique d'encourager leur démarche, pourvu que les normes et les critères d'exploitation du réseau soient respectés. Il est toutefois important de rappeler qu'Hydro-Québec n'est que très rarement propriétaire des emprises. En terrain privé, les propriétaires jouissent des droits habituels, tout en étant assujettis à certaines restrictions liées à la présence des équipements électriques. Sur les terres du domaine public, la gestion des terrains relève du ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Aucun

aménagement ne peut être réalisé sans le consentement du propriétaire ou du gestionnaire de la section d'emprise concernée.

Plusieurs emprises de lignes traversent des pourvoiries, des zecs et des zones de villégiature, utilisées entre autres pour la chasse. Il pourrait être intéressant, dans certains cas, d'encourager une végétation favorable à la faune locale dans les emprises accessibles et utilisées. Par exemple, l'aménagement pourrait comprendre des coupes sélectives ou l'introduction de plantes compatibles avec l'exploitation du réseau et intéressantes pour certaines espèces comme l'orignal. L'engagement des organismes du milieu (zecs, pourvoiries, associations de chasseurs) envers un tel programme de maîtrise de la végétation est essentiel et permettrait aux partenaires locaux de tirer profit de ces aménagements fauniques.

Le programme de recherche d'Hydro-Québec vise à combler certaines lacunes avant qu'une telle démarche soit mise de l'avant. L'entreprise poursuit donc l'acquisition de connaissances quant à l'utilisation des emprises par la faune, à la faisabilité de la production et de l'implantation de plantes compatibles avec l'exploitation du réseau et intéressantes pour la faune et à l'efficacité de certains modes d'intervention pour favoriser les espèces végétales prisées par la faune.

15.2.4 Biodiversité

Selon l'UNESCO, la conservation de la biodiversité est devenue une préoccupation d'envergure mondiale. La conférence sur l'environnement et le développement organisée par les Nations Unies à Rio en 1992 a résulté en une *Convention sur la diversité biologique*, signée par 160 pays. Le Canada et le Québec se conforment à la convention de Rio et ont élaboré des stratégies et plans d'action en matière de conservation de la biodiversité qui ont mené par exemple à l'adoption de la *Loi sur les espèces en péril* au Canada en 2002.

Certains types d'habitat (notamment la forêt tropicale) et certains groupes d'espèces sont plus particulièrement visés. Par exemple, le déclin des populations d'amphibiens sur toute la planète constitue une préoccupation particulière du mouvement de conservation de la biodiversité. D'autres enjeux sont d'ordre plutôt national, régional ou local et visent parfois des habitats ou des sites particuliers, que les emprises de lignes de transport sont susceptibles de traverser à l'occasion.

Plus de 135 000 ha d'emprises de lignes de transport sont situées en milieu forestier. Les nouvelles lignes de transport sont intégrées à l'environnement selon les principes du développement durable et prennent en compte les composantes biologiques sensibles des milieux traversés. Pour assurer la fiabilité du réseau, des travaux périodiques touchant les emprises de lignes et les équipements sont nécessaires. Il en résulte des perturbations régulières des terrains par la machinerie ainsi que la végétalisation des emprises par des plantes arbustives et herbacées. Ainsi les emprises de lignes constituent des habitats ouverts et permanents en milieu forestier.

Plusieurs questions se posent donc quant à la perte d'habitats, au fractionnement des habitats et à la présence d'espèces en péril, rares et vulnérables.

Hydro-Québec a amorcé en 1996 un programme de recherche et développement concernant l'acquisition de connaissances sur la diversité biologique dans les emprises de lignes en milieu forestier. Seul ce milieu a été retenu pour l'étude en raison de la perturbation des habitats forestiers par l'installation et la maintenance des lignes de transport, qui se traduisent par la conversion d'un habitat arborescent en un habitat arbustif et herbacé.

Trois biomes font actuellement l'objet de ce projet : la forêt boréale, la forêt mixte et la forêt de feuillus. L'objectif visé est d'élaborer une position d'entreprise sur une approche de gestion des emprises qui favorise la conservation de la biodiversité tout en assurant la fiabilité du réseau. Ce projet de recherche cherche à évaluer la présence, la richesse et l'abondance relatives d'espèces représentant cinq grands groupes taxonomiques : les plantes vasculaires, les oiseaux, les micromammifères, les amphibiens et les reptiles.

Les résultats obtenus à ce jour, qui feront l'objet d'un rapport de synthèse, indiquent la présence d'une grande richesse dans les emprises de lignes. Voici les principaux aspects relevés jusqu'à présent par nos études :

- présence d'espèces rares et vulnérables ;
- forte utilisation des emprises de lignes ;
- forte utilisation des bandes de protection riveraines ;
- possibilité d'une problématique de prédation en raison du caractère ouvert du milieu ;
- emprises de lignes ne constituant pas un obstacle aux déplacements des espèces.

15.2.5 Contamination des bandes riveraines par les phytocides

Pendant les travaux de maîtrise de la végétation par application aérienne de phytocides, des bandes de protection sont prévues de part et d'autre des cours d'eau. Les suivis démontrent que les éléments sensibles (majoritairement de petits cours d'eau) sont respectés dans une proportion de plus de 99 %. Même si moins de 1 % des éléments sensibles n'ont pu être respectés, il faut s'interroger sur l'impact de l'arrosage accidentel d'une zone d'exclusion et d'un élément sensible.

En 1996, Hydro-Québec a réalisé une étude de suivi de l'évolution des concentrations résiduelles de phytocides dans un cours d'eau. Cette étude portait sur la migration des phytocides dans un cours d'eau pendant des travaux de pulvérisation aérienne de phytocides (Garant, 1997). À cette époque, une zone d'exclusion avait été volontairement arrosée avec du Tordon 101, appliqué par voie aérienne afin de simuler l'arrosage accidentel d'un cours d'eau. Un suivi de la végétation en bordure

du cours d'eau a été effectué en 2000, soit quatre ans plus tard (Domingue et coll., 2000).

En 2004, une étude a permis de dresser un portrait de l'état de la végétation dans la zone d'exclusion, huit ans après l'intervention (Domingue et coll., 2004). Les résultats démontrent que la végétation basse, composée des strates muscinale, herbacée et arbustive, est en excellente santé et ne montre plus de symptômes associés à l'arrosage de 1996. La strate arborescente, composée principalement de tiges résineuses, témoigne d'un retour progressif à la composition initiale résineux-feuillus par la réimplantation graduelle des essences feuillues. La zone traitée est maintenant recouverte à 100 % par une végétation abondante et luxuriante.

15.2.6 Participation à des congrès, à des colloques et à des rencontres

Les divers spécialistes d'Hydro-Québec concernés par les travaux de maîtrise de la végétation participent à des congrès, à des colloques et à des rencontres sur des sujets connexes. Les résultats de recherche sont également publiés régulièrement dans des revues scientifiques et par le fait même validés par d'autres scientifiques. Cette participation vise l'échange d'information sur les programmes de recherche, notamment dans le cadre des activités suivantes :

- travaux de l'Association Québécoise de Gestion de la Végétation (AQGV) ;
- travaux de comités traitant de la maîtrise de la végétation au sein de l'Association canadienne de l'électricité (ACÉ) ;
- rencontres avec l'Environmental Protection Agency (EPA), organisme américain ;
- rencontres avec l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) ;
- collaboration à des études et recherches concernant la maîtrise de la végétation au sein du Transmission Line Asset Management Interest Group (TLAMIG) ;
- travaux (à titre de membre) du comité Avian Power Line Interaction Committee (APLIC) ;
- travaux (à titre de membre) de l'American Wildlife Society ;
- travaux (à titre de membre) de l'Edison Electric Institute (EEI) ;
- travaux (à titre de membre) du comité d'organisation des congrès quinquennaux « Rights-of-way », d'envergure internationale.

16 Bibliographie

- ACGIH (AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS). 1997. *Threshold Limit Values of Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices*.
- ACGIH. 2003. *Threshold Limit Values of Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices*.
- ACHEAMPONG, S. et J. D. STARK. 2004. « Effects of the agricultural adjuvant Sylgard 309 and the insecticide pymetrozine on demographic parameters of the aphid parasitoid, *Dieretiella rapae* ». *Biological control*, 31(2) : 133-137.
- AL KHATIB, K., R. PARKER et E. P. FUERST. 1992. « Foliar absorption and translocation of dicamba from aqueous solution and dicamba-treated soil deposits ». *Weed technology*, 6(1) : 57-61.
- ALY, O.M. et S. D. FAUST. 1964. « Studies on the Fate of 2,4-D and Ester Derivatives in Natural Surface Waters ». *Agric. Food Chem.*, 12(6) : 541-546.
- AMBRUS, A., D. J. HAMILTON, H. A. KUIPER et K. D. RACKE. 2003. « Significance of impurities in the safety evaluation of crop protection products. IUPAC technical report ». *Pure Appl. Chem.*, 75(7) : 937-973.
- AMER S.M. et F. A. E. ALY. 2001. « Genotoxic effect of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid and its metabolite 2,4-Dichlorophenol in mouse ». *Mutation Research*, 494 : 1-12.
- ANTUNES S.E. et G. KENNEDY. 2004. *A Review of the Toxicity and Environmental Fate of Triclopyr*, soumis au Massachusetts Pesticide Board Subcommittee, 47 pages.
- APUD, E. et S. VALDES. 1994. *Proceedings of the International Seminar on Forest Operations Under Mountainous Conditions*. (In Dubeau, 2003)
- ARLA (AGENCE DE RÉGLEMENTATION DE LA LUTTE ANTIPARASITAIRE). 2005. *Réévaluation des utilisations de l'acide (2,4-Dichlorophénoxy)acétique (2,4-D) comme herbicide sur les pelouses et le gazon en plaques ; Projet d'acceptabilité d'homologation continue*. Santé Canada, Ottawa. PACR2005-01. 70p.
- ASMUSSEN, L.E., A. W. WHITE, E. W. HAUSER et J. M. SHERIDAN. 1977. « Reduction of 2,4-D load in surface runoff down a grassed waterway ». *J. Environ. Qual.*, 6 : 159.
- ATSDR (AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY). 1995. *Toxicological Profile for Fuel Oils*. Clement International Corporation - US Department of Health and Human Services, Public Health Service : 231. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxpro2.html>, consulté en septembre 2005.
- ATSDR. 1998. *Toxicological Profile for JP-5 and JP-8*. Clement International Corporation - US Department of Health and Human Services, Public Health Service : 200. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxpro2.html>, consulté en septembre 2005.
- AVERITT, W. K. et E. O. GANGSTAD. 1976. « Dissipation of Residues of 2,4-D in Static Water ». *J. Environ. Qual.*, 5 :145.
- BAINES, T ET J. SOMERS. 1978. *Heavy Duty Diesel Particulate Emission Factors*. Conférence de la US EPA, 71^e rencontre annuel de l'Air Pollution Control Association, Texas. Du 25 au 30 juin.

- BARANGER, P. 2004. *Détection du kérosène par imagerie de fluorescence induite par laser, pour application sur foyer aéronautique*. Chimie-Physique. Orsay, France, Université Paris XI, UFR Scientifique d'Orsay : 165p.
- BARNETT, A. P., E. W. HAUSER, A. W. WHITE et J. H. HOLLADAY. 1967. « Loss of 2,4-D in Washoff from Cultivated Fallow Land ». *Weeds*, 15 : 133.
- BARRON, M. G., S. C. HANSEN et TG. BALL. 1991. « Pharmacokinetics and metabolism of triclopyr in the crayfish (*Procambarus clarki*) ». *Drug and metabolism disposition*, 19(1) : 163-167.
- BARRON, M. G., M. A. MAYES, P. G. MURPHY et R. J. NOLAN. 1990. « Pharmacokinetics and metabolism of triclopyr butoxyethyl ester in coho salmon ». *Aquatic Toxicology*, 16(1) : 19-32
- BAUR, J. R., R. W. BOVEY et H. G. MCCALL. 1973. « Thermal and Ultraviolet Loss of Herbicide ». *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 1(4) : 289-302.
- BAUR, J. R., R. W. BOVEY et M. G. MERKLE. 1972. « Concentration of Picloram in Runoff Water ». *Weed Science*, 20 : 309-313.
- BEAUDIN, L. et M. QUINTIN. 1983. *Mammifères terrestres du Québec, de l'Ontario et des Maritimes*. 301 p.
- BERRILL, M., S. BERTRAM, L. MCGILLIVRAY, M. KOLOHON et B. PAULI. 1994. « Effects of low concentrations of forest-use pesticides on frog embryos and tadpoles ». *Environmental toxicology and chemistry*, 13(4) : 657-664.
- BERTRAND, N. et H. MARQUIS. 1996. *Exposition des travailleurs forestiers au monoxyde de carbone et au benzène lors de travaux de dégagement de plantations à l'aide de débroussailleuses et de scies à chaîne*. Service du suivi environnemental. Ministère des Ressources naturelles.
- BIRGE, W.J., A. G. WESTERMAN et J. A. SPROMBERG. 2000. « Comparative Toxicology and Risk Assessment of Amphibians ». In Sparling, D.W., Linder, G. and Bishop, C.A., *Ecotoxicology of amphibians and reptiles*, p. 877, Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Pensacola, Florida, USA.
- BJORKLUND, N. E. et K. ERNE. 1966. « Toxicological studies of phenoxyacetic herbicides in animals ». *Acta Vet. Scand.*, 7: 364-390.
- BOILEAU, P-E., J. BOUTIN et P. DROUIN. 1994. Évaluation de l'exposition aux vibrations main-bras liée à l'utilisation de débroussailleuses. Institut de recherche en santé et en sécurité du travail (IRSST) du Québec.
- BONAMASSA, F. et H. WONG-WOO. 1966. *Composition and Reactivity of Exhaust Hydrocarbons from 1966 California Cars*. Présenté à la 152^e reunion nationale de l'American Chemical Society. New York (New York), le 11 septembre.
- BOVENZI, M., A. PERETTI et coll. 1990. « Physiological reactions during brush saw operation ». *International Archive of Occupational and Environmental Health*. 62 : 445-449.
- BOVEY, R. W. et R. E. MEYER R. E. 1981. « Effects of 2,4,5-T, Triclopyr and 3,6-dichloropicolinic acid on crop seedlings ». *Weed Science*, 29(3) : 256-261.
- BOVEY, R. W., E. BURNETT, C. RICHARDSON, J. R. BAUR, M. G. MERKLE et D. E. KISSEL. 1975. « Occurrence of 2,4,5-T and Picloram in Subsurface Water in the Blacklands of Texas ». *J. Environ. Qual.*, 4 : 103-106.
- BOVEY, R. W., M. L. KETCHERSID et coll. 1979. « Distribution of Triclopyr and Picloram in Huisache (*Acacia farnesiana*) ». *Weed Science*, 27(5) : 527-531.

- BOVEY, R. W., M. L. KETCHERSID et M. G. MERKLE. 1970. « Comparison of Salt and Ester Formulations of Pictoram ». *Weed Science*, 18(4) : 447-451.
- BOVEY, R. W., C. RICHARDSON, E. BURNETT, M. G. MERKLE et R. E. MEYER. 1978. « Loss of spray and pelleted picloram in surface runoff water ». *J. Environ. Qual.*, 7 : 178-180.
- BRADLEY, C. *Risques associés à l'utilisation d'une débroussailleuse pour la maîtrise de la végétation dans les emprise de lignes*. Hydro-Québec.
- BRAMBLE, W. C. et W. R. BYRNES. 1983. « Thirty years of research on Development of plant cover on an electric transmission right-of-way ». *Journal of Arboriculture*, 9(3) : 67-74.
- BURNSIDE, O. C. et T. L. LEVY. 1966. « Dissipation of dicamba ». *Weeds*, 14(3) : 211-214.
- CAMPBELL, D. L., J. EVANS, G. D. LINDSEY et W. E. DUSENBERRY. 1981. « Acceptance by Black-Tailed Deer of Foliage Treated With Herbicide ». In United States Department of Agriculture (USDA), Forest Service. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. Research Paper PNW-290, juillet 1981. 31 p.
- CCHST (CENTRE CANADIEN D'HYGIÈNE ET DE SÉCURITÉ AU TRAVAIL). 1998. *Vibrations – effets sur la santé*.
- CCHST. 2002. *Protecteurs auditifs*.
- CCME (CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES EN ENVIRONNEMENT). 2003 *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*. http://www.ccme.ca/ourwork/water.fr.html?category_id=41, consulté en septembre 2005.
- CCME (CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES EN ENVIRONNEMENT). 1993. *Annexe XII, Mise à jour des Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada : Bromoxynil, Dicamba, Diclofop-méthyl*. Ottawa : 39.
- CCMRE (CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT). 1987. *Recommandations pour la qualité des eaux au Canada*.
- CCMRE. 1990. *Recommandations pour la qualité des eaux au Canada*. Annexe VI.2 Piclorame. Document préparé par le groupe de travail sur les recommandations pour la qualité des eaux du CCMRE.
- CEA TECHNOLOGIES INC. Novembre 2005. Catalogue des machines, matériel et techniques de gestion de la végétation dans les emprises des lignes électriques de transport. AMEC Earth & Environmental.
- CEAEQ (CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALES DU QUÉBEC). 1998. *Procédure d'évaluation du risque écotoxicologique pour la réhabilitation des terrains contaminés*. Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, gouvernement du Québec. 139p.
- CEAEQ. 2000. *Valeurs de référence intérimaires pour les récepteurs terrestres*. Ministère de l'Environnement, gouvernement du Québec. Version préliminaire.
- CERFO (CENTRE DE RECHERCHE ET D'ENSEIGNEMENT EN FORESTERIE DE SAINTE-FOY INC.). 1990. *La débroussailleuse : un outil sylvicole à connaître*.
- CESSNA, A. J. et D. C. G. MUIR. 1991. « Photochemical Transformations ». In Grover R. (éd), *Environmental Chemistry of Herbicides*, vol. II, chap. 6. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- CHARLES, J. M., H. M. CUNNY et coll. 1996. « Comparative subchronic and chronic dietary toxicity studies on 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid, amine and ester in rats ». *Fundamental and Applied Toxicology*, 33 : 161-165.

- CHARLES, J. M., D. W. DALGARD et coll. 1996. « Comparative subchronic and chronic dietary toxicity studies on 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid, amine and ester in the dog ». *Fundamental and Applied Toxicology*, 29 : 78-85.
- CHEMICALLAND21. 2005. *Diglycolamine*. <http://www.chemicalland21.com/industrialchem/organic/DIGLYCOLAMINE.htm>, consulté en septembre 2005.
- CHEN, S. et M. ALEXANDER. 1989. « Reasons for the Acclimatation for 2,4-D Biodegradation in Lake Water ». *J. Environ. Qual.*, 18 : 153-156.
- CHIASSON, M-E., D. IMBEAU et coll. 2003. *Évaluation de l'astreinte physique des travailleurs sylvicoles*. Actes du congrès de l'AQHSST.
- CHOUDHURY, D. R. 1982. « Characterization of polycyclic ketones and quinones in diesel emission particulates by gas chromatography / mass spectrometry ». *Env. Sci. & Technol.*, 16 : 102-106.
- CIRP (COSMETIC INGREDIENT REVIEW PANEL). 1987. « Final report on the safety assessment of diisopropanolamine, triisopropanolamine, isopropanolamine, and mixed isopropanolamine ». *J. Am. Coll. Toxicol.*, 6(1) : 53-76.
- CLAUSEN, M., G. LEIER et I. WITTE. 1990. « Comparison of the Cytotoxicity and DNA-Damaging Properties of 2,4-D and U 46 D Fluid (Dimethylammonium Salt of 2,4-D) ». *Arch. Toxicol.*, 64 : 497-501.
- COMFORT, S. D., W. P. INSKEEP et R. E. MACUR. 1992. « Degradation and transport of dicamba in a clay soil ». *Journal of environmental quality*, 21(4) : 653-658.
- COMMISSION DE COOPÉRATION ENVIRONNEMENTALE. 1998. *Dossier d'inscription des dioxines et des furannes*. Document présenté par le Canada au Groupe de travail sur la gestion rationnelle des produits chimiques (GRPC) en vue de l'établissement d'un PARNA (plan d'action régional nord-américain)
http://www.cec.org/programs_projects/pollutants_health/smoc/dioxfur.cfm?varlan=français#Ouvrages%20à%20, consulté en septembre 2005.
- COSEPAC. 2004. *Espèces canadiennes en péril, novembre 2004*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. 65 p.
- CROSBY, D. G. et J. B. BOWERS. 1985. « Composition and Photochemical Reactions of a Dimethylamine Salt Formulation of (4-chloro-2-methylphenoxy) Acetic Acid (MCPA) ». *J. Agric. Food Chem.*, 33 :569.
- CSST (COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL). 2000. *Débroussaillage*.
- CSST. 2002. *Rapport d'intervention 1577517*.
- CSST. 2002. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*.
- CSST. 2003. *Travailler à la chaleur... attention!*
- DEICHMANN, W. B., W. E. MACDONALD, K. F. LAMPE, I. DRESSLER et W. A. D. ANDERSON. 1965. « Nitro-olefins as potential carcinogens in air pollution ». *Med. & Surg.*, 34 : 800-807.
- DEXTER, A. 1993. *Herbicide spray drift*. North Dakota State University and the University of Minnesota. <http://www.ext.nodak.edu/extpubs/plantsci/weeds/a657w.htm>
- DIMITRADES, B. et T. C. WESSON. 1972. « Reactivities of Exhaust Aldehydes ». *J. Air Poll. Control Assoc.*, 22 : 33-38.

- DOMINGUE, J. et B. BÉLANGER. 1994. *Étude de la contamination de divers éléments du biote par les phytocides dans les emprises de lignes de transport*. Baie-Comeau, Québec. Étude présentée à la vice-présidence – Environnement d'Hydro-Québec par Naturam Environnement. 29 p. + annexes.
- DOMINGUE, J. et B. BÉLANGER. 1993. *Étude de la contamination des bleuets et des framboises par les phytocides dans les emprises de lignes de transport*. Baie-Comeau, Québec. Naturam Environnement pour la vice-présidence – Environnement d'Hydro-Québec. 60 p.
- DOMINGUE, J., B. BÉLANGER et coll. 1993. *Étude de la contamination par les phytocides des bleuets et des feuilles de bouleau à papier dans les emprises de lignes de transport*. Baie-Comeau, Québec. Naturam Environnement pour la vice-présidence – Environnement d'Hydro-Québec. 166 p.
- DOMINGUE, J., D. MEUNIER et F. GAUTHIER. 2004. *Pulvérisation aérienne, Manic-2 – Banc d'essai comparatif, (rapport d'étape année 2) 2004*. Étude réalisée par GENIVAR pour Hydro-Québec TransÉnergie. 17 pages + annexes.
- DONALDSON, T.W. et C. L. FOY. 1965. « The Phytotoxicity and Persistence in Soils of Benzoic Acid Herbicides ». *Weeds*, 13(3) :195-202.
- 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 Practices Branch, British Columbia Ministry of Forests. Title 5.
- DOW CORNING CORPORATION. 2003. *Sylgard® 309 Silicone Surfactant. Material Safety Data Sheet: 8*. <http://www.dowcorning.com/DataFiles/090007b280ab3cdc.pdf>, consulté en juin 2005
- DUBEAU, D., L. LEBEL et D. IMBEAU. 2003. *Étude intégrée des ouvriers sylvicoles débroussailleurs au Québec*. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs
- DUBOIS, D. 1979. *Les herbicides et l'environnement*. Hydro-Québec, direction de l'Environnement, Écologie biophysique, avril 1979. 222 p.
- DURKIN, P. R. 15 mars 2003. *Triclopyr – Revised Human Health and Ecological Risk Assessments. Final Report*. Syracuse Environmental Research Associates Inc. pour le USDA Forest Service, Forest Health Protection, Fayetteville, New York. 2003. SERA TR 02-43-13-03b. 264 p.
- DURKIN, P. R. et G. DIAMOND. 14 février 2002. *Neurotoxicity, Immunotoxicity, and Endocrine Disruption with Specific Commentary on Glyphosate, Triclopyr, and Hexazinone: Final Report*. Syracuse Environmental Research Associates pour le USDA Forest Service, Fayetteville, New York. SERA TR 01-43-08-04a. 55 p.
- DURKIN, P. R. et M. FOLLANSBEE. 30 juin 2003. *Picloram – Revised Human Health and Ecological Risk Assessment – Final Report*. Syracuse Environmental Research Associates Inc. pour le USDA Forest Service, Forest Health Protection, Fayetteville, New York. SERA TR 03-43-16-01b. 133 p.
- DURKIN, P. R. et S. BOSCH. 24 novembre 2004. *Dicamba – Human Health and Ecological Risk Assessment. Final Report*. Syracuse Environmental Research Associates Inc. pour le USDA Forest Service, Forest Health Protection, Fayetteville, New York. SERA TR 04-43-17-06d. 179 p.
- ECKERLIN, R. H., J. G. EBEL et coll. 1987. « Excretion of Triclopyr herbicide in the bovine ». *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 39(3) : 443-447.
- ECOTOX. 2005. Base de données de la US Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/ecotox/>, consulté en juin 2005.
- EDGINTON, A. N., G. R. STEPHENSON et coll. 2003. « Effect of pH and release on two life stages of four anuran amphibians ». *Environmental toxicology and chemistry*, 22(11) : 2673-2678.

- ELLIS, C. F., R. F. KENDELL et B. H. ECCLESTON. « Identification of some oxygenates in automobile exhaust by combined gas liquid chromatography and infrared techniques ». *Analytical Chemistry*, 37 : 511-516.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 1976. *Pollution and Power from Stationary Generating Sources. Part I. Internal Combustion Engines*. Rapport interne préparé par N. Ostrouchov, Division des installations fixes, Direction générale de l'assainissement de l'air.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 1977. *Air Pollution Emissions and Control Technology: Thermal Power Generation Industry. Vol 1 : Internal Combustion Engines*. Rapport EPS-3-AP-76-5.
- ESPANDIARI, P., V. A. THOMAS, H. P. GLAUERT, M. O'BRIEN, D. NOONAN et L. W. ROBERTSON. 1995. « The herbicide dicamba (2-methoxy-3,6-dichlorobenzoic acid) is a peroxisome proliferator in rats ». *Fundamental and applied toxicology*, 26(1) : 85-90.
- EVANS, J. O. et D. R. DUSEJA. 1973. *Herbicide Contamination of Surface Runoff Waters. Task 1 : Review and Evaluation of Individual Studies. Task 2 : Environmental Fate Assessment*. Picloram Final Report. Soumis à la US Environmental Protection Agency. 26 mai 1988. Rockville, MD., Dynamac Corporation.
- EXTOXNET (EXTENSION TOXICOLOGY NETWORK). 1996a. *Triclopyr. Pesticide Information Profiles*. USDA, Extension Service, National Agricultural Pesticide Impact Assessment Program: 3. <http://extoxnet.orst.edu/pips/triclopyr.htm>, consulté en mai 2005.
- EXTOXNET. 1996b. *Dicamba. Pesticide Information Profiles*. USDA, Extension Service, National Agricultural Pesticide Impact Assessment Program: 3. <http://extoxnet.orst.edu/pips/triclopyr.htm>, consulté en mai 2005.
- FAO/OMS. 1996. *Pesticides residues in food – 1996. Part II Toxicological evaluations*. Roma, Joint meeting of the FAO panel of experts on pesticide residues in food and the environment and the WHO core assessment group. 239 p. + annexes.
- FARWELL, S. O., E. ROBINSON, W. J. POWELL et D. F. ADAMS. 1976. « Survey of Airborne 2,4-D in South-Central Washington ». *APCA J*, 26 : 224.
- FILKOWSKI, J., J. BESPLUG, P. BURKE, I. KOVALCHUK et O. KOVALCHUK. 2003. « Genotoxicity of 2,4-D and dicamba revealed by transgenic *Arabidopsis thaliana* plants harboring recombination and point mutation markers ». *Mutation Research*, 542(1-2) : 23-32
- FINK, R. 1977. *Acute oral LC50. Mallard duck. Banvel Technical. Final Report*. AC#232965. Étude non publiée mais citée dans Durkin et Bosch, 2004.
- FOFANA, D., H. KOBAE, J. NISHI et K. MIYATA. 2001. « Teratogenic effects of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) in rat offspring ». *Teratology*, 63(4) : 39A.
- FOGARTY, A. M. et O. H. TUOVINEN. 1995. « Microbiological degradation of the herbicide dicamba ». *Journal of industrial microbiology*, 14(5) : 365-370.
- FOY, C. L. 1975. « Picloram and Related Compounds ». In Kearney, P.C. et D. D. Kaufman (éd.). *Herbicides : Chemistry, Degradation and Mode of Action*. New York, 2^e éd., vol. 2, chapitre 17 : 777-814.
- FOY, C. L. 1975. « The chlorinated aliphatic acids ». In Kearney, P.C. et D. D. Kaufman (éd.). *Herbicides : Chemistry, Degradation, and Mode of Action*. New York, Marcel Dekker, Inc., vol. 1, chapitre 8.

- FRANK, R., G. J. SIRONS, R. A. CAMPBELL et D. MEWETT. 1983. « Residues of 2,4-D, Dichlorprop and picloram in wild berries from treated rights-of-way and conifer release sites in Ontario. 1979-1981 ». *Can. J. Plant Sci.*, 63 :195-209.
- FREAR, D. S. 1975. In Kearney, P.C. et D. D. Kaufman (éd.). *Herbicides : Chemistry, Degradation and Mode of Action*, vol. 2. Pesticide Degradation Laboratory, US Department of Agriculture, Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland, Marcel Dekker : 563-570.
- FUESRT, E. P., T. M. STERLING, M. A. NORMAN, T. S. PRATHER, G. P. IRZYK, Y. WU, N. K. LOWNDS et R. H. CALLIHAN. 1996. « Physiological characterization of picloram resistance in yellow starthiste ». *Pesticide biochemistry and physiology*, 56(2) : 149-161
- FUTATSUKA, R. 1984. « Epidemiological studies of vibration hazards due to brush saw operation ». *International Archive of Occupational and Environmental Health*. 54 : 251-260.
- GAN, J., Y. ZHU, C. WILEN, D. PITTEGER et D. CROWLEY. 2003. « Effect of planting covers on herbicide persistence in landscape soils ». *Environmental Science and Technology*, 37(12) : 2775-2779.
- GANAPATHY, C. 1997. *Environmental Fate of Triclopyr*, accessible à www.cdpr.ca.gov/docs/empm/pubs/fatememo/triclopyr.pdf
- GANGSTAD, E.O. 1982. « Dissipation of 2,4-D residues in large reservoirs ». *Aquat. Plant Mgmt.*, 20 : 13-16.
- GAUTHIER, FRANÇOIS. Octobre 1996. *Maîtrise de la végétation dans les emprises de lignes. Pulvérisation aérienne de phytocides à la région Manicouagan. Synthèse de la phase I*. Décret 1027-94, Hydro-Québec.
- GAUTHIER, J. et Y. AUBRY (éd.). 1995. *Les oiseaux nicheurs du Québec : Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional*. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec, Montréal. 1 295 p.
- GENIVAR INC. 2004. *Analyse économique de deux modes de maîtrise de la végétation dans les corridors de transport d'énergie – Maintenance lignes Manicouagan – 2004*. Rapport final. Hydro-Québec. 18 pages + annexes.
- GENIVAR. 2005. *Applications aériennes de phytocides dans certaines emprises de lignes de transport d'énergie des régions de la Côte-Nord et du Saguenay-Lac-Saint-Jean : Espèces floristiques à statut particulier susceptibles d'être présentes dans la zone du projet*
- GEYER, H., G. POLITZKI et D. FREITAG, 1984. « Prediction of Ecotoxicological Behaviour of Chemicals: Relationship Between N-Octanol/Water Partition Coefficient and Bioaccumulation of Organic Chemicals by *Alga Chlorella* ». *Chemosphere*, 13(2) : 269-284.
- GHASSEMI, M., L. FARGO, P. PAINTER, S. QUINLIVAN, R. SCOFIELD et A. TAKATA. 1981. *Environmental Fates and Impacts of Major Forest Use Pesticides and Toxic Substances*. Washington, D.C., US Department of Commerce, National Technical Information Service (NTIS).
- GIDDINGS, J. C. 1973. *Chemistry, Man, and Environmental Change*. San Francisco, Canfiels Press, A Department of Harper & Row Publishers Inc.
- GIROUX, I. et C. MORIN. 1990. *Synthèse des programmes d'échantillonnage réalisés depuis 1980. Contamination des eaux de surface et souterraines par les pesticides au Québec*. Ministère de l'Environnement, Direction du milieu agricole et du contrôle des pesticides. Sainte-Foy.

- GLASS, B. L. et W. M. EDWARDS, W.M. 1974. « Picloram in lysimeter runoff and percolation water ». *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 11 : 190.
- GOBAS, F.A.P.C.. 1993. « A model for predicting the bioaccumulation of hydrophobic organic chemicals in aquatic food-webs: application to Lake Ontario ». *Ecological Modelling*, 69 : 1-17.
- GOBAS, F.A.P.C. et H.A. Morrison. 2000. « Bioconcentration and Biomagnification in the Aquatic Environment ». In Boethling, R.S. et D. Mackay. *Handbook of property estimation methods for chemicals environmental and health sciences*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA : 481.
- GOENCZ, A. M. et L. SENCIC. 1994. « Metolachlor and 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid sensitivity of *Salvinia natans* ». *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 53 : 852-855.
- GOMEZ, L., J. MASOT et coll. 1998. « Acute 2,4-D poisoning in Tench (*Tinca tinca* L.) : Lesions in the hematopoietic portion of the kidney ». *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 35 : 479-483.
- GORRELL, R. M., S. W. BINGHAM et C. L. FOY. 1988. « Translocation and fate of dicamba, picloram, and triclopyr in horsenettle, *Solanum Carolinense* ». *Weed Science*, 36 : 447-452.
- GOULET, G. et J. BOLDUC. 1993a. *Rapport d'étude sur l'évaluation de l'exposition aux gaz d'échappement des débroussailluses, 1992*. Produit par Médisys/Éco-Recherche pour le ministère des Forêts du Québec.
- GOULET, G. et J. BOLDUC. 1993b. *Rapport d'étude sur l'évaluation de l'exposition aux gaz d'échappement des débroussailluses, 1993*. Produit par Éco-Med pour le ministère des Forêts du Québec.
- GRIMMER, G. et coll. 1985. « The Carcinogenic Components of Automobile Exhaust ». In NÜRNBERG, H. W. *Pollutants and their Ecotoxicological Significance*. John Wiley and Sons.
- GROVER, R. 1971. « Adsorption of picloram by soil colloids and various other adsorbents ». *Weed Science*, 19 : 417-419.
- GROVER, R. 1977. « Mobility of dicamba, picloram, and 2,4-D in soil columns ». *Weed Science*, 25 : 159-162.
- GROVER, R. 1991. *Nature, Transport, and Fate of Airborne Residues*, vol. II, chap. 2. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- GROVER, R. et A. E. SMITH. 1974. « Adsorption studies with the acid and dimethylamine forms of 2,4-D and dicamba ». *Can. J. Soil. Sci.*, 54 : 179-186.
- GROVER, R., S. R. SHEWCHUK, A. J. CESSNA, A. E. SMITH et J. H. HUNTER. 1985. « Fate of 2,4-D iso-octyl ester after application to a wheat field ». *J. Environ. Qual.*, 14 : 203-210.
- HAAS, R. H., C. J. SCIFRES, M. G. MERKLE, R. R. HAHN et G. O. HOFFMAN. 1971. « Occurrence and persistence of picloram in grass-land water sources ». *Weed Res.*, 11 : 54-62.
- HAHN, R. R., O. C. BURNSIDE et T. L. LAVY. 1969. « Dissipation and phytotoxicity of dicamba ». *Weed. Sci.*, 17 : 3-8.
- HAMAKER, J. W. 1976. *The Hydrolysis of Picloram in Buffered, Distilled Water. Task 1 : Review and Evaluation of Individual Studies. Task 2 : Environmental Fate Assessment*. Soumis par Dow Chemical. Picloram final report submitted to Environmental Protection Agency. 26 mai 1988. Rockville, MD., Dynamac Corporation.
- HAMAKER, J. W., C. L. Goring et C. R. Youngson. 1966. *Sorption and Leaching of 4-Amino-3,5,6-Trichloropicolinic Acid in Soils. Task 1 : Review and Evaluation of Individual Studies. Task 2 : Environmental Fate Assessment*. Soumis par Dow Chemical. Picloram final report

- submitted to Environmental Protection Agency. 26 mai 1988. Rockville, MD., Dynamac Corporation.
- HAMAKER, J. W., C. R. YOUNGSON et C. A. I. GORING. 1968. « Rate of detoxification of 4-amino-3,5,6-trichloropicolinic acid in soil ». *Weed Res.*, 8 : 46-57.
- HANCE, R. J. 1967. « Decomposition of herbicides in the soil by non-biological chemical processes ». *J. Sci. Fd. Agric.*, 18 : 544-547.
- HANSEN, W. H., M. L. Quaife, R. T. Habermann et O. G. Fitzhugh. 1971. « Chronic toxicity of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid in rats and dogs ». *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 20(1) :122-129.
- HARDELL, L. et M. ERIKSSON. 1999. « A Case-control Study of Non-Hodgkin Lymphoma and Exposure to Pesticides ». *Cancer*, 85 : 1353-1360.
- HARDELL, L., M. ERIKSSON, P. LENNER et E. LUNDGREN. 1981. « Malignant Lymphoma and Exposure to Chemicals, Especially Organic Solvents, Chlorophenols and Phenoxy Acids: A Case-control Study ». *Br. J. Cancer*, 43 : 169-176.
- HARVEY, G. R. 1985. *Polycyclic Hydrocarbons and Carcinogenesis*. Washington (D. C.), American Chemical Society.
- HAZLETON LABORATORIES. 1983. *Subchronic Toxicity Study in Mice Using 2,4-D*. Hazleton Lab., America, Inc. Lab. N° 2184-100 for Industry Task Force on 2,4-D Research Data. Acc. N°. 251473.
- HÉBERT, F., E. CLOUTIER et coll. 1997. *Les accidents de travail survenus en 1994 dans l'industrie forestière : Analyse de scénarios d'accidents à partir des dossiers d'accidents (ADR) de la CSST*. Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec.
- HÉBERT, F., E. CLOUTIER et coll. 2000. *Les accidents de travail en forêt : analyse de scénarios d'accidents survenus entre le 1^{er} juin 1997 et le 31 mai 1998*. Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec.
- HELBERT, S. 1990. « Behaviour of Four Soil-Active Herbicides in a Boreal Podzol ». *Forest Ecology and Management*, 31 : 125-152.
- HELLING, C. S. 1971. *Pesticide mobility in soils : II applications of soil thin-layer chromatography*. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 35 : 737-748.
- HERR, D. E., E. W. Stroube et D. E. Ray. 1966. « The movement and persistence of picloram in soil ». *Weeds*, 14 : 248-250.
- HOFFMAN, D. J. et P. H. ALBERS. 1984. « Evaluation of potential embryotoxicity and teratogenicity of 42 herbicides, insecticides, and petroleum contaminants to mallard eggs ». *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 13 : 15-27.
- HOLMES, S. B., D. G. THOMPSON et coll. 1994. « Effects of lethal and sublethal concentrations of the herbicide, Triclopyr butoxyethyl ester, in the diet of zebra finches ». *Journal of Wildlife Diseases*, 30(3) : 319-327.
- HOUSTON, A. P., C., S. VISSER et R. A. LAUTENSCHLAGER. 1998. « Response of microbial processes and fungal community structure to vegetation management in mixedwood forest soils ». *Canadian journal of botany*, 76(12) : 2002-2010.
- HOWARD, P. H. 1989. « Dicamba ». *In Handbook of environmental fate and exposure data for organic chemicals*. Lewis, Chelsea, MI. Vol 1 : 233-239.

- HSDB (HAZARDOUS SUBSTANCES DATA BANK). 2002. *Dicamba* (CASRN : 1918-00-9). US National Library of Medicine, National Institutes of Health, Department of Health & Human Services. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>, consulté en août 2005.
- HSDB. 2003a. *Triisopropanolamine* (CASRN: 122-20-3). US National Library of Medicine, National Institutes of Health, Department of Health & Human Services. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>, consulté en août 2005.
- HSDB. 2003b. *2-(2-aminoethoxy) ethanol* (CASRN: 929-06-6). US National Library of Medicine, National Institutes of Health, Department of Health & Human Services. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>, consulté en août 2005.
- HSDB. 2003c. *Kerosene* (CASRN: 8008-20-6). US National Library of Medicine, National Institutes of Health, Department of Health & Human Services. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>, consulté en septembre 2005.
- HSDB. 2003d. *Triclopyr* (CASRN: 55335-06-3). US National Library of Medicine, National Institutes of Health, Department of Health & Human Services. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>, consulté en septembre 2005.
- HSDB. 2004. *Picloram* (CASRN: 1918-02-1). US National Library of Medicine, National Institutes of Health, Department of Health & Human Services. <http://toxnet.nlm.nih.gov>, consulté en mai 2005.
- HUDSON, R. H., R. TUCKER et M. A. HAEGELE. 1984. *Handbook of toxicity of pesticides to wildlife*, 2nd ed. Resour. Publ. No.153, US Dep. Interior, Fish Wildl. Serv., Washington, DC. 90 p.
- HURLBERT, S. H.. 1975. « Secondary effects of pesticides on aquatic ecosystems ». *Residue Rev.*, **57** : 81-148.
- HUTZINGER, O. 1980. *Environmental Chemistry*. Berlin, Springer-Verlag.
- HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE. 10 mars 2004. *Guide d'évaluation de la performance pour le domaine de la maîtrise de la végétation dans les emprises de lignes de transport*.
- HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE. Décembre 2002. *Programme de pulvérisation aérienne de phytocides 1997-2003. Rapport d'étape de l'exécution du programme 2002*.
- HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE. Novembre 1997. *Programme de pulvérisation aérienne de phytocides 1997-2003. Rapport d'étape de l'exécution du programme 1997*.
- HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE. Novembre 1998. *Programme de pulvérisation aérienne de phytocides 1997-2003. Rapport d'étape de l'exécution du programme 1998*.
- HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE. Novembre 1999. *Programme de pulvérisation aérienne de phytocides 1997-2003. Rapport d'étape de l'exécution du programme 1999*.
- HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE. Novembre 2000. *Programme de pulvérisation aérienne de phytocides 1997-2003. Rapport d'étape de l'exécution du programme 2000*.
- HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE. Novembre 2001. *Programme de pulvérisation aérienne de phytocides 1997-2003. Rapport d'étape de l'exécution du programme 2001*.
- HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE. Novembre 2003. *Programme de pulvérisation aérienne de phytocides 1997-2003. Rapport d'étape de l'exécution du programme 2003*.
- HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE. Novembre 2004. *Programme de pulvérisation aérienne de phytocides – Travaux 2004. Rapport d'étape de l'exécution du programme 2004*.
- HYDRO-QUÉBEC. 1985. *Dosages urinaires de phytocides chez les travailleurs*. En collaboration avec l'Université de Montréal.

- HYDRO-QUÉBEC. 1986. *Programme d'épandage aérien de phytocides dans la région Manicouagan (1987-1990-1991)*. Rapport sur les études d'impact. 325 p. + annexes + cartes.
- HYDRO-QUÉBEC. 1992. *Pulvérisation aérienne des phytocides. Programme d'entretien des emprises 1993-1997*. Rapport, 466 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1998. Politique « Notre environnement ». 2 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 2005. *Manuel du système de gestion environnementale*. 20 p.
- INRA (INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE). 1997. *Triclopyr/Dowelanco*. Fiche d'information de la base de données AGRITOX sur les substances actives phytopharmaceutiques : 10. <http://www.inra.fr/agritox/php/sa.php?source=DOWELANCO&sa=22>, consulté en mai 2005.
- INRA. 2001. *Dicamba/Novartis*. Fiche d'information de la base de données AGRITOX : 10. <http://www.inra.fr/agritox/php/sa.php?source=NOVARTIS &sa=365>, consulté en mai 2005.
- INRS (INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE). 1990. *Les vibrations aux postes de travail*.
- INRS. 1987. *2,4-D, ses sels et esters*. Fiche toxicologique n° 208. Paris. <http://www.Inrs.fr>, consulté en août 2005.
- IRAT (INSTITUT DE RECHERCHE APPLIQUÉE SUR LE TRAVAIL). 1979. *Le bruit en milieu de travail*.
- IRIS (INTEGRATED RISK INFORMATION SYSTEM). 2002. *Dicamba (CASRN 1918-00-9)*, United States Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/iris/subst/0223.htm>, consulté en mai 2005
- IRPTC (REGISTRE INTERNATIONAL DES SUBSTANCES POTENTIELLEMENT TOXIQUES). 1984. « 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) ». *IRTPCS Bulletin*. Programme des Nations Unies pour l'environnement. ISSN 0250-4227, 7(1) : 21-22.
- ISO (ORGANISATION MONDIALE DE NORMALISATION). 1986. *Vibrations mécaniques – Principes directeurs pour le mesurage et l'évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main*. Norme 5349.
- JANZ, D. M., A. P. FARRELL, J. D. MORGAN et G. A. VIGERS. 1991. « Acute physiological stress responses of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisuth*) to sublethal concentrations of Garlon 4, Garlon 3A and Vision herbicides ». *Environmental Toxicology and Chemistry*, 10(1) : 81-90.
- JAUHAINEN, A. et coll. 1991. « Occupational exposure of forest workers to glyphosate during brush saw spraying work ». *Am. Ind. Hyg. Ass. J.*, 52(2) : 61-64.
- JOHANSEN, J. A. et G. H. GEEN. 1990. « Sublethal and acute toxicity of the ethylene glycol butyl ether ester formulation of triclopyr to juvenile coho salmon *Oncorhynchus kisutch* ». *Archives of environmental contamination and toxicology*, 19(4) : 610-616.
- JOHNSON, T. N. 1980. « Picloram in water and soil from a semiarid pinyon-juniper watershed ». *J. Environ. Qual.*, 9 : 601-605.
- JOHNSON, T. N. et R. D. NARTIN. 1983. « Altitude effects on picloram disappearance in sunlight ». *Weed Science*, 31 : 315-317.
- JOHNSON, C. R. 1976. « Herbicide Toxicities in Some Australian Anurans and the Effect of Subacute Dosages on Temperature Tolerance ». *Zool. J. Linn. Soc.*, 59(1) : 79-83.
- JOHNSON, A. et B. M. BERTLISSON. 1982. « Formation of methyl nitrite in engines fuelled with gasoline and methanol/diesel ». *Env. Sci. & Technol.*, 16 : 106-110.

- JONES, P. W., R. D. GIAMMAR, P. E. STRUPP et T. B. STANFORD. 1976. « Efficient Collection of Polycyclic Organic Compounds from Combustion Engines ». *Env. Sci. & Technol.*, 10 : 806-810.
- JOTCHAM, J. R., D. W. SMITH et coll. 1989. « Comparative persistence and mobility of pyridine and phenoxy herbicides in soil ». *Weed Technology*, 3 : 155-161.
- JURY W. A., D. RUSSO, G. STREILE et H. E. ABD. (1990) « Evaluation of volatilization by organic chemicals residing below the soil surface ». *Water Resources Research*, 26 : 13-20.
- JURY W. A., W. F. SPENCER et W. J. FARMER. (1983) « Behavior assessment model for trace organics in soil: I. Model Description ». *Journal of Environmental Quality*, 12 : 558-564.
- KAVLOCK, R. J., R. D. SHORT jr. et N. CHERNOFF. 1987. « Futher evaluation of an in vivo teratology screen ». *Teratogenesis, Carcinogenesis*, 7 : 7-16.
- KAWAMURA, K., N. LAI-LING et I. KAPLAN. 1985. « Determiration of organic acids (C1-C10) in the atmosphere, motor exhausts, and engine oils ». *Env. Sci. & Technol.*, 19 : 1082-1086.
- KEISER, E. W., W. O. SIEGI, Y. I. HENIG, R. W. ANDERSON et F. H. TRINKER. 1991. « Effect of fuel structure on emissions from a spark-ignited engine ». *Env. Sci. & Technol.*, 25 : 2005-2012.
- KENAGA, E. E. 1969. « Tordon herbicides evaluation of safety to fish and birds ». *Down to Earth*, 25(1) : 5-9.
- KENNETH, F. L. et W. B. DEICHMANN. 1964. « The identification of nitro-olefins in the combustion products of hydrocarbons ». *Ind. Mer. & Surg.*, 27 : 375-377.
- KODAK CO. 1986. *Ergonomic design for people at work* – vol. 2.
- KREUTZWEISER, D. P., S. B. HOLMES et coll. 1994. « Influence of exposure duration on the toxicity of Triclopyr ester to fish and aquatic insects ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 26(1) : 124-129.
- KREUTZWEISER, D. P., D. G. THOMPSON et coll. 1995. « Field evaluation of triclopyr ester toxicity to fish ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 28 : 18-26.
- KREUTZWEISER, D. P., D. G. THOMPSON et coll. 1998. « Accumulation dynamics of triclopyr ester in aquatic leaf packs and effects on detritivorous insects ». *J. Environ. Qual.*, 27 : 1138-1147.
- KREUTZWEISER, D. P., S. B. HOLMES et D. J. BEHMET. 1992. « Effects of the herbicides hexazinone and triclopyr ester on aquatic insects ». *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 23(3) : 364-374.
- KRZYSZOWSKA, A. J., R. D. ALLEN et G. F. VANCE. 1994. « Assessment of the fate of two herbicides in a Wyoming rangeland soil: Column studies ». *Journal of Environmental Quality*, 23(5) : 1051-1058.
- KUHLMAN, M. R. et J. C. CHUANG. 1989. *Characterization of Chemicals on Engine Exhaust Particles*. Florida Air Force Engineering and Services Center, Tyndall Air Force Base. OMB n° 0704-0188.
- KUTSCHINSKI, A. H. et V. RILEY. 1969. « Residues in various tissues of steers fed 4-amino-3,5-trichloropicolinic acid ». *J. Agr. Food Chem.*, 17(2).
- LABRECQUE, J. et G. LAVOIE. 2002. *Les plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec*. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Direction du patrimoine écologique et du développement durable, Québec. 200 p.
- LAMBERT, M. 1991. *Programme de suivi environnemental des traitements de phytocides dans les emprises de lignes de transport. Deuxième partie : Suivi dans les petits fruits*. Service Santé environnementale, vice-présidence Environnement, Hydro-Québec. 14 p.

- LAMBERT, M. 1993. *Suivi des concentrations résiduelles de phytocides dans les petits fruits cueillis sous les lignes de transport d'énergie électrique en 1991*. Montréal, Qc, Vice-présidence Environnement, Hydro-Québec. 55 p.
- LAVY, T. L., F. W. ROETH et C. R. FENSTER. 1973. « Degradation of 2,4-D and atrazine at three soil depths in the fields ». *In J. Environ. Quality*, 2(1) : 132-137.
- LEE, C. H., P. C. OLOFFS et coll. 1986. « Persistence, degradation, and movement of triclopyr and its ethylene glycol butyl ether ester in a forest soil ». *J. Agric. Food Chem.*, 34 : 1075-1079.
- LEWER, P. et W. J. OWEN. 1990. « Selective action of the herbicide triclopyr ». *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 36(2) : 187-200.
- LIBICH, S., J. C. TO, R. FRANK et G. J. SIRONS. 1984. « Occupational Exposure of -Herbicide Applicators to Herbicides Used along Electric Power Transmission Line Right-of-way ». *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 45 : 56-62.
- LICKLY, T. D. et P. G. MURPHY. 1987. « The amount and identity of carbon-14 residues in bluegills *lepomis-macrochirus* exposed to carbon-14 triclopyr ». *Environment International*, 13(2) : 213-218.
- LOOS, M. A. 1975. P. C. Kearney et D. D. Kaufman. *Herbicides : Chemistry, Degradation, and Mode of Action*. Pesticide Degradation Laboratory, US Department of Agriculture, Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland, vol. 2 : 1-128.
- LUTTIK, R. et T. ALDENBERG. 1997. « Extrapolation factors for small samples of pesticide toxicity data: special focus on LD50 values for birds and mammals ». *Environmental Toxicology and Chemistry*, 16 : 1785-1788.
- MACDONALD, W. E, W. B. DEICHMANN et E. BERNAL. 1963. « Subacute effects of vapors of nitro-olefins upon experimental animals ». *Am. Ind. Hyg. Assoc.*, 24 : 539-540.
- MAJOR, M.-E. et D. MARCHAND. 2003. *Évaluation biomécanique et ergonomique d'un harnais pour les débroussailliers adapté à l'application d'un traitement biologique de la végétation*. AQHSST. Actes du congrès.
- MARTENS, D. A. et J. M. BREMNER. 1993. « Influence of herbicides on transformations of urea nitrogen in soil ». *Journal of Environmental Science and Health part B Pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes*, 28(4) : 377-395.
- MATTSSON, J. L., J. M. CHARLES et coll. 1997. « Single-dose and chronic dietary neurotoxicity screening studies on 2,4 dichlorophenoxyacetic acid in rats ». *Fundamental and Applied Toxicology*, 40(1) : 111-119.
- MAYER, L. M. et M. R. ELLERSIECK. 1986. *Manual of Acute Toxicity: Interpretation and Data Base for 410 Chemicals and 66 Species of Freshwater Animals*. Resour. Publ. No. 160, US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, DC. 505 p. (USGS Data File).
- MAYES, M. A., D. L. HOPKINS et coll. 1987. « Toxicity of picloram (4-amino-3,5,6-trichloropicolinic acid) to life stages of the rainbow trout ». *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 38 : 653-660.
- MAYEUX, H. S. jr, C. W. RICHARDSON, R. W. BOVEY, E. BURNETT, M. G. MERKLE et R. E. MEYER. 1984. « Dissipation of picloram in storm runoff ». *J. Environ. Qual.*, 13 : 44-49.
- MC CALL, P. J. et T. K. JEFFERIES. 1978. *Aerobic soil degradation of ¹⁴C-picloram*. Préparé et soumis par Dow Chemical USA. Task 1 : *Review and Evaluation of Individual Studies*. Task 2 : *Environmental Fate Assessment*. Picloram Final Report. Soumis à l'Environmental Protection Agency. 26 mai 1988. Rockville, MD. Dynamac Corporation.

- McCALL, P. J., S. A. VRONA et S. S. KELLEY. S.S. 1981. « Fate of uniformly carbon-14 in labeled 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid and 2,4-Dichlorophenoxy-acetic acid ». *J. Agric. Food Chem.*, 29 : 100-107.
- McCALL, P. J., D. A. LASKOWSKI et H. D. BIDLACK. 1988. « Simulation of the aquatic fate of triclopyr butoxyethyl ester and its predicted effects on Coho Salmon ». *Environmental Toxicology and Chemistry*, 7 : 517-527.
- MDDEP, 2002 http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/critere_d1.htm, consulté en septembre 2005.
- MENASSERI, S., W. C. KOSKINEN et P. Y. YEN. 2004. « Sorption of aged dicamba residues in soil ». *Pest Management Science*, 60(3) : 297-304.
- MERKLE, M.G., J. R. BAUR, R. W. BOVEY, R. E. MEYER et H. L. MORTON. 1968. *The Fate of Herbicides Used to Control Brush*. Brush Research in Texas.
- MERKLE, M.G., R. W. BOVEY et F. S. DAVIS. 1967. « Factors affecting the persistence of picloram in soil ». *Agron. J.*, 39 : 413-415.
- MILKS, D., C. W. SAVERY, G. L. STEINBERG et R. A. MATULA. 1971. *Studies and Analysis of Diesel Engine Odor Production*. Actes du deuxième International Clean Air Congress. New York. Academic Press : 695-701.
- MINEAU, P., A. BARIL et coll. 2001. « Pesticide acute toxicity reference values for birds ». *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 170 : 13-74.
- MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX DU QUÉBEC. 2002. *Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique pour la santé humaine*. Collection Orientations et interventions. 124 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (MRNF). 2005. *Espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec*. En ligne. www.fapaq.gouv.qc.ca.
- MISHRA, H. K. et A. B. PANDEY. 1989. « Toxicity of three herbicides to some nitrogen-fixing cyanobacteria ». *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 17 : 236-246.
- MOORE, T. 1999. *Summary of toxicology data, picloram, potassium salt*. California Environmental Protection Agency, Department of Pesticide Regulation, Medical Toxicology Branch : 11.
- MORATA, T. 2002. « Interaction between Noise and Asphyxiants: A Concern for Toxicology and Occupational Health ». *Toxicological Sciences*. 66 : 1-3.
- MORGAN, J.D., G. A. VIGERS, A. P. FARRELL, D. M. JANZ et J. F. MANVILLE. 1991. « Acute avoidance reactions and behavioral response of juvenile tainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to Garlon 4, Garlon 3A and Vision herbicides ». *Environmental Toxicology and Chemistry*, 10(1) : 73-79
- MORRISON, R. G., N. K. LOWNDS et coll. 1995. « Picloram uptake, translocation, and efficacy in relation to water status of Russian knapweed (*Acroptilon repens*) ». *Weed Science*, 43 : 34-39.
- MUIR, D. C. G. 1991. *Dissipation and transformation in water and sediment*. Chapitre 1. In Grover, R. et A. J. CESSNA (éd.). *Environmental Chemistry of Herbicides, vol. II*. CRC Press, Inc.
- MULLISON, W.R. 1985. « A Toxicological and Environmental Review of Picloram ». *Proc. West. Soc. Weed Sci.*, 38 : 21-168.
- NATIONAL CENTER FOR ENVIRONMENTAL ASSESSMENT. 2005. *The Inventory of Sources and Environmental Releases of Dioxin-Like Compounds in the United States: The Year 2000 Update*

- (External Review Draft, March 2005; EPA/600/p-03/002A
<http://www.epa.gov/ncea/pdfs/dioxin/2k-update/>, consulté en septembre 2005.
- NATURAM ENVIRONNEMENT INC. Décembre 1995. *Analyse des impacts possibles sur l'eau potable, de la coupe mécanique dans les zones tampons (HQ-15)*. Hydro-Québec.
- NATURAM ENVIRONNEMENT INC. Décembre 1997. *Évaluation du respect des zones tampons. Pulvérisation aérienne de phytocides avec système de guidage GPS. Travaux 1997*. Hydro-Québec.
- NATURAM ENVIRONNEMENT INC. Novembre 1998. *Évaluation du respect des zones tampons. Pulvérisation aérienne de phytocides avec système de guidage GPS. Travaux 1998*. Hydro-Québec.
- NATURAM ENVIRONNEMENT INC. Novembre 1999. *Évaluation du respect des zones tampons. Pulvérisation aérienne de phytocides avec système de guidage GPS. Travaux 1999*. Hydro-Québec.
- NATURAM ENVIRONNEMENT INC. Novembre 2000. *Évaluation du respect des zones tampons. Pulvérisation aérienne de phytocides avec système de guidage GPS. Travaux 2000*. Hydro-Québec.
- NATURAM ENVIRONNEMENT INC. Octobre 2002. *Évaluation du respect des zones tampons. Pulvérisation aérienne de phytocides avec système de guidage GPS. Travaux 2002*. Hydro-Québec.
- NATURAM ENVIRONNEMENT INC. Octobre 2004. *Évaluation du respect des zones tampons. Pulvérisation aérienne de phytocides avec système de guidage GPS. Travaux 2004*. Hydro-Québec.
- NATURAM ENVIRONNEMENT INC. Septembre 2001. *Évaluation du respect des zones tampons. Pulvérisation aérienne de phytocides avec système de guidage GPS. Travaux 2001*. Hydro-Québec.
- NATURAM ENVIRONNEMENT INC. Septembre 2003. *Évaluation du respect des zones tampons. Pulvérisation aérienne de phytocides avec système de guidage GPS. Travaux 2003*. Hydro-Québec.
- NEARY, D.G., J. E. DOUGLASS et W. FOX, W. 1984. *Water Quality and Nutrient Cycling Impacts of Using the Herbicide Tordon 10K in Preparing Scrub Hardwood for Conversion to White Pine (Pinus strobus L.). Task 1 : Review and Evaluation of Individual Studies. Task 2 : Environmental Fate Assessment*. Préparé par le USDA Forest Service et présenté par Dow Chemical Co. à la US Environmental Protection Agency. 26 mai 1988. Rockville, MD. Dynamac Corporation.
- NELIGAN, R. E. 1971. *A Comparison between the Hydrocarbons of Automobile Exhaust and those Found in the Los Angeles Atmosphere*. Présenté à la Joint Research Conference on Motor Vehicle Emissions and their Effects. Le 5 décembre 1965. Los Angeles (Californie).
- NEWMASER, S. G., F. BELL F. W. et coll. 1999. « The effects of glyphosate and triclopyr on common bryophytes and lichens in northwestern Ontario ». *Canadian Journal of Forest Research*, 29 : 1101-1111.
- NEWTON, D. L., M. D. ERIKSSON, K. B. TOMER, E. D. PELLIZZARI, P. GENTRY et R. B. ZWELDINGER. 1982. « Identification of nitroaromatics in diesel exhaust particulates using gas chromatography / negative ion chemical ionization mass spectrometry and other techniques ». *Env. Sci. & Technol.*, 16 : 206-213.

- NEWTON, M. et F. N. DOST. 1981. *Environmental Effects of Vegetation Management Practices on DNR Forest Lands, Draft*. Olympia, Washington, Washington Department of Natural Resources.
- NILSSON, C., LINDHAL R., NORSTROM A. 1987. *Occupational exposure to chain saw exhausts in logging operations*. American Industrial Hygiene Association. AIHA Journal 48 :99-105.
- NORRIS, L.A. 1975. *Dicamba residues in streams after forest spraying*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 13(1) : 1-8.
- NORRIS, L. A. 1981. « The movement, persistence, and fate of the phenoxy herbicides and TCDD in the forest ». *Residue Reviews*, 80 : 66-135.
- NPIC (NATIONAL PESTICIDE INFORMATION CENTER). 2002. *Dicamba (Technical Fact Sheet)*. Corvallis, OR, Oregon State University : 6, <http://npic.orst.edu/>, consulté en juin 2005.
- OAKES, D. J., W. S. WEBSTER et coll. 2002. « Testicular changes induced by chronic exposure to the herbicide formulation, Tordon 75D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid and picloram) in rats ». *Reproductive Toxicology*, 16 : 281-289.
- OFFICE OF PESTICIDE PROGRAMS. 2000. Base de données Ecotox de la US EPA WWW.EPA.GOV/ECOTOX/, consulté en juin 2005.
- OGRAM, A. V., R. E. JESSUP, L. T. OU et P. S. C. RAO. 1985. « Effects of sorption on biological degradation rates of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid in soils ». *Appl. Environ. Microbiol.*, 49 : 582-587.
- OKAY, O. S. et A. GAINES. 1996. « Toxicity of 2,4-D acid to phytoplankton ». *Water Research*, 30 : 688-696.
- OLIVER, G. et E. BJERKE. 1987. *Update on Field Leaching Study for Grazon P+L Herbicide. Task 1 : Review and Evaluation of Individual Studies. Task 2 : Environmental Fate Assessment. Picloram Final Report*. Étude non-publiée préparée par Dow Chemical et présentée à la US Environmental Protection Agency. 26 mai 1988. Rockville, MD., Dynamac Corporation.
- OLIVER, G., BJERKE, E. et GANTZ, R. 1986. *Field Dissipation and Leaching Study for Grazon P+L Herbicide. Task 1 : Review and Evaluation of Individual Studies. Task 2 : Environmental Fate Assessment. Picloram Final Report*. Étude non-publiée préparée par Dow Chemical et présentée à la US Environmental Protection Agency. 26 mai 1988. Rockville, MD., Dynamac Corporation.
- OMS (ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ). 1984. *Environmental Health Criteria 29. 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)*. Document publié avec le parrainage conjoint du Programme des Nations Unies pour l'environnement, de l'Organisation Internationale du Travail et de l'Organisation mondiale de la santé, Genève.
- OMS (ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ). 1989. *Environmental Health Criteria 84. 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) – Environmental Aspects*. Document publié avec le parrainage conjoint du Programme des Nations Unies pour l'environnement, de l'Organisation Internationale du Travail et de l'Organisation mondiale de la santé.
- OMS/PISCC. 1984. *Environmental Health Criteria n° 29, 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)*. ISBN 92 4 154089 3. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc29.htm>, consulté en septembre 2005.
- OMS/PISCC, 1989a. *Environmental Health Criteria n° 84, 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) - Environmental aspects*. ISBN 92 4 154284 5. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc84.htm>, consulté en septembre 2005.

- OMS/PISCC. 1989b. *Environmental Health Criteria n° 88, polychlorinated dibenzo-para-dioxins and dibenzofurans*. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc88.htm>, consulté en septembre 2005.
- OPPT (OFFICE OF POLLUTION PREVENTION AND TOXICS). 1998. 8(e) *TRIAGE Chemical Studies Database, USEPA*. http://www.epa.gov/docs/8e_triag/index.html, consulté en septembre 2005.
- ORME, S. et S. KEGLEY. 2004b. *Kerosene : PAN Pesticides Database - Chemicals, Pesticide Action Network, North America*. http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC32980, consulté en septembre 2005.
- ORME, S. et S. KEGLEY. 2004a. *Triisopropanolamine : PAN Pesticides Database - Chemicals, Pesticide Action Network, North America*. http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC34665 consulté en août 2005.
- OU, L.-T., D. F. WHEELER et J. M. DAVIDSON. 1978. « The Effect of High 2,4-D Concentrations on Degradation and Carbon Dioxide Evolution in Soils ». *J. Environ. Qual.*, 7 : 241-246.
- PARKER, L.W. et K. G. DOXTADER. 1982. « Kinetics of microbial decomposition of 2,4-D in soil : Effects of herbicide concentration ». *J. Environ. Qual.*, 11 : 670-684.
- PATTERSON, D. J. et N. A. HENEIN. 1973. *Emissions from Combustion Engines and their Control*. Ann Arbor Science Publishers Inc.
- PELLETIER, É. 1994. *Dosimétrie de bruit chez les travailleurs utilisant des débroussailleuses pour l'entretien des emprises de lignes*. Hydro-Québec.
- PENIUK, M.G., M. L. ROMANO et J. C. HALL. 1993. « Physiological investigations into the resistance of a wild mustard (*Sinapsis arvensis* L.) biotype to auxinic herbicides ». *Weed Research*, 33(6) : 431-440.
- PERKINS, P. J., H. J. BOERMANS et G. R. Stephenson. 2000. « Toxicity of glyphosate and triclopyr using the frog embryo teratogenesis assay – *Xenopus* ». *Environmental toxicology and chemistry*, 19(4) : 940-945.
- PETERSON, H. G., C. BOUTIN et coll. 1994. « Aquatic phyto-toxicity of 23 pesticides applied at expected environmental concentrations (EEC) ». *Aquatic Toxicology*, 28 : 275-292.
- PETERSON, J. L., P. C. JEPSON et J. J. JENKINS. 2001. « A test system to evaluate the susceptibility of Oregon, USA, Native stream invertebrates to triclopyr and carbaryl ». *Environmental toxicology and chemistry*, 20(10) : 2205-2214.
- PETTY, D. G., K. D. GETSINGER et K. B. WOODBURN. 2003. « A review of the aquatic environmental fate of triclopyr and its major metabolites ». *Journal of aquatic plant management*, 41 : 69-75.
- PETTY, D. G., J. G. SKOGERBOE, K. D. GETSINGER, D. R. FOSTER, B. A. HOUTMAN, J. F. FAIRCHILD et L. W. ANDERSON. 2001. « The aquatic fate of triclopyr in whole-pond treatments ». *Pest management science*, 57(9) : 764-775.
- PHANEUF, D. et O. SAMUEL. 1992. *Stratégie d'intervention en santé et sécurité pour les travaux de dégagement manuel de la régénération à l'aide de la scie à chaîne ou de la débroussailleuse*. Centre de toxicologie du Québec.
- PHANEUF, D. et O. SAMUEL. 1994. *Évaluation du risque toxicologique associé au dégagement manuel des plantations*. Produit par le Centre de toxicologie du Québec pour le ministère des Ressources naturelles du Québec.

- PITTS, J. N. JR, J. A. SWEETMAN, B. ZIELINSKA, R. ATKINSON, I. M. WINER et W. P. HARGER. 1985. « Formation of nitroarenes from the reaction of polycyclic aromatic hydrocarbons with dinitrogen pentaoxide ». *Env. Sci. & Technol.*, 19 : 1115-1121.
- POTTER, D. A., M. C. BUXTON et coll. 1990. « Toxicity of pesticides to earthworms (Oligochaeta : Lumbricidae) and effect on thatch degradation in Kentucky bluegrass turf ». *J. Econ. Entomol.*, 83(6) : 2362-2369.
- PRESCOTT, J. ET P. RICHARD. 1996. *Mammifères du Québec et de l'Est du Canada*. Guide nature Quintin, Waterloo. 399 p.
- PRIEDE, T, D. ANDERTON, J. DIXON, E. C. CROVER et N. LALOR. 1984. « Evolution and design principles of low noise, lightweight engines ». *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, : 121-134.
- PROGRAM, N. T. (1986). *Toxicology and carcinogenesis studies of marine diesel fuel and JP-5 navy fuel in B6C3F1 mice (Dermal studies)*. Research Triangle Park, NC, US Dept. of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health : 208.
http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/LT_rpts/tr310.pdf, consulté en septembre 2005.
- RAMANAND, K., A. NAGARAJAN et J. M. SUFLITA. 1993. « Reductive dechlorination of the nitrogen heterocyclic herbicide picloram ». *Applied and Environmental Microbiology*, 59(7) : 2251-2256.
- REDEMAN, C. T. 1966. *Photodecomposition Rate Studies of 4-Amino-3,5,6-Trichloropicolinic Acid. Task 1 : Review and Evaluation of Individual Studies. Task 2 : Environmental Fate Assessment. Picloram Final Report*. Préparée par Dow Chemical Company, Walnut Creek, CA et présentée à la US Environmental Protection Agency. 26 mai 1988. Rockville, MD, Dynamac Corporation.
- REINERT, K. H., et J. H. RODGERS. 1987. « Fate and persistence of aquatic herbicides ». *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 98 : 74-78.
- RENOUX, A. et J.-P. TRÉPANIÉ. 2005. *Évaluation des risques écotoxicologiques liés à la pulvérisation aérienne de phytocides*. Rapport préliminaire présenté à la direction – Expertise et support technique de transport d'Hydro-Québec TransÉnergie par Sanexen. 301 p.
- RITTER, W. F., A. E. M. CHRINSIDE et R. W. SCARBOROUGH. 1996. « Leaching of dicamba in coastal plain soil ». *Journal of Environmental Science and Health. Part A, Environmental Science and Engineering and Toxic and Hazardous Substance Control*, 31(3) : 505-517.
- ROBERTS, D. 2000. *A pilot project: physiological programs for the reduction of occupational injury and illness, and productivity enhancement in tree-planters*. Selkirk College, Colombie-Britannique.
- ROBERTS, N. et coll. 1983. *The acute oral toxicity (LD₅₀) and neurotoxic effects of dicamba in the domestic hen. #VCL 24/8355*. Étude non publiée, mais citée dans Durkin & Bosch, 2004.
- ROSHON, R. D., J. H. MCCANN, D. G. THOMPSON et G. R. STEPHENSON. 1999. « Effects of seven forestry management herbicides on *Myriophyllum sibiricum*, as compared with other nontarget aquatic organisms ». *Canadian Journal of Forest Research*, 29(7) : 1158-1169.
- SAINT-LAURENT, D. et C. BLAISE. 1992. « Comparative assessment of herbicide phytotoxicity to *Selenastrum capricornutum* using microplate and flask bioassay procedures ». *Environmental Toxicology and Water Quality*, 7 : 35-48.
- SANDERS. 1969. *Toxicity of Pesticides to the Crustacean Gammarus lacustris*. Tech. Pap. No.25, Bur. Sports Fish. Wildl., Fish Wildl. Serv., USD.I., Washington, D.C., 18 p.

- SANEXEN. 2002. *TerraSys 1.0 – Manuel de référence*. Sanexen Services environnementaux inc. 412 p. (accessible à www.sanexen.com)
- SANTÉ CANADA. 1991. *Recommandations pour la qualité de l'eau potable - Documentation à l'appui*. L'acide 2,4-Dichlorophénoxyacétique : 12.
- SAR, T. K., B. BAGCHI, S. K. DAS, T. K. MANDAL, T.K., CHAKRABORTY, A. K., A. BHATTACHARYYA et A. CHOUDHURY. 2002. « Toxicokinetics, recovery, and metabolism of triclopyr butyl (ACTP) ester in goats ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(15) : 4202-4209.
- SARIKAYA, R. and M. YILMAZ. 2003. « Investigation of acute toxicity and the effect of 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid) herbicide on the behavior of the common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758; Pisces, Cyprinidae) ». *Chemosphere*, 52 : 195-201.
- SCHLIEBE, K. A., O. C. BURNSIDE et T. L. Lavy. 1965. « Dissipation of Amiben ». *Weeds*, 13 : 321.
- SCHRODER, P. M. et P. J. STAPLETON. 1992. « Reduction in the seed reserve of subterranean clover following the application of 2,4-D amine, dicamba, dicamba plus MCPA amine or glyphosate in spring ». *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 32(6) : 701-706.
- SCHUETZLE, D. R. ATKINSON, S. M. ASCHMANN, J. AREY et B. ZIELINSKA. 1989. « Gas-phase atmospheric chemistry of 1- and 2-Nitroaphtalene and 1,4-Naphtoquinone ». *Atmospheric Environment*, 23 : 2679-2690.
- SCHULTZ, D. P. 1973. « Dynamics of a salt of (2,4-Dichlorophenoxy) acetic acid in fish, water, and hydrosol ». *J. Agric. Food Chem.*, 21 : 186-192.
- SCHULZE, G. E. et J. A. DOUGHERTY. 1988. « Neurobehavioral Toxicity and Tolerance to the Herbicide 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid-n-butyl Ester (2,4-D ester) ». *Fundamental and Applied Toxicology*, 10 : 413-424.
- SCHUYTEMA, G. S., A. V. NEBEKER et W. L. GRIFFIS. 1994. « Effects of dietary exposure to forest pesticides on the brown garden snail *Helix aspersa* Mueller ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 26(1) : 23-28.
- SCHWETZ, B.A., SPARSCHU, G.L. et GEHRING, P.J. 1971. « The effect of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) and esters of 2,4-D on rat embryonal, foetal and neonata growth and development ». *Fd. Cosmet. Toxicol.*, 9 : 801-817.
- SCIFRES, C. J. et T. J. ALLEN. 1973. « Dissipation of dicamba from grassland soils of Texas ». *Weed Science*, 21(5) : 393-396.
- SCIFRES, C. J., R. R. HAHN, J. DIAZ-COLON et M. G. MERKLE. 1971. « Picloram persistence in semiarid rangeland soil and water ». *Weed Science*, 19 : 381-384.
- SÉGUIN, C. 1987. *Synthèse des études de cheminement et de persistance des phytocides dans les emprises de lignes de transport d'énergie électrique de 1979 à 1986*. Hydro-Québec, direction Environnement. Vol 1 : 92 p. Vol. 2 (ann.) : 380 p.
- SEIZINGER, D. E. et B. DIMITRADES. 1972. « Oxygenates in exhaust from simple hydrocarbon fuels ». *J. Air Poll. Control Assoc.*, 22 : 47-51.
- SERA (SYRACUSE ENVIRONMENTAL RESEARCH ASSOCIATES INC.) et SYRACUSE RESEARCH CORPORATION. 1995. *Vanquish. Risk Assessment. Final Draft*. Fayetteville, New York, USDA, Forest Service. 93 p.
- SERA. 1998. *2,4-Dichlorophenoxyacetic acid Formulations - Human Health and Ecological Risk Assessment. Final Report*. Fayetteville, New York, USDA, Forest Service : SERA TR 95-21-09-01d. 241 p.

- SERA. 2001. *2,4-D – EXCEL Worksheets for Human Health and Ecological Risk Assessments. v2.03c*. Syracuse Environmental Research Associates Inc. (SERA) pour le USDA, Forest Service, Fayetteville, New York. Mises à jour le 31 mars 2003. SERA EXWS 01-43-07-05a.
- SILTANEN, H., C. ROSENBERG, M. RAATIKAINEN et T. RAATIKAINEN. 1981. « Triclopyr, glyphosate and phenoxyherbicide residues in cowberries, bilberries and lichen ». *Bull. Environm. Contam. Toxicol.*, 27 : 731-737.
- SMITH, A. E. 1973a. « Transformation of dicamba in Regina heavy clay ». *J. Agric. Food Chem.*, 21(4) : 708-710.
- SMITH, A. E. 1973b. « Degradation of dicamba in prairie soils ». *Weeds Res.*, 13(4) : 373-378.
- SMITH, A. E. 1974. « Breakdown of the herbicide dicamba and its degradation product 3,6-dichlorosalicylic acid in prairie soils ». *J. Agric. Food Chem.*, 22(4) : 601-605.
- SMITH, A. E. 1985. « Identification of 2,4-Dichloroanisole and 2,4-Dichloro-phenol as soil degradation products of ring-labeled (14C) 2,4-D ». *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 34 : 150.
- SMITH, A. E. et D. R. CULLIMORE. 1975. « Microbiological degradation of the herbicide dicamba in moist soils at different temperatures ». *Weed Res.*, 15 : 59-62.
- SMITH, A. E. et D. C. G. MUIR. 1984. « Determination of extractable and nonextractable radioactivity from small field plots 45 and 95 weeks after treatment with (14C)dicamba, (2,4-Dichloro(14C)phenoxy) acetic acid, (14C) triallate, and (14C) trifluralin ». *J. Agric. Food Chem.*, 32 : 588.
- SMITH, F. A., R. J. NOLAN, E. A. HERMANN et J. C. RAMSEY. 1980. « Pharmacokinetics of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid in Fisher 344 rats ». Rapport de R et D. Dow Chemical USA.
- SPAIN, J. C. et P. A. VAN VELD. 1983. « Adaptation of natural microbial communities to degradation of xenobiotic compounds: Effects of concentration, exposure time, inoculum, and chemical structure ». *Appl. Environ. Microbiol.*, 45 : 428-435.
- STARK, J. D. et W. K. WALTHALL. 2003. « Agricultural adjuvants: Acute mortality and effects on population growth rate of *Daphnia pulex* after chronic exposure ». *Environmental Toxicology and Chemistry*, 22(12) : 3056-3061.
- STARKMAN, E. S. 1971. *Combustion Generated Air Pollution*. New York, Plenum Press.
- STEDMAN, D. H. 1989. « Automobile carbon monoxide emission ». *Env. Sci. & Technol.*, 23 : 147-148.
- STERLING, T. M. et H. S. JOCHEM. 1995. « Uptake, translocation and metabolism of picloram and metasulfuron methyl by two locoweed species ». *Weed Science*, 43(1) : 13-17.
- STERLING, T. M. et N. K. LOWNDS. 1992. « Picloram absorption by broom snakeweed (*Gutierrezia sarothrae*) leaf tissue ». *Weed Science*, 40 : 390-394.
- STERN, A. C. 1968. *Air Pollution, vol. 1*. New York, Academic Press.
- STERN, A. C. 1976. *Air Pollutants, their Transformations and Transport*. New York, Academic Press.
- SUZUKI, H. K. 1978. *Dissipation of Banvel in combination with other herbicides two soil types*. Étude présentée par Velsicol Chemical Co., Chicago, IN.
- TCEQ (TEXAS COMMISSION ON ENVIRONMENTAL QUALITY). 2003. *Effects Screening Levels (Air), Government of the State of Texas, USA*.
<http://www.tceq.state.tx.us/implementation/tox/esl/list/ESL2003.html>, consulté en août 2005.

- THOMPSON, D. G., D. P. KREUTZWEISER et coll. 1995. « Fate and effects of triclopyr ester in a first-order forest stream ». *Environmental Toxicology and Chemistry*, 14(8) : 1307-1317.
- THOMPSON, D. G., B. STAZNIK, D. D. FONTAINE, T. MACKAY, G. R. OLIVER et J. TROTH. 1991. « Fate of triclopyr ester release in a boreal forest stream ». *Environmental Toxicology and Chemistry*, 10(5) : 619-632.
- TIMCHALK, C., D. R. FINCO et J. F. QUAST. 1997a. « Evaluation of renal function in rhesus monkeys and comparison to beagle dogs following oral administration of the organic acid triclopyr (3,5,6-trichloro-2-pyridinyloxyacetic acid) ». *Fundamental and Applied Toxicology*, 36(1) : 47-53.
- TRESCOTT, E. J., J. F. RICHERT, E. C. CLEARY, R. LACOURSE et R. GORSE JR. 1986. « 1-Nitropyrene in used diesel engine oil ». *J. Air Poll. Control Assoc.*, 36 : 1255-1256.
- TRICHELL, D. W., H. L. MORTON et M. G. MERKLE. 1968. « Loss of Herbicides in Runoff Water ». *Weed Science*, 16, 447.
- TU, C. M. 1994. « Effects of herbicides and fumigants on microbial activities in soil ». *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 53 : 12-17.
- TURGUT, C. et A. FOMIN. 2002. « Sensitivity of the rooted macrophyte *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdcourt to seventeen pesticides determined on the basis of EC₅₀ ». *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 69 : 601-608.
- US DHHS (UNITED STATES DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES). 1990. *Toxicological Profile for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*. Rapport TP-90-20. Clement International Corporation Contract n° 205-88-0608.
- US EPA (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). 1984a. *Health Effects Assessment for Benzene*. Rapport ECAO-CIN-HO37.
- US EPA. 1984b. *Health Effects Assessment for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH)*. Rapport ECAO-CIN-HO13.
- US EPA. 1988. *Summary of Results of Studies Submitted in Support of the Registration of Picloram*. Washington, DC.
- US EPA. 1995. *Reregistration Eligibility Decision (RED): Picloram, List A, Case 0096*. Research Triangle Park, NC, Special Review and Reregistration Division, Office of Pesticide Programs, US Environmental Protection Agency : 180.
- US EPA. 1998a. *Reregistration Eligibility Decision (RED): Triclopyr, List B, Case 2710*. Special Review and Reregistration Division, Office of Pesticide Programs, US Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. October 1998. EPA-738-R98-011 (7508C). 285p.
- US EPA, 1998b. *Notice of filing a pesticide petitions*. Federal Register : February 25, 1998, 63(37). <http://www.epa.gov/epa-pest/1998/february/day-25/p4803.htm>.
- US EPA, 2000a. *Exposure and human health reassessment of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) and related compounds. Part I: Estimating exposure to dioxin-like compounds. Volume 2: Sources of dioxin-like compounds in the United States*. Rapport final.
- US EPA, 2000b. *Notice of filing a pesticide petition to establish a tolerance for a certain pesticide chemical in or on food*. Federal Register : December 6, 2000 (Volume 65, Number 235). <http://www.epa.gov/epa-pest/2000/december/day-06/p31057.htm>
- US EPA, 2001. *Notice of filing a pesticide petition to establish a tolerance for a certain pesticide chemical in or on food*. Federal Register : December 21, 2001, 66(246). <http://www.epa.gov/epa-pest/2001/december/day-21/p31494.htm>.

- US EPA. 2002. IRIS: *Integrated risk information system - Picloram* (CASRN 1918-02-1), United States Environmental Protection Agency.
- US EPA. 2004. *Environmental Fate and Effects Division's Risk Assessment for the Reregistration Eligibility Document for 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D)*: 648. Office of Pesticide Programs, Reregistration. 28/10/2004. <http://docket.epa.gov/edkpub/do/EDKStaffCollectionDetailView?objectId=0b0007d4802a593c&docIndex=3> consulté en juillet 2005.
- US EPA. 2005a. *Reregistration Eligibility Decision (RED): 2,4-D*. List A, Case 0073. Research Triangle Park, NC., Special Review and Reregistration Division, Office of Pesticide Programs, US Environmental Protection Agency.: EPA-738-R05-002 (7508C). 304 p.
- US EPA 2005b. *2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D); Notice of filing a pesticide petition to establish a tolerance for a certain pesticide chemical in or on food*. Federal Register : April 13, 2005, 70(70). <http://www.epa.gov/epa-pest/>
- USDA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE). 1984. *Pesticide Background Statements. Vol. I: Herbicides. Forest Service*. Washington, DC,10-7.
- USDA. 1988. *Final Environmental Impact Statement. Vegetation Management in the Coastal Plain/Piedmont. Vol II : Appendices*. Management Bulletin n° R8-MB-23. Forest Service. Préparé par Labat-Anderson Inc. Arlington, Virginia. 440 p.
- USDE (UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY). 1983. *Transmission Facilities Vegetation Management Program*. Final Environmental Impact Statement, Bonneville Power Administration, DOE/EIS-0097-F, Appendices. US Department of Energy.
- VARDIA, H. K., P. S. RAO et V. S. DURVE. 1984. « Sensitivity of Toad Larvae to 2,4-D and Endosulfan Pesticides ». *Arch.Hydrobiol.*, 100(3) :395-400.
- VARFALVY, L. Avril 1977. *Phytolise des nitro-oléfinés conjugués dans une atmosphère urbaine*. Thèse de doctorat. Faculté de médecine, Université de Montréal, Hygiène des milieux.
- VARFALVY, L. 1988. *Programme d'épandage aérien de phytocides dans la région Manicouagan. Addendum : Inclusion du Tordon® 101. Étude d'Impact : Analyse environnementale*. Service Recherches en environnement et santé publique, vice-présidence – Environnement, Hydro-Québec, septembre 1988. 58 p. Non publié.
- VOGH, J. W. 19689. « Nature of odor components in diesel exhaust ». *J. Air Poll. Control Assoc.*, 9 : 773-777.
- VOOS, G. et P. M. GROFFMAN. 1997. « Relationships between microbial biomass and dissipation of 2,4-D and dicamba in soil ». *Biology and Fertility of soils*, 24(1) :106-110.
- WALKER, S. R., V. A. OSTEN, D. W. LACK et L. BROOM. 1992. « The responses of sorghum and sunflowers to 2,4-D and Dicamba residues in clay soils in the Central Queensland ». *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 32(2) : 183-187.
- WANG, Y. S., C. G. JAW et Y. L. CHEN. 1994. « Accumulation of 2,4-D and glyphosate in fish and water hyacinth ». *Water Air Soil Pollut.*, 74(3/4) : 397-403.
- WARE, G. W. 1988. « The microbial degradation of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid in soil ». *Reviews of Environ. Contam. and Toxicol.*, 101 : 1-53.
- WASSENBERGER, J., J. L. RADOMSKI et W. DEICHMANN. 1970. « Nitro-olefins. Combustion products of hydrocarbons III. 3-Nitro-2-Methyl-2-Butene, a combustion product of 2-Methyl-2-Butene ». *Ind. Med.*, 39 : 49-52.

- WASTERLAND, D. 1998. « A review of heat stress research with application to forestry ». *Applied Ergonomics*, 29(3) : 179-183.
- WATSON, V. J., P. M. RICE et E. C. MONNIG. 1989. « Environmental fate of picloram used for roadside weed control ». *J. Environ. Qual.*, 18 : 198-205.
- WAUCHOPE, R. D. et A. N. SHARPLEY. 1984. « Nonpoint pollution of surface waters by chemicals : Kinetic aspects of desorption of pollutants by runoff water ». *Weed Sci. Soc. Am. Abstr.*, p. 47.
- WEIDNER, C. W. 1974. *Degradation in Ground Water and Mobility of Herbicides*. Washington, D.C., Office of Water Research and Technology, US Environmental Protection Agency.
- WELP, G. et G. W. BRÜMMER. 1999. « Effects of organic pollutants on soil microbial activity: the influence of sorption, solubility and speciation ». *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 43 : 83-90.
- WHITACRE, P. M., L. I. DIAZ et P. SHNUR. 1976. *Metabolism of ¹⁴C-Dicamba*. Rapport présenté par submitted by Velsicol Chemical Corp., Chicago, IL. Dicamba Registration Standard. Office of Pesticides and Toxic Substances, US Environmental Protection Agency.
- WHITE, A. W., L. E. ASMUSSEN, E. W. HAUSER et J. W. TURNBULL. 1976. « Loss of 2,4-D in runoff from plots receiving simulated rainfall and from a small agricultural watershed ». *J. Environ. Qual.*, 5 : 487.
- WILSON R. G. Jr. et H. H. CHENG. 1976. « Breakdown and Movement of 2,4-D in the soil under Field Conditions ». *Weed Science*, 24(5) : 461-466.
- WOODBURN, K. B., W. R. GREEN et coll. 1993. « Aquatic dissipation of triclopyr in lake Seminole, Georgia ». *J. Agric. Food Chem.*, 41 : 2172-2177.
- WOODBURN, K. B., D. D. FONTAINE et E. L. BJERKE. 1986. *The Photolysis of Picloram Indilute Aqueous Solution. Task 1 : Review and Evaluation of Individual Studies. Task 2 : Environmental Fate Assessment. Picloram Final Report*. Étude non-publiée, préparée par Dow Chemical et présentée à la Environmental Protection Agency. 26 mai 1988. Rockville, MD, Dynamac Corporation.
- WRI/IIED/PNUE (WORLD RESOURCE INSTITUTE/INTERNATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL DEVELOPMENT/PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT). 1990. *World Resources 1990-91. A Guide to the Global Environment*. New York, Oxford University Press.
- WRI/IIED/PNUE. 1988. *World Resources 1988-89*. Library of Congress International Standard. Serial Number 0887-0403.
- WSSA (WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA). 1989. *Herbicide Handbook*. 6^e édition : 88-91.
- YADAVA, N. K., S. S. PAHUJA, et A. BHATNAGAR. 1993. « Toxicity of Herbicides on Fingerlings (Labeo rohita Hamilton) and Weeds in Pond ». *Proc. Int. Symp. Indian Soc. of Weed Science*, 18-20 novembre, Hisar, India, 3 : 250-253.
- YU, C. C., D. J. HANSEN et G. M. BOOTH. 1975. « Fate of dicamba in a model ecosystem ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 13(3) : 280-283.
- ZEPP, R. G., N. L. WOLFE, J. A. GORDON et G. L. BAUGHMAN. 1975. « Dynamics of 2,4-D esters in surface waters, hydrolysis, photolysis, and vaporization ». *Environ. Sci. Technol.*, 9 : 1144-1149.