

Étude d'impact stratégique
du Plan d'intervention gouvernemental
de protection de la santé publique
contre le virus du Nil occidental

RAPPORT SECTORIEL

9

Évaluation des impacts
sur l'environnement

Étude d'impact stratégique
du Plan d'intervention gouvernemental
de protection de la santé publique
contre le virus du Nil occidental

RAPPORT SECTORIEL

9

Évaluation des impacts
sur l'environnement

Décembre 2005



AUTEURS

Jean-Claude Belles-Isles, Ph. D.
Roche Itée, Groupe-conseil

Daniel Plourde, M. Sc.
Roche Itée, Groupe-conseil

Joëlle Plamondon, M. ATDR
Roche Itée, Groupe-conseil

Jacynthe Baril, M. Sc.
Roche Itée, Groupe-conseil

AVEC LA COLLABORATION DE

Yolaine Labbé, M. Env.
Direction des risques biologiques,
environnementaux et occupationnels
Institut national de santé publique du Québec

RELECTEURS

Jacques Boisvert, Ph. D.
Département de chimie-biologie
Université du Québec à Trois-Rivières

Jean-Pierre Bourassa, D. Sc.
Département de chimie-biologie
Université du Québec à Trois-Rivières

RELECTEURS (SUITE)

Daniel Bolduc, M. Env.
Direction des risques biologiques,
environnementaux et occupationnels
Institut national de santé publique du Québec

Guy Sanfaçon, Ph. D.
Direction de la protection de la santé publique
Ministère de la Santé et des Services sociaux

André Delisle, ing., M. Sc. A.
Transfert Environnement

Éric T. Lacroix, M. Sc.
Société de protection des forêts contre les
insectes et maladies

SECRÉTARIAT

Andrée Fortier
Direction des risques biologiques,
environnementaux et occupationnels
Institut national de santé publique du Québec

Cette étude a été réalisée grâce à la contribution financière du ministère de la Santé et des Services sociaux.

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante :

<http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

DÉPÔT LÉGAL – 4^e TRIMESTRE 2007
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA
ISBN 10 : 2-550-46538-5 (VERSION IMPRIMÉE)
ISBN 10 : 2-550-46539-3 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2007)

AVANT-PROPOS

En septembre 2003, le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) confiait à l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) le mandat de réaliser une étude d'impact sur l'environnement du programme de pulvérisations aériennes d'insecticides pour contrer le virus du Nil occidental (VNO) en cas d'épidémie. Cette étude d'impact était nécessaire en raison du fait que le Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO prévoyait des applications aériennes d'insecticides qui pourraient être réalisées sur une superficie de plus de 600 hectares (ha). Comme la *Loi sur la qualité de l'environnement* (L.R.Q., c. Q-2) assujettit tout programme ou projet de pulvérisation aérienne de pesticides sur une superficie de 600 ha ou plus à la procédure québécoise d'évaluation et d'examen des impacts, l'étude a été amorcée dans ce contexte.

Au cours de la réalisation de l'étude d'impact, plusieurs éléments sont venus influencer son contenu. En effet, l'approche québécoise en matière de VNO a été influencée par l'évolution des connaissances scientifiques de même que par l'expérience acquise au Québec et dans l'ensemble de l'Amérique du Nord. Des rencontres de discussion ont aussi permis de documenter les préoccupations et les perceptions de la population au regard de la problématique du VNO et des pulvérisations aériennes d'insecticides.

Considérant ces nouvelles informations, le MSSS a adopté une nouvelle approche. Malgré le fait que celle-ci ne soit plus assujettie à la procédure québécoise d'évaluation et d'examen des impacts, le MSSS a tout de même choisi de compléter les travaux amorcés sous forme d'une étude d'impact stratégique qui porte désormais sur l'ensemble du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO. Les travaux réalisés dans le cadre de l'étude d'impact initiale sont publiés sous forme de rapports sectoriels annexés au rapport principal en vue d'y apporter un éclairage scientifique.

Comme les travaux menés dans le cadre de l'étude d'impact étaient bien amorcés au moment de sa réorientation à l'été 2005, le lecteur est invité à considérer le changement d'orientation de l'étude lorsqu'il prendra connaissance du contenu des rapports sectoriels.

SOMMAIRE

Au début des années 2000, les autorités de la santé publique ont été témoins de la progression du virus du Nil occidental (VNO) en Amérique du Nord. En l'absence de traitement spécifique pour les infections causées par le VNO et de vaccin pour l'humain, plusieurs stratégies de prévention de la transmission du virus à l'humain ont été étudiées. Ces stratégies comprennent des mesures de prévention via la sensibilisation des populations concernées, un contrôle local des larves de moustiques directement sur les sites de reproduction par le biais de larvicides biologique et chimique et, en cas d'épidémie, le contrôle des populations de moustiques porteurs du virus à l'aide d'adulticides chimiques.

La présente évaluation des impacts s'inscrit dans le cadre des travaux préparatoires à l'application éventuelle des mesures de contrôle des populations de moustiques et vise à évaluer les risques potentiels pour l'environnement associés à l'utilisation d'insecticides pour la prévention et le contrôle du VNO. Les produits étudiés comprennent trois larvicides (*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti), *Bacillus sphaericus* (Bsph) et méthoprène), quatre adulticides (malathion, pyréthrine, *d-trans*-alléthrine, resméthrine) et deux produits utilisés pour augmenter la toxicité de certains adulticides (butoxyde de pipéronyle (PBO) et N-octyl bicycloheptène dicarboximide (MGK-264)).

L'étude cherche à déterminer si l'utilisation des produits précités peut provoquer un ou des effets négatifs sur l'écosystème ou encore se traduire de manière adverse sur les activités économiques, récréatives et de loisir des populations humaines concernées. L'identification et l'évaluation de l'importance des impacts sur le milieu s'appuient notamment sur les expériences tirées des études d'impact par *New York City Department of Health* et *Westchester County Board of Health* dans le cadre de l'évaluation de leurs programmes respectifs de contrôle des moustiques vecteurs du VNO en 2001 et 2002.

L'évaluation des impacts sur l'écosystème est directement tributaire des résultats de l'étude des risques écotoxicologiques associés à l'utilisation des insecticides. L'évaluation des impacts sur le milieu humain repose, quant à elle, sur l'étude du risque toxicologique associé à l'utilisation d'adulticides dans le cadre d'un programme de lutte vectorielle contre le VNO. De façon plus spécifique, les impacts sont en lien direct avec les indices de risque établis dans ces deux études également réalisées dans le cadre des travaux préparatoires à l'application éventuelle des mesures de contrôle des populations de moustiques.

L'évaluation des impacts sur l'écosystème indique que les larvicides étudiés dans le cadre de cette étude ne présentent pas un potentiel d'impact important sur l'environnement. En contrepartie, l'utilisation d'adulticides à des fins de contrôle vectoriel pour lutter contre le VNO peut comporter un impact sur les populations de certaines espèces non ciblées. Les résultats obtenus suggèrent que les insectes, les invertébrés aquatiques, les amphibiens et, dans une moindre mesure, les poissons pourraient dépendamment des produits utilisés être affectés par des épandages d'adulticides, tandis que les oiseaux et les mammifères sont peu susceptibles d'être affectés. À la lumière des résultats obtenus, les adulticides qui devaient être favorisés d'un point de vue des risques sur l'écosystème sont les pyréthrine et la

d-trans-alléthrine. Le malathion, pour sa part, peut également être un produit qui présente peu de risque pour l'écosystème; cela est plus particulièrement vrai si on évite les dépôts de malathion dans les milieux aquatiques et humides. À cet égard, l'application terrestre de malathion devrait être privilégiée par rapport à l'application par voie aérienne dans la mesure où il devrait être plus facile d'éviter les zones à risque lorsque l'épandage se fait par voie terrestre plutôt que par voie aérienne.

L'évaluation des impacts sur les activités socio-économiques, le tourisme et les activités récréatives de la Région métropolitaine de Montréal conclut à l'absence d'impact pour ce qui est de l'application terrestre ou aérienne de larvicides. Le recours aux adulticides, en application terrestre comporte des impacts peu significatifs sur les activités humaines considérées, alors que les applications aériennes de malathion (voire éventuellement de resméthrine) sont considérées comme étant potentiellement négatives notamment pour l'agriculture biologique, la pisciculture et l'apiculture. L'application d'adulticides ne devrait pas changer l'utilisation du sol et ne devrait pas affecter le tourisme et les activités extérieures, sauf si des endroits normalement ouverts au public devaient être fermés ou interdits d'accès ce qui se traduirait par une baisse d'achalandage. Cette fermeture serait cependant temporaire et de courte durée, ce qui ne devrait pas modifier les habitudes de sorties des gens au point où les commerçants pourraient ressentir des conséquences économiques. Par ailleurs, avec les techniques et les doses d'application préconisées, aucun impact sur le matériel extérieur n'est attendu.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	9-VII
LISTE DES SIGLES, ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES	9-IX
1 INTRODUCTION.....	9-1
2 MÉTHODOLOGIE.....	9-3
2.1 ÉVALUATION DES IMPACTS SUR L'ÉCOSYSTÈME	9-3
2.2 ÉVALUATION DES IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES.....	9-4
3 MISE EN CONTEXTE	9-5
3.1 LE PROGRAMME DE CONTRÔLE VECTORIEL.....	9-5
3.1.1 Mesures préventives.....	9-5
3.1.2 Mesures de contrôle	9-7
3.1.3 Coûts des interventions	9-8
3.1.4 Scénario hypothétique de la pire situation envisagée.....	9-9
3.2 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE	9-10
3.2.1 Loi sur la qualité de l'environnement (LQE)	9-10
3.2.2 Loi sur les insecticides.....	9-11
3.2.3 Réglementation municipale	9-11
4 ÉVALUATION DES IMPACTS SUR L'ÉCOSYSTÈME.....	9-13
4.1 INSECTES NON VISÉS.....	9-13
4.1.1 Impacts des larvicides sur les insectes non visés.....	9-13
4.1.2 Impacts des adulticides sur les insectes non visés.....	9-15
4.2 INVERTÉBRÉS AQUATIQUES.....	9-17
4.2.1 Impacts des larvicides sur les invertébrés aquatiques.....	9-17
4.2.2 Impacts des adulticides sur les invertébrés aquatiques.....	9-18
4.3 POISSONS.....	9-20
4.3.1 Impacts des larvicides sur les poissons.....	9-20
4.3.2 Impacts des adulticides sur les poissons.....	9-20
4.4 AMPHIBIENS ET REPTILES	9-21
4.4.1 Impacts des larvicides sur les amphibiens et les reptiles	9-21
4.4.2 Impacts des adulticides sur les amphibiens et les reptiles	9-22
4.5 OISEAUX.....	9-23
4.5.1 Impacts des larvicides sur les oiseaux.....	9-23
4.5.2 Impacts des adulticides sur les oiseaux.....	9-24
4.6 MAMMIFÈRES	9-25
4.6.1 Impacts des larvicides sur les mammifères	9-25
4.6.2 Impacts des adulticides sur les mammifères	9-26

5	ÉVALUATION DES IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES	9-27
5.1	AGRICULTURE.....	9-27
5.1.1	Impacts des larvicides sur l'agriculture.....	9-28
5.1.2	Impacts des adulticides sur l'agriculture.....	9-28
5.2	PISCICULTURE	9-30
5.2.1	Impacts des larvicides sur la pisciculture	9-31
5.2.2	Impacts des adulticides sur la pisciculture	9-31
5.3	APICULTURE	9-32
5.3.1	Impacts des larvicides sur l'apiculture	9-32
5.3.2	Impacts des adulticides sur l'apiculture	9-33
5.4	UTILISATION DU SOL.....	9-34
5.4.1	Impacts des larvicides sur l'utilisation du sol	9-34
5.4.2	Impacts des adulticides sur l'utilisation du sol	9-34
5.5	TOURISME ET ACTIVITÉS RÉCRÉATIVES EXTÉRIEURES.....	9-36
5.5.1	Impacts des larvicides sur le tourisme et les activités récréatives	9-36
5.5.2	Impacts des adulticides sur le tourisme et les activités récréatives.....	9-36
5.6	BÉNÉFICES POUR LA SOCIÉTÉ EN GÉNÉRAL	9-38
6	SYNTHÈSE DES IMPACTS	9-39
6.1	SYNTHÈSE DES IMPACTS SUR L'ÉCOSYSTÈME.....	9-39
6.2	SYNTHÈSE DES IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES.....	9-39
7	RÉFÉRENCES.....	9-43

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1	Indices de risque pour les adulticides sur les insectes non visés	9-16
Tableau 4.2	Indices de risque pour les adulticides sur les invertébrés aquatiques	9-19
Tableau 4.3	Indices de risque pour les adulticides sur les poissons	9-21
Tableau 4.4	Indices de risque pour les adulticides sur les amphibiens et les reptiles	9-23
Tableau 4.5	Indices de risque pour les adulticides sur les oiseaux	9-25
Tableau 4.6	Indices de risque pour les adulticides sur les mammifères	9-26
Tableau 5.1	Répartition des exploitations d'agriculture biologique de la RMM.....	9-27
Tableau 5.2	Répartition des exploitations de pisciculture de la RMM.....	9-31
Tableau 5.3	Répartition des exploitations d'apiculture de la RMM	9-32
Tableau 6.1	Synthèse de l'évaluation des impacts des larvicides sur les composantes de l'écosystème et du milieu humain de la RMM	9-41
Tableau 6.2	Synthèse de l'évaluation des impacts des adulticides sur les composantes de l'écosystème et du milieu humain de la RMM	9-42

LISTE DES SIGLES, ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

SIGLE, ABRÉVIATION OU ACRONYME	SIGNIFICATION
ARLA	Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire
<i>Bsph</i>	<i>Bacillus sphaericus</i>
<i>Bti</i>	<i>Bacillus thuringiensis var. israelensis</i>
CAAQ	Conseil des appellations agroalimentaires du Québec
CAP	Coalition pour les alternatives aux pesticides
CCHST	Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail
CE	Concentration avec effet
CL	Concentration létale
DL	Dose létale
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
EXTOXNET	<i>Extension Toxicology Network</i>
GPS	<i>Global positioning system</i>
HSDB	<i>Hazardous Substances Databank</i>
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
LQE	<i>Loi sur la qualité de l'environnement</i>
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MENV	Ministère de l'Environnement
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
NYCDH	<i>New York City Department of Health</i>
PBO	<i>Piperonyl Butoxide</i> (Butoxyde de pipéronyle)
RMM	Région métropolitaine de Montréal
SOPFIM	Société de protection des forêts contre les insectes et maladies
UBV	Ultra bas volume
VNO	Virus du Nil occidental
WCBH	<i>Westchester County Board of Health</i>

1 INTRODUCTION

Au début des années 2000, les autorités de la santé publique ont été témoins de la progression du virus du Nil occidental (VNO) en Amérique du Nord. En l'absence de traitement spécifique pour les infections causées par le VNO et de vaccin pour l'humain, plusieurs stratégies de prévention et de contrôle de la transmission du virus à l'humain ont été étudiées.

Le Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO décrit les stratégies d'intervention adoptées afin de réduire le risque de transmission du VNO par les piqûres de moustiques (Gouvernement du Québec, 2005). Ces stratégies d'intervention comprennent des mesures de prévention via la sensibilisation des populations concernées, un contrôle local des larves de moustiques directement sur les sites de reproduction par le biais de larvicides biologiques et chimiques et, en cas d'épidémie, le contrôle des populations de moustiques porteuses du virus à l'aide d'adulticides chimiques.

La présente évaluation des impacts s'inscrit dans le cadre des travaux préparatoires à l'application éventuelle des mesures de contrôle des populations de moustiques et vise à évaluer les risques potentiels pour l'environnement associés à l'utilisation d'insecticides pour la prévention et le contrôle du VNO. Plus spécifiquement, l'étude cherche à déterminer si l'utilisation des produits précités peut provoquer :

- soit un ou des effets qui seraient susceptibles de se traduire par une diminution des populations des différentes espèces animales non visées (insectes, invertébrés aquatiques, poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères);
- soit un ou des effets qui seraient susceptibles de se traduire par une réduction ou encore une interdiction de pratique de certaines activités socio-économiques par les populations humaines concernées.

De plus, en abordant les impacts économiques découlant des traitements par les larvicides, et particulièrement les adulticides, cette évaluation vise à donner au MSSS les outils nécessaires à une prise de décision éclairée et à la planification de ses interventions.

Outre la présente introduction, ce document comprend également les sections suivantes :

- Méthodologie (chapitre 2);
- Mise en contexte (chapitre 3);
- Évaluation des impacts sur l'écosystème (chapitre 4);
- Évaluation des impacts socio-économiques (chapitre 5);
- Synthèse des impacts (chapitre 6).

2 MÉTHODOLOGIE

Les impacts potentiels du programme de contrôle vectoriel du VNO, tant sur l'écosystème que sur les composantes du milieu humain, dépendent de plusieurs facteurs dont :

- le type de produit employé pour le traitement;
- le lieu d'application des insecticides, c'est-à-dire l'endroit désigné comme générateur des espèces de moustiques susceptibles de porter le VNO;
- la méthode d'application (terrestre ou aérienne);
- les conditions météorologiques;
- ainsi que, l'exposition des humains et des organismes biologiques aux pulvérisations.

Toutefois, certains de ces paramètres (ex. : le lieu d'application et les conditions météorologiques) n'étaient pas clairement définis au moment de rédiger la présente étude.

Le type d'objet analysé dans le cadre de la présente évaluation (un programme plutôt qu'un projet bien circonscrit) et l'incertitude entourant certains facteurs rendent difficile, voire impossible, le recours aux critères habituels de détermination des impacts (intensité, étendue, durée, fréquence, etc.) et, ce faisant, la classification de ceux-ci selon divers niveaux d'importance (par exemple, fort, moyen, faible) comme le suggère la directive du ministère de l'Environnement (MENV).

Pour les fins de la présente étude, il est plutôt préconisé de s'attarder à bien décrire les répercussions possibles du programme, en tenant compte de l'application de mesures (de planification-conception des activités de pulvérisation, d'atténuation). Ainsi, on insiste sur les impacts significatifs, qu'ils soient positifs ou négatifs, sans porter de jugement de valeur de l'importance. Lorsque possible, on pourra toutefois référer à ces critères telles la durée ou encore la réversibilité qui permettront au lecteur de mieux saisir ce qui influence la nature et l'importance des effets anticipés.

La zone d'étude considérée pour les fins de l'évaluation des impacts correspond au territoire de la Région métropolitaine de Montréal (RMM).

Les composantes pertinentes (c'est-à-dire sensibles) des milieux biophysique et humain de la RMM sont présentées dans le rapport sectoriel 5, intitulé « Description du milieu d'intervention » (Belles-Isles *et al.*, 2005a).

2.1 ÉVALUATION DES IMPACTS SUR L'ÉCOSYSTÈME

La méthodologie suivie dans le cadre de l'évaluation des impacts sur l'écosystème s'inspire notamment de celles employées dans les études réalisées par *New York City Department of Health* (NYCDH, 2001) et *Westchester County Board of Health* (WCBH, 2002) dans le cadre de l'évaluation de leurs programmes respectifs de contrôle des moustiques vecteurs du VNO.

Comme dans les deux cas précités, la présente évaluation des impacts sur l'écosystème est directement tributaire des résultats de l'étude des risques écotoxicologiques associés à l'utilisation des insecticides (Belles-Isles *et al.*, 2005b) réalisée dans le cadre de l'étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO.

De façon plus spécifique, les impacts sur l'écosystème sont en lien direct avec les indices de risque établis dans l'étude des risques écotoxicologiques. On considère, pour les fins de l'évaluation des impacts, qu'un indice de risque inférieur à 1 peut être interprété comme signifiant l'absence d'impact potentiel sur une composante donnée de l'écosystème (ex. : insectes non visés). En contrepartie, lorsque l'indice excède 1, on peut conclure à l'existence d'un impact potentiellement négatif dont l'importance augmente à mesure que l'indice de risque augmente.

2.2 ÉVALUATION DES IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

La méthodologie suivie dans le cadre de l'évaluation des impacts sur l'écosystème s'inspire notamment de celles employées dans les études réalisées par *New York City Department of Health* (NYCDH, 2001) et *Westchester County Board of Health* (WCBH, 2002) dans le cadre de l'évaluation de leurs programmes respectifs de contrôle des moustiques vecteurs du VNO.

Comme dans ces deux études, l'évaluation des impacts sur les composantes humaines du milieu d'insertion — c'est-à-dire la RMM — est en lien direct avec les résultats de l'évaluation du risque toxicologique associé à l'utilisation d'adulticides réalisée par l'INSPQ (Valcke *et al.*, 2005) dans le cadre de l'étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental.

On considère, pour les différentes composantes socio-économiques prises en compte, qu'une dégradation des conditions de base du milieu (ex. : une diminution anticipée de la fréquentation touristique de la RMM) représente un impact potentiel des traitements en situation épidémique.

3 MISE EN CONTEXTE

Au début des années 2000, les autorités de la santé publique ont été témoins de la progression du VNO en Amérique du Nord. En l'absence de traitement spécifique pour les infections causées par le VNO et de vaccin pour l'humain, plusieurs stratégies de prévention de la transmission du virus à l'humain ont été étudiées. Le *Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental 2005* (Gouvernement du Québec, 2005) comprend trois volets¹ :

1. La sensibilisation, la communication et l'information;
2. Le recours à des mesures préventives ou correctives qui réfèrent à l'application de larvicides, par voie terrestre ou aérienne;
3. Le recours à des traitements de contrôle qui réfèrent à l'application d'adulticides, par voie terrestre ou aérienne dans des circonstances extraordinaires.

Le programme d'épandage des larvicides devrait suffire à éliminer, pour un territoire donné, la majorité des maringouins porteurs du virus et conséquemment, à diminuer considérablement les risques de propagation du virus chez l'humain. Dans l'éventualité où toutes les possibilités découlant du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique seraient épuisées et s'il advenait une éclosion importante d'infection au VNO chez l'humain², un épandage d'adulticides à des fins sanitaires pourrait alors être effectué.

Les sections suivantes font un rappel des différentes composantes du programme de contrôle vectoriel (types d'interventions, produits envisagés, coûts, etc.), lesquelles servent à l'évaluation des impacts.

3.1 LE PROGRAMME DE CONTRÔLE VECTORIEL

La description technique du programme de contrôle vectoriel du VNO est détaillée dans un rapport sectoriel 4 préparé par la Société de protection des forêts contre les insectes et maladies (SOPFIM) (Chénard et Pagé, 2005). Ce programme est décrit brièvement ci-après.

3.1.1 Mesures préventives

Les larvicides qui seront utilisés dans le cadre du plan d'intervention gouvernemental sont le *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) sur les gîtes de surface, de même que le *Bacillus sphaericus* (*Bsph*) et le méthoprène dans les puisards de rue.

¹ Le Plan d'intervention gouvernemental comporte aussi un programme de surveillance serré de la présence du virus chez les moustiques vecteurs, les oiseaux, les autres animaux et les humains.

² Le scénario hypothétique élaboré considère qu'une épidémie correspond à 343 cas de syndrome neurologique (méningite, encéphalite et autres) et à 35 décès (Bonneau, 2005).

De manière générale, ces larvicides peuvent être appliqués dans les gîtes de reproduction tout au long de l'été lorsque les moustiques sont à l'état larvaire. L'objectif de ces interventions est d'empêcher les larves de terminer leur cycle d'évolution et d'émerger en adultes. Les gîtes de reproduction des moustiques visés, principalement *Culex pipiens* et *Culex restuans*, sont les mares d'eau stagnante et les puisards de rue (Chénard et Pagé, 2005).

- ***Bti***

L'application terrestre de *Bti* peut se faire de deux façons. Sous forme liquide, le *Bti* est appliqué au moyen d'un pulvérisateur pneumatique porté sur le dos de la personne qui pulvérise. Sous sa forme solide, le *Bti* granulaire peut être appliqué manuellement à la volée (dans les plans d'eau de dimensions restreintes) ou au moyen d'un pulvérisateur pour les plus grandes superficies (maximum deux hectares) accessibles par voie terrestre. Afin de prévenir l'envahissement du territoire à protéger par les moustiques, une zone tampon de 500 mètres, établie en périphérie des gîtes de reproduction ciblés, est également traitée. Les responsables des applications se déplacent de façon à couvrir l'ensemble de la superficie du gîte de reproduction visé. De façon générale, les déplacements s'effectuent en lignes parallèles ou en quadrillage, dont l'équidistance est d'environ 12 mètres (Chénard et Pagé, 2005).

Lorsque les gîtes de surface ne sont pas accessibles par voie terrestre, un traitement au *Bti* par voie aérienne doit être effectué. Le *Bti* pour une application aérienne est actuellement disponible sous forme liquide ou granulaire; pour des raisons d'efficacité et considérant que le *Bti* sous forme granulaire permet un meilleur contrôle du produit, le MSSS a retenu la formulation granulaire. Lors de ces interventions, le *Bti* est appliqué à l'aide d'avions monomoteurs monoplaces de type agricole, équipés d'un système d'alimentation en granules et d'un appareil de dispersion en vol des granules. Ces aéronefs sont spécialement conçus pour ce type d'application. Dans certains cas, les hélicoptères sont également utilisés, ceux-ci sont alors pourvus des appareils requis pour la dispersion et l'application des larvicides (Chénard et Pagé, 2005).

- ***Bsph***

Homologué au Canada sous le nom de Vectolex depuis mai 2005, le larvicide *Bsph* a fait l'objet d'essais durant l'été 2005 par la SOPFIM afin d'évaluer son efficacité sur le contrôle des larves de *Culex* dans les conditions québécoises. Déposé sous forme de pochette dans les puisards de rue, le *Bsph* s'est avéré particulièrement efficace contre les moustiques du genre *Culex*. Son efficacité peut toutefois être limitée par le fait que les moustiques peuvent développer une résistance. Il devrait donc être utilisé en alternance avec le méthoprène (SOPFIM, 2005).

- **Méthoprène**

Le méthoprène est utilisé uniquement pour le contrôle des gîtes de reproduction localisés dans les puisards de rue. Les puisards reçoivent un traitement une fois par mois, sur une période de trois mois. L'application est effectuée manuellement par une personne qui déverse directement les granules de méthoprène dans le puisard. Dès que le puisard a reçu un traitement, celui-ci est marqué d'une tache de peinture (Chénard et Pagé, 2005).

3.1.2 Mesures de contrôle

Les adulticides qui pourraient être utilisés pour contrôler les populations de moustiques adultes en cas d'épidémie sont le malathion, les pyréthrinés synergisés avec le butoxyde de pipéronyle (PBO) et la *d-trans*-alléthrine synergisée avec le PBO et le MGK-264 ainsi que la resméthrine synergisée avec le PBO. Cette dernière n'est pas homologuée au Canada, mais elle fait partie des produits disponibles pour des applications aériennes aux États-Unis. En raison d'avantages que plusieurs experts lui reconnaissent, la resméthrine a également été évaluée afin de disposer des données requises pour une éventuelle demande d'homologation.

Suivant le type d'adulticides, ceux-ci pourraient être appliqués par voie terrestre (par camions ou par applicateurs) ou par voie aérienne (par avions ou par hélicoptères). Les résultats de l'évaluation du risque écotoxicologique associé à l'utilisation d'adulticides (Belles-Isles *et al.*, 2005b) favorisent l'application par voie terrestre de la *d-trans*-alléthrine synergisée ou des pyréthrinés synergisés, qui semblent présenter le moins de risques pour les écosystèmes. D'un point de vue toxicologique, la *d-trans*-alléthrine synergisée serait la moins dommageable pour l'humain (Valcke *et al.*, 2005). Dans les deux cas, on suggère d'éviter l'application à proximité de cours d'eau ou de milieux aquatiques, qui contiennent plusieurs espèces particulièrement vulnérables. L'application par voie terrestre d'adulticides devrait être privilégiée pour mieux délimiter les zones d'intervention et les zones devant être protégées. Toutefois, dans le cas où l'application terrestre serait impossible, le malathion est actuellement le seul insecticide homologué au Canada pour usage en pulvérisation aérienne.

Il importe de rappeler que l'application d'adulticides ne se fera que dans le cas où les interventions avec les larvicides n'auront pas permis de garder les populations de moustiques à un faible niveau et que les informations issues de la surveillance des populations de moustiques montreront un danger potentiel pour les humains (pools de moustiques positifs, densité de la population, présence d'oiseaux positifs, présence de cas humains).

3.1.2.1 Application terrestre d'adulticides

L'application terrestre d'adulticides consiste à circuler sur les routes et dans les rues à l'intérieur du périmètre, au moyen d'une camionnette transportant l'équipement de pulvérisation de type ultra bas volume (UBV). La vitesse de circulation est en moyenne de 10 km/h et un dispositif de repérage par satellites (GPS) module le volume appliqué à l'hectare en fonction de la vitesse du véhicule. Celui-ci est muni d'un gyrophare afin que les citoyens puissent reconnaître sa présence dans leur milieu.

Les traitements sont réalisés après le coucher du soleil alors que la convection thermique est terminée et que les moustiques sont actifs. Des traitements matinaux peuvent aussi être initiés sur une courte période au lever du soleil. L'application terrestre d'adulticides ne tient plus compte de la notion de gîtes de reproduction puisque la cible est maintenant en vol dans le périmètre (Chénard et Pagé, 2005).

3.1.2.2 Application aérienne d'adulticides

L'application aérienne d'adulticides pour contrer le VNO est envisagée en dernier recours lorsque les autres moyens de contrôle des moustiques se sont avérés insuffisants et que la santé de la population est menacée. La technique d'application préconisée consiste à mettre en suspension dans l'air, sur la période la plus longue possible, une multitude de gouttelettes d'adulticides ayant le potentiel létal pour les moustiques qui volent à travers le nuage ainsi créé. Ce nuage prend alors l'allure d'une brume. Comme dans le cas des applications terrestres, les aéronefs affectés aux applications aériennes d'adulticides sont équipés de systèmes de pulvérisation qui atomisent les liquides en gouttelettes de grosseur désirée selon la technologie UBV.

Afin de diminuer drastiquement la population de moustiques, le scénario envisagé comporte deux applications aériennes de malathion à la dose maximale autorisée par l'étiquette du fabricant, au cours des trois premières journées du programme (Chénard et Pagé, 2005). L'arrosage se déroule tard en soirée et tôt le matin, c'est-à-dire lorsque les insectes visés sont actifs et que les conditions de vent et d'humidité sont propices. Des traitements récurrents sont planifiés sur une période de 30 jours. Comme les traitements avec larvicides se poursuivront également au cours de ce mois, il est à prévoir que les effectifs de moustiques de la zone traitée mettront du temps à se reconstituer et que l'envahissement du secteur de traitement par des moustiques extérieurs présentera un danger moindre, ces moustiques provenant de territoires où l'indice de danger est peu élevé.

3.1.3 Coûts des interventions

L'ensemble des mesures ou des interventions prévues par le MSSS dans le Plan gouvernemental nécessite des déboursés importants, certains étant plus significatifs que d'autres. Un aperçu des coûts engendrés sur le territoire de la RMM par les mesures préventives et de contrôle est présenté ci-après. Il est à noter que ces informations sont tirées de l'analyse coût-bénéfice (rapport sectoriel 10) également réalisée dans le cadre de l'étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO (Bonneau, 2005). Les dépenses associées au Plan sont exclusivement financées à partir du budget du MSSS. En 2004, les dépenses du MSSS directement liées au Plan d'intervention s'élevaient à 8,4 M\$.

3.1.3.1 Coûts des mesures préventives

Les activités de prévention associées au Plan gouvernemental comprennent non seulement les mesures visant l'information du public, mais également l'application préventive de larvicides. Le coût de la composante information est fonction de l'étendue du public visé, des médias utilisés et de l'intensité des activités d'information. Le coût de l'application de

larvicides est, quant à lui, fonction de la superficie traitée, du nombre de traitements effectués et du prix du produit utilisé.

L'estimation du coût des mesures préventives visant la RMM est basée sur les données relatives aux interventions réalisées en 2004. Au cours de cette période, le MSSS a eu recours exclusivement à des mesures préventives. Un peu plus de 4 M\$ ont été consacrés à l'application préventive de larvicides (Bonneau, 2005).

3.1.3.2 Coûts des mesures de contrôle

Deux options sont envisagées comme mesures de contrôle. La première prévoit l'utilisation de larvicides pour faire des traitements de contrôle. Il s'agit de la même procédure que pour l'application préventive de larvicides, sauf que les applications ne sont réalisées que dans les secteurs où il y a eu confirmation de l'activité virale.

La seconde option est formée de deux composantes. D'abord, pour la partie de la RMM de Montréal ayant la plus forte densité de population (l'Île de Montréal), des traitements répétés d'adulticides appliqués par voie aérienne seraient réalisés. Le recours aux applications d'adulticides est prévu seulement lorsque le niveau de risque d'infection est à son plus élevé. Les mécanismes prévus en situation d'urgence doivent être alors mis en place. Cette situation requiert une intervention rapide qui ne peut être réalisée que par voie aérienne. Pour les autres secteurs de la RMM (Laval, couronne sud et couronne nord), des traitements de contrôle avec larvicides sont effectués localement où il existe des foyers actifs de transmission du VNO. Tout comme pour la prévention, cette intervention suppose la réalisation au préalable d'activités de surveillance.

Le coût de l'application aérienne d'adulticides est fonction de la superficie traitée, du nombre de traitements effectués et du prix du produit utilisé. Pour le scénario envisagé, la zone à traiter correspond à l'Île de Montréal (Bonneau, 2005). Le coût total est estimé à partir d'une évaluation préparée par la SOPFIM (Chénard et Pagé, 2005). Ce coût suppose sept applications de malathion sur une période d'un mois, ainsi que les suivis entomologiques et environnementaux pour vérifier l'efficacité du traitement et leurs impacts sur l'environnement. La mise en oeuvre d'applications aériennes d'adulticides sur l'Île de Montréal représenterait ainsi un coût estimé de 2,4 M\$. Le coût total comprenant notamment la surveillance, l'application de larvicides en contrôle et l'application aérienne d'adulticides s'élèverait quant à lui à 8,9 M\$ (Bonneau, 2005).

3.1.4 Scénario hypothétique de la pire situation envisagée

Dans le cadre de l'étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO, la plausibilité d'une éclosion majeure d'infection au VNO dans la RMM a été examinée dont les résultats font l'objet du rapport sectoriel 10 (Bonneau, 2005). Ces travaux ont permis de déterminer un scénario épidémique hypothétique qui pourrait mener à l'utilisation d'adulticides.

La méthode employée consiste à estimer le nombre de cas qui pourrait survenir si l'incidence des cas de syndrome neurologique (méningite, encéphalite, etc.) observée sur le territoire de quelques grandes villes canadiennes et américaines depuis 1999 était appliquée à la population de la RMM. Le lecteur doit considérer que ce scénario est approximatif et qu'il ne vise qu'à donner un ordre de grandeur plutôt qu'une prédiction réelle pour les fins de l'analyse coût-bénéfice et de l'évaluation des impacts sur les composantes socio-économiques.

Ainsi, à partir de ce scénario hypothétique d'éclosion importante dans la RMM, un total de 10 290 personnes se retrouveraient infectées, dont 343 cas de syndrome neurologique et 35 décès (Bonneau, 2005). Il importe de souligner que les calculs effectués comportent toutefois de nombreuses et d'inévitables sources d'incertitudes.

3.2 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

L'utilisation d'insecticides au Québec est assujettie à deux lois du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) : il s'agit de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE) et de la *Loi sur les insecticides* (MDDEP, 2005). Par ailleurs, dans certaines municipalités, des règlements additionnels comportent également des restrictions sur l'application d'insecticides.

Pour plus de détails sur le cadre législatif régissant l'usage d'insecticides, le lecteur peut consulter le rapport sectoriel 2 réalisé également dans le cadre de l'étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO (Chaussé *et al.*, 2005).

3.2.1 Loi sur la qualité de l'environnement (LQE)

En vertu du *Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement*, certaines activités nécessitent l'obtention préalable d'un certificat d'autorisation du MDDEP. Ainsi, l'application d'insecticides dans un milieu aquatique pourvu d'un exutoire superficiel vers un bassin hydrographique et l'application aérienne dans un milieu forestier ou à des fins non agricoles sont assujetties à l'obtention d'un certificat d'autorisation du MDDEP.

De plus, en vertu du *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, tout programme ou projet de pulvérisation aérienne d'insecticides dans un milieu forestier ou à des fins non agricoles sur une superficie de 600 hectares ou plus est assujetti à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement (étude d'impact, audiences publiques possibles et décret du Conseil des ministres). La LQE permet cependant de soustraire un projet de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement dans le cas où sa réalisation est requise afin de réparer ou de prévenir des dommages causés par une catastrophe réelle ou appréhendée. Si des superficies inférieures à 600 ha sont visées, seule une demande annuelle de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE serait alors nécessaire.

Advenant une alerte au VNO et que la superficie totale des secteurs devant faire l'objet de pulvérisation aérienne d'insecticides dépasserait les 600 hectares permis, le MSSS devrait toutefois s'assurer que la situation épidémique en cours est considérée comme un projet soustrait de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement conformément à la LQE.

Par ailleurs, puisque le territoire de la RMM comprend des milieux humides protégés, des boisés et des sites d'intérêt particulier, des aires protégées et des aires de conservation, le MSSS devrait s'assurer, avant d'appliquer des adulecticides, des réglementations en vigueur sur ces territoires. Si des permis, des certificats d'autorisation ou d'autres approbations additionnelles sont nécessaires, le MSSS devra alors tenir compte des délais d'obtention qui peuvent avoir un impact sur l'efficacité du traitement.

Enfin, si le territoire d'intervention comprend des zones pour lesquelles des ententes avec le gouvernement fédéral doivent être prises, le MSSS devrait s'assurer que celles-ci seront soustraites du territoire d'application des adulecticides afin de limiter les délais d'intervention. Ces zones comprennent les réserves écologiques, les zones de conservation, les parcs nationaux, le fleuve Saint-Laurent ainsi que les territoires autochtones.

3.2.2 Loi sur les insecticides

En vertu du *Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation (Loi sur les insecticides)*, toute entreprise qui utilise des insecticides doit posséder un permis du MDDEP. De plus, les employés qui appliquent ce produit doivent détenir un certificat de qualification du MDDEP. Enfin, toute entreprise détentrice de permis ou tout individu détenteur d'un certificat exigé en vertu de la *Loi sur les insecticides* doit se conformer aux normes du Code de gestion des insecticides.

Le code édicte, entre autres, des normes d'utilisation, d'entreposage et de préparation des insecticides et, plus spécifiquement, l'interdiction suivante :

« Il est interdit d'appliquer un pesticide destiné à contrôler la présence de mouches noires ou de moustiques adultes, sauf s'il s'agit d'une application résiduelle d'aducticides effectuée en complémentarité avec une application de larvicides. »

3.2.3 Réglementation municipale

Selon la Coalition pour les alternatives aux pesticides (CAP), 21 municipalités de la RMM avaient adopté une réglementation sur les insecticides. Il s'agit de : Beloeil, Blainville, Boisbriand, Bois-des-Filion, Chambly, Deux-Montagnes, Hudson, Longueuil, Lorraine, Montréal, Notre-Dame-de-l'Île-Perrot, Otterburn Park, Pincourt, Rosemère, Sainte-Anne-des-Plaines, Sainte-Thérèse, Saint-Eustache, Saint-Lazare, Varennes, Vaudreuil-Dorion et Vaudreuil-sur-le-Lac³.

³ Les règlements sont disponibles sur les sites Internet de chacune des municipalités concernées.

À titre d'exemple, le *Règlement sur les insecticides* de la Ville de Montréal stipule que l'utilisation et l'épandage d'insecticides sont interdits à l'extérieur des bâtiments. Cette règle s'applique tout particulièrement à l'intérieur et dans un rayon de cinq mètres des zones sensibles que sont : les aires de jeux des parcs municipaux, les terrains de garderies et d'écoles et les espaces associés aux établissements de santé et de services sociaux, aux résidences pour personnes âgées, aux lieux de culte, etc.

Toutefois, pour les cas d'infestation⁴, l'utilisation d'insecticides est autorisée, sauf si la zone visée est une zone sensible, conditionnellement à l'obtention d'un permis. La Ville de Montréal pourra exiger une visite des lieux par un de ses employés pour constater l'état de l'infestation avant d'octroyer le permis. Il faut prévoir que le permis est valide pour une période d'au plus 10 jours et que l'épandage d'insecticides doit se faire conformément à des procédures strictes⁵.

Par ailleurs, l'utilisateur doit veiller à retirer des espaces visés par l'épandage les jouets, les bicyclettes, les pataugeoires ou autre équipement utilisé par les enfants et à prendre les mesures pour empêcher la contamination des potagers et des piscines situés à proximité du lieu de l'application.

⁴ Dans le règlement, infestation signifie : présence d'insectes, moisissures ou autres agents nuisibles, à l'exception d'herbes nuisibles, sur plus de 50 % de l'espace délimité par une pelouse ou sur plus de 5 m² de l'espace délimité par une plate-bande. Il y a également infestation lorsque la présence d'herbes nuisibles, insectes, moisissures ou autres agents nuisibles, peu importe l'étendue, crée une menace à la sécurité, à la santé humaine, à la survie des arbres et arbustes ou à la vie animale.

⁵ L'épandage d'insecticides doit se faire : 1) dans le respect des heures et des jours autorisés; 2) dans le respect des distances prescrites par rapport aux cours ou plans d'eau, aux fossés et aux zones sensibles (par exemple à au moins 100 m d'une source d'eau potable); 3) en prenant en compte les conditions météorologiques (précipitation – température – situation de smog – vitesse du vent); 4) en remettant des avis écrits détaillés aux voisins entre 72 et 48 heures avant l'épandage, et en installant une signalisation explicite sur place avant, pendant, et pour les 72 heures suivant l'application.

4 ÉVALUATION DES IMPACTS SUR L'ÉCOSYSTÈME

La présente évaluation s'inscrit dans le cadre des travaux préparatoires à l'application éventuelle des mesures de contrôle des populations de moustiques et vise à évaluer les risques potentiels pour l'environnement associés à l'utilisation d'insecticides pour la prévention et le contrôle du VNO. Plus spécifiquement, l'étude cherche à déterminer si l'utilisation de ces produits peut entraîner un ou des impacts sur l'écosystème, à savoir une diminution des populations des différentes espèces animales non visées (insectes, invertébrés aquatiques, poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères).

À noter que l'étude des risques écotoxicologiques (Belles-Isles *et al.*, 2005b) a conclu que, lorsque appliqué conformément aux doses opérationnelles recommandées, les larvicides dont l'utilisation est préconisée dans le Plan d'intervention (*Bti*, *Bsph*, méthoprène) ne présentent pas un risque important pour l'écosystème. En conséquence, les impacts potentiels de ces larvicides n'ont pas fait l'objet d'une évaluation environnementale détaillée dans les pages qui suivent. Pour le bénéfice du lecteur, on y présente quand même un minimum d'informations permettant de comprendre pourquoi il est possible de conclure à l'absence d'impacts.

4.1 INSECTES NON VISÉS

4.1.1 Impacts des larvicides sur les insectes non visés

- *Bti*

Le *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) est reconnu pour être un produit larvicide biologique très sélectif puisqu'il n'est toxique que pour un très petit groupe d'espèces. Il est notamment très actif contre les moustiques et les mouches noires, mais il est très peu toxique, voire non toxique, pour les larves de lépidoptères (papillons). Selon Lacoursière et Boisvert (2004), le spectre d'activité du *Bti* est principalement restreint à certaines espèces qui sont proches parents des moustiques et des mouches noires (ordre des diptères). Par ailleurs, la toxine insecticide produite par le *Bti* est rapidement biodégradée dans l'environnement par les rayons solaires et les micro-organismes.

Selon l'Environmental Protection Agency (EPA) (cité dans Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire [ARLA], 2001a), le *Bti* présente des risques négligeables pour les espèces qui pourraient être exposées, comme les mammifères, les oiseaux, les poissons ou les batraciens lorsqu'il est appliqué conformément aux doses opérationnelles recommandées sur l'étiquette. Les études indiquent par ailleurs que la très grande majorité des invertébrés aquatiques (ex. : mollusques, crustacés, libellules, demoiselles, coléoptères, patineuses, etc.) ne sont pas affectés par le *Bti* (Lacoursière et Boisvert, 2004).

À noter que la grande majorité des études concluent qu'aucun effet négatif n'est apparu sur le développement et la structure des communautés non ciblées lors de traitements de populations de moustiques avec du *Bti*.

La possibilité qu'un insecte développe une résistance au *Bti* est considérée faible (Lacoursière et Boisvert, 2004). La probabilité que cela se produise décroît à mesure que la complexité du mode d'action entre le pathogène et l'insecte cible s'accroît. Dans le cas du *Bti*, cette complexité provient de l'action combinée et synergique des quatre protéines associées au processus toxique des cristaux. En élevant en laboratoire, génération après génération, des moustiques en contact continu avec une dose de *Bti* ne laissant que peu de survivants (généralement 10-25 %), des chercheurs ont observé une augmentation de la DL₅₀ (dose nécessaire pour induire la mortalité chez 50 % des sujets traités). Toutefois, cette résistance disparaît en quelques générations (3-4), lorsque les insectes sont replacés sous des conditions normales, c'est-à-dire sans exposition au *Bti* et en permettant la reproduction avec des individus provenant de d'autres lignées.

Au Québec, les programmes de contrôle des moustiques dans le cadre de la lutte contre le VNO ne font appel qu'à quelques traitements au *Bti* durant l'été. Plusieurs municipalités ont également des programmes de lutte contre la nuisance (moustiques et mouches noires), mais on parle généralement de trois à quatre traitements au cours du printemps et de l'été. De ce fait, la possibilité de développer une résistance est excessivement faible. Les traitements visent un taux de mortalité très élevé. Il y aura certainement des générations de larves qui ne seront pas traitées (donc, pas de nombreuses générations successives continuellement exposées), des individus provenant de zones non traitées viendront se mélanger aux populations exposées (phénomène de réinvasion causé par le déplacement des moustiques adultes). Bref, les conditions ne favorisant pas le développement de la résistance sont ainsi réunies.

- ***Bsph***

Bacillus sphaericus (*Bsph*) est une bactérie qui est présente à l'état naturel dans les sols. On retrouve environ 300 souches de cette bactérie. Dix-sept de celles-ci ont des propriétés entomopathogènes. Elles ont en effet la particularité de pouvoir tuer spécifiquement les larves de moustiques présentes dans un plan d'eau. À l'instar du *Bti*, *Bsph* n'est efficace que contre un nombre limité d'espèce d'insectes et en occurrence contre les larves d'insectes de la famille des *Culicidae* (moustiques). Comme le *Bsph* agit surtout envers les moustiques du genre *Culex* et qu'il est peu ou pas toxique pour les espèces non visées, il présente un intérêt pour le contrôle des vecteurs du VNO. Le *Bsph* est donc plus spécifique que le *Bti* et pourrait être plus efficace que ce dernier dans certaines circonstances, comme en présence d'une eau riche en matière organique (tiré de SOPFIM, 2005).

L'impact environnemental associé à l'utilisation du *Bsph* peut donc, à la lumière des informations disponibles, être considéré comme nul sur les insectes non visés.

En contrepartie, l'utilisation du *Bsph* est limitée du fait que les moustiques peuvent développer une résistance. Cette résistance peut toutefois être retardée en utilisant en alternance du *Bsph* et du *Bti* (Pei *et al.*, 2002; Zahiri *et al.*, 2002; Mulla *et al.*, 2003).

- **Méthoprène**

Le méthoprène est un larvicide chimique utilisé pour le contrôle des moustiques. Dans le cadre du programme de contrôle du VNO, le méthoprène est utilisé sous forme de granules ou de pastilles dans les puisards de rue. Il est considéré comme efficace pour plusieurs genres ou espèces de moustiques. Le méthoprène est considéré par l'EPA comme un pesticide biochimique. Il n'est pas toxique pour les pupes et les adultes et, en ce sens, est relativement sélectif (MDDEP, 2005; ARLA, 2001b). Le méthoprène se dégrade rapidement dans le milieu aquatique et ne présente pas une forte propension à la bioaccumulation (EXTOXNET, 1995). Le fait que le méthoprène soit appliqué directement dans les puisards de rue et non pas directement dans les cours d'eau contribue également à réduire l'impact du produit sur les organismes.

Le risque environnemental associé à l'utilisation de méthoprène pour le contrôle des larves de moustiques dans les puisards de rue est considéré comme nul pour les insectes non visés.

Des études en laboratoire ont démontré que les moustiques pouvaient développer rapidement une résistance au méthoprène, et ce, après aussi peu que huit générations de larves de *Culex pipiens fatigans* exposées à des concentrations inhibant de 50 % l'émergence des adultes (INSPQ, 2003).

Il existe peu de données à propos du développement d'une résistance au méthoprène après son utilisation sur le terrain. Récemment, il a été démontré qu'en Floride, une souche insulaire de moustiques du genre *Aedes* était près de 15 fois plus résistante qu'une souche recueillie sur le continent (INSPQ, 2003). La population insulaire de moustiques avait été exposée, pendant cinq ans, à des briquettes de S-méthoprène. Cela démontre qu'une résistance peut se développer dans des populations naturelles, et ce, même à de faibles taux de méthoprène. Selon Becker et ses collaborateurs (1993, cité dans Lacoursière et Boisvert, 1994), la probabilité qu'une résistance au méthoprène se produise est plus importante que celle aux cristaux protéiques du *Bti*, surtout si une formulation à dégradation lente était utilisée pendant une longue période.

Cependant, au cours des dernières années, les programmes de contrôle des moustiques dans le cadre de la lutte contre le VNO au Québec n'ont fait appel qu'à trois traitements au méthoprène durant l'été, ce qui diminue la possibilité de développer une résistance.

4.1.2 Impacts des adulticides sur les insectes non visés

Les résultats de l'analyse de risques écotoxicologiques (Belles-Isles *et al.*, 2005) indiquent qu'une seule application de malathion, de pyréthrinés, de *d-drans*-alléthrine ou de resméthrine pourrait présenter un risque pour les insectes non visés comme les abeilles (tableau 4.1).

Tableau 4.1 Indices de risque pour les adulticides sur les insectes non visés

Adulticides	Indice de risque
Malathion (aérien)	185
Malathion (terrestre)	557
Pyréthrinés (terrestre)	1 000
<i>d-trans</i> -alléthrine (terrestre)	7
Resméthrine (aérien)	31 607
MGK-264* (terrestre)	s. o.
PBO* (aérien)	s. o.
PBO* (terrestre)	s. o.

Note : Les valeurs en caractère gras correspondent à celles qui sont supérieures à 1.

* Données sur la toxicité directe, pas sur l'effet synergique.

s. o. = sans objet

Source : Belles-Isles *et al.*, 2005

L'indice de risque le plus élevé a été obtenu avec la resméthrine (31 607) et l'indice le plus bas avec la *d-trans*-alléthrine (7). Cette faible valeur s'explique du fait que les données de toxicité n'étaient disponibles que pour le produit non synergisé. Un indice de risque plus élevé pourrait donc être attendu si les données de toxicité avaient été obtenues à partir de *d-trans*-alléthrine synergisée. Le MGK-264 et le PBO n'ont pas de propriété insecticide; ils sont plutôt utilisés comme synergistes soit avec la *d-trans*-alléthrine, soit avec les pyréthrinés naturelles ou les pyréthroïdes synthétiques afin d'augmenter la toxicité de ces produits. Ils sont donc considérés comme étant sans risque pour les insectes non visés.

En raison de leur non-spécificité, tous les adulticides qui pourraient être utilisés dans le cadre du Plan d'intervention gouvernemental sont susceptibles d'avoir un impact sur les populations d'insectes et autres invertébrés terrestres non visés qui seraient en contact direct ou indirect avec les gouttelettes d'adulticides pulvérisées par voie aérienne ou terrestre.

Cet impact devrait se manifester par une réduction plus ou moins importante des populations d'insectes à la suite des applications. Ainsi, certaines espèces d'insectes et d'arthropodes non visés qui se trouvent dans les zones résidentielles et qui sont actifs pendant les périodes de pulvérisation, pourraient être touchés. On peut toutefois s'attendre à ce que les effets sur ces populations ne soient pas permanents et qu'elles se rétablissent assez rapidement, par suite de l'arrivée d'autres insectes en provenance des zones adjacentes, notamment rurales, qui n'ont pas été traitées (ARLA, 2003a).

L'effet sur les abeilles et autres insectes pollinisateurs devrait être non significatif du fait que le programme prévoit des arrosages pendant la nuit, au moment où les abeilles ne sont pas actives (ARLA, 2003a).

L'élimination des insectes piqueurs pourrait forcer plusieurs prédateurs à se tourner vers d'autres sources de nourriture. Cependant, les prédateurs qui consomment des insectes piqueurs ne se limitent généralement pas à une seule source de nourriture. Par exemple, comme proies potentielles, les larves de moustiques et de mouches noires ne sont qu'une des constituantes de l'assiette utilisée par les prédateurs aquatiques et terrestres. Tout organisme vivant a un rôle dans l'écosystème, mais ce rôle n'est qu'à de très rares exceptions tenu par une seule espèce ou même groupe d'individu (Lacoursière et Boisvert, 2004).

4.2 INVERTÉBRÉS AQUATIQUES

4.2.1 Impacts des larvicides sur les invertébrés aquatiques

- *Bti*

Le *Bti* est un biocide à spectre étroit ayant des effets spécifiques sur certaines larves de mouche du sous-ordre des nématocères, comme les mouches noires et les moustiques. Il tue dans une certaine mesure les dixidés et les chironomidés aux doses employées contre les moustiques. Les essais expérimentaux n'ont pas révélé d'effet contre les insectes aquatiques comme les libellules, les demoiselles, les éphémères vulgaires, les perles, les phryganes ou les punaises. D'autres invertébrés comme la *Daphnia*, *Cyclops* et les crustacés ne sont également pas affectés (Lacoursière et Boisvert, 2004).

La persistance de l'effet toxique du *Bti* dépend principalement de la disponibilité des cristaux (MDDEP, 2005). Généralement, à l'exception des briquettes (qui relarguent du *Bti* sur une base continue pendant plusieurs jours, voire plusieurs semaines), l'effet toxique de la majorité des formulations commerciales sur la faune cible s'estompe rapidement, suivant un niveau de toxicité initial élevé jusqu'à sa disparition en quelques jours dans les milieux lotiques et, en quelques minutes, en eau courante (la période d'activité toxique se limite au passage du « nuage » d'insecticide dans la rivière ou le ruisseau).

Bien que très peu d'études aient examiné l'effet du *Bti* sur la chaîne alimentaire, l'information disponible sur la disparition momentanée ou soutenue des insectes visés par un contrôle, démontre que celle-ci se réajuste et que l'impact est inversement proportionnel à la complexité de l'écosystème⁶ (Lacoursière et Boisvert, 2004).

L'innocuité du *Bti* envers les organismes non ciblés évoluant dans les mêmes habitats que les larves de moustiques et de mouches noires est bien établie. Les marges de sécurité par rapport aux doses (concentrations et temps de contact) opérationnelles appliquées sur le terrain indiquent que l'emploi du *Bti* est sécuritaire pour les micro et les macro invertébrés. Après un traitement au *Bti*, on retrouvera dans la dérive un nombre accru de larves de mouches noires vivantes, moribondes ou mortes, de même qu'une augmentation du nombre de certains invertébrés non ciblés (principalement certaines espèces d'éphémères et de

⁶ Moins l'écosystème local abritant la population de mouches noires ou de maringouins traitée est complexe (faible nombre d'espèces), plus celui-ci peut être affecté par la disparition de ces derniers.

trichoptères). Contrairement aux larves de mouches noires qui meurent éventuellement, les invertébrés non ciblés capturés dans la dérive ne démontrent que très rarement des signes d'effet adverse (Lacoursière et Boisvert, 2004).

L'impact environnemental associé à l'utilisation du *Bti* peut donc être considéré comme nul sur les invertébrés aquatiques, lorsqu'il est utilisé conformément à l'étiquette du produit.

- ***Bsph***

Lacey et Merrit (2003, cité dans SOPFIM, 2005) ont démontré que *Bsph*, lorsque appliqué aux doses prescrites par les manufacturiers, ne présente que très peu d'effets envers les espèces non visées telles que les invertébrés aquatiques. L'impact environnemental associé à l'utilisation du *Bsph* peut donc, à la lumière des informations disponibles, être considéré comme nul sur ceux-ci.

- **Méthoprène**

Le méthoprène est réputé pour se dégrader rapidement dans l'eau (ARLA, 2001b), transformé sous l'action des rayons solaires et de micro-organismes. Sa demi-vie est estimée à moins de deux jours en milieu aquatique. À titre d'exemple, on indique que la demi-vie dans l'eau d'un étang est d'environ 30 heures à 1 ppb et de 40 heures à 10 ppb.

Le méthoprène peut présenter une certaine toxicité pour les espèces d'invertébrés d'eau douce. Par exemple, la daphnie serait particulièrement sensible au méthoprène (CE₅₀ de 89 µg/L pour une exposition de 48 heures; EPA (1991, cité dans MDDEP, 2005). L'exposition des organismes aquatiques serait toutefois limitée par la faible solubilité du méthoprène dans l'eau et par sa dégradation rapide dans l'environnement aquatique. Selon l'ARLA (2001b), les résultats d'études de terrain montrent que l'utilisation de ce produit n'entraîne pas d'effets néfastes de longue durée sur les populations d'invertébrés ou d'autres organismes aquatiques non visés lorsqu'il est utilisé conformément aux instructions du fabricant. Toujours selon cette même source, les répercussions adverses sur les invertébrés aquatiques n'étaient pas permanentes et les populations touchées ont pu se rétablir.

Par ailleurs, le fait que le méthoprène soit appliqué dans les puisards de rue et non pas directement dans les cours d'eau contribue également à réduire l'impact potentiel du produit sur ces organismes. Ainsi, l'impact environnemental associé à l'utilisation du méthoprène sur les invertébrés aquatique est considéré nul.

4.2.2 Impacts des adulticides sur les invertébrés aquatiques

Les indices de risque établis pour le malathion et la resméthrine, obtenus dans l'évaluation de risque écotoxicologique (Belles-Isles *et al.*, 2005b) excèdent largement l'unité (tableau 4.2). Leur application par voie terrestre ou aérienne peut être considérée comme pouvant présenter un risque pour les invertébrés aquatiques. Dans le cas des pyréthrinés, l'absence de données toxicologiques sur les produits synergisés ne permet de conclure hors

de tout doute qu'elles peuvent représenter un risque pour les invertébrés aquatiques. Les résultats obtenus suggèrent toutefois que le risque peut vraisemblablement être considéré tout au plus comme faible. Pour la *d-trans*-alléthrine, l'ajout d'un produit qui augmente leur toxicité chez les insectes pourrait contribuer à augmenter la toxicité du produit chez les invertébrés aquatiques. Le cas échéant, les indices de risque pourraient être plus élevés. On ne peut donc pas conclure que la *d-trans*-alléthrine est sans risque pour la faune aquatique. Enfin, le MGK-264 et le PBO, utilisés comme synergistes, sont considérés quant à eux sans risque pour les invertébrés aquatiques.

Tableau 4.2 Indices de risque pour les aduicticides sur les invertébrés aquatiques

Aduicticides	Indice de risque	
	Toxicité aiguë	Toxicité chronique
Malathion (aérien)	200	1 667
Malathion (terrestre)	90	1 000
Pyréthrine (terrestre)	0,1	0,3
<i>d-trans</i> -alléthrine (terrestre)	0,9	25
Resméthrine (aérien)	150	355
MGK-264* (terrestre)	0,002	0,02
PBO* (aérien)	0,04	0,1
PBO* (terrestre)	0,006-0,01	0,02-0,04

Note : Les valeurs en caractère gras correspondent à celles qui sont supérieures à 1.

* Données sur la toxicité directe, pas sur l'effet synergique.

Source : Belles-Isles *et al.*, 2005

L'application de malathion par voie terrestre ou aérienne est considérée comme susceptible d'entraîner un impact significatif sur les invertébrés aquatiques, à savoir une réduction de la population. Pour ce qui est de la resméthrine, les concentrations dans l'eau excèdent de façon importante les valeurs de référence. Après une ou plusieurs applications, la resméthrine pourrait donc être la source d'impacts significatifs pour les organismes aquatiques. En ce qui a trait à la *d-trans*-alléthrine, l'impact potentiel sur la faune aquatique demeure indéterminé compte tenu de l'état actuel des informations disponibles.

Afin de réduire au minimum l'exposition aux organismes aquatiques lors de l'application d'aduicticides, il faut éviter toute application excessive ou toute dérive dans des milieux aquatiques comme les mares vaseuses, les étangs, les tourbières, les lacs, les cours d'eau et les terres humides. Il importe également de réduire l'exposition de ces mêmes milieux aquatiques lors du nettoyage et du rinçage de l'équipement de pulvérisation ou des contenants.

4.3 POISSONS

4.3.1 Impacts des larvicides sur les poissons

- ***Bti***

L'innocuité du *Bti* envers les organismes non ciblés évoluant dans les mêmes habitats que les larves de moustiques et de mouches noires est bien établie (ARLA, 2001a). Les marges de sécurité par rapport aux doses (concentrations et temps de contact) opérationnelles appliquées sur le terrain indiquent que l'emploi du *Bti* est sécuritaire pour les poissons. Le *Bti* est donc considéré comme peu toxique pour les poissons et l'impact environnemental est considéré nul.

- ***Bsph***

Le *Bsph*, lorsque appliqué aux doses prescrites par les manufacturiers, ne démontre que très peu d'effets envers les espèces non visées telles que les poissons. De plus, le *Bsph* ne s'accumule pas dans les tissus des poissons, en raison du fait — en partie du moins — que leurs intestins ne sont pas pourvus des récepteurs sensibles à la toxine (tiré de SOPFIM, 2005). L'impact environnemental associé à l'utilisation du *Bsph* peut donc, à la lumière des informations disponibles, être considéré comme négligeable.

- **Méthoprène**

Selon l'ARLA (2001b), les résultats d'études de terrain montrent que l'utilisation de ce produit n'entraîne pas d'effets néfastes de longue durée sur les organismes aquatiques non visés lorsqu'il est utilisé conformément aux instructions du fabricant. Le fait que le méthoprène soit déposé directement dans les puisards de rue, qu'il est peu susceptible de se bioaccumuler dans la chaîne trophique et qu'il se dégrade rapidement (demi-vie de moins de deux jours) fait en sorte que les poissons ne devraient pas être exposés de façon importante. L'impact environnemental négatif associé à l'utilisation de méthoprène sur les poissons peut donc être considéré nul.

4.3.2 Impacts des adulticides sur les poissons

Selon l'évaluation de risque écotoxicologique (Belles-Isles *et al.*, 2005b), des indices de risque légèrement supérieurs à l'unité ont été obtenus pour le malathion et la resméthrine (tableau 4.3). Ces adulticides sont donc susceptibles de présenter un faible risque pour les poissons, tant en application par voie aérienne que par voie terrestre. Pour leur part, la *d-trans*-alléthrine et les pyréthrines représentent un risque négligeable pour les poissons. Enfin, ni le MGK-264, ni le PBO en lui-même ne présentent un risque significatif sur les populations de poissons.

Tableau 4.3 Indices de risque pour les adulticides sur les poissons

Adulticides	Indice de risque	
	Toxicité aiguë	Toxicité chronique
Malathion (aérien)	5	5
Malathion (terrestre)	2	3
Pyréthrine (terrestre)	0,03	0,02
<i>d-trans</i> -alléthrine (terrestre)	0,0003	0,008
Resméthrine (aérien)	11	7
MGK-264* (terrestre)	0,0004	0,004
PBO* (aérien)	0,001	0,005
PBO* (terrestre)	0,0002-0,0003	0,0002-0,003

Note : Les valeurs en caractère gras correspondent à celles qui sont supérieures à 1.

* Données sur la toxicité directe, pas sur l'effet synergique.

Source : Belles-Isles *et al.*, 2005

Ainsi, parmi les adulticides susceptibles d'être utilisés dans le cadre du Plan d'intervention gouvernemental, seul le malathion et la resméthrine présentent un potentiel d'impact envers les populations de poissons qui se trouveraient dans les milieux traités. Toutefois, compte tenu que les indices de risque obtenus ne sont que légèrement supérieur à 1, il est peu probable que l'impact environnemental soit supérieur à faible, voire d'ampleur mesurable. La *d-trans*-alléthrine et les pyréthrine, qui présentent pour leur part un risque écotoxicologique négligeable pour les poissons, n'auraient vraisemblablement pas d'impact dans les conditions d'utilisation prévues au Plan d'intervention gouvernemental.

Les mesures d'atténuation habituelles pour les milieux aquatiques doivent être considérées. Ainsi, de manière à réduire au minimum l'exposition aux organismes aquatiques lors de l'application d'adulticides, toute application excessive ou toute dérive dans des milieux aquatiques comme les mares vaseuses, les étangs, les tourbières, les lacs, les cours d'eau et les terres humides doit être évitée. Une application par voie terrestre est par ailleurs à privilégier. Il importe également de réduire l'exposition des milieux aquatiques lors du nettoyage et du rinçage de l'équipement de pulvérisation ou des contenants.

4.4 AMPHIBIENS ET REPTILES

4.4.1 Impacts des larvicides sur les amphibiens et les reptiles

- *Bti*

L'innocuité du *Bti* envers les organismes non ciblés évoluant dans les mêmes habitats que les larves de moustiques et de mouches noires est bien établie. Les marges de sécurité par rapport aux doses (concentrations et temps de contact) opérationnelles appliquées sur le terrain indiquent que l'emploi du *Bti* est sécuritaire pour les amphibiens et reptiles

(Lacoursière et Boisvert, 2004). De ce fait, l'impact environnemental de l'utilisation du *Bti* sur les amphibiens et reptiles est considéré comme nul.

- ***Bsph***

Le *Bsph*, lorsque appliqué aux doses prescrites par les manufacturiers, ne démontre que très peu d'effets envers les espèces non visées telles que les amphibiens, puisque leurs intestins ne sont pas pourvus des récepteurs sensibles à la toxine (tiré de SOPFIM, 2005). L'impact environnemental sur les amphibiens associé à l'utilisation du *Bsph* est considéré comme négligeable, à la lumière des informations disponibles.

- **Méthoprène**

Le méthoprène est réputé toxique pour les amphibiens, comme les grenouilles, les crapauds et les salamandres (EXTOXNET, 2001). Cependant, les résultats des recherches effectuées indiquent que, compte tenu des taux d'application recommandés et de la dégradation rapide du méthoprène dans l'eau, les concentrations susceptibles d'être mesurées dans le milieu naturel ne devaient pas atteindre des niveaux dommageables pour les amphibiens (EXTOXNET, 2001). Par ailleurs, comme le méthoprène est déposé dans des milieux artificiels tels les puisards de rue, ceci limite l'exposition des amphibiens et reptiles. L'impact environnemental du méthoprène sur les amphibiens et reptiles est donc jugé négligeable.

4.4.2 Impacts des adulticides sur les amphibiens et les reptiles

L'étude des risques écotoxicologiques (Belles-Isles *et al.*, 2005b) a établi que l'application de resméthrine peut représenter un risque pour les amphibiens, que ce soit à la suite d'une seule application ou de plusieurs (tableau 4.4). En ce qui a trait au malathion, le risque associé à son utilisation est considéré comme faible dans le cas d'expositions répétées au produit et de négligeable dans le cas d'une exposition aiguë. Enfin, le risque associé à l'utilisation de *d-trans*-alléthrine et de pyréthrinés est considéré négligeable sur la base des indices de risque calculés. Il faut toutefois noter qu'une incertitude relativement importante est associée à cette conclusion du fait que faute d'information sur les effets des produits synergisés sur les têtards, des valeurs de référence par défaut, basées sur des effets observés chez des poissons suite à une exposition à des produits non synergisés dans la majorité des cas, ont été retenues pour évaluer les risques.

Pour les reptiles, les informations colligées indiquent qu'aucun des adulticides ne représente un risque. Une certaine incertitude est toutefois associée à cette conclusion, puisque faute d'information toxicologique pour les reptiles, le risque a été estimé à partir des indices de risque calculés pour les oiseaux (Belles-Isles *et al.*, 2005b).

Tableau 4.4 Indices de risque pour les adulecticides sur les amphibiens et les reptiles

Adulecticides	Indice de risque Amphibiens - têtards		Indice de risque Reptiles	
	Toxicité aiguë	Toxicité chronique	Toxicité aiguë	Toxicité chronique
Malathion (aérien)	1	25	0,0003-0,005	0,003-0,05
Malathion (terrestre)	0,5	15	0,0003-0,006	0,004-0,05
Pyréthrinés (terrestre)	0,3	0,2	0,000005-0,0001	n. d.
<i>d-trans</i> -alléthrine (terrestre)	0,003	0,08	0,00001-0,0001	n. d.
Resméthrine (aérien)	110	73	0,007-0,1	0,0008-0,3
MGK-264* (terrestre)	0,04	0,03	< 0,00002-< 0,0008	n. d.
PBO* (aérien)	0,1	1	< 0,0004-< 0,0009	0,0003-0,004
PBO* (terrestre)	0,02-0,03	0,2 – 0,5	< 0,00002-< 0,0004	0,00002-0,004

Note : Les valeurs en caractère gras correspondent à celles qui sont supérieures à 1.

* Données sur la toxicité directe, pas sur l'effet synergique.

n. d. = non déterminé

Source : Belles-Isles *et al.*, 2005

Compte tenu des résultats de l'analyse de risque, la resméthrine et le malathion sont les deux adulecticides à comporter un potentiel d'impact sur les amphibiens. Ces résultats indiquent que la resméthrine peut présenter une probabilité élevée d'entraîner des impacts pour les amphibiens au stade têtard, après une ou plusieurs applications, et pour le malathion appliqué à plusieurs reprises par voie terrestre ou aérienne. Pour les adultes, cette probabilité est cependant négligeable.

Tout comme pour les poissons, les mesures d'atténuation habituelles pour les milieux aquatiques doivent être considérées. Ainsi, de manière à réduire au minimum l'exposition aux amphibiens lors de l'application d'adulecticides, toute application excessive ou toute dérive dans des milieux aquatiques comme les mares vaseuses, les étangs, les tourbières, les lacs, les cours d'eau et les terres humides doit être évitée. Une application par voie terrestre est par ailleurs à privilégier. Il importe également de réduire l'exposition des milieux aquatiques lors du nettoyage et du rinçage de l'équipement de pulvérisation ou des contenants.

4.5 OISEAUX

4.5.1 Impacts des larvicides sur les oiseaux

- *Bti*

Selon l'EPA (cité dans ARLA, 2001a), le *Bti* présente des risques négligeables pour les espèces non ciblées qui pourraient être exposées, dont les oiseaux insectivores, herbivores et granivores, lorsqu'il est appliqué conformément aux doses opérationnelles recommandées.

Par ailleurs, bien qu'il soit connu que les oiseaux (ex. : canards, goélands, mainates, étourneaux, engoulevents, hirondelles) se nourrissent d'insectes, les spécialistes ne considèrent pas les oiseaux comme de bons prédateurs des moustiques adultes et des mouches noires. Leur rôle est peu significatif, car souvent les périodes d'activité du prédateur et de la proie ne se chevauchent pas. Les oiseaux insectivores sont généralement actifs le jour, contrairement aux moustiques. Bien qu'en grand nombre dans certaines régions au Québec, les insectes piqueurs sont présents de façon temporaire et sporadique. En haute saison, les moustiques représentent moins de 5 % de la nourriture pour les oiseaux (Bourassa, 2000).

L'impact environnemental relié à l'utilisation de *Bti* sur les oiseaux est donc jugé négligeable.

- ***Bsph***

Lorsque appliqué aux doses prescrites par les manufacturiers, le *Bsph* ne démontre que très peu d'effets envers les espèces fauniques non visées telles que les oiseaux, puisque leurs intestins ne sont pas pourvus des récepteurs sensibles à la toxine (tiré de SOPFIM, 2005). À la lumière des informations disponibles, l'impact environnemental de l'utilisation du *Bsph* sur les oiseaux peut donc être considéré comme négligeable à nul.

- **Méthoprène**

Selon l'EPA (2001), l'utilisation du méthoprène n'entraîne pas d'effet sur les populations d'oiseaux puisqu'il est très peu toxique pour ces espèces. Le fait que le méthoprène soit déposé directement dans les puits de rue, qu'il est peu susceptible de se bioaccumuler dans la chaîne trophique et qu'il se dégrade rapidement, fait en sorte que les oiseaux ne devraient pas y être exposés de façon importante. De ce fait, l'impact environnemental du méthoprène sur les oiseaux est jugé nul.

4.5.2 Impacts des adulticides sur les oiseaux

Tous les adulticides étudiés sont peu toxiques pour les oiseaux et les risques sont considérés négligeables. De fait, comme l'a démontré l'analyse des risques écotoxicologiques (Belles-Isles *et al.*, 2005b), les indices de risque sont tous nettement inférieurs à l'unité (tableau 4.5). De plus, la toxicité de ces adulticides sur les oiseaux est trop faible pour identifier un risque pour les oiseaux prédateurs. Selon toute vraisemblance, ces conclusions seraient également valables si les tests de toxicité avaient été réalisés pour des produits synergisés.

Considérant les résultats obtenus lors de l'analyse des risques écotoxicologiques, tous les adulticides étudiés sont peu toxiques pour les oiseaux et les impacts de leur utilisation sur les populations d'oiseaux sont considérés improbables.

Tableau 4.5 Indices de risque pour les adulticides sur les oiseaux

Adulticides	Indice de risque	
	Toxicité aiguë	Toxicité chronique
Malathion (aérien)	0,0003-0,005	0,003-0,05
Malathion (terrestre)	0,0003-0,006	0,004-0,05
Pyréthrine (terrestre)	0,000005-0,0001	n.d.
<i>d-trans</i> -alléthrine (terrestre)	0,00001-0,0001	n.d.
Resméthrine (aérien)	0,007-0,1	0,0008-0,3
MGK-264* (terrestre)	< 0,00002-< 0,0008	n.d.
PBO* (aérien)	< 0,0004-< 0,0009	0,0003-0,004
PBO* (terrestre)	< 0,00002-< 0,0004	0,00002-0,004

Note : Les valeurs en caractère gras correspondent à celles qui sont supérieures à 1.

* Données sur la toxicité directe, pas sur l'effet synergique.

n.d. = non déterminé

Source : Belles-Isles *et al.*, 2005

4.6 MAMMIFÈRES

4.6.1 Impacts des larvicides sur les mammifères

- ***Bti***

Selon l'EPA (cité dans ARLA, 2001a), lorsque appliqué conformément aux doses opérationnelles recommandées, le *Bti* présente des risques négligeables pour les espèces qui pourraient être exposées, comme les mammifères. L'impact environnemental relié à l'utilisation de *Bti* sur les mammifères est donc jugé négligeable.

- ***Bsph***

Les données recueillies au cours des tests effectués en vue de l'homologation du produit aux États-Unis (EPA, 1998) ont démontré une absence de toxicité orale aiguë chez le rat, cutanée aiguë chez le lapin ou par inhalation chez le rat. Lacey et Merrit (2003, cité dans SOPFIM, 2005) ont aussi démontré que *Bsph*, lorsque appliqué aux doses prescrites par les manufacturiers, ne présente que très peu d'effets envers les espèces non visées. De plus, le *Bsph* ne s'accumule pas dans les tissus des mammifères; l'innocuité du produit pour les organismes non visés s'explique en partie du fait que les intestins de ces organismes ne sont pas pourvus des récepteurs sensibles à la toxine. L'impact environnemental associé à l'utilisation du *Bsph* peut donc, à la lumière des informations disponibles, être considéré comme négligeable.

• **Méthoprene**

Le méthoprene ne devrait pas avoir d'effet sur les populations de mammifères puisqu'il est réputé être très peu toxique pour ces espèces (EPA, 2001). De plus, les mammifères ne devraient pas être exposés de façon importante puisque le méthoprene est habituellement déposé directement dans les puisards de rue, qu'il est peu susceptible de se bioaccumuler dans la chaîne trophique et qu'il se dégrade rapidement. L'impact environnemental du méthoprene sur les mammifères est donc jugé nul.

4.6.2 Impacts des adulticides sur les mammifères

Comme indiqué dans l'étude des risques écotoxicologiques (Belles-Isles *et al.*, 2005b), les adulticides susceptibles d'être employés dans le cadre du Plan d'intervention gouvernemental sont réputés peu toxiques pour les mammifères, qu'ils soient insectivores, herbivores ou encore granivores. De fait, les risques pour les mammifères sont considérés négligeables puisque, dans tous les cas, des indices de risque nettement inférieurs à 1 ont été obtenus (tableau 4.6). De plus, en ce qui concerne la resmethrine, le MGK-264 de même que le PBO, la toxicité de ces produits sur les petits mammifères est trop faible pour qu'on puisse identifier un risque pour les espèces carnivores.

Les indices de risque calculés ne laissent donc entrevoir aucun impact significatif de l'utilisation d'adulticides sur les mammifères. À la lumière des informations disponibles, l'impact environnemental associé à l'utilisation, sous certaines conditions, des divers adulticides dont l'emploi est suggéré dans le Plan d'intervention gouvernemental peut donc être considéré comme négligeable.

Tableau 4.6 Indices de risque pour les adulticides sur les mammifères

Adulticides	Indice de risque	
	Toxicité aiguë	Toxicité chronique
Malathion (aérien)	0,002-0,03	0,001-0,01
Malathion (terrestre)	0,002-0,04	0,001-0,01
Pyréthrine (terrestre)	0,00004-0,0007	0,00007-0,0001
<i>d-trans</i> -alléthrine (terrestre)	0,0002-0,003	0,00005-0,001
Resmethrine (aérien)	0,0004-0,007	0,001-0,3
MGK-264* (terrestre)	0,0000002-0,000005	0,00003-0,0004
PBO* (aérien)	< 0,0005-< 0,001	0,0001-0,001
PBO* (terrestre)	< 0,0001-< 0,0005	0,00009-0,0005

Note : Les valeurs en caractère gras correspondent à celles qui sont supérieures à 1.

* Données sur la toxicité directe, pas sur l'effet synergique.

Source : Belles-Isles *et al.*, 2005

5 ÉVALUATION DES IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

Cette section décrit les impacts socio-économiques potentiels résultant de l'application d'insecticides (larvicides et adulticides), tant par voie terrestre que par voie aérienne, en situation d'épidémie. Les composantes pour lesquelles les impacts font l'objet d'une évaluation sont le tourisme et les activités récréatives extérieures, l'agriculture, la pisciculture, l'apiculture, l'utilisation du sol et la société dans son ensemble. Pour chacune de ces composantes, un état de la situation est d'abord présenté puis, les impacts des pulvérisations d'insecticides (larvicides et adulticides) sont décrits.

5.1 AGRICULTURE

Tel que décrit dans le rapport sectoriel 5 (Belles-Isles *et al.*, 2005a), un total de 105 exploitations d'agriculture biologique, qui seraient sensibles à la pulvérisation aérienne d'insecticides, ont été recensées sur le territoire de la RMM (MAPAQ, 2005). Leur répartition est présentée au tableau 5.1 selon leur localisation et le type de production, soit végétale ou animale. La superficie totale exploitée pour les 86 fermes biologiques de production végétale couvre 1 748 hectares, dont 72 % consacrés aux cultures céréalières de produits de grains biologiques.

Tableau 5.1 Répartition des exploitations d'agriculture biologique de la RMM

Secteur RMM	Nombre d'exploitations d'agriculture biologique		
	Végétale	Animale	Total
Île de Montréal	14	5	19
Laval	11	3	14
Couronne nord	25	7	32
Couronne sud	36	4	40
Total	86	19	105

Source : MAPAQ, 2005

Afin de donner un aperçu de la situation financière d'un agriculteur biologique, le budget d'exploitation et les estimés de coût de production d'une ferme céréalière certifiée biologique ont été retenus (MAPAQ, 2004a). Cette ferme est de type familial et couvre 170 hectares dont 156 hectares sont récoltés. Les rendements retenus varient selon les cultures (maïs-grain, soya, blé d'alimentation humaine et avoine), mais se chiffrent en moyenne à 3,1 tonnes par hectare pour les quatre produits combinés. Avec de tels rendements, le bénéfice net d'exploitation⁷ a atteint 74 103 \$ pour la récolte 2002-2003. Il est à noter par ailleurs, que parmi les investissements spécifiques à la production biologique, le producteur a dû se munir d'un séchoir à grain d'une valeur de 25 000 \$ et d'une moissonneuse-batteuse

⁷ Total des produits moins total des coûts d'exploitation.

(achetée en copropriété) au coût de 125 000 \$. Également, les frais de certification biologique ont atteint 1 200 \$ pour cette ferme.

5.1.1 Impacts des larvicides sur l'agriculture

L'utilisation du *Bti* ou encore du *Bsph*, permise par les organismes de certification biologique, n'a aucun effet sur l'agriculture. Pour sa part, l'utilisation du méthoprène fait perdre l'accréditation biologique pour une période de trois ans aux exploitants agricoles biologiques⁸ (Bergeron, 2002). Toutefois, il faut rappeler que dans le cadre du Plan d'intervention gouvernemental, le traitement au méthoprène est uniquement utilisé pour le contrôle des gîtes de reproduction de moustiques qui se trouvent dans les puisards de rue.

Puisque les applications de méthoprène et de *Bsph* sont ciblées dans les puisards de rue et que le *Bti* est appliqué en doses normales dans les gîtes de reproduction des larves de moustiques, l'épandage de larvicides ne devrait pas avoir d'impacts sur l'agriculture biologique, au même titre que l'agriculture traditionnelle.

5.1.2 Impacts des adulticides sur l'agriculture

Le malathion est légèrement phytotoxique pour les cerises, et sous des conditions de serre, pour les fèves, les courgettes et les concombres. Les autres adulticides n'ont pas d'effet sur l'agriculture. En fait, divers produits chimiques sont déjà utilisés dans ce domaine. Toutefois, pour l'agriculture biologique, l'utilisation d'adulticides fait automatiquement perdre l'accréditation biologique par les organismes accréditeurs pour une durée minimale de trois ans (Bergeron, 2002).

• Application terrestre

Les épandages terrestres d'adulticides ne devraient pas avoir d'impacts socio-économiques sur les cultures et l'élevage traditionnels étant donné les applications localisées prévues dans les secteurs urbanisés. De la même façon, pour les terres agricoles accréditées biologiques, les épandages terrestres présentent moins de risque puisqu'ils seront localisés. Cette intervention est d'ailleurs privilégiée à l'application par voie aérienne. Ainsi, une exclusion des zones exploitées par des agriculteurs biologiques doit être envisagée et des zones tampons doivent être créées au pourtour des zones à éviter. Toutefois, il faut considérer qu'il pourrait y avoir une dérive du produit lors de son épandage. Le cas échéant, les impacts potentiels sont les mêmes que ceux qui pourraient se produire à la suite d'applications aériennes (voir ci-après).

⁸ Les produits biologiques doivent être exempts, entre autres, d'insecticides, d'engrais chimiques, d'organismes génétiquement modifiés, d'antibiotiques et d'hormones de croissance.

- **Application aérienne**

Compte tenu que la problématique du VNO est davantage associée aux zones urbaines, les exploitations agricoles situées en zone rurale ne sont pas spécifiquement visées par les applications aériennes d'adulticides prévues dans le Plan d'intervention gouvernemental. Ainsi, les épandages d'adulticides par voie aérienne ne devraient pas avoir d'impacts socio-économiques sur l'agriculture traditionnelle. Toutefois, les exploitations agricoles localisées en zone périurbaine, c'est-à-dire à proximité des villes (ou plus rarement enclavées en zone urbaine) pourraient être touchées.

L'application d'insecticides chimiques, tels les adulticides dont l'utilisation est prévue en dernier recours, sur les terres des fermes biologiques ou celles en voie de l'être, entraîne la perte automatiquement de l'accréditation biologique d'un exploitant pour une période minimale de trois ans. Ces trois années constituent une période critique pour les entrepreneurs; les revenus sont appelés à diminuer et les produits perdent leur valeur.

Les coûts pour obtenir la certification biologique varient généralement entre 350 \$ et 3 000 \$, selon qu'il s'agit d'un acériculteur, d'un fermier ou d'un transformateur et, également, selon les taux fixés par les différents organismes de certification⁹. Ainsi, pour retrouver l'accréditation biologique, les agriculteurs devront assumer des coûts imprévus. Ces coûts sont d'autant plus significatifs dans le contexte actuel où, selon le *Plan stratégique du secteur des aliments biologiques du Québec 2004-2009* (Filière biologique du Québec, 2003), les entreprises biologiques déjà établies au Québec manquent de soutien pour se développer et font face à un manque d'appui professionnel et technique. Elles sont par ailleurs très sollicitées pour aider les nouvelles entreprises ou celles en transition, étant donné le manque de soutien financier. Outre le programme de soutien au développement de l'agriculture biologique mis en place par le MAPAQ en collaboration avec des intervenants du milieu, il n'y a pas jusqu'à maintenant de politique spécifique au secteur (par exemple une politique sur le développement), ni de mesures financières directes aux entreprises biologiques. De plus, le *Recensement de l'agriculture* démontre que la part de marché de l'agriculture biologique est encore faible par rapport à l'agriculture traditionnelle; les recettes agricoles du secteur biologique représentaient en 2002, entre 1 % et 1,5 % du total national des recettes agricoles. Pour toutes ces raisons, même si ce secteur affiche une croissance annuelle des ventes au détail de 20 % au Canada, on peut croire que la situation financière à l'échelle du producteur biologique, particulièrement durant les premières années d'exploitation, est précaire.

Dans le cas où des épandages aériens d'adulticides toucheraient les terres d'un agriculteur biologique et que la certification biologique ne lui serait plus reconnue pour une période de trois ans, l'exploitant pourrait subir une diminution significative de son bénéfice net d'exploitation. Même si les coûts variables ne seraient plus à assumer, étant donné l'arrêt de production des cultures biologiques, les coûts fixes, les intérêts sur les emprunts, les frais d'amortissements ainsi que les intérêts sur le capital investi demeurerait.

⁹ Au Québec, il existe six organismes de certification. Ces organismes sont accrédités par le Conseil des appellations agroalimentaires du Québec (CAAQ), il s'agit de : Garantiebio-ecocert; International certification services; Ocia-international; OCPP/Pro-cert Canada; Organisme de certification Québec vrai et QAI Inc.

À l'échelle de la zone d'étude, puisque près du trois quarts des superficies agricoles biologiques de la RMM produisent des céréales de grains, il est possible de faire un parallèle avec l'exemple de la ferme céréalière certifiée biologique décrite en début de section. En supposant les mêmes conditions d'exploitation, les mêmes cultures produites ainsi qu'un rendement moyen à l'hectare de 3,1 tonnes, les fermes céréalières biologiques de la RMM produiraient environ 3 885 tonnes. En considérant un prix unitaire (\$/t) moyen de 412,50 \$¹⁰, la valeur estimée des fermes céréalières biologiques de la zone d'étude s'élèverait donc à 1,6 M\$. Bien que cet exercice ne permette pas d'évaluer précisément l'ampleur de la perte de revenu potentielle des agriculteurs biologiques de la RMM lors d'éventuelles applications aériennes d'adulticides, il donne néanmoins un ordre de grandeur quant à la valeur des fermes céréalières qui comptent pour 72 % de la superficie agricole biologique totale de la zone d'étude¹¹. De plus, il faut s'attendre à ce que les agriculteurs touchés se regroupent et revendiquent des compensations (monétaires ou autres) aux autorités responsables des épandages d'adulticides.

Des effets indirects sont également à considérer à la suite de la perte de la certification biologique des producteurs de la zone. Il s'agit notamment de la baisse de compétitivité avec d'autres exploitants agricoles biologiques, ce qui pourrait affecter les consommateurs. En effet, la baisse de l'offre de produits biologiques sur le marché local pourrait affecter à la hausse les prix de ces produits. Par ailleurs, il est probable qu'un producteur qui ne vendrait plus sur le marché biologique diminue considérablement les investissements en ce domaine. Ainsi, il pourrait accuser un retard quant aux avancements techniques et technologiques qui se développent sur le marché et dont les autres producteurs s'approprient pendant ce temps. Si enfin le producteur retrouvait sa certification biologique après trois ans, sa productivité s'en verrait probablement affectée étant donné les raisons mentionnées ci-dessus.

5.2 PISCICULTURE

Il existe au Québec deux types d'entreprises piscicoles, soit les stations piscicoles productrices et les étangs de pêche. En 2002, le MAPAQ a attribué 76 permis d'établissement piscicole (production supérieure à une tonne) et 253 permis d'étang de pêche. La production piscicole a atteint 1 640 tonnes en 2002 pour une valeur totale de 11,7 M\$. La production moyenne par établissement est donc de cinq tonnes, ce qui correspond à une valeur moyenne par établissement d'environ 35 500 \$. Dans la zone d'étude, le fichier d'enregistrement des producteurs agricoles du MAPAQ (2005) recense quatre exploitations de pisciculture (tableau 5.2).

¹⁰ Le prix moyen des produits céréaliers de grains biologiques considère les prix unitaires suivants pour les cultures suivantes : maïs-grain : 300 \$/t, soya : 700 \$/t, avoine : 250 \$/t, blé d'alimentation humaine : 400 \$/t.

¹¹ Le manque de données ne permet pas d'évaluer la valeur des autres types de fermes (fruits, légumes, animales, etc.).

Tableau 5.2 Répartition des exploitations de pisciculture de la RMM

Secteur RMM	Nombre d'exploitations de pisciculture
Île de Montréal	—
Laval	—
Couronne nord	2
Couronne sud	2
Total	4

Source : MAPAQ, 2005

5.2.1 Impacts des larvicides sur la pisciculture

Tel que décrit à la section 4.3.1, le *Bti* et le *Bsph* sont reconnus pour avoir une faible toxicité pour les poissons. Le méthoprène est quant à lui légèrement à modérément toxique chez les poissons, comme par exemple, la truite. Les valeurs pour le CL₅₀ (96 heures) sont encore toutefois beaucoup plus élevées que les concentrations susceptibles de se retrouver dans le milieu selon les résultats du suivi effectué en 2004 par la SOPFIM. De plus, la faible solubilité du produit dans l'eau et sa dégradation rapide dans un environnement aquatique limite l'exposition des organismes aquatiques.

L'utilisation de larvicides n'a donc pas d'impact significatif reconnu sur les activités de pisciculture.

5.2.2 Impacts des adulticides sur la pisciculture

Les résultats obtenus lors de l'analyse des risques écotoxicologiques (Belles-Isles *et al.*, 2005b) ont révélé que seul le malathion, appliqué par voie terrestre ou aérienne, et la resméthrine présentent un potentiel d'impact envers les populations de poissons qui se trouveraient dans les milieux traités. Toutefois, compte tenu que les indices de risque obtenus ne sont que légèrement supérieurs à 1, il est peu probable que l'impact environnemental soit supérieur à faible (section 4.3.2).

- **Application terrestre**

Les épandages terrestres d'adulticides présentent moins de risque pour les exploitants piscicoles puisqu'ils seront localisés. Cette intervention est d'ailleurs privilégiée à l'application par voie aérienne. Ainsi, une exclusion des zones exploitées par des pisciculteurs doit être envisagée et des zones tampons doivent être créées au pourtour des zones à éviter. Toutefois, il faut considérer qu'il pourrait y avoir une dérive du produit lors de son épandage. Le cas échéant, les impacts potentiels sont les mêmes que ceux attendus suite à des applications aériennes qui sont présentés ci-après.

• Application aérienne

Puisque le malathion et la resméthrine présentent un faible risque de toxicité chez les poissons, leur utilisation répétée pourrait entraîner des pertes économiques pour les zones d'exploitation de pisciculture. En moyenne, les exploitations de la RMM produisent 21 750 unités (poissons) chacune. En terme relatif, l'impact des pulvérisations sur les exploitants piscicoles n'apparaît pas significatif étant donné la faible part de marché dans la RMM, soit une production (en terme d'unités) de 0,4 % par rapport à l'ensemble des exploitations dans la province (MAPAQ, 2004b).

Par contre, en terme absolu, en supposant qu'une exploitation vaut environ 35 000 \$, la perte de valeur potentielle pour les exploitations de pisciculture de la RMM pourrait atteindre 140 000 \$. Il s'agit ici du pire scénario où des pulvérisations aux adulticides entraîneraient la mort de tous les poissons des quatre exploitations de la RMM et que celles-ci cesseraient leurs opérations. À l'instar des producteurs agricoles, il faut s'attendre à ce que les pisciculteurs demandent des compensations monétaires pour la perte de revenu appréhendée.

5.3 APICULTURE

Dans la RMM, 26 producteurs apicoles ont été recensés (tableau 5.3). Au Québec, en 2004, la production moyenne de miel se chiffrait à 34 kg par colonie. En considérant le prix moyen du miel, c'est-à-dire 6 \$/kg, chaque colonie affiche donc une valeur moyenne d'environ 200 \$ (Institut de la statistique du Québec, 2005).

Tableau 5.3 Répartition des exploitations d'apiculture de la RMM

Secteur RMM	Nombre d'exploitants en apiculture
Île de Montréal	1
Laval	3
Couronne nord	10
Couronne sud	12
Total	26

Source : MAPAQ, 2005

5.3.1 Impacts des larvicides sur l'apiculture

Selon la revue de littérature réalisée dans le cadre de l'évaluation des risques écotoxicologiques (Belles-Isles *et al.*, 2005b), le *Bti*, le *Bsph* et le méthoprène sont considérés non toxiques pour les abeilles. L'utilisation de larvicides (*Bti*, *Bsph*) n'a donc pas d'impact significatif connu sur les activités apicoles. Puisque le Plan d'intervention prévoit que le méthoprène et le *Bsph* soient utilisés uniquement dans les puisards de rue, les interactions potentielles avec les abeilles sont considérées nulles.

5.3.2 Impacts des adulticides sur l'apiculture

Les résultats de l'analyse de risques écotoxicologiques (Belles-Isles *et al.*, 2005) indiquent qu'une seule application de malathion, de pyréthrine, de *d-drans*-alléthrine ou de resméthrine pourrait présenter un risque pour les insectes non visés comme les abeilles (section 4.1.2).

- **Application terrestre**

Les épandages terrestres d'adulticides présentent moins de risque pour les exploitants apicoles puisqu'ils seront localisés. Cette intervention est d'ailleurs privilégiée à l'application par voie aérienne. Ainsi, une exclusion des zones exploitées par des apiculteurs doit être envisagée et des zones tampons doivent être créées au pourtour des zones à éviter. Toutefois, il faut considérer qu'il pourrait y avoir une dérive du produit lors de son épandage. Le cas échéant, les impacts potentiels sont les mêmes que ceux attendus suite à des applications aériennes qui sont discutés ci-après.

- **Application aérienne**

Pour l'ensemble des apiculteurs de la RMM, le nombre de ruches approche les 5 200 pour une production totale de 213 779 kg. Au prix moyen de 6 \$/kg de miel, la valeur totale des exploitations d'apiculture de la RMM s'élèverait à 1,3 M\$. Dans le pire scénario où les pulvérisations aux adulticides entraîneraient la mort de toutes les abeilles des exploitants de la RMM, la perte de production serait considérable. En moyenne, chaque exploitant de la RMM détient 200 ruches et est évalué à près de 50 000 \$.

Par ailleurs, selon des informations obtenues sur une entreprise apicole qui exploite 300 colonies, les investissements requis pour opérer une telle entreprise de taille moyenne sont estimés à 310 000 \$. Dans cette optique, il faut s'attendre à ce que les apiculteurs demandent une compensation (monétaire ou autre) aux autorités responsables des épandages d'adulticides.

En prévision d'une pulvérisation aérienne d'adulticides, des mesures spécifiques de réduction des risques aux abeilles, proposées par le MAPAQ (Bergeron, 2002), devraient être mises en place. Il est question d'aviser les apiculteurs plusieurs jours d'avance d'une application d'adulticides pour qu'ils puissent faire le nécessaire pour minimiser les pertes : déplacer les ruchers, les couvrir pour la nuit, assurer une source d'eau non contaminée à proximité des ruchers, etc.

Également, il est conseillé que la protection des pollinisateurs, dont les abeilles, contre un empoisonnement aux pesticides fasse partie d'un programme de traitement aux insecticides (Bergeron, 2002). En ce sens, les facteurs suivants sont à considérer afin de minimiser les mortalités des abeilles :

- les périodes de floraison (éviter les pulvérisations pendant la floraison);
- la dérive possible des insecticides (privilégier les applications par voie terrestre);

- le moment de l'application (procéder à l'application en absence de vent et lorsque les abeilles ne sont pas en train de visiter les cultures);
- la formulation et la toxicité des insecticides (choisir un adulticide présentant la meilleure innocuité).

Étant donné que les pulvérisations aériennes d'adulticides seraient effectuées à la fin de l'été (août et septembre) et surtout tard en soirée, c'est-à-dire lorsque les moustiques visés sont actifs et que les conditions de vent et d'humidité sont propices, les abeilles s'en trouveraient ainsi moins exposées ce qui limiterait le risque sur celles-ci.

5.4 UTILISATION DU SOL

L'utilisation du sol concerne les zones résidentielles, commerciales et industrielles, les zones communautaires et institutionnelles, les parcs et les espaces publics, les zones protégées ou d'intérêt particulier ainsi que les réseaux d'aqueduc. À l'intérieur de ces zones, les utilisations les plus sensibles aux épandages d'insecticides sont celles où se pratiquent des activités extérieures; les parcs et espaces verts, les terrasses des restaurants, les bancs publics, les marchés extérieurs, les lieux de rassemblement populaires (parcs publics, piscines privées, balcons et terrasses des appartements et résidences privées, cours ou jardins privés), etc.

Le territoire de la RMM comporte une diversité de formes d'occupation du sol : résidentiel, commercial, industriel, agricole, territoires protégés, zones touristiques et espaces récréatifs et de plein air, etc. qui sont présentées dans le rapport sectoriel 5 portant sur la description du milieu d'intervention (Belles-Isles *et al.*, 2005a).

5.4.1 Impacts des larvicides sur l'utilisation du sol

Les épandages de larvicides n'ont pas d'impact significatif reconnu sur l'utilisation du sol. L'assurance donnée par le processus fédéral d'homologation des insecticides garantit que les risques sont acceptables si le produit est utilisé selon les instructions indiquées sur l'étiquette. Il faut rappeler que *Bti* et le *Bsph* sont des larvicides biologiques et que le méthoprene n'est utilisé que dans les puisards de rue.

5.4.2 Impacts des adulticides sur l'utilisation du sol

L'application d'adulticides ne devrait pas changer l'utilisation du sol, sauf si des endroits normalement ouverts au public, devaient être fermés. Cette fermeture ne serait cependant que de courte durée, soit immédiatement avant, pendant et un certain temps après les applications d'adulticides, que ce soit par voie terrestre ou aérienne. Par exemple, en ce qui concerne l'utilisation commerciale, c'est-à-dire les centres commerciaux, les marchés extérieurs, les commerces sur rue piétonne, les terrasses de restaurant, etc., pour lesquels les clients doivent marcher pour s'y rendre ou même rester à l'extérieur pour jouir de l'activité, une légère baisse d'achalandage pourrait survenir lors des applications. Il en est ainsi puisque les gens, de leur propre gré ou par avertissement, savent qu'il est recommandé d'éviter de se tenir à l'extérieur pendant les pulvérisations pour limiter

l'exposition aux pesticides. Toutefois, cela ne devrait pas modifier les habitudes de sorties des gens au point où les commerçants pourraient ressentir des conséquences économiques puisqu'il s'agit d'une fermeture temporaire (voir section 5.5).

Les autres lieux ou environnements susceptibles d'être touchés lors des pulvérisations et qui pourraient nécessiter des mesures particulières se rapportent aux équipements récréatifs extérieurs, aux éléments résidentiels extérieurs (patio, piscine, jardin, etc.), aux marinas et quais de pêche, aux cours d'école, aux parcs publics, aux aires récréatives extérieures reliées à des complexes d'appartements ou des établissements scolaires, aux campings, aux jardins communautaires, aux aires industrielles de chargement et de déchargement des marchandises, etc. Parmi ces lieux, certains sont considérés plus sensibles. Ceux-ci pourraient faire l'objet d'instauration de zones tampon ou plus strictement d'exclusion du territoire d'application d'adulticides, notamment lorsque celle-ci se fait par voie terrestre. Mentionnons notamment les cours d'école et les prises d'eau potable. Bien que l'aménagement de zones tampon nécessite des coûts supplémentaires, ceux-ci devraient être compensés, sinon dépassés par les bénéfices globaux qui en résulteront. En effet, de telles précautions, outre le fait qu'elles rassureront une population qui à la base risque de manifester des oppositions face aux interventions, minimiseront l'exposition des personnes plus sensibles (par exemple, les enfants) et l'impact sur la santé publique.

De plus, l'usage de certains adulticides pourrait causer des bris matériels, par exemple sur la peinture des voitures, les matériaux des toitures, les piscines, les équipements de patio, les équipements de parcs (ex. : balançoires), etc. Selon la fiche technique du malathion, ce produit corrode les métaux et attaque certains plastiques, revêtements et caoutchoucs (Hazardous Substances Data Bank [HSDB], 1998). Selon Santé Canada (2001), le malathion peut endommager la peinture des voitures lorsqu'il est appliqué à des taux supérieurs à 230 g/ha. Avec la technique dite d'« optimisation », telle que décrite dans le rapport sectoriel 4 (Chénard et Pagé, 2005) qui serait utilisée lors d'éventuelles pulvérisations de malathion, un étalement encore plus uniforme du nuage des gouttelettes d'adulticide serait obtenu. Cette technique permettrait également de réduire le taux d'application maximum par rapport à celui prescrit sur l'étiquette. Ainsi, ce serait 55,2 g/ha pour l'application terrestre et de 50,4 g/ha pour l'application aérienne qui seraient utilisés. De ce fait, aucun impact sur le matériel extérieur ne sera encouru par les applications de malathion.

Enfin, il se pourrait que des citoyens ou des groupes de défense de l'environnement manifestent de l'opposition face à ce genre d'intervention, et ce, même en cas d'épidémie. Il faut en effet s'attendre à ce que certains citoyens refusent de voir leur terrain pulvérisé aux adulticides, tel que ce qui a été vécu à Winnipeg l'été dernier (CBC News, 21 juillet 2005). Il faut prévoir que ce genre de situation puisse survenir dans la RMM, particulièrement en considérant le contexte urbain de la zone d'étude. En effet, une plus grande densité de population expose davantage de personnes plus sensibles aux insecticides (enfants, femmes enceintes, personnes allergiques, personnes âgées) et on retrouve la présence de plusieurs zones sensibles qui risquent d'être touchées par les pulvérisations.

5.5 TOURISME ET ACTIVITÉS RÉCRÉATIVES EXTÉRIEURES

Le territoire de la RMM concentre une multitude d'activités récréotouristiques extérieures qui attirent autant les résidants que les touristes. Notons entre autres, les festivals, les campings, le golf, les pistes cyclables, les parcs et les sites d'attractions, les secteurs de villégiature, les activités nautiques, etc. Rattachés à ces activités, les services connexes comprennent : les restaurants, les hôtels, les commerces, etc. (Belles-Isles *et al.*, 2005a). Les impacts de l'utilisation de larvicides et d'adulticides sont examinés sur le tourisme et pour l'ensemble des activités récréatives extérieures dans la région.

5.5.1 Impacts des larvicides sur le tourisme et les activités récréatives

Tant le *Bti*, le *Bsph* que le méthoprène ne sont pas réputés être toxiques pour les humains. Appliqués selon les normes, ils ne présentent pas de risques notables pour la santé des mammifères et des humains (Chevalier *et al.*, 2002).

Puisqu'ils n'entraînent pas de conséquences néfastes pour les humains, les larvicides ne devraient pas avoir d'effet sur le tourisme et sur l'achalandage des activités extérieures. La perception des gens quant à une meilleure qualité de vie à l'extérieur est sans doute l'effet le plus important découlant des épandages de larvicides.

5.5.2 Impacts des adulticides sur le tourisme et les activités récréatives

Si le malathion est inhalé par l'humain, les symptômes aigus d'intoxication peuvent comprendre : étourdissement, constriction des pupilles, crampes musculaires, transpiration, respiration difficile et perte de conscience. Lors d'intoxication par ingestion, les symptômes suivants peuvent aussi se rencontrer : crampes abdominales, diarrhée, nausée, vomissement. En ce qui concerne la perméthrine, une revue de la littérature médicale ne signale aucun effet indésirable à la suite d'une exposition humaine. Pour la resméthrine, il n'y a pas de données d'exposition aiguë ou chronique à ce produit chez l'humain (Valcke *et al.*, 2005).

À prime abord, avant même les épandages d'adulticides, on peut penser que l'épidémie elle-même pourrait avoir comme effet de ralentir légèrement la pratique d'activités récréotouristiques dans la région où elle serait déclarée. L'intensité de l'impact pourrait par ailleurs dépendre des délais de préparation et de mobilisation nécessaires aux traitements pour le contrôle de l'épidémie qui a cours. En effet, si les traitements aux adulticides sont appliqués le plus rapidement à la suite de la déclaration d'une épidémie par les autorités responsables, le nombre de cas sauvés s'en verrait augmenté et l'impact sur les activités récréotouristiques s'en verra réduit.

• Application terrestre

Les applications terrestres d'adulticides, si elles sont ciblées et ponctuelles, ne devraient pas avoir d'effets significatifs si ce n'est que l'absence de fréquentation des lieux pulvérisés immédiatement avant, pendant et après l'utilisation d'adulticides. Tel que décrit dans le

rapport sectoriel 4 (Chénard et Pagé, 2005), l'efficacité des traitements aux adulticides est accrue s'ils sont effectués après le coucher du soleil, au moment où les moustiques visés sont actifs, et dans des conditions météorologiques bien spécifiques (temps sec, vents de moins de 15 km/h, etc.).

Des avis publics seront émis par les autorités de santé publique une journée à l'avance pour avertir du moment et de l'endroit des traitements de manière à limiter l'exposition des gens qui pourront éviter ces lieux.

- **Application aérienne**

Advenant la nécessité de pulvériser des adulticides par voie aérienne, on pourrait s'attendre à ce que la pratique d'activités récréatives extérieures soit affectée. Ainsi, les individus préoccupés par les effets présumés de ces pulvérisations pourraient choisir de remettre à plus tard la pratique d'une activité prévue à l'extérieur ou, dans le pire des cas, l'annuler.

Si l'épandage d'adulticides faisait en sorte de fermer ou d'interdire l'accès de façon temporaire à certains lieux où des activités extérieures sont habituellement pratiquées et fréquentées, les gens (résidants et touristes) pourraient décider de remettre à un autre jour la pratique d'une activité qu'ils avaient prévue le jour de l'épandage, ou de pratiquer une activité à l'intérieur (par exemple aller au cinéma). Ainsi, on observerait un transfert d'activité et donc des dépenses. Or, un transfert des dépenses n'affecte pas les conditions économiques, par opposition à une baisse des dépenses. En fait, tant que le budget des ménages prévu pour les loisirs/récréation demeure le même, les dépenses globales et les activités économiques devraient rester au même niveau.

Si toutefois les gens ne remettaient pas à plus tard ou ne substituaient pas la pratique de l'activité prévue avant les annonces d'épandages, on pourrait observer une légère baisse d'achalandage dans les restaurants, les commerces, les hôtels, les activités extérieures (golf, camping, vélo, etc.), etc., mais d'une durée temporaire. Il s'agirait en effet d'un phénomène de courte durée (immédiatement avant, pendant et un peu après les traitements) qui ne devrait pas avoir d'impact significatif sur les revenus des entreprises touchées.

En ce qui concerne plus spécifiquement l'industrie touristique, celle-ci est influencée par plusieurs facteurs qui, le plus souvent, agissent de façon simultanée ou produisent un effet cumulatif sur le degré de confiance des touristes à visiter une région plutôt qu'une autre. L'état de l'économie nationale et régionale de même que la température, le taux de criminalité, les coûts de transport et de voyage, tels que le prix des billets d'avion et les tarifs hôteliers, les autres destinations touristiques, la tenue d'événements majeurs, comme par exemple des sommets économiques ou politiques, des festivals de musique ou des événements sportifs, sont autant de facteurs qui peuvent influencer les flux touristiques. En ce sens, il est difficile d'isoler l'impact d'un seul facteur sur l'achalandage touristique d'une année et d'une région donnée.

Enfin, du fait qu'il ne s'est jamais produit d'alerte au VNO au Québec et que l'utilisation d'insecticides chimiques n'est pas courante dans la province, il s'avère difficile de prévoir la réaction des touristes face à une situation d'épidémie et à l'application d'adulticides. Mais en supposant que les annonces d'épandages aériens d'adulticides soient émises quelques jours à l'avance, les résidents et les touristes sauront qu'ils doivent rester à l'intérieur. En ce sens, l'achalandage aux activités extérieures pourrait être affecté lors de cette journée. Toutefois, l'impact résiduel n'apparaît pas significatif puisque l'effet est de courte durée et qu'il est autant probable que les gens remettent leur activité à plus tard ou qu'ils l'annulent.

Par ailleurs, du point de vue de l'industrie touristique, il est possible d'évaluer les bénéfices économiques que permettrait de maintenir la mise en œuvre du programme de contrôle vectoriel dans le cas d'une épidémie. Il s'agit d'évaluer le nombre de touristes que la mise en œuvre du programme devrait permettre de retenir (ou d'empêcher d'annuler leur voyage) dans la RMM pour maintenir le flux de dépenses touristiques.

Tel que décrit dans le rapport sectoriel 5 (Belles-Isles *et al.*, 2005a), les touristes ont dépensé 309 \$ durant leur séjour dans la RMM pour l'hébergement, la nourriture/boisson, les divertissements/loisirs, le transport et autres achats divers en 2003. En cas de scénario épidémique, le coût total estimé du programme de contrôle (surveillance, l'application de larvicides en contrôle et l'application aérienne d'adulticides) serait de l'ordre de 8,9 M \$ (section 3.1.3.2). Ce coût correspondrait aux dépenses encourues par 28 754 touristes ou environ 0,4 % du nombre total de touristes dans la RMM en 2003. En d'autres mots, si le programme de pulvérisation aux larvicides et aux adulticides par voie aérienne permettait de retenir 28 754 touristes qui auraient annulé leur séjour dans la RMM en raison de l'épidémie en cours, le programme se paierait de lui-même en termes de bénéfice économique global pour la RMM.

5.6 BÉNÉFICES POUR LA SOCIÉTÉ EN GÉNÉRAL

Dans le cas d'une alerte au VNO dans la RMM, le bénéfice économique pour la société s'exprime notamment en termes de maintien des ressources suite aux interventions de l'État pour contrôler la situation épidémique.

En termes de bénéfice global pour la société, l'utilisation de larvicides permet d'exercer un certain contrôle sur la reproduction d'insectes vecteurs du VNO. Ce contrôle permet d'éviter une situation où le nombre de cas infectés au VNO deviendrait à ce point important qu'une alerte au VNO devrait alors être déclenchée. En situation épidémique, le Plan d'intervention gouvernemental prévoit le recours aux applications terrestres et aériennes d'adulticides. Ces traitements, en exerçant un contrôle sur l'épidémie en cours, permettraient des économies sur les dépenses directes de santé et le maintien de la productivité du travail provenant d'une réduction du nombre de cas d'infection au VNO.

Les bénéfices économiques reliés à l'utilisation des larvicides et des adulticides sont traités dans le rapport sectoriel 10 « Analyse coût-bénéfice » (Bonneau, 2005).

6 SYNTHÈSE DES IMPACTS

La présente évaluation des impacts a été réalisée dans le cadre des travaux préparatoires à l'application éventuelle des mesures de contrôle des populations de moustiques et vise à évaluer les risques potentiels pour l'environnement associés à l'utilisation d'insecticides pour la prévention et le contrôle du VNO.

L'étude visait à déterminer dans quelle mesure l'utilisation de certains produits, à savoir les larvicides et surtout les adulticides, peut entraîner un ou des effets négatifs sur l'écosystème ou encore se traduire de manière adverse sur les activités économiques, récréatives et de loisir des populations humaines concernées. Le tableau 6.1 présente une synthèse des impacts potentiels de la mise en œuvre du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO.

6.1 SYNTHÈSE DES IMPACTS SUR L'ÉCOSYSTÈME

L'évaluation des impacts sur l'écosystème indique que les larvicides étudiés dans le cadre de cette étude ne présentent pas un potentiel d'impact important sur l'environnement. En contrepartie, l'utilisation d'adulticides à des fins de contrôle vectoriel pour lutter contre le VNO peut comporter un impact sur les populations de certaines espèces non ciblées.

Les résultats obtenus suggèrent que les insectes, les invertébrés aquatiques, les amphibiens et, dans une moindre mesure, les poissons pourraient dépendamment des produits utilisés être affectés par des épandages d'adulticides, tandis que les oiseaux et les mammifères sont peu susceptibles d'être affectés.

À la lumière des résultats obtenus, les adulticides qui devaient être favorisés d'un point de vue des risques sur l'écosystème sont les pyréthrines et la *d-trans*-alléthrine.

Le malathion, pour sa part, peut également être un produit qui présente peu de risque pour l'écosystème; cela est plus particulièrement vrai si on évite les dépôts de malathion dans les milieux aquatiques et humides. À cet égard, l'application terrestre de malathion devrait être privilégiée par rapport à l'application par voie aérienne dans la mesure où il devrait être plus facile d'éviter les zones à risque lorsque l'épandage se fait par voie terrestre plutôt que par voie aérienne.

6.2 SYNTHÈSE DES IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

L'évaluation des impacts sur les activités économiques, sur l'utilisation du sol ainsi que sur le tourisme et activités récréatives de la RMM conclut à l'absence d'impact pour ce qui est de l'application terrestre ou aérienne de larvicides.

Le recours aux adulticides, en application terrestre comporte des impacts peu significatifs sur les activités humaines considérées, alors que les applications aériennes de malathion (voire éventuellement de resméthrine) sont considérées comme étant potentiellement négatives

notamment pour l'agriculture biologique, la pisciculture et l'apiculture. Ces impacts se traduisent en termes de perte de profit dû à l'arrêt des activités et des coûts que cela engendre.

L'application d'adulticides ne devrait pas changer l'utilisation du sol et ne devrait pas affecter le tourisme et les activités extérieures, sauf si des endroits normalement ouverts au public devaient être fermés ou interdits d'accès, ce qui se traduirait par une baisse d'achalandage. Cette fermeture serait cependant temporaire et de courte durée, ce qui ne devrait pas modifier les habitudes de sorties des gens au point où les commerçants pourraient ressentir des conséquences économiques. Par ailleurs, avec les techniques et les doses d'application préconisées, aucun impact sur le matériel extérieur n'est attendu.

Tableau 6.1 Synthèse de l'évaluation des impacts des larvicides sur les composantes de l'écosystème et du milieu humain de la RMM

	VOIE TERRESTRE			VOIE AERIEENNE	
	<i>Bti</i>	<i>Bsph</i>	Méthoprène	<i>Bti</i>	<i>Bsph</i>
ÉCOSYSTEME	Pas de potentiel d'impact important. Faible risque de résistance.	Pas de potentiel d'impact important. Possibilité de résistance chez les larves.	Pas de potentiel d'impact important. Peu de données sur la résistance. Persistance faible.	Pas de potentiel d'impact important. Faible risque de résistance.	Pas de potentiel d'impact important sur l'écosystème. Possibilité de résistance.
Insectes non visés	Aucun effet sur le développement et la structure des communautés non ciblées. Impact nul.	Peu ou pas toxique pour les espèces non visées. Impact nul.	Impact nul.	Aucun effet sur le développement et la structure des communautés non ciblées. Impact nul.	Peu ou pas toxique pour les espèces non visées. Impact nul.
Invertébrés aquatiques	Majorité des espèces ne sont pas affectées. Aucun impact.	Très peu d'effet lorsque appliqué selon l'étiquette. Aucun impact.	Pas d'effet de longue durée lorsque appliqué selon l'étiquette. Impacts non permanents, rétablissement des populations touchées. Aucun impact.	Majorité des espèces ne sont pas affectées. Aucun impact.	Très peu d'effet lorsque appliqué selon l'étiquette. Aucun impact.
Poissons	Peu toxique. Risques négligeables lorsque appliqué conformément à l'étiquette. Aucun impact.	Peu d'effet lorsque appliqué aux doses prescrites par l'étiquette. Impact négligeable.	Pas d'effet de longue durée lorsque appliqué selon l'étiquette. Peu susceptible de se bioaccumuler. Pas d'exposition importante. Impact nul.	Peu toxique. Risques négligeables lorsque appliqué conformément à l'étiquette. Aucun impact.	Peu d'effet lorsque appliqué selon l'étiquette. Ne s'accumule pas. Impact négligeable.
Amphibiens et reptiles	Risques négligeables lorsque appliqué conformément à l'étiquette. Impact nul.	Très peu d'effet lorsque appliqué selon l'étiquette. Impact négligeable.	Toxique, mais exposition limitée. Impact négligeable lorsque utilisé conformément à l'étiquette.	Risques négligeables lorsque appliqué conformément à l'étiquette. Impact nul.	Très peu d'effet lorsque appliqué aux doses prescrites par l'étiquette. Ne s'accumule pas. Impact négligeable.
Oiseaux	Risques négligeables lorsque appliqué conformément à l'étiquette. Impact non significatif.	Peu d'effet lorsque appliqué selon l'étiquette. Ne s'accumule pas. Impact négligeable à nul.	Très peu toxique, pas d'effet. Peu susceptible de se bioaccumuler. Pas d'exposition importante. Impact nul.	Risques négligeables lorsque appliqué conformément à l'étiquette. Impact non significatif.	Peu d'effet lorsque appliqué selon l'étiquette. Ne s'accumule pas. Impact négligeable à nul.
Mammifères	Risques négligeables lorsque appliqué conformément à l'étiquette. Impact non significatif.	Non toxique lorsque appliqué selon l'étiquette. Ne s'accumule pas. Impact négligeable.	Très peu toxique. Pas d'exposition importante. Peu susceptible de se bioaccumuler. Impact nul.	Risques négligeables lorsque appliqué conformément à l'étiquette. Impact non significatif.	Non toxique lorsque appliqué selon l'étiquette. Ne s'accumule pas. Impact négligeable.
MILIEU HUMAIN	Pas de potentiel d'impact sur les activités socio-économiques, le tourisme et les activités récréatives				

Tableau 6.2 Synthèse de l'évaluation des impacts des aduicticides sur les composantes de l'écosystème et du milieu humain de la RMM

	VOIE TERRESTRE			VOIE AERIENNE (dernier recours)	
	Malathion	<i>d-trans</i> -alléthrine	Pyréthrinés	Malathion	Resméthrine
ÉCOSYSTÈME					
Insectes non visés	Une seule application présenterait un risque. Réduction plus ou moins importante des populations. L'effet sur les abeilles et autres insectes pollinisateurs est minimisé du fait que le programme prévoit des arrosages pendant la nuit, au moment où les abeilles ne sont pas actives.			Une seule application présenterait un risque. Réduction plus ou moins importante des populations. L'effet sur les abeilles et autres insectes pollinisateurs est minimisé du fait que le programme prévoit des arrosages pendant la nuit, au moment où les abeilles ne sont pas actives.	
Invertébrés aquatiques	Indice de risque élevé. Impact significatif; réduction de la population.	L'ajout d'un synergisant pourrait contribuer à augmenter la toxicité; les indices de risque pourraient être plus élevés. On ne peut donc pas conclure absence de risque.	Risque peut vraisemblablement être considéré tout au plus comme faible.	Indice de risque élevé. Réduction plus ou moins importante des populations d'autres invertébrés. Impact significatif.	Indice de risque élevé. Réduction plus ou moins importante des populations d'autres invertébrés. Impact significatif.
Poissons	Indice de risque faible. Potentiel d'impact faible.	Risque négligeable. Aucun impact.	Risque négligeable. Aucun impact.	Indice de risque faible. Potentiel d'impact faible.	Indice de risque faible. Potentiel d'impact faible.
Amphibiens et reptiles	Risque sur les amphibiens considéré faible dans le cas d'expositions répétées et de négligeable dans le cas d'une exposition aiguë. Aucun risque pour les reptiles.	Risque négligeable. Aucun impact.	Risque négligeable. Aucun impact.	Risque sur les amphibiens considéré faible dans le cas d'expositions répétées et de négligeable dans le cas d'une exposition aiguë. Aucun risque pour les reptiles.	Présente un risque à la suite d'une seule application ou de plusieurs. Potentiel d'impact pour les amphibiens au stade têtard. Aucun risque pour les reptiles.
Oiseaux	Peu toxiques. Risques négligeables. Aucun impact.				
Mammifères	Peu toxiques. Risques négligeables. Aucun impact.				
MILIEU HUMAIN	Impacts non significatifs sur l'agriculture traditionnelle et biologique, la pisciculture, l'apiculture, l'utilisation du sol ainsi que sur le tourisme et les activités extérieures.			Coûts additionnels non prévus pour l'agriculture traditionnelle et perte d'accréditation pour exploitant biologique. Perte économique et revendications de la part des exploitants biologiques, piscicoles et apicoles. Impacts non significatifs sur l'utilisation du sol. Peut entraîner une baisse de fréquentation temporaire des lieux pulvérisés par les touristes et limiter la pratique d'activités extérieures.	

7 RÉFÉRENCES

- AGENCE DE REGLEMENTATION DE LA LUTTE ANTIPARASITAIRE (ARLA) (2003a). *Projet d'acceptabilité d'homologation continue-PACR2003-10*. Réévaluation du malathion.
- AGENCE DE REGLEMENTATION DE LA LUTTE ANTIPARASITAIRE (ARLA) (2001a). *Fiche technique sur le Bacillus thuringiensis variété israelensis Bti*. Santé Canada. Site Internet accessible au : www.pmra-arla.gc.ca/francais/pdf/fact/fs_Bti-f.pdf.
- AGENCE DE REGLEMENTATION DE LA LUTTE ANTIPARASITAIRE (ARLA) (2001b). *Fiche technique sur l'utilisation du méthoprène dans les programmes de lutte contre les moustiques*. Santé Canada. Site Internet accessible au : www.pmra-arla.gc.ca/francais/pdf/fact/fs_methoprene-f.pdf.
- BECKER, N., LUDWIG, H.W. (1993). Investigation on possible resistance in *Aedes vexans* field populations after a 10-year application of *Bacillus thuringiensis*. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 9 (2) : 221-224.
- BELLES-ISLES, J.-C., BOULÉ, V., PLOURDE, D., PLAMONDON, J., BARIL, J., CÔTE, P. (2005a). *Description du milieu d'intervention - Rapport sectoriel 5*. Rapport réalisé dans le cadre de l'Étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental. Rapport préparé par Roche Itée, Groupe-conseil présenté à l'Institut national de santé publique du Québec. 80 p. et annexes.
- BELLES-ISLES, J.-C., J., BARIL, THIFFAULT, D. (2005b). *Évaluation des risques écotoxicologiques - Rapport sectoriel 7*. Rapport réalisé dans le cadre de l'Étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental. Rapport préparé par Roche Itée, Groupe-conseil présenté à l'Institut national de santé publique du Québec. 87 p. et annexes.
- BERGERON, H. (2002). *Évaluation des conséquences liées à : L'utilisation d'insecticides pour le contrôle du virus du Nil occidental (VNO) au Québec*. Direction de l'épidémiologie et de la santé animale (DÉSA) - Centre québécois d'inspection des aliments et de santé animale (CQIASA) - Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). 41 p.
- BONNEAU, V. (2005). *Analyse coût-bénéfice - Rapport sectoriel 10*. Rapport réalisé dans le cadre de l'étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental. Direction des études et analyses, Ministère de la Santé et des Services sociaux. 65 p.
- BOURASSA, J.-P. (2000). *Le moustique, par solidarité écologique*. Boréal édition, 239 p.
- CBC NEWS. Tempers flare over mosquito fogging. Site Internet accessible au : www.cbc.ca (consulté le 21 juillet 2005).

- CHAUSSÉ, K., AUBÉ-MAURICE, B., LABBÉ, Y. (2005). *Cadre législatif de l'application d'insecticides au Québec – Rapport sectoriel 2*. Rapport réalisé dans le cadre de l'étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental. Rapport préparé par l'Institut national de santé publique du Québec, Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels. 19 p.
- CHENARD, R., PAGÉ, S. (2005). *Description du programme de contrôle vectoriel - Rapport sectoriel 4*. Rapport réalisé dans le cadre de l'étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental. Rapport préparé par la Société de protection des forêts contre les insectes et maladies présenté à l'Institut national de santé publique du Québec. 33 p.
- CHEVALIER, P., ST-LAURENT, L., SAMUEL O., BOLDUC, D.G. (2002). *Larvicides pour contrer le virus du Nil occidental chez les humains*. Institut national de santé publique du Québec, Québec, 46 p.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA) (2001). *Methoprene RED. Fact Sheet*. Pesticide Fact Sheet. Update of March 1991. Site Internet accessible au : www.epa.gov/insecticides/bioinsecticides/ingredients.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA) (1998). *Bacillus sphaericus (VectoLex) Tolerance Requirement Exemption 8/98.40 CFR Part 180*. Site Internet accessible au : <http://pmep.cee.cornell.edu/profiles/insect-mite/abamectin-bufencarb/bacillus-sphaeticus/>.
- EXTENSION TOXICOLOGY NETWORK (EXTOXNET) (2001). *Methoprene. Pesticide Information Profile*. Site Internet accessible au : <http://ace.orst.edu/cgi-bin/mfs/01/pips/methopre.htm?8>.
- EXTENSION TOXICOLOGY NETWORK (EXTOXNET) (1995). *Methoprene. Pesticide Information Profiles*. Site Internet accessible au : <http://ace.orst.edu/cgi-bin/mfs/01/pips/methopre.htm?8>.
- FILÈRE BIOLOGIQUE DU QUÉBEC (2003). *Plan stratégique du secteur des aliments biologiques du Québec 2004-2009*. 3^e trimestre 2003.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC (2005). *Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental 2005*. Ministère de la Santé et des Services sociaux. 17 p.
- HAZARDOUS SUBSTANCES DATA BANK (HSDB) : US NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE (Décembre 1998). In CHEM Source/Référence CHIMIE (CD-ROM). Adresse : CCHST (Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail), Hamilton, Ontario.
- INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC (2005). *Statistiques principales relatives au miel, par regroupement de régions administratives, Québec, 2004*. Site Internet accessible au : http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/econm_finnc/filr_bioal/elevage/miel/tableau_h1.htm (consulté le 20 juillet 2005).

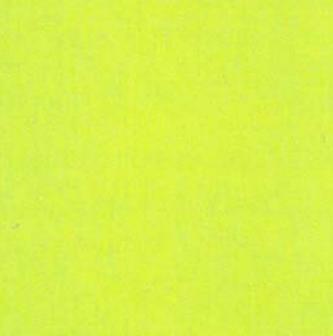
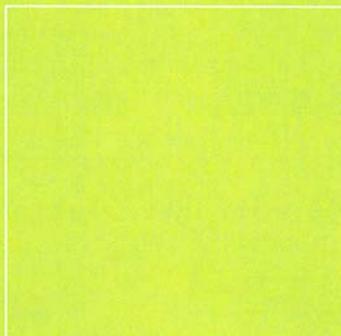
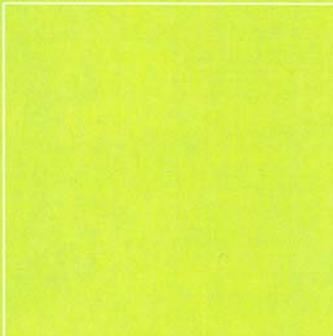
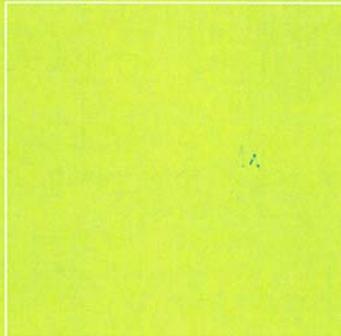
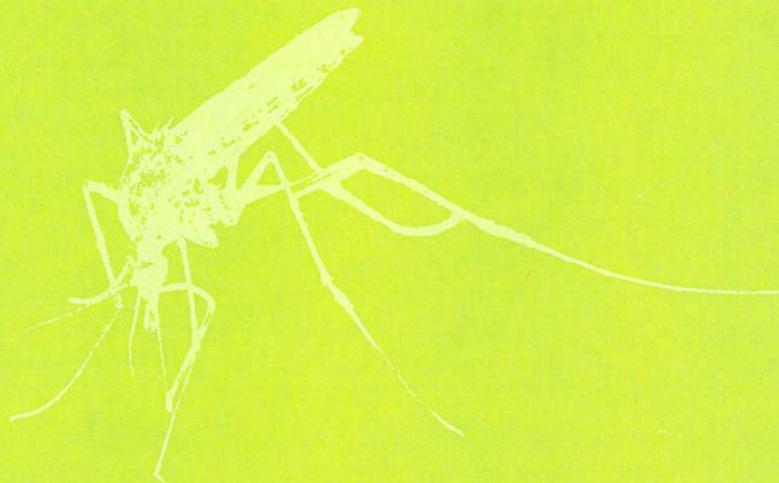
- INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC (INSPQ) (2003). *Pertinence et faisabilité d'un programme préventif de réduction du risque de transmission du virus du Nil occidental avec des larvicides*. 55 p.
- LACEY L. A., MERRIT, R. W. (2003). The safety of bacterial microbial agents used for black fly and mosquito control in aquatic environments. Dans *Environmental Impacts of Microbial Insecticides: Need and Methods for Risk Assessment*. (H.M.T.Hokkanen and A.E.Hajek, eds.), Kluwer Academic Publishers Dordrech, The Netherlands, p. 151-168.
- LACOURSIÈRE, J.O., BOISVERT, J. (2004). *Le Bacillus thuringiensis var. israelensis et le contrôle des insectes piqueurs au Québec*. Laboratoire de recherches sur les arthropodes piqueurs. Université du Québec à Trois-Rivières. Mise à jour du document de 1994 préparé pour le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. Site Internet accessible au : www.menv.gouv.qc.ca/insecticides/virus-nil/Bti/index.htm.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION (MAPAQ) (2005). *Fichier d'enregistrement des producteurs agricoles*.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION (MAPAQ) (2004a). *Budget d'exploitation et estimé des coûts de production d'une ferme céréalière certifiée biologique*. En collaboration avec le Syndicat des producteurs de grains biologiques du Québec (SPGBQ). Présentation faite le 5 avril 2004 aux producteurs de grains biologiques du Québec. 13 p.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION (MAPAQ) (2004b). *La production piscicole au Québec* (mise à jour : mars 2004). 8 p. Site Internet accessible au : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Peche/md/Publications/>.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP) (2005). *Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs et le virus du Nil occidental*. Site Internet accessible au : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/pesticides/virus-nil/index.htm> (consulté le 20 juillet 2005).
- MULLA, M.S., THAVARA, U., TAWATSIN, A., CHOMPOSRI, J., SU, T. (2003). Emergence of Resistance and Resistance Management in Field Populations of Tropical *Culex quinquefasciatus* to the Microbial Control Agent *Bacillus sphaericus*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 19 : 39-46.
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF HEALTH (NYCDH) (2001). *Adult Mosquito Control Programs Final Environmental Impact Statement*. Pagination multiple.
- PEI, G., OLIVEIRA, C.M.F., YUAN, Z., NIELSEN-LEROUX, C., SILVIA-FILHA, M.H. YAN, J., REGIS, L. (2002). A Strain of *Bacillus sphaericus* Causes Slower Development of Resistance in *Culex quinquefasciatus* in an Urban Area of Olinda, Brazil. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 94 : 488-492.
- SANTE CANADA (2001). *Fiche technique sur l'utilisation du Malathion dans les programmes de lutte contre les moustiques*. 2 p.

SOCIETE DE PROTECTION DES FORETS CONTRE LES INSECTES ET MALADIES (SOPFIM) (2005). *Revue des connaissances sur les larvicides à base de Bacillus sphaericus* - Revue de littérature réalisée dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement du programme de pulvérisation aérienne d'insecticides pour contrer le virus du Nil occidental en cas d'épidémie - Rapport final, 31 p. + 1 annexe.

VALCKE, M., GOSSELIN, N.H., BELLEVILLE, D., VÉZINA, A. (2005). *Évaluation du risque toxicologique associé à l'utilisation d'adulticides dans le cadre d'un programme de lutte vectorielle contre la transmission du virus du Nil occidental. Mise à jour de nouvelles données et approche raffinée d'évaluation – Rapport sectoriel 8*. Rapport réalisé dans le cadre de l'étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental par l'Institut national de santé publique du Québec, 84 p. et annexes.

WESTCHESTER COUNTY BOARD OF HEALTH (WCBH) (2002). *Comprehensive Mosquito-Borne Disease Surveillance and Control Plan. Final Generic Environmental Impact Statement*. Pagination multiple.

ZAHIRI, N.S., SU, T., MULLA, M.S. (2002). Strategies for the management of resistance in mosquitoes to the microbial control agent *Bacillus sphaericus*. *Journal of Medical Entomology*, 39 : 513-520.



Étude d'impact stratégique
du Plan d'intervention gouvernemental
de protection de la santé publique
contre le virus du Nil occidental