

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

RAPPORT SECTORIEL

12

Programme de
surveillance et de suivi
environnementaux

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

RAPPORT SECTORIEL

12

Programme de
surveillance et de suivi
environnementaux

Mars 2006



Société de protection
des forêts contre
les insectes et maladies

*Institut national
de santé publique*

Québec 

AUTEURS

David Cliche, M. Sc.
Aménatech inc., une division du Groupe S.M.

Carmen Pelletier, M. Env.
Aménatech inc., une division du Groupe S.M.

Louise Nadeau, M. Env.
Aménatech inc., une division du Groupe S.M.

Jimmy Roberge, M. Env., géographe
Aménatech inc., une division du Groupe S.M.

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

Michel Plourde, contremaître général
Société de protection des forêts contre les
insectes et maladies

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

AVEC LA COLLABORATION DE

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

Onil Samuel, B. Sc.
Direction Toxicologie humaine
Institut national de santé publique du Québec

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

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

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

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

DÉPÔT LÉGAL – 4^e TRIMESTRE 2007
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA
ISBN 10 : 2-550-47755-3 (VERSION IMPRIMÉE)
ISBN 13 : 978-2-550-47755-6 (VERSION IMPRIMÉE)
ISBN 10 : 2-550-47756-1 (PDF)
ISBN 13 : 978-2-550-47756-3 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2007)

RELECTEURS

Daniel Bolduc, M. Env.
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

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

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

SECRÉTARIAT

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

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.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	12-V
LISTE DES SIGLES, ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES	12-VII
1 INTRODUCTION.....	12-1
2 PROGRAMME DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE.....	12-3
2.1 ÉLÉMENTS NÉCESSITANT UNE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE	12-3
2.2 CARACTÉRISTIQUES DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE	12-4
2.2.1 Contrôle de la qualité des formulations d'insecticide	12-4
2.2.2 Surveillance des applications de larvicides par voie terrestre	12-5
2.2.3 Surveillance des applications de larvicides par voie aérienne.....	12-8
2.2.4 Surveillance des applications d'adulticides.....	12-9
2.2.5 Surveillance des sources d'approvisionnement en eau potable	12-12
2.3 MÉCANISME D'INTERVENTION EN CAS DE DÉROGATION AU PROGRAMME DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE.....	12-13
2.4 ENGAGEMENT DE L'INITIATEUR QUANT AU DÉPÔT DES RAPPORTS DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE.....	12-13
3 PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL.....	12-15
3.1 ÉLÉMENTS NÉCESSITANT UN SUIVI ENVIRONNEMENTAL	12-15
3.2 CARACTÉRISTIQUES DU PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL	12-16
3.2.1 Suivi de la santé des travailleurs	12-16
3.2.2 Suivi de la santé des populations humaines.....	12-16
3.2.3 Suivi sur la qualité de l'eau	12-17
3.2.4 Suivi des fermes biologiques	12-18
3.3 RAPPORTS DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL	12-18
4 RÉFÉRENCES.....	12-19
5 PERSONNES-RESSOURCES CONSULTÉES.....	12-23
ANNEXE A.....	12-25

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1	Critères utilisés pour le contrôle de la qualité des larvicides biologiques	12-5
Tableau 2.2	Toxicité des larvicides	12-6
Tableau 2.3	Toxicité des adulticides	12-9

LISTE DES SIGLES, ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

SIGLE, ABRÉVIATION OU ACRONYME	SIGNIFICATION
ACGIH	<i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>
AChe	Acétylcholinestérase érythrocytaire
Aches-Er	Cholinestérase érythrocytaire
ARLA	Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire du Canada
<i>Bsph</i>	<i>Bacillus sphaericus</i>
<i>Bti</i>	<i>Bacillus thuringiensis var. israelensis</i>
CAPQ	Centre antipoison du Québec
CEAEQ	Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec
Ches-P	Pseudocholinestérase
CLSC	Centre local de services communautaires
DEET	N,N-diéthyl-m-toluamide ou N,N-diéthyl-3-méthylbenzamide
DSP	Direction de santé publique
EPI	Équipement de protection individuel
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
IRB	Institut de recherche en biotechnologie
IRSST	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité au travail
LSPQ	Laboratoire de santé publique du Québec
MADO	Maladie à déclaration obligatoire
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MGK-264	N-octyl bicycloheptène dicarboximide
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
NPTN	<i>National Pesticide Telecommunications Network</i>
OMS	Organisation mondiale de la santé
PBO	Butoxyde de pipéronyle (<i>Piperonyl butoxide</i>)
P-ChE	Pseudo-cholinestérase
SOPFIM	Société de protection des forêts contre les insectes et maladies
UBV	Ultra bas volume
UFC	Unité formant colonie
<i>US EPA</i>	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
VNO	Virus du Nil occidental

1 INTRODUCTION

Le programme de contrôle vectoriel du virus du Nil occidental (VNO) couvre l'ensemble des interventions planifiées et, à ce titre, peut être défini comme la stratégie de gestion intégrée du Plan d'intervention confié par le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) à la Société de protection des forêts contre les insectes et maladies (SOPFIM). Cette stratégie de gestion intégrée encadre l'ensemble des éléments requis afin de s'assurer que les interventions ciblées assureront l'atteinte des objectifs visés. Le programme de contrôle vectoriel comprend un plan de surveillance et de suivi environnementaux des interventions visant à vérifier le bon déroulement des travaux, le fonctionnement adéquat des équipements utilisés et l'état des installations mises en place pour réaliser les interventions prévues. Le programme de contrôle vectoriel, présenté dans le rapport sectoriel 4 (Chénard *et al.*, 2005) de l'étude d'impact stratégique, prévoit des mesures permettant d'identifier les correctifs ou les ajustements requis au Plan d'intervention.

Ces éléments du programme de contrôle vectoriel ne seront pas repris de façon détaillée dans le présent chapitre; seuls les éléments ayant un lien direct avec les programmes de surveillance et de suivi environnementaux seront mentionnés. Les éléments spécifiques à la surveillance environnementale des interventions et au suivi environnemental du programme seront détaillés en tenant compte des produits utilisés.

Pour sa part, le programme de suivi environnemental vise à documenter les impacts appréhendés moins connus et à valider l'efficacité des mesures d'atténuation, principalement les mesures nouvelles et non éprouvées, mises de l'avant pour réduire les effets négatifs des interventions. Ce programme de suivi environnemental a été élaboré à partir des rapports sectoriels 5 « Description du milieu d'intervention » (Belles-Isles *et al.*, 2005b), 7 « Évaluation des risques écotoxicologiques » (Belles-Isles *et al.*, 2005a), 8 « Évaluation du risque toxicologique » (Valcke *et al.*, 2005) et 9 « Évaluation des impacts sur l'environnement » (Belles-Isles *et al.*, 2005c).

2 PROGRAMME DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

Le programme de surveillance environnementale vise à vérifier que les travaux seront effectués en respectant les mesures d'atténuation proposées en vue de minimiser les impacts sur l'environnement. Le programme de surveillance environnementale vise également à s'assurer que l'exécution des travaux par le mandataire du MSSS, en l'occurrence la SOPFIM, respectera les exigences prévues dans les lois et règlements, incluant les conditions fixées par décret gouvernemental, ainsi que les engagements de l'initiateur prévus dans les autorisations ministérielles.

L'application du programme de surveillance environnementale permettra, le cas échéant, de réorienter les interventions, de façon à bonifier leur efficacité en termes de protection de l'environnement. Pour ce faire, ce programme de surveillance comprend :

- la liste des éléments nécessitant une surveillance environnementale;
- les caractéristiques du programme de surveillance environnementale, incluant les mesures et les moyens prévus pour la protection de l'environnement, à savoir :
 - le contrôle de la qualité des formulations d'insecticide;
 - la surveillance des applications des larvicides par voie terrestre des divers produits;
 - la surveillance des applications de larvicides par voie aérienne;
 - la surveillance des applications d'adulticides;
 - la surveillance des sources d'approvisionnement en eau potable.
- les mécanismes d'intervention prévus en cas de dérogation aux prescriptions du programme de surveillance environnementale;
- les engagements de l'initiateur quant au dépôt des rapports de surveillance environnementale (nombre, fréquence et contenu).

Enfin, le programme de surveillance environnementale est élaboré conformément aux exigences réglementaires et au *Code de gestion des pesticides* (Gouvernement du Québec, 2003).

2.1 ÉLÉMENTS NÉCESSITANT UNE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

Les éléments nécessitant une surveillance environnementale sont :

- les formulations d'insecticides;
- la surveillance des applications;
- le respect des bandes de protection.

Les deux premiers éléments étant déjà inclus dans le plan de surveillance du programme de contrôle vectoriel (Chénard *et al.*, 2005), ils ne seront présentés que brièvement dans la présente section.

2.2 CARACTÉRISTIQUES DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

2.2.1 Contrôle de la qualité des formulations d'insecticide

Les préparations commerciales de larvicides qui sont achetées par la SOPFIM font l'objet d'analyses par les fabricants ainsi que par la SOPFIM dans le cadre de l'application de son propre programme de contrôle de la qualité de ses produits. Le contrôle de la qualité des produits vise deux objectifs :

1. Déterminer le pouvoir de l'insecticide;
2. Identifier la présence de microcontaminants.

Le programme de contrôle de la qualité des formulations d'insecticide se résume comme suit :

- Lors de la livraison des préparations commerciales, les fournisseurs remettent un certificat d'analyse sur lequel doivent figurer les résultats d'analyse en termes de titres insecticides (pouvoir insecticide) et de présence de microcontaminants.
- Des échantillons de chaque lot d'insecticide sont également prélevés par la SOPFIM et transmis à un laboratoire accrédité et indépendant pour une analyse des microcontaminants. Les lots qui ne répondent pas aux critères internes de la SOPFIM, lesquels sont conformes aux critères utilisés par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire du Canada (ARLA), sont retournés aux fabricants, et ce, même si les certificats d'analyse fournis par ces derniers répondaient généralement aux critères.

Le tableau 2.1 présente les valeurs cibles des microcontaminants utilisés comme indicateurs afin d'assurer la qualité des larvicides biologiques. Aucune valeur cible n'a été établie pour les trois derniers microorganismes présentés au tableau 2.1. Il est conseillé de consulter des experts, tels que Santé Canada, l'ARLA ou le MSSS, lorsque la présence d'un de ces trois microorganismes est détectée dans une formulation d'insecticide. Suite à la revue du groupe d'experts, une décision est prise d'un commun accord quant à l'utilisation ou le rejet de l'insecticide.

La prise de décision d'exclure des lots d'insecticide sur la base des microcontaminants est ainsi uniquement basée sur les résultats obtenus par des laboratoires indépendants. Les résultats du programme de contrôle de qualité sont connus avant le début de la période des pulvérisations et transmis au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP).

Le pouvoir insecticide des larvicides biologiques est déterminé par bioessais sur les cibles visées (tel que *Culex pipiens*). Ces bioessais sont effectués au laboratoire de la SOPFIM avant le début des applications. Un lot dont le pouvoir insecticide est de 20 % inférieur à celui indiqué sur l'étiquette sera retourné au fabricant. Les certificats d'analyses réalisées

dans le cadre du programme de contrôle de qualité sont intégrés aux rapports de surveillance.

Tableau 2.1 Critères utilisés pour le contrôle de la qualité des larvicides biologiques

Microorganismes	Valeurs cibles
<i>Salmonella spp.</i>	0 UFC/25 g ou ml
<i>Streptococci/Entérococci spp.</i>	10 ⁵ UFC/g ou ml
<i>Coliformes totaux</i>	10 ³ UFC/g ou ml
<i>Clostridium perfringens</i>	Selon le niveau de contamination
<i>Staphylococcus aureus</i>	Selon le niveau de contamination
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Selon le niveau de contamination

Source : Garant *et al.*, 2004.

2.2.2 Surveillance des applications de larvicides par voie terrestre

Les larvicides utilisés pour les applications terrestres sont le *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*), sur les gîtes de surface de même que le méthoprène et le *Bacillus sphaericus* (*Bsph*) dans les puisards de rue. Comme les applications visent les moustiques à l'état larvaire, celles-ci seront effectuées directement sur les gîtes de reproduction des moustiques vecteurs, soit les étendues d'eau stagnante (*Bti* sous forme liquide ou granulaire [granules ou briquettes]) et les puisards de rue (granules de méthoprène ou de *Bsph*), à une fréquence mensuelle sur une durée de trois mois. La fréquence d'application variera au besoin suite aux suivis périodiques faits dans les puisards et à la détection de l'émergence de moustiques adultes dans les pièges. Des conditions météorologiques spécifiques, telles que de fortes pluies, auront aussi pour effet de varier la fréquence des applications dans les secteurs visés.

Les principaux effets des larvicides homologués au Canada sur la santé humaine et sur l'environnement sont présentés au tableau 2.2.

Bti

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

Tableau 2.2 Toxicité des larvicides

Ingrédient actif	Effets
<i>Bti</i> (<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>)	Le <i>Bti</i> présente très peu de dangers directs ou indirects pour la santé humaine. Les effets qui pourraient se manifester sont des symptômes irritatifs au niveau des yeux et du système respiratoire ainsi que de l'assèchement cutané. Le <i>Bti</i> n'est toxique que dans les estomacs des larves des moustiques. Il est très sélectif. Les risques pour les organismes non visés sont estimés négligeables à nul. Ainsi, les abeilles domestiques, les poissons, les oiseaux et les mammifères ne démontrent aucun effet néfaste.
Méthoprène	Lorsque le méthoprène est employé selon les recommandations du fabricant, il s'avère sans risque notable pour les humains. Le méthoprène est considéré pour l'humain comme étant faiblement toxique par ingestion ou par inhalation et légèrement toxique par contact cutané. Il n'est pas un irritant oculaire et cutané et n'est pas un sensibilisant cutané. Aucun effet toxique n'a été noté lors d'exposition chez l'humain. Le méthoprène peut présenter une certaine toxicité pour des espèces d'invertébrés aquatiques. Les concentrations susceptibles d'être mesurées dans le milieu n'atteindraient pas de niveaux dommageables pour les poissons et pour les amphibiens. Très peu toxique pour les oiseaux et les mammifères.
<i>Bsph</i> (<i>Bacillus sphaericus</i>)	Selon l' <i>United States Environmental Protection Agency (US EPA)</i> , le <i>Bsph</i> ne comporte aucun risque pour la santé humaine. Le <i>Bsph</i> peut cependant être irritant pour les yeux et le système respiratoire. Le <i>Bsph</i> devient toxique qu'une fois dans l'estomac des larves de moustiques. Le produit présente donc un risque négligeable à nul pour les autres insectes (abeilles), les poissons, les amphibiens, les oiseaux et les mammifères.

Source : Belles-Isles *et al.*, 2005a; Belles-Isles *et al.*, 2005c; Lacoursière *et al.*, 2004; Chevalier *et al.*, 2002.

Compte tenu des modalités prévues pour l'application du *Bti*, le programme de surveillance consiste à :

- effectuer des visites en cours d'opération afin de vérifier les techniques et les méthodes de travail utilisées. À la suite de ces vérifications, des mesures correctives pourront être apportées;

- prélever des échantillons d'eau, préalablement et à la suite des applications, dans les substrats, dans les gîtes de reproduction visés ainsi que dans la zone tampon. Ces échantillons d'eau sont soumis à des analyses de laboratoire qui permettent de détecter et de quantifier les spores de *Bti* et *Bsph*. Les résultats d'analyse permettent de valider l'atteinte des cibles lors des opérations d'épandage;
- intégrer les données dans un rapport mensuel sur la surveillance des applications, lequel doit également faire état de la situation et des recommandations, si requis.

Méthoprène

Le traitement par le méthoprène est uniquement utilisé pour le contrôle des gîtes de reproduction correspondant aux puisards de rue. Dans la zone d'étude, l'évacuation des eaux de ruissellement se fait généralement via un réseau de canalisations qui se termine à une usine de traitement des eaux dont l'effluent se déverse dans un cours d'eau. Dans certains cas, le réseau pluvial se déverse dans des fossés de surface dont l'exutoire se jette dans un cours d'eau, sans avoir transité dans une usine de traitement des eaux. Les puisards reçoivent un traitement une fois par mois, durant trois mois.

L'application est effectuée manuellement par une personne qui déverse directement les granules de méthoprène dans le puisard. Dès que le puisard a reçu un traitement, celui-ci est marqué d'une tache de peinture.

Le programme de surveillance consistera à :

- vérifier que les doses utilisées correspondent à celles prévues;
- effectuer des vérifications sporadiques afin de vérifier la présence de granules de méthoprène sur les grilles des puisards ainsi qu'à relever la présence de taches de peinture sur les grilles de puisards;
- effectuer des visites en cours d'opération afin de vérifier et d'analyser les techniques de travail. À la suite de ces vérifications, des mesures correctives pourront être apportées;
- produire un rapport mensuel sur la surveillance des applications, lequel devra également faire état de la situation et des recommandations, si requis.

Bsph

Homologué au Canada sous le nom de Vectolex depuis mai 2005, le larvicide *Bsph* a fait l'objet d'essais par la SOPFIM lors d'opérations de traitement des puisards de rue effectués durant l'été 2005. Il est particulièrement efficace contre les moustiques du genre *Culex* tout en étant peu ou pas toxique contre les espèces non visées par les opérations de lutte contre le VNO. Son efficacité peut toutefois être limitée par le fait que les moustiques peuvent développer une résistance. Il devrait donc être utilisé en alternance avec le méthoprène.

Le programme de surveillance consiste à :

- vérifier que les doses utilisées correspondent à celles prévues;
- effectuer des visites en cours d'opération afin de vérifier et d'analyser les techniques de travail. À la suite de ces vérifications, des mesures correctives peuvent être apportées;
- produire un rapport mensuel sur la surveillance des applications, lequel doit également faire état de la situation et des recommandations, si requis.

2.2.3 Surveillance des applications de larvicides par voie aérienne

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

Le programme de surveillance consiste à s'assurer que les cibles visées seront effectivement traitées. Les zones faisant l'objet de surveillance ne sont en aucun moment connues des applicateurs. Pour ce faire :

- effectuer, en début de saison, des exercices d'ajustement et de calibrage des appareils. Ces exercices doivent être réalisés dans des conditions moyennes de vent et selon les paramètres normaux de vol, tels que la direction du 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 sera ajusté en fonction de la largeur de l'épandage, la vitesse de vol et le volume à appliquer par unité de surface. Le calibrage permet d'évaluer le facteur de dispersion des granules et d'effectuer les ajustements requis;
- vérifier l'uniformité du dépôt au sol par la récolte des granules dans des contenants habituellement distants d'un mètre sur toute la largeur de la ligne de vol. Une modélisation permet par la suite de calculer la largeur effective de l'épandage, la dose à l'hectare ainsi que l'uniformité et le coefficient de variation du dépôt. Des ajustements aux équipements de pulvérisation sont effectués jusqu'à l'obtention du spectre désiré;
- réaliser en cours de saison des vérifications sporadiques pour s'assurer du bon fonctionnement des équipements.

Ces exercices de calibrage visent à s'assurer que l'épandage des larvicides est effectué sur les zones ciblées et selon les concentrations requises pour maximiser l'efficacité du traitement. Toutefois, les besoins en termes de surveillance environnementale des éléments sensibles nécessitent l'ajout des mesures suivantes :

- en cours de saison, prélever pour fins d'analyse des échantillons des substrats dans les secteurs témoins de zones ciblées afin de vérifier la présence de l'insecticide. Un dénombrement initial fait dans des secteurs non traités peut être effectué afin d'évaluer la population naturelle du *Bti* et du *Bsph* dans l'environnement et ainsi valider la présence de l'insecticide appliqué par voie aérienne;
- appliquer la structure d'alerte afin de déclencher le mécanisme d'intervention prévu en cas de dérogation aux objectifs du programme de surveillance (section 2.3).

2.2.4 Surveillance des applications d'adulticides

À ce jour, aucune application d'adulticides pour le contrôle du VNO n'a été effectuée au Québec, que ce soit par voie aérienne ou terrestre. Les éléments de cette section sont basés sur l'expérience développée à ce sujet dans le reste du Canada ainsi qu'aux États-Unis. Actuellement, le recours aux adulticides n'est prévu dans le programme de contrôle du VNO qu'en situation d'urgence. Le malathion, la *d-trans*-alléthrine synergisée ou les pyréthrinés synergisés pourraient être utilisés. Bien que la resmethrine synergisée ne soit pas encore homologuée au Canada, elle fait partie des produits disponibles pour des applications aériennes aux États-Unis. En raison des avantages que plusieurs experts lui reconnaissent, elle a donc été évaluée afin de disposer des données requises pour une éventuelle demande d'homologation. La toxicité relative aux produits à l'étude est résumée au tableau 2.2.

Tableau 2.3 Toxicité des adulticides

Ingrédient actif	Effets
Malathion	Le malathion est un inhibiteur de cholinestérase et démontre chez l'humain des niveaux de toxicité différents selon le degré d'exposition : léger (céphalées, étourdissements, anxiété, diminution de l'acuité visuelle), modéré (nausées, salivation, crampes abdominales, vomissements, transpiration, bradycardie, faiblesse musculaire) et sévère (diarrhée, difficultés respiratoires, œdème pulmonaire, convulsion, coma). Il démontre un léger potentiel d'irritation cutanée et oculaire et ne serait pas un sensibilisateur cutané. Le malathion s'avère toxique pour plusieurs insectes, dont les abeilles, et pour les invertébrés aquatiques. Il présente un faible risque pour les poissons et les amphibiens ainsi qu'un risque négligeable pour les oiseaux et les mammifères. L'application de ce pesticide est à proscrire à proximité de milieux aquatiques.

Tableau 2.3 Toxicité des adulticides (suite)

<i>Ingrédient actif</i>	Effets
Pyréthrinés synergisés	La pyréthrine est un insecticide non systémique avec action de contact susceptible de provoquer chez l'humain des réactions cutanées ou respiratoires qui se manifestent sous forme d'allergies, d'asthme ou de réactions anaphylactiques. Les individus avec des antécédents d'asthme sont plus à risque. L' <i>US EPA</i> considère la pyréthrine comme ayant une évidence suggestive de cancérogénécité, mais insuffisante pour évaluer leur potentiel cancérigène chez l'humain. Les pyréthrinés sont très toxiques pour les insectes non visés et légèrement toxiques pour les invertébrés aquatiques, les poissons et les amphibiens. Elles ne présentent aucun risque pour les oiseaux et les mammifères.
<i>d-trans</i> -alléthrine synergisée	La <i>d-trans</i> -alléthrine est un insecticide non systémique et non résiduel de contact, d'ingestion et de respiration. Elle est susceptible de provoquer chez l'humain des maux de tête, des nausées, de la dépression et des problèmes respiratoires tels que toux, constriction de la poitrine, essoufflement et congestion. Selon des études américaines, les risques combinés pour la population sont peu importants. La <i>d-trans</i> -alléthrine présente un risque potentiel pour les insectes non visés. Les risques pour les invertébrés aquatiques, les amphibiens, les poissons, les oiseaux et les mammifères sont considérés négligeables.
Resméthrine synergisée	La resméthrine démontre une faible toxicité chez l'humain. Aucun cas d'exposition n'a été rapporté. À forte dose chez les animaux, elle peut affecter le système nerveux. Des tremblements légers sur tout le corps, des sursauts exagérés, des crispations des muscles dorsaux, de l'hyperexcitabilité ou de l'hyperactivité et des convulsions ont été observés. Elle s'avère toxique pour les insectes non visés, les invertébrés aquatiques, les poissons et les amphibiens. La resméthrine présente un risque négligeable pour les oiseaux et les mammifères. Elle ne doit pas être utilisée en milieu aquatique.

Source : Belles-Isles *et al.*, 2005a; Belles-Isles *et al.*, 2005c; Samuel *et al.*, 2005; Valcke *et al.*, 2005.

Les conclusions du rapport sectoriel 7 qui traite de l'évaluation des risques écotoxicologiques associés à l'utilisation d'adulticides (Belles-Isles *et al.*, 2005a) recommandent l'application par voie terrestre de la *d-trans*-alléthrine synergisée ou des pyréthrinés synergisés, qui semblent présenter le moins de risques pour les composantes biotiques des écosystèmes ciblés. D'un point de vue toxicologique, le rapport sectoriel 8, portant sur l'évaluation du risque toxicologique associé à l'utilisation d'adulticides (Valcke *et al.*, 2005), mentionne que la *d-trans*-alléthrine synergisée serait la moins dommageable pour l'humain. Dans les deux cas, il serait préférable d'en éviter l'application à proximité de cours d'eau ou de milieux aquatiques, qui contiennent plusieurs espèces particulièrement vulnérables. L'application par voie terrestre d'adulticides devrait être privilégiée pour mieux délimiter les zones

d'intervention et les zones devant être protégées. Toutefois, dans le cas où l'application terrestre est impossible, le malathion est le seul insecticide actuellement homologué au Canada pour usage en pulvérisation aérienne.

L'application d'adulticides ne sera retenue que lorsque, de l'avis des autorités de santé publique, les travaux avec les larvicides n'auront pas permis de garder les populations de moustiques à un niveau présentant un risque faible pour les humains. Ainsi, plus le nombre de moustiques adultes en circulation sera élevé et plus le taux d'infection de ces moustiques sera également élevé, plus le risque sera grand pour les humains.

Actuellement, il est prévu que l'application d'adulticides par voie terrestre serait effectuée par le biais de camions munis d'équipements de pulvérisation de type UBV (ultra bas volume) circulant dans les rues et sur les routes à l'intérieur du périmètre ciblé. Ces camions sont munis de gyrophares afin que les citoyens puissent reconnaître leur présence. L'application d'adulticides ne tient plus compte de la notion de gîtes de reproduction, puisque la cible à atteindre peut être active et mobile. Les applications seront réalisées de préférence en présence d'une brise légère (< 10 km/h). Le brouillard serait orienté de manière à être transporté vers les zones de végétation. Selon l'expérience américaine, un traitement réduisant les populations de moustiques adultes de façon significative aura un effet de contrôle pour une semaine. Il est attendu que les captures de moustiques adultes chutent drastiquement immédiatement après un traitement. 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 être effectués également sur une courte période après le lever du soleil, tel que recommandé dans le rapport sectoriel 4 « Description du programme de contrôle vectoriel » (Chénard et Pagé, 2005).

L'application d'adulticides par voie aérienne n'est envisagée qu'en dernier recours, lorsque l'ensemble des interventions, incluant les applications d'adulticides par voie terrestre, se sont avérées insuffisantes et que la santé de la population est menacée. Les traitements seraient effectués après le coucher du soleil, alors que le vent est calme, et cesseraient lorsque les conditions météorologiques relatives à la vitesse des vents auraient atteint la limite établie. Les applications s'effectueraient par le biais d'un hélicoptère volant à très basse altitude. L'application d'adulticides par voie aérienne consiste à mettre en suspension dans l'air, sur la période la plus longue possible, une multitude de gouttelettes d'adulticide prenant l'allure d'une brume. Les aéronefs affectés sont équipés d'appareils de pulvérisation qui atomisent les liquides en gouttelettes de la grosseur désirée selon la technologie UBV. À l'instar des applications aériennes de larvicides, la surveillance environnementale des applications d'adulticides consiste à :

- effectuer au préalable des exercices d'ajustement et de calibrage des appareils;
- vérifier l'uniformité du dépôt par la récolte de gouttelettes sur divers substrats disposés sur toute la largeur de la ligne de vol;
- effectuer des ajustements de calibrage jusqu'à l'obtention du spectre recherché;
- réaliser au besoin des vérifications sporadiques pour s'assurer du bon fonctionnement des équipements.

En ce qui a trait à l'application des aduicticides, l'analyse des impacts (Belles-Isles et al., 2005c) a permis de faire ressortir les éléments suivants :

- pourrait entraîner une réduction plus ou moins importante des populations d'insectes (dont les abeilles) suite aux applications;
- susceptible d'entraîner un impact significatif sur les populations d'invertébrés aquatiques;
- l'impact potentiel de la *d-trans*-alléthrine sur la faune aquatique est indéterminé en raison du manque d'informations disponibles à ce sujet. Les traitements respecteront toutefois les zones tampons déterminées par le MDDEP;
- impact possible pour les fermes biologiques qui pourraient perdre leur certification biologique en cas de dérive du produit sur la surface de production;

Outre les avis spécifiques aux instances concernées ou avis publics, les mesures d'atténuation proposées recommandent de considérer les facteurs suivants :

- éviter les pulvérisations durant la période de floraison estivale;
- considérer la dérive possible des pesticides en considérant la direction et la vitesse des vents lors de chaque application.

2.2.5 Surveillance des sources d'approvisionnement en eau potable

Le *Code de gestion des pesticides* prévoit des mesures pour la protection des prises d'eau municipales. Ainsi, à l'article 50, on mentionne qu'il est interdit d'appliquer un pesticide :

1. à moins de 100 mètres d'une installation de captage d'eau servant à la production d'eau de source ou d'eau minérale au sens du *Règlement sur les eaux embouteillées ou à l'alimentation d'un réseau d'aqueduc* si, dans ce dernier cas, le débit moyen d'exploitation est supérieur à 75 m³ par jour,
2. à moins de 30 mètres de toute autre installation de captage d'eau de surface destinée à la consommation humaine ou de toute autre installation de captage d'eau souterraine.

Il sera donc nécessaire de localiser les prises d'eau potable municipales de surface, incluant la délimitation des bandes de protection pour tous les secteurs visés pour les applications d'insecticides. Par conséquent, le programme de surveillance consistera à :

- prélever, avant le début des traitements et dans les deux heures suivant le traitement, des échantillons dans les substrats situés à l'intérieur des bandes de protection afin de vérifier le respect des périmètres de protection établis;
- effectuer des analyses afin de déterminer s'il y a présence de spores de *Bti* ou de l'insecticide utilisé;
- prélever des échantillons d'eau aux stations de pompage des municipalités ciblées.

2.3 MÉCANISME D'INTERVENTION EN CAS DE DÉROGATION AU PROGRAMME DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

L'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 du VNO. Les résultats de ces analyses servent au MSSS à orienter les stratégies d'intervention.

Le mandataire, en l'occurrence la SOPFIM, est responsable de la mise en œuvre du programme de contrôle vectoriel et, à ce titre, il gère les applications d'insecticides à des fins de contrôle sanitaire et en vérifie l'efficacité. À la fin des opérations, le mandataire fait rapport au MSSS du déroulement du programme de contrôle vectoriel et des résultats des programmes de surveillance et de suivi environnementaux obtenus.

Enfin, le centre de coordination des opérations est un lieu physique aménagé par le mandataire afin d'assurer la coordination des opérations avec les applicateurs, les fournisseurs, les représentants des directions de santé publique et les municipalités. Ce centre de coordination assure le maintien d'un contact entre les différents intervenants. En outre, il 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 des opérations. Advenant une dérogation aux prescriptions du programme de surveillance environnementale, c'est le centre de coordination qui en sera avisé en premier lieu. Enfin, le centre de coordination est également la plaque tournante pour la mise en œuvre du plan des mesures d'urgence.

Ainsi, dans le cas où le programme de surveillance mettrait en lumière des écarts avec le plan d'intervention prévu (par exemple : pour le respect des bandes de protection des sources municipales d'approvisionnement en eau potable ou le dosage des produits utilisés), le centre de coordination aura la responsabilité d'analyser les risques associés à l'environnement et à déclencher, au besoin, le plan des mesures d'urgence.

2.4 ENGAGEMENT DE L'INITIATEUR QUANT AU DÉPÔT DES RAPPORTS DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

Le programme de contrôle vectoriel comprend l'émission d'un rapport hebdomadaire, rédigé par le mandataire (SOPFIM), sur la progression du programme d'application de larvicides et sur les densités larvaires observées dans les territoires traités. Ce rapport est transmis au chargé de projet du MSSS. À la fin de chaque saison, toutes les données quantitatives, qualitatives et cartographiques sont remises 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* sont complétés et conservés au dossier.

Les applications aériennes sont soumises aux exigences légales découlant de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (Q-2). À la fin du programme d'intervention, la description des travaux réalisés, incluant une cartographie du territoire traité, ainsi que les résultats obtenus, sont compilés dans un rapport synthèse réalisé par le mandataire (SOPFIM) et déposé au

ministère responsable. Ce rapport comprend également un compte rendu des activités de surveillance et de suivi réalisées et une évaluation de l'efficacité des traitements effectués. Les données issues de la surveillance environnementale sont ainsi compilées dans un rapport synthèse produit à la fin de chaque année. Ce rapport comprend notamment des recommandations sur l'efficacité du programme de surveillance environnementale en fonction des résultats obtenus et, s'il y a lieu, les ajustements à prévoir des interventions subséquentes.

3 PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL

L'utilisation d'insecticides, et plus particulièrement d'adulticides, pour le contrôle des moustiques s'accompagne de risques pour la santé humaine et pour l'environnement. La nature et la gravité des risques dépendent du type d'insecticides utilisé, de la localisation de la zone d'application, des conditions météorologiques qui prévalent lors de l'application et de l'exposition du milieu naturel.

Le suivi environnemental a pour but de vérifier la justesse de l'évaluation des impacts et de l'efficacité des mesures d'atténuation prévues afin de réduire les répercussions sur l'environnement, en particulier sur les éléments sensibles. Le programme de suivi est élaboré de façon à ce que les données qui en résultent puissent servir à ajuster le programme de surveillance environnementale en fonction des lacunes qui auront été identifiées et éventuellement à la révision des normes, directives ou principes directeurs relatifs à la protection de l'environnement. Un programme de suivi environnemental de base est proposé pour l'ensemble du plan d'intervention et comprend :

- la liste des éléments nécessitant un suivi environnemental;
- le nombre minimal d'études de suivi prévues ainsi que leurs caractéristiques principales (liste des paramètres à mesurer, période, durée, échéancier prévu), à savoir :
 - suivi de la santé des travailleurs;
 - suivi de la population humaine;
 - suivi des fermes biologiques
- les modalités de production des rapports (nombre, fréquence, format);

Ce programme de suivi initial pourra être élargi en fonction des produits utilisés et des caractéristiques des milieux visés par les traitements. Par exemple, l'utilisation d'adulticides sur une zone où est pratiquée l'apiculture justifierait un programme de suivi sur les abeilles.

3.1 ÉLÉMENTS NÉCESSITANT UN SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Les programmes de suivi ont été élaborés sur la base d'une revue de littérature, et en fonction des produits susceptibles d'être utilisés et des éléments environnementaux sensibles présents dans les territoires susceptibles d'être traités, tel que décrit dans le rapport sectoriel 5 « Description du milieu d'intervention » (Belles-Isles *et al.*, 2005b). Le programme de suivi comprend :

- un suivi sur la santé des travailleurs affectés aux travaux de traitement;
- un suivi de la santé des populations humaines;
- un suivi sur la qualité de l'eau.

Compte tenu que les produits qui seront utilisés, les méthodes de travail et les caractéristiques des milieux où seront éventuellement faits les traitements comportent encore plusieurs inconnus, il est possible que d'autres programmes de suivi spécifiques soient requis pour vérifier sur le terrain la justesse de l'évaluation des impacts, l'efficacité des mesures d'atténuation proposées ou pour réduire les incertitudes en regard de certains paramètres. À titre d'exemple, les éléments suivants pourraient justifier l'ajout de programmes de suivi, particulièrement si des adulticides sont utilisés :

- amphibiens (suivi sur les malformations des grenouilles si le méthoprène est utilisé);
- apiculture (si la perméthrine ou des organophosphates sont utilisés);
- faune aquatique et pisciculture (si la perméthrine ou le malathion sont utilisés);

3.2 CARACTÉRISTIQUES DU PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL

3.2.1 Suivi de la santé des travailleurs

L'entreposage, la manipulation et les applications d'insecticides sont effectués conformément au *Manuel de gestion des pesticides* élaboré par la SOPFIM à l'intention de ses employés.

La SOPFIM prévoit pour ses employés des mesures préventives de sécurité basées sur des méthodes de travail sécuritaires et le port de vêtements adéquats de protection individuelle. Au début du programme, un questionnaire sur le profil de santé des employés doit être complété par chacun des employés concernés. Advenant la pulvérisation d'adulticides, un programme de suivi médical, coordonné par les directions de santé publique touchées par les traitements, pourrait être conduit auprès des employés qui auront à manipuler ces insecticides. Des prélèvements sanguins sont effectués avant, pendant (à une fréquence mensuelle) et après les applications afin notamment de vérifier le taux de cholinestérases dans le sang.

L'INSPQ a préparé un plan de surveillance des effets sur la santé des insecticides et insectifuges utilisés pour le contrôle du VNO au Québec. Le plan de surveillance proposé, disponible à l'annexe A, comprend un guide pratique de prévention et surveillance de l'exposition des travailleurs aux insecticides utilisés pour contrôler les insectes pouvant transmettre le VNO. Ce guide pratique pourrait être utilisé afin d'effectuer le suivi de la santé des travailleurs impliqués dans des programmes impliquant des larvicides et/ou des adulticides.

3.2.2 Suivi de la santé des populations humaines

Le suivi sur la santé de la population porte uniquement sur les risques associés aux applications d'adulticide pour les populations occupant les territoires où ces interventions auront lieu. Le suivi consiste à documenter les signalements de cas faits par les départements de santé publique et à conduire un suivi médical auprès d'une population cible représentative par le biais de prélèvements sanguins pour y déterminer le taux de

cholinestérasés. Pour ce faire, avant le début des traitements aux adulticides, des volontaires habitant les zones ciblées pour l'application d'adulticides pourraient être recrutés afin de participer au programme de suivi. Des échantillons sanguins pourraient être prélevés avant, pendant et après la période de traitement pour fins d'analyse.

Le plan de surveillance des effets sur la santé des insecticides et insectifuges utilisés pour le contrôle du VNO au Québec, préparé par l'INSPQ et disponible à l'annexe A, propose un plan élaboré pour le suivi des populations humaines. Ce plan comprend les éléments suivants :

- un programme général de surveillance des effets des insecticides et insectifuges sur la santé de la population exposée et des travailleurs affectés aux opérations de contrôle des insectes avec des insecticides;
- un programme optionnel de surveillance des infections au *Bti*;
- un programme spécifique de surveillance biologique de l'exposition des travailleurs et de la population.

3.2.3 Suivi sur la qualité de l'eau

Suivi sur la qualité de l'eau de surface en tant que source d'approvisionnement en eau potable

Le suivi sur la qualité de l'eau de surface en tant que source d'approvisionnement en eau potable portera spécifiquement sur le méthoprène, considéré faiblement toxique pour l'humain et, le cas échéant, sur les adulticides. Le suivi consistera à :

- prélever, pour fins d'analyse, un échantillon d'eau aux stations de pompage municipales avant la période de traitement afin d'établir l'état de référence;
- prélever, pour fins d'analyse, un échantillon d'eau deux heures après chaque application d'insecticides afin de statuer sur une possible contamination par la présence d'insecticides dans les sources municipales d'approvisionnement en eau potable.

Les prélèvements seront effectués par le personnel environnemental de la SOPFIM et les analyses effectuées par des laboratoires accrédités, tels que le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). Les résultats d'analyse seront transmis au MSSS ainsi qu'au MDDEP en cours de programme.

Suivi sur la qualité de l'eau en tant qu'habitat faunique

Le suivi sur la qualité de l'eau, en tant que source d'approvisionnement en eau potable ou habitat faunique, portera sur le *Bti* et le méthoprène. Précisons toutefois que l'innocuité du *Bti* est reconnue alors que le méthoprène est considéré légèrement toxique pour les poissons et les oiseaux et très toxique pour les invertébrés et les amphibiens (particulièrement pour les grenouilles).

Le suivi est basé sur le prélèvement d'échantillons d'eau avant et à la suite de l'application de l'insecticide. Les échantillons seront prélevés, soit aux stations de pompage des municipalités, aux effluents ou dans les milieux récepteurs, selon le cas. La périodicité des prélèvements a été établie en considérant que la demi-vie du méthoprène est de 10 jours et que le traitement par le méthoprène sera effectué une fois par mois, pendant trois mois. Pour ces raisons, et en se basant sur les enseignements des programmes de suivi appliqués aux États-Unis, par exemple, le suivi consistera à :

- prélever un échantillon d'eau dans le milieu récepteur avant le début du programme d'application afin d'établir l'état de référence;
- prélever un échantillon d'eau, aux effluents ou dans le milieu récepteur, à la suite de l'application du produit (post-application), en visant la période où la concentration maximale du produit est susceptible d'être présente;
- prélever un échantillon d'eau à l'effluent ou dans le milieu récepteur, selon le cas, dans la semaine précédant l'application suivante;
- prélever une série d'échantillons à la fin du programme (post-programme).

3.2.4 Suivi des fermes biologiques

Bien que la présence de méthoprène ou d'adulticides n'affecte pas les exploitations agricoles traditionnelles, la situation est différente pour les exploitations certifiées « biologiques ». En effet, la présence de méthoprène ou d'adulticides sur ce type de surfaces agricoles entraîne la perte de la certification pour l'exploitant, ce qui pourrait causer des pertes économiques significatives. Si les autorités de santé publique recommandaient le traitement de fermes biologiques, des ententes devront être prises avec les organismes de certification et des mesures de mitigation mises de l'avant le cas échéant.

Compte tenu des impacts majeurs que pourraient entraîner les applications de méthoprène et d'adulticides sur les exploitations d'agriculture biologique, il serait envisageable d'élaborer un programme de suivi. Par exemple, des échantillons pourraient être prélevés sur les surfaces d'exploitations biologiques avant, pendant et après les applications pour vérifier la présence éventuelle des produits employés. Les prélèvements seraient effectués par le personnel environnemental de la SOPFIM et les analyses effectuées par des laboratoires accrédités.

3.3 RAPPORTS DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Tel que spécifié dans la directive 3211-17-14 du MDDEP, un rapport de suivi environnemental lui sera présenté à la fin de chaque année et sera rédigé par le mandataire, en l'occurrence la SOPFIM. Ce rapport comprendra les éléments qui ont été suivis, les paramètres analysés et les résultats obtenus. Le cas échéant, des recommandations seront effectuées afin, d'une part, de statuer sur la pertinence de poursuivre le programme de suivi et, s'il y a lieu, de préciser les correctifs à prévoir aux programmes de suivi subséquents.

4 RÉFÉRENCES

- ANTUNES-KENYON, S., KENNEDY, G. (2001). *Methoprene, A review of the Impacts of the Insect Growth Regulator Methoprene on Non-target Aquatic Organisms in Fish Bearing Water*. For the Massachusetts Pesticide Board Subcommittee, Massachusetts Pesticide Bureau, Department of Food and Agriculture, 40 p.
- BELLES-ISLES, J.-C., BARIL, J. THIFFAULT, D. (2005a). *Évaluation des risques écotoxicologiques - Rapport sectoriel 7*. Rapport réalisé dans le cadre de l'Étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental. Rapport préparé par Roche ltée, Groupe-conseil présenté à l'Institut national de santé publique du Québec. 87 p. et annexes.
- BELLES-ISLES, J.-C., BOULÉ, V., PLOURDE, D., PLAMONDON, J., BARIL, J., CÔTE, P. (2005b). *Description du milieu d'intervention - Rapport sectoriel 5*. Rapport réalisé dans le cadre de l'Étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental. Rapport préparé par Roche ltée, Groupe-conseil présenté à l'Institut national de santé publique du Québec. 80 p. et annexes.
- BELLES-ISLES, J.-C., TOURANGEAU, S., PLOURDE, D., LATOUCHE, L., BARIL, J. (2005c). *Évaluation des impacts sur l'environnement – Rapport sectoriel 9*. Rapport réalisé dans le cadre de l'Étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental. Rapport préparé par Roche ltée, Groupe-conseil présenté à l'Institut national de santé publique du Québec. 46 p.
- BLOMQUIST, J.D., DENIS, J.M., COWLES, J.P., HETRICK, J.A., JONES, R.D., BIRCHFIELD, N.B., (2001). *Pesticides in Selected Water-Supply Reservoirs and Finished Drinking Water, 1999-2000 : Summary of Results from a Pilot Monitoring Program*. U.S. Geological Survey, 65 p.
- CHENARD, R., PAGE, S., (2005). *Description du programme de contrôle vectoriel - Rapport sectoriel 4*. Rapport réalisé dans le cadre de l'Étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental. Rapport préparé par la Société de protection des forêts contre les insectes et maladies présenté à l'Institut national de santé publique du Québec. 34 p.
- CHEVALIER, P., ST-LAURENT, L., SAMUEL O., BOLDUC, D.G. (2002). *Larvicides pour contrer le virus du Nil occidental chez les humains*. Institut national de santé publique du Québec, Québec, 46 p.

- GARANT, Y., ROUSSEAU, G., LEMIEUX, S. (2004). *Programme de traitement préventif à des fins de contrôle des moustiques vecteurs de la transmission du virus du Nil occidental : Programme de surveillance et de suivi environnemental*. Société de protection des forêts contre les insectes et maladies, Direction de l'environnement, des communications et de la santé et sécurité au travail, janvier 2004.
- GOUVERNEMENT DU QUEBEC (2003). *Code de gestion des pesticides*, Décret 331-2003, 5 mars 2003.
- HOPKINS, E.H., HIPPE, D.J., FRICK, E.A., BUELL, G.R. (2000). *Organophosphorus Pesticides Occurrence and Distribution in Surface and Ground Water of the United States, 1992-97*. U.S. Geological Survey Open-File Report 00-187, 4 p.
- LACOURSIÈRE, J. O., BOISVERT, J. (2004). *Le Bacillus thuringiensis israelensis et le contrôle des insectes piqueurs au Québec*. Université du Québec à Trois-Rivières, Département de chimie-biologie. Document préparé pour le ministère de l'Environnement. Accessible au : <http://www.menv.gouv.qc.ca/pesticides/virus-nil/bti/index.htm>.
- LARSON, S.J., GILLIOM, R.J., CAPEL, P.D. (1999). *Pesticides in Streams of the United States-Initial Results from the National Water-Quality Assessment Program*. Water Resources Investigations Report 98-4222, US Geological Survey, 99 p.
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF HEALTH (NYCDH) (2001). *Adult Mosquito Control Programs, Final Environmental Impact Statement*. Department of Health, New York City, New York.
- SAMUEL, O., ST-LAURENT, L. (2005). *Profil toxicologique des insecticides retenus pour le contrôle des insectes adultes impliqués dans la transmission du virus du Nil occidental au Québec*, Institut national de santé publique du Québec, 76 p.
- SPARLING, D.W. (2000). Effects of Altosid and Abate4E on Deformities and Survival in Southern Leopard Frogs under Semi-Natural Conditions, in KAISER, H., CASPER, G.S., BERNSTEIN, N., Investigating amphibian decline, Proceeding of the 1998 Midwest Amphibian Conference. *Journal of the Iowa Academy of Science*, 107 (3-4), p. 90-91.
- TAKESHI, M., TAKAHASHI, R.M. (1973). Insect Developmental Inhibitors. 3. Effect on Non-target Organisms. *Journal of Economic Entomology*, 66 (4): 917-922.

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

5 PERSONNES-RESSOURCES CONSULTÉES

CONLON, J.M. (2004). Communication personnelle, Technical Advisor, American Mosquito Control Association.

Dr ENACH, A.J. (2004). Communication personnelle, US EPA Facilities, New Jersey.

HUNTER, J. (2004). Communication personnelle, Charlotte County Department of Environmental Services Pest Management Division, Port Charlotte, États-Unis.

McGINNIS, M. (2004). Communication personnelle, Colorado Mosquito Control, Colorado, Etats-Unis.

RUMAN, R. (2004). Communication personnelle, Department of Health, Pennsylvania, États-Unis.

TERRACCIANO, S. (2004). Communication personnelle, USGS Water resource division, New York, États-Unis.

YATES, K. (2004). Communication personnelle, Missouri Dept. of Health, Division of Vector Born Diseases, Missouri, États-Unis.

ANNEXE A

**PROPOSITION D'UN PLAN DE SURVEILLANCE
DES EFFETS SUR LA SANTÉ DES INSECTICIDES
ET INSECTIFUGES UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE
DU VIRUS DU NIL OCCIDENTAL AU QUÉBEC**

**PROPOSITION D'UN PLAN DE SURVEILLANCE
DES EFFETS SUR LA SANTÉ DES INSECTICIDES
ET INSECTIFUGES UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE
DU VIRUS DU NIL OCCIDENTAL AU QUÉBEC**

**Direction Risques biologiques,
environnementaux et occupationnels
Direction Toxicologie humaine**

Institut national de santé publique du Québec

Mars 2006

AUTEURS

Onil Samuel, B. Sc.
Direction Toxicologie humaine
Institut national de santé publique du Québec

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

Bernard Pouliot, M.D.
Direction de santé publique, Agence de santé et de services sociaux du Bas-Saint-Laurent

AVEC LA COLLABORATION DE

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

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

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION ET OBJECTIFS	12-33
2	PRODUITS POTENTIELS	12-35
2.1	INSECTIFUGES.....	12-35
2.2	APPLICATIONS COMMERCIALES OU PAR LES AUTORITÉS DE SANTÉ PUBLIQUE.....	12-35
2.2.1	Larvicides.....	12-36
2.2.2	Adulticides	12-36
3	DÉFINITIONS.....	12-37
3.1	INSECTIFUGES.....	12-37
3.1.1	Deet	12-37
3.1.2	Huile de lavande	12-38
3.1.3	Huile de citronnelle	12-38
3.1.4	P-menthane-3,8-diol	12-38
3.1.5	Définition de cas pour les insectifuges.....	12-39
3.2	LARVICIDES.....	12-39
3.2.1	Bacillus thuringiensis subsp. israelensis.....	12-39
3.2.2	Méthoprène.....	12-39
3.2.3	Bacillus sphaericus	12-40
3.3	ADULTICIDES.....	12-40
3.3.1	Malathion	12-40
3.3.2	<i>D-trans</i> -alléthrine	12-43
3.3.3	Resméthrine	12-44
3.3.4	Pyréthrines.....	12-44
4	POPULATION CIBLE	12-47
4.1	PUBLIC EN GÉNÉRAL.....	12-47
4.2	TRAVAILLEURS	12-47
5	MÉCANISME DE SURVEILLANCE	12-49
5.1	MISE À CONTRIBUTION DES PROFESSIONNELS DE LA SANTÉ	12-49
5.2	GESTION DE L'INFORMATION	12-49
5.3	SURVEILLANCE DES INFECTIONS À <i>BACILLUS THURINGIENSIS</i>	12-50
5.4	SURVEILLANCE BIOLOGIQUE DE L'EXPOSITION DES TRAVAILLEURS ET DE LA POPULATION AUX INSECTICIDES ET AUX INSECTIFUGES.....	12-50
5.4.1	Insectifuges.....	12-51
5.4.2	Malathion	12-51
5.4.3	Pyréthrines et pyrétrinoïdes	12-52
5.5	AUTRES RESSOURCES.....	12-52
6	RÉFÉRENCES.....	12-55

ANNEXE 1	12-57
ANNEXE 2	12-61
ANNEXE 3	12-79
ANNEXE 4	12-83
ANNEXE 5	12-87

1 INTRODUCTION ET OBJECTIFS

Le virus du Nil occidental (VNO) se transmet par piqûre de moustiques qui ont préalablement été infectés par des oiseaux. En l'absence de vaccin ou de traitement curatif pour les infections causées par le VNO, il est possible d'agir sur le cycle de transmission du virus en essayant de prévenir les piqûres de moustiques.

Les activités de prévention comportent diverses stratégies dont l'utilisation d'insecticides qui visent à éliminer les vecteurs eux-mêmes et l'utilisation d'insectifuges homologués pour la protection personnelle. Toutefois, ces produits ne sont pas sans risque pour la population en général ainsi que pour les travailleurs qui vont être chargés de les appliquer.

Il devient donc important de mettre en place un système de surveillance qui vise premièrement à détecter les atteintes à la santé chez les populations à risque afin d'identifier les failles relatives au processus d'utilisation des pesticides et permettre aux autorités d'effectuer les correctifs nécessaires; deuxièmement à identifier l'efficacité des messages tant au niveau de la population en général que des travailleurs et troisièmement faire un bilan des cas d'intoxication afin d'évaluer les impacts de l'utilisation de ces pesticides sur la santé des individus. Le présent document propose un plan de surveillance pour la population susceptible d'être exposée à ces insecticides et à ces insectifuges.

La proposition de plan de surveillance comprend les éléments suivants :

- un programme général de surveillance des effets des insecticides et insectifuges sur la santé de la population exposée et des travailleurs affectés aux opérations de contrôle des insectes avec des insecticides;
- un programme spécifique de surveillance biologique de l'exposition des travailleurs et de la population.

2 PRODUITS POTENTIELS

2.1 INSECTIFUGES

Une des premières catégories de pesticides à laquelle la population est susceptible d'être exposée est constituée des insectifuges utilisés pour se protéger contre les éventuelles piqûres d'insectes. Il existe sur le marché canadien une multitude de produits insectifuges, à base de divers ingrédients actifs, destinés aux humains et aux animaux. Ces produits agissent généralement en créant un effet barrière ou en raison de leur effet répulsif.

En 2004, l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) autorisait, en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires*¹, cinq ingrédients actifs pour l'application chez l'humain (ARLA, 2005). Il s'agit de l'huile de soya, de l'huile de lavande, de l'huile de citronnelle, du p-menthane-3,8-diol et du DEET (N,N-diethyl-m-toluamide ou N,N-diethyl-3-methylbenzamide). Cependant, bien que l'huile de soya soit homologuée, elle est cependant peu disponible sur les marchés canadien et américain. Par ailleurs, les titulaires de la seule homologation d'un insectifuge à base d'huile de lavande ont décidé de retirer leur demande d'homologation et ce produit ne sera plus disponible à partir du 31 mars 2007. En septembre 2004, l'ARLA a proposé de mettre graduellement fin à l'homologation des insectifuges personnels renfermant de l'huile de citronnelle et des composés apparentés appliqués sur la peau (ARLA, 2004a) en raison de la présence méthyleugénol, un cancérigène probable pour l'être humain qui est présent dans l'huile de citronnelle naturelle. L'ARLA attend actuellement les conclusions d'un comité d'experts scientifiques indépendants avant de rendre sa décision finale concernant l'homologation des insectifuges à base d'huile de citronnelle qui resteront sur le marché durant la période d'examen. Un seul insectifuge à base de p-menthane-3,8-diol est homologué par l'ARLA (ARLA, 2004b).

Les produits à base de DEET et de p-menthane-3,8-diol sont ceux pour lesquels le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) ainsi que Santé Canada ont émis des recommandations d'usage.

2.2 APPLICATIONS COMMERCIALES OU PAR LES AUTORITÉS DE SANTÉ PUBLIQUE

Lorsque la présence du VNO est signalée, les autorités de santé publique peuvent décider de faire appliquer des insecticides afin de diminuer les populations de moustiques pouvant transmettre le virus aux populations humaines. Deux types d'insecticides peuvent alors être utilisés.

¹ En vertu de cette loi, une approbation relative à l'efficacité et l'innocuité d'un produit est émise par l'ARLA en lui octroyant un numéro d'homologation.

2.2.1 Larvicides

Les larvicides sont des insecticides qui servent au contrôle des moustiques au stade larvaire. Deux produits ont été retenus par le MSSS pour contrôler la population de moustiques porteurs du VNO parmi les produits homologués pour cet usage. Il s'agit des bactéries naturelles *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* (*Bti*) et *Bacillus sphaericus* (*Bsph*) ainsi que du méthoprène, un régulateur de croissance synthétique.

2.2.2 Adulticides

Les adulticides sont des insecticides qui servent à contrôler les moustiques à leur stade adulte. Plusieurs produits sont proposés pour le contrôle des moustiques adultes à l'aide de brumisation en mode UBV (ultra bas volume). Cette technique est la plus avantageuse en raison de son efficacité, des coûts générés et du niveau de sécurité qu'elle procure. Les produits constitués des matières actives suivantes ont été sélectionnés sur la base de leur statut d'homologation au Canada : le malathion, la *d-trans*-alléthrine ainsi que les pyréthrine. Bien que non homologuée au Canada, la resméthrine appliquée par voie aérienne est aussi retenue comme produit potentiel dans l'éventualité d'une homologation future, et ce, en raison des avantages que plusieurs rapports d'évaluation lui reconnaissent d'un point de vue sécurité sanitaire comparativement au malathion (Samuel et St-Laurent, 2000; Samuel et St-Laurent, 2005; Valcke *et al.*, 2005).

Deux synergistes peuvent aussi être utilisés en combinaison avec certaines de ces matières actives. Le butoxyde de pypéronyle (PBO) peut être utilisé avec les pyréthrine, la resméthrine et la *d-trans*-alléthrine alors que le N-octyl bicycloheptène dicarboxymide (MGK-264) est normalement combiné à la *d-trans*-alléthrine.

3 DÉFINITIONS

La présente section vise à proposer, lorsque possible, une définition de cas pour chacune des catégories de pesticides susceptibles d'être utilisées afin d'aider les professionnels de la santé à mieux identifier les personnes qui ont pu être exposées à ces pesticides ou qui ont subi des effets suite à cette exposition.

3.1 INSECTIFUGES

3.1.1 Deet

Dans les études réalisées chez les humains, entre 9 et 56 % du DEET appliqué sur la peau est absorbé et approximativement 17 % du produit se retrouve dans la circulation sanguine. Lorsque utilisé selon les directives du fabricant, le DEET est sécuritaire et les effets néfastes observés sont rares. Toutefois, lors d'application répétée de produits à forte concentration de DEET, lors d'utilisation sur une longue période de temps ou lors d'ingestion, les effets toxiques suivants peuvent survenir : dermatologiques (ex. : urticaire de contact, érythème, dermatose bulleuse) et irritation oculaire, effets allergiques (choc anaphylactique), effets cardiovasculaires (ex. : hypotension, bradycardie) et effets neurotoxiques (ex. : migraine, ataxie, irritabilité, confusion, psychose aiguë, tremblements, convulsions, coma). Dans ce dernier cas, la manifestation clinique a surtout été observée suite à l'application répétée de très fortes concentrations de DEET sur la peau de jeunes enfants, et ce, sur une grande surface corporelle. Toutefois, il est bon de souligner que le nombre de cas rapportés aux centres antipoison semblent confirmer le statut relativement sécuritaire du DEET. Dans une étude ayant analysé 9 086 cas rapportés aux centres antipoison américains de 1985 à 1989, 99 % des cas ne présentaient aucune réaction ou tout au plus des réactions mineures suite à l'exposition à ce produit. Les données du Centre antipoison du Québec (CAPQ) vont dans le même sens : entre janvier 1988 et décembre 1999, plus de 685 cas chez des enfants âgés de deux ans ou moins exposés à diverses concentrations de DEET, majoritairement par voie orale, ont été rapportés. De ces cas, 83 % n'ont présenté aucun symptôme. Les enfants symptomatiques n'ont présenté que des symptômes relativement bénins tels que nausée, vomissement, irritation cutanée ou oculaire.

Des effets tératogènes sont aussi suspectés (ex. : malformation crânienne, retard mental, mauvaise coordination sensori-motrice). Cependant, les études concernant les effets sur la reproduction et sur le potentiel tératogène du DEET semblent plutôt contradictoires. Par ailleurs, il n'y a aucune évidence de potentiel mutagène (US EPA, 1998) et cancérigène (NPTN, 2000) pour ce produit.

3.1.2 Huile de lavande

Comme plusieurs huiles essentielles, l'huile de lavande ingérée pourrait occasionner divers symptômes tels que nausées, vomissements, céphalées et étourdissements (Haddad *et al.*, 1998). Les doses létales mesurées chez certaines espèces animales indiquent que le produit est faiblement toxique par la voie cutanée et modérément toxique par la voie orale. L'huile de lavande pourrait théoriquement provoquer des irritations cutanées et oculaires (Sanfaçon *et al.*, 2002). Aucune donnée n'est disponible en ce qui concerne la cancérogénicité, la mutagénicité, la neurotoxicité et les effets possibles sur la reproduction de cette matière active. Un seul cas d'intoxication accidentelle chez les humains a été retracé dans la littérature médicale.

3.1.3 Huile de citronnelle

Les données disponibles concernant la toxicité aiguë de cette matière active indiquent que l'huile de citronnelle est peu ou pas toxique (Sanfaçon *et al.*, 2002), mais elle pourrait théoriquement provoquer certains effets mineurs caractéristiques des huiles essentielles. Selon l'ARLA (2005), les produits à base de citronnelle pourraient contribuer à sensibiliser la peau et, conséquemment, occasionner des réactions allergiques chez certaines personnes.

Selon les données expérimentales disponibles, l'huile de citronnelle (sous forme d'huile essentielle) pourrait avoir des effets mutagène et tératogène. Par ailleurs, l'huile de citronnelle naturelle contient une quantité variable de méthyleugénol, un agent cancérogène connu qui agit sur des sites multiples et affecte de nombreuses espèces. Toutefois, il est difficile d'évaluer si ces résultats s'avèrent transposables à l'humain dans le contexte d'une utilisation quotidienne d'un insectifuge à base de cette matière active.

3.1.4 P-menthane-3,8-diol

Le p-menthane-3,8-diol possède une faible toxicité aiguë pour les voies d'exposition orale et cutanée. Il est sévèrement irritant pour les yeux et légèrement pour la peau (ARLA, 2002). Le produit ne serait pas un sensibilisant cutané pour les humains ou les rongeurs (US EPA, 2005; ARLA, 2002). Aucun cas d'intoxication chez les humains spécifique au p-menthane-3,8-diol n'a été retracé dans la littérature.

Lors des études expérimentales, le p-menthane-3,8-diol (98,3 %) n'a pas démontré de potentiel immunosuppresseur. Lors d'une étude de toxicité subchronique par voie cutanée chez le rat, les seuls effets significatifs observés furent une irritation cutanée sous forme d'érythèmes, d'escarres et de desquamation ainsi que des lésions aux reins à très fortes doses (US EPA, 2005; ARLA, 2002). La seule étude disponible en rapport avec la toxicité sur le développement n'indique pas de potentiel tératogène du produit. Les quelques résultats disponibles ne suggèrent pas que le p-menthane-3,8-diol soit génotoxique (US EPA, 2005; ARLA, 2002). Par ailleurs, il a été impossible de retracer des études concernant les effets possibles de cette matière active sur la reproduction des animaux ou des humains ou sur son potentiel cancérigène.

3.1.5 Définition de cas pour les insectifuges

Compte tenu de la faible toxicité de ces insectifuges, il est difficile de présenter une définition d'une d'intoxication par ces produits. Les personnes qui pourraient ressentir des malaises suite à une exposition à ces produits et qui contacteront l'un des services spécialisés (voir section 5) devraient répondre à un questionnaire particulier qui permettra éventuellement d'établir un profil d'intoxication pour ces produits. La compilation des données devrait être faite par la Direction de santé publique (DSP) concernée et devrait être transmise au CAPQ à titre informatif.

3.2 LARVICIDES

3.2.1 *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*

Le *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* (*Bti*) est un des deux produits qui peut être comme larvicide. Tel que démontré dans le document de support de Chevalier *et al.* (2002), le *Bt* est très sécuritaire. En effet, malgré son historique d'utilisation importante, aucun effet toxique important n'a été observé mis à part deux cas où une conjonctivite ou une cellulite ont été observées chez des travailleurs ayant manipulé du *Bt*. Toutefois, le rôle étiologique du *Bacillus* n'a pas été clairement démontré dans chacun de ces cas. Les seuls autres effets qui ont été notés chez des travailleurs étaient des symptômes irritatifs au niveau des yeux et du système respiratoire, des gerçures aux lèvres et de l'assèchement cutané. Cependant, il est possible que ces réactions soient dues aux autres ingrédients composant le produit commercial plutôt qu'à la bactérie.

Compte tenu de la faible toxicité et du caractère peu infectieux de ce larvicide, il est difficile de présenter une définition d'une d'intoxication par le *Bti*. Les personnes qui pourraient ressentir des malaises (ce devrait être principalement des travailleurs) suite à l'exposition à ce produit et qui contacteront l'un des services spécialisés (voir section 5) devraient répondre à un questionnaire particulier qui permettra éventuellement d'établir un profil d'intoxication pour ce type de produit.

3.2.2 Méthoprène

Le méthoprène est considéré comme faiblement toxique par ingestion ou par inhalation et légèrement toxique par contact cutané selon les données disponibles chez l'animal. Le méthoprène n'est pas un irritant oculaire ou cutané, ni un sensibilisant cutané. Aucun effet toxique n'a été noté lors d'expositions chez l'humain. Il n'existe aucune donnée concernant la surveillance biologique de l'exposition au méthoprène dans la littérature scientifique. Il est donc impossible d'envisager de telles activités de surveillance pour ce produit.

Compte tenu de la faible toxicité de ce larvicide, il est difficile de présenter une définition d'une intoxication par le méthoprène. Les personnes qui pourraient ressentir des malaises (ce devrait être principalement des travailleurs) suite à une exposition à ce produit et qui contacteront l'un des services spécialisés (voir section 5) devraient répondre à un questionnaire particulier qui permettra éventuellement d'établir un profil d'intoxication pour ce type de produit.

3.2.3 *Bacillus sphaericus*

Les études toxicologiques réalisées dans le cadre d'une demande d'homologation de différentes formulations commerciales (*VectoLex*) à base de *Bacillus sphaericus* (*Bsph*) souche 2362, indiquent que celles-ci sont généralement faiblement toxiques pour les rats et ce, tant pour les voies orale ou intraveineuse que par inhalation. Toutes les formulations sont irritantes, à divers degrés, pour la peau et les yeux. Par ailleurs, les différentes formulations doivent être considérées comme des agents sensibilisateurs car tous les microorganismes, y compris la souche 2362 de *Bsph*, contiennent des substances qui peuvent déclencher une réaction allergique positive chez les animaux expérimentaux. La documentation scientifique n'indique pas un potentiel génotoxique ou de perturbation endocrinienne pour la souche 2362 de *Bsph* présente dans les formulations commerciales *VectoLex WDG*, *VectoLex CG* ou *VectoLex WSP*. L'ARLA considère qu'aucun des produits de formulation utilisés pour la fabrication de la *VectoLex Technical Powder* et des préparations commerciales ne présente de risque de toxicité (ARLA, 2006). Il est important de préciser que des études supplémentaires ont été requises par l'ARLA, notamment pour déterminer le profil distinct d'élimination du microorganisme.

Compte tenu de la faible toxicité de ce larvicide, il est difficile de présenter une définition d'une intoxication par le *Bsph*. Les personnes qui pourraient ressentir des malaises (ce devrait être principalement des travailleurs) suite à une exposition à ce produit et qui contacteront l'un des services spécialisés (voir section 5) devraient répondre à un questionnaire particulier qui permettra éventuellement d'établir un profil d'intoxication pour ce type de produit. Plus particulièrement, il apparaît important de surveiller les réactions d'hypersensibilité au *Bsph*.

3.3 ADULTICIDES

Le profil toxicologique des différents insecticides retenus pour le contrôle des moustiques adultes impliqués dans la transmission du VNO a été évalué en détail par Samuel et St-Laurent (2005).

3.3.1 Malathion

Le malathion est une substance de la classe des insecticides organophosphorés qui a la particularité d'inhiber les pseudo-cholinestérases (P-ChE) et l'acétylcholinestérase érythrocytaire (AChE), enzymes impliqués dans le fonctionnement normal du système nerveux des mammifères. Il démontre un faible potentiel de toxicité aiguë orale, cutanée et par inhalation comparativement à d'autres insecticides organophosphorés. Le produit est

légèrement irritant pour la peau et les yeux mais ne serait pas un sensibilisant cutané. Le malathion a été classé comme ayant une évidence suggestive de cancérogénicité même si celle-ci n'est pas suffisante pour évaluer le potentiel de cancérogénicité du produit chez l'humain. Par ailleurs, ce produit n'a pas démontré d'effet particulier sur la reproduction et le développement à des doses non toxiques pour les parents. Les études disponibles ne supportent ni le risque mutagène ni un rôle mutagène dans la cancérogénicité potentielle du malathion.

En raison de son mécanisme d'action, le malathion est plus souvent impliqué dans des cas d'intoxication humaine que les autres adulticides disponibles.

Suite à une révision au document d'appui à des critères d'une intoxication et d'une exposition significative aux insecticides organophosphorés et carbamates carbamates pour la déclaration des maladies à déclaration obligatoire (MADO), le groupe de travail propose les définitions suivantes² (Samuel *et al.*, 2006):

Intoxication

- Cas confirmé

Histoire compatible avec une exposition aiguë au malathion

ET

Au moins deux manifestations cliniques compatibles avec une atteinte systémique survenue pendant, ou tout au plus quelques heures après une exposition au malathion

ET

Confirmation de l'atteinte systémique par une mesure biologique

- Si le taux de base est connu, diminution de plus de 30 % de l'activité des AChE-Er ou de 40 % des P-ChE³.
- Si le taux de base n'est pas connu, diminution de plus de 50 % de l'activité des AChE-Er ou des P-ChE comparativement au point milieu de l'écart des valeurs normales propres au laboratoire.

² La révision du document d'appui n'était pas finalisée lors de la rédaction du présent document.

³ Les mesures devront préférablement avoir été effectuées par le même laboratoire et nécessairement avec la même méthode analytique.

Les manifestations cliniques d'une atteinte systémique sont classées selon trois types d'effets :

Manifestations muscariniques	
Pupilles	Myosis
Pulmonaire	Bronchoconstriction, bronchorrée, dyspnée, cyanose, œdème pulmonaire
Gastro-intestinale	Anorexie, nausée, vomissements, diarrhée, crampes, ténésme
Glandes sudoripares	Diaphorèse
Glandes salivaires	Hypersalivation
Glandes lacrymales	Larmolement
Cardio-vasculaires	Bradycardie, hypotension
Corps ciliaires	Vision trouble
Vessie	Rétention urinaire
Manifestations nicotiniques	
Muscles striés	Fasciculations musculaires, crampes, faiblesses et paralysie musculaires, aréflexie
Ganglions sympathiques	Hypertension, tachycardie, mydriase, pâleur
Manifestations du système nerveux central	
Agitation, céphalées, trémulations, confusion, somnolence, coma, convulsions, dépression des centres respiratoire et cardiovasculaire	

- **Cas clinique**

Histoire compatible avec une intoxication aiguë au malathion

ET

Au moins deux manifestations cliniques compatibles avec une atteinte systémique survenue pendant, ou tout au plus quelques heures après, une exposition au malathion.

Exposition significative

- **Aiguë**

Au moins une manifestation clinique compatible avec une atteinte systémique ou locale⁴ survenue pendant, ou tout au plus quelques heures après, une exposition au malathion.

⁴ Les manifestations cliniques d'une atteinte locale sont de deux types : les irritations cutanées et les irritations oculaires.

ET

Histoire confirmée d'exposition involontaire en association (conditions d'exposition similaires, temps, lieu) à au moins un cas confirmé.

- Chronique

Asymptomatique.

ET

Histoire d'une exposition continue ou d'une utilisation répétée au malathion.

ET

Histoire d'une exposition continue ou d'une utilisation répétée au malathion.

3.3.2 D-trans-alléthrine

La *d-trans*-alléthrine ou bioalléthrine fait partie de la classe des pyréthrinoïdes de synthèse. Elle est généralement utilisée en combinaison avec des synergistes comme le PBO. La bioalléthrine qui est un des isomères de l'alléthrine est modérément toxique par ingestion et peut causer les symptômes suivants : étourdissements, maux de tête, nausées, vomissements, anorexie, fatigue et faiblesses. Le produit est cependant faiblement toxique par voie cutanée et par inhalation. Les données disponibles indiquent un faible potentiel de sensibilisation et d'irritation cutanée pour ce produit. L'insecticide est aussi faiblement irritant pour les yeux.

La *d-trans*-alléthrine ne serait pas cancérigène ni mutagène. Il n'existe pas de donnée sur ses effets sur la reproduction mais les études sur le développement n'ont démontré aucun effet toxique particulier.

Même si les différents isomères de l'alléthrine sont utilisés depuis de nombreuses années, il n'y a pas de donnée rapportant une toxicité particulière chez les humains dans des conditions normales d'utilisation.

En raison du peu de données chez l'humain, il est difficile de proposer une définition d'un cas d'intoxication par la *d-trans*-alléthrine. Les personnes qui pourraient ressentir des malaises suite à l'application de cet insecticide et qui contacteront l'un des services spécialisés (voir section 5) devraient remplir un questionnaire particulier afin d'aider à établir le profil d'intoxication pour ce type de produit.

3.3.3 Resméthrine

La resméthrine est aussi une substance de la classe des pyréthriinoïdes de synthèse. Elle possède une faible toxicité aiguë pour les différentes voies d'exposition (orale, inhalation, cutanée) selon les données disponibles chez l'animal. Il y a très peu de données d'intoxications chez l'humain en relation avec une exposition à ce produit. À forte dose, les effets suivants ont été notés chez les animaux : développement progressif de légers tremblements à la grandeur du corps, sursauts exagérés, crispation incoordonnée des muscles dorsaux, hyperexcitabilité ou hyperactivité, et convulsions. Bien qu'il fut impossible de trouver des cas documentés de paresthésie pour la resméthrine, cet effet caractéristique des pyréthriinoïdes demeure possible.

La resméthrine ne serait pas cancérigène et mis à part un très léger doute sur son potentiel de perturbateur endocrinien, le produit n'aurait pas d'effet sur la reproduction et le développement.

En raison de l'inexistence de données chez l'humain, il est difficile de proposer une définition d'un cas d'intoxication par la resméthrine. Les personnes qui pourraient ressentir des malaises suite à l'application de cet insecticide et qui contacteront l'un des services spécialisés (voir section 5) devraient remplir un questionnaire particulier afin d'aider à établir le profil d'intoxication pour ce type de produit.

3.3.4 Pyréthrines

Les pyréthrines, nommées extraits ou poudre de pyrèthre, proviennent des fleurs séchées de la plante *chrysanthemum cinerariaefolium*. Même si on considère que les pyréthrines possèdent une faible toxicité aiguë, elles peuvent provoquer des effets toxiques lors d'expositions importantes par voie orale, cutanée ou par inhalation. Chez l'humain, l'inhalation de pyréthrines peut causer divers symptômes, se traduisant notamment par des maux de gorge, des maux de tête, de la dyspnée, des étourdissements, un souffle-court, une toux, un écoulement ou une congestion des voies nasales, une douleur à la poitrine, des sensations de brûlures oculaires, des conjonctivites ainsi que des rougeurs, des enflures et des irritations au niveau des paupières (NPTN, 1998). Dans des cas extrêmes, l'ingestion de fortes quantités de pyréthrines pourrait provoquer de la diarrhée, des maux de tête, des nausées, des convulsions cloniques, de la prostration et un arrêt respiratoire pouvant mener à la mort. Le contact cutané peut causer une dermatite laquelle est associée à l'éosinophilie, cette dernière indiquant un potentiel allergique (Gorse *et al.*, 2002). Elles sont faiblement irritantes pour la peau et pas du tout pour les yeux alors qu'aucune sensibilisation cutanée n'a été notée.

Certaines formes de tumeurs ont été observées lors des études expérimentales mais un groupe d'experts de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a conclu que l'augmentation de l'incidence de ces tumeurs était un phénomène de seuil d'une pertinence négligeable considérant les faibles niveaux auxquels les humains sont exposés. L'US EPA a classé les pyréthrines comme ayant une évidence suggestive de cancérogénicité mais insuffisante pour évaluer leur potentiel de cancérogénicité chez l'humain. Les pyréthrines ne sont pas

mutagènes ou génotoxiques. Les études visant à vérifier la toxicité de ces produits sur le développement et la reproduction n'ont pas démontré d'effets significatifs à des doses parentales non toxiques.

Des réactions respiratoires très peu fréquentes se manifestant sous la forme d'allergies, d'asthme ou de réactions anaphylactiques ont déjà été observées chez des individus ayant déjà un antécédent d'asthme. Des réactions cutanées ont aussi déjà été observées lors d'exposition à des extraits non purifiés de pyrèthres mais les pyréthrinés raffinés ne provoquent pas de telles réponses allergiques.

En raison de la faible toxicité des pyréthrinés chez l'humain, il est difficile de proposer une définition d'un cas d'intoxication par ces produits. Les personnes qui pourraient ressentir des malaises suite à l'application de cet insecticide et qui contacteront l'un des services spécialisés (voir section 5) devraient remplir un questionnaire particulier afin d'aider à établir le profil d'intoxication pour ce type de produit.

4 POPULATION CIBLE

4.1 PUBLIC EN GÉNÉRAL

Dès que la présence du VNO est connue dans une région, des recommandations sont généralement faites pour que les citoyens utilisent des moyens de protection personnelle incluant les insectifuges. C'est aussi à cette phase que le public pourrait commencer à vouloir utiliser diverses formes d'insecticides domestiques comme les spirales, les aérosols, etc.

Dans un deuxième temps, le plan d'action du MSSS indique que des larvicides peuvent être appliqués de façon préventive ou suite à une confirmation de la présence du VNO chez les humains, les oiseaux, les animaux ou les moustiques dans une région ou un secteur donné (MSSS, 2005). À cette phase, la population en général devrait être peu exposée car les applications (par voie terrestre ou aérienne) se font normalement principalement sur les principaux gîtes de reproduction des insectes piqueurs. Des applications de méthoprène peuvent aussi être faites dans les puisards des systèmes d'égouts de grandes villes mais dans ces cas, l'exposition au larvicide est tout à fait improbable en raison de l'accessibilité à ces sites. Les réservoirs d'eau potable sont par ailleurs exclus de toutes formes d'applications de pesticides. Par contre, si en dernier recours, l'utilisation d'adulticides était requise, l'objectif étant de diminuer rapidement le nombre de moustiques dans les secteurs à forte densité de population, des quartiers habités feraient nécessairement partie de la zone visée par des applications d'adulticides. Dans l'éventualité où un tel scénario était mis de l'avant, il serait alors très important que la population soit informée du lieu, du moment de l'application de l'adulticide et des précautions à prendre au moins 24 heures à l'avance (l'annexe 1 propose des recommandations à faire à la population avant les applications d'adulticides pour le contrôle du VNO).

4.2 TRAVAILLEURS

Les travailleurs affectés aux opérations et qui manipulent directement les insecticides sont plus susceptibles d'être exposés de façon significative. Dans ce contexte, le comité médical aviseur de la santé au travail (annexe 2) a approuvé un programme de surveillance pour les travailleurs.

5 MÉCANISME DE SURVEILLANCE

En raison des différentes activités préventives qui seront normalement mises en place, très peu de cas d'intoxication sont attendus tant dans la population que chez les travailleurs.

5.1 MISE À CONTRIBUTION DES PROFESSIONNELS DE LA SANTÉ

Tous les professionnels de la santé qui pourraient être impliqués dans l'éventualité d'une intoxication devraient être informés de la problématique du VNO. Ceux-ci devraient être sensibilisés et informés sur les problèmes de santé qui peuvent survenir suite à l'utilisation des insecticides et des insectifuges (annexe 3), et ce, dès que les messages de protection personnelle commenceront à être communiqués au public. Un rappel de ces informations pourra être effectué dès que la décision d'appliquer des insecticides sera prise. Les professionnels des zones touchées ainsi que ceux du CAPQ qui dessert l'ensemble du territoire québécois devraient être les plus sollicités (annexe 4). Tous les professionnels concernés devront être informés, par la direction de la santé publique, des zones qui seront traitées, des dates d'application et des produits utilisés et ce, particulièrement dans le cas des aduicides.

Les professionnels de la santé qui seront impliqués plus directement si des effets à la santé sont signalés suite à l'application d'insecticides, sont :

- le personnel attiré à la réponse téléphonique :
 - au Centre antipoison du Québec (CAPQ);
 - aux Info-santé;
- les médecins des cabinets et polycliniques privés;
- les médecins des salles d'urgence.

Le personnel des directions de santé publique (santé au travail et santé environnementale) devra être mis à contribution pour la cueillette d'information et la documentation de tout incident lié à un événement visant le contrôle du VNO. L'annexe 5 propose une grille qui pourrait leur faciliter cette tâche. Il pourra en être de même de certains professionnels en santé au travail des CLSC (médecins, infirmières, hygiénistes).

5.2 GESTION DE L'INFORMATION

Afin de mieux préciser l'impact de l'application d'insectifuges et d'insecticides sur la population, les divers professionnels de la santé sont invités à utiliser les mécanismes de déclaration des cas d'intoxication déjà en place, notamment le fichier des MADO. Comme il s'agit d'une problématique particulière, une entente devrait être prise avec le CAPQ pour que chaque cas d'intoxication potentielle aux insecticides ou aux insectifuges rapporté, en lien possible avec la problématique du VNO, soit transmis à chaque direction de santé publique concernée. Ces derniers devront compléter l'enquête et valider les informations relatives au

cas. Un registre des cas, à savoir le fichier des MADO chimiques, devrait être tenu à jour par chaque direction de santé publique concernée de façon à pouvoir mettre en évidence toute problématique importante de santé publique liée à l'utilisation de produits antiparasitaires ou d'insectifuges. Tout constat dans ce sens devrait être communiqué au MSSS et au comité aviseur, le cas échéant, afin que des mesures d'atténuation et de correction soient rapidement prises.

5.3 SURVEILLANCE DES INFECTIONS À *BACILLUS THURINGIENSIS*

L'Institut national de santé publique du Québec (Laboratoire de santé publique du Québec) opérait, jusqu'en décembre 2000, un programme de surveillance des infections à *Bacillus thuringiensis* en collaboration avec l'Institut de recherche en biotechnologie (IRB). Ce programme avait été mis sur pied en janvier 1996 afin de s'assurer de l'innocuité du *B.t.* subsp. *israelensis* pour la population humaine. Tous les centres hospitaliers étaient sollicités pour faire parvenir au Laboratoire de santé publique du Québec (LSPQ) les souches de *Bacillus* présumées *cereus* isolées de sites normalement stériles dans leurs laboratoires. Les souches reçues au LSPQ étaient soumises à une caractérisation phénotypique à l'aide d'épreuves biochimiques conventionnelles tel que décrit par les *Centers for Disease Control and Prevention* à Atlanta. La caractérisation moléculaire était réalisée à l'IRB. Une évaluation des cinq années du programme indique que sur un nombre de 89 échantillons analysés entre 1996 et décembre 2000, aucun n'a été identifié comme positif au *Bti* alors que 3 l'ont été pour la subsp. *kurstaki*.

En tenant compte de la très faible toxicité du *Bti* et des résultats obtenus par le programme de surveillance sur une période de cinq ans, aucun programme spécifique de surveillance des infections au *Bti* n'est recommandé.

5.4 SURVEILLANCE BIOLOGIQUE DE L'EXPOSITION DES TRAVAILLEURS ET DE LA POPULATION AUX INSECTICIDES ET AUX INSECTIFUGES

Comme les insecticides et les insectifuges possèdent tous, à divers degrés, un potentiel toxique, un effort particulier devra être fait pour informer les travailleurs et la population des mesures préventives à privilégier pour éviter tout risque inutile. Toutefois, comme il est impossible d'exclure toutes les possibilités d'exposition à ces produits, il apparaît intéressant d'évaluer les outils disponibles pour estimer les niveaux d'exposition des personnes impliquées.

La surveillance biologique de l'exposition est une méthode normalement utilisée pour évaluer l'exposition globale à un pesticide et à ses produits de dégradation. Cette approche a l'avantage de tenir compte de l'ensemble des voies d'exposition. Comme l'exposition aux pesticides se fait principalement par voie cutanée, la surveillance biologique devrait permettre de mesurer des expositions qui seraient probablement indétectables par les méthodes traditionnelles de surveillance environnementale. Par ailleurs, comme cette approche consiste à mesurer le pesticide et/ou ses métabolites ou un effet (ex. : activité cholinestérasique dans le cas des insecticides organophosphorés et carbamates) dans un

fluide biologique, elle offre de nombreux avantages logistiques comparativement à la surveillance environnementale. Par contre, cette même approche possède aussi certaines limites qui rendent parfois difficile l'interprétation des résultats. Ainsi, selon le niveau de connaissances sur la pharmacocinétique du produit et la disponibilité de valeurs de référence fiables, l'évaluation de l'exposition aura une portée soit quantitative, soit qualitative. Lorsque la relation dose/effet est bien documentée, la surveillance biologique permet normalement de prévenir les effets sur la santé. Par contre, lorsqu'aucune valeur de référence n'est disponible, la mesure biologique ne sera utile que pour confirmer l'absorption d'un produit. Ce constat a toute son importance dans la décision de mettre sur pied des activités de surveillance biologique ou non.

5.4.1 Insectifuges

Il n'existe aucune méthode de surveillance biologique validée pour le DEET qui serait assurément le produit le plus utilisé. Ce constat s'applique aussi aux autres insectifuges. Le programme sera donc uniquement axé sur le recueil des cas portés à la connaissance des professionnels de la santé.

5.4.2 Malathion

Le malathion fait partie de la classe des insecticides organophosphorés dont le principe d'action est caractérisé par le potentiel de ces produits à inhiber les cholinestérasés du cerveau, les pseudocholinestérasés et les cholinestérasés érythrocytaires. Comme la récupération de ces estérasés peut être très lente dans le cas d'une exposition aux insecticides organophosphorés, un cumul des effets peut être observé lors d'expositions multiples réparties sur plusieurs jours.

Il est possible de mesurer les effets d'une exposition unique ou multiple au malathion par la mesure de l'activité cholinestérasique. Par ailleurs, il est aussi possible d'évaluer l'exposition récente à ce produit par la mesure de ses principaux métabolites. L'utilisation conjointe de ces deux mesures peut donner suffisamment d'informations pour prévenir une intoxication.

Comme l'interprétation de l'activité cholinestérasique doit se faire en comparant la variation individuelle de cette activité et donc, implique de connaître le niveau normal des estérasés avant l'exposition, il est impératif de déterminer des taux de base individuels avant toute exposition à ces produits. Il peut être facile de planifier un tel exercice pour les travailleurs, qui normalement devraient être les plus exposés, mais cela serait impossible à planifier pour la population concernée par des applications de pesticides.

En ce qui concerne la mesure des métabolites urinaires du malathion, elle peut nous permettre de vérifier l'efficacité des mesures préventives mises en place pour les activités d'applications de pesticides, mais en l'absence de valeurs de référence pour des expositions à court terme, elle est peu utile pour prévenir les effets sur la santé. Tant pour les travailleurs que pour la population, la mesure des métabolites urinaires permettrait toutefois de confirmer l'absorption de malathion chez des personnes pour lesquelles une intoxication est soupçonnée.

Compte tenu des considérations précédentes et de la toxicité cumulative possible des organophosphorés, il est recommandé de planifier des activités de surveillance biologique d'effets et d'exposition pour les travailleurs qui seront impliqués dans l'application de malathion. Un document technique préparé à cet effet se retrouve à l'annexe 2.

Pour ce qui est de la population, il est recommandé que des échantillons urinaires chez les patients symptomatiques se présentant à l'urgence soient pris et conservés pour analyses. Il sera important d'informer les médecins de la disponibilité de ces analyses et de s'assurer qu'un laboratoire soit en mesure de réaliser les analyses. À ce titre, le laboratoire de toxicologie de l'INSPQ possède une méthode analytique très fiable qui fait régulièrement l'objet d'un contrôle inter-laboratoire. Il serait important que les services de santé de première ligne (salle d'urgence et cliniques médicales) soit au courant de la méthode d'échantillonnage et que les résultats d'analyse leur soient communiqués le plus rapidement possible sur demande. Comme les cas d'intoxication sont souvent rapportés au CAPQ, il serait aussi important que ces informations leur soient transmises afin qu'il puisse intervenir auprès des autorités de santé publique si nécessaire.

5.4.3 Pyréthrine et pyréthriinoïdes

Il est possible de mesurer les métabolites urinaires des pyréthrine et des pyréthriinoïdes qui peuvent nous permettre de vérifier l'efficacité des mesures préventives mises en place pour les activités d'applications de pesticides, mais en l'absence de valeurs de référence pour des expositions à court terme, ces mesures sont peu utiles pour prévenir les effets sur la santé. Tant pour les travailleurs que pour la population, la mesure des métabolites urinaires permettrait toutefois de confirmer l'absorption de ces produits chez des personnes pour lesquelles une intoxication est soupçonnée. Toutefois, comme ces insecticides possèdent une faible toxicité et qu'ils ne produisent généralement que peu d'effets systémiques, il n'apparaît pas pertinent d'envisager des activités de surveillance biologique pour ces produits.

5.5 AUTRES RESSOURCES

Des personnes pourront non seulement être exposées directement par les pesticides qui seront appliqués mais aussi indirectement par la consommation d'aliments et d'eau potable accidentellement contaminés lors des applications d'insecticides. Dans l'éventualité où des personnes suspecteraient une intoxication suite à la consommation d'aliments ou d'eau potentiellement contaminés, celles-ci pourront contacter le Centre antipoison du Québec de même que les Info-santé CLSC pour obtenir des informations sur les risques et la conduite à tenir. Il est aussi fort probable qu'une partie de la population s'interroge sur les risques, avant même d'avoir consommé des aliments ou bu de l'eau. Dans ce contexte, diverses ressources pourraient être mises à contribution.

S'il s'agit d'aliments, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) possède un centre de réponse provincial doté d'une ligne sans frais (1-800-463-5023) qui permet aux personnes d'obtenir des renseignements généraux. Le service est

disponible de 8 h 30 à 16 h 30 du lundi au vendredi. En dehors des heures normales, les personnes peuvent laisser un message et s'il y a urgence, une personne du MAPAQ les rappellera. Pour que les professionnels du centre de réponse puissent être mis à contribution dans le cadre d'application de pesticides pour contrer le VNO, il serait préférable que ceux-ci soient avertis avant le début des arrosages.

S'il s'agit d'eau potable, les directions régionales de santé publique sont responsables de donner l'information à la population sur les dangers de consommation. Advenant une situation où un réseau d'approvisionnement (eau de surface ou souterrain) puisse être contaminé, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), par l'entremise du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ), peut effectuer des analyses dans l'eau potable pour vérifier la présence des adulticides mentionnés (un avis devra être envoyé au MDDEP et une entente devra être faite avec ce dernier pour défrayer le coût de ces analyses (350 \$/échantillon). Il est normalement possible d'obtenir rapidement une liste des réseaux qui pourraient être touchés pour chacune des régions concernées.

6 RÉFÉRENCES

- AGENCE DE RÉGLEMENTATION DE LA LUTTE ANTIPARASITAIRE (ARLA) (2006). *Bacillus sphaericus souche 2362 - Note réglementaire REG2006-02*, Santé Canada, pp. 1-52.
- AGENCE DE RÉGLEMENTATION DE LA LUTTE ANTIPARASITAIRE (ARLA) (2005). *Conseils de sécurité concernant l'utilisation d'insectifuges personnels*. Accessible au : <http://www.pmra-arla.gc.ca/francais/pdf/pnotes/deet-f.pdf>. (Consulté le 22-02-2005).
- AGENCE DE RÉGLEMENTATION DE LA LUTTE ANTIPARASITAIRE (ARLA) (2004a). *Réévaluation de l'huile de citronnelle et des composés apparentés pour utilisation comme insectifuge personnel - Projet d'acceptabilité d'homologation continue PACR2004-36*, Santé Canada, pp. 1-38.
- AGENCE DE RÉGLEMENTATION DE LA LUTTE ANTIPARASITAIRE (ARLA) (2004b). Recherche dans le système ÉÉRÉ. Accessible au : <http://eddenet.pmra-arla.gc.ca/francais/4.0/4.0.asp>. (Consulté le 10-22-2004).
- AGENCE DE RÉGLEMENTATION DE LA LUTTE ANTIPARASITAIRE (ARLA) (2002). *P-Menthane-3,8-diol - Projet de décision réglementaire PRDD2002-02*, Santé Canada, pp. 1-18.
- CHEVALIER, P., ST-LAURENT, L., SAMUEL, O., BOLDUC, Daniel. G. (2002). *Larvicides pour contrer la transmission du virus du Nil occidental chez les humains*. Institut national de santé publique du Québec, 40 p.
- GORSE, I., GRÉGOIRE, F., LAVERDIÈRE, C., ROUSSEL, T., SAMUEL, O., ST-LAURENT, L. (2002). *Répertoire des principaux pesticides utilisés au québec*. Les Publications du québec. ISBN 2-551-16754-X
- HADDAD, L. M., SHANNON, M. W., WINCHESTER, J. F. (1998). *Section F : Pesticides. The organophosphates and other insecticides*. Dans : *Clinical management of poisoning and drug overdose*, 3rd edition, pp. 836-844.
- MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX (MSSS) (2005). *Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental 2005*, Gouvernement du QUÉbec, 17 p.
- NATIONAL PESTICIDE TELECOMMUNICATIONS NETWORK (NPTN) (2000). *DEET (General Fact Sheet)*. Document préparé pour U.S. Environmental Protection Agency. United States. 4 p.

NATIONAL PESTICIDE TELECOMMUNICATIONS NETWORK (NPTN) (1998). *Pyrethrins & Pyrethroids (General Fact Sheet)*. Document préparé pour U.S. Environmental Protection Agency. United States. 4 p.

SAMUEL, O., CARRIER, G., LEFEBVRE, B. (2006). *Critères d'une intoxication et d'une exposition significative aux insecticides organophosphorés et carbamates*. Institut national de santé publique du Québec, En révision.

SAMUEL, O., SAINT-LAURENT, L. (2005). *Profil toxicologique des insecticides retenus pour le contrôle des insectes adultes impliqués dans la transmission du virus du Nil occidental au Québec*. Direction toxicologie humaine et Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels, Institut national de santé publique du Québec, 76 p.

SAMUEL, O., SAINT-LAURENT, L. (2000). *Avis préliminaire concernant le choix d'un adulecticide pour le contrôle des insectes afin de contrer la transmission du virus du Nil occidental au Québec*. Centre d'expertise en toxicologie humaine, Institut national de santé publique du Québec. 18 p.

SANFAÇON, G., SCHNEBELEN, M., LESSARD, S. (2002). *Protection personnelle pour contrer la transmission du virus du Nil occidental chez les humains*. Institut national de santé publique du Québec. 90 p.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA) (2005). *P-Menthane-3,8-diol (011550) biopesticide registration eligibility document*. Accessible au :
http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/ingredients/tech_docs/tech_011550.htm.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA) (1998). *Reregistration Eligibility Decision (RED) DEET EPA738-R-98-010*, 118 p.

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

ANNEXE 1

**PROPOSITION DE RECOMMANDATIONS À FAIRE À LA
POPULATION AVANT LES APPLICATIONS D'ADULTICIDES
POUR LE CONTRÔLE DU VIRUS DU NIL OCCIDENTAL**

Annexe 1 : Proposition de recommandations à faire à la population avant les applications d'adulticides pour le contrôle du virus du Nil occidental

Public en général

- Demeurer à l'intérieur des lieux d'habitation pendant la durée complète des opérations et dans la mesure du possible, limiter au maximum les déplacements dans la zone traitée pendant l'heure qui suivra les applications d'adulticides. Cette mesure vise principalement à limiter les risques d'exposition par voie respiratoire. Il ne faut pas négliger le fait que des expositions cutanées sont possibles sur une plus longue période. Il est donc recommandé de ne pas se promener pieds nus sur les terrains arrosés pendant au moins 12 à 24 h pour éviter le plus possible l'exposition cutanée à ces substances. Dans la même optique, il est aussi conseillé d'éviter les contacts directs avec la peau des autres parties corporelles et le cas échéant, de toujours bien se laver la peau avec de l'eau et du savon. Les vêtements contaminés devraient aussi être lavés suite à une telle exposition. Une attention plus particulière devrait être portée aux jeunes enfants.
- Dans la mesure du possible, ranger les jouets et tous les outils se trouvant à l'extérieur dans un bâtiment fermé (ex. : cabanon, sous-sol).
- Recouvrir les piscines, les carrés de sable et les jardins d'une toile facilement lavable. Cette dernière devrait être lavée à grande eau après l'expiration du délai sécuritaire recommandé.
- Éviter de laisser les animaux domestiques à l'extérieur lors des applications et au cours des 12 heures suivant celles-ci.
- Si des personnes se trouvent à l'extérieur pendant les opérations, qu'elles sont exposées et qu'elles présentent des problèmes de santé, elles devront communiquer avec le **Centre antipoison du Québec ou se diriger à l'hôpital le plus proche.**

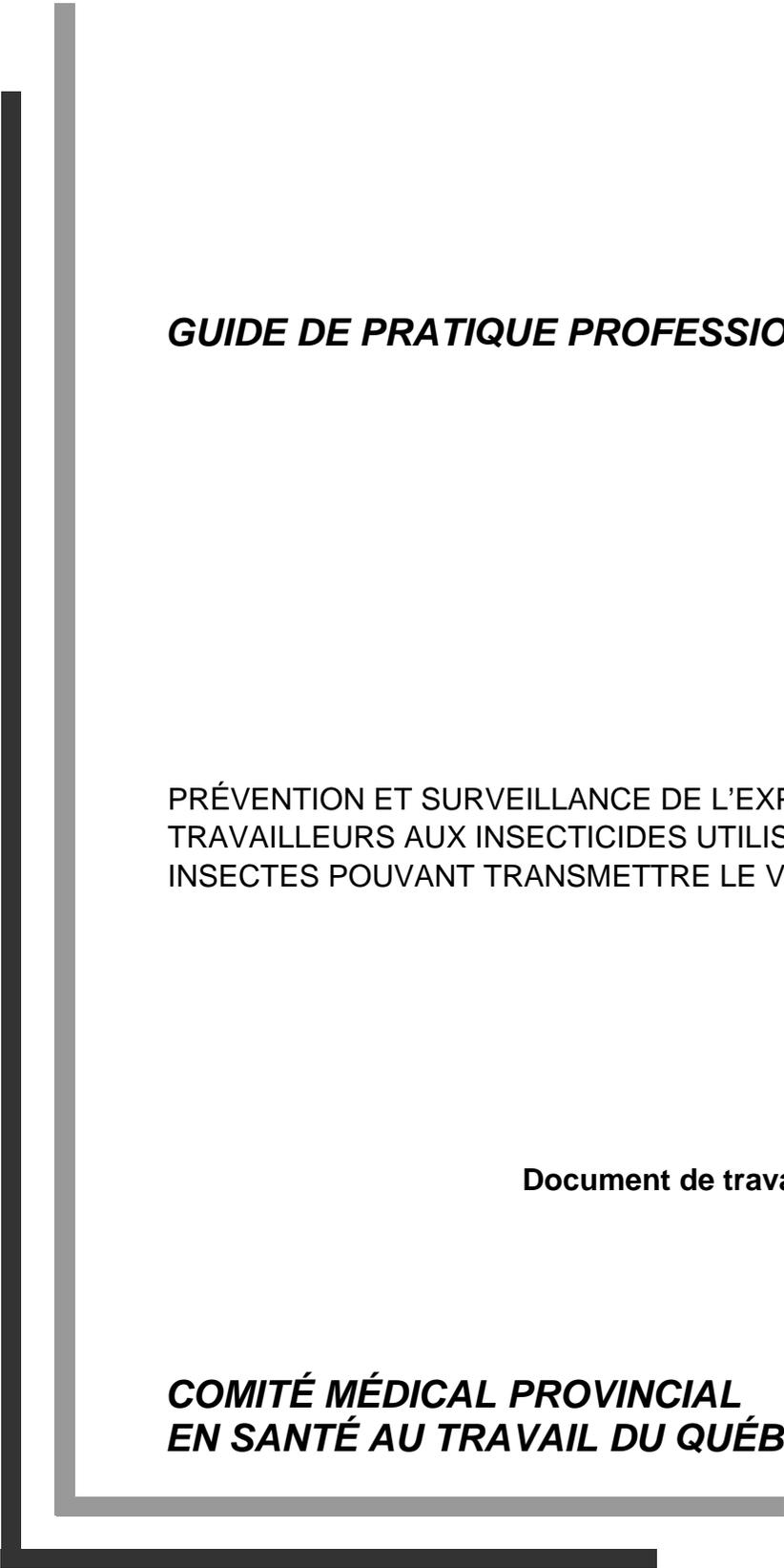
Travailleurs affectés aux applications d'insecticides

Il est très important que ces personnes soient bien informées sur ces substances, leurs propriétés, les effets toxiques et les mesures à prendre pour se protéger. Cette formation doit être faite avant que ne commencent les opérations par du personnel qualifié.

Si malgré les mesures préventives et le port de vêtements de protection individuelle, il survient des niveaux d'exposition suffisants pour que les travailleurs présentent des problèmes de santé, ceux-ci devront communiquer avec le **Centre antipoison du Québec ou se diriger à l'hôpital le plus proche.**

ANNEXE 2

GUIDE DE PRATIQUE PROFESSIONNELLE



GUIDE DE PRATIQUE PROFESSIONNELLE

PRÉVENTION ET SURVEILLANCE DE L'EXPOSITION DES
TRAVAILLEURS AUX INSECTICIDES UTILISÉS POUR CONTRÔLER LES
INSECTES POUVANT TRANSMETTRE LE VIRUS DU NIL OCCIDENTAL

Document de travail pour adoption en juin 2006

***COMITÉ MÉDICAL PROVINCIAL
EN SANTÉ AU TRAVAIL DU QUÉBEC***

PRÉAMBULE

Ce guide de pratique a été développé par Onil Samuel, conseiller scientifique en toxicologie humaine à la Direction de toxicologie humaine de l'Institut national de santé publique du Québec et Bernard Pouliot, médecin conseil à la Direction de santé publique Bas-Saint-Laurent. Les auteurs ont bénéficié des commentaires de France Lussier, Suzanne Brisson, Robert Plante, Jean-Pierre Bergeron et Luc Bherer, tous membres du Comité médical provincial en santé au travail du Québec.

Un tel guide de pratique professionnelle représente le consensus qu'ont développé les médecins-conseils en santé au travail de toutes les régions du Québec à partir des connaissances scientifiques actuellement disponibles. À ce titre, il ne crée pas une obligation pour les médecins responsables mais il constitue un appui à leur pratique; de plus, l'application de ces recommandations et des conclusions doit être pondérée selon le jugement des médecins responsables.

1 INTRODUCTION

Le virus du Nil occidental (VNO) a fait son apparition au Québec à l'été 2002. Sa présence fut confirmée par l'apparition d'oiseaux et d'insectes positifs ainsi que de cas humains.

Même si l'impact épidémiologique de ce virus est encore peu documenté, il apparaît que les effets potentiels sur la santé de certaines personnes touchées pourraient être très importants et dans ce contexte, certaines mesures d'atténuation sont envisagées dont le contrôle des insectes piqueurs avec des insecticides. Il va de soi qu'une priorité sera accordée à l'utilisation de larvicides qui offrent généralement une grande innocuité. Toutefois, dans l'éventualité où une situation épidémiologique le nécessiterait, il faut aussi envisager l'utilisation terrestre et/ou aérienne d'adulticides. Or, l'utilisation de ces pesticides de synthèse n'est pas exempte de risques pour les travailleurs. L'expérience américaine démontre que, pour assurer un contrôle efficace des insectes adultes, les applications d'adulticides doivent être répétées régulièrement et sur une assez longue période. Dans le cas, par exemple, où des insecticides organophosphorés seraient utilisés, il y a un risque de cumul des effets physiologiques en raison du recouvrement très lent des cholinestérases qui peuvent être inhibés si les travailleurs sont exposés de façon significative. Ceci implique que des mesures préventives et de surveillance de l'exposition des travailleurs qui pourront être affectés aux tâches d'application de pesticides devront être planifiées.

Il va de soi que les efforts en matière de prévention doivent principalement être consentis pour s'assurer du respect du contexte général de pratiques sécuritaires de travail avec des pesticides. Ainsi, il faudra s'assurer, par exemple, du port d'équipements de protection individuels (EPI) efficaces et adaptés, du respect de certaines pratiques d'hygiène personnelle, de la décontamination des EPI et des équipements d'application, de saines pratiques d'entreposage et de transport des produits, etc. Le contexte de la surveillance de l'exposition et les recommandations qui sont présentées dans le présent document visent, d'une part, à prévenir des intoxications potentielles mais, surtout, à contrôler l'efficacité des pratiques sécuritaires de travail et à permettre des ajustements s'il y a lieu.

2 PESTICIDES QUI POURRAIENT POTENTIELLEMENT ÊTRE UTILISÉS

Les activités potentielles d'application de pesticides sont de deux types : les traitements terrestres avec des larvicides et les traitements terrestres et/ou aériens avec des adulticides. Dans le premier cas, deux insecticides biologiques, le *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) et le *Bacillus sphaericus* (*Bsph*) sont principalement utilisés dans les gîtes à découvert alors que le méthoprène, un régulateur de croissance, est utilisé dans les puisards des systèmes d'égouts des villes. Dans le second cas, bien qu'il existe plusieurs produits potentiels, quatre principaux insecticides pourraient vraisemblablement être utilisés soit deux pyréthrinoïdes (resméthrine et *d-trans-alléthrine*), les pyréthrines et un organophosphoré (malathion). Il est important de préciser que, parmi les adulticides retenus, seul le malathion

est actuellement homologué pour des applications aériennes et que c'est probablement celui-ci qui serait utilisé si une campagne d'application aérienne devait avoir lieu au Québec.

3 MESURES PRÉVENTIVES

Tous les pesticides peuvent être toxiques à différents degrés et leur manipulation doit donc se faire dans le respect de certaines mesures préventives. Une revue des effets toxiques des adulticides a par ailleurs été rédigée dans le cadre des activités concernant le contrôle du VNO (Samuel et St-Laurent, 2005).

Un document, préparé par un sous-comité du Comité médical provincial en santé au travail du Québec en collaboration avec des professionnels de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) et de l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité au travail (IRSST) (Pouliot *et al.*, 2003), pourrait être d'une grande utilité dans la planification des activités de prévention. On peut y retrouver de nombreuses informations sur les risques à la santé des pesticides, les mesures préventives et la surveillance de l'exposition. Ce document réfère aussi à différentes sources d'information dont plusieurs guides de bonnes pratiques traitant de prévention avec les pesticides.

4 MESURE DE L'EXPOSITION DES TRAVAILLEURS

La surveillance biologique de l'exposition est une méthode normalement utilisée pour évaluer l'exposition globale à un pesticide et à ses produits de dégradation. Cette approche a l'avantage de tenir compte de l'ensemble des voies d'exposition. Comme l'exposition aux pesticides se fait généralement principalement par voie cutanée, la surveillance biologique devrait nous permettre de mesurer des expositions qui seraient probablement indécélables par les méthodes traditionnelles de surveillance environnementale. Par ailleurs, comme cette approche consiste à mesurer les pesticides et/ou ses métabolites ou un effet (ex. : activités cholinestérasiques) dans un fluide biologique, elle offre de nombreux avantages logistiques comparativement à la surveillance environnementale. Par contre, cette même approche possède aussi certaines limites qui rendent parfois difficile l'interprétation des résultats. Ainsi, selon le niveau de connaissances sur la pharmacocinétique du produit et la disponibilité de valeurs de référence fiables, l'évaluation de l'exposition aura une portée soit quantitative, soit qualitative. Lorsque la relation dose/effet est bien documentée, la surveillance biologique permet normalement de prévenir les effets sur la santé. Cependant, lorsqu'aucune valeur de référence n'est disponible, la mesure biologique ne sera utile que pour confirmer l'absorption d'un produit. Ce constat a toute son importance dans la décision de mettre sur pied des activités de surveillance biologique ou non.

4.1 BACILLUS THURINGIENSIS VAR. ISRAELENSIS

Le *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* (*Bti*) est un des deux produits qui peut être utilisé comme larvicide. Tel que démontré dans le document de support de Chevalier *et al.* (2002), le *Bti* est très sécuritaire.

L'Institut national de santé publique du Québec (Laboratoire de santé publique du Québec) opérait, jusqu'en décembre 2000, un programme de surveillance des infections à *Bacillus thuringiensis* en collaboration avec l'Institut de recherche en biotechnologie (IRB). Ce programme avait été mis sur pied en janvier 1996 afin de s'assurer de l'innocuité du *Bt* subsp. *israelensis* pour la population humaine. Tous les centres hospitaliers étaient sollicités pour faire parvenir au LSPQ les souches de *Bacillus* présumées *cereus* isolées de sites normalement stériles dans leurs laboratoires. Les souches reçues au LSPQ étaient soumises à une caractérisation phénotypique à l'aide d'épreuves biochimiques conventionnelles tel que décrit par les *Centers for Disease Control and Prevention* à Atlanta. La caractérisation moléculaire était réalisée à l'IRB. Une évaluation des cinq années du programme indique que sur un nombre de 89 échantillons analysés entre 1996 et décembre 2000, aucun n'a été identifié comme positif au *Bti* alors que 3 l'ont été pour la subsp. *kurstaki*.

En tenant compte de la très faible toxicité du *Bti* et des résultats obtenus par le programme de surveillance sur une période de cinq ans, aucun programme spécifique de surveillance des infections au *Bti* n'est recommandé.

4.2 BACILLUS SPHAERICUS

Les études toxicologiques réalisées dans le cadre d'une demande d'homologation de différentes formulations commerciales (*VectoLex*) à base de *Bacillus sphaericus* (*Bsph*) souche 2362, indiquent que celles-ci sont généralement faiblement toxiques pour les rats et ce, tant pour les voies orale ou intraveineuse que par inhalation. Toutes les formulations sont irritantes, à divers degrés, pour la peau et les yeux. Par ailleurs, les différentes formulations doivent être considérées comme des agents sensibilisateurs car tous les micro-organismes, y compris la souche 2362 de *Bsph*, contiennent des substances qui peuvent déclencher une réaction allergique positive chez les animaux expérimentaux. La documentation scientifique n'indique pas un potentiel génotoxique ou de perturbation endocrinienne pour la souche 2362 de *Bsph* présente dans les formulations commerciales *VectoLex WDG*, *VectoLex CG* ou *VectoLex WSP*. L'ARLA considère qu'aucun des produits de formulation utilisés pour la fabrication de la *VectoLex Technical Powder* et des préparations commerciales ne présente de risque de toxicité (ARLA, 2006). Il est important de préciser que des études supplémentaires ont été requises par l'ARLA, notamment pour déterminer le profil distinct d'élimination du microorganisme.

Compte tenu de la faible toxicité de ce larvicide, aucun programme spécifique de surveillance des infections au *Bsph* n'est recommandé. Toutefois, il apparaît important de surveiller les réactions d'hypersensibilité au *Bsph*.

4.3 MÉTHOPRÈNE

Cette substance est considérée comme faiblement toxique par ingestion ou par inhalation et légèrement toxique par contact cutané. Aucun effet toxique n'a été noté lors d'exposition chez l'humain. Il n'existe aucune donnée concernant la surveillance biologique de l'exposition au méthoprène dans la littérature scientifique. Il est donc impossible d'envisager des activités de surveillance biologique pour ce produit. Une priorité devra donc être accordée aux activités de formation des travailleurs.

4.4 MALATHION

Le malathion fait partie du groupe chimique des organophosphorés qui ont comme principale caractéristique de pouvoir inhiber les cholinestérasés du cerveau, les pseudocholinestérasés (Ches-P) et les cholinestérasés érythrocytaires (Aches-Er). Comme la récupération de ces estérasés peut être très lente, dans le cas d'une exposition à ces insecticides, un cumul des effets peut être observé lors d'expositions multiples réparties sur plusieurs jours.

Il est possible de mesurer la réponse physiologique d'une exposition unique ou multiple au malathion par la mesure de l'activité des cholinestérasés. Par ailleurs, il est aussi possible d'évaluer l'exposition récente à ce produit par la mesure de ses principaux métabolites. L'utilisation conjointe de ces deux mesures peut nous donner suffisamment d'information pour prévenir une intoxication et pour apprécier l'efficacité des mesures préventives.

Comme l'interprétation de l'activité cholinestérasique doit se faire en comparant la variation individuelle de cette activité, ce qui implique de connaître le niveau normal de ces estérasés avant l'exposition, il est impératif de déterminer des taux de base individuels avant toute exposition à ces produits. Il peut être facile de planifier un tel exercice lorsque les travailleurs sont connus à l'avance mais certains problèmes de logistique peuvent être rencontrés si l'identification des travailleurs est faite à la dernière minute. La firme responsable des opérations devrait donc avoir un rôle à jouer dans l'identification préalable des travailleurs potentiels dans les différentes régions.

En ce qui concerne la mesure des métabolites urinaires du malathion, elle peut permettre de vérifier l'efficacité des mesures préventives mises en place pour les activités d'application de pesticides. Par ailleurs, il est aussi possible d'utiliser la mesure des métabolites urinaires du malathion pour prévenir les effets sur la santé. Cette approche implique toutefois de devoir prélever toutes les mictions des travailleurs sur une période de 24 heures afin de pouvoir estimer avec une assez grande certitude la dose absorbée. Il est alors possible de faire des comparaisons avec la dose de référence chronique pour estimer les risques à long terme. Dans un contexte opérationnel, il est souvent difficile de pouvoir faire un tel exercice qui se prête davantage à la recherche. En ce qui concerne les risques aigus, Bouchard *et al.* (2003)

ont récemment proposé une dose de référence extrapolée à partir d'une dose sans effet chez l'humain, mais l'approche proposée nécessite préférablement le prélèvement des mictions totales pendant 24 heures. Si cette technique exploratoire pourrait éventuellement être utilisée dans les cas où il serait impossible de déterminer les taux de base des cholinestérases chez certains travailleurs, il demeure que cette dernière méthode est à privilégier car elle est déjà bien validée.

En raison des considérations précédentes et des risques de toxicité cumulative possible pour les organophosphorés, il est principalement recommandé de planifier des activités de surveillance biologique des travailleurs exposés au malathion en mesurant l'activité des cholinestérases.

4.5 PYRÉTHRINOÏDES ET PYRÉTHRINES (RESMÉTHRINE, D-TRANS-ALLÉTHRINE ET PYRÉTHRINES)

Il est possible de mesurer les métabolites urinaires des pyréthrinés et des pyréthrinoïdes qui peuvent nous permettre de vérifier l'efficacité des mesures préventives mises en place pour les activités d'applications de pesticides, mais en l'absence de valeurs de référence pour des expositions à court terme, ces mesures sont peu utiles pour prévenir les effets sur la santé. Tant pour les travailleurs que pour la population, la mesure des métabolites urinaires permettrait toutefois de confirmer l'absorption de ces produits chez des personnes pour lesquelles une intoxication est soupçonnée. Toutefois, comme ces insecticides possèdent une faible toxicité et qu'ils ne produisent généralement que peu d'effets systémiques, il n'apparaît pas pertinent à la lumière des connaissances actuelles d'envisager des activités de surveillance biologique pour ces produits.

5 RECOMMANDATIONS CONCERNANT LA SURVEILLANCE DE L'EXPOSITION DES TRAVAILLEURS

Le seul produit pour lequel il existe un indicateur biologique suffisamment fiable et validé est le malathion. En effet, un indice biologique d'exposition a été proposé par l'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)* (2002) pour les inhibiteurs de cholinestérases organophosphorés. Selon les informations disponibles à ce jour, c'est aussi le seul insecticide qui pourrait éventuellement être utilisé pour des applications aériennes. Par ailleurs, comme c'est le pesticide pour lequel les risques liés à l'exposition sont probablement les plus élevés, les efforts de surveillance devraient principalement être investis pour ce produit.

5.1 MESURE DE L'EXPOSITION AUX INSECTICIDES ORGANOPHOSPHORÉS (MALATHION)

Traditionnellement, on a eu tendance à privilégier la mesure des Aches-Er car celles-ci sont considérées comme plus spécifiques. Il s'agit en effet de la même enzyme que celle retrouvée au niveau du système nerveux. Toutefois, comme le malathion inhibe préférentiellement les Ches-P (Gallo et Lawryk, 1991), il est conseillé de mesurer les deux enzymes dans le cas de ce produit. Une diminution de l'activité des Ches-P reflèterait une exposition récente, légère à modérée, alors qu'une diminution des Aches-Er serait consécutive à une exposition continue, légère à modérée, ou à une exposition unique plus importante (Gallo et Lawryk, 1991).

L'activité de surveillance recommandée consiste à mesurer l'activité des deux types de cholinestérases chez les travailleurs et devrait être effectuée en respectant les étapes suivantes :

- Avant le début de la saison d'application, des mesures de l'activité des Ches-P et des Aches-Er devraient être effectuées chez tous les travailleurs qui auront à manipuler fréquemment du malathion. Il est nécessaire que les travailleurs n'aient pas été en contact avec ces insecticides depuis au moins 30 jours. Comme les risques doivent être interprétés en rapport avec la variation des niveaux de cholinestérases d'un individu par rapport à son niveau normal en l'absence d'exposition, ces mesures serviront à établir le niveau de base de chaque individu. Idéalement, et ce pour les deux enzymes, deux mesures devront être effectuées à un intervalle de quelques jours (plus de 72 heures mais moins de 14 jours). La moyenne des deux valeurs servira à établir le niveau de base du travailleur. Dans l'éventualité où l'écart entre les deux mesures serait de plus de 15 %, une troisième mesure devra être faite. La moyenne des deux valeurs les plus proches sera alors utilisée pour établir le vrai niveau de base du travailleur.
- À défaut de respecter cette procédure recommandée, il est quand même acceptable d'en effectuer une seule.
- Certains travailleurs ayant une déficience congénitale en cholinestérases peuvent présenter un niveau d'activité des pseudocholinestérases anormalement bas. Il faudra donc s'assurer que ceux-ci puissent toujours travailler avec des insecticides dans des conditions très sécuritaires.
- Il est important que les analyses soient toujours faites par le même laboratoire afin d'éviter les erreurs d'interprétation liées aux variations interlaboratoires. Il faudra contacter l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité au travail (IRSST) pour connaître la procédure à suivre pour faire effectuer les analyses. Il faut souligner que l'IRSST ne fait normalement analyser que les Aches-Er. Il faudra donc spécifier que la demande concerne aussi les Ches-P. Normalement, c'est le laboratoire de biochimie de l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont qui effectue les analyses pour l'IRSST et celui-ci est en mesure d'effectuer les deux types d'analyses.

- S'il devait y avoir des applications de malathion au cours de l'été, et ce pour tous les travailleurs qui manipulent le produit pendant des périodes consécutives de trois jours ou plus de façon régulière et répétée, des mesures des niveaux des Ache-Er et des Ches-P peuvent être effectuées à la fin de chaque semaine de travail pendant les deux premières semaines d'utilisation. De telles mesures devraient également être effectuées lorsque des activités de contrôle rapprochées mais non consécutives (entre 3 et 10 jours) sont nécessaires en raison de la présence d'un foyer isolé. Si les résultats ne démontrent pas d'inhibition significative des niveaux de cholinestérases et qu'aucune détérioration des conditions de travail n'est signalée, les prélèvements pourront alors être effectués une fois par mois ou selon les recommandations du médecin responsable qui jugera de l'importance de faire ces prélèvements en fonction de la fréquence d'utilisation. Tout travailleur pour qui une diminution de l'activité des cholinestérases aura été jugée anormale par le médecin responsable devra être retiré de sa tâche habituelle et assigné à une nouvelle tâche jusqu'à ce qu'une récupération suffisante des estérases ait été observée. Il est conseillé d'effectuer des mesures aux deux semaines pour vérifier l'atteinte du seuil de réintégration recommandé qui est de 80 % et plus du niveau de base.
- L'ACGIH (2002) propose une diminution de 30 % (70 % de l'activité restante par rapport au taux de base individuel) des cholinestérases érythrocytaires comme indice biologique d'exposition. Le tableau suivant présente la signification des différents niveaux d'inhibition des Ches-P et des Ache-Er par les organophosphorés et la marche à suivre pour chacun de ces niveaux d'inhibition.

5.2 PROTOCOLE DE PRÉLÈVEMENT POUR LA MESURE DE L'ACTIVITÉ DES CHOLINESTÉRASES

Les prélèvements sanguins devront être faits par une personne compétente (infirmière autorisée).

Les prélèvements sanguins devront être faits avec le matériel recommandé par le Centre de toxicologie du Québec/INSPQ et/ou par l'IRSST.

Comme il est préférable de mesurer les cholinestérases érythrocytaires et les pseudocholinestérases, deux prélèvements devront être faits dans des tubes différents.

Signification des niveaux d'inhibition des Ches-P et des Ache-Er Marche à suivre pour chacun de ces niveaux

	Niveaux d'activité pour lesquels une exposition aux OP ne peut être démontrée	Niveaux d'activité démontrant une exposition légère	Niveaux d'activité démontrant une exposition importante	Niveaux d'activité démontrant une exposition suffisante pour induire des signes cliniques et symptômes d'intoxication
Ches-P (% du niveau de base)	Variable	Variable	≤ 50 %	Variable
Aches-Er (% du niveau de base)	> 80 %	> 70 % à ≤ 80 %	≤ 70 %	≤ 50 – 70 %
	Ces niveaux enzymatiques peuvent être dus simplement à la variation intra-individuelle ou à une erreur de mesure.	Indiquent une exposition certaine aux Ops et reflètent probablement de mauvaises mesures préventives. ACTION : Révision et amélioration des mesures préventives.	Niveaux enzymatiques « à risque » pour la santé des gens. ACTION : Retirer immédiatement l'individu jusqu'à ce que ses niveaux d'activité enzymatique redeviennent normaux (80 % et plus du taux de base). Réviser et améliorer les mesures préventives.	Niveau d'activité « seuil » moyen auquel les intoxications deviennent symptomatiques. ACTION : Idem à celles posées lors d'une exposition importante. Il peut être nécessaire de traiter le patient.

Source : Adapté de Carrier, 1997

Pour l'analyse des pseudo cholinestérasés :

- Prélever 3 mL de sang dans un tube sans anticoagulant (bouchon brique).
- Centrifuger le sang total (non hémolysé) et transférer le sérum dans un autre tube dès que possible.
- Identifier le tube avec une étiquette autocollante.
- Il est préférable de congeler l'échantillon à moins que celui-ci soit acheminé au laboratoire la journée même. Dans ce dernier cas, il faut garder l'échantillon au frais (4 °C) et le maintenir à cette température (glace ou Ice pak®).
- Faire parvenir l'échantillon au laboratoire de biochimie déterminé dans les meilleurs délais (24 heures).

Pour l'analyse des cholinestérases érythrocytaires :

- Prélever 10 mL de sang dans un tube contenant un anticoagulant (héparine de lithium ou de sodium) (bouchon vert).
- Identifier le tube avec une étiquette autocollante ayant le même numéro que le prélèvement de sérum.
- Refroidir à 4 °C et maintenir à cette température. **Ce prélèvement ne devra pas être centrifugé ou congelé afin de ne pas briser les érythrocytes.**
- Faire parvenir l'échantillon au laboratoire de biochimie déterminé dans les meilleurs délais (24 heures).

6 CONCLUSION

Bien qu'il soit envisagé d'utiliser les adulticides qu'en dernier recours, la possibilité que ces produits soient utilisés est réelle et il est important de planifier différentes activités de prévention et de surveillance pour les travailleurs. Ceci est d'autant plus important pour l'utilisation de pesticides organophosphorés pour lesquels un cumul des effets occasionnés par l'exposition est possible.

Il importe prioritairement de s'assurer que les travaux seront faits dans le respect des pratiques sécuritaires d'usage pour ce type de tâches. Par ailleurs, comme il est possible que le problème lié au VNO puisse durer plusieurs années, les activités de surveillance pourront permettre, en plus de prévenir des cas d'intoxication, de réajuster le tir en matière de prévention.

7 RÉFÉRENCES

- AGENCE DE RÉGLEMENTATION DE LA LUTTE ANTIPARASITAIRE (ARLA) (2006).
Bacillus sphaericus souche 2362 - Note réglementaire REG2006-02, Santé Canada,
pp. 1-52.
- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH)
(2002). *Threshold Limit Values for chemical Substances and Physical Agents and
Biological Exposure Indices*. pp. 88.
- BOUCHARD, M., GOSSELIN, N.H., BRUNET, R.C., SAMUEL, O., DUMOULIN, M.J.,
CARRIER, G. (2003). A toxicokinetic Model of Malathion and its Metabolites as a tool
to Assess Human Expo-sure and Risk trough Measurements of Urinary Biomarkers.
Toxicological Sciences, 73, 182-194.
- CARRIER, M.A. (1997). *Composés organophosphorés*. Régie régionale de la santé et des
services sociaux de la Montérégie. 92 p.
- CHEVALIER, P., ST-LAURENT, L., SAMUEL, O., BOLDUC, D. (2002). *Larvicides pour
contrer la transmission du virus du Nil accidental chez les humains*. Institut national
de santé publique du Québec. 46 p.
- GALLO, M.A., LAWRYK, N.J. (1991). *Organic phosphorus pesticides*, chap. 16 in :
Handbook of pesticides toxicology, vol. 2, Hayes W.J., Laws E.R. ed. Academic Press
Inc, San Diego.
- POULIOT, B., BRETON, R., DUMONT, P., GINGRAS, B., SAMUEL, O., TURCOT, A.,
TRUCHON, G. (2003). *Guide de prévention et de surveillance des travailleurs
exposés aux pesticides*. Comité médical provincial en santé au travail.
- SAMUEL, O., ST-LAURENT, L. (2005). *Profil toxicologique des insecticides retenus pour le
contrôle des insectes adultes impliqués dans la transmission du virus du Nil
occidental au Québec*. Direction de la toxicologie humaine et Direction risques
biologiques, environnementaux et occupationnels. Institut national de santé publique
du Québec, 76 p.

ANNEXE 3

PROPOSITION DE MÉMORENDUM AU PERSONNEL DES SERVICES D'URGENCE, DES CLINIQUES MÉDICALES ET INFO-SANTÉ

Annexe 3 : Proposition de mémorandum au personnel des services d'urgence, des cliniques médicales et info-santé

Objet : Surveillance de l'exposition à des insectifuges, des insecticides d'usage domestique ou commercial utilisés pour contrôler le virus du Nil occidental

Le virus du Nil occidental (VNO) se transmet par piqûre de moustiques. En l'absence de vaccin ou de traitement curatif pour les infections causées par le VNO, il faut agir sur le cycle de transmission du virus.

Les activités de prévention ou de protection comportent diverses stratégies dont l'utilisation d'insecticides (larvicides et adulticides) qui visent à détruire les vecteurs eux-mêmes et l'utilisation d'insectifuges homologués pour la protection personnelle. Le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) ou la direction de santé publique (DSP) concernée vient de prendre la décision d'appliquer dans votre région, dans la ville _____, dans le quartier _____ l'insecticide _____.

Si le *Bti*, le *Bsph* ou le méthoprène ont été appliqués, ceux-ci ne causent généralement pas de symptômes spécifiques. Toutefois, des cas de sensibilisation sont toujours possibles pour le *Bsp* et dans une moindre mesure le *Bti*. Si des malaises sont rapportés par un individu qui les associe aux applications de ces larvicides, nous vous serions reconnaissants de bien vérifier les circonstances d'exposition (où, quand, durée, action) pour vérifier la plausibilité du lien de cause à effet entre les malaises et l'application de ces insecticides dans le cadre du contrôle du VNO. La même situation se présentera si un insecticide contenant de la *d-trans*-alléthrine, des pyréthrine ou de la resméthrine est appliqué, car ils ne produisent pas de symptômes spécifiques connus mis à part la possibilité de paresthésie. Toutefois, si l'insecticide est du malathion, les personnes exposées peuvent présenter des symptômes plus caractéristiques. En effet, le malathion fait partie de la classe des organophosphorés dont le principe d'action est caractérisé par le potentiel de ces produits à inhiber les cholinestérasés du cerveau, les pseudo-cholinestérasés et les cholinestérasés érythrocytaires. Lors d'une exposition significative au malathion, l'un ou l'autre des symptômes décrits dans le tableau suivant peut être rencontré :

Degré de gravité de l'intoxication	Symptômes
Léger	Fatigue, paresthésie, miosis, céphalée, diaphorèse, nausée, vomissement, diarrhée, douleur abdominale, sibilances (weezing)
Modéré	Faiblesse, ataxie, altération du niveau de conscience, trouble d'élocution, fasciculations musculaires, fièvre, accroissement de sécrétions bronchiques, hypertension
Sévère	Inconscience, paralysie, perte de réflexe pupillaire, cyanose, œdème pulmonaire, hypotension

Tous les cas pour lesquels une relation de cause à effet entre les malaises et l'application de ces insecticides dans le cadre du contrôle du VNO peut être établie devraient être déclarés à la Direction de santé publique de la région concernée en complétant le formulaire MADO (maladie à déclaration obligatoire). Il serait aussi important de communiquer avec le Centre antipoison du Québec au 1-800-463-5060 pour signaler le cas et au besoin obtenir les renseignements nécessaires au traitement de celui-ci. De plus, la population a été informée de se protéger contre les piqûres de moustiques en utilisant un insectifuge à base de DEET. Certaines personnes pourront avoir des réactions suite à son utilisation. Vous êtes priés de communiquer aussi ces cas.

Pour le personnel affecté à la réponse téléphonique des Info-santé, il est possible que des personnes vous appellent pour obtenir des informations relativement à la consommation d'aliments susceptibles d'avoir été contaminés par le pesticide appliqué, vous pourrez les référer au centre d'information du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) au numéro :

1-800-463-5023

Ce service est disponible du lundi au vendredi de 8 h 30 à 16 h 30. En dehors de ces heures, un répondeur enregistre les messages et une personne les vérifie régulièrement et avertit la personne de garde s'il s'agit d'une urgence.

Pour les questions qui portent sur l'eau potable, vous pouvez vous référer au document fourni par votre direction de la santé publique (DSP), secteur santé environnementale ou votre intervenant communiquera directement avec eux.

SVP ne pas référer directement le public à votre DSP.

ANNEXE 4

**PROPOSITION DE MEMORENDUM AU
CENTRE ANTIPOISON DU QUÉBEC**

Annexe 4 : Proposition de memorandum au Centre antipoison du Québec

Objet : Surveillance de l'exposition à des insectifuges, des insecticides d'usage domestique ou commercial utilisés pour contrôler le virus du Nil occidental

Le virus du Nil occidental (VNO) se transmet par piqûre de moustiques. En l'absence de vaccin ou de traitement curatif pour les infections causées par le VNO, il faut agir sur le cycle de transmission du virus.

Les activités de prévention et de protection comportent diverses stratégies dont l'utilisation d'insecticides (larvicides et adulticides) qui visent à détruire les vecteurs eux-mêmes et l'utilisation d'insectifuges homologués pour la protection personnelle. De plus, certains individus pourraient choisir de traiter eux-même leur environnement en utilisant des insecticides d'usage domestique. La population a été informée de se protéger contre les piqûres de moustiques en utilisant un insectifuge à base de DEET (voir texte ci-joint). Le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) ou la direction de santé publique (DSP) concernée vient de prendre la décision d'appliquer dans la région _____ dans la ville _____, dans le quartier _____ l'insecticide _____.

La population a aussi été avisée de contacter le Centre antipoison du Québec (CAPQ) advenant la présence de malaises ou symptômes à la suite de l'application de ces produits. Nous vous serions reconnaissants de bien vérifier les circonstances d'exposition (où, quand, durée, action) pour vérifier la plausibilité du lien de cause à effet entre les malaises et l'application des pesticides dans le cadre du contrôle du VNO. Vous pourriez utiliser votre formulaire pour recueillir les informations pour chacun des cas portés à votre connaissance, en ajoutant si possible **le code postal** à votre collecte de données.

Si vous jugez que la situation nécessite une intervention immédiate de la direction de la santé publique (DSP), veuillez communiquer aussitôt avec le médecin de garde, selon la procédure habituelle.

Un rapport devrait être transmis au(x) DSP concernée(s) pour ce qui est du (des) cas dénominalisé(s) d'intoxication aux insectifuges ou aux insecticides.

Si des personnes vous appellent pour des informations sur la consommation d'aliments susceptibles d'avoir été contaminés par le pesticide appliqué, vous pourrez les référer au centre d'information du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) au numéro :

1-800-463-5023

Ce service est disponible du lundi au vendredi de 8 h 30 à 16 h 30. En dehors de ces heures, un répondeur enregistre les messages et une personne les vérifie régulièrement et avertit la personne de garde s'il s'agit d'une urgence.

Si les questions portent sur la santé et l'eau potable, vous référererez les personnes à Info-Santé ou au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP).

RECOMMANDATIONS SUR L'UTILISATION DES INSECTIFUGES

Dans l'objectif de prévenir de la façon la plus efficace les piqûres d'insectes tout en minimisant les effets indésirables, il est recommandé :

POUR LES ENFANTS DE PLUS DE 12 ANS ET LES ADULTES :

L'utilisation de DEET en concentration de 30 % ou moins sur les parties du corps non protégées par des vêtements.

POUR LES ENFANTS DE 2 À 12 ANS :

Sur la peau non protégée par les vêtements : DEET à concentration 10 % ou moins, de façon modérée. Pas plus de trois applications par jour. Les produits dont la concentration de DEET est de 10 % offrent une protection d'environ trois heures contre les piqûres d'insectes; ceux qui renferment 5 % de DEET offrent une protection d'environ deux heures.

POUR LES ENFANTS DE 6 MOIS À 2 ANS :

Généralement, il n'est pas recommandé l'utilisation de produits à base de DEET chez les enfants de moins de 2 ans. Toutefois, si l'enfant **doit** être à l'extérieur en présence d'une quantité importante de moustiques, à l'instar de Santé Canada et de la Société canadienne de pédiatrie, nous vous recommandons d'appliquer vous-même avec vos mains, sur la peau non protégée par les vêtements : un produit contenant du DEET à une concentration 10 % ou moins, de façon modérée. Pas plus d'une application par jour. Nettoyer avec de l'eau et du savon le plus tôt possible après la rentrée à l'intérieur. Les produits dont la concentration de DEET est de 10 % offrent une protection d'environ trois heures contre les piqûres d'insectes; ceux qui renferment 5 % de DEET offrent une protection d'environ deux heures.

Il est important de respecter le nombre et la surface d'application car l'usage abusif ou extensif pourrait causer une intoxication chez l'enfant.

Les conseils généraux sur l'utilisation d'insectifuges doivent TOUJOURS être respectés.

ANNEXE 5

PROPOSITION DE GRILLE DE COLLECTE DE DONNÉES POUR LA RÉALISATION DES ENQUÊTES

Annexe 5 : Proposition de grille de collecte de données pour la réalisation des enquêtes

Introduction

Il apparaît important de compiler les données d'enquêtes relatives à des intoxications aux pesticides utilisés dans le but de contrer la propagation du virus du Nil occidental (VNO). La grille proposée vise à faciliter vos enquêtes et les données recueillies pourront éventuellement être utilisées pour réaliser des bilans provinciaux en relation avec ces cas.

Identification de l'événement

Nom du cas index ayant mené à l'enquête :

Adresse :

Rue / appartement :

Ville :

Code postal :

Date de signalement du CAPQ :

Date et heure de l'intoxication ou exposition :

Type de produit présumé :

Confirmation de l'intoxication suite à l'enquête détaillée :

Statut du cas d'intoxication : Confirmé Probable Aucune intoxication

Nombre total d'individus atteints :

Type de pesticide :

Détails : Travailleur affecté à l'application :

Population générale : adulte

enfant

Commentaires sur la raison ayant mené à rejeter le cas :

Détails des circonstances ayant mené à/aux intoxications

Compléter les sections appropriées pour tous les cas d'intoxications ayant mené à l'enquête.

A - CAS DÉCLARÉS DANS LA POPULATION GÉNÉRALE

1) Confirmation de l'exposition

Exposition probable suite à la pulvérisation de pesticides prévue au programme provincial de lutte au VNO :

oui non

Exposition probable suite à une utilisation personnelle de pesticides pour la lutte au VNO :

oui non

Voies d'exposition :

Respiratoire

Contact cutané

Ingestion

Exposition improbable :

Délai trop long entre l'application et les symptômes

Distance trop grande entre la zone d'application et le lieu où se trouvait l'individu

Absence d'application de pesticides dans la zone où se trouvait l'individu

2) Circonstances ayant mené à l'exposition

Adultes

Exposition (inhalation ou contact) accidentelle de la population
(la pulvérisation n'a pas été effectuée dans la zone et/ou aux heures prévues)

Inhalation de pesticides reliée à la présence fortuite de l'individu dans la
zone pulvérisée (individu non avisé de la date et des heures d'application)

Contact cutané non intentionnel avec la végétation ou autres surfaces
(individu non avisé de la date et des heures d'application)

Exposition intentionnelle (non-respect volontaire des consignes)

Ingestion d'eau ou d'aliments contaminés suite à l'application

Enfants

Exposition (inhalation) accidentelle (la pulvérisation n'a pas été effectuée dans la zone et/ou aux heures prévues)

Contact cutané avec la végétation ou autres surfaces (parents ou surveillants non avisés des dates et heures d'application)

Ingestion de sol, végétaux ou autres substances contaminées à l'extérieur de la maison

Ingestion de pesticides présents dans la maison suite à une utilisation personnelle pour le contrôle du VNO

3) Recommandations

Information du public :

Contrôle des applications :

Autres :

B - CAS DÉCLARÉS CHEZ DES TRAVAILLEURS

Confirmation de l'exposition

Exposition probable : oui non

Résultats d'analyse d'urine (si disponible)_____

Résultats d'analyse des cholinestérases (si disponible)_____

Voie d'exposition

Respiratoire

Contact cutané

Ingestion

Exposition improbable

Détails amenant à rejeter la possibilité d'exposition :

Coordonnées de la firme responsable de l'application :

Nom :

Rue :

Ville :

Code postal :

Tél. :

No établissement :

Circonstances ayant mené à l'exposition

1) *Exposition par voie aérienne*

Présence fortuite du travailleur dans la zone pulvérisée sans protection personnelle/manque de coordination entre travailleurs

Déficiences au niveau de la protection respiratoire lors de l'application

Déficiences dans la protection respiratoire lors de la préparation des produits

Pulvérisation accidentelle inappropriée

Expliquer : _____

2) *Exposition par voie cutanée*

Contact cutané non intentionnel du travailleur avec la végétation ou autres surfaces

Contact cutané lors de l'application (déficiences dans la protection personnelle)

Contact accidentel lors de l'application (travailleur qui asperge accidentellement un autre travailleur)

Contact cutané lors de la préparation du produit

Déversement accidentel

Exposition par ingestion

Recommandations :

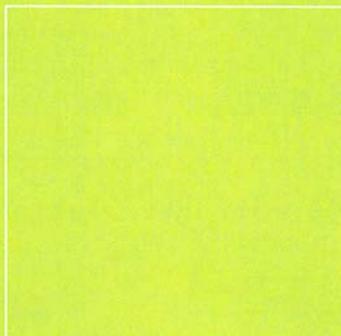
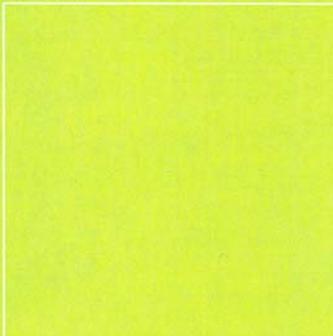
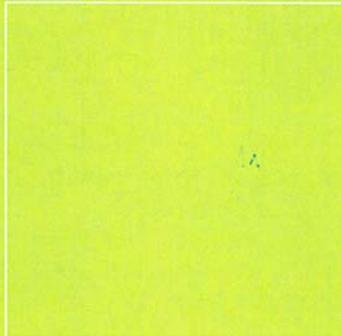
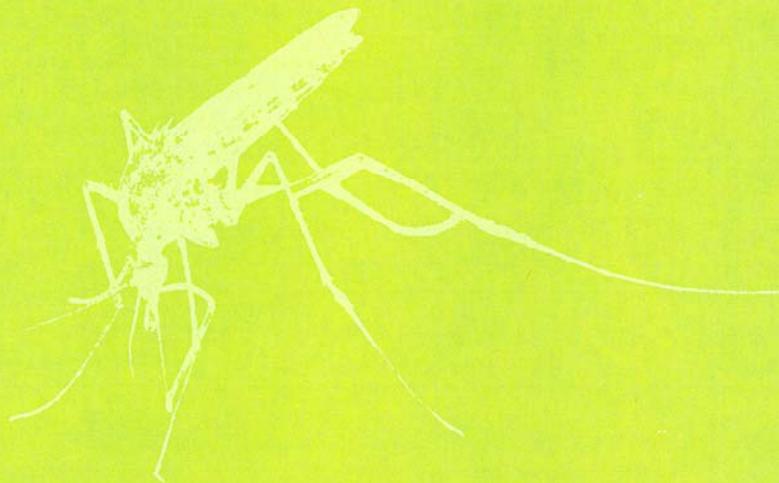
Protection personnelle à améliorer _____

Méthodes de travail/ coordination de l'application à améliorer

Application non conforme aux plans établis (non-respect des zones prévues,
non-respect des horaires planifiés)

Enquête de la CSST : oui non

C - REMARQUES :



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