



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

RAPPORT SECTORIEL

4

Description du  
programme de  
contrôle vectoriel



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

**RAPPORT SECTORIEL**

**4**

## Description du programme de contrôle vectoriel

Septembre 2005



Société de protection  
des forêts contre  
les insectes et maladies

*Institut national  
de santé publique*

Québec 

## AUTEURS

Robert Chénard, directeur des opérations  
Société de protection des forêts contre les  
insectes et maladies

Simon Pagé, spécialiste en aviation  
Société de protection des forêts contre les  
insectes et maladies

## AVEC LA COLLABORATION DE

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

Daniel Bolduc, 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

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

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

## RELECTEURS (SUITE)

Linda Pinsonneault, M.D., M. Sc., FRCPC  
Direction de santé publique de la Montérégie  
Direction des risques biologiques,  
environnementaux et occupationnels  
Institut national de santé publique du Québec

Daniel Gingras, Ph. D.  
Direction des risques biologiques,  
environnementaux et occupationnels  
Institut national de santé publique du Québec

Lucie Corriveau  
Direction de la protection de la santé publique  
Ministère de la Santé et des Services Sociaux

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

## SECRETARIAT

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](mailto: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<sup>e</sup> TRIMESTRE 2007  
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC  
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA  
ISBN 10 : 2-550-46151-7 (VERSION IMPRIMÉE)  
ISBN 10 : 2-550-46152-5 (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

L'introduction du virus du Nil occidental (VNO) en Amérique du Nord s'est confirmée en 1999, dans la ville de New York qui a alors procédé à des travaux de lutte contre les moustiques vecteurs du virus. Au Québec, le VNO a été décelé à l'été 2002 dans la grande région de Montréal et depuis, les autorités de santé publique ont mis en oeuvre annuellement des programmes ayant trois objectifs, soit la sensibilisation des citoyens au phénomène et aux moyens de protection individuelle, la détection précoce de l'activité virale sur le territoire et la lutte aux moustiques impliqués dans la transmission du virus.

Les interventions directes sur les populations de moustiques comprennent un arsenal de moyens, dont l'utilisation de larvicides et d'adulticides faisant l'objet du présent document de nature technique. Il y est fait état des techniques disponibles au Québec pour abaisser le nombre de moustiques vecteurs du VNO et ainsi diminuer la probabilité que des humains soient infectés par les piqûres de moustiques vecteurs de la maladie. Ce document se veut un outil d'aide à la décision lorsque des interventions avec des insecticides seraient requises dans un contexte de protection de la santé publique.

Une structure organisationnelle de lutte au moyen de larvicides est active au Québec depuis 2003. Ouvrant sur un territoire prescrit annuellement par le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), les intervenants utilisent trois larvicides différents (*Bacillus thuringiensis israelensis*, *Bacillus sphaericus* et méthoprène) appliqués de façon terrestre ou aérienne. Les moustiques visés sont les *Culex pipiens* et *restuans* que l'on retrouve à l'état larvaire dans des mares d'eau stagnante et dans les puisards de rue des réseaux de collecte des eaux de pluie. Les adulticides, appliqués par voie terrestre ou aérienne, n'ont jamais été utilisés au Québec dans un contexte de santé publique. Ils demeurent cependant un outil de dernier recours qui pourrait être exploité en cas de situation jugée épidémique.

Que l'on parle de larvicide ou d'adulticide, d'application terrestre ou aérienne, de prévention ou de contrôle des insectes, les interventions sont effectuées dans un cadre législatif déterminé, selon une séquence adaptée à la biologie des moustiques et en utilisant des techniques éprouvées de dispersion granulaire et d'atomisation de gouttelettes.

Enfin, le document fait état d'un scénario réaliste de mise en oeuvre de travaux d'application d'adulticides où sont décrites toutes les étapes, leur séquence dans le temps et les intervenants impliqués. Ce scénario sert de référence pour les analyses de risque également produites dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement du programme de pulvérisations aériennes d'insecticides pour contrer le VNO en cas d'épidémie.



## TABLE DES MATIÈRES

<b>LISTE DES SIGLES, ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES .....</b>	<b>4-VII</b>
<b>1 INTRODUCTION.....</b>	<b>4-1</b>
<b>2 CRITÈRES DÉCISIONNELS .....</b>	<b>4-3</b>
2.1 MESURES PRÉVENTIVES .....	4-4
2.2 MESURES DE CONTRÔLE .....	4-5
2.3 MANDATAIRE.....	4-6
<b>3 LARVICIDES.....</b>	<b>4-7</b>
3.1 LARVICIDES RETENUS.....	4-7
3.1.1 <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>israelensis</i> .....	4-7
3.1.2 <i>Bacillus sphaericus</i> .....	4-8
3.1.3 Méthoprène.....	4-8
3.2 APPLICATION TERRESTRE DE LARVICIDES.....	4-9
3.2.1 Traitement des gîtes de surface .....	4-10
3.2.2 Traitements dans les puisards de rue.....	4-11
3.2.3 Mesures de contrôle opérationnel.....	4-12
3.3 APPLICATION AÉRIENNE DE LARVICIDES.....	4-12
3.3.1 Traitement des gîtes de surface inaccessibles ou de grande superficie .....	4-13
<b>4 ADULTICIDES .....</b>	<b>4-19</b>
4.1 APPLICATION TERRESTRE D'ADULTICIDES.....	4-19
4.2 APPLICATION AÉRIENNE D'ADULTICIDES.....	4-20
4.3 CALENDRIER .....	4-32
<b>5 RÉFÉRENCES.....</b>	<b>4-35</b>



## LISTE DES SIGLES, ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

SIGLE, ABRÉVIATION OU ACRONYME	SIGNIFICATION
<i>Bsph</i>	<i>Bacillus sphaericus</i>
<i>Bti</i>	<i>Bacillus thuringiensis var. israelensis</i>
CA	Certificat d'autorisation
DSP	Direction de santé publique
GPS	<i>Global positioning system</i>
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
PBO	Butoxyde de pipéronyle
SOPFIM	Société de protection des forêts contre les insectes et maladies
UBV	Ultra bas volume ( <i>ULV, Ultra low volume</i> )
VFR	<i>Visual flight rules</i> (règles de vol à vue)
VNO	Virus du Nil occidental



## 1 INTRODUCTION

Ce rapport sectoriel présente une description technique du programme de contrôle vectoriel du virus du Nil occidental (VNO) retenu par le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). Ce programme comprend autant les interventions par voie terrestre que celles par voie aérienne de larvicides et d'adulticides, puisqu'il s'agit d'une stratégie de gestion intégrée. Cependant, comme ce ne sont que les pulvérisations aériennes d'insecticides qui sont assujetties à la procédure québécoise d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement, une description plus détaillée en sera faite.

Rappelons qu'en vertu de l'article 24.1 de la *Loi sur les laboratoires médicaux, la conservation des organes, des tissus, des gamètes et des embryons, les services ambulanciers et la disposition des cadavres*, le législateur a prévu que « le Plan d'intervention ne peut envisager l'utilisation de pesticides chimiques pour le contrôle des stades immatures et matures des moustiques que dans le cas où les autres mesures seraient jugées insuffisantes ».

Les notions de « prévention » et de « contrôle » doivent être prises en compte tout au long de ce rapport sectoriel car les actions du gouvernement s'inscrivent dans la ligne de pensée de l'application de mesures efficaces et de moindre impact et que l'utilisation des moyens sera modulée par l'évolution de la situation épidémique. Dans un territoire donné, on passera ainsi d'un programme dit « de prévention » impliquant l'usage de larvicides à des moyens dits « de contrôle » avec des adulticides, si le contexte l'exigeait.



## 2 CRITÈRES DÉCISIONNELS

Le Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO (Gouvernement du Québec, 2005a) prévoit des critères d'intervention, des procédures, des mesures et des moyens applicables en cas d'alerte épidémique. Cette section présente le détail des critères menant à la planification d'opérations aériennes plutôt que terrestres, comme l'envergure des surfaces à traiter, l'accès au territoire, la densité de la végétation et l'imminence d'émergence de moustiques adultes. La pertinence de traitements récurrents est également identifiée.

Les activités visant la réduction de la transmission du VNO par des moustiques sont déterminées en fonction du niveau d'activité virale et des données de surveillance (surveillance des cas humains d'infection par le VNO, surveillance animale et surveillance des moustiques). Ainsi, les données de surveillance permettent d'estimer l'importance virale et donc du risque pour la santé humaine dans une région ou une zone donnée. Trois niveaux de risque ont été déterminés afin d'orienter les interventions, soit :

Niveau 1      Aucune confirmation d'activité du VNO.

Niveau 2      Au moins un cas animal / vecteur confirmé.

Ce niveau se subdivise en deux volets selon que la transmission locale du virus a ou non été démontrée.

2a) Présence du VNO confirmée (oiseaux positifs épars);

2b) Foyer localisé de transmission potentielle active du VNO (oiseaux positifs groupés ou bassin (pool) de moustiques positifs).

Niveau 3      Au moins un cas humain confirmé.

3a) Cas humains de nature sporadique, sans lien épidémiologique mis en évidence;

3b) Situation épidémique de cas humains avec un lien épidémiologique.

Le plan considère que les régions débutent une nouvelle saison au même niveau de risque que celui identifié à la fin de la saison précédente.

Il est important de noter que, compte tenu de l'évolution des connaissances sur l'épidémiologie du VNO en Amérique du Nord et afin de s'assurer que le Plan d'intervention puisse s'adapter aux diverses situations qui pourraient survenir, des critères fixes d'intervention n'ont pas été retenus. Cependant, des moments charnières dans l'évolution de la situation où le contrôle vectoriel pourrait être envisagé ont été identifiés et des éléments devant être considérés ont été précisés.

Pour ce faire, une analyse exhaustive de la situation épidémiologique est réalisée périodiquement en cours de saison par un comité d'experts de manière à détecter les signes précurseurs d'une flambée d'activité de l'agent infectieux. Les résultats de ces analyses sont transmis au comité aviseur. Ce dernier considère plusieurs critères afin d'établir la meilleure stratégie d'intervention. Il pourrait ainsi recommander l'usage d'insecticides aux autorités de santé publique. La stratégie d'intervention dépend principalement de l'écologie et de l'éthologie des espèces de vecteurs incriminés, des caractéristiques du territoire visé, des conditions météorologiques et des pronostics d'efficacité des interventions.

À la suite d'une confirmation de la présence du VNO chez les oiseaux (niveau 2a) ou d'un pool de moustiques positifs (niveau 2b), les préparatifs de contrôle larvaire sont amorcés.

Le contrôle larvaire sera considéré, mais ne sera pas automatique, à la suite de la confirmation d'un foyer de transmission active (niveau 2b ou 3) durant la saison précédente ou la saison en cours. Lorsque la transmission a été confirmée durant la saison précédente, le contrôle larvaire préventif, réalisé avant la confirmation d'activité virale pour l'année en cours, pourra être recommandé pour les secteurs ayant été particulièrement actifs (niveau 3). Lorsque le contrôle préventif ne sera pas recommandé, une surveillance accrue sera mise en place.

Lorsqu'un foyer de transmission active est identifié au cours de la saison et qu'il y a présence de cas humains dans une zone donnée (niveau 3), les préparatifs de contrôle par des adulticides débuteraient. Il ne s'agit en aucun cas d'un recours automatique.

Une opération de contrôle local au sol des moustiques adultes est à considérer si le risque épidémique est jugé élevé et que les autres mesures prises se sont avérées insuffisantes, tel que stipulé à l'article 24.1 de la *Loi sur les laboratoires médicaux, la conservation des organes, des tissus, des gamètes et des embryons, les services ambulanciers et la disposition des cadavres*. Si cela est réalisable techniquement, des pulvérisations terrestres par des traitements UBV (ultra bas volume) pourraient avoir lieu. Si aucune autre alternative efficace n'est possible, compte tenu de la gravité de la situation épidémique, un traitement aux adulticides par pulvérisation aérienne pourrait alors être considéré et appliqué.

## **2.1 MESURES PRÉVENTIVES**

Les traitements de prévention font référence aux applications de larvicides contre des moustiques vecteurs, qui sont réalisées en fonction de l'activité virale de la saison précédente. Ces traitements se font sans attendre la confirmation durant l'année en cours de la présence d'activité virale, d'un foyer local de transmission active par les vecteurs ou du diagnostic de cas humains. Ils peuvent être effectués dès le début du printemps et, par la suite, durant tout l'été selon les espèces de moustiques ciblées. Ces traitements se font dans les zones de prévention identifiées par le MSSS sur l'avis d'un groupe d'experts en concertation avec les représentants des directions régionales de santé publique (DSP).

L'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) a recommandé en 2003 et en 2004 de considérer quatre éléments dans la prise de décision quant aux zones à traiter de façon préventive. Les informations doivent être cohérentes entre elles pour qu'une zone soit considérée pour un traitement préventif. Ces éléments, déterminés à partir de l'analyse de la saison antérieure, sont :

- la présence de cas humains;
- la densité de la population exposée au risque;
- la présence de pools de moustiques positifs pour le VNO;
- la présence d'oiseaux positifs.

## **2.2 MESURES DE CONTRÔLE**

Les traitements correctifs ou de contrôle sont effectués localement à la suite de la confirmation d'un foyer potentiel ou actif de transmission du VNO durant l'année en cours et dans un secteur précis. Ces traitements se font, soit au moyen de larvicides, dans des zones non incluses dans le programme de prévention et rapportant une activité virale susceptible de présenter un risque sur la population, soit dans des territoires déjà inclus dans le programme de prévention mais où les traitements préventifs se sont révélés insuffisants pour contenir la propagation du virus. Dans ce dernier cas, l'usage d'adulticides sera l'alternative aux traitements préventifs.

Outre les niveaux de risque préalablement identifiés, les critères suivants devront guider les recommandations et les décisions à l'égard de l'utilisation d'insecticides à des fins de contrôle (larvicides ou adulticides) :

- la densité de population humaine dans la zone concernée;
- l'importance de la maladie chez l'humain :
  - nombre et incidence de cas confirmés ou probables;
  - taux de morbidité;
  - agrégation spatiotemporelle;
- les résultats des enquêtes épidémiologiques :
  - suspicion ou preuve du lieu d'exposition;
- présence de l'infection chez les oiseaux (corvidés) morts, suspects ou positifs :
  - nombre;
  - agrégation spatiotemporelle;
- la présence de moustiques adultes infectés :
  - âge physiologique;
  - densité, espèces;
  - distribution géographique;
  - proportion et proximité des sites de détection, espèces en cause;

- les perspectives d'évolution des populations de moustiques adultes :
  - importance des milieux de développement;
  - densités larvaires actuelles et prévisibles;
  - les conditions climatiques;
  - prévisions météorologiques, moment de la saison;
- l'évolution temporelle des résultats obtenus par les trois secteurs de la surveillance (humains, oiseaux et moustiques);
- l'inefficacité des mesures de protection de nature domestique et communautaire.

Le type d'insecticide à utiliser (larvicides ou adulticides) et l'étendue des interventions dépendront, de plus, de critères tels que :

- les probabilités de succès pour réduire adéquatement la densité de ces populations;
- l'accessibilité et la topographie de la zone d'activité;
- les résultats des mesures d'efficacité du contrôle larvaire;
- le choix d'agir sur le cycle de transmission à l'hôte naturel ou à l'hôte accidentel.

## **2.3 MANDATAIRE**

La responsabilité de la mise en œuvre du volet de contrôle vectoriel du Plan d'intervention gouvernemental est assurée par un mandataire désigné par le MSSS. Pour les années 2003, 2004 et 2005, cette responsabilité a été confiée à la Société de protection des forêts contre les insectes et maladies (SOPFIM). En collaboration avec les partenaires publics et privés impliqués dans ce Plan d'intervention, le mandataire gère les applications d'insecticides à des fins de contrôle sanitaire et en vérifie l'efficacité. Le mandataire doit se conformer à toutes les exigences légales et réglementaires en vigueur au Québec, en particulier celles du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et doit s'assurer que les insecticides soient appliqués selon les critères de bonnes pratiques reconnues dans ce secteur d'activité. Il doit également voir à ce que toutes les règles de sécurité relatives au transport, à l'entreposage et à la manipulation d'insecticides soient respectées. À la fin des opérations, le mandataire fait rapport au MSSS du déroulement du programme de contrôle vectoriel et des résultats obtenus.

### 3 LARVICIDES

Les informations contenues dans cette section sont issues de l'expérience de traitements effectués au Québec depuis 20 ans contre les moustiques causant de la nuisance et également des applications de larvicides réalisées en 2003, 2004 et 2005 dans le cadre du programme d'intervention gouvernemental pour lutter contre les vecteurs du VNO au Québec. Les larvicides utilisés pour les applications terrestres sont le *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*), le *Bacillus sphaericus* (*Bsph*) et le méthoprène.

#### 3.1 LARVICIDES RETENUS

Les larvicides utilisés pour les applications terrestres ou aériennes sont le *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*), le *Bacillus sphaericus* (*Bsph*) et le méthoprène.

##### 3.1.1 *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*

Le *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) est une bactérie ubiquiste dans le sol qui a été découverte en 1976 dans le désert de Negev en Israël (Goldberg et Margalit, 1977). Le *Bti* a été isolé à partir d'insectes, du sol et d'échantillons d'eau dans plus de 15 pays (Martin et Travers, 1989; Bernhard *et al.*, 1997). Le *Bti* fait partie de la grande famille des *Bt* qui ont la particularité de pouvoir tuer certains insectes. Le *Bacillus thuringiensis* est une bactérie en forme de bâtonnet, aérobie facultative et pouvant produire un cristal protéinique lors de la phase de sporulation de la bactérie. La production de ce cristal étant la caractéristique majeure qui lui permet de le distinguer de *Bacillus cereus* (Krieg et Miltenburger, 1984).

Des tests lors de la découverte du *Bti* ont permis de confirmer un effet larvicide chez plusieurs espèces de moustiques et de relier cette toxicité, non pas aux spores, mais à l'inclusion cristalline produite lors de la sporulation (de Barjac, 1978a, 1978b). Lorsque la sporulation est complétée, le sporangium éclate et la spore et le cristal sont libérés. Le cristal et ses quatre sous-unités protéiniques sont à ce moment-là appelés une protoxine et ne montre alors aucune activité biologique.

Le *Bti* est un insecticide très spécifique en raison de la complexité de son mode d'action. Pour qu'il y ait une activité toxique, plusieurs critères doivent être respectés :

1. Le *Bti* n'étant pas un insecticide de contact comme les insecticides chimiques, il doit donc dans une première étape être capturé et ingéré par la larve;
2. L'insecte doit posséder un intestin avec un pH alcalin afin de dissoudre le cristal et libérer les quatre sous-unités protéiniques qui composent le cristal;
3. L'insecte doit posséder les bonnes enzymes au niveau de l'intestin qui seront capables de couper les sous-unités protéiniques (activation des toxines) dans des dimensions permettant d'être compatibles avec les cellules de l'épithélium de l'intestin;
4. L'insecte doit posséder les bons récepteurs au niveau de la membrane de l'intestin qui seront compatibles à recevoir les toxines solubilisées.

Si une de ces quatre étapes n'est pas respectée, il n'y aura pas d'activité toxique de la part du *Bti*, d'où sa très grande spécificité, surtout envers les larves de moustiques et de mouches noires.

À la suite de sa découverte, des formulations commerciales ont été produites et mises sur le marché pour combattre plusieurs espèces de moustiques et de mouches noires vecteurs de maladies importantes à travers le monde (malaria, dengue, fièvre jaune, onchocercose, etc.). Au Québec, les formulations commerciales granulaires et liquides sont utilisées depuis une vingtaine d'années déjà pour le contrôle de la nuisance occasionnée par la présence des moustiques et des mouches noires dans différentes municipalités.

### **3.1.2 *Bacillus sphaericus***

Le *Bacillus sphaericus* (*Bsph*) est une bactérie qui est principalement trouvée à l'état naturel dans le sol. L'ingestion d'un produit à base de *Bsph* par une larve de moustique entraîne habituellement sa mort dans les 48 heures après l'exposition. L'activité larvicide du *Bsph* est causée par une toxine protéique produite lors du processus de sporulation de la bactérie. Ce larvicide biologique efficace est utilisé de plus en plus à travers le monde pour le contrôle des larves de moustiques. Ce sont les moustiques du genre *Culex* qui sont généralement les plus sensibles au *Bsph*.

Comparativement au *Bti*, le larvicide *Bsph* montre une plus longue période d'activité, particulièrement dans des milieux présentant une teneur élevée en matière organique. Des spores viables ont été retrouvées plusieurs mois après leur introduction dans l'habitat de la larve. Ce phénomène peut s'expliquer par une grande persistance des spores et/ou la mise en circulation de nouvelles spores produites dans les cadavres de larves.

Aux États-Unis, le *Bsph* est homologué depuis 1996 et est fréquemment utilisé dans les programmes de contrôle des moustiques pour des fins sanitaires. Il est homologué au Canada depuis mai 2005.

### **3.1.3 Méthoprène**

Le méthoprène est un larvicide qui est utilisé pour le contrôle des moustiques. Dans d'autres domaines comme l'agriculture, le méthoprène peut aussi être utilisé pour le contrôle de certains insectes comme les puces, les fongicoles et les ravageurs du tabac entreposé. Le méthoprène a été homologué au Canada pour le contrôle des moustiques en 1977. Il est efficace contre plusieurs genres et espèces de moustiques incluant le complexe *Culex pipiens/restuans* qui se reproduit, entre autres, dans les égouts pluviaux.

Le méthoprène est un produit de synthèse qui imite une hormone de croissance chez l'insecte et qui interfère dans le cycle normal de développement de l'insecte à partir de la larve jusqu'à l'adulte. Le méthoprène est disponible sous forme de concentré liquide ou sous forme de pastilles ou de granules. Le produit est appliqué directement dans l'eau. Lorsque les larves y sont exposées, leur cycle de développement est perturbé, ce qui les empêche d'atteindre le stade adulte et de se reproduire. Le produit doit être appliqué en présence de

larves, car il est inefficace contre les nymphes et les adultes. Les larves affectées continuent à se développer jusqu'au stade de nymphes. Il arrive même occasionnellement que des larves de quatrième stade paraissent plus grosses qu'à la normale à la suite de l'absorption de l'hormone de croissance. Les nymphes ne paraîtront pas affectées par le méthoprène, mais elles mourront éventuellement ou produiront des adultes non viables.

Le méthoprène peut être considéré comme un pesticide « biochimique » ou comme un « larvicide ». Dans le premier cas, son appellation réfère au fait qu'il interfère avec le cycle de développement de l'insecte et empêche sa maturité et son passage au stade adulte, plutôt que de contrôler l'insecte directement avec un effet toxique. Dans le deuxième cas, son appellation réfère directement au fait qu'il agit sur les stades larvaires de l'insecte.

La particularité de l'usage du méthoprène pour le contrôle larvaire réside principalement dans son mode d'action. Comparativement au *Bti* par exemple, où les résultats d'efficacité sont perceptibles visuellement sur le terrain moins de 24 heures à la suite du traitement (présence de larves mortes), le méthoprène ne confirmera son efficacité qu'à la fin du cycle de développement larvaire par la présence de nymphes mortes. Tout au long du processus d'action du méthoprène, les larves demeurent vivantes. Si à la fin du cycle, il y a émergence sous forme d'adultes, il est alors trop tard pour envisager une autre solution de contrôle au niveau larvaire et il faudra alors voir à traiter avec des adulticides. Il se peut que les adultes qui émergent soient stériles à la suite du traitement au méthoprène, mais faire la preuve de l'efficacité du traitement dans ce cas demeure difficilement réalisable.

### **3.2 APPLICATION TERRESTRE DE LARVICIDES**

De manière générale, l'application terrestre de larvicides se déroule de juin jusqu'à la fin septembre, soit 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 vecteurs visés, principalement *Culex pipiens* et *Culex restuans*, sont les étendues d'eau stagnante et les puisards de rue.

De 2003 à 2005, sur la base des critères établis par l'INSPQ, les directions régionales de santé publique ont recommandé au gouvernement du Québec, un territoire à l'intérieur duquel des interventions de contrôle des moustiques à l'état larvaire devaient être réalisées. À l'intérieur du territoire retenu, les mares d'eau stagnante incluant les fossés ont été identifiées préalablement à l'aide de photographies aériennes et de cartes topographiques. Dans un second temps, des visites sur le terrain sont venues confirmer le potentiel de reproduction larvaire dans ces mares et des récoltes de larves ont été réalisées afin d'identifier les espèces présentes et prescrire, le cas échéant, les traitements appropriés. Même si *a priori* les territoires ciblés sont de tenure publique, des traitements sont également effectués, pour des raisons d'efficacité du programme, sur des terrains privés non aménagés. Il s'agit principalement de grands terrains à vocation de construction résidentielle ou commerciale en attente de mise en chantier. Le nettoyage des gîtes situés sur des terrains de résidences privées est laissé à l'initiative des citoyens occupants. De manière à

contrer l'envahissement du territoire à protéger par les moustiques, une zone de 500 mètres en périphérie, appelée zone tampon, est également traitée.

### 3.2.1 Traitement des gîtes de surface

Les gîtes de surface qui sont propices à la reproduction des *Culex* sont caractérisés par une faible épaisseur d'eau et par la présence habituelle de matière organique, comme les mares envahies par la quenouille et le phragmite. Des larves sont cependant rencontrées occasionnellement dans des mares d'eau temporaires issues des précipitations de pluie et dont la durée en eau permettra de compléter le cycle complet de l'œuf à l'adulte. C'est le cas notamment des accumulations d'eau sur les terrains de stationnement non pavés. Tous les terrains boisés à proximité ou en zone urbaine sont également des gîtes de reproduction potentiels.

Le traitement prescrit pour ces milieux est l'application de *Bti* sous forme liquide ou granulaire et de *Bsph* par voie terrestre à la dose prescrite sur l'étiquette.

Pour les formulations liquides de *Bti*, la dose variera de 0,3 à 1,0 litre/ha selon les fabricants alors que cette dose variera de 2,5 à 10 kg/ha pour les formulations granulaires. Des facteurs biophysiques influencent la dose à appliquer, comme la température de l'eau, sa profondeur, la densité larvaire, la quantité de matière organique, etc. Les traitements sont effectués dès l'apparition de la première génération de larves de *Culex*, généralement vers la mi-juin au Québec et répétés tant qu'il y a présence de larves dans un même gîte.

Sous forme liquide, le *Bti* est dilué dans l'eau pour former une bouillie qui est appliquée au moyen d'un pulvérisateur pneumatique porté sur le dos de l'opérateur. Après le traitement, la quasi-totalité des larves présentes meurt dans un délai de 24 heures, ce qui met fin au cycle de reproduction de cette génération. Un inventaire post-traitement doit confirmer ce résultat. Une application d'appoint localisée est effectuée si des larves vivantes sont dénombrées lors de cette vérification.

Le *Bti* et le *Bsph* granulaires peuvent être appliqués manuellement à la volée dans les plans d'eau de dimension restreinte ou au moyen d'un pulvérisateur à granules pour les surfaces plus grandes (par exemple, moins de deux hectares) et dont l'accès est possible au sol, et ce, sans compromettre la sécurité du personnel.

Les applicateurs se déplacent de manière à ce que toute la surface visée soit traitée. Généralement, les déplacements se font en lignes parallèles ou en quadrillage, équidistantes d'environ 12 mètres. Le poids de l'équipement porté est de 16 kilogrammes (kg).

Dans des conditions moyennes de température de l'eau et de densité larvaire, environ 15 granules par pied carré (pi<sup>2</sup>) assureront l'efficacité du traitement. Il est à noter que cette efficacité peut être affectée par la teneur en matière organique retrouvée dans les gîtes traités. À titre indicatif, en 2003 sur les territoires de Montréal, Laval, Montérégie et Basses-Laurentides, 493 gîtes ont reçu au moins un traitement par voie terrestre, ce qui représente

une superficie de 1 480 hectares. En 2004, le nombre de gîtes traités a été de 435 pour 292 hectares et de 220 pour 208 hectares en 2005.

Le coût des traitements des gîtes de surface avec le *Bti* en 2004 au Québec était de 3 256 \$/km<sup>2</sup> pour l'application, de 19,32 \$/km<sup>2</sup> pour le produit et de 752 \$/km<sup>2</sup> pour la gestion du programme d'application. Les coûts associés à l'utilisation du *Bsph* en 2005 ne sont pas significatifs, puisque ce produit a été utilisé dans des milieux particuliers, à petite échelle et aux fins d'acquisition de maîtrise opérationnelle.

### 3.2.2 Traitements dans les puisards de rue

Des traitements aux larvicides sont effectués au niveau du réseau pluvial des municipalités comprises dans le programme de prévention. Les puisards de rue sont des gîtes de reproduction privilégiés pour les *Culex*. Ainsi, en moyenne entre 2003 et 2005, 21 % des puisards en eau ont été colonisés par des larves de moustiques *Culex pipiens/restuans*. Ces territoires urbains présentent une densité moyenne de 400 puisards/km<sup>2</sup>. De manière générale, l'évacuation des eaux de ruissellement passe par un réseau complexe de canalisations qui aboutissent à une usine de traitement des eaux, dont l'effluent se déverse dans des cours d'eau majeurs, comme le fleuve Saint-Laurent ou la rivière des Prairies. Certaines municipalités gèrent des parties de ce réseau pluvial qui se déversent plutôt en surface dans des fossés dont l'exutoire est situé dans des cours d'eau.

Le larvicide appliqué jusqu'ici dans les puisards de rue est le méthoprène granulaire à raison de 5 grammes par puisard, et ce, une fois par mois pendant trois mois.

L'application est effectuée manuellement par du personnel se déplaçant à bicyclette. Toutefois, sur les rues et boulevards où la circulation est dense et rapide et qui présentent un danger pour la sécurité du personnel, l'application est réalisée de nuit, en véhicule muni d'un gyrophare ou d'une flèche de signalisation. Une tache de peinture atteste du traitement de chaque puisard.

En prévention, le premier traitement au méthoprène commence vers la mi-juin, alors que la colonisation des gîtes de surface est déjà amorcée, mais environ une semaine avant l'apparition généralisée des larves dans les puisards. La méthode de travail retenue au Québec implique que la première application de méthoprène s'échelonne sur trois semaines pour couvrir l'ensemble du territoire. Il est donc impératif que l'application commence avant la colonisation de la majeure partie des puisards, de manière à éviter des émergences d'adultes dans les territoires traités en dernier. L'historique des inventaires évaluant la présence larvaire dans les puisards confirme que les *Culex* s'installent progressivement dans le territoire de prévention à partir de la mi-juin.

À titre indicatif, en 2003 sur les territoires cités plus haut, environ 118 000 puisards ont été traités en prévention (3 applications) et 50 737 puisards ont reçu une seule application de méthoprène en fin de saison sur de nouveaux territoires où l'activité virale était plus importante. En 2004, environ 225 000 puisards ont bénéficié de 3 applications en prévention.

Pour ce qui est de 2005, 139 000 puisards ont reçu trois applications de méthoprène en prévention.

Il est à noter que ces travaux doivent être coordonnés avec l'horaire de récurage des puisards de chaque municipalité ou de chaque arrondissement de manière à éviter que le méthoprène soit évacué lors du nettoyage.

Les coûts associés à chaque traitement avec le méthoprène sont de 3,38 \$/puisard/traitement pour l'application, de 0,31 \$/puisard/traitement pour le produit et de 1,16 \$/puisard/traitement pour la gestion du programme d'application. Ces données sont issues de l'expérience de 2003 et 2004 au Québec.

Quinze mille puisards ont été traités deux fois avec le *Bsph* en 2005 et les coûts d'application sont sensiblement les mêmes que pour le méthoprène. Toutefois, le produit lui-même a coûté 1,46 \$/puisard/application.

### **3.2.3 Mesures de contrôle opérationnel**

L'application de larvicides par voie terrestre fait l'objet de mesures de contrôle opérationnel par le mandataire, afin de s'assurer que les techniques de travail éprouvées sont utilisées, que la prescription de l'étiquette des larvicides est respectée et que l'usage des pesticides est cohérent avec les lois et règlements en vigueur au Québec. Dans les gîtes de surface, un suivi larvaire avant et après traitement permet de mesurer l'efficacité des traitements réalisés. Des inventaires sont réalisés sporadiquement sur la présence de granules de méthoprène sur les grilles des puisards et dans les puisards ainsi que sur la présence de taches de peinture sur les grilles. La peinture atteste que le puisard a effectivement été traité. Des visites sont effectuées en cours d'opération pour analyser les techniques de travail lors de la manipulation des pesticides (mélange du larvicide *Bti*, entreposage, transport, etc.). À la suite de ces vérifications, des mesures correctives sont occasionnellement prescrites aux firmes contractantes.

#### ***Rapports***

Un rapport hebdomadaire sur la progression du programme d'application de larvicides et sur les densités larvaires observées dans le territoire traité est acheminé au chargé de projet du MSSS. À la fin de chaque saison, toutes les données quantitatives, qualitatives et cartographiques sont remises par le mandataire au MSSS sous forme de rapport des travaux. Les registres d'acquisition et d'utilisation des pesticides exigés en vertu de la *Loi sur les pesticides* du MDDEP sont complétés et gardés en dossier.

### **3.3 APPLICATION AÉRIENNE DE LARVICIDES**

Lorsque certaines contraintes limitent l'accessibilité du personnel aux mares d'eau stagnante, les traitements aux larvicides doivent être effectués par voie aérienne pour assurer leur efficacité. En effet, en présence de territoires inondés ou marécageux, la

progression du personnel au sol devient improductive et peut comporter certains risques en présence d'une profondeur d'eau importante ainsi que d'un fond marécageux constitué de glaise ou de matière organique abondante. Par ailleurs, le besoin de traitement dans ces milieux est récurrent durant la saison de reproduction des moustiques vecteurs.

De plus, la végétation aquatique colonisant ce genre de milieu, telle que le phragmite et la quenouille, peut atteindre jusqu'à quatre mètres de hauteur. Un tel enchevêtrement de végétation occasionne une charge de travail difficile à planifier et rend l'application de larvicides au sol inefficace, car le volume par hectare de bouillie requis pour atteindre l'eau serait trop important et nécessiterait plusieurs sentiers d'accès. Compte tenu que le besoin de traitement dans ces conditions s'étend habituellement sur tout le territoire de prévention et qu'il est synchronisé avec la colonisation par les espèces de moustiques visés, ceci impliquerait que les équipes de travail auraient alors à traiter au sol, en quelques jours, de multiples gîtes à moustiques sur un grand territoire. L'usage de pulvérisateurs portatifs motorisés, utilisant une formulation granulaire, pourrait solutionner une partie de cette problématique, mais le poids de l'équipement étant par conséquent plus lourd, les limitations demeurent importantes dans de tels milieux.

Ainsi, pour des raisons de faisabilité, de sécurité pour le personnel et d'efficacité, l'application de larvicides par voie aérienne est donc préconisée pour les gîtes de surface inaccessibles par voies terrestres ou de grande superficie.

### **3.3.1 Traitement des gîtes de surface inaccessibles ou de grande superficie**

Présentement, au Canada, les seuls larvicides biologiques homologués aux fins de contrôle des moustiques par voie aérienne sont le *Bti* et le *Bsph*. Deux fabricants offrent du *Bti* homologué au Canada pour une application aérienne, dans des formulations aqueuses et solides, alors qu'un seul fabrique le *Bsph*. Pour des raisons d'efficacité des traitements et de maîtrise du produit lors de sa chute vers le sol, la formulation granulaire a été retenue par le MSSS. En effet, les granules n'ont pas l'adhérence des gouttelettes de *Bti* et pénètrent le feuillage des arbres et arbustes pour finalement se déposer sur l'eau. Leur densité réduit de plus la dérive. La manipulation manuelle de solides ne nécessite pas de système complexe de pompage et réduit les risques de déversements associés aux liquides sous pression.

Reconnus comme sécuritaires pour la santé humaine et l'environnement, le *Bti* et le *Bsph* ont cependant montré certaines limitations d'efficacité dans les milieux à forte teneur en matière organique et son efficacité se limite à environ 48 heures, ce qui oblige une forte récurrence des traitements. En application aérienne, la dose/ha peut donc varier de 2,5 à 20 kg/ha en fonction de certaines conditions rencontrées sur le terrain, comme la température de l'eau, la teneur en matière organique ou la densité et le stade de développement des larves à contrôler.

### Choix des équipements et calibrage

Le choix des appareils utilisés pour l'application aérienne de larvicides est basé sur l'envergure du programme à réaliser (dimension et forme du territoire à traiter), sur la fenêtre d'application, sur les coûts d'opération et sur la proximité des zones habitées. Contrairement aux opérations à grande envergure en foresterie, les travaux visant à contrer les moustiques vecteurs du VNO se réalisent sur de nombreuses superficies restreintes de quelques hectares et habituellement à proximité d'aérodromes offrant les services d'essence. Le choix logique est donc orienté vers des appareils de petite capacité opérant à un bas coût horaire.

Le *Bti* et le *Bsph* sont appliqués par des avions monomoteurs monoplaces de type agricole équipés d'un système d'alimentation en granules et d'un appareil de dispersion de granules en vol. Ces aéronefs sont conçus spécifiquement pour l'application aérienne de liquides ou de solides. Au Québec, les types d'avions les plus susceptibles de réaliser ces travaux sont le *Piper Pawnee*, le *Piper Brave* ou le *Gippsland GA200*.

L'hélicoptère est aussi fréquemment utilisé. Les hélicoptères sont ceux rencontrés sur le marché pour le transport de passagers ou de matériel, auxquels l'opérateur ajoute les équipements nécessaires pour l'application des larvicides (système d'alimentation en granules et appareil de dispersion de granules en vol). Les hélicoptères répondant aux mêmes critères sont le *Bell 47*, le *Schweizer 300*, le *MD 500* et dans une moindre mesure, le *Bell 206B*. Il est à noter que selon les représentants des compagnies impliquées dans ce genre de travaux, le bruit des hélicoptères est mieux toléré par la population avoisinante que celui des avions, du fait que l'aire de vol est confinée à la périphérie immédiate du territoire à protéger et que le ronronnement du moteur au même endroit crée une habitude chez le citoyen.

Les aéronefs affectés aux applications aériennes de *Bti* et de *Bsph* granulaires sont équipés de disperseurs de granules. Celles-ci sont entraînées dans le sillage de l'aéronef et leur trajectoire jusqu'au sol est de forme trapézoïdale, de sorte que la distribution au sol sera fonction de plusieurs paramètres comme la hauteur et la vitesse de vol, l'attitude de l'appareil en vol et le comportement de la masse d'air durant le traitement.

Les applications sont précédées de séances d'ajustement des équipements ou calibrage. Ces travaux sont effectués dans des conditions moyennes de vent et selon les paramètres normaux de vol comme la direction de vol horizontal et rectiligne face au vent, l'altitude de 15 mètres au-dessus des obstacles, la vitesse normale d'opération, etc. Le débit des granules est ainsi ajusté en fonction de la largeur d'épandage, la vitesse de vol et le volume à appliquer par unité de surface. Une formule simple permet de déterminer ce débit qui sera exprimé en kilogramme/minute :

$$\frac{\text{VITESSE (km/h)} \times \text{DOSE (kg/ha)} \times \text{LARGEUR D'ÉPANDAGE (m)}}{600}$$

L'uniformité du dépôt au sol est vérifiée par la récolte des granules dans des contenants habituellement espacés d'un mètre sur toute la largeur de la ligne de vol. Des modèles informatiques permettent ensuite de calculer la largeur effective d'épandage, la dose/ha ainsi que l'uniformité et le coefficient de variation du dépôt. Des ajustements aux équipements d'épandage seront effectués jusqu'à l'obtention du spectre désiré. En cours de saison, des vérifications sporadiques sont réalisées pour s'assurer du bon fonctionnement des équipements.

#### Qualification du personnel

Les applications aériennes sont confiées à un opérateur détenant un certificat d'exploitation de Transports Canada pour effectuer ce type de travail. Toute personne qui applique ou manipule des pesticides doit, au Québec, avoir reçu une formation, avoir passé avec succès un examen et détenir un certificat de compétence délivré par le MDDEP. Un employé non certifié peut cependant réaliser ces travaux sous la supervision d'un détenteur de certificat.

#### Entreposage des larvicides

L'entreposage des larvicides est effectué conformément au *Code de gestion des pesticides* du MDDEP. Pendant la saison active de mai à septembre, le *Bti* granulaire et le *Bsph* granulaire sont entreposés à proximité du territoire à protéger, dans des remorques ou un entrepôt. La circulation dans ces lieux est limitée au personnel concerné. Plusieurs livraisons (quatre ou cinq) par camion sont effectuées par les fabricants en cours de travaux afin de maintenir les inventaires au minimum.

Pendant la période hivernale, les stocks résiduels sont entreposés dans un entrepôt où la température est contrôlée de manière à favoriser la conservation des produits.

#### Manipulation des larvicides

Les larvicides granulaires appliqués par voie aérienne sont achetés en sacs de papier de 18,1 kilogrammes chacun. Ils sont manipulés individuellement sur la base d'opération temporaire située sur un aéroport ou une aire d'atterrissage d'hélicoptère à proximité des secteurs à traiter et versés dans un contenant rigide pour faciliter et accélérer le chargement des aéronefs. La charge typique d'un hélicoptère est d'environ 150 kg, alors que celle d'un avion de petite capacité est de 300 kg.

Le pilote de l'aéronef n'a pas à entrer en contact avec le larvicide, puisque du personnel au sol approvisionne l'appareil. Le personnel affecté au chargement des aéronefs ne porte pas de vêtements de protection individuelle spécifiques à la manipulation de *Bti* et de *Bsph* granulaires, si ce ne sont des survêtements et des bottes de travail habituellement utilisés pour les travaux extérieurs.

La base d'opération est équipée de matériel permettant de nettoyer tout déversement accidentel, comme des pelles, balais, poubelles, sacs à vidange, brosses à plancher et aspirateur manuel.

À titre indicatif, pour les traitements préventifs contre les *Culex pipiens/restuans* effectués en 2004, les besoins en *Bti* granulaire étaient d'environ 1 400 kg pour couvrir une superficie totale de 196 ha par voie aérienne. La quantité utilisée pour le seul traitement aérien effectué en 2005 a été de 72 kilos pour 9 hectares.

### Communications

Le MSSS est le premier intervenant dans la mise en application du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO. En début de saison, les représentants des directions régionales de santé publique (DSP) rencontrent et informent les autorités municipales visées par le Plan d'intervention. Lors de ces réunions, les DSP sont alors accompagnées de représentants du mandataire pour décrire les interventions à être réalisées avec des larvicides, que ce soit au sol ou par pulvérisation aérienne. Les autorités municipales servent par la suite de relayeurs auprès de leur population pour l'informer des traitements prévus sur leur territoire.

Le mandataire s'engage alors à informer, au moins 48 heures à l'avance, ces mêmes autorités ainsi que la DSP locale de toute opération aérienne planifiée sur son territoire.

Habituellement, les responsables des communications des municipalités et du corps policier assistent à ces réunions. L'expérience de la saison 2003 d'opérations aériennes contre les vecteurs du VNO a révélé que la population signale souvent à la police ou à l'aéroport régional, la présence d'aéronefs volant à basse altitude et manifeste son inquiétude pour la sécurité de l'équipage. Il est donc important que les répondants municipaux soient informés que certaines interventions sont en relation ou non avec le dossier du VNO afin de répondre adéquatement aux citoyens.

Les téléphonistes du mandataire et de la firme exécutante demeurent aussi disponibles pendant toute la durée d'une pulvérisation aérienne pour répondre aux interrogations des parties intéressées et des citoyens sur les aspects opérationnels de l'intervention.

### Horaires d'opération et conditions météorologiques

Les applications aériennes de larvicides biologiques commencent habituellement à l'aube, alors que le vent est calme, et se terminent lorsque la vitesse du vent atteint la limite fixée sur l'étiquette du produit utilisé, soit lorsque la vitesse du vent atteint 10 km/h ou lorsque les conditions météo causent la dérive du larvicide.

Contrairement aux opérations en forêt, la lutte aérienne contre les vecteurs du VNO est menée à proximité des zones urbanisées et au Québec, une tradition s'est développée avec les applications aériennes contre les moustiques de nuisance. Ainsi, de manière à diminuer les inconvénients causés par le bruit des appareils tôt le matin, les travaux aériens commencent habituellement vers 7 h 30. Lorsque le stade d'évolution des larves le permet, il n'y a pas de travaux aériens durant les fins de semaine. Les applications aériennes en soirée sont peu fréquentes pour les mêmes raisons citées plus haut.

Les informations météorologiques sont importantes pour assurer l'efficacité et la sécurité des opérations. De plus, elles conditionnent fortement le nombre d'envolées et d'heures de vol pouvant être réalisées par jour. Ces informations sont tirées des prévisions publiques pour la planification, alors qu'au moment de l'exécution, les données provenant de la station d'information de vol de l'aéroport le plus près sont requises pour le pilote. Pour les conditions locales de vent, un anémomètre portatif ou fixe peut être utilisé sur le terrain. La pluie n'affecte pas l'efficacité du larvicide; cependant, une pluie abondante et la brume sont des obstacles à la sécurité des vols pour ce type de travaux. Comme pour les traitements terrestres, plusieurs applications peuvent être nécessaires pour contrer les différentes générations en cours de saison et l'envahissement par les populations de moustiques limitrophes.

### Coordination des travaux

Pour l'application des larvicides biologiques, le contrôle des interventions aériennes se fait à partir de la base d'opération des aéronefs par le personnel de l'opérateur. C'est à la base des opérations que sont prises les décisions quant aux secteurs à traiter, la dose à appliquer, la séquence des traitements sur les divers secteurs, la continuité des vols en fonction des données météo, etc.

### Cartographie du territoire d'intervention, zones sensibles et exclusions

Le personnel impliqué dans les opérations aériennes, dont le pilote, dispose de cartes et de photographies aériennes à diverses échelles sur lesquelles sont identifiés les secteurs de traitement (gîtes) ainsi que les zones à sensibilité environnementale et les exclusions diverses. Ces dernières zones sont identifiées lors des vérifications de surveillance environnementale (rapport sectoriel 12 Programmes de surveillance et de suivis environnementaux).

### Usage du GPS en vol

Les opérateurs ont à leur disposition, la technologie de positionnement global (*Global positioning system* ou GPS) pour la navigation aérienne et l'enregistrement des données de vol. Capables de se localiser en latitude et en longitude partout sur la surface du globe, ces instruments, associés à un ordinateur, permettent de voler selon un ensemble de missions préétablies en phase de planification.

Le GPS en version agricole, permet une précision de cinq mètres sans correction différentielle. Il aide le pilote à voler en ligne droite, selon un ensemble de lignes parallèles espacées. Lorsqu'utilisé pour des missions planifiées, le GPS indique au pilote le moment de l'ouverture et de la fermeture du système d'arrosage.

Pour les travaux associés au VNO, les missions sont pour la plupart définies directement sur le terrain avec les données les plus récentes d'inventaire des larves et du niveau d'eau dans les gîtes. Le pilote configure alors en vol sa mission, basée sur les croquis cartographiques des secteurs à traiter.

Le système GPS permet l'enregistrement en temps réel de paramètres de vol, tels la position de l'appareil à tout moment et la localisation de la zone traitée. Ces données sont, après le vol, rapportées de façon informatique sur les cartes de base.

### Comptabilité des larvicides

Un suivi comptable des larvicides en circulation sur un programme est assuré de manière à planifier les approvisionnements, à attester de la charge légale des aéronefs, à cartographier les zones de traitement, à vérifier la conformité des traitements par rapport aux prescriptions et à gérer les inventaires.

À la fin de la saison, les registres d'acquisition et d'utilisation des pesticides sont complétés conformément aux obligations prescrites dans le *Code de gestion des pesticides*.

### Rapports

Tel que mentionné précédemment, les applications aériennes sont soumises aux exigences légales du MDDEP telles que l'obtention d'un certificat d'autorisation (CA). Le certificat est exigé par le MDDEP en conformité avec le *Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement*. À la fin des programmes annuels, la cartographie du territoire traité, la séquence des travaux et les résultats d'efficacité sont confinés dans un rapport final remis au MSSS par le mandataire. Enfin, un rapport est déposé au MDDEP et relate les étapes en relation avec les prévisions, les difficultés rencontrées et les mesures prises pour y remédier. Il comprend également un compte rendu des activités de surveillance et de suivi réalisées et une évaluation de l'efficacité des traitements effectués.

## 4 ADULTICIDES

Cette section décrit une intervention qui n'a pas eu cours au Québec jusqu'à maintenant et rapporte les pratiques des intervenants américains et canadiens en semblable matière, de même que les bonnes pratiques exercées au Québec lors des pulvérisations aériennes d'insecticides pour contrôler les insectes forestiers durant les trois dernières décennies.

### 4.1 APPLICATION TERRESTRE D'ADULTICIDES

L'application terrestre d'adulticides est envisagée lorsque les travaux avec larvicides n'ont pas permis de garder les populations de moustiques à un faible niveau, que les informations issues de la surveillance montrent un danger potentiel pour les humains et lorsque les conditions spécifiées aux critères d'intervention sont réunies. Ces interventions seront réalisées à l'intérieur d'un périmètre jugé à risque selon les données de surveillance et prescrit par le MSSS. Les travaux consistent 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 UBV (ultra bas volume). La vitesse de circulation est en moyenne de 10 km/h et un dispositif de repérage par satellite (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.

Les insecticides de type adulticide homologués pour l'application par voie terrestre contiennent tous des pyréthrine synergisées, de la *d-trans*-alléthrine synergisée ou du malathion. Chaque produit à base de pyréthrine et de *d-trans*-alléthrine contient des doses différentes du synergiste butoxyde de pipéronyle (PBO), un produit qui, ajouté à l'ingrédient de base, en augmente l'efficacité. Le produit à base de *d-trans*-alléthrine contient, en plus, le synergiste N-octyl bicycloheptène dicarboximide (MGK-264).

Ce type d'application implique la même infrastructure d'organisation, les mêmes précautions environnementales et les mêmes suivis que ceux liés aux applications d'adulticides par voie aérienne et détaillés à la section suivante (4.2). Globalement, seuls les outils d'application des adulticides sont différents. Les produits retenus pour les traitements terrestres contre les moustiques adultes seront utilisés selon la technique d'application UBV. Cette technique fait en sorte que le produit est appliqué sous forme de brouillard et que les volumes utilisés sont très faibles.

À titre d'exemple, un traitement terrestre avec un des produits ciblés – Pyrenone (numéro d'homologation 15162) à base de pyréthrine – n'utilisera que 1,75 litre par hectare de bouillie constituée d'une partie de Pyrenone et de 7 parties d'un diluant, soit l'eau ou de l'huile. Pour le malathion, le volume utilisé contre les moustiques est beaucoup plus faible

que celui utilisé en agriculture, soit respectivement de 0,29 l/ha et de 1,17 l/ha (Gouvernement du Québec, 2005b).

Les applications seront préférablement réalisées en présence d'une brise légère de moins de 10 km/h. Le brouillard sera orienté de manière à être transporté par la masse d'air vers la végétation adjacente. Il faut compter une bande effective de 100 mètres à chaque passage.

Le traitement sera répété si les inventaires de surveillance indiquent de nouveau des populations présentant un danger. Habituellement un traitement réduisant les populations de moustiques adultes de façon significative aura un effet de contrôle pour une semaine. Des pièges pour moustiques adultes sont installés dans le périmètre du traitement pour mesurer le taux de réduction des populations.

L'estimation du coût des traitements terrestres avec des adulticides est de 5 100 \$/km<sup>2</sup> pour l'application, de 3 500 \$/km<sup>2</sup> pour le produit et de 97 500 \$ pour la gestion d'un programme d'application. L'hypothèse de départ veut que sept traitements soient effectués durant une période d'un mois (pire scénario) et que tout au long de cette période, le mandataire effectue quotidiennement des inventaires entomologiques attestant des besoins de traitement et de l'efficacité de ceux-ci. Des suivis environnementaux sont également réalisés pendant la période. Les coûts de gestion incluent également la mobilisation et la démobilisation du personnel et des équipements. Le produit retenu pour la mesure du coût du produit est le malathion.

## **4.2 APPLICATION AÉRIENNE D'ADULTICIDES**

La pulvérisation aérienne d'adulticides pour contrer le VNO est envisagée en dernier recours lorsque les autres moyens de contrôle des moustiques, incluant les applications terrestres d'adulticides, se sont avérés insuffisants et que la santé de la population est menacée. Il n'y a jamais eu de tels travaux au Québec pour contrer des insectes vecteurs de maladies. Bien que certaines applications localisées aient été effectuées durant les années 70 pour des fins de confort des travailleurs ou citoyens, comme aux abords de camps forestiers et sites de villégiature, elles ne sont toutefois pas documentées. La pulvérisation aérienne est très largement répandue aux États-Unis pour le contrôle des moustiques qui affectent le confort des gens.

Au Canada, seul le malathion est homologué pour la lutte aux moustiques adultes par voie aérienne.

Dans le cadre des interventions de lutte contre les vecteurs du VNO, l'approche aérienne ne serait prescrite qu'après l'utilisation de larvicides en prévention et d'adulticides appliqués par voie terrestre. Le processus décisionnel menant à une telle prescription est détaillé au chapitre 2 du présent document. Comme le territoire à traiter est important, que l'activité des populations de moustiques est asynchrone et que de nouveaux moustiques provenant de l'extérieur envahissent la zone traitée, il est à prévoir que plusieurs applications seraient nécessaires pour réduire les populations de *Culex* et ainsi interrompre la transmission du

virus. Une surveillance intensive doit être maintenue pour déterminer le besoin de traitements additionnels. Il n'y a pas de formule simple pour déterminer la dimension d'un territoire à traiter autour d'un foyer d'activité virale, pas plus qu'il n'existe de guide sur le degré de réduction des populations à atteindre, ni sur la longueur de la période d'efficacité d'un traitement pour diminuer le risque de transmission aux humains (*Centers for Disease Control and Prevention*, 2003).

Le scénario envisagé est présenté au tableau 4.1 intitulé « Scénario de mise en œuvre d'un programme d'application d'adulticides ». Il préconise deux applications aériennes de malathion à la dose maximale autorisée par l'étiquette du fabricant, au cours des trois premières journées du programme, afin de diminuer drastiquement la population de moustiques. Des traitements récurrents sont planifiés tout au long d'un horizon de 30 jours. Des inventaires entomologiques et des tests de contamination (VecTest<sup>MD</sup>) chez les moustiques sont prévus tout au long de l'horizon pour appuyer, reporter ou annuler les applications subséquentes planifiées.

Ce scénario d'intervention en est un de « pire cas » pour une saison estivale où la propagation du VNO serait particulièrement problématique. Il s'agit également du scénario retenu pour les évaluations de risque toxicologique (rapport sectoriel 8) et écotoxicologique (rapport sectoriel 7) réalisés dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement du programme de pulvérisations aériennes d'insecticides pour contrer le VNO en cas d'épidémie. Ce scénario de « pire cas » est cependant réaliste et se compare à la pratique de certaines organisations américaines de lutte aux moustiques qui utilisent couramment les adulticides dans un contexte de nuisance ou de santé publique. En effet, pour contrer le réenvahissement des zones à protéger ainsi que les émergences en continu, il est fréquent que des traitements de reprise ou complémentaires soient nécessaires hebdomadairement. De plus, il est logique de prévoir qu'au moment du premier traitement, les populations de moustiques adultes seront très élevées et qu'au moins deux applications consécutives seront nécessaires pour les diminuer.

L'estimation du coût des traitements aériens avec des adulticides est, pour l'application aérienne, de 7 875 \$ pour le premier km<sup>2</sup> et de 875 \$ pour les suivants. Le coût du produit (malathion) est de 3 500 \$/km<sup>2</sup> et le coût de gestion du programme d'application est de 97 500 \$. L'hypothèse de départ veut que sept traitements soient effectués durant une période d'un mois (pire scénario) et que tout au long de cette période, le mandataire effectue quotidiennement des inventaires entomologiques attestant des besoins de traitement et de l'efficacité de ceux-ci. Des suivis environnementaux sont également réalisés pendant la période. Les coûts de gestion incluent également la mobilisation et la démobilisation du personnel et des équipements. L'écart entre le coût d'application aérienne pour le premier km<sup>2</sup> et les suivants s'explique par la nécessité de mobiliser les aéronefs, les positionner et les calibrer avant de traiter le premier km<sup>2</sup>.

Comme des traitements avec larvicides continueront au cours de ce mois, il est à prévoir que la population de moustiques mettra du temps à se rebâtir 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.







La fréquence des traitements doit tenir compte non seulement de la densité des moustiques, mais également de leur taux de contamination et c'est la raison pour laquelle des tests VecTest<sup>MD</sup> seront menés régulièrement. Ainsi, des traitements sont planifiés à des moments précis, mais des confirmations de contamination devront autoriser ces traitements. Dans ce scénario, un seul VecTest<sup>MD</sup> positif justifiera l'exécution du traitement planifié.

### Choix des adulticides

Le malathion est actuellement le seul insecticide adulticide homologué au Canada pour usage en pulvérisation aérienne. Ce produit est homologué au Canada depuis 1953 et son homologation est en processus de révision depuis 1999. Le produit s'applique selon les recommandations de l'étiquette et avec la technique UBV. Le malathion est un insecticide organophosphoré à large spectre qui inhibe l'enzyme acétylcholinestérase et dérègle la transmission d'influx nerveux. Il agit par contact et par ingestion.

Au Canada, le malathion est homologué pour des utilisations ayant pour objet une gamme de cultures fourragères, de cultures vivrières, de bétails, de cultures ornementales, d'applications dans les zones résidentielles et de structures afin de lutter contre toutes sortes d'arthropodes. L'utilisation habituelle pour la suppression des moustiques adultes fait appel à une application à UBV. Aux États-Unis, les applications à UBV du malathion servent aussi à lutter contre les moustiques adultes dans les zones résidentielles extérieures.

Dans le cadre d'un programme de suppression des moustiques adultes au moyen de produits commerciaux, le malathion peut être appliqué par épandage aérien ou au sol dans les zones résidentielles extérieures au moyen d'équipement d'application à UBV ou de pulvérisation au sol. Voici les doses d'application actuellement homologuées pour la suppression des moustiques adultes faisant appel à des produits commerciaux contenant du malathion :

- 26,0-60,8 g de m.a./ha pour l'application à UBV au sol;
- 500-565,7 g de m.a./ha pour l'application par pulvérisation au sol;
- 496,6-642,7 g de m.a./ha pour l'application à UBV par épandage aérien (un maximum de 233 g de m.a./ha est recommandé pour éviter des dommages à la peinture des véhicules). Toutefois la dose utilisée peut être réduite comme expliqué plus loin dans cette section.

### Choix des équipements et calibrage

L'application aérienne de malathion, par rapport à l'application terrestre, permet de traiter dans un laps de temps plus court, une superficie beaucoup plus grande, et ce, de façon plus uniforme. Plusieurs types d'aéronefs sont disponibles pour ce genre d'opération, que ce soit des avions ou des hélicoptères. Ils doivent cependant être équipés de systèmes permettant un fort fractionnement des liquides. Au Québec, seuls des aéronefs monomoteurs sont présents sur le marché; toutefois, le marché américain dispose de multimoteurs. Il s'agit essentiellement des mêmes appareils décrits dans la section sur l'application aérienne de larvicides (section 3.3).

Les appareils recherchés doivent être équipés pour le vol à vue, de nuit (*night, VFR*), car les sessions d'arrosage se déroulent tard en soirée et tôt le matin, alors que les insectes visés sont actifs et que les conditions de vent et d'humidité sont propices.

La technique d'application est de mettre en suspension dans l'air, sur la période la plus longue possible, une multitude de gouttelettes d'adulticide ayant le potentiel létal pour les moustiques qui volent à travers le nuage ainsi créé. Ce nuage prend alors l'allure d'une brume. Les aéronefs affectés aux applications aériennes d'adulticides sont donc équipés de systèmes de pulvérisation qui atomisent les liquides en gouttelettes de grosseur désirée selon la technologie UBV. Selon la revue de littérature réalisée dans le cadre de la présente étude d'impact stratégique intitulée *Conditions préalables et disponibilité du matériel en vue de la mise sur pied d'un programme efficace de traitements aux adulticides pour le contrôle des moustiques* (Mickle, 2005), deux technologies présentent des performances intéressantes. La technologie d'utilisation des buses de type agricole, opérant à 1 500 lb de pression est, dans ce document, celle qui permet la création d'un nuage d'adulticide ayant la capacité de contrôler de façon maximale les moustiques adultes. L'avantage principal en est la production de gouttelettes en diamètre et nombre souhaités (~25 microns). Les aéronefs attirés à ce type d'opération doivent être modifiés et spécialement équipés. Ils ne sont pas disponibles au Québec présentement et ne sauraient faire l'objet d'une requête de positionnement de dernière minute, puisque lesdites modifications doivent être approuvées par Transports Canada.

La technologie d'atomisation Micronair<sup>md</sup> présente des caractéristiques se rapprochant de la précédente. Même si l'application du malathion n'est pas optimale en termes de taille des gouttelettes, cette technologie mérite d'être documentée et adaptée si possible aux conditions d'efficacité nécessaires.

Des essais en tunnel aérodynamique devraient être réalisés préalablement au choix des systèmes de pulvérisation. L'atomisation Micronair<sup>md</sup> est disponible ici et bénéficie de 25 ans d'utilisation en foresterie au Québec. Elle ne nécessite pas de modification sur les aéronefs, contrairement aux buses à haute pression et est ainsi disponible à très court terme en cas de besoin.

À partir des gicleurs à haute pression ou des atomiseurs Micronair<sup>md</sup>, les gouttelettes sont entraînées dans le sillage de l'aéronef et leur trajectoire jusqu'au sol est de forme trapézoïdale de sorte que la distribution en vol sera fonction de plusieurs paramètres comme la hauteur et la vitesse de vol, l'attitude de l'appareil en vol et le comportement de la masse d'air. Ainsi, les lignes de vol doivent être espacées de manière à permettre la génération de nuages successifs devant se recouvrir et obtenir ainsi un spectre uniforme.

La technique dite d'« optimisation » permet un étalement encore plus uniforme du nuage d'adulticide. Décrite dans la littérature mentionnée ci-dessus, l'optimisation consiste à utiliser la masse d'air en mouvement pour étaler l'adulticide. Plusieurs passages d'aéronef successifs sont effectués au même endroit. Fonction de la vitesse du vent, les vols d'arrosage peuvent être effectués à l'extérieur de la zone à protéger de manière à permettre au vent de transporter et d'étaler le nuage de micro-gouttelettes dans la zone ciblée. Cette

technique a été retenue lors de l'étude de *Modélisation d'adulticides avec le logiciel AGDISP (version 8.13 modifiée)* (SOPFIM, 2005). Elle permet de réduire de cinq fois la dose (50,4 g/ha) de *Fyfanon ULV Ultra Low Volume Concentrate Insecticide* par rapport à celle prescrite sur l'étiquette en pulvérisation aérienne (252 g/ha). En effectuant quatre passages sur la même ligne de vol, la densité des gouttelettes circulant dans l'air sur une distance de deux kilomètres correspond aux quantités maximales observées pour un simple passage réalisé par voie terrestre.

Tout comme pour les applications aériennes de larvicides, les applications d'adulticides sont précédées de séances d'ajustement des équipements ou calibrage. Ces travaux sont effectués dans des conditions moyennes de vent et selon les paramètres normaux de vol. Le débit des liquides est ainsi ajusté en fonction de la largeur d'épandage, la vitesse de vol et la dose à appliquer par unité de surface. Une formule simple permet de déterminer ce débit qui sera exprimé en litres/minute :

$$\frac{\text{VITESSE (km/h)} \times \text{DOSE (l/ha)} \times \text{LARGEUR D'ARROSAGE (m)}}{600}$$

L'uniformité du dépôt au sol est vérifiée par la récolte du dépôt de gouttelettes sur divers substrats de collecte comme des lamelles de verre enduites de silicone (Cheminova Canada, 2004), disposés sur toute la largeur de la ligne de vol. Les gouttelettes sont ensuite visionnées, mesurées et comptées au moyen d'équipements spécialisés. Des modèles informatiques permettent ensuite de calculer la largeur effective d'épandage, la dose/ha, l'uniformité et le coefficient de variation du dépôt. Des ajustements aux équipements d'épandage seront effectués jusqu'à l'obtention du spectre désiré.

#### Qualification du personnel

Les applications aériennes sont confiées à un opérateur détenant un certificat d'exploitation de Transports Canada pour effectuer ce type de travail. Toute personne qui applique ou manipule des pesticides, comme les pilotes par exemple, doit, au Québec, avoir reçu une formation, avoir passé avec succès un examen et détenir un certificat de compétence délivré par le MDDEP. Un employé non certifié peut cependant réaliser ces travaux sous la supervision d'un détenteur de certificat sous certaines conditions. Il est d'usage au Québec d'interpréter cette dernière notion comme la supervision visuelle et audio de l'application aérienne par un surveillant aérien certifié. Avant le début des travaux, les employés doivent avoir été informés de la nature des pesticides utilisés, des précautions à prendre lors de la manipulation de ceux-ci, des procédures en cas d'urgence, de l'emplacement et de la nature du matériel d'urgence. Les vêtements de protection individuelle prescrits sur l'étiquette des pesticides sont distribués aux employés.

### Entreposage des adulticides

L'entreposage des larvicides est effectué conformément au *Code de gestion des pesticides* du MDDEP. Pendant la saison active d'août à septembre, les adulticides doivent être entreposés à proximité du territoire à protéger, dans des remorques ou entrepôt dont l'accès est contrôlé et réservé au personnel désigné. Comme il n'y a pas de tradition au Québec, il est logique de penser que les produits seront commandés au fur et à mesure des besoins.

Pendant la période hivernale, les stocks résiduels seront entreposés dans un entrepôt où la température est contrôlée de manière à favoriser la conservation des produits et l'intégrité des contenants.

### Manipulations des adulticides

La manipulation des adulticides requiert la mise en application de mesures préventives visant à diminuer l'exposition des travailleurs et du public, que ce soit lors des opérations régulières ou lors de déversements. Ainsi, divers modes de fonctionnement, qu'ils soient d'ordre réglementaire ou de bonne pratique, sont établis, particulièrement pour les activités suivantes :

- le transport des pesticides qui est encadré par des dispositions réglementaires du MDDEP et du ministère des Transports du Québec;
- l'entreposage selon les normes du *Code de gestion des pesticides* du MDDEP;
- la manipulation dans un environnement sécuritaire impliquant le port de vêtements de protection et la mise à la disposition des travailleurs de matériel d'urgence;
- le contrôle de l'accès aux aires de manipulation des adulticides pour les employés et les visiteurs;
- le rinçage et la décontamination des équipements ainsi que la disposition des eaux de rinçage;
- l'application des mesures d'urgence en cas de déversement accidentel;
- le chargement et le déchargement sécuritaires des aéronefs;
- l'affichage et l'information à diffuser concernant les aires de manipulation des adulticides et les secteurs de traitement.

Une période de formation et d'entraînement du personnel doit précéder la manipulation des pesticides.

### Communications

Toute l'information à caractère opérationnel, destinée aux parties intéressées, est disponible au centre de coordination. Ainsi, seront disponibles les données suivantes :

- état d'avancement du programme d'application d'insecticides;
- prévisions météorologiques à court et moyen termes;
- date, localisation et heure prévues de la prochaine application;

- résultats des inventaires avant et après traitements;
- chronologie des opérations en cours avec insecticides;
- localisation précise des aires de traitement (ville, quartier, rue);
- coordonnées des organisations susceptibles de donner des informations pertinentes en matière de prévention et de santé en regard des insecticides utilisés;
- nature des insecticides utilisés;
- informations entomologiques sur les moustiques en général et sur ceux visés par les traitements en particulier;
- cartographie des aires à susceptibilité environnementale;
- mesures de mitigation appliquées aux zones à susceptibilité environnementale;
- messages des organismes de santé à la population;
- toute information technique relative à l'exécution du programme.

#### Horaires d'opération et conditions météo

Les applications aériennes de malathion commencent habituellement à l'aube alors que le vent est calme, et se terminent lorsque la vitesse du vent atteint la limite fixée sur l'étiquette du produit utilisé. Les limites de vitesse de vent sont toujours prescrites sur l'étiquette des produits sous la rubrique « Applications aériennes ». Pour le malathion, la limite supérieure de vent est de 15 km/h.

Les informations météorologiques sont importantes pour assurer l'efficacité et la sécurité des opérations. Ces informations sont tirées des prévisions publiques pour la planification, alors qu'au moment de l'exécution, les données provenant de la station d'information de vol de l'aéroport le plus près sont requises pour le pilote. Pour les conditions de vent locales, un anémomètre portatif ou fixe sera utilisé sur le terrain.

#### Centre de coordination

Le mandataire doit mettre sur pied un centre de coordination des opérations. Celui-ci est un lieu physique aménagé par le mandataire afin d'assurer la coordination des opérations avec les applicateurs, les fournisseurs, les intervenants du réseau de la santé publique et les municipalités. Ce lieu est pourvu d'équipements de communication qui permettent au mandataire de garder un contact avec ses employés et sous-contractants, de recevoir et d'acheminer des messages écrits, des courriels et des appels téléphoniques. Le mandataire diffuse régulièrement à ses partenaires diverses informations relatives à l'état d'avancement des interventions.

Le centre de coordination est ouvert 24 heures par jour suivant l'émission de l'avis de traitement aérien d'adulticides par le MSSS, et ce, jusqu'à 48 heures après la fin de l'opération. Il est également le lieu où s'effectue le suivi météorologique qui s'amorce dans les 24 heures suivant l'émission de l'avis de traitement avec des adulticides. Le centre de coordination assure donc la compilation des relevés météorologiques et transmet ces informations sur le terrain. Un service d'assistance personnalisée pour les principaux

partenaires impliqués dans les opérations ainsi que pour le public se trouve aussi au centre de coordination.

Le centre de coordination est la plaque tournante de la mise en œuvre du plan d'urgence du mandataire (accident, contamination, écrasement d'aéronef ou un quelconque incident).

#### Cartographie, zones sensibles et exclusions

À partir des recommandations du MSSS, un territoire à traiter est défini géographiquement sur des cartes vectorielles à l'échelle de 1:50 000, sur lesquelles apparaîtront la tenure, l'hydrographie, la topographie, le réseau routier, la végétation, les secteurs habités, les établissements sanitaires, scolaires et les centres de la petite enfance, les zones à susceptibilité environnementale ainsi que les obstacles au vol, tels les tours de communication, les édifices en hauteur ainsi que les lignes de transport d'énergie.

Les bandes de protection autour de ces zones sensibles sont appliquées. Ces diverses couches d'information sont manipulées au moyen de logiciels de géomatique comme ARC VIEW et MAP INFO.

Il résulte de ce processus, une délimitation exacte du périmètre traitable pour lequel des missions d'arrosage sont planifiées. Intégrées au système GPS dans l'aéronef, ces données permettent l'exécution de missions précises, efficaces et sécuritaires autant pour l'environnement que pour le public et le pilote.

#### Usage du GPS en vol

Les opérateurs ont à leur disposition, la technologie de positionnement global (*Global positioning system* ou GPS) pour la navigation aérienne et l'enregistrement des données de vol. Capables de se localiser en latitude et en longitude partout sur la surface du globe, ces instruments, associés à un ordinateur, permettent de voler selon un choix de mission préétablie en phase de planification. Le GPS en version agricole, permet une précision de cinq mètres sans correction différentielle et jusqu'à moins d'un mètre en mode différentiel. Il aide le pilote à voler en ligne droite, selon un ensemble de lignes droites espacées et équidistantes. Lorsque utilisé pour des missions planifiées, le GPS indique au pilote le moment de l'ouverture et de la fermeture du système d'arrosage.

Le système GPS enregistre en temps réel les paramètres de vol, telles la position de l'appareil à tout moment et la localisation de la zone traitée. Ces données sont, après le vol, reportées de façon informatique sur les cartes de base.

#### Séquence des interventions

Cette section décrit dans l'ordre chronologique les étapes de mise en œuvre par le mandataire des travaux d'application aérienne d'adulticides à partir du moment où le MSSS a localisé le territoire à traiter et qu'il a prescrit le traitement à y appliquer :

- acquisition du matériel cartographique (fichiers numériques des cartes de base et orthophotos);
- cartographie des secteurs d'intervention;
- identification des zones à susceptibilité environnementale élevée;
- vérification des législations et règlements applicables aux interventions;
- préparation des documents de support aux demandes de certificat d'autorisation auprès du MDDEP;
- acquisition des insecticides prescrits;
- vérification de la qualité des insecticides;
- allocation du contrat d'application;
- installation d'un centre de coordination;
- participation aux réunions avec les communautés concernées, de concert avec les DSP;
- réponses aux citoyens et autres parties intéressées par l'exécution des travaux;
- émission de l'avis de début des travaux;
- inventaire préopération des populations adultes;
- analyses VecTest<sup>MD</sup> des moustiques récoltés;
- exécution des traitements;
- surveillance et suivi environnemental;
- inventaire postopération des populations adultes résiduelles;
- tenue des registres quotidiens des surfaces traitées et des insecticides utilisés;
- inventaire larvaire sur demande;
- production de rapports au MDDEP et au MSSS.

### Déroulement des opérations

Après le début de l'installation du centre de coordination, un compte rendu de la progression des préparatifs est acheminé au chargé de projet du MSSS et au responsable de la DSP régionale par le mandataire sur une base régulière. Une série d'avis sur l'état d'avancement des travaux sera acheminée aux partenaires ou disponible par intranet.

Compte tenu de l'exposition potentielle des personnes et de la nature des insecticides utilisés, les opérations impliquant des adulticides doivent faire l'objet de communications constantes avec les partenaires. Ainsi, le mandataire doit aviser le centre de gestion des communications du MSSS de la période probable des premiers traitements et des traitements successifs (par exemple, 9 septembre entre 4 h et 6 h par voie aérienne + localisation + produit; le 18 septembre entre 19 h et 21 h 30 au sol + localisation + produit). Il doit également confirmer dans les meilleurs délais ces périodes de traitement. Cette confirmation est le point de non-retour de l'exécution des traitements aériens. Ces informations serviront tant à la coordination des opérations qu'à l'avis public de pulvérisation d'adulticides qui doit être émis par les DSP.

Le mandataire doit reconfirmer dans l'heure précédente, à la gestion des communications du MSSS, que l'opération d'application débute ou qu'elle va se réaliser dès que la météo sera propice. Il doit en estimer l'heure de fin.

Transports Canada et les services policiers doivent être avisés du moment et de la localisation des applications par voie aérienne. Ce type d'application suscite beaucoup d'interrogation de la part de la population en raison du bruit des appareils, du vol à basse altitude et des manœuvres qui donnent l'impression que le pilote est en difficulté.

Le centre de coordination compile les données de météorologie et informe l'équipage de l'aéronef en attente. Dès que les conditions météo propices sont réunies, l'avis de début de mission est transmis au personnel sur le terrain et dès que l'appareil est chargé avec l'adulticide, la pulvérisation peut commencer.

Lorsque le vol est terminé, le centre de coordination informe la gestion des communications du MSSS de la fin de l'opération et de toute situation particulière relative au déroulement de cette dernière.

#### Comptabilité des adulticides

Un suivi comptable des adulticides en circulation sur un programme est assuré de manière à planifier les approvisionnements, attester de la charge légale des aéronefs, cartographier et documenter les zones traitées, vérifier la conformité des traitements par rapport aux prescriptions et gérer les inventaires.

À la fin de la saison, les registres d'acquisition et d'utilisation des pesticides sont complétés conformément aux obligations prescrites dans le *Code de gestion des pesticides*.

#### Rapports

Tel que mentionné précédemment, les applications aériennes sont soumises aux exigences légales du MDDEP telles que l'obtention d'un certificat d'autorisation (CA). Le certificat est exigé par le MDDEP en conformité avec le *Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement*. À la fin des programmes annuels, la cartographie du territoire traité, la séquence des travaux et les résultats d'efficacité sont confinés dans un rapport final remis au MSSS par le mandataire. Enfin, un rapport est déposé au MDDEP et relate les étapes en relation avec les prévisions, les difficultés rencontrées et les mesures prises pour y remédier. Il comprend également un compte rendu des activités de surveillance et de suivi réalisées et une évaluation de l'efficacité des traitements effectués.

### **4.3 CALENDRIER**

Il est impossible d'établir un calendrier précis décrivant les différentes phases de réalisation du présent projet en contexte de protection de la santé publique étant donné la nature imprévisible des occurrences épidémiques. Néanmoins, la surveillance épidémiologique

chez les moustiques, les oiseaux et les humains, instaurée depuis l'été 2000 se poursuivra possiblement dans les années à venir. Quant aux interventions employant des insecticides, elles dépendent des risques d'apparition d'une flambée de VNO sur le territoire québécois chez les oiseaux ou les vecteurs (niveau 2) et chez les humains (niveau 3). Considérant le cycle saisonnier de l'agent et se basant sur les cas survenus aux États Unis, il est plausible de croire qu'au Québec une éclosion risquerait également de se produire du milieu de l'été jusqu'à l'automne en raison du cycle vital des espèces de moustiques potentiellement vecteurs du virus. Cependant, il n'est pas impossible que l'infection soit transmise de façon transovarienne à savoir, la transmission d'une femelle moustique infectée à ses œufs, porteurs de l'agent, qui éclosent la saison suivante. Ceci aurait pour effet de rendre plus précoce le début de l'activité de l'agent et de multiplier les probabilités de développement de flambée de VNO.

Le tableau 4.1 illustre la séquence des activités menant à une application aérienne d'adulticides au Québec.



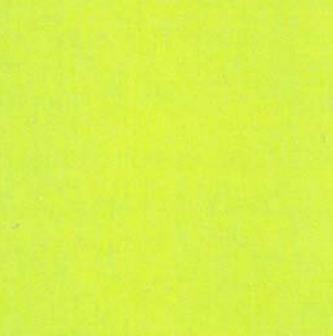
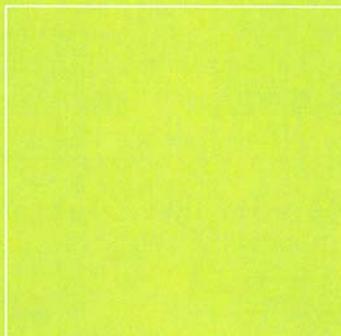
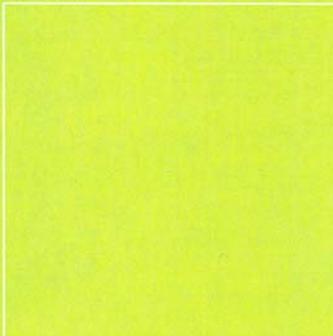
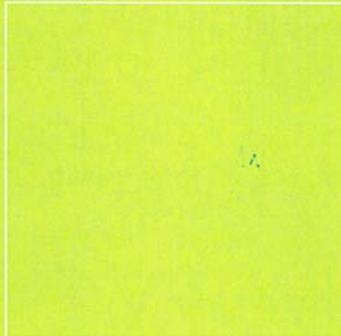
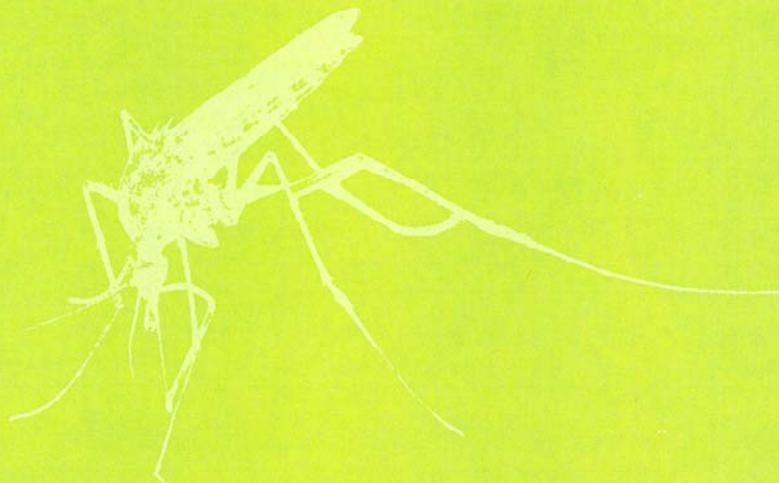
## 5 RÉFÉRENCES

- BERNHARD, K., JARRETT, P., MEADOWS, M., BUTT, J., ELLIS, D.J., ROBERTS, G.M., PAULI, S., RODGERS, P., BURGESS, H.D. (1997). Natural isolates of *Bacillus thuringiensis*: worldwide distribution, characterization, and activity against insect pests. *Journal of Invertebrate Pathology*, 70 : 59-68.
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (2003). Epidemic/Epizootic West Nile Virus in the United States: Guidelines for Surveillance, Prevention, and Control, 3<sup>rd</sup> Revision, Fort Collins, Colorado.
- CHEMINOVA CANADA (2004). *Fyfanon ULV, Ultra Low Volume Concentrate Insecticide – Registration No. 9337 - Malathion 1,15 kg/litre*. Pest Control Products Act.
- DE BARJAC, H. (1978a). Une nouvelle variété de *Bacillus thuringiensis* très toxique pour les moustiques : *B. thuringiensis* var. *israelensis* sérotype 14. Comptes rendus de l'Académie des sciences, Paris, Vol. 286, p. 797-800.
- DE BARJAC, H. (1978b). Un nouveau candidat à la lutte biologique contre les moustiques : *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. *Entomophaga*, 23 : 309-319.
- GOLDBERG, L.J., MARGALIT, J. (1977). A bacterial spore demonstrating rapid larvicidal activity against *Anopheles stephensi*, *Uranotaenia unguiculata*, *Culex univittatus*, *Aedes aegypti* and *Culex pipiens*. *Mosquito News*, 37 : 355-358.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC (2005a). *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. Publication no : 05-211-03. 17 p.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC (2005b). Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs et le virus du Nil occidental. Accessible au : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/pesticides/virus-nil/>.
- KRIEG, A., MILTENBURGER, H.G. (1984). Bioinsecticides: I. *Bacillus thuringiensis*, in *Advances in Biotechnological Progress*, New York, Alan R. Liss, 1984, p. 273-290.
- MARTIN, P.A.W., TRAVERS, R.S. (1989). Worldwide distribution of *Bacillus thuringiensis* isolates. *Applied and Environmental Microbiology*, 55 : 2437-2442.
- MICKLE, R.E. (2005). Conditions préalables et disponibilité du matériel en vue de la mise sur pied d'un programme efficace de traitements aux adulticides pour le contrôle des moustiques. Traduction de la version anglaise du rapport : Prerequisites and Equipment Availability for an Efficient Adulticide Treatment Program for Mosquito Control. Juillet 2005. 52 p.

SOPFIM (Société de protection des forêts contre les insectes et maladies) (2005). *Modélisation d'adulticides avec le logiciel AGDISP (version 8.13 modifiée)*. Travaux réalisés dans le cadre de l'étude d'impact stratégique d'u plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre la transmission du virus du Nil occidental. Juillet 2005. 201 p. incluant annexes.







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