

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT,
DE LA LUTTE CONTRE
LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES,
DE LA FAUNE ET DES PARCS

LE MINISTÈRE ET LES INSECTES PIQUEURS

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction des matières dangereuses et des pesticides (DMDP) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCCFP.

Renseignements

Téléphone : 418 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)

Télécopieur : 418 646-5974
Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp
Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Pour obtenir un exemplaire du document :

Visitez notre site Web : www.quebec.ca

Dépôt légal – 2022
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-550-93641-1 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec – 2022

Le Ministère et les insectes piqueurs

Mise à jour : février 2022

Contexte

Le Québec constitue un vaste territoire couvert principalement de forêts, de lacs et de rivières. Ces aires naturelles sont favorables à la prolifération de nombreuses espèces d'insectes piqueurs, notamment les simuliés (mouches noires) et les moustiques (maringouins). Alors que les larves de simuliés se développent surtout dans les eaux des déversoirs de lacs et de rapides à fond rocheux, les larves de moustiques pullulent dans les milieux où il y a présence de tourbières, de marais et de marécages ainsi que dans les eaux stagnantes. On ne trouve aucun gîte de développement des larves de moustiques dans les ruisseaux et les rivières.



Ochlerotatus triseriatus

Source : CDC's [Public Health Image Library](#)

Contrairement aux insectes piqueurs de certaines régions où le climat est plus chaud, les insectes d'ici ne présentent qu'un risque très faible de transmission de maladies mortelles aux humains. Toutefois, les insectes piqueurs peuvent incommoder sérieusement de nombreuses personnes (p. ex., les résidents, les travailleurs et les amateurs de plein air). En effet, leurs piqûres peuvent causer de fortes démangeaisons, voire une grave réaction allergique. Certains moustiques peuvent également être vecteurs du virus du Nil occidental, une maladie infectieuse qui peut s'avérer grave dans de très rares cas.

Dans les municipalités, les moustiques sont les insectes piqueurs les plus nuisibles. Leur prolifération résulte de la présence de nombreux sites inondés où l'eau stagne de façon semi-permanente. La plaine de débordement du fleuve Saint-Laurent, ses principaux tributaires et les nombreuses îles qu'on y trouve, de même que les zones résidentielles, industrielles ou agricoles, où le réseau de drainage est inadéquat, sont autant de milieux propices au développement des moustiques.

Les nuisances causées par les insectes piqueurs peuvent amener les municipalités et les établissements touristiques (campings, stations touristiques, etc.) à les contrôler pour faciliter la pratique d'activités quotidiennes.

En raison de la grande distance que peuvent parcourir les insectes adultes en vol, l'usage d'un adulticide, c'est-à-dire un insecticide qui a comme cible l'adulte d'un insecte, n'a qu'une efficacité très limitée dans le temps. Les traitements sont donc axés sur le contrôle des larves (au moyen d'un larvicide, un insecticide qui a comme cible la larve d'un insecte). Pulvérisé directement sur l'eau où se trouvent des larves de moustiques et de simuliés, le larvicide doit être utilisé à quelques reprises durant la saison estivale puisqu'on

compte plus d'une émergence d'insectes et que les diverses espèces ont des développements physiologiques différents.

Quel que soit le responsable du programme de contrôle des insectes piqueurs, il est nécessaire d'analyser plusieurs facteurs humains, techniques, économiques et environnementaux avant de réaliser une intervention.

Activités de surveillance et d'intervention au Québec



Culex quinquefasciatus

Source : CDC's [Public Health Image Library](#)

Le virus du Nil occidental (VNO) est une maladie qui se transmet à l'humain par un moustique après que ce dernier ait lui-même piqué un oiseau infecté. La majorité des personnes infectées (80 %) ne développent aucun symptôme. Environ 20 % des personnes infectées présentent des symptômes tels que de la fièvre, des céphalées, des myalgies et parfois des éruptions cutanées. Ce portrait clinique est connu sous la dénomination de « fièvre du Nil ». Moins de 1 % des personnes infectées développent une forme grave de la maladie.

Les personnes de 50 ans et plus ainsi que celles atteintes de maladies chroniques ou dont le système immunitaire est affaibli sont les plus susceptibles de développer la forme grave de la maladie, à la suite d'une infection par le VNO

Ce virus est apparu pour la première fois en Amérique du Nord en 1999 dans la ville de New York et aux alentours. Au cours des années subséquentes, son aire de distribution géographique a connu une expansion en Amérique du Nord. Le virus a été identifié pour la première fois au Québec en 2002. Le VNO est une [maladie à déclaration obligatoire](#) depuis 2003.

Pour faire face à la situation et protéger la santé de la population, le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), en collaboration avec plusieurs partenaires, dont le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), a élaboré un plan d'intervention contre le VNO. Ce plan a été adopté en 2002 et a fait l'objet de mises à jour en 2003, 2004, 2005 et 2006. Un programme de surveillance des cas humains, aviaires, équins et entomologiques (surveillance des moustiques) avait été mis sur pied afin d'assurer un suivi de la situation. Les mesures de contrôle du VNO consistaient principalement en l'application de larvicides dans les zones à risque et en des activités de communication pour informer la population des moyens de protection personnelle.

De 2004 à 2010, une diminution du nombre de cas a été observée (de 1 à 5 cas par an). Par conséquent, la surveillance aviaire et entomologique de même que l'application de larvicides ont été interrompues en 2006 et 2007. Seules la surveillance humaine et la surveillance passive des animaux ont été maintenues à partir de 2007.

Cependant, en 2011 et 2012, le Québec a connu une recrudescence du nombre de cas de VNO chez les humains. À la lumière de ces nouvelles données épidémiologiques, le MSSS a dressé le Plan d'intervention gouvernemental 2013-2015 pour la protection de la population contre le VNO, en collaboration avec ses partenaires, dont le Ministère.

La stratégie a été retenue pour 2013-2015 était basée sur une analyse du risque que représente le VNO au Québec et sur une analyse des interventions qui ont été effectuées au cours de la dernière décennie au Québec et ailleurs au Canada et aux États-Unis.

Le plan d'intervention préconisait le respect de la législation en vigueur en matière de lutte contre le VNO et prévoyait l'utilisation de tous les types de mesures possibles, telles que les mesures de protection personnelle, domestique, communautaire et municipale, ainsi qu'une campagne de communication auprès de la population et des professionnels de la santé. Le plan prévoyait aussi l'application préventive de larvicides dans les zones jugées à risque. Les larvicides comprenaient plusieurs formulations commerciales de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, de *Lysinibacillus sphaericus* et de méthoprene.

Enfin, un programme de surveillance des cas humains et des moustiques vecteurs infectés par le VNO a été mis sur pied afin d'assurer un suivi de la situation.

Depuis le début de la surveillance du VNO, deux importantes augmentations du nombre de cas ont été observées au Québec, soit en 2012 et 2018, avec respectivement 134 et 201 cas déclarés. Outre ces deux années d'importance, le nombre de cas a fluctué de 1 à 45 cas par année. Parmi l'ensemble des cas déclarés au Québec depuis 2003, 70 % des personnes infectées ont présenté une atteinte neurologique et 5 % sont décédées. Les cas se répartissent dans 14 régions du Québec, mais ils sont principalement concentrés dans les régions de la Montérégie, de Laval, de Montréal, des Laurentides et de Lanaudière. Dans la grande majorité des cas, les personnes touchées ont été infectées dans leur région de résidence.

Pour plus d'information, consultez les rubriques suivantes :

- [Virus du Nil occidental](#), ministère de la Santé et des Services sociaux;
- [Maladies transmises par les moustiques](#), Institut national de santé publique du Québec;
- [Virus du Nil occidental](#), gouvernement du Canada.

Encadrement réglementaire

Deux lois administrées par le Ministère régissent les pesticides au Québec, soit la Loi sur la qualité de l'environnement et la Loi sur les pesticides.

[Loi sur la qualité de l'environnement](#)

D'une part, comme le prévoit le [Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement](#), certaines activités nécessitent l'obtention préalable d'une [autorisation ministérielle](#) :

- L'application d'un pesticide dans un milieu aquatique pourvu d'un exutoire superficiel vers un réseau hydrographique (p. ex., un ruisseau, une rivière, un lac, un étang, un marais, un marécage, une tourbière ou un fossé);
- L'application d'un pesticide autre qu'un phytocide ou que le *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, par voie aérienne, dans un milieu forestier ou à des fins non agricoles.

Par ce processus d'autorisation, le Ministère s'assure que toutes les mesures nécessaires pour minimiser les effets sur la santé humaine et sur l'environnement ont été prises dans le contexte où leur utilisation est nécessaire aux endroits ciblés. Chaque année, environ 40 municipalités du Québec et autres promoteurs

souscrivent à un programme annuel de contrôle des insectes piqueurs. Dans tous ces cas, le traitement aux larvicides est appliqué pour régler un problème de nuisances.

D'autre part, en vertu du [Règlement relatif à l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement de certains projets](#), tout programme ou projet d'application, au moyen d'un aéronef, incluant un drone, de pesticides, à des fins non agricoles sur une superficie de 600 ha ou plus est assujéti à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement, qui inclut une étude d'impact et, éventuellement, des audiences publiques. Est toutefois exclue l'application d'un insecticide dont le seul ingrédient actif est le *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* ou le *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. Toutefois, dans ce dernier cas, le programme ou le projet doit être réalisé par une municipalité locale et la superficie visée doit être de 5 000 ha ou moins.

Loi sur les pesticides

Le [Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides](#) prévoit que l'entreprise qui utilise un pesticide doit être titulaire d'un permis délivré par le Ministère. De plus, ses employés doivent être titulaires d'un certificat ou travailler sous la surveillance d'un tel titulaire sur les lieux de l'activité. Ce certificat est délivré lorsque le demandeur a réussi l'examen prescrit ou reconnu par le Ministère. Le certificat permet de s'assurer que l'utilisateur possède une certaine connaissance des risques associés à l'utilisation des pesticides afin que leur application soit faite de manière sécuritaire.

Ainsi, l'entreprise qui effectue des traitements contre les insectes piqueurs par voie terrestre doit être titulaire d'un permis de sous-catégorie C9 ou D9 « Application pour le contrôle des insectes piqueurs », selon qu'elle effectue les traitements contre rémunération ou non. Lorsque l'entreprise effectue ces traitements par aéronef (c'est-à-dire par voie aérienne), elle doit être titulaire d'un permis de sous-catégorie C1 ou D1 « Application par aéronef ». Enfin, les traitements ne peuvent être réalisés que par des individus titulaires d'un certificat relatif au permis, soit de sous-catégorie CD1 « Certificat pour application par aéronef » ou CD9 « Certificat pour application pour le contrôle des insectes piqueurs », ou qui travaillent sous la surveillance d'une personne ayant cette certification.

Il est important que l'utilisateur de pesticides possède des connaissances spécifiques aux insectes piqueurs. Il doit notamment pouvoir les identifier et connaître leur cycle de développement ainsi que le mode d'action des pesticides. Ceci lui permet de s'assurer de l'efficacité des traitements effectués et de limiter les risques pour l'environnement, surtout si les applications de larvicides sont effectuées dans un milieu aquatique pourvu d'un exutoire, ce qui pourrait entraîner le pesticide en aval, soit hors de la zone traitée.

De plus, l'entreposage, la préparation et l'application des pesticides doivent être effectués conformément aux exigences du [Code de gestion des pesticides](#).

Des larvicides d'usage domestique sont homologués pour être appliqués dans les étangs ornementaux, les canaux d'irrigation et les terres boisées. L'application de ces produits d'usage domestique par un particulier ne requiert ni permis ni certificat. Toutefois, leur usage doit s'effectuer conformément aux instructions du fabricant, inscrites sur l'étiquette du pesticide, et aux exigences du Code de gestion des pesticides.

Note : Un traitement sur une petite surface (p. ex., un terrain privé) n'éliminera pas la présence des insectes piqueurs, puisque ceux-ci se déplacent en volant. L'efficacité d'un traitement résulte d'applications sur une grande superficie, notamment à l'échelle d'une municipalité.

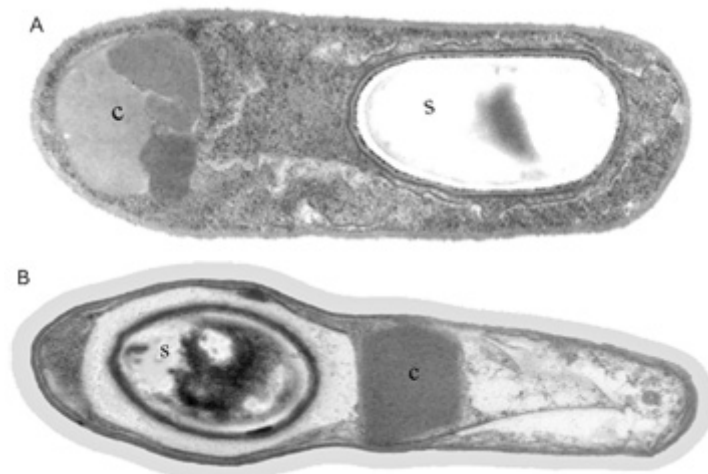
Insecticides utilisés

Pour contrôler efficacement les populations d'insectes piqueurs, trois larvicides peuvent être appliqués dans le milieu aquatique par voie terrestre ou aérienne. Généralement, on utilise le *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*), vient ensuite le *Lysinibacillus sphaericus* (*Lsph*) et finalement le méthoprene.

L'article 51 du Code de gestion des pesticides prévoit qu'aucune entreprise, même si elle est titulaire d'un permis pour le contrôle des insectes piqueurs, ne peut appliquer un pesticide pour contrôler la présence de mouches noires ou de moustiques adultes. Cette pratique n'est autorisée que dans le cas d'une application résiduelle d'adulticides (c'est-à-dire l'application d'un insecticide dans l'air qui a comme cible l'adulte d'un insecte) effectuée de manière complémentaire à une application de larvicides.

Ainsi, les adulticides ne peuvent être utilisés dans le cadre des programmes de contrôle des insectes piqueurs pour des raisons de nuisance et d'inconfort de la population. Ils restent cependant disponibles dans le cas où le Québec devrait faire face à une problématique épidémique pour laquelle un plan d'urgence de protection de la santé publique serait en vigueur. Dans un tel cas, les adulticides composés de D-trans alléthrine, de pyréthrine, de perméthrine ou de malathion pourraient être appliqués de façon localisée dans l'air (à l'aide de brumisateurs).

Larvicides *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* et *Lysinibacillus sphaericus*



Bactérie *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (A) et bactérie *Lysinibacillus sphaericus* (B) en phase de sporulation, montrant la spore (S) et le cristal (C) contenant les toxines actives (photographie au microscope électronique).

Source : Jean-François Charles, Institut Pasteur, Paris

Le *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) et le *Lysinibacillus sphaericus* (*Lsph*) sont des bactéries qui vivent naturellement dans les sols et qui produisent, lors de la sporulation, une protéine cristallisée (appelée « cristal ») toxique pour les larves de moustiques et de simules. Ils sont utilisés depuis des années comme larvicides biologiques pour contrôler efficacement les populations d'insectes piqueurs.

Le *Bti* et le *Lsph* sont pulvérisés sous forme liquide (lors des applications terrestres) ou épandus sous forme granulaire (lors des applications aériennes) directement sur l'eau, où se trouvent les gîtes de développement larvaire de moustiques ou de simules. Les bactéries en suspension dans l'eau sont alors ingérées par les larves. Lors de la planification d'un programme de contrôle des insectes piqueurs, il est donc obligatoire de circonscrire les gîtes larvaires, de recenser les espèces et de suivre leur développement.

Le mécanisme d'action toxique du *Bti* et du *Lsph* est très spécifique puisqu'il n'est possible que dans certaines conditions, soit :

- ingérer le cristal (produit lors de la sporulation);
- posséder un tube digestif à pH hautement alcalin;
- posséder les enzymes capables de libérer les molécules protéiques toxiques;
- et posséder les récepteurs spécifiques aux molécules protéiques toxiques.

Les molécules protéiques toxiques détruisent alors les parois intestinales des larves, causant la mort de l'insecte en moins de 48 heures.



Larves du genre *Culex* sp
Source : CDC's [Public Health Image Library](#)

Enfin, la durée de vie d'un cristal de *Bti* et du *Lsph* n'est pas précisément connue, mais comme toute matière organique, les cristaux sont éventuellement dégradés, notamment par les rayons solaires et les microorganismes.

Pour plus d'information sur le *Bti*, consultez les documents ci-dessous :

- [Effets toxiques de la matière active *Bacillus thuringiensis* variété *israelensis*](#), SAgE pesticides.
- [Fiche technique sur le *Bacillus thuringiensis* variété *israelensis*](#), gouvernement du Canada.

Larvicide méthoprène

Le méthoprène, aussi appelé « (S)-méthoprène », est un régulateur de croissance analogue à l'hormone juvénile qui est naturellement présente chez les moustiques. Au Canada, il a été homologué pour un premier usage en 1977.



Source : G.D.G. Environnement Ltée

Pour être efficace sur les moustiques, ce larvicide doit être appliqué directement sur l'eau où se trouvent les larves de moustiques. Lorsque ces dernières sont exposées au méthoprène, leur cycle biologique est perturbé, car la présence constante de l'hormone juvénile empêche leur développement et le passage du stade larvaire au stade adulte. Au lieu d'avoir un effet toxique direct sur l'insecte, comme c'est le cas du *Bti* et du *Lsph*, le méthoprène agit de façon indirecte en interférant dans le cycle biologique de l'insecte.

Le facteur critique de l'effet toxique du méthoprène est le moment du traitement en relation avec le stade de développement de l'insecte.

Le méthoprène est reconnu comme faiblement toxique pour les oiseaux, les poissons d'eau douce, les abeilles, les mollusques et les crustacés. Toutefois, il est très toxique pour certains invertébrés aquatiques d'eau douce (p. ex., les daphnies) et modérément toxique pour les algues.

Dans l'eau, le méthoprène est rapidement dégradé par la lumière (demi-vie de un jour). Il est peu persistant dans les sols, et son potentiel de lessivage est faible. Il présente donc peu de risques de contamination des eaux souterraines. La biodégradation microbienne constitue la voie principale de dégradation dans les sols.

Pour plus d'information sur le méthoprène, vous pouvez consulter les fiches suivantes :

- [Effets toxiques de la matière active \(S\)-méthoprène](#), SAgE pesticides.
- [Fiche technique sur l'utilisation du méthoprène dans les programmes de lutte contre les moustiques](#), gouvernement du Canada.

Adulticides : resméthrine, perméthrine et malathion

Contrairement aux larvicides utilisés dans le cadre des programmes de contrôle d'insectes piqueurs, les adulticides ont des impacts importants sur les espèces non ciblées. À ce jour, aucun des adulticides homologués contre les moustiques n'est sélectif; leur niveau de toxicité varie selon le produit et d'une espèce à l'autre. Ils sont toxiques pour les insectes non ciblés (p. ex., les abeilles) et ils peuvent l'être pour les organismes aquatiques (p. ex., les poissons, les mollusques et les crustacés). Pour les humains, les mammifères et les oiseaux, ils présentent également certains risques (p. ex., certains présentent possiblement des effets cancérigènes chez l'humain).

Appliqués dans l'air par brumisation (sous forme de fines gouttelettes suffisamment légères pour être facilement transportées par le vent), les adulticides pénètrent directement dans le corps de l'insecte à travers les pores par lesquels l'insecte respire, ce qui cause sa mort. La brumisation est une technique qui permet de réduire les quantités d'insecticides nécessaires tout en étant une solution efficace et plus respectueuse de l'environnement.

Pour plus d'information sur les adulticides, vous pouvez consulter les fiches suivantes :

- [Effets toxiques de la matière active resméthrine](#), SAgE pesticides.
- [Effets toxiques de la matière active perméthrine](#), SAgE pesticides.
- [Effets toxiques de la matière active malathion](#), SAgE pesticides.
- [Fiche technique sur l'utilisation du malathion dans les programmes de lutte contre les moustiques](#), gouvernement du Canada.

Les moustiques chez vous

Mise à jour : janvier 2021



Aedes albopictus

Source : CDC's [Public Health Image Library](#)

Avec la présence du virus du Nil occidental au Québec, détecté la première fois en 2002, et la nuisance que peuvent occasionner les moustiques, plusieurs personnes peuvent envisager de réaliser des traitements contre ces insectes sur leur propriété. Nous vous invitons à lire ces informations si cela est votre intention.

Approche retenue pour le virus du Nil occidental au Québec

L'évaluation des mesures à prendre pour réduire la transmission du virus du Nil occidental par les moustiques est complexe car plusieurs facteurs doivent être pris en compte. La pondération de chacun de ces facteurs permet de prendre la bonne décision. Les mesures d'intervention doivent être progressives et pondérées, et les risques associés au mode d'intervention doivent être évalués par rapport aux risques de propagation du virus. Une municipalité ou des citoyens ne peuvent prendre la décision d'intervenir ou non; elle revient au ministère de la Santé et des Services sociaux.

Pour plus d'information, consultez la page [Réduire le nombre de moustiques dans son environnement \(Gouvernement du Québec \[quebec.ca\]\)](#).

L'application de pesticides contre les moustiques

Des entreprises effectuent des traitements contre les insectes piqueurs. Elles doivent être titulaires d'un permis délivré par le Ministère (sous-catégorie C9 ou D9) et les traitements ne peuvent être réalisés que par des gens qui détiennent un certificat pour le contrôle des insectes piqueurs (sous-catégorie CD9). En effet, les traitements contre les insectes piqueurs demandent des connaissances spécifiques. De plus, l'application de pesticides dans l'eau, surtout s'il y a un exutoire vers un réseau hydrographique qui risque d'entraîner le pesticide en aval, requiert certaines connaissances afin de réduire la présence de ces produits dans l'environnement. De bonnes connaissances sur l'identification et le cycle de développement des moustiques ainsi que sur le mode d'action des pesticides sont importantes, car certains traitements pourraient ne pas atteindre l'insecte, ce qui entraînerait inutilement une contamination de l'environnement. De plus, certaines espèces de moustiques n'ont pas l'être humain comme cible privilégiée. Leur élimination pourrait donc être inutile.



Les pneus usagés entreposés à ciel ouvert constituent un gîte larvaire idéal pour certaines espèces de moustiques.

Source : CDC's [Public Health Image Library](#)

Par ailleurs, aucune entreprise ne peut appliquer un pesticide pour contrôler la présence de mouches noires ou de moustiques adultes. Le seul cas où cette pratique est autorisée est lorsqu'il s'agit d'une application résiduelle d'adulticides effectuée en complémentarité à une application de larvicides.

Les insecticides et vous

Certaines personnes peuvent envisager des traitements sur leur propriété possiblement avec des larvicides (qui tuent les larves d'insectes). Il est important de savoir que l'utilisation de pesticides, même de faible toxicité, présente certains risques. En effet, l'élimination des moustiques présents dans les marais peut perturber quelque peu l'écosystème. Il faut se rappeler que les moustiques sont une source de nourriture pour les poissons et les grenouilles et qu'ils ont ainsi un rôle à jouer dans l'environnement. Par conséquent, on ne devrait effectuer un traitement contre les moustiques qu'après avoir fait le bilan des effets négatifs et positifs et en gérant les risques. Bien que la toxicité des larvicides soit faible, il est essentiel d'appliquer le bon dosage et de respecter les instructions inscrites sur l'étiquette du produit.

De plus, un traitement sur une petite surface comme celle de votre terrain n'éliminera pas la présence des moustiques, car ceux-ci peuvent se déplacer en volant. Ainsi, pour être efficaces, les traitements doivent être effectués sur une certaine superficie, notamment à l'échelle d'une municipalité, une fois les risques évalués et jugés acceptables. L'application d'un larvicide (par exemple : le *B.t.i.*) ou d'un autre pesticide dans un milieu aquatique pourvu d'un exutoire, comme un lac, un ruisseau, une rivière ou un fossé, nécessite une [autorisation ministérielle](#). Sachez, enfin, qu'on ne retrouve pas de larves de moustiques dans les ruisseaux et les rivières. Elles pullulent dans les milieux où il y a présence de tourbières, de marais et de marécages ainsi que dans les eaux stagnantes.

Ce que vous pouvez faire avant d'envisager l'utilisation d'insecticides

Les moustiques se développent dans l'eau stagnante. Vous pouvez réduire la quantité de moustiques dans votre environnement, par exemple en éliminant les sites potentiels de reproduction de moustiques dans votre voisinage en enlevant ou en asséchant l'eau stagnante qui peut s'accumuler dans les objets extérieurs tels que les vieux pneus, les réservoirs d'eau de pluie, les jouets, les chaudières et les barils etc. Ne drainez pas les milieux humides comme les étangs, marais ou marécages qui sont des milieux riches en biodiversité et protégés par la réglementation.

Vous pouvez vous protéger des piqûres de moustiques en installant une moustiquaire en bon état aux portes et aux fenêtres de la maison, aux tentes et aux abris de camping, ainsi qu'autour des landaus des bébés. Pour les activités ou le travail à l'extérieur, portez des vêtements tissés serré, longs et de couleurs

claires, sans oublier les bas, les souliers ou les bottes de travail, et le chapeau. Fermez les ouvertures de vos vêtements aux poignets et aux chevilles. Évitez de vous exposer aux piqûres de moustiques durant la période où ils sont les plus actifs, soit tôt le matin et à la tombée du jour et en utilisant les répulsifs de façon raisonnable et seulement pour prévenir plus efficacement les piqûres de moustiques lors de vos activités extérieures (ministère de la Santé et des Services sociaux, 2003).

Pour plus d'information, consultez :

- [Virus du Nil occidental](#) - ministère de la Santé et des Services sociaux
- [Insectifuges](#) - Santé Canada

DOCUMENT D'INFORMATIONS

QUESTIONS POSÉES PAR LE MINISTÈRE DE
L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC À L'AGENCE DE
RÉGLEMENTATION DE LA LUTTE
ANTIPARASITAIRE (ARLA) À PROPOS DU *B.T.I.*
(*Bacillus thuringiensis var. israelensis*) ET DES IMPACTS
DE CES TRAITEMENTS CONTRE LES INSECTES
PIQUEURS ET RÉPONSES REÇUES

AVRIL 1999

Service des pesticides

Ministère de l'Environnement du Québec

NOTE : Ce document n'est pas le document original mais il a été retranscrit afin qu'il soit mis sous fichier électronique pouvant être facilement distribué et accessible.

**NOTE : Lettre du Ministère de l'Environnement
Service des pesticides**

Service des pesticides et des eaux souterraines

Québec, 22 septembre 1998

Monsieur Wayne Ormrod, Chef, Homologation Agence de
réglementation de la lutte antiparasitaire 2250, Promenade
Riverside
I.A. 6606D2
Ottawa (Ontario) K1A 0K9

**OBJET : Questions relatives à l'utilisation du *Bacillus thuringiensis*
var. *israelensis* (*B.t.i.*) pour le de contrôle des insectes piqueurs**

Monsieur,

Le nombre croissant de projets de contrôle des insectes piqueurs à l'aide du larvicide *B.t.i.* soulève des interrogations de la population au Québec. Les questions les plus fréquentes concernent l'impact de ces traitements sur l'environnement (ex. : impact sur la chaîne alimentaire, composition des ingrédients inertes) et sur la santé humaine, en particulier sur la consommation de l'eau traitée. Le ministère de l'Environnement et de la Faune qui autorise ce genre de projet doit être en mesure de répondre adéquatement à ces questions pour lesquelles l'ARLA dispose sûrement d'information qui nous serait utile.

Puisque le processus de l'homologation autorise la mise en marché des produits suite à une analyse des études fournies par le demandeur, nous aimerions savoir s'il n'y a pas de documents de décision ou de rapports d'analyse accessibles qui résument les conclusions de votre organisme (ou anciennement Agriculture Canada) lors de l'évaluation des produits contenant du *B.t.i.*. Au Québec, les produits contenant du *B.t.i.* utilisés dans les projets de contrôle des insectes piqueurs sont le Teknar HP-D (no d'homologation 19241), le Vectobac 600L (19455) et le Vectobac 1200L (21062).

.../2

À courte échéance, nous apprécierons avoir un document qui résume l'évaluation de ces produits. Dans le cas où ce document n'existe pas ou n'est pas accessible, nous apprécierons avoir des réponses sur les questions jointes à cette lettre. Vous pourriez nous indiquer par le fait même si ces réponses peuvent être rendues publiques ou s'ils sont de nature confidentielle.

Veillez agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Original signé par

MG/JFB/st

Marcel Gaucher
Chef de la division des pesticides

c.c. : Wendy Sexsmith

p.j. Liste de questions

QUESTIONS RELATIVES À L'UTILISATION DU *B.t.i.* DANS LES PROJETS DE CONTRÔLE DES INSECTES PIQUEURS.

Note : Les questions inscrites ici sont abordées par thème. On retrouve plusieurs sous-questions qui ont pour objectif de donner des indications pour obtenir une réponse complète sur le thème abordé. Il serait même souhaitable de dépasser le cadre de ces sous-questions. S'il-vous-plaît, donner des réponses claires et précises. Si les réponses se trouvent dans des documents, en résumer le contenu avec la référence.

1. LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

1.1 Les autres organismes visés

Des études démontrent que certains organismes de la famille des Chironominae (*Chironomus sp*, *Rheotanytarsus (distinctissimus, exiguus)*) seraient affectés par le *B.t.i.* lorsqu'utilisé à des doses opérationnelles. Qu'en est-il au juste? Quel est le rôle de ces organismes et leur importance écologique? Quel pourcentage de ces organismes sensibles est affecté par le produit à des doses opérationnelles? Existe-t-il d'autres organismes affectés par le *B.t.i.* à des doses opérationnelles ou lors d'un surdosage (ex. : les blépharicéridae)? Les organismes affectés par le *B.t.i.* sont ceux rapportés dans la littérature parce qu'ils ont été étudiés. Pouvons-nous supposer qu'il en existe plusieurs autres mais que nous ne les connaissons pas parce qu'ils n'ont pas été étudiés (comparer la liste des organismes aquatiques pour lesquels on possède des données vs la liste complète des organismes aquatiques connus vs l'estimation des organismes aquatiques encore inconnus)? S'il y a peu d'organismes affectés par le *B.t.i.*, combien en a-t-il qui sont affectés par la formulation commerciale complète?

1.2 La chaîne alimentaire

L'impact de la disparition des insectes piqueurs (larves et adultes) sur la chaîne alimentaire est l'un des premiers sujets que les gens se posent lors de tel traitement. Quelles sont les connaissances à ce sujet? Quelles sont les connaissances à long terme (ex. Molloy ou autres)? Existence-ils des organismes qui se nourrissent presque exclusivement des insectes piqueurs (larves et adultes)? Lors de traitements sur de grandes superficies (municipalités contiguës), les impacts peuvent-ils être plus importants que ceux effectués pour un seul projet? Dans les projets qui sont effectués depuis plusieurs années, est-ce que l'on rapporte des impacts à ce sujet? Lors de la disparition des insectes piqueurs (larves et adultes), la niche écologique occupée par ces insectes doit être prise par un ou d'autres organismes. Quels sont-ils (en milieu aquatique et au stade adulte)? L'augmentation du nombre de ces autres organismes ne crée-t-elle un déséquilibre écologique dans l'écosystème? On dit souvent que chaque organisme a un rôle à jouer dans l'écosystème et que cet équilibre a été obtenu après des millions d'années d'évolution. Qu'arrive-t-il si on élimine un organisme? Le *B.t.i.* tue toutes les mouches noires et moustiques (mâles et femelles) bien que ce ne sont que les femelles qui piquent. Y-a-t-il moyen d'arriver à une précision dans les traitements afin d'éliminer que les femelles (ex. : a-t-on des connaissances sur des différences phénologiques possibles (ex. degrés-jours) entre le développement des

mâles et femelles et faire un traitement qui viserait surtout les femelles)?

1.3 L'effet de filtration des larves

Le fait d'éliminer les larves de mouches noires dans les cours d'eau peut-il avoir une incidence sur la qualité de l'eau étant donné le rôle de filtration que ces organismes tiennent?

1.4 La dérive des organismes aquatiques

On rapporte dans la littérature (Boisvert et Lacoursière, 1994) que l'on assiste à une dérive des organismes aquatiques (larves de mouches noires et aussi des autres organismes aquatiques) lors du traitement au *B.t.i.*. Quel est l'importance de cette dérive? Peut-on avoir des sections de cours d'eau « vidées » d'organismes aquatiques occasionnées par le traitement? Existe-t-il des organismes qui ne sont pas affectés par le produit et qui ne dérivent pas?

1.5 La fixation du *B.t.i.* aux sédiments et sa dégradation

Une fois appliqué dans l'eau, les cristaux de *B.t.i.* se déposent et se fixent aux sédiments. Un brassage des sédiments ne mettrait-il pas de nouveau les cristaux en circulation dans le cours d'eau et rendrait l'insecticide disponible de nouveau? De quelle façon se dégrade ces cristaux (temps de demi-vie, produits de dégradation, etc.) dans les conditions physico-chimiques les plus communes? Des informations sur la dégradation des ingrédients inertes seraient aussi appréciées.

2. LES FORMULATIONS COMMERCIALES

2.1 Les ingrédients dits « inertes » dans les formulations

Idéalement, nous aimerions obtenir l'information des compagnies productrices du *B.t.i.* sur la composition complète de la formulation commerciale (ingrédients inertes et matière active). Si la chose n'est pas possible pour des raisons de concurrence et de confidentialité, pourriez-vous nous dire ce que vous en savez (composition, pourcentage ingrédient inerte vs matière active, constance dans les sortes d'ingrédients inertes présents dans les formulations, etc.)?

2.2. La contamination bactériologique possible

Dans les formulations de *B.t.k.* (spores et cristaux), on a déjà relevé la présence d'entérocoques dans les produits. Pour ce faire, avant chaque campagne annuelle de pulvérisation, la SOPFIM (Société de protection des forêts contre les insectes et maladies) procède à des analyses pour s'assurer de la qualité de ces produits et vérifier l'absence de ces pathogènes. Cette contamination peut-elle se produire dans le cas des formulations de *B.t.i.* (souvent que des cristaux)? Avez-vous déjà procédé à de telles analyses? Quelles sont les garanties des compagnies productrices sur la qualité de leurs produits vendus mis à part le pouvoir toxique du produit?

3. SANTÉ HUMAINE

3.1 La protection des sources d'eau potable

Quel est l'impact sur l'eau potable? Pour certaines utilisations, on prévoit la fermeture de la prise d'eau pendant quelques heures. Dans d'autres cas, on tient plutôt en compte la dilution importante dans le plan d'eau lorsque les affluents sont traités. Considérant le cheminement du larvicide dans le bassin hydrographique et sa durée de vie, est-il nécessaire d'interdire le traitement de tout le bassin versant du plan d'eau. Ceci pourrait empêcher le traitement sur une superficie importante dans un projet. Les systèmes de filtration et de chloration les plus communs peuvent-ils éliminer (dégrader ou détruire) les ingrédients contenus dans les formulations (*B.t.i.* et autres ingrédients inertes)?

Pest Agence de
Management réglementation
Regulatory de la lutte
Agency antiparasitaire

I.A. 6607E
2250, promenade Riverside
Ottawa (Ontario)
K1A 0K9

Tél. : (613) 736-3774
Télec. : (613) 736-3370

Le 7 avril 1999

Monsieur Marcel Gaucher
Chef de la Division des pesticides
Ministère de l'Environnement et de la Faune
675, boul. René-Lévesque Est, 8^e étage
Québec (Québec) G1R 5V7

OBJET : Questions relatives à l'utilisation du *Bacillus thuringiensis* var.
israelensis (B.t.i.) pour le contrôle des insectes piqueurs

Monsieur,

Je vous remercie de votre lettre du 22 septembre 1998, adressée à Janet Taylor et Wayne Ormord, concernant les effets sur la santé humaine et l'environnement de l'utilisation du *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (B.t.i.) pour combattre les insectes piqueurs.

Les évaluateurs de la Division de l'évaluation environnementale et de la Division de l'évaluation sanitaire ont préparé des réponses aux questions que vous aviez annexées à votre lettre (voir pièce jointe). Ces réponses ne sont pas de nature confidentielle.

.../2

M. Gaucher
Le 17 avril 1999
Page 2

Vous trouverez également ci-joint le rapport BTH RNR-82-3, publié par Agriculture Canada lors de la première homologation du *B.t.i.* au Canada en 1982. Le document de l'US EPA, *Bacillus thuringiensis : Reregistration Eligibility Decision (RED)*, publié en mars 1998, pourrait aussi s'avérer utile, de même que de nombreuses autres publications sur le *B.t.i.*

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Original signé par

Suzanne Chalifour
Agent de coordination

Division de la coordination des produits et de la pérennité
Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire

p.j. : BTH-RNR-82-3, Nouvelle homologation, *Bacillus thuringiensis*, sérotype H14.
Questions relatives à l'utilisation du *B.t.i.* dans les projets de contrôle des
insectes piqueurs

Questions et réponses concernant le *B.t. var. israelensis* (*B.t.i.*) pour le ministère de l'Environnement du Québec

1.1 Organismes non visés

- Question

Que sait-on des effets du B.t.i. sur les Chironominae [ou, de façon plus précise, sur *Chironomus* spp. et *Rheotanytarsus* (*distintissimus*, *exiguus*)]?

Réponse

Les souches de *B.t.i.* ont une forte activité biologique contre les Diptères et une activité faible contre les Lépidoptères, les Coléoptères et les Orthoptères. Le *B.t.i.* est donc toxique pour les Chironominae, sous-famille des Chironomidae (chironomides), de l'ordre des Diptères. Toutefois, la toxicité relative de chaque souche de *B.t.i.* pour les chironomides demeure à déterminer.

- Question

Quel rôle les chironomides jouent-ils dans les écosystèmes aquatiques?

Réponse

Les Chironominae sont une sous-famille de la famille des Chironomidae (moucheron), de l'ordre des Diptères. Les chironomides s'observent habituellement au début du printemps et en automne. Les larves de la majorité des espèces se développent en eau douce. Les écosystèmes aquatiques comme les lacs et le cours d'eau peuvent abriter entre 50 et 100 espèces. Des informations additionnelles concernant des espèces particulières de la sous-famille des Chironominae sont présentées dans des manuels d'entomologie et des articles spécialisés.

Les chironomides sont une source de nourriture pour les poissons. À une étape ou l'autre de leur cycle de vie, la plupart des prédateurs aquatiques se nourrissent exclusivement de chironomides. En leur absence, ces prédateurs doivent trouver d'autres sources de nourriture. À mesure qu'ils grandissent, certains poissons délaissent peu à peu les chironomides comme source de nourriture.

- Question

Quel pourcentage de ces organismes sensibles sont affectés en cas d'exposition aux doses d'application recommandées?

Réponse

Les données présentées aux fins de l'homologation des produits à base de *B.t.* incluent des résultats d'épreuves de toxicologie dirigées contre des organismes non visés. Dans le cadre de ces épreuves, les effets d'un large éventail de concentrations sont évalués, et la concentration maximale est plusieurs fois supérieure à la dose recommandée sur l'étiquette. Les espèces utilisées dans le cadre de ces études sont considérées comme représentatives des espèces non visées qui risquent d'être exposées au *B.t.* après une application sur le terrain. Les résultats de ces études peuvent être utilisés pour prévoir les effets du *B.t.* sur un certain nombre d'organismes non ciblés.

Afin de vérifier le nombre réel d'organismes non visés qui sont touchés sur le terrain, il faut examiner les populations présentes dans les zones traitées à la suite des applications de produits à base de *B.t.*. Il convient également de comparer la taille des populations d'organismes non visés dans la zone traitée et dans une zone témoin (non traitée) afin de déterminer une valeur repère.

- Question

Le *B.t.i.* affecte-t-il d'autres organismes? Quels organismes ont été considérés dans les essais réalisés à ce jour? Est-il possible que des organismes qui n'ont pas encore été étudiés soient sensibles au *B.t.i.*?

Réponse

Les données soumises en vue de l'homologation des produits à base de *B.t.* ont été amassées dans le cadre d'études menées en laboratoire avec des organismes non visés. Ces organismes sont considérés comme représentatifs des espèces non visées qui risquent d'être exposées au *B.t.* en cas d'application sur le terrain. Les résultats de ces études révèlent que le *B.t.* pourrait avoir des effets néfastes pour ces espèces. Les souches de *B.t.i.* présentent une forte activité biologique contre les Diptères et une activité faible contre les Lépidoptères, les Coléoptères et les Orthoptères. En revanche, le *B.t.i.* est très peu toxique pour les mammifères, les oiseaux et les poissons.

- Question

Chez les organismes sensibles, comment se comparent les effets des produits formulés par rapport à ceux de l'ingrédient actif agissant seul? Les ingrédients inertes peuvent-ils amplifier la toxicité de l'ingrédient actif et ont-ils eux-mêmes des effets toxiques?

Réponse

Les produits commerciaux à base de *B.t.* renferment plusieurs types d'ingrédients inertes ou adjuvants, en particulier des agents de conservation (pour accroître la stabilité de l'insecticide), des adhésifs (pour améliorer l'adhérence de la formulation au feuillage des plantes traitées), des écrans UV (pour réduire le taux de dégradation de la formulation par les rayons solaires) et des dispersants (pour favoriser la dispersion de la formulation sur la surface des plantes traitées). Toute composante d'un produit commercial qui présente des propriétés insecticides doit figurer dans la liste des ingrédients actifs.

1.2 Chaîne trophique

- Question

Quels effets à court et à long terme l'élimination des insectes piqueurs de la chaîne trophique risque-t-elle d'avoir sur l'environnement?

Réponse

L'élimination des insectes piqueurs de la chaîne trophique force de nombreux prédateurs à se tourner vers d'autres sources de nourriture. L'importance d'une source de nourriture donnée varie en fonction de l'espèce de prédateur considérée et de son stade de développement.

- Question

Certains organismes dépendent-ils étroitement des insectes piqueurs pour se nourrir?

Réponse

Les prédateurs qui consomment des insectes piqueurs ne se limitent pas à une seule source de nourriture. Toutefois, à un moment de leur cycle de vie, la majorité des prédateurs aquatiques se nourrissent presque exclusivement de chironomides. Ces insectes représentent donc une source de nourriture importante pour les poissons et d'autres organismes aquatiques. En leur absence, ces prédateurs doivent trouver d'autres sources de nourriture. En grandissant, certains poissons délaissent progressivement les chironomides pour d'autres organismes.

- Question

Des programmes de surveillance ont-ils été mis en place pour étudier l'incidence de la disparition des insectes piqueurs?

Réponse

L'ARLA n'exerce actuellement aucune surveillance des insectes piqueurs. Dans certaines régions du pays, les autorités provinciales ou locales ont mis en place des programmes de surveillance des populations de moustiques. Dans la région de Winnipeg, par exemple, on surveille attentivement l'évolution des populations de moustiques de manière à pouvoir intervenir en temps opportun. Ce programme vise à réduire la menace que présente une maladie transmise aux humains par les moustiques, l'encéphalite équine de l'Ouest.

- Question

Quels organismes pourraient remplacer ceux qui sont éliminés par le *B.t.i.*?

Réponse

L'application de *B.t.i.* permet de réprimer les populations locales des espèces cibles. Toutefois, d'autres populations de ces mêmes espèces vivant à proximité risquent de recoloniser et de réinfester la zone traitée. Les populations d'autres insectes pourraient augmenter durant la saison de traitement.

- Question

Comment l'ampleur d'un programme de pulvérisation peut-elle affecter les écosystèmes (terrestres et aquatiques)?

Réponse

En général, l'incidence d'un programme de pulvérisation s'accroît en fonction de la superficie traitée. Il convient toutefois de noter que l'efficacité des pulvérisations de *B.t.* contre les insectes piqueurs se limitent aux populations locales et à la période de traitement. Ces traitements ne permettent certainement pas d'éradiquer les espèces cibles, car seul un faible pourcentage des populations cibles vivant dans la région traitée sera touché. La région traitée risque d'être réinfestée si les conditions sont favorables aux espèces cibles.

- Question

Quel effet l'extinction d'un organisme peut-elle avoir?

Réponse

Il est difficile de déterminer quel effet peut avoir l'extermination d'une espèce donnée dans un écosystème. L'extinction des espèces fait cependant partie du processus évolutif naturel. Il importe de noter que les campagnes de pulvérisation de *B.t.i.* dirigées contre les insectes piqueurs agissent uniquement contre les populations locales au moment du traitement. Elles ne risquent donc pas d'entraîner l'extermination des espèces cibles, puisque seul un faible pourcentage des populations visées est touché. Les zones traitées risquent d'être réinfestées si les conditions se révèlent favorables aux espèces cibles.

- Question

Les pulvérisations de *B.t.i.* peuvent-elles être effectuées de manière à n'atteindre que les simulies (mouches noires) et les moustiques femelles?

Réponse

Les produits courants à base de *B.t.* ne permettent pas d'atteindre un tel niveau de spécificité. Pour isoler les simulies et les moustiques femelles, on peut utiliser des pièges à phéromone.

1.3 Effet de la filtration exercée par les larves

- Question

L'élimination des simulies risque-t-elle de réduire la qualité de l'eau, étant donné le rôle de filtre biologique joué par ces organismes?

Réponse

La filtration de l'eau exercée par les masses d'œufs et les larves dans les régimes des eaux de surface influe peu sur la qualité de l'eau. Par conséquent, l'élimination des simulies n'aura aucun effet sur la qualité de l'eau.

1.4 Dérive des organismes aquatiques

- Question

Quelle est l'ampleur de la dérive des larves de simulie et d'autres invertébrés aquatiques à la surface des cours d'eau après un traitement au *B.t.i.*? Quelles répercussions un tel traitement a-t-il sur les organismes aquatiques vivant dans la zone traitée?

Réponse

Les prédateurs (p. ex. : poissons) dévorent la majorité des organismes à la dérive. L'incidence d'un traitement au *B.t.i.* sur les organismes autres que les insectes cibles devrait être négligeable.

- Question

Existe-t-il des organismes insensibles au *B.t.i.*? Certains organismes risquent-ils de couler au fond de l'eau après avoir été tués par le *B.t.i.*?

Réponse

Le *B.t.* n'est pas toxique pour les mammifères, les oiseaux, les poissons et les plantes aux concentrations normalement utilisées en contexte opérationnel. Certains insectes aquatiques tués par le *B.t.i.* pourraient couler au fond des étangs et des cours d'eau.

1.5 Liaison du *B.t.i.* avec les sédiments et dégradation du *B.t.i.*

- Question

En cas de brassage des sédiments, les cristaux de *B.t.i.* liés aux sédiments peuvent-ils être remis en suspension et présenter une activité insecticide?

Réponse

Le *B. thuringiensis* est essentiellement un microorganisme associé aux sols. Même si certains des cristaux de *B.t.* qui se déposent sur l'eau risquent de se lier aux sédiments, ils ne conservent leur activité biologique que durant une courte période. En cas de brassage, la qualité des cristaux qui serait remise en suspension à partir des sédiments serait insuffisante pour avoir des effets toxiques pour les insectes aquatiques.

- Question

Quelle(s) est(sont) la(les) principale(s) voie(s) de transformation du *B.t.i.*?

- Réponse

Les cristaux de *B.t.i.* sont principalement transformés par la lumière ultraviolette. Certains processus microbiens peuvent également entraîner la transformation des cristaux. Des études ont révélé que la population de *B. thuringiensis* qui subsiste dans le sol après un traitement opérationnel n'augmente pas avec le temps.

- Question

Quelle(s) est(sont) la(les) principale(s) voie(s) de transformation des ingrédients inertes?

Réponse

Aucune information concernant les voies de transformation des ingrédients inertes n'est requise aux fins de l'homologation des produits antiparasitaires. L'évaluation des ingrédients inertes vise essentiellement à déterminer la toxicité éventuelle de ces substances pour les organismes non visés. C'est uniquement lorsqu'une demande expresse en ce sens est formulée que d'autres données ou informations sur les ingrédients inertes présents dans un produit antiparasitaire doivent être fournies.

2.1 Ingrédients inertes

- Question

Quels ingrédients inertes les produits commerciaux renferment-ils? Quelles proportions (en pourcentage) ces ingrédients représentent-ils dans la composition finale de ces produits?

Réponse

Outre l'ingrédient actif, le *B.t.i.*, d'autres produits sont ajoutés dans la formulation du produit commercial. Les auteurs d'une demande d'homologation sont tenus d'informer l'ARLA de tous les ingrédients inertes qui entrent dans la composition du produit candidat. Ces informations sont classées comme un secret de fabrication, et leur divulgation est prohibée en vertu de la *Loi sur l'accès à l'information*. Les ingrédients inertes qui entrent dans la composition d'un produit antiparasitaire doivent faire l'objet d'un examen visant à évaluer leurs propriétés toxiques ou irritantes éventuelles. Lorsque cette évaluation révèle la présence d'un risque pour la santé humaine, le fabricant peut être tenu de remplacer l'ingrédient inerte en cause ou d'inscrire une série de recommandations ou de restrictions relatives à l'utilisation du produit antiparasitaire sur l'étiquette. Dans certains cas, la demande d'homologation du produit antiparasitaire peut être rejetée.

2.2 Contamination bactérienne

- Question

Quelles mesures sont prises afin d'éviter que les produits commerciaux à base de *B.t.i.* ne renferment aucun agent pathogène? L'ARLA a-t-elle réalisé des analyses afin de s'assurer que ces produits sont exempts de contamination bactérienne?

Réponse

Les produits commerciaux à base de *B.t.* ne doivent pas contenir d'exotoxine bêta et ne doivent pas être toxiques pour les mammifères. L'absence d'exotoxines est confirmée par chromatographie en phase liquide à haute performance ou par des essais sur des larves de diptères. L'évaluation de la toxicité pour les mammifères se fait par injection de la formulation par voie inter péritonéale à des souris. Le fabricant doit suivre un protocole précis pour la fermentation et la purification de la souche bactérienne mère et pour les tests d'assurance de qualité destinés à confirmer l'absence de bactéries pathogènes.

L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) n'effectue pas d'analyses en laboratoire en vue de s'assurer de l'absence d'agents bactériens pathogènes. Les tests d'assurance de la qualité des formulations commerciales de produits antiparasitaires bactériens, en particulier la surveillance des agents potentiellement pathogènes pour les humains, sont un élément clé du processus global d'évaluation par l'ARLA des demandes d'homologation visant cette catégorie de produits. Selon le procédé de fabrication utilisé par le fabricant et les ingrédients entrant dans la formulation de produits particuliers, l'ARLA applique des critères de surveillance afin de s'assurer de l'absence de toute forme de contamination bactérienne susceptible de menacer la santé humaine ou de soulever d'autres préoccupations. Les produits antiparasitaires microbiens homologués vendus au Canada doivent satisfaire à des normes préétablies de contamination bactérienne.

▪ Question

Quelles garanties relatives à la contamination bactérienne les fabricants sont-ils tenus de fournir?

Réponse

Le demandeur doit fournir de la documentation sur les analyses qu'il a réalisées en vue de s'assurer de l'absence d'agents bactériens pathogènes et sur les résultats de ces analyses. Les produits antiparasitaires microbiens homologués vendus au Canada doivent satisfaire à une norme en matière de contamination microbienne. Depuis 1992, les Laboratoires Abbott Limitée ont fait preuve de diligence en soumettant pour fins d'examen à l'ARLA des certificats de contrôle de la qualité pour tous ses produits à base de *B.t.* La Société s'est engagée à respecter les normes de biocontamination susmentionnées, et seuls les produits satisfaisant à ces normes sont vendus et utilisés au Canada.

3.0 Santé humaine

3.1 Protection des sources d'eau potable

• Question

Quel impact les produits antiparasitaires à base de *B.t.i.* ont-ils sur les sources d'eau potable?

Réponse

À l'heure actuelle, sept produits commerciaux à base de *B.t.i.* (ingrédient actif) sont homologués au Canada. Ces produits sont essentiellement destinés à être utilisés par des opérateurs ayant reçu une formation appropriée dans le cadre de campagnes fédérales, provinciales ou municipales de lutte contre les simules et les moustiques. Les restrictions inscrites sur les étiquettes autorisent l'application de la majorité de ces produits dans les milieux aquatiques, à l'exception des eaux potables traitées. Pour s'assurer que ces produits ne présentent aucun danger pour la santé humaine, on a soumis chacun d'entre eux à des épreuves de toxicité aiguës, à des évaluations du potentiel infectieux et du potentiel irritant et à des études d'hypersensibilité différée. Ces études expérimentales sur animal, menées selon des lignes directrices rigoureuses reconnues internationalement, ont été examinées en détail par des évaluateurs scientifiques de l'ARLA avant l'homologation des produits visés. Sur la base de ces évaluations, l'ARLA a conclu que les produits renfermant l'ingrédient actif *B.t.i.* ne posent aucun danger pour la santé des humains et des autres mammifères lorsqu'ils sont utilisés conformément aux instructions figurant sur l'étiquette. Différentes variétés de *B. thuringiensis*, dont le *B.t.i.*, et leur delta-endotoxine respective, sont couramment utilisées depuis de nombreuses années dans le cadre de programmes de lutte contre les insectes au Canada et aux États-Unis et n'ont jamais causé de problèmes. Ces produits ont été appliqués sur des cultures en plein champ et des cultures légumières en serre de même qu'en région urbaine.

Puisque le *B.t.i.* et les autres variétés homologuées de *B. thuringiensis* sont reconnues comme sans danger pour la santé humaine et sont utilisées sans aucun problème depuis de nombreuses années, l'ARLA estime que l'utilisation des produits homologués renfermant du *B.t.i.* dans des plans d'eau utilisés comme source d'eau potable ne pose aucun risque pour la santé humaine.

Food Production and Inspection branch	Direction générale Production et inspection des aliments	Date	BTH
		Le 8 août 1982	RNR-82-3
		Pesticides	
NOUVELLE HOMOLOGATION			

NOTE : Document d'Agriculture Canada

OBJET : *Bacillus thuringiensis*, sérotype H14

Un nouvel agent biologique destiné à combattre les larves de moustiques a été homologué conformément à la Loi sur les produits antiparasitaires par les laboratoires Abbott limitée de Montréal (Québec). Le Vectobac Biological Mosquito Larvicides, enregistré sous le numéro 17296, est un produit de la classe À USAGE RESTREINT qui renferme 2 000 unités toxiques internationales (UTI) de Aedes aegypti par milligramme. Les autorités locales chargées de la réglementation des pesticides doivent être consultées en ce qui concerne les permis d'utilisation qui peuvent être nécessaires.

NOM : *Bacillus thuringiensis*, sérotype H14

AUTRE NOM : *B.t. Israelensis*, *B.t. H14*, *B.t.i.*

Propriétés physiques : *B.t. H14* se présente sous forme d'une fine poudre mouillable, de couleur tan et d'odeur caractéristique, qui donne une solution (en suspension à 10 % dans l'eau) dont le pH est compris entre 4,0 et 6,5.

Propriétés biologiques : *B.t.* est une bactérie aérobie, en forme de bâtonnet, isolée pour la première fois des sites de reproduction des moustiques. Ce bacille produit une endospore et une endotoxine cristalline glycoprotéique, de forme irrégulière. Une fois ingérée par les larves de moustiques et de mouches noires, la protoxine est activée dans le milieu alcalin de l'intestin moyen et transformée en sous-unités plus toxiques. Les toxines actives ainsi formées détruisent l'équilibre ionique de l'épithélium intestinal et provoquent la fragmentation, la dégradation et le déversement de toxines dans l'hémocèle, entraînant une paralysie progressive et la mort dans quelques heures. La toxine doit être ingérée par les larves, elle est inefficace contre les nymphes et les moustiques adultes.

Toxicité envers les organismes non visés : *B.t. H14* est un biocide à spectre étroit ayant des effets spécifiques sur certaines larves de mouches du sous-ordre des nématocères, comme les mouches noires et les moustiques. Il tue dans une certaine mesure les dixidés et les chironomidés aux doses employées contre les moustiques. Les essais expérimentaux n'ont pas révélé aucun effet contre les insectes aquatiques comme les libellules, les demoiselles, les éphémères vulgaires, les perles, les phryganes, les dytiques ou les punaises. D'autres invertébrés comme Daphnia, Cyclops et les crustacés ne sont également pas affectés. Aucun effet négatif n'a été constaté sur les poissons (la truite, la môle), les grenouilles, les

salamandres, les oiseaux (les malards) ou les mammifères. Il ne présente aucune phytotoxicité et n'exerce aucun effet sur la germination des graines ou la vigueur des végétaux.

Rémanence : *B.t.* H14 a une vie utile allant jusqu'à 48 heures dans l'eau puis sédimente graduellement ou adhère à la matière organique en suspension. La présence de matière en suspension ou organique dans l'habitat des larves peut diminuer l'efficacité de *B.t.* H14, car elle représente une source d'alimentation concurrente pour les larves. Les spores ne semblent ni germer ni se multiplier dans les conditions des eaux canadiennes.

Toxicité :

A. *B.t.* H14 technique :

La toxicité, l'infectivité et la pathogénicité de *B.t.* H14 technique ont été évaluées chez des mammifères, et des résultats négatifs ont été obtenus avec toutes les espèces éprouvées. Des expositions dermiques et oculaires (lapins) à des doses de $2,47 \times 10^{10}$ et 5×10^8 de spores n'ont produit chez les lapins aucun signe de toxicité clinique ni de sporulation bien que des spores viables de *B.t.* H14 puissent être isolés de la peau pendant 28 jours et des yeux pendant 48 heures. Les réactions observées après l'injection des doses maximales d'épreuve chez les rats ou les lapins par voie intratrachéale, intercérébrale ou intrapéritonéale ne révèlent aucune différence par rapport aux témoins. L'élimination du produit dans le sang après une injection intraveineuse chez des rats survient dans 15-25 jours après le traitement sans septicémie ni multiplication.

B. Formulation :

DL ⁵⁰ orale du rat :	2,67 g/kg de poids corporel
DL ⁵⁰ dermique du lapin :	6,28 g/kg de poids corporel
Irritation de la peau du lapin :	léger irritant réversible. 15 g appliqués sur un épiderme écorché produit un léger érythème réversible.
Irritation des yeux du lapin :	Irritant des yeux. 100 g par œil induit une congestion persistante de l'iris, une rougeur et une tuméfaction de la conjonctive.

Emplois homologués : contre les moustiques, dans les mares temporaires des pâturages et des terres boisées, appliquer le produit à la dose de 0,28- 1,1 kg/ha. Utiliser la dose supérieure lorsque les larves de troisième et quatrième stades prédominent. Dans les bassins collecteurs, utiliser 1,1 kg/ha et 2,25 kg/ha dans les bassins d'évacuation des eaux usées. Prévoir un intervalle de trois à cinq jours entre les applications. En présence de prédateurs et de parasites invertébrés aquatiques non visés, il est possible que les périodes de lutte soient plus longues, ces organismes utiles étant préservés et aidant à la lutte contre la population de moustiques.

Précautions : ne pas ajouter à l'eau destinée à la consommation par l'homme et le bétail. Ne pas mélanger de plus grandes quantités de produit que les doses utilisables dans une période de 24 heures.

Entreposage : conserver dans un endroit frais et sec. Une certaine perte d'activité peut se manifester dans un produit entreposé plus de 6 mois.

Élimination : ne pas réutiliser le contenant. Perforer ou broyer et jeter le contenant vide en respectant les règlements d'élimination locaux.

J.-E. Hellebone
Division de pesticides

Distribution : RG(C), RG(B), PP, PW, N5, KP, KQ, KR, P X.

JEH/sn

**AVIS DE SANTÉ PUBLIQUE SUR L'UTILISATION DU PESTICIDE
BIOLOGIQUE *BACILLUS THURINGIENSIS* EN MILIEU FORESTIER,
AGRICOLE ET URBAIN**

**Avis préparé à l'intention du
ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec
et des Directions régionales de santé publique**

Comité scientifique sur le pesticide
biologique *Bacillus thuringiensis*

Comité de santé environnementale du Québec

Sainte-Foy
Juin 1995

Le mandat du Comité scientifique sur le pesticide biologique *Bacillus thuringiensis* a été confié par la Direction de la protection de la santé publique du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (MSSS) au Comité de santé environnementale du Québec (CSE).

Les membres du Comité scientifique qui ont rédigé et signé l'avis de santé publique sont :

M. Marc Dionne, M.D., Coordonnateur de l'équipe Maladies infectieuses, Direction de la santé publique de Québec, Coordonnateur du Comité scientifique.

Mme Dorice Boudreault, M.D., Médecin-conseil, Direction de la santé publique de la Montérégie.

M. Gilles Delage, M.D., Directeur scientifique, Laboratoire de santé publique du Québec.

M. Albert Nantel, M.D., Directeur, Centre de toxicologie du Québec.

M. Daniel G. Bolduc, biologiste, M. Env., Secrétaire du comité scientifique et du Comité de santé environnementale du Québec.

Les membres du Comité scientifique consultés en tant qu'experts sont :

M. Jean-François Bourque, ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec.

M. Jacques Boisvert, microbiologiste, Ph.D., Laboratoire de recherche sur les arthropodes piqueurs, Université du Québec à Trois-Rivières.

M. Roland Brousseau, Ph.D., Directeur, Institut de recherche en biotechnologie, Conseil national de la recherche du Canada.

M. Gaston Chevalier, Ph.D., Laboratoire de recherche en toxicologie de l'environnement, Université du Québec à Montréal.

M. Gilles Delage, M.D., Directeur scientifique, Laboratoire de santé publique du Québec.

M. Jacques Dugal, biologiste, M. ATDR., Directeur de l'environnement, Société de protection des forêts contre les insectes et maladies (SOPFIM).

M. Benoît Girard, M.D., Médecin-conseil, Direction de la santé publique du Saguenay/Lac-Saint-Jean, Responsable du sous-comité pesticides du Comité de santé environnementale du Québec.

M. Jean Lacoursière, entomologiste, Ph.D., Laboratoire de recherche sur les arthropodes piqueurs, Université du Québec à Trois-Rivières.

M. Pierre Lavigne, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

M. Pierre-Martin Marotte, biologiste, ministère des Ressources naturelles du Québec.

M. Aubert Nadeau, M.D., Médecin-conseil, Direction de la santé publique du Bas-Saint-Laurent.

M. Michel Savard, M.D., Coordonnateur équipe santé environnementale, Direction de santé publique des Laurentides.

Mme Lise Laplante de la Direction de santé publique de Laval, Mme Sylvie Lessard du Comité de santé environnementale du Québec et Mme Suzanne Hamel-Fortin de la Direction de la santé publique de Lanaudière ont également collaboré à la préparation de l'avis de santé publique.

INTRODUCTION

L'insecticide biologique *Bacillus thuringiensis* (*B.t.*) est utilisé au Québec dans la lutte contre les insectes ravageurs en forêt, en agriculture et en milieu urbain. Il est aussi utilisé pour la lutte contre les insectes piqueurs. L'emploi des différentes souches de la bactérie varie selon le type d'utilisation. Au Québec, la variété *kurstaki* est nettement la plus employée en période d'épidémies en forêt. Elle est principalement appliquée pour lutter contre des larves de lépidoptères (papillons) consommant le feuillage des arbres, comme la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Plus marginalement, cette variété est aussi utilisée en agriculture (ex. contre la piéride du chou) et par des particuliers en milieu urbain. En absence d'épidémies de ravageurs forestiers, les variétés *san diego* et *tenebrionis* sont les plus appliquées au Québec. Ces deux variétés sont employées en agriculture contre le doryphore de la pomme de terre. Finalement, utilisée en quantité nettement moindre, quoique de plus en plus employée, la variété *israelensis* sert dans les programmes de lutte contre les insectes piqueurs afin d'éliminer les larves de moustiques et de mouches noires.

Plusieurs municipalités et citoyens du Québec se sont adressés aux responsables de la santé publique afin d'obtenir des informations concernant la sécurité pour la santé humaine de l'utilisation du *B.t.* variété *israelensis*. Par ailleurs, en septembre 1994, la Société de protection des forêts contre les insectes et maladies (SOPFIM) consultait le MSSS sur la nécessité d'entreprendre un programme de suivi médical des travailleurs et de la population exposés au *B.t.* variété *kurstaki*, tel que cela avait recommandé par le Bureau d'audiences publiques en environnement (BAPE).

Le MSSS a demandé au Comité de santé environnementale du Québec (CSE) de mettre sur pied un comité scientifique afin de répondre à ces demandes et de produire un avis de santé publique sur ces questions. Le mandat était de réévaluer le dossier du *Bacillus thuringiensis* sur la base des connaissances scientifiques actuelles, afin de déterminer si cet insecticide biologique peut être utilisé de façon sécuritaire, et à quelles conditions, en milieux forestier, agricole et urbain. Le présent avis répond aux six questions spécifiques soumises par le MSSS au comité scientifique (voir Annexe 1). Un document de support à cet avis de santé publique sera également disponible et fera état des connaissances actuelles tirées de la littérature scientifique, d'études québécoises, canadiennes et américaines de suivi de population et de travailleurs exposés. Ce document repose également sur les opinions d'experts consultés en santé publique, environnement, toxicologie, biotechnologie, lutte biologique contre les insectes (forêt, insectes piqueurs).

1. RISQUES TOXICOLOGIQUES ET INFECTIEUX¹

Les informations disponibles actuellement suggèrent que le pesticide *Bacillus thuringiensis* représente un risque peu important pour la santé des populations humaines qui seraient exposées.

L'exposition expérimentale de mammifères au *Bacillus thuringiensis* par voies orale, respiratoire, sous-cutanée ou oculaire n'a pas provoqué d'effets adverses chez les animaux exposés. Cependant, certaines pâtes contenant du *Bacillus thuringiensis* variété *israelensis* ont causé une irritation conjonctivale chez le lapin, laquelle semble plutôt reliée à la nature abrasive du véhicule qu'à l'agent microbien lui-même. L'inoculation de la bactérie dans l'animal provoque, en général, peu de problèmes sauf lors de l'injection de hautes doses dans le cerveau. De même, l'exposition expérimentale a démontré que les cristaux de la toxine produite par la bactérie s'avèrent non toxique pour les mammifères à moins de simuler expérimentalement les conditions très particulières du système digestif des insectes. Par ailleurs, certains volontaires humains ont ingéré des doses relativement importantes de *Bacillus thuringiensis* sans démontrer d'effets adverses.

Selon Santé Canada, les tests d'innocuité et de sécurité exigés dans le cadre de l'homologation des pesticides biologiques ont permis de déterminer que l'utilisation du *Bacillus thuringiensis* aux doses requises ne représentait pas de risque pour la santé humaine. Ces tests ont démontré que même si le bacille est introduit dans le corps, il n'aura pas d'effets néfastes sur la santé.

Chez l'humain, on a rapporté dans la littérature un cas de conjonctivite et un cas de cellulite suite à des inoculations accidentelles. Dans le premier cas, la conjonctivite a été associée à l'isolent par culture de *Bacillus thuringiensis*. Cependant, le rôle étiologique de la bactérie dans cette infection oculaire n'a pas été confirmé. Selon la littérature, l'inoculation conjonctivale chez l'animal n'est pas associée au développement d'infection malgré le fait que la bactérie peut être retrouvée pendant quelques semaines après l'inoculation. Le second cas, une cellulite de la main, a fait suite à une inoculation accidentelle par injection sous-cutanée d'un travailleur de laboratoire manipulant une culture mixte de *Bacillus thuringiensis* et d'*Acinetobacter*. La présence de ces deux micro-organismes dans la plaie rend l'interprétation du cas difficile. La bactérie *Acinetobacter* y jouait possiblement le rôle pathogène majeur. Une surveillance des populations exposées à l'insecticide *B.t.* a été effectuée dans plusieurs milieux. À part des symptômes d'irritation qui se sont manifestés chez certains travailleurs affectés à des arrosages intensifs, aucune manifestation clinique particulière n'a été observée parmi les populations exposées au *B.t.* lors d'arrosage. Le programme de surveillance le plus intensif décrit à ce jour a été mis sur pied à Vancouver en raison d'arrosages massifs réalisés dans la ville même pour lutter contre une infestation de spongieuses asiatiques. Dans le cadre de cette étude, seuls les travailleurs les plus exposés à des concentrations importantes de l'insecticide ont rapporté certains symptômes irritatifs qui semblent avoir été dus à la formulation plutôt qu'à la bactérie elle-même (irritation des yeux et des voies respiratoires, gerçure des lèvres, peau sèche). Par ailleurs, il n'y a pas eu d'augmentation significative des consultations aux salles d'urgence ni d'apparition de symptômes particuliers chez les populations observées.

Au Québec, dans le Bas-Saint-Laurent, il y a eu un suivi des travailleurs exposés au *Bacillus thuringiensis* lors des programmes d'arrosages aériens contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Aucune des études menées entre 1984 et 1986 par le DSC du Grand-Portage et par l'Université Laval n'a relevé de symptôme chez les travailleurs exposés de façon régulière à l'insecticide. Par ailleurs, les deux groupes de recherche ont documenté l'apparition d'anticorps, notamment chez les travailleurs exposés régulièrement au *Bacillus*

¹ Le lecteur trouvera toutes les références utiles dans le document de support à l'avis de santé publique préparé par le Comité de santé environnementale du Québec (disponible à l'automne 1995).

thuringiensis. Une telle réponse immunitaire est compréhensible puisqu'elle fait partie de la réponse physiologique normale à toute exposition environnementale à un microorganisme, même non pathogène.

Enfin, deux programmes de surveillance ont été mis en place pour évaluer si l'exposition de populations humaines à des arrosages de *B.t.* variété *kurstaki* pouvait conduire à des infections identifiables par examen microbiologique. Un de ces programmes a été mis en place dans l'Oregon et l'autre à Vancouver. Dans ce dernier cas, aucune infection à *Bacillus thuringiensis* imputable à l'arrosage n'a été notée.

Dans l'étude réalisée dans l'Oregon, on a identifié toutefois trois cas d'infection où la présence de *Bacillus thuringiensis* était, selon les auteurs, difficile à interpréter. Dans le premier cas, il s'agissait d'une personne âgée atteinte d'une pneumonie et dont une des quatre cultures sanguine prélevées au début de l'hospitalisation était positive pour *Bacillus thuringiensis*. Ce patient souffrant d'un cancer était sous traitement aux stéroïdes. Le patient n'a pas répondu à un traitement antibiotique approprié pour lutter contre ce micro-organisme. Dans le deuxième cas, il s'agissait d'une culture du liquide biliaire chez un cas classique d'inflammation de la vésicule biliaire avec gangrène. Cette pathologie n'est pas considérée d'origine infectieuse et la patiente n'avait pas de fièvre. De plus, un examen histologique de sa vésicule n'a démontré aucun signe d'infection. Le troisième cas est une cellulite avec possibilité d'abcès chez un usager de drogues intraveineuses. Dans ce cas, l'injection du micro-organisme directement sous la peau peut avoir joué un rôle dans la genèse de l'infection. Ceci s'avère toutefois être un mode d'exposition inhabituel à cette bactérie.

En conclusion, nous pouvons dire que les données disponibles suggèrent que *Bacillus thuringiensis* ne représente pas un risque important pour la santé des populations humaines qui seraient exposés, par exemple, lors d'arrosages sur la végétation ou suite à l'épandage dans des cours d'eau d'un insecticide biologique contenant cette bactérie. Cependant, on ne peut totalement exclure la possibilité que certains cas d'infection puissent survenir chez des patients souffrant de maladies qui diminuent de façon importante les mécanismes de défense. Aucune observation de ce genre n'a été faite dans l'étude de Vancouver. Cependant, nous ne pouvons pas totalement exclure cette possibilité. Il est important de réaliser que ces patients sont sujets à développer des infections à des micro-organismes environnementaux qui sont normalement considérés comme étant non-pathogènes chez l'humain, dont par exemple *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* (de la flore intestinale normale), *Enterobacter* spp., etc. reste possible chez ce type d'individus.

2. PRODUITS CHIMIQUES ENIRANT DANS LES FORMULATIONS COMMERCIALES DE *BACILLUS THURINGIENSIS*

Le Comité scientifique n'a pu obtenir la composition des différentes formulations commerciales, ni les résultats des tests effectués pour leur homologation puisque ces informations sont protégées par le secret industriel. Nous nous en remettons donc au processus fédéral d'homologation qui lui garantit l'innocuité des formulations de *B.t.* utilisées au Canada si elles sont utilisées selon les précautions et restrictions inscrites à l'étiquette.

Les formulations de *B.t.* variété *kurstaki* sont composées principalement de spores de la bactérie et de cristaux de toxine, alors que celles de la variété *israelensis* contiennent principalement des cristaux et un peu de spores. On les retrouve essentiellement dans des suspensions d'eau ou dans des émulsions d'huile. Parmi les ingrédients inertes (dans le sens ne participent pas à l'activité insecticide), il y a, par exemple, des agents épaississants, des agents humidifiants, des phagostimulants (ex. sucre), des anti-évaporants et des écrans solaires. Le xylène a déjà été utilisé dans des formulations de *B.t.* variété *israelensis* mais ne l'est plus actuellement. La composition exacte demeure confidentielle.

Pour obtenir leur homologation au Canada, les formulations commerciales sont évaluées sur la base de l'information toxicologique fournie par le requérant en conformité avec les lignes directrices spécifiques aux produits microbiens. Ces lignes directrices s'inspirent des guides de sécurité de l'Environmental Protection Agency des États-Unis (EPA) et de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Des exigences supplémentaires propres au contexte canadien sont ajoutées (ex. des études sur le terrain et des essais d'efficacité en fonction des modes d'utilisation sont obligatoires).

Tous les ingrédients entrant dans la formulation du produit sont évalués et doivent être démontrés non toxiques. À cette fin, des études de toxicité aiguë sont faites chez des animaux par voies orale, cutanée et respiratoire. Des tests d'irritation (oculaire et cutanée), d'hypersensibilité et de génotoxicité sont également réalisés. Tous ces tests sont réalisés autant avec la matière active seule (spores) qu'avec le produit formulé complet. Ils doivent être en mesure d'identifier les effets adverses de doses surpassant l'usage habituel.

Les tests effectués en laboratoire avec les formulations de *B.t.* sur plusieurs espèces animales n'ont pas démontré de toxicité aux doses utilisées sur le terrain. Certaines préparations concentrées peuvent être légèrement irritantes pour la peau et les yeux, mais les effets disparaissent lorsque la région touchée est lavée à grande eau. Les substances dites inertes (dans le sens ne participent pas à l'activité insecticide) sont présentes en très faibles concentrations lors des applications sur le terrain, doses à lesquelles elles sont insuffisantes, selon les responsables de l'homologation, pour engendrer des effets toxiques sur l'être humain.

3. SUIVI MÉDICAL DES TRAVAILLEURS ET DES POPULATIONS POUVANT ÊTRE EXPOSÉS AU *BACILLUS THURINGIENSIS* VARIÉTÉ *KURSTAKI* UTILISÉ POUR LA PROTECTION DES FORÊTS

À partir des informations disponibles et citées précédemment, il n'apparaît pas pertinent de procéder à un suivi médical systématique des travailleurs et des populations exposées au *B.t.* var. *kurstaki* utilisé pour la protection des forêts. En effet, le suivi médical de travailleurs impliqués dans les pulvérisations et des populations voisines des aires d'arrosage n'a pas permis de détecter de problèmes importants de santé. Pour la population, les opérations d'arrosages restent sécuritaires. Il reste préférable toutefois d'éviter d'exposer inutilement la population. Les mesures de sécurité avancées par la SOPFIM dans son étude d'impact semblent adéquates pour limiter le plus possible l'exposition de la population environnante (ex. bandes de protection, conditions météorologiques, accès contrôlé aux bases d'opération, etc.).

Il demeure possible toutefois que des symptômes irritatifs bénins (ex. irritation des yeux, de la peau, des voies respiratoires, gerçure des lèvres) puissent se manifester chez des travailleurs fortement exposés, particulièrement s'il y avait au Québec une opération de pulvérisation massive. De tels symptômes ont été en effet observés chez des travailleurs fortement exposés à Vancouver lors d'opérations d'arrosage massif en milieu urbain. Les techniques de pulvérisation y étaient toutefois bien différentes de celles employées au Québec pour la protection des forêts. Ces symptômes irritatifs (probablement davantage dus à des ingrédients autres que le matériel actif) justifient l'emploi des mesures de sécurité et de protection privilégiées par la SOPFIM.²

² SOPFIM, [s.d.]. *Manuel de prévention, Opération T.B.E.* Société de protection des forêts contre les insectes et maladies. 20 p.

4. UTILISATION DU *BACILLUS THURINGIENSIS* VARIÉTÉ *ISRAESENSIS* PAR LES MUNICIPALITÉS POUR LE CONTRÔLE DES INSECTES PIQUEURS

Comme pour les autres souches de *B.t.*, les informations disponibles suggèrent que l'insecticide *B.t.* variété *israelensis* pourrait présenter pour les travailleurs fortement exposés certains risques de symptômes irritatifs bénins. Ce type d'utilisation reste tout de même sécuritaire pour les travailleurs en autant que ces derniers emploient des mesures adéquates de sécurité et de protection personnelle. Il est également sécuritaire pour la population en autant que les applications soient réalisées selon les prescriptions inscrites sur l'étiquette (ex. application interdite dans des plans d'eau servant de prises d'eau potable) et qu'elles soient effectuées par des firmes et des professionnels certifiés et formés à cette fin.

Par ailleurs, nous reconnaissons que, dans certains contextes particuliers (ex. endroits où la nuisance causée par les insectes piqueurs s'avère très importante), la mise en place d'un programme de contrôle peut apporter certains bénéfices à la santé en rendant, par exemple, plus accessibles certaines activités récréatives extérieures ou en diminuant le nombre de lésions cutanées et d'infections causées par le grattage excessif après des piqûres de moustiques. Au Québec, le risque de transmission d'encéphalite virale par les moustiques n'est également pas inquiétant, actuellement, pour la santé publique. Les cas d'encéphalites virales transmises par des moustiques ont été exceptionnels au Québec : six cas ont été rapportés au début des années 1980. Ces encéphalites étaient associées au virus *Snowshoe hare* du groupe des encéphalites de Californie. Les conséquences de ces infections furent mineures : céphalées, fièvre et vomissements.

Il faut noter par ailleurs que l'application directe de produits insectifuges sur la peau n'est pas sans risque. Des cas d'intoxications sévères, des réactions allergiques et des pathologies sérieuses ont été rapportés suite à des ingestions et à des applications répétitives d'insectifuges contenant du DEET³ à plus de 10%. Toutefois, même si les avantages des programmes de contrôle des moustiques au *B.t.* variété *israelensis* demeurent non négligeables, la généralisation au Québec de ces programmes ne peut se justifier par un objectif d'amélioration de la santé humaine. Il ne s'agit pas ici de problématiques de santé publique majeures comparativement à d'autres comme le tabagisme, la pauvreté, les traumatismes routiers, les maladies cardio-vasculaires et le SIDA. Localement par contre, ce type de programme peut être utile à la protection de la santé lorsque la nuisance est considérable (ex. chantiers de la baie de James).

Par ailleurs, même si les informations disponibles indiquent que le développement de résistance au *Bacillus thuringiensis* est improbable, le phénomène semble demeurer possible si l'insecticide biologique est mal utilisé. Dans un contexte hypothétique, mais plausible, où la transmission d'encéphalite virale par des moustiques deviendrait au Québec un phénomène plus important qu'actuellement, il demeure selon nous pertinent pour la protection de la santé publique que le *B.t.* variété *israelensis* reste utilisable et qu'aucune résistance ne se soit développée chez les moustiques. Aussi, nous souhaitons que le *B.t.i.* soit employé à bon escient au Québec, c'est-à-dire de manière non abusive et que cela se fasse de façon à éviter le développement du phénomène de résistance. À cette fin, compte tenu que l'usage du *B.t.i.* demande une bonne connaissance de la biologie de l'insecte et des milieux aquatiques afin d'être efficace, ce dernier doit demeurer d'usage restreint et doit continuer à être appliqué exclusivement par des professionnels certifiés, et non par des particuliers.

En conclusion, l'apport des programmes de contrôle des moustiques à l'amélioration de la santé publique demeure au Québec actuellement plutôt mineur. Chaque collectivité doit décider elle-même des raisons et

³ Le DEET (N,N-diéthyl-m-toluamide) est la matière active la plus couramment employée dans les produits insectifuges personnels.

des intérêts qui justifient la réalisation d'un tel programme dans sa localité et doit s'interroger, comme pour l'utilisation de tout pesticides, sur les impacts possibles sur le milieu.

5. UTILISATION DU *BACILLUS THURINGIENSIS* EN AGRICULTURE

En comparaison avec les insecticides chimiques, le *Bacillus thuringiensis* reste actuellement peu employé en agriculture. Un usage accru est toutefois à prévoir au cours des prochaines années. Pour les mêmes raisons que celles citées précédemment, il apparaît que l'utilisation agricole du *B.t.* représente peu de danger pour la santé humaine. Il demeure sécuritaire en autant que les applications sont réalisées selon les prescriptions de l'étiquette et qu'elles sont réalisées par des applicateurs formés. Il n'y a aucun délai à respecter avant la récolte pour les légumes et les fruits ayant été traités au *B.t.*, à l'exception d'un des deux produits commerciaux de *B.t. san diego* appliquées sur les feuilles des plants de pommes de terre (délai de sept jours avant la récolte). Des risques d'apparition de symptômes irritatifs demeurent plausibles pour les travailleurs agricoles qui seraient fortement exposés. Aussi, les mesures de protection individuelle normalement recommandées aux agriculteurs lors d'application de pesticides chimiques doivent également s'appliquer⁴ lors d'usage de *B.t.* Aucun programme de suivi de travailleurs n'est recommandé pour le moment.

6. UTILISATION DU *BACILLUS THURINGIENSIS* PAR LES PARTICULIERS EN MILIEU RÉSIDENTIEL

L'utilisation au Québec d'insecticides à base de *Bacillus thuringiensis* par les particuliers en milieu résidentiel est aujourd'hui une pratique très limitée. Au Québec, il existe seulement deux formulations de *B.t.* variété *kurstaki* homologuées dans la classe domestique pour usage dans les potagers et sur les arbres et plantes ornementales. Il n'y a aucun avertissement, restriction ni précaution inscrit sur les étiquettes de ces produits. Les particuliers procédant eux-mêmes à l'application de *B.t.k.* dans leur potager ou sur les arbustes ornementaux, de même que les travailleurs horticoles qui pourraient l'utiliser, demeurent parmi les plus susceptibles d'être fortement exposés et de subir possiblement des symptômes irritatifs. Ainsi, les règles de prudence normale et de protection individuelle qui s'appliquent lors de l'utilisation ou de l'entreposage de pesticides chimiques doivent également s'appliquer lors de l'emploi de *B.t.k.* Si ces règles sont respectées, l'utilisation de *B.t.k.* apparaît sécuritaire pour la santé.⁵⁻⁶

⁴ QUÉBEC, 1991. *Les pesticides en milieu agricole, Bon sens, Bonnes pratiques*. Ministère de l'Environnement, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, et ministère de la Santé et des Services sociaux. 39 p.

⁵ QUÉBEC, 1993. *Les pesticides à la maison : le moins possible*. Ministère de l'Environnement et ministère de la Santé et des Services sociaux. 51 p.

⁶ QUÉBEC, 1994. *Pesticides et entretien des espaces verts, Bon sens, bonnes pratiques*. Ministère de l'Environnement et de la Faune et ministère de la Santé et des Services sociaux, Éditions versicolores. 65 p.

7. RECOMMANDATIONS S'APPLIQUANT À TOUS LES TYPES D'UTILISATION DE *BACILLUS THURINGIENSIS*

Le Comité scientifique a formulé les recommandations suivantes.

1. Besoin d'informations supplémentaires

Les indications disponibles montrent que les formulations de *B.t.* n'engendrent pas de risques importants pour la santé humaine et que ceux-ci peuvent être réduits par des mesures d'utilisation sécuritaire et de protection des applicateurs et de la population. Nous identifions toutefois un besoin d'informations supplémentaires pour compléter les données disponibles concernant les effets sur la santé humaine. Des études ou recherches supplémentaires de qualité apportant des données plus solides sur le sujet sont donc pertinentes.

2. Surveillance des infections

Afin de recueillir des informations supplémentaires concernant les effets possibles du *B.t.* sur la santé humaine et afin de rassurer la population, à la suggestion du Laboratoire de santé publique du Québec (LSPQ), nous recommandons de mettre sur pied un programme de surveillance passive des infections au *Bacillus thuringiensis*. Dans ce programme, le LSPQ pourrait obtenir la collaboration des laboratoires hospitaliers en se faisant acheminer toutes les souches de bacillus jugées cliniquement significatives. Le LSPQ assurerait l'identification taxonomique précise de la bactérie et sa caractérisation, en collaboration avec d'autres chercheurs québécois. L'étude pourrait s'échelonner sur quelques années et permettrait de déterminer s'il y a des infections à *Bacillus thuringiensis* au Québec. Une attention particulière pourrait être portée sur les régions où il y a des traitements au *B.t.*

3. Registre des travailleurs

La tenue d'un registre des travailleurs impliqués dans les arrosages est également recommandée afin d'obtenir facilement une cohorte d'individus qui auront été exposés si de nouvelles informations venaient un jour justifier des travaux de recherche épidémiologique. Les travailleurs visés pour l'instant sont ceux de la SOPFIM, de même que ceux employés par les entreprises faisant l'application de *B.t.i.* dans le cadre de programme de lutte contre les insectes piqueurs. Pour des raisons de faisabilité, aucun registre n'est recommandé pour les travailleurs agricoles. Le contenu du registre devra être précisé en collaboration avec le MSSS et le réseau de la santé publique du Québec. Le registre devra être tenu par l'employeur et disponible au besoin pour consultation par les responsables des programmes de santé au travail.

4. Surveillance de la contamination

Des risques de contamination bactériologique des préparations à base de *B.t.* sont possibles. De par leur nature, certaines préparations sont susceptibles de permettre la croissance de ces contaminants. Nous recommandons la réalisation d'un programme de surveillance de la contamination microbiologique des produits utilisés. Nous souhaitons que les différentes compagnies fabriquant l'insecticide soient incitées à réaliser un tel contrôle de qualité. Nous incitons la SOPFIM à poursuivre son programme de surveillance de la contamination microbiologique. Nous recommandons aux municipalités de demander aux firmes faisant l'application de *B.t.i.* de leurs fournir les résultats de la surveillance de qualité réalisée par les fabricants ou par quiconque autre.

5. Guide d'utilisation

L'exposition des travailleurs et de la population peut être réduite par l'application de mesures de protection et d'utilisation sécuritaire. Des guides de bonnes pratiques ou manuels de prévention existent pour certains types d'usage de pesticides (agricole, forestier, domestique, horticole). Nous recommandons la préparation d'un guide de prévention pour les autres types d'usage qui n'ont pas de guide.

6. Information du public

La population doit être informée des projets et travaux d'application de *B.t.* dans son environnement. Elle devrait pouvoir exprimer ses préoccupations et participer à la décision.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION

Selon les informations disponibles, l'utilisation des insecticides à base de *Bacillus thuringiensis* ne semble pas présenter de risque important pour la santé publique. Les formulations employées au Québec ne semblent pas pathogènes ni toxiques aux doses appliquées sur le terrain. Bien que l'emploi d'insecticide biologique ne paraît pas complètement inoffensif, il demeure néanmoins une alternative plus qu'intéressante à bien des insecticides chimiques. Des effets irritants plutôt bénins sont possibles chez des travailleurs fortement exposés, notamment aux produits concentrés. En cas d'application massive au Québec, des cas d'infection pourraient théoriquement survenir chez des individus immunodéficients car ces derniers demeurent plus susceptibles à toutes sortes d'infections dues à des micro-organismes environnementaux normalement non pathogènes. Comme dans le cas de n'importe lequel programme d'épandage de pesticides, la population en général, dont les personnes allergiques et les hypersensibles, devraient éviter le plus possible de s'exposer ou d'être exposées directement durant l'application du produit. Le respect des règles de sécurité pour restreindre l'exposition de la population et pour la protection individuelle des applicateurs est primordial. Le respect des restrictions inscrites sur l'étiquette, l'application de l'insecticide selon les règles de l'art et par des personnes compétentes, de même qu'une utilisation non abusive permet un usage du *B.t.* qui est sécuritaire pour la santé publique.

Pour rassurer la population et améliorer les connaissances sur le *B.t.*, une étude de surveillance passive des infections possibles à *Bacillus thuringiensis* chez la population et la tenue d'un registre des travailleurs exposés sont notamment recommandées. L'application d'un programme de surveillance de la contamination microbiologique des produits utilisés est également suggérée.

En ce qui concerne plus particulièrement l'utilisation de la variété *israelensis*, la généralisation au Québec des programmes de lutte contre les insectes piqueurs ne peut se justifier par un objectif d'amélioration de la santé humaine. Localement par contre, ce type de programme peut être utile à la protection de la santé lorsque la nuisance est considérable. Nous recommandons tout de même la prudence quant à cette pratique qui tend de plus en plus à se généraliser. La population doit s'interroger sur les raisons justifiant ces programmes ainsi que sur leurs impacts et leurs bénéfices. La population doit être informée des projets et elle devrait pouvoir participer à la décision. Il faut viser au Québec à utiliser le moins possible de pesticides, incluant les insecticides biologiques, bien que l'usage de ces derniers apparaît actuellement préférable aux insecticides chimiques. Lorsqu'ils sont utilisés, les pesticides chimiques et biologiques doivent être employés selon les règles de prudence normale et avec une protection adéquate des applicateurs.

ANNEXE**Mandat du Comité scientifique**

MANDAT DU COMITÉ SCIENTIFIQUE D'EXPERTS

sur le *Bacillus thuringiensis* (*B.t.*)

Objectif général

Réévaluer le dossier du *Bacillus thuringiensis* (*B.t.*), sur la base des connaissances scientifiques actuelles, afin de déterminer si cet insecticide biologique peut être utilisé de façon sécuritaire, et à quelles conditions, en forêt, en milieux agricole ou urbain. Formuler un avis de santé publique sur l'utilisation du *B.t.* à l'intention du MSSS et des directions régionales de la santé publique.

Objectifs spécifiques

- Consulter la littérature scientifique sur les risques toxicologiques et infectiologiques reliés aux formulations de *B.t.*
- Recueillir au besoin des renseignements supplémentaires (sous garantie de confidentialité) sur certains produits chimiques entrant dans les formulations commerciales de *B.t.*
- Évaluer la pertinence d'élaborer un plan de suivi médical des travailleurs et de certaines populations pouvant être exposés au *B.t.k.* utilisé en épandage aérien pour la protection des forêts (requête de la SOPFIM du 26 septembre 1994).
- Déterminer si le *B.t.i.* peut être utilisé de façon sécuritaire par les municipalités pour le contrôle des insectes piqueurs (demande des DRSP de la Montérégie et des Laurentides).
- Déterminer si le *B.t.* peut être utilisé de façon sécuritaire en agriculture et à quelles conditions.
- Déterminer si le *B.t.* peut être utilisé de façon sécuritaire par les particuliers en milieu résidentiel et à quelles conditions.

Échéance : 31 mars 1995

Direction de la Protection de la santé publique
Ministère de la Santé et des Services sociaux
Québec, le 24 octobre 1994



**Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs**

Québec 