

1996

Les pesticides en milieu de travail

René Garneau
Université de Montréal

Nicole Goyer
IRSST

Suivez ce contenu et d'autres travaux à l'adresse suivante: <https://pharesst.irsst.qc.ca/expertises-revues>

Citation recommandée

Garneau, R. et Goyer, N. (1996). *Les pesticides en milieu de travail* (Rapport n° B-050). IRSST.

Ce document vous est proposé en libre accès et gratuitement par PhareSST. Il a été accepté pour inclusion dans États de la question, rapports d'expertise et revues de littérature par un administrateur autorisé de PhareSST. Pour plus d'informations, veuillez contacter pharesst@irsst.qc.ca.

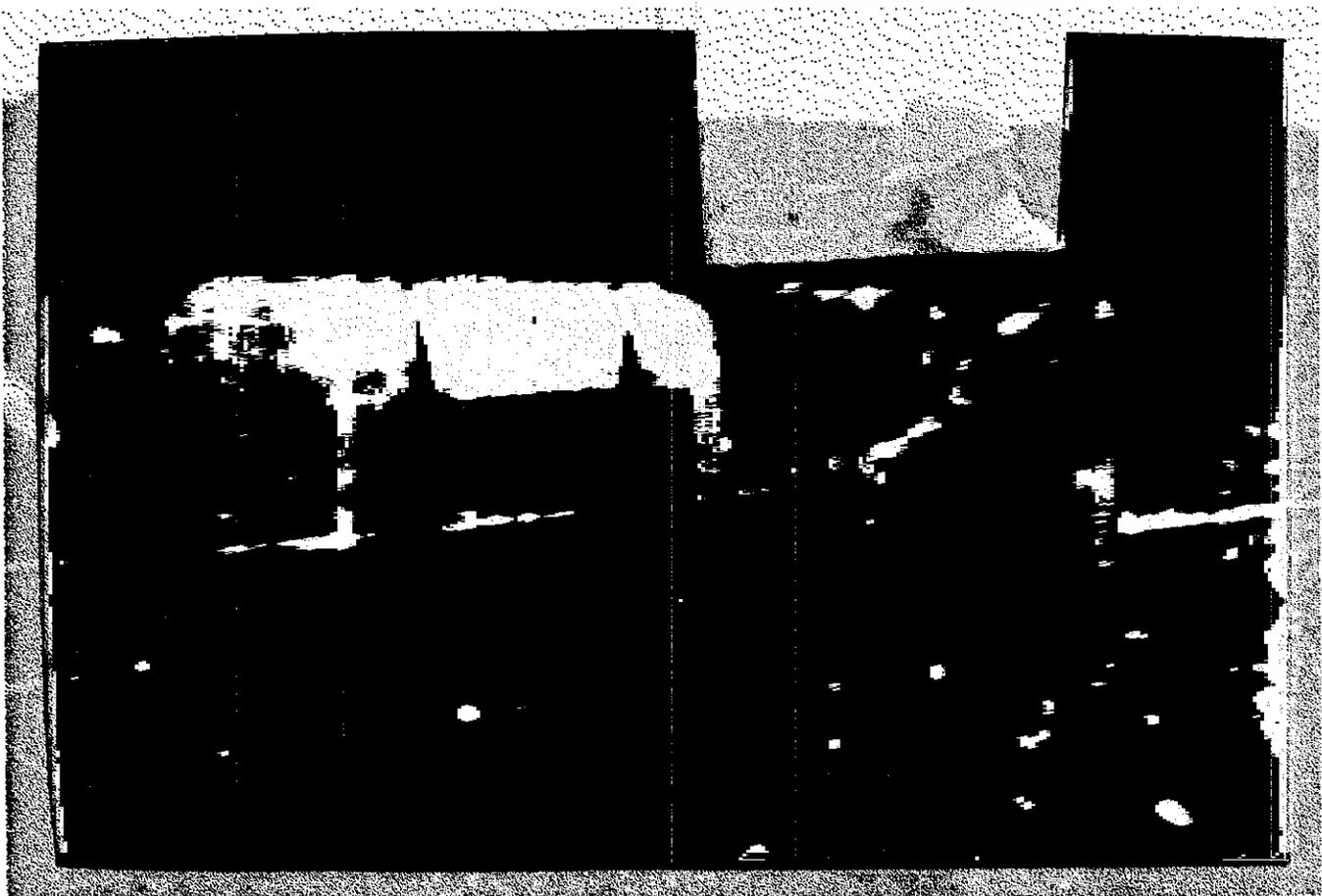
**Les pesticides
en milieu de travail**

René Garneau
Nicole Goyer

**BILANS DE
CONNAISSANCES**

Décembre 1996 8-050

RAPPORT



IRSST
Institut de recherche
en santé et en sécurité
du travail du Québec

La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1 551
Télécopieur: (514) 288-7636
Site internet : www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec,

**Les pesticides
en milieu de travail**

René Garneau

Nicole Goyer

Programme soutien analytique, IRSST

**BILANS DE
COMMISSAIRES**

RAPPORT

Table des matières

Page

Avant-propos	1
Résumé : Éléments stratégiques pour l'évaluation d'un milieu de travail utilisant des pesticides	3
1. Connaissance des pesticides utilisés	3
2. Identification des étapes et situations à risque	3
3. Estimation de l'exposition	4
4. Prévention	4
PARTIE 1 - ÉLÉMENTS LÉGISLATIFS ET RÉGLEMENTAIRES	5
1.1 INTRODUCTION	5
1.2 GOUVERNEMENT FÉDÉRAL	5
1.2.1 Définitions	5
1.2.2 Loi et Règlement sur les produits antiparasitaires	5
1.2.3 Principaux rôles et responsabilités du gouvernement	8
1.2.4 Comité fédéral-provincial-territorial	8
1.2.5 Bureau des méthodes alternatives (BMA)	8
1.2.6 Autres lois	8
1.2.7 Autres règlements et directives	9
1.3 GOUVERNEMENT DU QUÉBEC	10
1.3.1 Lois et règlements du Québec	10
1.3.2 Permis et certificats de qualification requis	11
1.3.3 Certification d'autorisation requis	12
1.3.4 Code de gestion	13
1.3.5 Autres règlements	15
1.4 RÉGLEMENTATION MUNICIPALE	15
1.4.1 Extermination	15
1.4.2 Entretien paysager	16
PARTIE 2 - UTILISATIONS	17
2.1 INTRODUCTION	17
2.2 MILIEU AGRICOLE	19
2.3 SECTEUR INDUSTRIEL	22
2.4 MILIEU FORESTIER	22
2.4.1 Travaux sylvicoles	23
2.4.2 Protection des forêts contre les insectes et les maladies	23
2.5 ENTRETIEN PAYSAGER	24
2.6 EXTERMINATION	24
2.7 DIVERS	25

PARTIE 3 - SYSTÈMES EMPLOYÉS POUR LA PRÉPARATION ET L'APPLICATION	26
3.1 INTRODUCTION	26
3.2 SYSTÈMES EMPLOYÉS POUR LE MÉLANGE ET LE CHARGEMENT	26
3.3 SYSTÈMES ET TECHNIQUES D'APPLICATION	26
3.3.1 Pulvérisation	27
3.3.2 Épandage de solides	31
3.3.3 Fumigation	33
3.3.4 Injection	34
3.4 SYSTÈMES EMPLOYÉS DANS LES PRINCIPAUX MILIEUX D'UTILISATION	34
3.4.1 Milieu agricole	34
3.4.2 Milieu forestier	36
3.4.3 Extermination	36
3.4.4 Entretien paysager	37
PARTIE 4 - MILIEUX À RISQUES ET ÉVALUATION DE L'EXPOSITION	38
4.1 INTRODUCTION	38
4.2 MESURE D'EXPOSITION	38
4.3 SOURCES D'EXPOSITION	40
4.4 PROFIL D'EXPOSITION PAR SECTEUR	43
4.4.1 Milieu agricole	44
4.4.2 Serres	47
4.4.3 Secteur industriel	48
4.4.4 Milieu forestier	48
4.4.5 Entretien paysager	50
4.4.6 Extermination	51
4.4.7 Formulation	52
4.5 DISCUSSION	52
PARTIE 5 - APPROCHES DE PRÉVENTION	54
5.1 INTRODUCTION	54
5.2 ÉLIMINATION À LA SOURCE	54
5.2.1 Substitution	54
5.2.2 Lutte intégrée	55
5.3 CONTRÔLE DE LA SOURCE	56
5.4 CONTRÔLE DE L'EXPOSITION	57
5.4.1 Équipement de protection	57
5.4.2 Les pratiques sécuritaires	61
FORMATION	70
ANNEXE 1	72
BIBLIOGRAPHIE	75

Liste des figures et tableaux

	Page
Figure 1 : Répartition des ventes en 1994 par milieu d'utilisation	18
Figure 2 : Répartition des ventes en 1994 par type de pesticide	19
Figure 3 : Répartition des ventes en 1994 dans le milieu agricole	20
Figure 4 : Pulvérisateur à pression à jet projeté	28
Figure 5 : Pulvérisateur à jet porté	29
Figure 6 : Pulvérisateur pneumatique	29
Figure 7 : Tracés des différents types de buses	31
Figure 8 : Les composantes d'une buse de pulvérisation	31
Figure 9 : Deux types de poudreuses	32
Figure 10 : Épandeur de granules	32
Figure 11 : Pulvérisateur à barillet	34
Figure 12 : Pulvérisateur portatif	35
Figure 13 : Pulvérisateur portatif porté sur le dos	35
Tableau 1 : Permis et certificats exigés par le gouvernement du Québec	14
Tableau 2 : Répartition des ventes de pesticides au Québec en 1992/93/94	17
Tableau 3 : Taux d'application et répartition en % de la quantité de pesticides appliqués sur les principales cultures au Québec en 1992	21
Tableau 4 : Importance de l'exposition aux pesticides lors de l'usage de liquides, de poudres ou de granules	42
Tableau 5 : Équipements de protection à porter lors de la préparation de pesticides	64
Tableau 6 : Équipements de protection à porter lors de l'application de pesticides	66

Avant-propos

L'usage des pesticides augmente continuellement au Québec et au Canada depuis ces dernières années. C'est le secteur de l'agriculture qui est le principal utilisateur de pesticides. La tendance à la spécialisation des fermiers, par la mise en place de monocultures, crée un milieu propice à la prolifération d'insectes nuisibles et des mauvaises herbes. En outre, certains insectes ont développé une résistance aux pesticides et des doses plus élevées sont requises pour assurer leur efficacité. Les principaux avantages reliés à l'usage des pesticides sont d'augmenter le rendement des cultures, d'améliorer la qualité et l'apparence des produits et de réduire les besoins en main-d'oeuvre nécessaire à l'enlèvement des mauvaises herbes. D'autres secteurs tels que le milieu forestier, l'entretien paysager, l'extermination et le secteur industriel font aussi usage de pesticides. L'industrie forestière a besoin de pesticides pour contrôler l'infestation d'insectes nuisibles, pour la mise en terre de semences dans les pépinières pour la préparation de terrain et l'élimination de la végétation concurrente dans le contexte de la régénération forestière. Les professionnels en entretien des espaces verts utilisent les pesticides pour améliorer l'apparence des gazons, arbres et arbustes. Ils sont utilisés par les spécialistes de l'extermination.

Malgré leurs nombreux avantages, les pesticides constituent néanmoins un danger pour la santé humaine et pour l'environnement. Ils doivent être manipulés avec prudence en suivant strictement les instructions fournies par le manufacturier à chacune des étapes d'un traitement. Il est important de connaître les dangers d'exposition, de respecter les pratiques sécuritaires et d'utiliser les équipements de protection individuelle appropriés à chacune des étapes impliquant la manipulation de pesticides.

La négligence ou le manque de formation peuvent avoir des conséquences graves pour la santé d'un utilisateur. Le Centre canadien de toxicologie a répertorié 3 404 cas d'empoisonnement aux pesticides au Canada en 1983, avec 1 458 nécessitant des soins médicaux (Carter, 1986). Au Québec, le Centre Anti-poison a répertorié 2 956 cas d'empoisonnement en 1994. Cent trente-huit cas ont eu lieu en milieu de travail, surtout lors de l'extermination, l'entretien paysager, la production en serre et dans les pépinières (Sanfaçon, 1995b). Il est généralement reconnu que le nombre de cas d'intoxication par les pesticides rapportés aux autorités est inférieur à la réalité car il n'y a pas nécessairement consultation lors de l'apparition de malaises.

Ce document constitue un bilan sur la problématique de l'utilisation des pesticides en milieu de travail permettant de ressortir les informations pertinentes aux intervenants du réseau de la santé et de la sécurité du travail.

Les aspects réglementaires et législatifs régissant l'homologation, la classification, l'étiquetage, l'utilisation et la vente des pesticides aux niveaux fédéral, provincial et municipal ont d'abord été traités. Une deuxième section porte sur la nature et l'importance des utilisations de pesticides dans les principaux secteurs que sont l'agriculture, le milieu forestier, l'entretien paysager, l'extermination et le secteur industriel. La troisième section décrit les principaux systèmes utilisés pour effectuer la préparation et l'application des pesticides. La quatrième section donne les moyens utilisés pour effectuer la mesure de l'exposition et apprécie d'une manière globale le danger d'exposition aux pesticides des principaux milieux de travail. Les utilisations et les produits sont tellement nombreux, qu'il était illusoire de vouloir analyser dans le détail chacun des milieux de travail. Finalement, les différentes approches de prévention ont été décrites. Les méthodes et les techniques à la base de l'élimination à la source, du contrôle de la source et du contrôle de l'exposition ont été données. Considérant le nombre important d'informations toxicologiques disponibles dans la littérature, cet aspect n'a pas été traité spécifiquement dans ce document.

Afin de faciliter l'intégration des informations répertoriées dans ce document à une démarche d'évaluation d'un milieu de travail utilisant des pesticides, une sélection d'éléments stratégiques a été faite sous forme résumée et est présentée à la section suivante. Ces éléments sont tirés des chapitres suivants et y font référence pour une information plus complète.

Résumé : Éléments stratégiques pour l'évaluation d'un milieu de travail utilisant des pesticides**1. Connaissance des pesticides utilisés**

Pour chaque pesticide (ou matière active) utilisé, il faut vérifier :

- sa classe d'homologation (léislation canadienne). Cette classification définit l'usage auquel le produit est destiné i.e. usage domestique, usage commercial, usage restreint ou pour fabrication. Cette classification reflète la toxicité du produit et définit les conditions régissant sa vente et son utilisation.
→ Section 1.2.2
- sa classe de toxicité (léislation québécoise). Selon la classe, des certificats et permis sont requis pour les vendeurs et les utilisateurs.
→ Sections 1.3.2 et 1.3.3
- les données toxicologiques et les effets sur la santé. Les seules données rapportées dans ce document sont les valeurs de DL50. Concernant les effets sur la santé, la littérature est abondante.
→ Annexe 1
→ CSST (1996a)
- sa formulation. Les propriétés physiques et chimiques du pesticide ou des adjuvants influencent la nature (intoxication, corrosion, inflammabilité, explosion), la voie d'entrée (cutanée, digestive et respiratoire) et l'intensité (concentration) du risque.
→ Section 4.2
- son taux d'application en Kg par hectare. Le taux (très variable selon les cultures) et le nombre d'hectares sont un bon indice de la concentration du mélange et la quantité de pesticides à manipuler et à épandre.
→ Tableau 3
- sa persistance dans l'environnement.

2. Identification des étapes et situations à risque

- transport des pesticides à partir du point de vente
- préparation de la bouillie : chargement et mélange. Vérifier le type de système employé : ouvert ou fermé. À cette étape, il y a manipulation de pesticides

concentrés.

→ Sections 3.2 et 4.3

- application. - Vérifier la technique utilisée. La pulvérisation et la fumigation sont les techniques les plus susceptibles de générer des pesticides dans l'air. Lors de la pulvérisation, le type de buse est particulièrement important dans la dérive du produit.

→ Sections 3.3 et 3.4

- Certains travaux peuvent exposer de façon ponctuelle et importante l'utilisateur (ex : le déblocage d'une buse ou le remplissage).

→ Section 4.3

- entretien et calibrage des équipements d'épandage

→ Section 5.4.2

- nettoyage et entreposage des équipements de protection individuelle

→ Section 5.4.1

- entreposage des pesticides

- ré entrée sur un terrain traité

→ Section 5.4.2

3. Estimation de l'exposition

Bien qu'il existe des techniques de mesure directe et indirecte de l'exposition, celles-ci sont peu préconisées. Elles devraient être utilisées (si elles sont disponibles pour le produit en cause) lorsque l'appréciation du risque est élevée. L'accent doit être mis sur la prévention. Certaines techniques comme la surveillance biologique permettent d'apprécier l'efficacité des mesures préventives.

→ Sections 4.2, 4.4 et 4.5

4. Prévention

La formation et l'information sont la clé de la prévention des risques lors de l'utilisation de pesticides. Cette information doit permettre à l'utilisateur de porter un jugement sur la pertinence d'utiliser des pesticides, de choisir le produit adéquat, de le manipuler de façon sécuritaire et de contrôler l'exposition des travailleurs.

→ Section 5

PARTIE 1 - ÉLÉMENTS LÉGISLATIFS ET RÉGLEMENTAIRES

1.1 INTRODUCTION

Cette section passe en revue les lois, règlements et directives des gouvernements fédéral, provincial et municipal qui régissent l'homologation, la classification, l'étiquetage, l'utilisation et la vente des pesticides. Les principaux rôles et responsabilités des divers paliers de gouvernement sont aussi présentés.

1.2 GOUVERNEMENT FÉDÉRAL

1.2.1 Définitions

La *Loi sur les produits antiparasitaires* (Loi PA) désigne par produit antiparasitaire, les «produits, organismes, substances, dispositifs ou autres objets fabriqués, présentés, vendus ou utilisés comme moyens de lutte directs ou indirects - par prévention, destruction, limitation, attraction, répulsion ou autre - contre les parasites (Canada, 1985). Sont compris parmi ces produits :

- a) les composés ou substances de nature ou destinés à renforcer ou à modifier leurs caractéristiques physiques ou chimiques;
- b) les ingrédients actifs servant à leur fabrication».

La Loi PA désigne un parasite comme «tout parasite d'une plante ou d'un animal, notamment insecte, champignon, bactérie, virus, mauvaise herbe ou rongeur nuisibles, nocifs ou gênants, ainsi que toute fonction organique nuisible, nocive ou gênante ou d'un animal».

1.2.2 Loi et Règlement sur les produits antiparasitaires

La Loi et le Règlement sur les produits antiparasitaires ont pour buts de (Canada, 1985; Canada, 1988; Canada, 1994b) :

- garantir l'innocuité des produits antiparasitaires afin de protéger la santé humaine et environnementale;

- garantir les avantages et la valeur des produits antiparasitaires.

La Loi et le Règlement stipulent que tout produit antiparasitaire utilisé ou importé au Canada doit être homologué. Le Règlement a été adopté afin de préciser les modalités d'application de la Loi. Il traite notamment d'homologation, d'étiquetage, d'entreposage, de distribution, d'emploi et d'emballage.

L'homologation vise à évaluer l'innocuité, les avantages et la valeur des produits. Elle permet de définir les conditions régissant la vente et l'utilisation des produits. La classification permet de définir l'usage auquel le produit est destiné, c.-à-d. si c'est un produit à usage restreint, commercial, domestique ou pour la fabrication.

Lors de son homologation, on assigne une classe au produit en fonction de son utilisation, sa toxicité pour la santé humaine et l'environnement et son type d'emballage. Un guide d'homologation a été publié pour faciliter la demande d'enregistrement et pour expliquer les exigences en terme d'étiquetage (Canada, 1994b).

Ainsi la dénomination produit d'**usage domestique**, s'applique aux produits vendus pour être utilisés à l'intérieur et autour des habitations. La catégorie domestique vise à garantir au consommateur des produits relativement sans danger tels que les insecticides et rodenticides d'intérieur, les désherbants de gazon et de jardin et les désinfectants de piscine. Le produit d'usage domestique doit répondre à tous les critères suivants :

- «Dose létale 50 (DL₅₀) aiguë par voie orale: > 500 mg/kg;
- DL₅₀ aiguë par voie dermique: > 1 000 mg/kg;
- pas de précautions spéciales ni d'accessoire requis pour éviter les risques d'inhalation;
- les contacts répétés avec le produit n'ont aucun effet irréversible;
- le produit et son contenant peuvent être jetés sans danger aux ordures ménagères;
- le produit est emballé en quantités pouvant être emmagasinées et utilisées sans danger pour le consommateur au cours d'une même saison, si applicable».

Le produit d'**usage commercial** s'applique aux produits vendus pour un usage général dans les activités commerciales spécifiées sur l'étiquette. Le produit peut être identifié par une catégorie

plus spécifique comme agricole ou industriel.

Le produit d'usage commercial doit répondre aux deux critères suivants :

- «DL₅₀ aiguë par voie orale : > 50 mg/kg;
- DL₅₀ aiguë par voie dermique: > 100 mg/kg.»

Le produit d'usage restreint s'applique aux produits qui, pour des raisons visant la protection de la santé de l'homme ou la sauvegarde des plantes, des animaux ou de l'environnement, sont sujets à des restrictions supplémentaires concernant la présentation, la distribution, l'emploi ou les compétences de l'utilisateur. Ces restrictions doivent être spécifiées sur l'étiquette. L'attribution de la catégorie usage restreint vise à limiter l'utilisation de produits relativement dangereux à des situations où ils peuvent être employés sans danger. Leur caractère dangereux tient à leur toxicité inhérente ou aux risques que comporte leur emploi dans les environnements à équilibre précaire (par exemple les milieux forestier ou aquatique).

Le produit à usage restreint doit répondre à au moins un des critères suivants :

- «DL₅₀ aiguë par voie orale: < 50 mg/kg;
- DL₅₀ aiguë par voie dermique: < 100 mg/kg;
- le produit comporte des risques élevés pour l'environnement;
- les produits antiparasitaires à usage aquatique ou forestier font partie d'office de cette classe.»

La réglementation définit les normes d'étiquetage à respecter lors de la rédaction des étiquettes. Présentement, les pesticides ne sont pas visés par le SIMDUT (Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail). Il a été décidé que lorsque les exigences de la loi dépassent celles du SIMDUT, ce sont les exigences de la Loi PA qui sont appliquées et vice-versa. La Loi et le Règlement sur les produits antiparasitaires seront amendés en vue de refléter cette décision.

Dans le Règlement, on limite l'utilisation de certains produits pouvant contenir des micro-contaminants. L'ingrédient actif trifluraline (2,6-dinitro-4-méthyltrifluoro-N,N-dipropylamine) ou

un ingrédient actif dérivé de la trifluraline doivent avoir une teneur en N-nitroso-di-n-propylamine inférieure à 1 ppm.

1.2.3 Principaux rôles et responsabilités du gouvernement

La réglementation fédérale des produits antiparasitaires relève de l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) et se fait en collaboration avec plusieurs autres ministères. L'administration de la loi PA a été transférée en avril 1995 à l'ARLA. Celle-ci joue un rôle de coordination entre les ministères d'Agriculture et Agro-alimentaire Canada, d'Environnement Canada, de Santé Canada, de Ressources naturelles Canada et d'autres ministères pour tout ce qui touche l'homologation (Canada, 1994b; Canada, 1994c; Gaucher, 1995).

Le rôle de la Direction de l'hygiène du milieu de Santé Canada est d'évaluer les données concernant la toxicologie et l'exposition et fournit notamment des recommandations en ce qui à trait à la sécurité des travailleurs et des tiers et les mentions d'avertissement sur les étiquettes.

1.2.4 Comité fédéral-provincial-territorial sur la lutte antiparasitaire

Un comité permanent fédéral-provincial-territorial est responsable de l'examen des questions qui touchent les divers gouvernements provinciaux et territoriaux. C'est ce comité qui coordonne depuis 1992 l'harmonisation des interventions provinciales et fédérales dans le domaine des pesticides.

1.2.5 Bureau des méthodes alternatives (BMA)

Le BMA a pour fonctions d'appuyer l'intégration de la lutte antiparasitaire aux visées plus globales d'un environnement durable et d'élaborer une politique de réduction des risques, de concert avec les ministères fédéraux, les provinces, les territoires et les intervenants.

1.2.6 Autres lois

En plus de la Loi PA, il y a un certain nombre de lois pouvant avoir des effets législatifs et restrictifs sur l'utilisation des produits antiparasitaires. La *Loi sur les aliments et drogues* établit les

limites maximales permises de résidus provenant des pesticides agricoles dans les produits alimentaires. La *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*, la *Loi sur les pêches*, la *Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs* ont pour objet la protection de l'environnement contre les produits chimiques toxiques, y compris les pesticides (Canada, 1994b; Canada, 1994c).

Les gouvernements de chaque province et territoire exercent aussi un pouvoir législatif territorial sur la vente et l'utilisation des pesticides. Alors que la loi fédérale se limite à l'homologation et l'étiquetage des produits, les législations provinciales encadrent la qualification des vendeurs et des utilisateurs de pesticides de même que les pratiques de ceux-ci de façon à réduire les risques pour l'environnement et la santé publique. Les législations provinciales et fédérale sont complémentaires.

1.2.7 Autres règlements et directives

Même si le *Règlement concernant la sécurité et la santé au travail* pris en vertu de la Partie II du Code canadien du travail, ne traite pas spécifiquement de produits antiparasitaires, les deux articles qui suivent peuvent être utilisés pour faire la promotion de la substitution d'un pesticide par une autre substance moins hasardeuse dans un lieu de travail (Canada, 1994a).

Partie X, Substances hasardeuses, rubrique Substitution des substances :

Article 10.5(1) :

«Il est interdit d'utiliser une substance hasardeuse à quelque fin que ce soit dans le lieu de travail lorsqu'il est en pratique possible de la remplacer par une substance non hasardeuse».

Article 10.5 (2):

«Lorsqu'une substance hasardeuse doit être utilisée dans le lieu de travail, si une substance équivalente offrant moins de risque peut être utilisée à la même fin, dans la mesure du possible, la substance équivalente doit être substituée à la substance hasardeuse».

L'administration de la sécurité et de la santé au travail dans la fonction publique fédérale est

régie par le volume *Sécurité et santé au travail* (SST) du *Manuel du Conseil du Trésor*. Ce volume contient, entre autres, les directives connexes, les normes, les procédures, les guides et les avis en matière de SST. On y trouve une directive portant spécifiquement sur les pesticides qui est en vigueur depuis le 1^{er} novembre 1993. Elle s'applique à tous les ministères et à toutes les autres parties de la fonction publique définis dans la partie I de l'annexe I de la *Loi sur les relations de travail dans la fonction publique*. Il y est stipulé à l'article 15.1.1 du chapitre 2-15 que les «ministères doivent établir des programmes de lutte antiparasitaire incorporant des principes et des pratiques de lutte antiparasitaire intégrée (LAI) afin de réduire l'emploi de pesticides polyvalents (à large spectre d'efficacité)» (Canada, 1994a). On stipule aussi à l'article 15.3 de la rubrique Remplacement, que «chaque fois qu'une lutte antiparasitaire est requise, il faut opter pour le pesticide le moins toxique recommandé pour le parasite en cause ou pour une autre méthode de remplacement acceptable. Les pesticides dont le pouvoir cancérigène est reconnu ou apparent ne doivent être utilisés que dans des conditions très contrôlées et par une personne qualifiée». D'autres articles portent notamment sur l'isolement lors des procédures dangereuses, l'équipement et les vêtements protecteurs, l'entreposage, l'élimination, l'équipement de mélange, de chargement et d'épandage, le transport et la décontamination.

1.3 GOUVERNEMENT DU QUÉBEC

La législation québécoise vise à compléter l'encadrement fédéral sur les pesticides. C'est le Ministère québécois de l'Environnement et de la Faune qui administre la loi et les règlements sur les pesticides. Le pouvoir législatif provincial régissant la vente et l'utilisation des pesticides, s'exerce essentiellement au moyen de l'octroi de permis et de certificats de qualification et d'autorisation.

1.3.1 Lois et règlements du Québec

Les lois et les règlements qui ont été promulgués au Québec afin de contrôler la vente et l'utilisation des pesticides sont (Gaucher, 1995; Québec, 1988a; Québec, 1988b; Québec, 1988c; Québec, 1989b; Québec, 1993a; Québec, 1993c) :

- la *Loi sur les pesticides*;
- la *Loi modifiant la Loi sur les pesticides* (projet de loi 139 sanctionné);
- le *Règlement sur les pesticides*;

- le *Règlement sur les pesticides en milieu agricole*;
- le *Règlement sur les pesticides en milieu forestier*;
- le *Règlement sur l'usage du DDT*.

L'encadrement légal est assuré par l'obligation d'obtenir, pour certains utilisateurs, une forme d'autorisation (certificat et permis) du gouvernement. Dans certains cas, les utilisateurs et vendeurs de pesticides doivent démontrer leurs connaissances des dangers et des mesures à prendre lors de l'utilisation des pesticides, en passant un examen. Ces exigences sont ajustées en fonction du niveau de danger que représentent les divers pesticides pour la santé et l'environnement. La classification des pesticides telle qu'établie par le *Règlement sur les pesticides*, est basée sur le niveau de danger pour la santé ou pour l'environnement. Le gouvernement du Québec utilise comme système de classification, celui établi par le gouvernement fédéral. En effet, les pesticides des classes 1 et 2 définies par le *Règlement*, sont les plus toxiques et ce sont ceux classés comme étant d'usage restreint. Les pesticides de classe 3 sont réservés pour usage commercial (industriel ou agricole). Les pesticides des classes 4 et 5 servent à l'usage domestique. Éventuellement, il est prévu que le *Règlement sur les pesticides*, le *Règlement sur les pesticides en milieu agricole* et le *Règlement sur les pesticides en milieu forestier* soient fusionnés pour en simplifier l'application.

Le *Règlement sur l'usage du DDT* interdit tout simplement l'utilisation du dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) au Québec.

D'autres lois et règlements complètent l'encadrement légal de l'utilisation des pesticides. Ce sont (Québec, 1993b; Québec, 1993d; Québec, 1993e) :

- la *Loi sur la qualité de l'environnement*;
- le *Règlement relatif à l'application de la loi sur la qualité de l'environnement*;
- le *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement*.

1.3.2 Permis et certificats de qualification requis

Le tableau 1 présente les exigences en termes de permis et de certificats requis pour les utilisateurs et les vendeurs de pesticides. Ce régime de permis et de certificats de qualification a été mis en place pour s'assurer que les utilisateurs et les vendeurs puissent avoir les qualifications

nécessaires afin de pouvoir manipuler les pesticides de manière sécuritaire. La législation n'oblige pas les demandeurs de certificats de qualification à suivre les cours de formation mais ils doivent cependant, pouvoir réussir certains examens. Les permis sont octroyés aux personnes ou aux entreprises qui effectuent leurs activités avec l'aide d'un personnel certifié. Il est important de souligner qu'en vertu de l'article 51 de la Loi sur les pesticides: «aucun certificat n'est requis de celui qui, sur les lieux où l'activité est effectuée, agit sous la surveillance d'un titulaire d'un certificat et qui accomplit une activité que ce titulaire est autorisé à surveiller». Cette situation laisse donc toute la latitude au propriétaire d'une entreprise quant à la formation à donner à un employé.

Le contrôle exercé par l'octroi des certificats et permis force les vendeurs à ne distribuer que les pesticides auxquels les acheteurs ont droit. Les vendeurs doivent aussi tenir un registre des ventes qu'ils effectuent. En outre, les vendeurs et les utilisateurs doivent déclarer annuellement un bilan des transactions qui peut être utilisé par le Ministère pour des fins de contrôle et de suivi de la distribution des pesticides sur le territoire québécois (Gaucher, 1995).

1.3.3 Certification d'autorisation requis

Le *Règlement relatif à l'application de la loi sur la qualité de l'environnement* requiert un certificat d'autorisation pour les utilisations suivantes (Gaucher, 1995) :

- l'application d'un pesticide faisant partie de la classe 1;
- l'entretien des corridors routier, ferroviaire ou de transport d'énergie;
- l'application de pesticides par voie aérienne en milieu forestier ou à des fins non agricoles;
- l'application de pesticides dans un milieu aquatique pourvu d'un exutoire superficiel vers un bassin hydrographique.

Le *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* requiert que : «tout programme ou projet de pulvérisation aérienne de pesticides à des fins non agricoles sur une superficie de 600 hectares ou plus, sauf les pulvérisations expérimentales d'insecticides en milieu forestier impliquant une nouvelle technique d'application sur une superficie totale de moins de 5 000 hectares» soit assujéti à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement.

1.3.4 Code de gestion

Il est aussi prévu qu'un Code de gestion des pesticides sera publié afin d'améliorer l'encadrement de l'utilisation et de la vente des pesticides. Ce Code devrait rendre obligatoire les pratiques minimales à respecter afin de diminuer les risques pour les usagers et l'environnement. Une version provisoire de ce Code a déjà été publiée en 1989 et, dans laquelle on trouve des dispositions particulières pour chacun des secteurs d'activité suivants: l'entretien paysager, l'extermination, les milieux agricole, forestier et aquatique, les corridors de transport et la vente (Québec, 1989a). D'autres dispositions communes à ces secteurs d'activité portent sur le transport et l'entreposage des pesticides, l'élimination des déchets et les procédures d'urgence. La version légale du Code devrait être publiée en 1996; une consultation publique précédera son adoption finale.

Tableau 1 : Permis et certificats exigés par le gouvernement du Québec (Québec, 1995b)

Classe de pesticides	Grossiste	Détaillant	Utilisateur commercial	Utilisateur privé	Forestier (> 10) employés	Forestier (≤ 10) employés	Agriculteur
1	Permis et certificat de qualification requis		Certificat d'autorisation			requis	
2			Certificat de qualification requis				
3							
4			Aucune exigence				
5							

Pesticides de la classe 1: Aldicarbe, aldrine, chlordane, dieldrine, endrine, heptachlore et produits expérimentaux. Ces pesticides sont tous d'utilisation restreinte en vertu de la Loi PA.

Pesticides de la classe 2: Produits dont l'utilisation est restreinte en vertu de la Loi PA.

Pesticides de la classe 3: Les produits considérés d'usage commercial, agricole ou industriel en vertu de la Loi PA. Tout pesticide constitué de "Bacillus thuringiensis Berliner var Kurstaki" destiné à un usage en forêt ou sur un terrain boisé.

Pesticides de la classe 4: Les produits d'usage domestique en vertu de la Loi PA.

Pesticides de la classe 5: Les produits d'usage domestique et qui rencontrent l'une ou l'autre des particularités suivantes:

- ils sont vendus sous forme de préparation prête à utiliser, en volume ou en poids égal ou inférieur à un litre ou à un kilogramme et ils visent uniquement certaines fonctions décrites dans le Règlement;
- ils sont vendus sous forme de préparation prête à utiliser, en volume ou en poids égal ou inférieur à un litre ou à un kilogramme et ils sont constitués d'un mélange qui renferme exclusivement une ou plusieurs matières actives décrites dans le Règlement.

1.3.5 Autres règlements

Le *Règlement sur la qualité du milieu de travail*, émis en fonction de la Loi sur la santé et sécurité au travail, fixe des valeurs d'exposition admissibles des contaminants de l'air (Québec, 1994b). Des valeurs sont spécifiées pour certains pesticides dont l'atrazine, le carbaryl, le 2,4-D, le diazinon, le dichlorvos, le pentachlorophénol et le piclorame.

Le *Règlement sur les établissements industriels et commerciaux* donne également une liste de produits chimiques dangereux dont certains pesticides comme le bromure de méthyle, le formaldéhyde et des classes de pesticides tels que les fumigants et les insecticides (Québec, 1987a). Ce règlement traite des normes à respecter pour l'entreposage et la manutention de ces produits, pour le contrôle des poussières, fumées, brouillards, vapeurs et gaz ainsi que pour l'équipement de protection individuelle.

1.4 RÉGLEMENTATION MUNICIPALE

La *Loi modifiant la Loi sur les pesticides* (projet de loi 139 sanctionné par le gouvernement du Québec) (Québec, 1993a) stipule que la Loi sur les pesticides rend «inopérante toute disposition réglementaire portant sur une même matière qui est édictée par une municipalité ou une communauté urbaine, sauf dans le cas où cette disposition réglementaire satisfait aux conditions suivantes :

- elle porte sur les activités d'entretien paysager ou d'extermination, notamment la fumigation, déterminées par règlement du gouvernement;
- elle prévient ou atténue davantage les atteintes à la santé des êtres humains ou des espèces vivantes, ainsi que les dommages à l'environnement ou aux biens».

1.4.1 Extermination

La Ville de Montréal a deux règlements qui portent sur l'extermination. Il s'agit du *Règlement sur l'extermination (E-8)* et le *Règlement 1275* concernant l'utilisation de fumigants pour détruire la vermine ou l'empêcher de se propager. On définit les fumigants ainsi : «Ce sont divers produits chimiques toxiques pour les plantes, les graines, les insectes, les nématodes et les

microorganismes quand ils sont présents en phase gazeuse dans un espace confiné». Ils sont utilisés pour traiter les plantes et le sol et ils sont particulièrement utiles contre les insectes dans les espaces clos (Canada, 1987).

1.4.2 Entretien paysager

Vingt-sept municipalités en date du 31 décembre 94 ont adopté un règlement sur l'utilisation de pesticides. Il s'agit de : Anjou, Baie d'Urfé, Beaconsfield, Beloeil, Boucherville, Dollard-des-Ormeaux, Dorval, Hudson, Kirkland, LaSalle, Mont-Royal, Otterburn Park, Piedmont, Pointe-Claire, Rosemère, Roxboro, Ste-Anne-de-Bellevue, St-Bruno, St-Denis-de-Brompton, St-Eustache, Ste-Genève, St-Lambert, St-Lazare, Senneville, Sherbrooke, Verdun et Westmount. D'autres étaient à préparer un règlement (Hampstead, Île-Bizard et Lac-Mégantic) ou envisageaient d'en préparer un (Communauté urbaine de Québec, Magog, St-Augustin et Sillery).

La Communauté urbaine de Québec a réalisé en 1994 une consultation publique sur l'utilisation des pesticides (CUQ, 1994).

PARTIE 2 - UTILISATIONS

2.1 INTRODUCTION

Cette section décrit la nature et l'importance des pesticides vendus au Québec dans les principaux secteurs d'utilisation tels que les milieux agricole et forestier, le secteur industriel, l'entretien paysager et l'extermination.

Entre 3 et 3,5 millions de kg de matières actives (m.a.) sont introduits sur le marché annuellement au Québec. En 1994, deux cent quatre-vingt-dix-huit (298) ingrédients actifs répertoriés ont été utilisés pour fabriquer 1 432 produits commerciaux. La grande majorité des produits se retrouve dans la classe d'usage commercial (3) et représente plus de 87 % des ventes (Québec, 1996). Le tableau 2 présente la répartition des ventes de pesticides pour les différentes classes de produits.

Tableau 2 : Répartition des ventes de pesticides au Québec en 1992/93/94

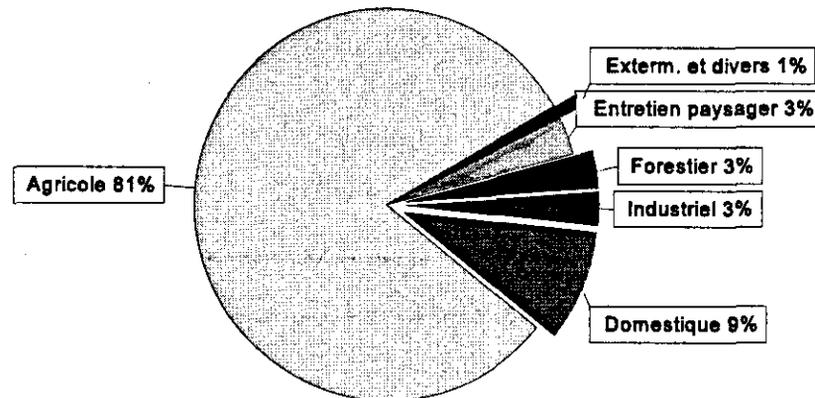
CLASSE ¹	Nombre de produits différents	Ventes (%)
1	0	0
2	45/46/42	3,1/1,7/1,8
3	563/578/575	87,5/87,8/89,5
4	304/304/239	3,8/4,0/2,0
5	152/166/171	5,6/6,4/6,6
9 ²	11/11/9	0,0/0,1/0,1
TOTAL ³	1076/1105/1036	100

Tiré de (Québec, 1996)

- ¹ Classes 1 et 2 : usage restreint
 Classe 3 : usage commercial
 Classes 4 et 5 : usage domestique
- ² La classe 9 regroupe tous les produits vendus illégalement soit à la suite de l'annulation ou de l'inadmissibilité à l'enregistrement.
- ³ A ces quantités, doivent s'ajouter celles pour les matières actives d'origine biologique telles que la *Bacillus thuringiensis*. Cette bactérie est utilisée pour le contrôle des insectes en forêt dont notamment la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Un total de 255 896 milliards d'unités internationales (BIU) ont été utilisées en 1992. La grande majorité s'est retrouvée dans la classe 3 avec 221 260 BIU. Les unités BIU doivent être utilisées pour exprimer les quantités de matières actives biologiques car celles-ci ne peuvent être converties en poids. Les BIU représentent une unité d'activité biologique internationalement reconnue.

La figure 1 représente la répartition entre les principaux milieux d'utilisation. Le milieu agricole est le plus grand consommateur de pesticides. Il est suivi, dans l'ordre, par le secteur domestique, les secteurs industriels, forestier et entretien paysager et le domaine de l'extermination. Ce bilan des ventes ne concerne que ce qui est vendu au Québec. Certains produits (ex. : BT) sont achetés directement aux États-Unis.

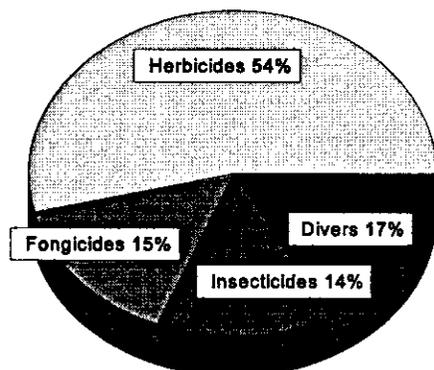
Figure 1 : Répartition des ventes en 1994 par milieu d'utilisation



Tiré de (Québec, 1996)

La répartition des ventes a aussi été évaluée selon le type de pesticides. La figure 2 représente la distribution entre les principaux types de produits vendus au Québec. La grande majorité des ventes était constituée par les herbicides avec 54 % du total, les insecticides suivent avec 14 % et les fongicides avec 13 %. La colonne de droite répartit les différents types de pesticides qui constituaient le groupe "Divers".

Figure 2 : Répartition des ventes en 1994 par type de pesticide



Divers
Répartition selon le type:

Produits pour la préservation du bois	10 %
Huile minérale	47 %
Fumigants	11 %
Rodenticides	< 1 %
Autres	31 %

Tiré de (Québec, 1996)

2.2 MILIEU AGRICOLE

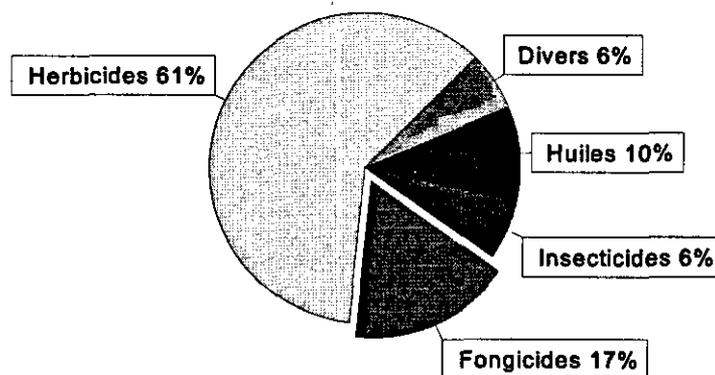
Il s'est vendu 2 399 935 kg de m.a. dans le milieu agricole en 1994. Après avoir connu une augmentation dans le volume des ventes jusqu'en 1992, les quantités de pesticides utilisées en agriculture tendent maintenant à diminuer. Les ventes ont diminué de 12,9% en 1994 par rapport à celles de 1992. Cette diminution s'explique en partie par l'utilisation plus rationnelle des pesticides découlant des diverses actions entreprises par le ministère de l'environnement et de la faune et celui de l'agriculture (Québec, 1996).

Les herbicides constituaient environ 61 % de tous les pesticides vendus dans ce secteur, ils sont suivis des fongicides, des huiles, des insecticides et autres avec 17, 10 et 6 % respectivement (Figure 3). Les herbicides sont utilisés à chaque année, dans la grande majorité des cultures, pour dégager les surfaces cultivées et pour désherber les terres en jachère. Les groupes chimiques triazines et triazoles, dérivés des amides, acétamides et anilines, carbamates, aryloxyacides et dérivés d'acides organiques halogénés comptent pour plus de 85% des ventes d'herbicides (Québec, 1996). Sept ingrédients actifs, soit l'atrazine, le butilate, la cyanazine, l'EPTC, le glyphosate, le MCPA et le métolachlore, comptent pour plus de 75% des ventes d'herbicides agricoles. À l'exception du glyphosate, tous ces herbicides sont fréquemment détectés dans les cours d'eau drainant les régions agricoles (Giroux, 1994).

De 1978 à 1992, la quantité de m.a. utilisée par hectare cultivé a augmenté. Le ratio était de 0,73 kg par hectare cultivé en 1978 et est passé à 0,97 en 1982 pour atteindre 1,33 en 1992 (Québec, 1995a). Depuis 1994, cette quantité tend à diminuer puisque de nouveaux pesticides plus efficaces à de plus faibles concentrations sont introduits sur le marché. Le remplacement graduel des pesticides conventionnels par ces produits dits de troisième génération pourrait contribuer à diminuer grandement le tonnage de pesticides utilisés en agriculture. Leur plus grande toxicité incite toutefois à la prudence quant à leur impact sur l'environnement et la protection des utilisateurs (Québec, 1996).

Le marché des fongicides est dominé par le groupe chimique des carbamates. Le mancozeb est l'ingrédient actif le plus employé de ce groupe. Les autres principaux ingrédients actifs sont le captane, le chlorothalonil et le métiram (Québec, 1996). Les insecticides de type organophosphorés avec plus de 25 ingrédients actifs, sont les plus vendus en agriculture. Leurs ventes ont cependant connu une baisse importante durant la période 92-94. En 93 et 94, les insecticides biologiques sont presque disparus du marché.

Figure 3 : Répartition des ventes en 1994 dans le milieu agricole



Tiré de (Québec, 1996)

Il y a environ 50 000 producteurs agricoles au Québec. Le milieu agricole effectue essentiellement deux types de productions: l'élevage d'animaux et les cultures végétales. Les

principales productions animales comprennent notamment le lait, les oeufs et l'élevage d'agneaux, de moutons, de porcs, de bovins et de volailles. Les principales cultures végétales sont les suivantes (Québec, 1989a) :

- les productions de fruits, de légumes, de céréales ou autres végétaux servant à l'alimentation humaine et animale;
- les productions en serre;
- les productions de plantes ornementales, d'arbres fruitiers et d'arbres servant au reboisement par les pépinières.

La production des plantes fourragères (foin et pâturage) constituent 58 % de la superficie totale réservée aux productions végétales au Québec mais on y utilise seulement 2,1 % des m.a. (Bélanger, 1995). Ce sont les autres cultures, localisées principalement dans la vallée du St-Laurent, qui utilisent la plus grande proportion des pesticides. Ces productions végétales sont notamment le maïs, les pommes, les céréales, les pommes de terre, les légumes, le soya, le tabac et les fraises.

Le tableau 3 présente la quantité de pesticides appliqués sur les principales cultures au Québec (Bélanger, 1995). Il est intéressant d'y noter les grandes variations entre les taux d'application parmi les différentes cultures. Les taux minimum et maximum sont respectivement de 0,04 kg de m.a. par hectare pour les plantes fourragères et de 30,0 kg/ha pour le tabac. C'est la culture du maïs avec 18 % des superficies en culture au Québec et un taux d'application d'environ 3 kg/ha qui accapare plus de 50 % des m.a. utilisées pour les cultures.

Tableau 3 : Taux d'application et répartition en % de la quantité de pesticides appliqués sur les principales cultures au Québec en 1992

Culture	Superficie (ha)	Taux d'application ¹ (kg de m.a./ha)	% de pesticides utilisés ²
Maïs	353 165	3,0	50,1
Pomme	9 961	27,4	12,6
Céréales	344 100	0,6	9,8
Pomme de terre	18 000	10,4	8,9
Légumes	26 308	4,1	5,1
Soya	33 000	3,0	4,7

Culture	Superficie (ha)	Taux d'application ¹ (kg de m.a./ha)	% de pesticides utilisés ²
Tabac	1 701	30,0	2,4
Foin et pâturage	1 120 000	0,04	2,1
Fraise	2 496	8,7	1,0
Arbre de Noël	10 715	1,7	0,9
Gazon	9 074	1,5	0,6
Bleuet	11 817	1,1	0,6
Haricot sec	2 600	4,1	0,5
Pépinières	3 287	2,6	0,4
Vigne	131	24,5	0,2
Framboise	832	3,8	0,2
Poire et prune	114	18,0	0,1
TOTAL	1 947 031	1,1 ³	100

Tiré de (Bélanger, 1995)

¹ Basé sur des enquêtes aux États-Unis, en Ontario et au Québec.

² Ne tient pas compte des huiles minérales.

³ Moyenne générale

2.3 SECTEUR INDUSTRIEL

Trois pour cent des pesticides vendus en 1994 l'ont été dans le secteur industriel (Québec, 1996). Les produits à usage industriel sont, entre autres, ceux utilisés comme produits algicides dans les tours de refroidissement, les pâtes à bois, les huiles de coupe en métallurgie et le bois de construction (Québec, 1989a).

2.4 MILIEU FORESTIER

Environ 3 % des pesticides vendus au Québec en 1992 l'ont été dans le milieu forestier. On utilise des herbicides lors des travaux sylvicoles et des insecticides pour la protection contre les insectes et les maladies (Québec, 1989a).

2.4.1 Travaux sylvicoles

Les travaux sylvicoles servent à maintenir ou à augmenter la productivité forestière. La coupe, les éclaircies, le reboisement et l'utilisation de phytocides sont des exemples de travaux sylvicoles. Parmi les travaux sylvicoles effectués à l'aide des phytocides, il y a le débroussaillage avant la plantation, le dégagement d'une superficie reboisée ou d'une régénération résineuse naturelle qui fait face à une compétition feuillue ligneuse ou herbacée (Québec, 1995b).

En 1989, le glyphosate était l'herbicide le plus utilisé au Québec avec 84,9 % de la superficie totale traitée. Le glyphosate est un herbicide servant au dégagement de la régénération, à la préparation de terrain, au traitement des souches et à l'élimination des tiges individuelles. L'utilisation de la simazine suivait avec 8,6 % du total. La simazine/atrazine et l'hexazinone étaient utilisées chacun sur 3,2 % de la superficie (Québec, 1989a). Une information fournie par le Ministère des Richesses naturelles (MRN) donne un taux d'utilisation du glyphosate de 99 % en 1994 et de 1 % en hexazinone. L'hexazinone est un herbicide servant spécifiquement à la préparation de terrain.

La stratégie des forêts du MRN prévoit interdire l'utilisation de phytocides en milieu forestier public dès l'an 2000.

2.4.2 Protection des forêts contre les insectes et les maladies

Le Ministère des Richesses naturelles du Québec a identifié seize organismes nuisibles qui peuvent affecter les forêts naturelles résineuses ou feuillues. Le plus connu des insectes nuisibles de nos forêts est la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Le MER a aussi identifié onze organismes nuisibles en plantation (Québec, 1989a).

Quatre insectes forestiers risquent de faire des dommages sur plus de 600 hectares sur le territoire québécois. Ces insectes ont fait l'objet d'une étude d'impact avec audiences publiques suivie d'une décision du gouvernement en 1994-95. Si des pulvérisations s'avéraient nécessaires, le *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* serait utilisé pour trois insectes sur quatre, dont la tordeuse des bourgeons de l'épinette, tandis que le fénitrothion serait utilisé contre

l'autre insecte. Toutes ces pulvérisations se feraient selon certaines conditions. L'utilisation de B.t. en forêt est directement reliée aux cycles d'infestation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Ce ravageur étant dans le creux d'un cycle, l'utilisation de B.t. est très faible.

2.5 ENTRETIEN PAYSAGER

Près de 3 % de tous les pesticides vendus au Québec en 1994 sont destinés au secteur de l'entretien paysager. L'entretien paysager consiste à maintenir les végétaux ornementaux en santé soit par différentes techniques mécaniques ou par l'utilisation d'engrais ou de pesticides. Ceci inclut le traitement des pelouses, des arbres, des arbustes, des plantes ornementales et celles à l'origine de certaines allergies en milieu urbain (Québec, 1989a). Ce sont surtout des herbicides qui sont employés par les firmes spécialisées dans le traitement des pelouses. Les firmes se spécialisant dans le traitement des arbres et arbustes utilisent surtout des insecticides et des fongicides (Laverdière, 1995).

Le Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec a délivré 5 491 certificats de qualification depuis 1988, dont 3 634 à des utilisateurs commerciaux et 1 857 à des utilisateurs privés. Parmi les permis délivrés par le Ministère depuis 1988, on en compte 779 pour le secteur commercial et 455 pour le secteur privé (Laverdière, 1995). Des exemples d'utilisateur privé sont : les préposés à l'entretien paysager des terrains de golf, des cimetières, des municipalités et des édifices commerciaux.

2.6 EXTERMINATION

Le secteur de l'extermination ne représente que moins de un pour cent des ventes totales de pesticides car les produits utilisés sont généralement peu concentrés, même lorsqu'appliqués par des professionnels (Québec, 1995a). On y utilise surtout des insecticides mais aussi des rodenticides et des fumigants (Laverdière, 1995). L'usage des fumigants est particulièrement dangereux car ce sont des produits hautement toxiques qui agissent rapidement. Les clientèles visées par ce secteur sont très diversifiées, ce sont les milieux résidentiel, commercial, industriel et institutionnel (Québec, 1989a).

Le Ministère de l'Environnement du Québec a délivré 1 751 certificats de qualification

depuis 1988, dont 1 272 à des utilisateurs commerciaux et 479 à des utilisateurs privés. Parmi les permis délivrés par le Ministère depuis 1988, 356 étaient pour le secteur commercial et 93 pour le secteur privé. Des exemples d'utilisateur privé sont: les préposés à l'extermination des municipalités et les conciergeries. Le permis nécessaire pour effectuer de la fumigation a été délivré à seulement 61 utilisateurs commerciaux et à 36 utilisateurs privés (Laverdière, 1995).

2.7 DIVERS

Dans cette catégorie (0,6 pour cent), sont regroupés notamment les produits utilisés pour le contrôle de la végétation dans les emprises pour les lignes électriques, les chemins de fer, les pipelines, les routes et en milieu aquatique pour le contrôle des insectes piqueurs et des espèces indésirables (Québec, 1989a).

PARTIE 3 - SYSTÈMES EMPLOYÉS POUR LA PRÉPARATION ET L'APPLICATION

3.1 INTRODUCTION

Dans la première section de cette partie, sont décrits les principaux systèmes employés pour effectuer le mélange, le chargement et l'application de pesticides. Compte tenu de la très grande diversité des systèmes d'application disponibles sur le marché, seuls sont décrits les systèmes les plus couramment utilisés. Dans la deuxième section, une brève description des systèmes d'application employés dans chacun des principaux secteurs d'activité que sont l'exploitation agricole, l'exploitation forestière, l'entretien paysager et l'extermination est donnée.

3.2 SYSTÈMES EMPLOYÉS POUR LE MÉLANGE ET LE CHARGEMENT

La préparation du mélange de pesticides est une étape à risque car la plupart des produits manipulés sont à une concentration élevée. Les systèmes de mélange les plus couramment utilisés sont généralement ouverts à l'atmosphère. L'opérateur ouvre le contenant du produit concentré et le transvide dans un réservoir qui servira à effectuer le mélange. C'est durant cette étape que les risques de contamination sont les plus élevés. Un système fermé a été développé au Québec, par des travailleurs en pépinières et est utilisé dans les pépinières forestières gouvernementales. Ce système permet le transfert du produit concentré de son contenant, le rinçage de ce contenant, le mélange de la solution de rinçage et du produit concentré, dans les proportions requises, à l'intérieur d'un réservoir étanche et élimine ainsi les risques d'exposition.

3.3 SYSTÈMES ET TECHNIQUES D'APPLICATION

Étant donné la grande diversité des cibles visées lors d'un traitement aux pesticides, plusieurs systèmes et techniques ont été développés (CEMAGREF et MSA, 1989; WCB, 1990; Grover and Reed, 1990; IARC, 1991; Matthews, 1992). La liste des techniques présentées ci-dessous regroupe l'ensemble des moyens disponibles pour effectuer l'application de pesticides :

- la pulvérisation d'un liquide;

- l'épandage d'un solide soit sous la forme de poudres ou de granules;
- le dégagement d'un gaz ou d'une fumée (fumigation);
- l'injection dans une plante ou un arbre;
- l'injection dans le sol;
- l'application au moyen du système d'irrigation.

Ces différentes techniques et leurs principales composantes sont décrites succinctement.

3.3.1 Pulvérisation

Parmi les méthodes d'application, la pulvérisation est la technique la plus courante. Cinq principaux types de procédés de pulvérisation sont utilisés, soit :

- le pulvérisateur standard ou à pression à jet projeté;
- le pulvérisateur à jet porté;
- le pulvérisateur pneumatique;
- le pulvérisateur centrifuge;
- le pulvérisateur électrostatique.

Pulvérisateur à pression à jet projeté

Ce type de pulvérisateur fonctionne au moyen de la pression hydraulique générée par une pompe. Le liquide, mis sous pression, est pulvérisé en fines gouttelettes à la sortie d'un orifice calibré appelé buse (Figure 4). Les gouttelettes sont projetées en raison de leur vitesse initiale.

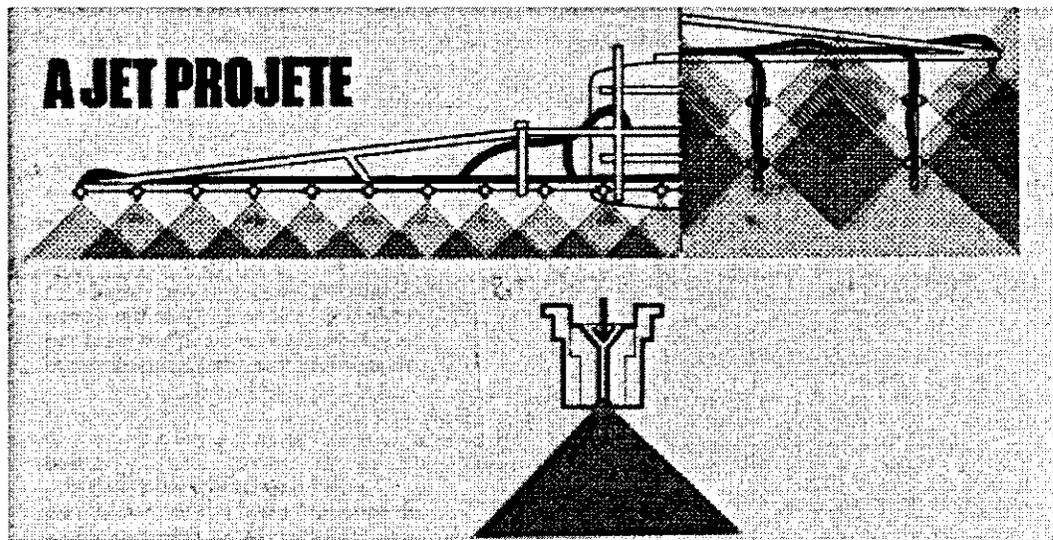


Figure 4 : Pulvérisateur à pression à jet projeté

Tiré de (CEMAGREF et MSA, 1989)
Avec la permission du CEMAGREF

Ce type de pulvérisateur est un des plus utilisés. On retrouve des exemples d'utilisation de ce type de pulvérisation dans les systèmes suivants :

- les modèles portatifs avec pompe manuelle qui sont portés sur le dos, en bandoulière ou à la main;
- le système avec pompe motorisée qui alimente un pistolet applicateur;
- le système avec une rampe tirée par un engin motorisé tel qu'un tracteur, une débusqueuse, un véhicule tout-terrain, un camion;
- le système à barillet que l'on retrouve à l'arrière d'un engin porteur ("boomjet").

Pulvérisateur à jet porté

Dans ce cas, la pression hydraulique et l'air sont nécessaires à son fonctionnement. Le liquide mis sous pression au moyen d'une pompe, est pulvérisé par l'intermédiaire d'une buse et les gouttelettes sont entraînées par un flux d'air généré par un ventilateur. L'air ne sert qu'à transporter les gouttelettes déjà formées à la sortie de la buse. Les buses sont généralement disposées en arc de cercle à la périphérie d'un ventilateur (Figure 5). C'est un type de pulvérisateur qui est très utilisé dans les vergers. Les atomiseurs à très faibles volumes

(communément référés par l'acronyme du terme anglais ULV pour "ultra low volume") font aussi partie de cette catégorie.

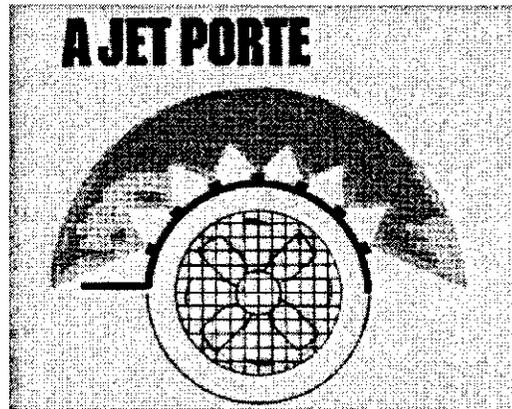


Figure 5 : Pulvérisateur à jet porté

Tiré de (CEMAGREF et MSA, 1989)
Avec la permission du CEMAGREF

Pulvérisateur pneumatique

Le liquide est amené à la sortie d'un orifice, à très faible pression au moyen d'une pompe et un courant d'air qui circulant à grande vitesse à l'intérieur d'une tuyère, brise le liquide en fines gouttelettes ($<100\mu\text{m}$). La faible dimension de ces gouttelettes a tendance à favoriser la dérive. La pulvérisation pneumatique lorsqu'une bonne pénétration du couvert végétal est recherchée. La technique est plus efficace à de faibles débits d'application (25 L/ha).

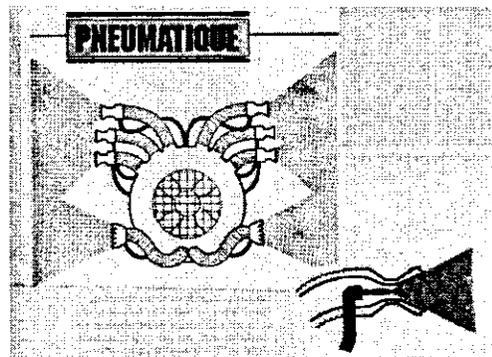


Figure 6 : Pulvérisateur pneumatique

Tiré de (CEMAGREF et MSA, 1989)
Avec la permission du CEMAGREF

Pulvérisateur centrifuge

Le liquide est acheminé sur des disques tournant à grande vitesse. Les gouttelettes se forment à la périphérie sous l'action de la force centrifuge. La grosseur des gouttelettes dépend du débit de la solution et de la vitesse de rotation du disque. Cette technique convient mieux aux traitements à petit débit de l'ordre de 25 à 30 L/ha.

Pulvérisateur électrostatique

Les gouttelettes reçoivent une faible charge électrique avant leur sortie des buses ou de leur projection par des disques. La charge des plantes et du sol étant légèrement négative, les gouttelettes sont légèrement attirées par ces derniers. Ce type de pulvérisateur permet de limiter la dérive, d'améliorer la répartition du produit sur le feuillage de même que la pénétration du couvert végétal.

Description des buses

La buse de pulvérisation est une composante importante du système de pulvérisation. Elle permet le fractionnement du liquide en gouttelettes d'une certaine dimension, un taux d'application et un patron de pulvérisation donnés. Il existe trois principaux types de buse qui diffèrent selon le patron qu'ils fournissent (Québec, 1995b). Il y a la buse à jet plat, la buse à jet conique et la buse à jet solide ou à jet droit. Les tracés de ces trois types de buses sont présentés à la figure 7. La dimension des gouttelettes est déterminée par la pression hydraulique du système, la forme, la dimension de l'orifice de la buse et les caractéristiques du liquide (viscosité et tension superficielle). D'une manière générale, le diamètre moyen des gouttelettes diminue avec l'augmentation de la pression du liquide. Le potentiel de pénétration et l'efficacité du produit utilisé augmentent lorsque la dimension des gouttelettes diminue. Toutefois, plus les gouttelettes sont fines, plus le potentiel de dérive augmente. Pour augmenter le débit, il est donc préférable de changer la pastille de la buse (Figure 8) plutôt que d'augmenter la pression hydraulique, car ceci évite d'obtenir des gouttelettes trop fines. Le potentiel de dérive des buses augmente dans l'ordre suivant: les buses à jet droit, à jet plat et à jet conique. La dérive augmente aussi avec l'angle de pulvérisation. Des angles typiques sont 65, 73 et 85 degrés.

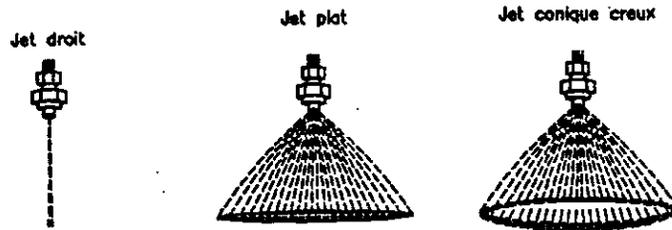


Figure 7 : Tracés des différents types de buses

Tiré de (Québec, 1995b)

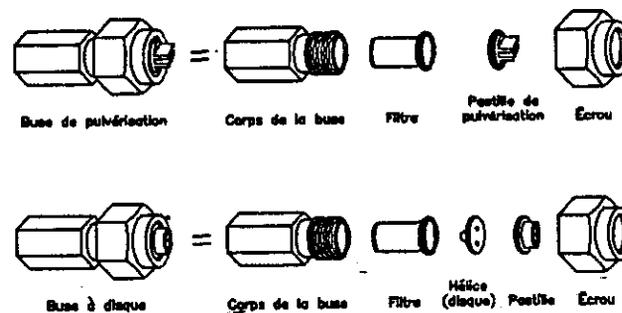


Figure 8 : Les composantes d'une buse de pulvérisation

Tiré de (Québec, 1995b)

La buse à jet plat est dotée d'un orifice elliptique et est surtout utilisée pour arroser le feuillage. Elle est utilisée sur des rampes, des barillets, des hélicoptères et dans les systèmes de pulvérisation portatifs.

La buse à jet conique est munie d'un orifice circulaire ou à disque. Les buses à disque permettent un débit supérieur aux buses avec un orifice circulaire. Elles sont utilisées dans les applications nécessitant des débits élevés, comme par exemple, lors de pulvérisations aériennes.

La buse à jet droit a aussi un orifice circulaire mais sans composante de fractionnement, ce qui a pour effet de donner un jet solide sans angle de dispersion. Elle est utilisée pour l'application directe au sol. La dérive du produit est fortement réduite avec ce genre de buse.

3.3.2 Épandage de solides

L'épandage de solides se fait à l'aide d'une poudreuse ou d'un épandeur de granules.

La figure 9 présente deux types de poudreuses.

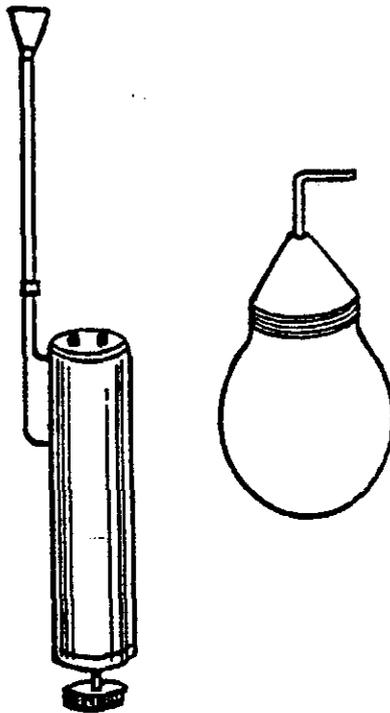


Figure 9 : Deux types de poudreuses

Tiré de (WCB, 1990)
Avec la permission du Worker's Compensation
Board of British Columbia

Pour l'épandeur de granules, le taux d'application varie en fonction de la vitesse des roues et de l'ouverture de la valve de contrôle. Les granules peuvent être distribuées sur le sol à l'aide d'un plateau rotatif ou déposées en bande par une sortie alimentée par gravité. La figure 10 montre un exemple d'un épandeur doté de plusieurs bacs d'alimentation servant à l'application en bande.

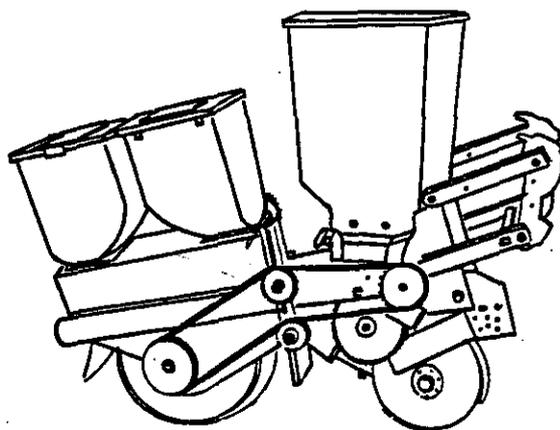


Figure 10 : Épandeur de granules

Tiré de (WCB, 1990)
Avec la permission du Worker's
Compensation Board of British Columbia

3.3.3 Fumigation

Lors de la fumigation, le produit chimique toxique atteint sa cible sous la forme d'un gaz ou d'une fumée. Avant son utilisation, le fumigant est soit liquide, solide ou gazeux. Dans le cas des solides, ils réagissent avec l'eau pour former un gaz toxique. En fumigation, il y a trois types d'application : la fumigation par incorporation au sol, la fumigation ponctuelle et la fumigation d'un espace fermé. La fumigation au sol sert typiquement à l'élimination de nématodes. Les fumigants employés sont soit liquide ou solide. La fumigation ponctuelle s'effectue en des points d'injection spécifiques, comme par exemple à l'intérieur d'équipement de mise en oeuvre. La fumigation peut être faite en espace clos tels que entrepôt, camion, wagon, bureau, serre ou silo.

Dans le cas des fumigants gazeux, l'usage de bonbonnes de gaz comprimés constituent un danger d'explosion. Il peut toujours y avoir des fuites dans la tuyauterie amenant le gaz au site d'application. La fumigation nécessite des précautions spéciales en terme de sécurité compte tenu de la grande toxicité de la plupart des produits employés.

3.3.4 Injection

L'injection s'effectue à l'aide d'une lance dont le manche renferme un réservoir contenant un pesticide. Une buse permet d'injecter le produit sous l'écorce incisée au moyen d'une lame. Une capsule vissée à l'aide d'une perceuse est aussi utilisée. Ces méthodes sont laborieuses mais elles ont l'avantage d'être très sécuritaires (Québec, 1995b).

3.4 SYSTÈMES EMPLOYÉS DANS LES PRINCIPAUX MILIEUX D'UTILISATION

3.4.1 Milieu agricole

La très grande majorité des traitements phytosanitaires de cultures basses s'effectue à l'aide d'une rampe équipée de pulvérisateurs à pression à jet projeté. Dans le cas des vergers, la majorité des traitements s'effectue à l'aide d'un système de pulvérisation à pression à jet porté. Pour le traitement des pâturages, des terrains en bordure des routes ou d'autres terrains dont la nature est accidentée, des pulvérisateurs sans rampe ni cadre appelés pulvérisateurs à barillet ou "boomjet" sont utilisés (Figure 11) (Québec, 1989a). Pour le traitement des champs, des gazons ou des terrains inaccessibles au gros équipement, des pulvérisateurs portatifs, transportés à la main ou portés en bandoulière (Figure 12) ou sur le dos sont utilisés (Figure 13) (Grover and Reed, 1990). Les autres techniques de pulvérisation sont, soit peu répandues, soit encore expérimentales. Il s'agit surtout de la pulvérisation pneumatique, la pulvérisation centrifuge et de la pulvérisation électrostatique. Il arrive à l'occasion que la fumigation serve pour l'élimination d'insectes dans les silos à grains ou dans certains bâtiments. Les dangers reliés à l'inhalation de particules dont le diamètre est inférieure à 30 μm ont contribué à réduire l'usage de poudres sauf dans le cas du traitement des semences et pour lequel on utilise un équipement spécialisé (IARC, 1991).

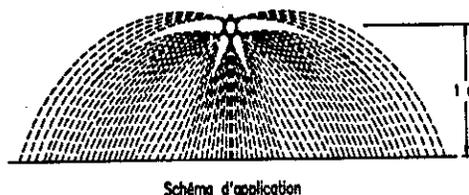


Figure 11 : Pulvérisateur à barillet

Tiré de (Québec, 1995b)

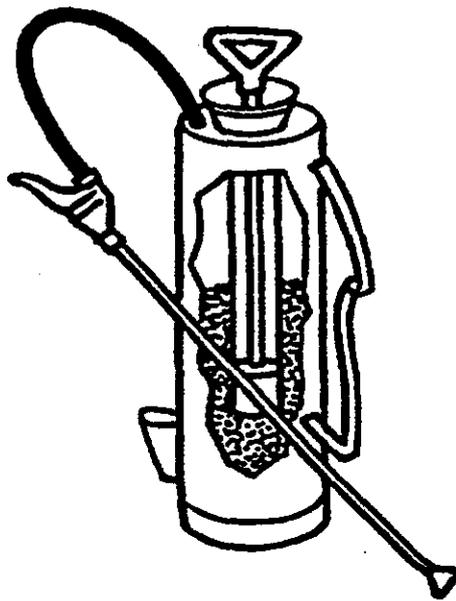


Figure 12 : Pulvérisateur portatif

Tiré de (WCB, 1990)

Avec la permission du Worker's Compensation
Board of British Columbia

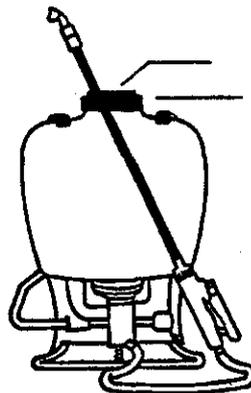


Figure 13 : Pulvérisateur portatif porté sur le dos

Tiré de (WCB, 1990)

Avec la permission du Worker's Compensation
Board of British Columbia

Les deux techniques les plus utilisées pour les productions en serre sont : les pulvérisateurs à jet projeté dotés d'un pistolet applicateur de même que des atomiseurs ULV (Archibald et al., 1994). Les autres sont le système d'irrigation et pour de petites surfaces, le pulvérisateur portatif ou même le simple arrosoir domestique (Laberge, 1986).

La technique d'application la plus répandue dans les pépinières est la pulvérisation. Dans les champs, les pesticides sont appliqués avec une rampe munie de pulvérisateurs ou par un système d'irrigation. Dans les tunnels, puisque l'espace disponible n'est pas suffisant pour une rampe, le système d'irrigation ou un pulvérisateur portatif est utilisé. L'enrobage des semences avec des pesticides en poudre empêche la perte de semences due aux oiseaux et aux petits rongeurs. À l'occasion, des pesticides servant à la préservation du bois peuvent être utilisés (Laberge, 1986).

3.4.2 Milieu forestier

Plusieurs systèmes d'application sont employés pour l'application de phytocides. Les pulvérisations terrestres sont effectuées soit par un dispositif déplacé mécaniquement ou au moyen d'un pulvérisateur portatif. On utilise souvent des rampes de pulvérisation ou encore des pulvérisateurs à barillet pour l'application. D'autres techniques sont aussi employées telles que l'injection, le badigeonnage, l'épandage manuel et l'épandage terrestre mécanisé (Québec, 1989a; Québec, 1995b). Les méthodes manuelles de pulvérisation ne sont pas utilisées pour effectuer une application à pleine surface mais plutôt pour des applications ponctuelles telles que l'application sur l'écorce ou le badigeonnage de souche. Quant au contrôle des insectes ravageurs de la forêt, l'application des insecticides se fait majoritairement par voie aérienne. La rapidité du traitement, l'accessibilité réduite et l'étendue des zones à traiter, l'efficacité et les coûts sont tous des facteurs en faveur de l'application aérienne.

3.4.3 Extermination

Le pulvérisateur portatif à air comprimé est l'appareil le plus utilisé pour le contrôle chimique des insectes. La poire en caoutchouc et la poudreuse électrique sont les appareils les plus utilisés pour l'épandage des poudres insecticides. Les pulvérisateurs au pistolet sont aussi employés. Les traitements atmosphériques servant à combattre les moustiques et les mouches

tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, sont effectués notamment à l'aide d'atomiseurs. La fumigation est utilisée dans les endroits fermés (Québec, 1989a).

Des pièges, appâts et produits répulsifs à base de pesticides sont aussi utilisés. Les plus courants sont les pièges à phéromones, les trappes ou boîtiers contenant des rodenticides, les mangeoires appâtées avec de l'avicide, les appâts insecticides et les produits répulsifs pour rongeurs et mammifères.

3.4.4 Entretien paysager

Les systèmes d'application les plus couramment utilisés sont les pulvérisateurs portatifs, la rampe munie de pulvérisateurs, les pulvérisateurs à pistolet, les épandeurs de granules et les injecteurs (Québec, 1989a).

PARTIE 4 - MILIEUX À RISQUES ET ÉVALUATION DE L'EXPOSITION

4.1 INTRODUCTION

Le but de ce chapitre est de comparer, d'une manière globale, le danger d'exposition aux pesticides des principaux milieux de travail. La tâche est difficile puisqu'on doit tenir compte d'une très grande variété de pesticides, de plusieurs milieux de travail, de très nombreuses utilisations possibles et de multiples techniques d'application qui sont employées par chacun des secteurs. Les utilisations et les produits sont tellement nombreux, qu'il est illusoire de vouloir analyser dans le détail chacun des milieux de travail. Il s'agit plutôt d'effectuer un tour d'horizon, de caractériser les divers milieux de travail dans leur ensemble afin de ressortir les informations les plus pertinentes pour les intervenants en santé et sécurité du travail.

L'analyse des divers milieux de travail s'est fait notamment en comparant les principaux types de pesticides utilisés, leur toxicité, les principales techniques d'application, les pratiques généralement employées et en analysant les études portant sur l'exposition professionnelle. Les études québécoises qui traitent des risques causés par l'exposition professionnelle sont peu nombreuses. Seules quelques études du Centre de toxicologie ont pu être consultées pour le milieu forestier et les pépinières.

4.2 MESURE D'EXPOSITION

Trois types d'exposition sont possibles lors de l'application de pesticides: l'exposition par les voies respiratoire, digestive et cutanée incluant la voie oculaire. Cependant, il est généralement reconnu que le type d'exposition le plus important est celui de la voie cutanée. Pour les applications effectuées à l'extérieur, on évalue l'exposition cutanée comme étant généralement supérieure par un facteur de 100 ou plus à celle de la voie pulmonaire (Bonsall, 1985). La situation est différente dans le cas de la fumigation, où c'est plutôt l'exposition des voies respiratoires qui domine. Pour ce qui est de l'exposition par voie digestive, elle est causée lorsqu'un travailleur ne respecte pas les pratiques sécuritaires en prenant, par exemple, le risque de manger, de fumer ou de boire lors de manipulations de pesticides ou encore en soufflant à l'intérieur d'une buse pour tenter de la débloquer.

Bien qu'il existe des techniques de mesure directe et indirecte de l'exposition des utilisateurs, celles-ci sont peu préconisées à cause de la difficulté de bien cerner cette exposition. Les expositions sont la plupart du temps de très courte durée (ex. : lors du remplissage) ou accidentelles (ex. : lors du déblocage d'une buse). De plus, la période d'épandage est courte (quelques jours) et à l'extérieur (interaction des conditions climatiques).

Si une évaluation est tout de même requise, différentes techniques sont disponibles pour la mesure de l'exposition cutanée et de l'exposition respiratoire. Certains produits peuvent également faire l'objet d'une surveillance biologique. Les méthodes sont présentées très succinctement (Bonsall, 1985; Hayes and Jr., 1991; IARC, 1991; Saunders, 1992):

- Évaluation de l'exposition cutanée :
 - mesure de la quantité de pesticides absorbée par des pièces de tissus ou de matériaux absorbants comme l'alpha cellulose placées sur différentes parties du corps ou par un survêtement couvrant tout le corps. Cette deuxième méthode est plus précise car elle tient compte de la non uniformité de la distribution;
 - utilisation de colorants ou des produits fluorescents mélangés aux pesticides qui permettent l'analyse du niveau de contamination cutanée au moyen d'une caméra sensible à l'émission de ces traceurs. L'évaluation qualitative de l'exposition à l'aide d'un marqueur fluorescent peut être utilisée comme outil de sensibilisation des travailleurs.
- Évaluation de l'exposition respiratoire :
 - mesure des concentrations des contaminants dans l'air. Les seuls produits pour lesquels des méthodes sont disponibles à l'IRSST sont les organophosphorés. Il faut de plus considérer que l'échantillonnage à l'extérieur exige des techniques particulières et doit tenir compte des conditions climatiques notamment la vitesse et la direction du vent.
- Évaluation globale de l'exposition :
 - mesure des concentrations des pesticides ou de leurs métabolites dans des échantillons biologiques. L'urine est le milieu biologique le plus utilisé à cette fin.

Dans le cas de l'exposition aux produits organophosphorés et aux carbamates, des mesures de concentrations sanguines et plasmatiques de certaines enzymes dont notamment la cholinestérase peut être faites. Le niveau de base de ces enzymes doit être déterminé préalablement. D'autres chercheurs, beaucoup moins nombreux toutefois, ont utilisé des adduits à des protéines, dont l'hémoglobine, pour mieux évaluer le potentiel toxique des pesticides.

La surveillance biologique a plusieurs avantages par rapport aux techniques mesurant l'exposition cutanée. Elle permet de mesurer ce que l'organisme a réellement absorbé et elle englobe les contributions des expositions pulmonaire, orale et cutanée. Les techniques mesurant l'exposition cutanée ne tiennent compte que du contact avec la peau or on sait notamment que la formulation (la nature de l'ingrédient actif, sa concentration, les solvants utilisés) et les conditions de température et d'humidité affecteront le taux de pénétration de la peau. Cependant, la surveillance biologique nécessite, a priori, une compréhension des phénomènes pharmacocinétiques qui sont impliqués dans le métabolisme du pesticide, avant de pouvoir être utilisée. Elle est donc limitée à certains produits dont le métabolisme est connu et qui génèrent des métabolites mesurables.

Un atelier de travail portant sur les différentes méthodes d'évaluation de l'exposition aux pesticides a été tenue à Ottawa en octobre 93. Le résumé des présentations et des discussions a été publié (Curry, 1995).

4.3 SOURCES D'EXPOSITION

Turnbull et al. ont regroupé les résultats de 68 études portant sur la mesure de l'exposition professionnelle dans le milieu agricole et du contrôle de la santé publique (Turnbull et al., 1985). Les techniques utilisées dans ces domaines sont très variées et elles se retrouvent dans plusieurs autres milieux de travail. Les résultats obtenus pour la préparation et pour l'application ont été regroupés afin de comparer le danger d'exposition des diverses techniques utilisées. Il en résulte une meilleure représentation du niveau réel d'exposition pour une technique donnée car on sait que les résultats individuels vont varier, notamment en fonction de la technique employée par chaque individu et les conditions météorologiques. Les résultats qu'ils présentent sont des valeurs d'expositions cutanée et respiratoire lors des manipulations

suivantes :

- le mélange et le chargement de différents types de concentré (formulations liquides et poudres) pour un système ouvert et fermé;
- l'application de formulations liquides par divers types de techniques;
- l'application de solides (poudres et granules) par divers types de techniques.

Un tableau résumant l'ensemble de ces données est présenté au tableau 4. C'est l'étape du chargement et du mélange qui constitue le plus grand risque, étant donné la manipulation de mélanges concentrés. La préparation des poudres cause généralement de plus hauts niveaux d'exposition que celle des liquides. Comme prévu, les systèmes fermés conduisent à des niveaux d'exposition inférieurs aux systèmes ouverts.

En ce qui a trait à l'application, voici ce qu'on a constaté :

- l'usage d'un pulvérisateur cause généralement une forte contamination de la peau.
- l'exposition lors de l'usage d'un système de pulvérisation manuelle augmente avec les volumes appliqués et lorsque l'application est dirigée vers le haut, comme cela peut-être le cas dans un verger ou à l'intérieur de bâtiments. Le même phénomène s'observe pour les solides;
- l'exposition du travailleur est plus faible lors de l'usage d'un système avec une rampe de pulvérisation dont le jet est dirigé vers le bas. La fermeture de la cabine de conduite de l'engin diminue évidemment de façon importante le risque. Certains travaux peuvent conduire à un risque plus grand d'exposition tels que le changement d'une buse bouchée ou lorsqu'une rampe de pulvérisation doit être repliée;
- l'application aérienne donne des niveaux d'exposition relativement faibles autant par la voie cutanée que respiratoire. Les pilotes ne doivent pas manipuler les pesticides mais ils sont quand même légèrement exposés compte tenu des vapeurs qui peuvent pénétrer

dans leur cabine de pilotage lors de la pulvérisation. Les signaleurs responsables du parcours des avions sont potentiellement plus exposés que les pilotes. Turnbull indique aussi qu'il n'y a pas de différence notable dans les niveaux d'exposition lors de l'épandage par hélicoptère ou par avion.

Tableau 4 : Importance de l'exposition aux pesticides lors de l'usage de liquides, de poudres ou de granules (présenté en ordre décroissant d'importance)

LIQUIDES	SOLIDES (POUDRES OU GRANULES)
PRODUIT NON DILUÉ	
Chargement et mélange du produit concentré	Chargement du réservoir avec de la poudre
PRODUIT DILUÉ	
Pulvérisateur, débit > 1 000 l/ha	Application de poudre dirigée vers le haut
Pulvérisateur manuel avec lance, application à l'extérieur, débit > 1 000 l/ha	Application à la main de granules
Pulvérisateur à rampe dont le jet est dirigé vers le haut, débit > 1 000 l/ha	Pilote durant l'application aérienne de poudre
Pulvérisateur à barillet dont le jet est dirigé vers le bas	Signaleur durant l'application aérienne de poudre
Pulvérisateur à rampe dont le jet est dirigé vers le haut, débit < 1 000 l/ha	Application de poudre dirigée vers le bas
Signaleur pour application aérienne	
Pulvérisateur manuel avec lance, application à l'intérieur ou à l'extérieur, débit < 1 000 l/ha	
Pilote et personnel au sol pour application aérienne	Pilote, personnel au sol, signaleur pour l'application aérienne de granules

Tiré de (Turnbull et al., 1985)

L'Environment Protection Agency (EPA) et le National Agrochemical Association (NACA des États-Unis) ont aussi créé une banque de données provenant d'études sur la mesure de l'exposition professionnelle (Honeycutt, 1986). Ce genre d'information permet à un utilisateur

potentiel d'évaluer, a priori, les niveaux d'exposition auxquels il peut s'attendre pour un type d'application donné.

4.4 PROFIL D'EXPOSITION PAR SECTEUR

Rappelons que la vente des pesticides par les distributeurs québécois se répartit de la façon suivante entre les divers milieux de travail :

- le milieu agricole avec 78 % des achats de pesticides;
- le secteur industriel avec 3 %;
- le milieu forestier avec 3 %;
- l'entretien paysager avec 3 %;
- l'extermination avec 1 %.

Le milieu agricole est un des seuls secteurs où des données sur le profil d'utilisation sont disponibles. Soixante et un (61) % de tous les pesticides utilisés dans ce secteur sont des herbicides, 17 % sont des fongicides et 16 % sont des insecticides. Dans ce secteur, l'usage des pesticides varie beaucoup selon le type de cultures effectué. Les taux d'application de pesticides pour chaque type de culture sont également très différents (Tableau 3). Les taux employés pour les cultures de la pomme, de la pomme de terre, du tabac, de la fraise, de la vigne, de la poire et de la prune sont les plus élevés. La culture du maïs doit aussi être considérée comme problématique, et cela même si le taux d'application est beaucoup plus faible que pour les cultures mentionnées ci-dessus, car elle implique plus de la moitié de tous les pesticides employés en agriculture. Donc, à l'intérieur d'un même secteur, il y a des différences énormes d'usage et par conséquent du degré d'exposition potentielle.

Parmi les autres secteurs, les herbicides sont utilisés en majorité dans le milieu forestier pour le contrôle de la végétation mais on y utilise aussi des insecticides pour le contrôle des insectes et des maladies. Le rapport entre les quantités d'herbicides et d'insecticides par année varie selon les cycles épidémiques des insectes ravageurs. Certains des insecticides sont toutefois d'origine biologique (ex: BT) et considérés peu toxiques. Dans le secteur de l'entretien paysager, les firmes qui se spécialisent dans le traitement de pelouse utilisent en majorité des herbicides et celles qui se spécialisent dans le traitement des arbres et arbustes, utilisent surtout des insecticides et des

fongicides. Dans le cas de l'extermination, la plus grande partie des pesticides utilisés sont des insecticides ainsi que quelques rodenticides et fumigants.

Il est important aussi d'avoir une appréciation du niveau de toxicité des divers types de pesticides. On présente à l'Annexe 1, un indice de toxicité aiguë pour 92 pesticides utilisés au Québec (MAPAQ et Agriculture Canada, 1991). Le niveau de toxicité est évalué en fonction de la dose létale 50% (DL50). Il est reconnu que la toxicité aiguë des insecticides chimiques est généralement plus élevée que celles des herbicides et des fongicides. D'ailleurs, l'exposition professionnelle lors de l'application d'insecticides a été classée par le Centre International pour la recherche sur le cancer (CIRC) comme étant probablement cancérigène pour l'homme (IARC, 1991). Toutefois, il y a peu de différence entre la toxicité aiguë des herbicides et celle des fongicides, même si on note que celle des herbicides est légèrement plus élevée. Il ne faut pas oublier que cet exercice n'est pertinent que lorsqu'on compare les groupes dans leur ensemble car il y a évidemment de très grandes variations à l'intérieur de chaque groupe. Outre la DL50, les autres effets sur la santé (cancérigène, tératogène, embryotoxique, sur la reproduction, neurotoxique, néphrotoxique, hépatotoxique et sensibilisant) doivent aussi être considérés. La littérature est abondante sur ce sujet. Un document récent produit par le Répertoire toxicologique de la CSST résume la toxicité des herbicides les plus utilisés au Québec (CSST, 1996a).

Parmi les autres paramètres influençant le niveau d'exposition, on doit aussi pouvoir évaluer les pratiques sécuritaires généralement employées dans un milieu de travail. À cet effet, nous disposons de quelques études dans le milieu agricole. Les résultats de ces études sont présentés dans la prochaine section. Nous avons peu d'informations sur les pratiques employées par les autres secteurs. Seul un article du Centre Anti-poison du Québec nous éclaire sur le niveau de connaissances de certaines firmes d'extermination du Québec. Les points à retenir de cet article sont présentés à la section sur l'extermination.

Finalement, on dispose de quelques études sur la mesure de l'exposition professionnelle dans le milieu forestier et les pépinières par le Centre de Toxicologie du Québec pour le Ministère des Ressources Naturelles et d'une série d'articles dans d'autres secteurs.

4.4.1 Milieu agricole

Le fait que les travaux de culture doivent être effectués à l'intérieur d'une courte période, amène souvent l'agriculteur à précipiter ou à accélérer le déroulement des opérations. Comme la résidence est à proximité du lieu de travail et qu'une partie des membres de la famille participe aux travaux, il y a une plus grande possibilité que la résidence soit contaminée par des vêtements souillés. Le manque d'infrastructures qui faciliterait la décontamination des vêtements avant le retour à la maison, est courant. Enfin les contraintes financières de plus en plus difficiles amènent à négliger l'achat d'équipements de protection et l'aménagement d'un lieu d'entreposage dans des bâtiments spécialement conçus à cette fin.

Comme nous l'avons vu dans la section précédente, ce sont les travailleurs qui effectuent le chargement et le mélange qui sont les plus exposés car ils manipulent des produits concentrés. L'exposition du travailleur chargé de l'application des pesticides variera selon le type d'équipement employé, le type de formulation, le taux et les conditions d'application, les conditions météorologiques, les équipements de protection utilisés et le respect des pratiques sécuritaires.

Des chercheurs de l'Université de Montréal ont interviewé 60 exploitants agricoles de la région de Lanaudière en 1988 et ont découvert que seulement 42 à 60 %, selon la tâche à accomplir, manipulent les pesticides de manière sécuritaire (Lafortune et Panisset, 1988). Cependant, leur niveau de connaissances des procédures à suivre pour effectuer ces tâches de manière sécuritaire, était supérieur avec des cotes de 70 à 86 %. Un rappel régulier des dangers auxquels ils s'exposent, s'avère nécessaire. Les chercheurs ont conclu que les producteurs ont surtout besoin d'être informés sur la toxicité des produits qu'ils emploient afin qu'ils puissent avoir une plus juste perception des dangers lors de l'utilisation de ces produits. Une bonne formation permettrait de mieux conscientiser les exploitants agricoles des dangers qu'ils encourent et d'améliorer ainsi sensiblement leur comportement par rapport aux règles de sécurité. Au Québec, environ 10 000 producteurs sur un total de 50 000, ont déjà suivi un cours de formation sur l'usage des pesticides (Ménard, 1995). La formation devrait s'étendre à l'ensemble des agriculteurs, étant donné que la certification est limitée actuellement aux agriculteurs utilisant des produits des classes 1 et 2. En Ontario depuis 1991, chaque entreprise d'exploitation agricole utilisant des pesticides classés d'usage commercial doit avoir au moins une personne ayant obtenu son certificat de qualification (Archibald et al., 1994).

Lafortune et al. ont déterminé qu'environ 60 % des cultivateurs interviewés avaient déjà ressenti des malaises qu'ils associent à la manipulation de pesticides. Les symptômes les plus

fréquemment mentionnés sont les céphalées dans 28 % des cas, les irritations ou brûlures aux yeux (22 %), les irritations de la peau (17 %) et les maux d'estomac caractérisés par des nausées, des vomissements et des pertes d'appétit (12 %).

Il est très difficile de chiffrer le nombre de personnes réellement exposées aux pesticides. Les agriculteurs souscrivent très peu à la CSST et le milieu agricole n'est pas considéré comme un secteur prioritaire par la CSST. On peut aussi compter qu'il y a un certain nombre de travailleurs saisonniers qui s'ajoutent durant la période estivale pour effectuer la cueillette. Les travailleurs chargés de la récolte sont exposés mais à un moindre degré et leur niveau d'exposition variera beaucoup en fonction de la période de temps entre l'application et la cueillette, ce qu'on appelle communément la période de "réentrée".

Une autre enquête auprès de cultivateurs en France a été complétée par Delemotte et al. (Delemotte et al., 1987). Parmi les 2 660 personnes ayant répondu aux questions portant sur les moyens de protection, on constate que 49 % n'utilisent aucun moyen, 51 % n'utilisent qu'un ou plusieurs moyens de protection individuelle soit au cours de la préparation ou pendant le traitement. Seulement 43,7 % mentionnent prendre une douche soit après chaque traitement ou en fin de journée. Enfin, 12,8 % signalent avoir fumé, bu ou mangé au cours des traitements. Les données concernant les intoxications indiquent que 17,7 % ont signalé avoir ressenti des troubles à l'occasion de manipulations de produits phytosanitaires. Les troubles les plus fréquemment mentionnés étaient les céphalées, les irritations cutanées et des muqueuses, les troubles digestifs. On note aussi qu'il y a plus de troubles chez les utilisateurs d'insecticides avec 23,3 % que ceux utilisant les herbicides (16,5%) et les fongicides (18,4 %). C'est le cas aussi des utilisateurs qui ne respectent pas les règles élémentaires d'hygiène.

Parmi les études effectuées sur la mesure de l'exposition professionnelle dans le milieu agricole, une seule étude québécoise a pu être consultée. Le Centre de Toxicologie du Québec a mesuré l'exposition aux triazines (simazine, atrazine, propazine) dans les pépinières du Ministère des Ressources Naturelles (Samuel et al., 1991b). Les triazines sont parmi les herbicides les plus utilisés en agriculture. Le groupe chimique des triazines et triazoles ont constitué pour 17 % des ventes d'herbicides dans le milieu agricole au Québec en 1992. Seuls les carbamates les ont dépassés avec 21 % des ventes (Québec, 1995a). Les conclusions du Centre sont à l'effet qu'il ne croit pas que «la simazine (principal pesticide utilisé) ait présenté un risque pour la santé des travailleurs dans les

conditions d'opération pratiquées dans les pépinières investiguées compte tenu de la faible fréquence d'utilisation du produit». On note toutefois le manque de données pharmacocinétiques chez l'humain. Le Centre note qu'il est possible d'utiliser les triazines en limitant l'exposition à un très faible niveau si les règles de sécurité du Ministère des Ressources Naturelles sont suivies.

4.4.2 Serres

Les serres constituent un cas un peu spécial du domaine agricole car l'application des pesticides s'y effectue à l'intérieur et pendant toute l'année. De par ces seuls facteurs, les risques pour les travailleurs sont considérablement augmentés.

Une étude intéressante a porté sur les producteurs de chrysanthèmes en Ontario (Archibald et al., 1994). Une enquête a été menée pour connaître notamment les types de pesticides, la fréquence d'application, les équipements, les mesures de protection, le niveau de formation et les malaises ressentis lors de la manipulation. Un total de trente et un producteurs ont répondu à l'enquête, ce qui correspond à environ 30 % de tous les producteurs commerciaux de l'Ontario. On y apprend que ce sont surtout des insecticides organophosphorés et des carbamates qui sont utilisés. Les répondants ont complété, en moyenne, 39 applications durant l'année, pour un intervalle de 22 à 70. La fréquence d'application augmentait de 40 % durant les périodes printanière et estivale.

Tous les répondants ont indiqué que des survêtements, des gants et des bottes étaient portés lors des applications et que seuls les employés à temps plein effectuaient ces applications. Dans tous les cas, la personne effectuant l'application était aussi responsable de la préparation, de l'application et du nettoyage. Tous les répondants ont indiqué que les personnes effectuant l'application avaient suivi un cours de formation sur l'usage des pesticides. Vingt-cinq pour cent des répondants ont mentionné avoir déjà eu des malaises tels que des maux de tête et des nausées, à la suite d'une application de pesticides.

Le CTQ a aussi effectué une étude d'exposition professionnelle de travailleurs qui oeuvraient dans un complexe serricole de culture de fleurs. Les résultats de la première phase de l'étude ont démontré que certains travailleurs pouvaient subir des baisses très importantes de cholinestérases sériques et érythrocytaires et ce tant chez les cueilleurs que chez les applicateurs. La situation a grandement été améliorée après que les travailleurs aient eu un cours de formation et que des

correctifs aient été apportés au niveau des équipements de protection individuelle et de certaines habitudes de travail.

4.4.3 Secteur industriel

On ne dispose pas d'informations portant sur l'usage des pesticides dans le secteur industriel que ce soit pour l'ajout d'algicides dans les tours de refroidissement, ou pour les autres usages tels que les huiles de coupe, les pâtes de bois et le bois de construction.

4.4.4 Milieu forestier

Le milieu forestier est un des seuls secteurs pour lesquels des études portant sur l'exposition professionnelle des travailleurs ont été complétées au Québec. Le Centre de Toxicologie du Québec a effectué des études pour le compte du Ministère des Ressources Naturelles. La mesure de l'exposition professionnelle aux triazines, au glyphosate, au triclopyr, à l'hexazinone et au 2,4,5-T a été complétée (Samuel et al., 1994a; Samuel et al., 1994b; Samuel et al., 1994c; Samuel et al., 1992; Samuel et al., 1991a; Samuel et al., 1991b; Tat-Ha and Benedetti, 1984; Weber et al., 1988).

C'est la technique de la surveillance biologique des travailleurs qui a surtout été employée par le Centre de toxicologie. Des mesures des concentrations dans l'air ont aussi été prises dans certains cas. Les études effectuées avaient pour buts de mesurer le niveau d'exposition professionnelle, d'évaluer le niveau de toxicité des produits employés et de vérifier si les techniques d'application et les moyens de protection utilisés s'avéraient sécuritaires. Les recommandations visaient le type d'équipements à employer et à souligner quelles étaient les pratiques qui devaient être modifiées. Seuls les résultats des études portant sur le glyphosate, l'hexazinone et le triclopyr sont commentés.

Le CTQ a aussi effectué une étude d'exposition à la simazine, au benomyl et au chlorpyrifos dans les pépinières forestières afin de valider une proposition de critères de détermination de délais de réentrée pour les pesticides utilisés dans ces pépinières (Samuel et al, 1996a). Une autre étude a porté sur l'exposition des applicateurs de ces mêmes pesticides (Samuel et al, 1996b). Parallèlement à cette dernière étude, le CTQ a utilisé un marqueur fluorescent pour évaluer qualitativement l'exposition cutanée des applicateurs (Samuel et al. 1996c).

Le glyphosate (Samuel et al., 1994a)

Les auteurs soulignent que les techniques d'application manuelle ont le désavantage de nécessiter de fréquentes manipulations et que, bien que peu de données aient été générées pour le glyphosate, les risques sont plus importants avec cette technique (Samuel et al., 1991a). Pour ce qui est des autres méthodes d'application terrestre (à rampe et à barillet) et aérienne, les auteurs concluent que les risques d'atteinte à la santé des travailleurs sont faibles dans les conditions normales d'opération. Le glyphosate est effectivement rarement décelable dans l'urine des travailleurs. Même dans les cas où les pratiques employées étaient moins sécuritaires comme ce fut le cas pour les travailleurs contractuels, les concentrations urinaires étaient généralement faibles et il y avait une bonne marge de sécurité. Celle-ci est définie par un rapport entre la dose de référence (Drf) et le niveau d'exposition mesuré. La Drf est dérivée d'une dose NOEL (dose sans effet observé).

L'hexazinone (Samuel et al., 1992; Samuel et al., 1991a)

Les résultats de ces études indiquent que plusieurs travailleurs ayant utilisé un pulvérisateur manuel ont dépassé la dose de référence (Drf). Ils ont constaté qu'il n'est pas rare d'avoir des fuites de liquide entre le contenant et le tuyau relié au pistolet applicateur. Il y a souvent une contamination du sac utilisé pour le transport du réservoir. Cette technique favorise le contact du produit avec l'utilisateur puisque le réservoir est transporté sur le dos. Le Centre recommande qu'une préférence soit accordée à des techniques alternatives afin de réduire les risques pour la santé.

Quelques utilisateurs du système avec rampe de pulvérisation ont aussi dépassé la norme. Mais la plupart des travailleurs utilisant les rampes de pulvérisation et les systèmes avec barillet ont un degré d'exposition en deça de la limite sécuritaire. Ces dernières techniques peuvent donc être utilisées en sécurité. Les résultats obtenus pour le pulvérisateur à jet crayon et pour l'applicateur granulaire indiquent une faible exposition. On rappelle que l'exposition peut être considérablement diminuée par un plus grand respect des pratiques sécuritaires.

Le triclopyr (Samuel et al., 1994c)

Le triclopyr est un herbicide servant à l'élimination de tiges individuelles de petit diamètre

et au traitement des souches. La seule technique d'application retenue pour l'étude par le Ministère des Ressources Naturelles, est le traitement de l'écorce basale. Cette technique consiste à arroser la base de la tige au moyen d'un pulvérisateur portatif actionné par une pompe de faible pression. L'étude du Centre de toxicologie a porté sur l'évaluation des risques potentiels pour la santé humaine attribuables à l'utilisation du triclopyr lors des opérations d'entretien de la régénération forestière. Cette étude a été faite à partir des données disponibles dans la littérature. Une étude effectuée par Middendorf du Georgia Institute of Technology a servi de document de base. Seize travailleurs ont participé à l'étude de Middendorf. La moyenne géométrique des doses estimées par les mesures biologiques était inférieure à la D_{rf} par une marge de sécurité de 2,7. Par contre, certains travailleurs avaient dépassé la D_{rf}. Ces travailleurs n'avaient jamais porté de gants au cours de l'étude et un des deux avait admis avoir été exposé au triclopyr un jour avant l'étude. Les résultats démontrent aussi que la marge de sécurité était 4 fois plus élevée chez les travailleurs qui portaient des gants par rapport à ceux qui n'en portaient pas. Les conclusions du Centre sont à l'effet qu'il n'y a pas de risque important pour la santé des travailleurs si les recommandations en matière de protection sont respectées.

4.4.5 Entretien paysager

Selon les données du Ministère de l'Environnement du Québec, 5 491 certificats de qualification ont été accordés depuis 1988. Cela ne veut pas dire que seul ce nombre de personnes est en cause car il est possible, en vertu de la Loi sur les pesticides, qu'une personne ne détenant pas de certificat, puisse effectuer l'application de pesticides si elle est surveillée par une autre, qui elle, a obtenu son certificat. Le problème du roulement du personnel peu payé résultant de la forte concurrence entre les entreprises est très présent dans ce secteur d'activités.

Une étude de Solomon a porté notamment sur le risque d'exposition professionnelle des travailleurs effectuant l'application de l'herbicide 2,4-D sur des pelouses (Solomon et al., 1992). La marge de sécurité a été calculée pour différents genres de travail: la moyenne des marges de sécurité des travailleurs effectuant l'application quotidienne était de 454. Celle de ceux qui effectuaient le mélange et le chargement était de 500. L'étude suggère que la méthode de travail et l'hygiène personnelle sont les principaux facteurs qui déterminent le niveau d'exposition. Une bonne formation, l'usage d'équipements de protection de manière constante et le respect des pratiques recommandées, devraient diminuer encore plus le niveau d'exposition.

4.4.6 Extermination

Selon les données du Ministère de l'Environnement, 1 751 certificats de qualification ont été accordés depuis 1988. Ici aussi, le nombre de personnes en cause est plus élevé puisque la Loi sur les pesticides permet à une personne sans certificat de qualification de pouvoir travailler sous la surveillance d'une autre qui a obtenu le sien. Tout comme dans le cas de l'entretien paysager, le roulement du personnel est un problème.

Il est important de souligner le fait que l'extermination s'effectue durant toute l'année et qu'on y utilise surtout des insecticides de même que des rodenticides et des fumigants. Un article dans la revue *Travail et santé* nous éclaire sur le manque patent de compétence de plusieurs firmes d'extermination au Québec (Sanfaçon, 1995a). Il y est mentionné que le gouvernement fédéral enquête annuellement sur des dizaines de plaintes portant sur une mauvaise utilisation des pesticides par des firmes d'extermination. Des exemples de fautes commises sont données: l'application atmosphérique de produits uniquement homologués pour un traitement ponctuel, l'utilisation d'un rodenticide à l'intérieur contrairement à ce qui est indiqué sur l'étiquette, l'utilisation de produits antiparasitaires qui ne sont pas homologués pour les organismes et/ou les sites visés, l'utilisation de produits antiparasitaires non enregistrés. Pourtant, chaque firme doit avoir à son service au moins un employé qui est censé avoir obtenu un certificat de qualification.

Un article portant sur une entreprise de désinsectisation donne un aperçu de la situation qui prévaut dans ce genre de firme en France (Lehucher-Michel et al., 1994). Les ouvriers effectuant la désinsectisation sont souvent mal informés et mal protégés. C'est un groupe de travailleurs qui est instable (vite renouvelé). L'entreprise qui est présentée, emploie 5 salariés dont 4 chargés de la préparation et de l'application d'un insecticide, le dichlorvos. Le dosage des cholinestérases effectué dans le cadre de la surveillance individuelle annuelle, a permis de mettre en évidence une intoxication subaiguë chez deux des trois personnes affectées à la pulvérisation du produit.

Une grande quantité de pesticides est entreposée par les firmes d'extermination. Leidy rapporte qu'une étude en 1980 a été effectuée afin de vérifier s'il y avait des traces d'insecticides organophosphorés dans l'air des bureaux et des entrepôts de six firmes d'extermination de la Caroline du Nord. La présence de traces de chlorpyrifos, diazinon et malathion a été décelée dans tous les entrepôts et, à l'exception du malathion, dans tous les bureaux. Un bureau avait des valeurs

particulièrement élevées et l'origine de la contamination était un conduit d'air reliant l'entrepôt au bureau (Leidy et al., 1992).

Dans le cadre de leur travail, les exterminateurs doivent fréquemment se déplacer d'un endroit à un autre et transporter des pesticides. Le véhicule devient donc par le fait même un lieu d'entreposage mobile. Les déversements et les vapeurs qui s'échappent d'un contenant de pesticides font en sorte que les travailleurs seront encore plus exposés si les réservoirs sont entreposés à l'avant du véhicule dans la cabine de conduite. Les contenants, les vêtements de travail et les équipements de protection se doivent d'être entreposés dans des compartiments séparés à l'arrière du véhicule plutôt que dans la cabine du conducteur. Leidy a déjà mesuré la contamination de l'air ambiant de véhicules de firmes d'extermination (Leidy et al., 1992). Six sedans, six vans et six camions ont été utilisés, notamment, pour le transport d'insecticides organophosphorés. Des niveaux significatifs de chlorpyrifos ont été mesurés dans la cabine des camions ("pick-up") lorsque les pulvérisateurs portatifs y étaient placés plutôt que dans la boîte arrière du véhicule. Des résidus de diazinon ont été mesurés dans cinq des six sedans. Le Dichlorvos a été retrouvé dans deux des six vans. Les mesures étaient quand même toutes sous la valeur limite d'exposition. Les commentaires mentionnés sur les dangers d'exposition reliés au transport des pesticides à l'intérieur d'un véhicule routier, s'appliquent aussi aux secteurs de l'entretien paysager et forestier car les travailleurs de ces secteurs font un usage fréquent d'un véhicule pour se déplacer sur les lieux d'application.

4.4.7 Formulation

Il y a très peu de formulateurs au Québec. En 1992, il y avait 138 grossistes de pesticides (Québec, 1995a). De grandes quantités de pesticides peuvent être entreposées par ces compagnies. L'article de Kilgore décrit brièvement la présence de vapeurs de pesticides dans l'air ambiant d'un entrepôt d'un distributeur de pesticides (Kilgore and Akesson, 1980). L'entrepôt était vraisemblablement contaminé suite à des déversement liquides ou des poudres. L'entreposage doit être fait de façon à éviter la contamination de l'entrepôt et des locaux voisins.

4.5 DISCUSSION

Classer les différents milieux de travail en fonction du niveau de risque de chacun est une tâche complexe compte tenu du très grand nombre de produits et d'utilisations possibles. Le milieu

de travail pour lequel on dispose le plus d'information est le milieu agricole. C'est un milieu qui utilise une grande diversité de pesticides en quantités importantes et le nombre de travailleurs est élevé. Dans ce milieu, trois paramètres doivent être principalement considérés soit la nature du pesticide, son taux d'application et la technique d'épandage.

À titre d'exemple de culture plus à risques, il y a celle de la pomme avec un taux d'application de pesticides de l'ordre de 27,4 kg/ha et l'application au moyen d'un pulvérisateur à jet porté. Les cultures du tabac, de la vigne, de la poire et de la prune sont d'autres exemples avec des taux d'application de 30,0, 24,5 et de 18,0 kg/ha respectivement. Enfin, le maïs et la pomme de terre ne sont pas négligeables puisqu'on y utilise 50,1 et 8,9 % de la quantité totale de pesticides utilisée par le milieu agricole. Un autre sous-secteur du domaine agricole qui devrait susciter une attention particulière, est celui des serres parce qu'on y applique des pesticides à l'intérieur et pendant toute l'année. Le secteur de l'horticulture ornementale qui se fait souvent en serre est également à risque car de nombreux insecticides et fongicides sont utilisés pour conserver l'apparence des fleurs jusqu'à la mise en marché.

Le deuxième secteur à risque est celui de l'extermination. Ce secteur compte pour une faible part de tous les pesticides employés au Québec mais on y utilise des produits relativement plus toxiques surtout dans le domaine de la fumigation et on y opère pendant toute l'année.

Le troisième secteur pourrait être l'entretien paysager ou le milieu forestier. La même quantité de pesticides soit environ 3 % est utilisé et ceux-ci sont surtout employés pour le contrôle de la végétation. Les opérations sont saisonnières dans les deux cas. Des résultats obtenus par le CTQ, il ressort que dans l'ensemble, pour les principaux pesticides employés pour le contrôle de la végétation, les risques pour les travailleurs étaient faibles. On a souligné les dangers plus élevés lorsque certaines techniques étaient utilisées et on a effectué les recommandations quant aux techniques d'application et aux mesures sécuritaires à employer afin de réduire le risque des travailleurs.

Enfin, le secteur industriel et celui des formulateurs ne peuvent être classés puisqu'on ne dispose pas de suffisamment d'informations.

PARTIE 5 - APPROCHES DE PRÉVENTION

5.1 INTRODUCTION

Ce chapitre passe en revue les éléments de base d'une approche de prévention primaire. Parmi les items qui constituent l'approche préventive, ceux impliquant une élimination à la source doivent être priorisés. La substitution et la lutte intégrée sont deux approches qui préconisent l'élimination à la source. Lorsque l'élimination à la source ne peut être implantée, les actions doivent viser le contrôle de la source par l'usage de dispositifs permettant de réduire les émissions. Lorsque les étapes précédentes ne sont pas suffisamment efficaces à éliminer le danger, le contrôle de l'exposition des travailleurs doit être fait, en employant, par exemple les équipements de protection individuelle.

Des pratiques sécuritaires spécifiques au superviseur et à l'utilisateur aux différentes étapes du procédé soit lors de la préparation, lors de l'application, après l'application, lors d'une fumigation et lors de l'application en serre sont décrites. La base de l'entretien et du calibrage des équipements est aussi donnée.

Finalement, la formation doit faire partie de tout programme de prévention et doit porter à la fois sur les risques et les moyens de les contrôler. Une brève description des programmes de formation disponibles aux utilisateurs et aux vendeurs de pesticides est donnée.

5.2 ÉLIMINATION À LA SOURCE

5.2.1 Substitution

L'usage d'une matière active moins toxique est la substitution la plus simple que l'on puisse envisager. Le changement de formulation peut également être envisagé, en utilisant, par exemple, un produit sans solvant organique (produit à base d'eau) ou sous forme de granules. Hudson a décrit les diverses alternatives possibles quant au choix de formulation pour réduire la toxicité des produits (Hudson and Tarwater, 1987). De manière générale, peu d'études ont porté sur la substitution des pesticides. Le document produit par le Répertoire toxicologique de la CSST peut être utilisé afin d'identifier des herbicides moins toxiques (CSST, 1996a). Une politique d'achat des pesticides tenant compte de la toxicité de ceux-ci permettra de réduire ou maîtriser les risques.

5.2.2 Lutte intégrée

La lutte intégrée (LI) constitue une nouvelle approche dans l'élaboration de moyens pour maintenir l'activité des organismes indésirables à un seuil acceptable tout en utilisant le moins possible de pesticides. La LI est une approche permettant de réduire ou de substituer des substances toxiques par un ensemble de mesures ou de techniques alternatives. Elle contient des éléments d'élimination à la source mais aussi quelques éléments de contrôle de la source.

La LI nécessite une connaissance du fonctionnement de l'écosystème. La connaissance des organismes qui forment l'environnement biotique du milieu permet d'implanter des stratégies de contrôle biologique, de comprendre les facteurs à la base des fluctuations des populations des organismes nuisibles et de diminuer l'impact des méthodes de lutte chimique (Québec, 1994). La LI ne vise pas l'élimination de l'agent nuisible mais se limite à en contrôler l'infestation à un niveau acceptable. L'emploi des pesticides y est alors limité à un moyen de dernier recours. L'objectif de la LI est de lutter contre les organismes nuisibles de façon efficace, sécuritaire et économique :

- en utilisant des méthodes de remplacement (mécanique, physique, lutte biologique);
- en perfectionnant les pratiques culturales;
- en utilisant des pesticides moins toxiques;
- en favorisant l'usage de pesticides spécifiques à la cible et en réduisant l'utilisation de pesticides qui ont un large spectre d'action. On peut conférer une certaine spécificité aux produits en les appliquant à des moments précis où seule l'espèce visée sera exposée.

Les méthodes disponibles pour la LI sont (Canada, 1994a) :

- la lutte biologique. Elle vise la réduction des populations d'organismes indésirables par l'introduction de prédateurs naturels, de parasites ou d'agents pathogènes tels que le *Bacillus thuringiensis*;
- l'optimisation de la santé des plantes afin de réduire les risques d'infestation par notamment, le contrôle de l'humidité du sol, les techniques de plantation, la rotation des cultures, la désinfection;
- la sélection génétique de plantes plus résistantes;
- la lutte mécanique et physique. Elle est basée sur la taille et l'usage de pièges, de pièces

engluées, de barrières physiques, d'agents physiques. Par exemple, la chaleur peut stériliser le médium de croissance utilisé dans des serres et les paillis des composts et des copeaux de bois peuvent combattre les mauvaises herbes;

- l'utilisation de pesticides moins toxiques et peu persistants;
- l'usage modéré de pesticides conventionnels.

5.3 CONTRÔLE DE LA SOURCE

Divers systèmes, dispositifs, contenants et emballages ont été mis au point afin de réduire les émissions de pesticides lors de la préparation et de l'application de pesticides. On les décrit brièvement dans cette section.

Système d'injection

Ce système permet d'ajouter les pesticides concentrés sans qu'aucun mélange avec un diluant ne soit nécessaire. Cela permet le changement de produit sans devoir vidanger et rincer le réservoir. Cette technologie permet de réduire les dangers liés au mélange et au chargement et élimine les problèmes reliés à la manipulation des surplus (Québec, 1991).

Système fermé de mélange

L'usage d'un système fermé pour effectuer la préparation des mélanges permet d'éliminer le danger d'éclaboussures des solutions concentrées.

Système de remplissage

Ce système permet le transfert de pesticides par succion d'un contenant ouvert au sol jusque dans le réservoir de mélange.

Divers dispositifs pour les buses

Un dispositif anti-gouttes installé sur chacune des buses permet de réduire les pertes en pesticides lors des arrêts et donc, réduit le potentiel d'émission des pesticides. Des buses à

démontage rapide peuvent faciliter leur changement. Des supports pivotants de porte-buses permettent de changer de buse par une simple rotation. Ces systèmes sont particulièrement intéressants lorsqu'on utilise des buses de petit calibre car elles sont plus sensibles au bouchage.

Systemes anti-dérive

Certains systèmes anti-dérive ont été proposés au cours des dernières années. Ces systèmes permettent de limiter la dérive des pesticides et par extension les risques d'exposition pour les travailleurs et toute autre personne pouvant se trouver à proximité. Ce type de système devrait aussi permettre de mieux contrôler la dérive hors des bandes de protection.

Dispositif anti-retour

Des mesures doivent être prises pour éliminer les possibilités de contamination de la source d'approvisionnement en eau à la suite d'un retour du mélange concentré vers la source d'eau. Cela peut se produire lorsque la pompe d'alimentation s'arrête accidentellement ou lorsque la pression du système d'aqueduc chute brutalement. La contamination d'une source d'eau peut avoir, en plus des effets sur l'environnement, de graves répercussions sur la santé des personnes qui la consomment. Un dispositif anti-retour entre le point d'eau et le réservoir doit être installé afin d'éliminer cette possibilité.

Contenant / Emballage

Bien que le vrac soit de plus en plus populaire, l'usage de petits formats doit être privilégié car il permet de réduire les dangers lors de la préparation en facilitant la manipulation des contenants. En outre, certains emballages sont solubles au contact de l'eau. Ils permettent d'éliminer le danger d'éclaboussures lors de la préparation et évitent d'avoir à mesurer les quantités ajoutées.

5.4 CONTRÔLE DE L'EXPOSITION

5.4.1 Équipement de protection

Les risques d'intoxication lors de l'usage de pesticides peuvent être fortement réduits en

suivant certaines règles de base lors de la manipulation de ces produits et en utilisant des équipements de protection pour empêcher les pesticides de pénétrer par l'une des trois voies d'exposition.

Le choix des équipements de protection individuelle est basé sur les items suivants:

- la toxicité et la concentration du pesticide;
- la nature de la formulation;
- le niveau d'exposition;
- la durée de l'exposition;
- le degré d'absorption du pesticide par chacune des trois voies.

Le port des équipements de protection est très important. Il faut porter les vêtements et l'équipement de protection appropriés au risque identifié. Les équipements sont notamment des gants, des bottes, un tablier, des vêtements de travail, un chapeau, des lunettes et un respirateur.

Vêtements de protection

Les vêtements imperméables offrent la meilleure protection et sont recommandés. Il peut être difficile de porter de tels vêtements par temps chaud du moins pour de longues durées. Les vêtements dont le tissu est suffisamment épais pour empêcher que les pesticides ne puissent traverser, constituent une solution de remplacement acceptable (Canada, 1987). Les vêtements doivent avoir des manches longues. Il faut utiliser des vêtements de protection propres au début de chaque journée de travail. Les utilisateurs doivent avoir des vêtements de rechange sur les lieux de manipulation et d'application des pesticides. Les vêtements doivent être portés généralement par dessus les bottes.

Gants

Les mains constituent la partie du corps la plus à risque d'être exposée pendant toutes les phases de l'utilisation des pesticides et particulièrement lors du mélange et du chargement. Il faut toujours porter des gants lors de la manipulation des pesticides. De manière générale, le meilleur type de protection est une paire de gants imperméables à manchettes (Canada, 1987). Les gants

résistant aux produits chimiques sont disponibles dans une grande variété de matériaux: le caoutchouc naturel, le néoprène, le nitrile, le polyéthylène, le chlorure de polyvinyle (PVC) et l'acétate de polyvinyle (PVA) (WCB, 1990). Bien que le néoprène ait de bonnes propriétés de résistance aux acides et aux solvants organiques, aucun matériau n'est capable de protéger parfaitement contre tous les types de pesticide. Lors de l'usage de produits organophosphorés, les gants doivent être en caoutchouc naturel, mais pour la plupart des autres pesticides, des gants en néoprène conviennent également.

Il faut conserver les gants en bon état. L'usure et les fendillements peuvent réduire la protection. Il est nécessaire de changer les gants plusieurs fois par saison.

Pour prévenir le contact lors du retrait de gants contaminés, ceux-ci doivent être nettoyés avec de l'eau et du savon. Il faut aussi laver l'intérieur très soigneusement afin d'éviter toute exposition accidentelle. Le port de gants jetables sous les gants apporte une protection supplémentaire. On se débarrassera des gants jetables après chaque usage (WCB, 1990).

Tablier

Les tabliers, en caoutchouc ou en plastique doivent être suffisamment longs pour couvrir le haut des bottes (Canada, 1987). Un tablier en caoutchouc doit être utilisé lors de la manipulation des organophosphorés.

Bottes

Des bottes en caoutchouc doivent être portées lors de la manipulation des pesticides ou lors des déplacements dans des endroits récemment traités (Canada, 1987). Il ne faut jamais entrer les jambes du pantalon dans les bottes. S'il y a pénétration de pesticide dans les bottes, on doit immédiatement se laver et changer de bottes et de chaussettes.

Chapeau protecteur

Un chapeau imperméable à large bord doit être porté lors d'une pulvérisation dirigée vers le haut et lorsque des gouttes peuvent tomber du feuillage (Canada, 1987). Certains costumes ont des

capuchons qui peuvent protéger la nuque et une partie de la tête. Il n'est pas recommandé d'utiliser un chapeau de feutre ou une casquette ordinaire car leur tissu absorbe les pesticides et leur coupe n'assure pas une protection suffisante du cou.

Protection des yeux

Des lunettes de protection ou une visière faciale antibuée sont recommandées. Le matériau du bandeau servant au port de la visière faciale ne doit pas être absorbant.

Respirateur

Le type de respirateur à utiliser dépend du pesticide en cause et du type d'application. Généralement, un système filtrant pour poussières, pour gaz et vapeurs ou combiné est suffisant.

Le respirateur à cartouches chimiques spécifiques aux pesticides est léger et il protège contre les poudres, les brumes, les vapeurs ou les gaz. Ces respirateurs contiennent un filtre qui arrête les poussières et les fines gouttelettes, et des cartouches absorbantes pour les gaz et les vapeurs. Un système similaire utilise au lieu des cartouches filtrantes vissées au masque, un bidon filtrant fixé à la ceinture et relié à un masque complet. Des demi-masques peuvent aussi être utilisés si une protection oculaire est déjà disponible.

Ces systèmes filtrants (cartouches ou bidon) ne doivent pas être utilisés dans des endroits où l'air ne contient pas suffisamment d'oxygène ou dans des endroits où il peut y avoir une accumulation importante de vapeurs de pesticides.

La durée d'efficacité des systèmes filtrants dépend de plusieurs facteurs dont principalement la concentration et le temps d'exposition. D'autres paramètres tels que les conditions climatiques (température et humidité), la présence d'autres contaminants et les conditions d'utilisation sont aussi à considérer. L'utilisation de ces systèmes filtrants est donc recommandée uniquement si une perception sensorielle (odeur, irritation) peut être décelée, indiquant la saturation du milieu filtrant. Une fois la capacité de la cartouche dépassée, l'air inspiré est contaminé.

Lors de l'utilisation de pesticides très toxiques et lors de certaines applications telle que la

fumigation d'un endroit clos, un système isolant autonome ou avec adduction d'air doit être utilisé.

Le National Institute of Occupational Health (NIOSH) a mis sur pied un code TC suivi de deux chiffres et d'une lettre pour indiquer le type de respirateur. Il y a cinq principaux types de respirateur qui sont approuvés pour l'usage de pesticides (WCB, 1990) :

Type	Code NIOSH
Pour les poussières et le brouillard	TC-21C
Avec cartouche chimique	TC-23C
Avec bidon	TC-14G
Masque à gaz autonome avec bonbonne	TC-13F
Masque à gaz avec adduction d'air	TC-19C

5.4.2 Les pratiques sécuritaires

Responsabilité du surveillant (Canada, 1987)

Lors de chaque application de pesticides, quelqu'un doit assumer la responsabilité de la conduite des opérations. Le surveillant doit favoriser chez ses employés des attitudes et des comportements sécuritaires pour leur santé et l'environnement. Il doit prendre les mesures nécessaires pour :

- s'assurer que tous les travailleurs connaissent les risques et les précautions à prendre afin de les éviter;
- éviter d'attribuer des charges de travail excessives qui sont souvent incompatibles avec un travail sécuritaire;
- fournir des équipements de protection nécessaire et de les remplacer lors d'une défectuosité.

Dans la mesure du possible, il limitera le contact du travailleur avec les pesticides :

- en exécutant les travaux liés aux pesticides lorsque le nombre d'employés sur place est à son minimum;
- lorsque c'est possible, en effectuant l'épandage des pesticides à l'aide d'un système automatique.

Chaque personne doit porter les équipements de protection nécessaire au travail effectué. Le surveillant doit connaître les limites des équipements de protection, les cartouches qu'il faut utiliser et leur durée utile.

Il doit choisir la formulation la plus appropriée, la plus efficace et la moins toxique.

Il doit s'assurer qu'il y a toujours de l'eau, du savon, des serviettes près des lieux où l'on manipule les pesticides.

Il doit interdire de fumer, boire ou manger sur les lieux où il y a manipulation de pesticides.

Il ne doit pas permettre à un ouvrier de travailler seul s'il doit manipuler un pesticide toxique.

Il doit s'assurer que l'équipement utilisé soit toujours bien calibré et bien entretenu.

Il doit faire en sorte que les pilotes ne participent pas à la préparation des mélanges avant la pulvérisation aérienne et qu'ils se tiennent à l'écart des lieux de préparation.

Il doit se préparer dans l'éventualité où un travailleur serait contaminé. Il doit décontaminer la personne le plus rapidement possible, lui donner les premiers soins et la transporter vers un service médical le plus rapidement possible. Il ne doit pas permettre à un travailleur intoxiqué de retourner seul dans sa voiture. Les signes d'intoxication sont souvent anodins au début. Il faut rester auprès du malade jusqu'à ce qu'il soit traité par un médecin.

Il doit s'organiser pour que les travailleurs effectuant la manipulation de grandes quantités d'organophosphorés soient suivis par un médecin et testés régulièrement pour leur niveau de cholinestérases.

Responsabilité de l'ouvrier (Canada, 1987)

La prévention des accidents repose en bonne partie sur les connaissances du travailleur et l'application des règles de sécurité. Le travailleur doit donc s'efforcer de connaître ces règles, de les appliquer pour sa santé et celle de ses collègues.

Le port d'un équipement de protection est nécessaire si l'on doit pénétrer dans un secteur où l'on a récemment effectué une pulvérisation. On doit respecter certains délais après l'application de chaque type de pesticide. L'information sur les étiquettes des produits peut renseigner l'utilisateur à cet égard. Un rapport préparé par le CTQ et disponible au Ministère des Ressources naturelles propose des critères de réentrée lors de l'utilisation de pesticides dans les pépinières forestières (Samuel et al, 1996a).

Il ne faut jamais tenter de débloquer une buse ou un conduit en soufflant à l'intérieur.

Pour réduire son niveau d'exposition, il faut se placer dos au vent.

Il faut arrêter de travailler en contact avec des pesticides si son niveau de cholinestérases varie anormalement.

Mélange et chargement

Les étapes de chargement et de mélange sont généralement reconnues pour être les plus dangereuses à cause de la concentration des produits. Toutes les précautions nécessaires doivent donc être prises afin de réduire les possibilités d'intoxication. Toute opération doit faire l'objet d'une surveillance constante. Les instructions sur l'étiquette du produit doivent être suivies attentivement. Il est important d'identifier le symbole indiquant la nature et le degré du risque.

Le port des équipements de protection est essentiel. Il faut porter les équipements de protection appropriés au degré et à la nature du risque identifié. Ces équipements sont notamment des gants, des bottes, un tablier, des vêtements de travail, des lunettes et un respirateur (Tableau 5). Il faut éviter l'usage de gants, de bottes en cuir ou en tissu. Il faut s'assurer que les vêtements ne comportent pas d'accroc ou qu'ils ne soient pas percés.

Pour réduire son niveau d'exposition lors de la manipulation de poudres, il est recommandé de pré-mélanger avec une petite quantité d'eau avant de transvider dans le réservoir de mélange. On doit ouvrir les sacs contenant des poudres à l'aide d'un couteau bien aiguisé plutôt que de les déchirer. Il est par ailleurs déconseillé d'effectuer cette tâche à l'extérieur lorsqu'il vente.

Il est recommandé de remplir environ aux trois quarts (3/4) le réservoir avant d'y ajouter le pesticide pour empêcher la formation de mousse (Québec, 1994).

Au site de préparation, des installations de décontamination ou de lavage et des équipements de premiers soins doivent être disponibles.

L'utilisateur dont la tâche principale est d'effectuer la préparation des mélanges et l'application de pesticides toxiques pendant une durée prolongée, devrait consulter un médecin régulièrement.

Tableau 5 : Équipements de protection à porter lors de la préparation de pesticides

Présenté en fonction des symboles avertisseurs sur l'étiquette

Équipements de protection	Danger Poison	Avertissement Poison	Attention Poison	Aucun symbole
Gants et bottes	✓	✓	✓	✓
Chemise à manches longues, pantalon long, salopette	✓	✓	✓	✓
Tablier imperméable	✓	✓	✓	
Lunettes antibuée	✓	✓	Nécessaires si c'est un produit irritant pour les yeux	Nécessaires si c'est un produit irritant pour les yeux
Respirateur avec filtre approuvé	✓	✓	Nécessaire dans un lieu clos	Nécessaire dans un lieu clos

Tiré de (Québec, 1994)

Application des pesticides

Le port des équipements de protection est essentiel. Il faut porter les équipements de protection appropriés au degré et à la nature du risque identifié (Tableau 6). Il faut éviter l'usage de gants, de bottes et de chapeaux en cuir ou en tissu.

Il faut effectuer l'application par temps frais et lorsque la vitesse du vent n'est pas excessive. En règle générale, il ne doit pas y avoir d'épandage de pesticides si la température dépasse 30 degrés Celsius ou si la vitesse du vent dépasse 8 km/hr. Il faut faire l'application le plus près possible de la cible.

Il faut apporter des serviettes de papier ainsi qu'un récipient d'eau et de savon pour se laver les mains et pour nettoyer les éclaboussures. Il faut se laver les mains à l'eau et au savon avant de manger, de boire, de fumer ou d'aller aux toilettes.

Dans le cas d'une application avec une rampe de pulvérisation, si la cabine du tracteur n'est pas munie d'un système de ventilation avec filtre spécial pour les pesticides, il faut ouvrir les fenêtres et porter l'équipement de protection approprié (Québec, 1994).

Dans le cas d'une application sur des arbres et arbustes, il faut se protéger la tête, le visage et le cou des retombées de pesticides.

Lors de l'utilisation d'un modèle portatif porté sur le dos, il faut toujours marcher le corps droit pour éviter des fuites par les trous d'aération et par le bouchon de remplissage. Il est préférable de placer le modèle sur une table avant de le placer sur son dos, pour éviter des fuites qui pourraient avoir lieu en agitant le réservoir. Il faut l'enlever de la même manière en le plaçant sur une table. Une fois installé, il ne faut pas faire l'application en marchant à reculons.

Tableau 6 : Équipements de protection à porter lors de l'application de pesticides

Présenté en fonction du type d'application

Équipements de protection	Dirigé vers le sol	Dirigé vers le haut
Gants et bottes	✓	✓
Chemise à manches longues, pantalon long, salopette	✓	✓
Tablier imperméable		✓
Lunettes antibuée		✓
Respirateur avec cartouche ou filtre approuvé	Selon l'indication de l'étiquette	Nécessaire pour les produits dont le symbole avertisseur indique: Danger ou Avertissement
Chapeau à large bord		✓

Tiré de (Québec, 1994)

Il ne faut pas appliquer de pesticides à base d'huile ou contenant des solvants organiques près d'une source d'ignition telle qu'un poêle à gaz ou près d'un réfrigérateur à gaz.

L'application près de lignes électriques peut s'avérer dangereuse lors du traitement des arbres à l'aide d'un mélange à base d'eau. Il est important de maintenir une certaine distance avec la ligne électrique. Une distance minimale de 5 m devrait être gardée avec des lignes de tension de 25 kv ou moins et de 8 m avec des lignes de plus de 25 kv (WCB, 1990).

La manipulation de grains de semence traités aux pesticides sans l'usage de gants, va contribuer à l'exposition cutanée.

Il ne faut pas circuler sur les lieux de l'application. Il faut s'assurer qu'il s'écoulera un temps suffisant entre l'épandage et la récolte.

Dans le cas de pulvérisations aériennes, il ne faut pas que le signaleur se trouve dans le trajet

de l'avion au moment de l'application. Il faut plutôt utiliser des marqueurs ou utiliser des points de repère sur le site ou encore utiliser un système automatique de marquage ("flagman") (WCB, 1990).

Après l'application (Québec, 1994)

À la fin de la journée de travail:

- il faut nettoyer les systèmes de pulvérisation;
- il faut prendre une douche immédiatement et changer de vêtements;
- il faut laver les vêtements. Ils doivent être changés au moins une fois par jour et plus souvent s'ils ont été contaminés. S'il y a une forte contamination, on doit les enlever immédiatement et les détruire. Les vêtements contaminés doivent être manipulés avec des gants et être déposés dans un sac de plastique en attendant de pouvoir les laver. Les vêtements de protection doivent être lavés séparément pour éviter la contamination des autres vêtements;
- il ne faut pas manger ni fumer lorsqu'on doit traiter ou nettoyer les équipements;
- il faut nettoyer à l'eau et au savon les bottes et les gants avant de les enlever;
- il faut laver tout l'équipement de protection;
- les cartouches doivent être remises dans des sacs de plastique fermés et ne pas être entreposées avec des pesticides;
- il faut se laver les mains avant de manger, de boire, de fumer ou d'aller aux toilettes.

Entre les périodes de travail, les équipements de protection doivent être rangés dans un endroit spécifiquement aménagé à cette fin.

Il ne faut pas circuler sur les lieux de l'application à l'intérieur du délai de réentrée à moins de porter l'équipement de protection requis (Québec, 1991).

Les mesures de protection lors de la fumigation

Les gaz et les vapeurs de fumigants sont parmi les matières actives les plus toxiques utilisées dans le domaine des pesticides. Les fumigants constituent surtout un danger d'exposition par inhalation. Il est primordial de porter un respirateur approprié. La plupart des fumigants ont des odeurs caractéristiques. Certains peuvent être facilement reconnus à des niveaux de concentration

suffisamment faibles pour être sous les valeurs permises. Mais environ la moitié des fumigants ne peuvent être reconnus qu'au delà des niveaux permis (WCB, 1990).

Il faut sceller adéquatement le lieu où il y a eu une fumigation afin de protéger notamment les travailleurs qui pourraient se trouver dans une zone adjacente. Il faut empêcher l'accès à l'endroit traité et indiquer au moyen d'écriteaux qu'une fumigation aura ou a eu lieu.

Il faut lire attentivement les instructions données sur les étiquettes et toujours porter le respirateur approuvé pour le pesticide utilisé.

Les systèmes filtrants ne sont pas suffisants lors d'une fumigation. Dans le cas où on doit pénétrer dans un lieu clos, il faut utiliser un système isolant.

Il ne faut pas travailler seul lorsqu'on applique des fumigants.

Il faut s'assurer que toute source d'ignition soit éteinte au moment de la fumigation.

Il faut s'assurer qu'aucune personne ne pénètre dans le bâtiment après un traitement jusqu'à ce que le délai de sécurité du produit ait été écoulé. Il est recommandé d'évacuer les bâtiments adjacents.

Pour les applications au sol, il faut utiliser un film de plastique pour couvrir le sol afin de réduire les émissions. Il faut aussi faire attention aux émissions de gaz lorsqu'on enlève les feuilles de plastique. Le compactage du sol permet aussi de diminuer les émissions.

Il faut être prudent lors de la culture d'un sol sur lequel un fumigant a été appliqué. L'agitation mécanique du sol facilite le dégagement des vapeurs.

Les mesures de protection dans les serres

Lors de l'application de pesticides dans une serre, des précautions supplémentaires doivent être prises considérant que c'est un espace fermé (Québec, 1994). Aucune personne ne doit pénétrer dans la serre après un traitement jusqu'à ce que le délai de sécurité du produit ait été écoulé.

Quel que soit le pesticide utilisé, il est recommandé de toujours porter un respirateur qui couvre tout le visage et les yeux. Consulter les étiquettes du pesticide au sujet du type de respirateur à employer.

Il faut toujours travailler à deux.

Il faut fixer sur toutes les portes un panneau indiquant l'information appropriée.

Il faut recouvrir les réservoirs d'eau d'un plastique.

Il faut éviter le contact avec les plantes et les surfaces traitées.

Entretien et calibrage des équipements

L'entretien de l'équipement est important. Il faut que l'équipement soit exempt de fuites, de défauts. Un mauvais fonctionnement causé par une obstruction ou une usure excessive de certaines pièces peut nuire à la qualité de l'application. Les équipements doivent être régulièrement inspectés pour la présence de fuites. Le calibrage des équipements est nécessaire pour s'assurer que les bonnes doses seront administrées. En agriculture, une trop forte dose de pesticides pourra être nocive pour les plantes, l'environnement et pour les travailleurs effectuant la cueillette.

Le pulvérisateur est un dispositif de précision qui doit être gardé en bon état de fonctionnement. Il faut un calendrier d'entretien où chaque pièce d'équipement est suivie à l'aide de fiches sur lesquelles seront indiquées les réparations et la fréquence des vérifications à effectuer (Québec, 1994).

La durée utile d'une buse varie en fonction de sa qualité et des produits employés. Il faut effectuer la vérification des écarts de débit entre chaque buse pour repérer celles qui sont partiellement obstruées et qui nécessitent un nettoyage. Si le débit d'une buse diffère de plus de 10 % du débit moyen obtenu pour une rampe de pulvérisation, il faut vérifier la propreté, le type et l'usure de la buse (CEMAGREF et MSA, 1989; Québec, 1995b). Cependant, c'est souvent les tentatives de débouchage qui sont la cause de la détérioration des buses. Il est préférable d'utiliser des buses à démontage rapide qui peuvent s'enlever avec les gants de protection.

L'utilisation d'un bon manomètre est essentielle pour s'assurer de la précision du dosage.

Il faut éviter de marcher sur un terrain qui a été traité. Lorsqu'on change ou nettoie une buse lors de l'application avec une rampe de pulvérisation, il faut avancer de quelques mètres après avoir arrêté la pulvérisation.

Il faut rincer le pulvérisateur après chaque utilisation. C'est souvent la qualité du rinçage qui empêche le colmatage. Lorsqu'un filtre ou une pastille d'une buse est bouché, un gaz ou un liquide sous pression peut être utilisé pour le débloquer.

5.5 FORMATION

La formation est certainement le meilleur moyen de conscientiser l'utilisateur aux risques qu'il encoure lorsqu'il manipule des pesticides et aux méthodes de contrôle disponibles. À la demande du Ministère de l'Environnement, le Ministère de l'Éducation a mis sur pied cinq programmes de formation pour la clientèle des secteurs de la vente, de l'extermination, de l'entretien paysager, de la foresterie et de l'agriculture donnant accès à la certification requise par la Loi sur les pesticides. Ces cours sont diffusés dans tout le Québec par le réseau de la formation des adultes des Commissions scolaires.

Par ailleurs, les responsables provinciaux du contrôle des pesticides ont préparé une norme canadienne relative aux exigences de formation des utilisateurs et des vendeurs de pesticides. Elle permettra, entre autres, d'accroître le savoir-faire des utilisateurs et des vendeurs certifiés (Canada, 1995). La réglementation québécoise sur les pesticides sera modifiée prochainement pour s'harmoniser avec cette norme; les programmes de formation devront également être mis à jour.

Plusieurs publications récentes, faciles à consulter, ont été produites par la CSST et l'UPA. Parmi celles-ci, se retrouvent :

- CSST, Alerte-Action n° 86. La pulvérisation de pesticides dans les vergers. Direction des communications. CSST. Mars 1996.
- CSST et UPA. Pesticides en agriculture. Fiches de prévention. Direction de la prévention-inspection. CSST. 1996.

Y sont regroupées diverses sections préventives à implanter à chacune des étapes de l'utilisation des pesticides.

Le ministère de l'Environnement et de la Faune et celui de la Santé et des Services sociaux en collaboration avec l'Association des spécialistes en extermination du Québec ont publié en 96 un guide de bonnes pratiques très utile pour les utilisateurs de pesticides dans le secteur de l'extermination (Laverdière, 1996).

ANNEXE 1

Le tableau suivant donne pour 92 matières actives, le potentiel d'utilisation et le niveau de toxicité exprimé en fonction de la dose létale DL50. Ces matières actives ont été sélectionnées par le MAPAQ en raison de leur potentiel de contamination des eaux souterraines parmi les 509 homologués au Canada (ARLAP, 1995, MAPAQ, 1991).

Note : Outre la DL50, les effets sur la santé doivent aussi être considérés. Consulter la littérature.

Matière active	T	S	DL50
Aldicarbe	I	2	3
Azinphos-méthyl	I	2	3
Bromure de méthyle	M	2	3
Carbofuran	I	2	3
Chlorfenvinphos	I	1	3
Dinosébe	H	2	3
Disulfoton	I	2	3
Endosulfan	I	2	3
Fensulfothion	I	1	3
Fonofos	I	2	3
Formétanate	IA	1	3
Méthamidophos	I	2	3
Méthidathion	I	2	3
Méthomyl	I	2	3
Mévinphos	IA	1	3
Parathion	I	2	3
Phorate	I	2	3
Terbufos	I	6	3
1,3-Dichloropropène	N	1	2
2,4-D	H	7	2
Bensulide	H	1	2

Bromoxynil	H	7	2
Chlorpyriphos	I	2	2
Cyanazine	H	6	2
Diazinon	I	2	2
Dichlorvos	I	1	2
Difénamide	H	1	2
Difenzoquat	H	5	2
Diméthoate	I	2	2
Diquat	H	4	2
Fenvalérate	I	2	2
Lindane	I	1	2
Naled	IA	2	2
Oxydéméton-méthyl	IA	2	2
Paraquat	H	2	2
Phosalone	IA	3	2
Phosmet	IA	2	2
Pyrimicarbe	I	2	2
2,4-DB	H	7	1
Acéphate	I	1	1
Amitrole	H	2	1
Carbaryl	I	3	1
Cyperméthrine	I	2	1

Deltaméthrine	I	2	1
Diclofop-méthyl	H	5	1
Dicofol	A	2	1
Dinocap	F	2	1
MCPA	H	6	1
Métalaxyl	F	2	1
Oxamyl	I	2	1
Perméthrine	I	2	1
Tébutiuron	H	1	1
Thirame	F	2	1
Triadiméfon	F	1	1
Trichlorfon	I	2	1
Anilazine	F	1	0
Atrazine	H	6	0
Bénomyl	F	2	0
Butilate	H	6	0
Captafol	F	2	0
Captane	F	2	0
Chlorambène	H	2	0
Chlorothalonil	F	3	0
Chloroxuron	H	1	0
Chlorpropame	H	1	0
Cycloate	H	1	0
Dalapon	H	2	0
Daminozyde	R	1	0
Dicamba	H	6	0
Dichlone	F	1	0
Dichloran	F	2	0
Diuron	H	1	0
Dodine	F	2	0
EPTC	H	2	0

Ethofumésate	H	1	0
Fenbutatin oxyde	A	1	0
Ferbame	F	1	0
Fluazifop-butyl	H	3	0
Folpet	F	1	0
Glyphosate	H	7	0
Hexazinone	H	1	0
Hydrazide maléique	R	2	0
Iprodione	F	1	0
Linuron	H	6	0
Malathion	I	2	0
Mancozèbe	F	2	0
Manèbe	F	2	0
Méthoxychlore	I	1	0
Métirame	F	2	0
Métobromuron	H	2	0
Métolachlore	H	6	0
Métribuzine	H	2	0
Monolinuron	H	2	0
Napropamide	H	2	0
Naptalame	H	1	0
Propanil	H	6	0
Propargite	A	1	0
Quintozène	F	1	0
Séthoxydime	H	2	0
Simazine	H	2	0
TCA	H	7	0
Terbacil	H	2	0
Thiabendazole	F	2	0
Thiophanate-méthyl	F	2	0
Triallate	H	5	0

Trifluraline	H	2	0
Vernolate	H	2	0
Zinèbe	F	2	0

Type (T) I=insecticide, H=herbicide, M=multiple, A=acaricide, F=fongicide, R=régulateur, N=nématocide

Potentiel d'utilisation selon les recommandations du MAPAQ:

Superficie (S)	7	400 000 ha et plus	3	50 000 à 100 000 ha
	6	300 000 à 400 000 ha	2	10 000 à 50 000 ha
	5	200 000 à 300 000 ha	1	10 000 ha et moins
	4	100 000 à 200 000 ha		

Niveau de toxicité	3	très toxique 0 < DL50 < 50 mg/kg (digestive)
Dose létale 50 %	2	toxique 50 < DL50 < 500
(DL50)	1	modérément toxique 500 < DL50 < 1 000
	0	peu toxique DL50 > 1 000

BIBLIOGRAPHIE

- Archibald, B. A., Solomon, K. R., et Stephenson, G. R. (1994). "Survey of pesticide use by Ontario greenhouse chrysanthemum producers." *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 53, 486-492.
- Agence de Réglementation de la Lutte Anti-Parasitaire (1995). "Répartition des types de pesticides et liste des matières actives." , Canada.
- Bélangier, B. (1995). "Estimation de la quantité de pesticides appliquée sur les principales cultures au Québec." Info-ressources.
- Bonsall, J. L. (1985). "Measurement of occupational exposure to pesticides." Occupational hazards of pesticide use, G. J. Turnbull, ed., Taylor & Francis, Londres et Philadelphie, 13-33.
- Canada, G. d. (1985). "Loi sur les produits antiparasitaires." *S.R., ch. P-10, art. 1*, Gouvernement du Canada, Ottawa.
- Canada, G. d. (1988). "Règlement sur les produits antiparasitaires." *C.R.C., c. 1253*, Gouvernement du Canada, Ottawa.
- Canada,(1994a). *Guide sur la sécurité et la santé au travail*, Direction des communications et de la coordination, Conseil du Trésor du Canada, Ottawa.
- Canada, G. d. (1994b). "Guide d'homologation des produits antiparasitaires en vertu de la Loi et du Règlement sur les produits antiparasitaires." , Division de l'information, Direction de l'industrie des produits végétaux, Agriculture et Agro-alimentaire Canada, Ottawa.
- Canada, G. d. (1994c). "Proposition du gouvernement concernant le système de réglementation de la lutte antiparasitaire." , Gouvernement du Canada, Ottawa.
- Canada, Ministère de la Santé nationale et du Bien-Être social (1987). *Manipulation des pesticides, Manuel de sécurité*, Ministère des approvisionnement et services du Canada, Ottawa.

- Canada, Ministère de la Santé nationale et du Bien-Être social et Association canadienne des responsables du contrôle des pesticides (1995). *Norme pour l'éducation, la formation et la certification en matière de pesticides au Canada*, Gouvernement du Canada, Ottawa.
- Carter, A. O. (1986). "Farming, Pesticides and Occupational Health." *Occupational Health in Ontario*, 7(1), 19-37.
- CEMAGREF (Centre National du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts) et MSA (Mutualité Sociale Agricole), (1989). *J'entretiens et je règle mon pulvérisateur*, CEMAGREF, MSA, Paris.
- CSST (1996a). Toxicité des herbicides les plus utilisés au Québec. Service du répertoire toxicologique. Commission de la Santé et Sécurité du travail. Québec.
- CSST (1996b). *La pulvérisation de pesticides dans les vergers*. Alerte-Action n° 86. Direction des communications. Commission de la santé et sécurité du travail du Québec.
- CSST et UPA (1996c). *Pesticides en agriculture*. Fiches de prévention. Direction de la prévention-inspection, Commission de la santé et sécurité du travail du Québec et Union des Producteurs agricoles. Québec
- CUQ (1994). *Portrait de l'utilisation des pesticides sur le territoire de la CUQ*. Service de l'environnement, Québec.
- Curry, P.B., Iyengar, S., Maloney, P.A. and Maroni, M. (1995). *Methods of Pesticide Exposure Assessment*. Proceedings of a Workshop on Methods of Pesticide Exposure Assessment, October 5-8, 1993, Ottawa, Canada. Plenum Press. New York.
- Delemotte, B., Foulhoux, P., Nguyen, S. N., Fages, J., et Portos, J. L. (1987). "Le risque pesticide en agriculture." *Arch. mal. prof.*, 48(6), 467-475.
- Gaucher, M. (1995). "La loi sur les pesticides plus qu'un pouvoir de réglementer." , Gouvernement du Québec.

- Giroux, I. et D. Berryman (1994). *La contamination des cours d'eau par les pesticides dans les régions de culture intensive du maïs au Québec*, Ministère de l'environnement et de la faune, 133 p.
- Grover, R., et Reed, W. B. (1990). *Pulvérisateurs agricoles de pesticides*, Ministère des approvisionnement et services du Canada, Ottawa.
- Hayes, W. J., et Jr., E. R. L. (1991). "Handbook of pesticide toxicology." , Academic Press, San Diego, CA, 497.
- Honeycutt, R. C. (1986). "NACA Overview on assessment of mixer-loader-applicator exposure to pesticides." *Toxicology Letters*, 33(1986), 175-182.
- Hudson, J. L., et Tarwater, O. R. "Reduction of pesticide toxicity by choices of formulation (Chapter 11)." *Pesticides formulations Innovations and developments*, New Orleans, 124-130.
- IARC. (1991). "Occupational exposures in spraying and application of insecticides." Occupational exposures in insecticide application, and some pesticides, IARC, Lyon, 45-92.
- Kilgore, W. W., et Akesson, N. B. (1980). "Minimizing occupational exposure to pesticides: Populations at exposure risk." *Residue Reviews*, 75, 21-31.
- Laberge, L. (1986). "Guide d'utilisation des produits chimiques dans les pépinières." *ER89-1111*, Service de la régénération forestière, Ministère de l'énergie et des ressources, Gouvernement du Québec.
- Lafortune, M., et Panisset, J.-C. (1988). "Mesure du risque d'exposition aux pesticides pour les producteurs agricoles du Québec." *Travail et Santé*, 4(2), S9-S14.
- Laverdière, C. (1995). "MEQ. Entretien téléphonique le 6 décembre 1995."
- Laverdière, C. et Gingras, B. "Pesticides et extirmination : bon sens, bonnes pratiques". Publications du Québec.

- Lehucher-Michel, M. P., Roussel, A., et Botta, A. (1994). "Prévention des intoxications aux organophosphorés dans une entreprise de désinsectisation." *Revue de médecine du travail*, Tome XXI(5), 251-256.
- Leidy, R. B., Wright, C. G., et Jr, H. E. D. "Exposure levels to indoor pesticides." *Pesticides in urban environments*, San Francisco, 282-296.
- Lincourt, J.-J. (1995). "Ville de Montréal. Entretien téléphonique le 22 novembre 1995."
- Ministère de l'Agriculture, Pêche et Alimentation du Québec, et Agriculture Canada. (1991). "Stratégie phytosanitaire Plan d'interventions." 92-0039, Gouvernement du Québec.
- Matthews, G. A. (1992). *Pesticide application methods*, Longman Scientific & Technical, John Wiley & Sons, Essex, New York.
- Ménard, L. (1995). "UPA. Entretien téléphonique le 29 août 1995."
- Québec, G. d. (1987a). "Règlement sur les établissements industriels et commerciaux", Chapitre S-2.1, r.9, Gouvernement du Québec.
- Québec, G. d. (1988a). "Règlement sur les pesticides en milieu agricole." *Chapitre P-9.3, r.2*, Gouvernement du Québec, Québec.
- Québec, G. d. (1988b). "Règlement sur les pesticides en milieu forestier." *Chapitre P-9.3, r.3*, Gouvernement du Québec, Québec.
- Québec, G. d. (1988c). "Règlement sur l'usage du DDT." *Chapitre Q-2, r.24*, Gouvernement du Québec, Québec.
- Québec, G. d. (1989a). "Code de gestion des pesticides." *Envirodoq 890205*, Ministère de l'environnement et de la faune, Québec.

Québec, G. d. (1989b). "Règlement sur les pesticides." *Chapitre P-9.3, r.1*, Gouvernement du Québec, Québec.

Québec, G. d. (1991). *Les pesticides en milieu agricole Bon sens Bonnes pratiques*, Ministère de l'environnement, Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation, Ministère de la santé et des services sociaux, Québec.

Québec, G. d. (1993a). "Loi modifiant la Loi sur les pesticides (Projet de loi 139)." *Chapitre 77*, Gouvernement du Québec, Québec.

Québec, G. d. (1993b). "Loi sur la qualité de l'environnement." *Chapitre Q-2*, Gouvernement du Québec, Québec.

Québec, G. d. (1993c). "Loi sur les pesticides." *Chapitre P-9.3*, Gouvernement du Québec, Québec.

Québec, G. d. (1993d). "Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement." *Chapitre Q-2, r. 1.001*, Gouvernement du Québec, Québec.

Québec, G. d. (1993e). "Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement." *Chapitre Q-2, r.9*, Gouvernement du Québec, Québec.

Québec, G. d. (1994a). *Pesticides et entretien des espaces verts Bon sens Bonnes pratiques*, Ministère de l'environnement et de la faune, Ministère de la santé et des services sociaux, Québec.

Québec, G. d. (1994b). "Règlement sur la qualité du milieu de travail", *Chapitre S-2.1, r.15*, Gouvernement du Québec.

Québec, G. d. (1995a). "Bilan des ventes de pesticides au Québec en 1992." *Envirodoq EN950037*, Ministère de l'environnement et de la faune, Québec.

Québec, G. d. (1995b). "Cadre d'utilisation des phytocides dans le milieu forestier, au Québec." *RN95-3052*, Ministère des ressources naturelles, Québec.

- Québec, G. d. (1996). "Bilan des ventes de pesticides au Québec, 1992-1994." Lecompte, P. et al. Ministère de l'environnement et de la faune. Direction des politiques des secteurs agricole et naturel, 91 p.
- Samuel, O., St-Laurent, L., Ferron, L.A., Dumas, P., Guillot, J.G., Gingras, G. (1996a). "Proposition et validation de critères de détermination de délais de réentrée pour les pesticides utilisés en pépinière forestière", Ste-Foy, Centre de toxicologie du Québec pour le Ministère des ressources naturelles du Québec, 95 p.
- Samuel, O., St-Laurent, L., Ferron, L.A., Dumas, P., Guillot, J.G., Gingras, G. (1996b). "Étude de l'exposition professionnelle des applicateurs de pesticides dans les pépinières forestières gouvernementales", Ste-Foy, Centre de toxicologie du Québec pour le Ministère des ressources naturelles du Québec, 32 p.
- Samuel, O., St-Laurent, L. (1996c). "Évaluation qualitative de l'exposition externe des travailleurs aux pesticides à l'aide d'un marqueur fluorescent", Ste-Foy, Centre de toxicologie du Québec pour le Ministère des ressources naturelles du Québec, Direction de l'environnement forestier, 25 p.
- Samuel, O., Phaneuf, D., et Houde, L. (1994a). "Evaluation de risques à la santé humaine attribuables à l'utilisation de glyphosate en milieu forestier." *RN95-3029*, Centre de toxicologie du Québec, Québec.
- Samuel, O., Phaneuf, D., et Houde, L. (1994b). "Evaluation de risques à la santé humaine attribuables à l'utilisation de l'hexazinone en milieu forestier." *RN95-3027*, Centre de toxicologie du Québec, Québec.
- Samuel, O., Phaneuf, D., et Houde, L. (1994c). "Evaluation de risques à la santé humaine attribuables à l'utilisation du triclopyr en milieu forestier." *RN95-3028*, Centre de toxicologie du Québec, Québec.

- Samuel, O., Phaneuf, D., et Leblanc, A. (1992). "Etude de l'exposition professionnelle des travailleurs forestiers à l'hexazinone - Rapport synthèse." *FQ92-3113*, Centre de toxicologie du Québec, Québec.
- Samuel, O., Phaneuf, D., Leblanc, A., Guillot, J.-G., et Weber, J.-P. (1991a). "Etude de l'exposition professionnelle des travailleurs forestiers à l'hexazinone." , Centre de toxicologie du Québec, Québec.
- Samuel, O., Phaneuf, D., Leblanc, A., Guillot, J.-G., et Weber, J.-P. (1991b). "Etude en pépinière de l'exposition professionnelle des travailleurs aux triazines." , Centre de toxicologie du Québec, Québec.
- Sanfaçon, G. (1995a). "Problèmes d'insectes: Choisissez bien votre firme d'extermination." *Travail et santé*, 11(1), 12-14.
- Sanfaçon, G. (1995b). Centre Anti-Poison du Québec. Communication personnelle. "Statistiques sur les cas d'empoisonnements aux pesticides au Québec en 1994." .
- Saunders, D. S. (1992). "Methods to Evaluate Exposures to Pesticides." *Methods to Assess Adverse Effects of Pesticides on Non-Target Organisms*, R. G. Tardiff, ed., John Wiley & Sons, Toronto, 103-117.
- Solomon, K. R., Harris, S. A., et Stephenson, G. R. "Applicator and bystander exposure to home garden and landscape pesticides." *Pesticides in urban environments*, San Francisco, 262-273.
- Tat-Ha, C., et Benedetti, J.-L. (1984). "Programme de surveillance biologique de l'exposition professionnelle au 2,4,5-T des travailleurs forestiers à l'emploi du Ministère de l'énergie et des ressources pour la période de pulvérisation d'été 1983." , Centre de toxicologie du Québec, Québec.
- Turnbull, G. J., Sanderson, D. M., et Crome, S. J. (1985). "Exposure to pesticides during application." *Occupational Hazards of pesticide use*, G. J. Turnbull, ed., Taylor & Francis, Londres et Philadelphie, 35-49.

WCB (Worker's Compensation Board) (1990). *Standard practices for pesticide applicators*, Worker's Compensation Board of British Columbia, Vancouver, B.C.

Weber, J.-P., Phaneuf, D., Samuel, O., Guillot, J.-G., et Manca, D. (1988). "Etude de l'exposition professionnelle des travailleurs forestiers exposés au glyphosate." , Centre de toxicologie du Québec, Québec.