



Le ministère de l'Environnement et le virus du Nil occidental

1. [Le contexte](#)
2. [Le rôle du ministère de l'Environnement](#)
3. [Les insecticides utilisés](#)

[3.1 Processus fédéral d'homologation](#)

3.1.1 Fiches techniques de l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire sur le B.t.i, le méthoprène et le malathion

[3.2 Informations complémentaires à propos des insecticides prévus au plan d'intervention](#)

3.2.1 Le *Bacillus thuringiensis var. israelensis* (B.t.i.)

3.2.2 Le méthoprène

3.2.3 Impacts sur l'environnement des adulticides : resméthrine, perméthrine et malathion

Autre document

[Les moustiques
chez vous](#)

1. Le contexte

Le plan d'intervention gouvernemental encadre les activités de surveillance et d'intervention au Québec.

Le virus du Nil occidental (VNO) est une infection qui se transmet à l'humain par un moustique après qu'il a lui-même piqué un oiseau infecté. Ce virus est apparu pour la première fois en Amérique du Nord en 1999 dans la ville de New York et ses alentours. Son aire de distribution s'est rapidement élargie, le virus se trouvant sur la presque totalité des États-Unis (44 États). Au Canada, il a été détecté dans 5 provinces dont le Québec en juillet 2002.

Pour faire face à la situation et protéger la santé de la population, le gouvernement du Québec a adopté une loi (*Loi sur les laboratoires médicaux, la conservation des organes des tissus, des gamètes et des embryons et la*

disposition des cadavres) qui prévoit le dépôt d'un plan d'intervention. Ce plan d'intervention adopté par le gouvernement doit être mis à jour et déposé annuellement à l'Assemblée nationale, devenant ainsi sujet à des consultations publiques. Il est présenté conjointement par le ministère de la Santé et des Services sociaux, le ministère des Affaires municipales et de la Métropole et le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, après consultation auprès du ministère de l'Environnement.

Parmi les activités opérationnelles mises en place par le plan d'intervention gouvernemental, soulignons la surveillance des oiseaux, des moustiques et des cas humains en plus des mesures concernant l'approvisionnement sanguin et la conception d'un plan de communication.

Pour l'année 2003, le plan d'intervention prévoit l'utilisation d'insecticides pour contrôler les insectes vecteurs du virus du Nil occidental, soit les moustiques. Même si ce cadre juridique permet l'utilisation d'insecticides, ceux-ci ne devront être utilisés qu'en dernier recours, en choisissant les produits les moins toxiques, et dans des conditions sécuritaires et respectueuses de la santé et de l'environnement. Les mesures d'intervention sont graduées et pondérées, en tentant d'équilibrer les risques inhérents au mode d'intervention par rapport aux risques de propagation du virus. Un exemplaire du plan d'intervention est disponible dans le [site Internet du ministère de la Santé et des Services sociaux](#).



2. Le rôle du ministère de l'Environnement

Le ministère de l'Environnement joue un rôle de consultation et de collaboration, et s'assure, dans la mesure du possible, que l'utilisation d'insecticides est faite de manière sécuritaire, rationnelle et de façon que l'impact sur l'environnement soit réduit au minimum.

En plus d'être consulté sur le plan d'intervention gouvernemental, le ministère de l'Environnement est interpellé principalement lors de l'utilisation d'insecticides. En effet, le plan d'intervention prévoit l'application d'insecticides, en utilisant d'abord les produits les moins toxiques comme le larvicide biologique *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*B.t.i.*) et le méthoprène, et ensuite, le cas échéant et en dernier recours, des adulticides. Les adulticides sont des pesticides appliqués dans l'air (brumisateur, « fogger ») pour contrôler les moustiques adultes (qui volent) par comparaison aux larvicides qui sont appliqués dans le milieu aquatique pour contrôler les larves. Les adulticides ciblés ont été la resméthrine, la perméthrine et le malathion, en application aussi localisée que possible.

Le rôle du ministère de l'Environnement est de collaborer avec les autres ministères partenaires dans la gestion de ce dossier dont l'objectif est de protéger la population québécoise et de s'assurer que l'utilisation d'insecticides soit effectuée de façon sécuritaire et rationnelle afin que l'impact sur l'environnement soit réduit au minimum. L'utilisation d'insecticides pour la lutte contre le virus du Nil occidental soulève des inquiétudes, et le ministère de l'Environnement en est conscient. Comparativement aux larvicides, ce sont surtout les adulticides qui peuvent entraîner des impacts négatifs sur l'environnement. Cependant, le plan d'intervention ainsi que le processus décisionnel mis en place permettent de nous assurer que leur utilisation ne sera

faite qu'aux endroits où cela est justifié.

Deux lois du ministère de l'Environnement concernent particulièrement l'utilisation des pesticides au Québec, soit la *Loi sur la qualité de l'environnement* et la *Loi sur les pesticides*.

- **La Loi sur la qualité de l'environnement**

En vertu du [Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement \(Loi sur la qualité de l'environnement\)](#), certaines activités nécessitent l'obtention préalable d'un certificat d'autorisation du ministère de l'Environnement. Ainsi, l'application d'insecticides (le larvicide est un type d'insecticide) dans un milieu aquatique pourvu d'un exutoire superficiel vers un bassin hydrographique et l'application aérienne dans un milieu forestier ou à des fins non agricoles sont assujetties à l'obtention d'un certificat d'autorisation du ministère de l'Environnement. Par ce processus d'autorisation, le ministère de l'Environnement s'assure que toutes les mesures nécessaires pour minimiser les impacts 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 25 municipalités du Québec souscrivent à un programme annuel de contrôle des insectes piqueurs avec du larvicide biologique *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* nécessitant une autorisation du ministère de l'Environnement. Dans ce dernier cas, le traitement aux larvicides est appliqué pour des raisons de nuisance.

En vertu du [Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement](#), tout programme ou projet de pulvérisation aérienne de pesticides dans un milieu forestier ou à des fins non agricoles sur une superficie de 600 hectares ou plus est assujetti à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement : étude d'impact, audiences publiques possibles et décret du Conseil des ministres. La *Loi sur la qualité de l'environnement* permet cependant de soustraire un projet de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement dans le cas où sa réalisation est requise afin de réparer ou de prévenir des dommages causés par une catastrophe réelle ou appréhendée. Un avis de projet a été rédigé à des fins de soumission au ministère de l'Environnement, conformément à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. Une analyse approfondie des risques reliés au virus du Nil occidental et à ses mesures de contrôle a été réalisée. Certaines analyses sont à compléter.

- **La Loi sur les pesticides**

En vertu du [Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation \(Loi sur les pesticides\)](#), toute entreprise qui utilise des insecticides doit posséder un permis du ministère de l'Environnement. De plus, les employés qui appliquent ce produit doivent détenir un certificat de qualification du ministère de l'Environnement. Ce certificat ne peut être obtenu que si le détenteur a réussi un examen du ministère de l'Éducation. Il nous

assure que l'utilisateur possède une certaine connaissance des risques associés à l'utilisation des pesticides et de la façon de les appliquer de manière sécuritaire. Enfin, toute entreprise détentrice de permis ou tout individu détenteur d'un certificat exigé en vertu de la *Loi sur les pesticides* doit se conformer aux normes du [Code de gestion des pesticides](#). Le Code édicte, entre autres, des normes d'utilisation, d'entreposage et de préparation des pesticides et plus spécifiquement l'interdiction suivante :

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



3. Les insecticides utilisés

Le plan d'intervention prévoit l'application d'insecticides, en utilisant d'abord les produits les moins toxiques comme le larvicide biologique *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*B.t.i.*) et le méthoprène, et ensuite, le cas échéant et en dernier recours, des adulticides. Les adulticides ciblés sont la resméthrine, la perméthrine et le malathion, en application aussi localisée que possible.

En matière de pesticides, les rôles des gouvernements du Canada et du Québec sont complémentaires. Le gouvernement du Canada est responsable de la mise en marché des produits (*Loi sur les produits antiparasitaires*) et le Québec de l'application de ces produits sur le terrain (*Loi sur la qualité de l'environnement* et *Loi sur les pesticides*).

3.1 Processus fédéral d'homologation

Avant d'être mis sur le marché, un pesticide doit être approuvé par Santé Canada et avoir passé à travers le processus d'homologation des pesticides. Les fabricants sont tenus de fournir à l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA), relevant de Santé Canada, les données analytiques complètes de la formulation du produit ainsi que l'information complète sur la protection de la santé et de l'environnement, de façon à permettre aux scientifiques de l'Agence de procéder à l'évaluation des risques. L'Agence rend le produit disponible sur le marché (homologue le produit) lorsqu'elle considère que son utilisation représente des risques acceptables pour la santé et l'environnement, dans la mesure où cette utilisation respecte les inscriptions sur l'étiquette. Selon l'Agence : « seuls les produits qui ont fait l'objet d'un examen scientifique, qui sont jugés efficaces et sécuritaires et qui ne présentent qu'un risque minime pour la santé humaine et l'environnement sont homologués par l'ARLA ».

Par ce processus fédéral d'homologation, l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire possède des informations privilégiées sur les pesticides mis en marché et les impacts sur l'environnement d'un insecticide.

3.1.1 Fiches techniques de l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire sur le B.t.i, le méthoprène et le malathion

L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire rend disponibles dans son site Internet diverses fiches techniques portant sur les insecticides suivants et leur impact sur l'environnement :

- Fiche technique sur le [Bacillus thuringiensis var. israelensis \(B.t.i.\)](#)
- Fiche technique sur l'[utilisation du méthoprène dans les programmes de lutte contre les moustiques](#)
- Fiche technique sur l'[utilisation du malathion dans les programmes de lutte contre les moustiques](#)

3.2 Informations complémentaires à propos des insecticides prévus au plan d'intervention

Outre l'assurance donnée par le processus fédéral d'homologation des pesticides qui garantit que les risques sont acceptables si le produit est utilisé selon les instructions indiquées sur l'étiquette, le ministère de l'Environnement encadre tout de même l'activité par sa réglementation et se documente sur les impacts touchant l'environnement. Voici quelques-unes de ces informations.

3.2.1 Le *Bacillus thuringiensis var. israelensis (B.t.i.)*

- Impacts sur l'environnement du *Bacillus thuringiensis var. israelensis (B.t.i.)*

Le *Bacillus thuringiensis var. israelensis (B.t.i.)*, appelé aussi *Bacillus thuringiensis serovar H-14*, est un larvicide biologique homologué au Canada depuis 1982. En 1994, le ministère de l'Environnement demandait aux chercheurs de l'Université du Québec à Trois-Rivières de produire un document sur le *B.t.i.* et sur le contrôle des insectes piqueurs au Québec. Dans ce document, on traite du rôle des insectes piqueurs dans l'environnement, entre autres, et on donne des informations générales sur le *B.t.i.* (ex. : mode d'action, paramètres influençant les applications de contrôle) et sur les impacts environnementaux de l'utilisation du *B.t.i.* sur la faune non ciblée, sur les écosystèmes aquatiques, sur la chaîne alimentaire, sur le développement potentiel d'une résistance au *B.t.i.*, etc. [Le résumé de cette étude figure ci-dessous.](#)

Enfin, en avril 1999, le ministère de l'Environnement adressait à l'organisme fédéral responsable de l'homologation, l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, une [liste de questions](#) sur le *B.t.i.* et sur les impacts des traitements appliqués avec ce larvicide. Enfin, vous trouverez aussi une [fiche préparée par le ministère de l'Environnement](#) sur ce produit.

De façon générale, le *B.t.i.* est reconnu pour être un produit larvicide très sélectif, c'est-à-dire qu'il n'est toxique que pour un très petit nombre d'espèces, en l'occurrence, les larves de diptères et en particulier les larves de mouches noires et de moustiques. Les

études que l'on possède et les documents scientifiques, comme celui réalisé par les chercheurs de l'Université du Québec à Trois-Rivières pour le compte du ministère de l'Environnement, le confirment. Ainsi, l'application du *B.t.i.*, conforme aux doses opérationnelles recommandées, présente des risques allant de nuls à négligeables pour les espèces qui pourraient être exposées, comme les mammifères, oiseaux, poissons ou batraciens.

Concernant les invertébrés aquatiques qui pourraient être présents dans le plan d'eau lors de l'application du produit, les études indiquent que la très grande majorité des espèces ne sont pas affectées (ex. : mollusques, crustacés, libellules, demoiselles, coléoptères, patineuses, etc.). La plupart des organismes susceptibles d'être affectés sont certaines espèces qui sont proches parents des moustiques et des mouches noires (ordre des diptères). Ces organismes sont des *chironomidae* (mouches et moucheron), *dixidae*, *chaboridae*, *ceratopogonidae* et *blephariceridae*. Certaines espèces sont affectées à des doses opérationnelles (mortalité ou dérive des organismes), mais la plupart de ces organismes ne seraient affectés qu'à des doses beaucoup plus élevées que celles recommandées pour les traitements opérationnels, d'où l'importance d'une certaine qualification des utilisateurs.

Les applications de *B.t.i.* dans un programme de prévention et de contrôle du virus du Nil occidental visent à détruire les larves de moustiques. Puisque ces larves se développent la plupart du temps dans les eaux stagnantes sans exutoire, telles que les mares, plans d'eau attribuables à la fonte des neiges, etc., les impacts de l'application du produit sont réduits. En effet, l'application est localisée et il n'y a pas de dispersion du produit en aval. En ce qui concerne l'impact sur la chaîne alimentaire, bien que peu d'études traitent du sujet, il semble que cet impact soit faible puisque les organismes qui se nourrissent des larves de moustiques ou des moustiques adultes modifient leur régime alimentaire. En fait, il ne semble pas y avoir d'organismes qui se nourrissent exclusivement de moustiques. Cet impact est d'autant plus faible que l'écosystème est diversifié (présence d'un grand nombre d'espèces).

Soulignons que le ministère de l'Environnement a soutenu financièrement une étude en 2002-2003 afin de rechercher du *B.t.i.* dans l'environnement naturel québécois. Parmi la centaine d'échantillons prélevés, un seul isolat de *B.t.i.* a été confirmé, et les tests effectués ne peuvent distinguer cet isolat d'une souche commerciale de *B.t.i.* couramment utilisée.

Malgré que le *B.t.i.* soit un larvicide biologique sélectif dont les impacts sur l'environnement et la santé humaine semblent très faibles, le ministère de l'Environnement considère toutefois que l'utilisation des pesticides doit être faite de façon rationnelle et sécuritaire. Ainsi, la disparition d'un organisme vivant, en l'occurrence les moustiques (larves ou adultes), constitue un impact en soi. La durée de cette disparition et l'ampleur de la superficie concernée sont à prendre en compte pour mesurer cet impact. C'est pourquoi la réglementation existante, autant fédérale que québécoise, balise de tels traitements.

- Mode d'action

(Texte tiré de : J. Boisvert et J.O. Lacoursière, 1994, *Le Bacillus thuringiensis var. israelensis et le contrôle des insectes piqueurs au Québec*, document préparé pour le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 74 p.)

Contrairement à d'autres sous-espèces de *B. t.* qui nécessitent la présence de cristaux et de spores pour induire la mort chez un insecte (ex. le *B. t. kurstaki* contrôlant la tordeuse du bourgeon de l'épinette et le *B. t. aizawai* utilisé pour détruire la fausse-teigne de la cire infestant les ruches d'abeilles), **l'effet insecticide du *B. t. israelensis* provient exclusivement du cristal**, et il agit donc comme le ferait un poison. **Les spores et les cellules végétatives du *B. t. i.* ne sont aucunement impliquées dans le processus insecticide** (Becker et Margalit, 1993).

Lorsqu'elles sont ingérées par une larve, les inclusions cristallines sont partiellement dissoutes dans le liquide alcalin du tractus digestif, libérant ainsi de longues chaînes de protéines qui sont les différents précurseurs des toxines; elles ont donc été nommées les protoxines ou δ -endotoxines (delta-endotoxines) (figure 5, étapes 1 et 2). Ces longues chaînes de protéines sont par la suite sectionnées par des enzymes (les protéases) pour produire de petites molécules de grosseurs prédéterminées : les segments toxiques, dénommés « toxines ». Le cristal du *B. t. i.* contient au moins quatre de ces segments toxiques, chacun possédant sa propre activité (figure 5, étape 3) (Ibarra et Federici, 1986; Ward et autres, 1986; Becker et Margalit, 1993). Bien que le mode d'action précis de chacune de ces molécules ne soit pas pleinement élucidé, il est maintenant connu que l'intoxication est le résultat combiné de l'action de chacune d'elles (Delecluse et autres, 1988; Federici et autres, 1990; Honée et Visser, 1993).

Le cristal de *Bacillus thuringiensis var. israelensis* est un « poison stomacal ». D'après plusieurs études physiologiques et immunologiques, les cellules de la paroi de la portion médiane du tractus digestif sont le site initial de l'action toxique (de Barjac 1978; Hofmann et Lüthy, 1986). Après la libération des segments toxiques par le liquide alcalin et les enzymes, ces molécules se fixent sur des récepteurs spécifiques situés sur la membrane des cellules formant le tube digestif (figure 5, étape 4), immobilisant ainsi les toxines sur la membrane de ces cellules (Honée et Visser, 1993). Par la suite, provoquées par le déséquilibre biochimique induit par l'activité des toxines, les cellules affectées se gonflent et éclatent (figure 5, étapes 5, 6 et 7), causant la perforation de la paroi du tube digestif (Charles et de Barjac, 1983). Cela provoque le passage de suc digestif dans la cavité corporelle de l'insecte et le mouvement inverse de l'hémolymphe (l'équivalent du sang chez les insectes) (figure 5, étape 7). Bien que certains effets neurotoxiques ont aussi été observés (Cheung et autres, 1986), il semble qu'une perte complète d'intégrité causée par l'éclatement de leur tube digestif serait la cause de la mort des insectes empoisonnés aux cristaux de *Bacillus thuringiensis var. israelensis* (Lüthy et Ebersold, 1981; Chilcott et autres, 1990).

Plusieurs étapes sont donc nécessaires à l'obtention d'un effet toxique occasionné par des cristaux de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. Dans des conditions naturelles, c'est-à-dire dans son habitat, un insecte doit, pour mourir :

- **ingérer** le cristal de *B.t.i.*, donc le capturer et l'avalier;
- posséder un tube digestif à **pH hautement alcalin**;
- posséder les **enzymes** capables de libérer les molécules toxiques; et
- posséder les **récepteurs** adéquats, c'est-à-dire compatibles aux toxines.

La présence ou l'absence de récepteurs cellulaires appropriés semble être un des facteurs clés de la haute spécificité des cristaux de *B.t.* (c'est-à-dire un effet limité à un petit nombre d'espèces sensibles). Considérant que le type de protéines assemblées dans l'inclusion cristalline peut varier entre sous-espèces de *B.t.*, l'intensité de l'effet toxique observé serait donc le résultat de la grande affinité ou du grand nombre de récepteurs présents chez une espèce d'insecte donnée (Honée et Visser, 1993). Cela explique sans doute la différence de susceptibilité d'un insecte aux cristaux des différentes sous-espèces de *B.t.* Par exemple, les cristaux de *B.t.* var. *kurstaki* sont très actifs contre les lépidoptères, mais ils ne démontrent qu'une faible activité contre les moustiques et sont inefficaces contre les mouches noires, tandis que les cristaux de *B.t.* var. *israelensis* sont très actifs contre les moustiques et les mouches noires, mais ils n'ont qu'une faible activité, voire une activité nulle, contre les larves de lépidoptères (Federici et autres, 1990; Dulmage et autres, 1990).

Les insectes les plus susceptibles aux cristaux de *B.t.i.* sont pour la très grande majorité membres de la même « famille », c'est-à-dire qu'ils proviennent tous d'un même ancêtre lointain qui vécut voici des millions d'années. Le spectre d'activité du *B.t.i.* est principalement restreint aux membres des nématocères (sous-ordre), un sous-groupe de l'ordre des diptères. Cependant, les plus hauts taux de susceptibilité ne se trouvent que parmi certains membres d'un sous-groupe, les culicomorpha (infra-ordre) regroupant entre autres les familles des culicidae (les moustiques), des simuliidae (les mouches noires) et une grande partie des moucherons (chironomidae, ceratopogonidae et autres), les moustiques et les mouches noires étant les plus susceptibles (figure 2). Probablement à cause de certaines variations génétiques et comportementales au sein de ces deux familles, il existe des différences de sensibilité entre les espèces formant chacune de ces familles, de même que parmi les différents stades larvaires d'une même espèce.

L'activité larvicide du *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* provient de sa structure cristalline. Le spectre d'activité étroit démontré par les cristaux de *B.t.i.* – c'est-à-dire une spécificité pour un nombre restreint d'espèces d'insectes – tient donc de facteurs comportementaux (liés à l'ingestion obligatoire des protoxines, les cristaux), physiologiques (alcalinité et enzymes) et finalement génétiques (récepteurs cellulaires compatibles aux toxines). Les

recherches sur le mode d'action et les causes physiologiques de la sélectivité des cristaux de *B.t.i.* se poursuivent.

- Persistance dans l'environnement

(Texte tiré de : J. Boisvert et J.O. Lacoursière, 1994, *Le Bacillus thuringiensis var. israelensis et le contrôle des insectes piqueurs au Québec*, document préparé pour le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 74 p.)

Lorsque l'on parle de la persistance du *B.t.i.* dans l'environnement, on se doit de tenir compte de trois éléments : la persistance de l'effet toxique des cristaux, la persistance physique du cristal en tant qu'agglomération de protéines et la persistance de la bactérie sous forme de spore.

La persistance de l'effet toxique du *B.t.i.* dépend principalement de la disponibilité des cristaux (voir section 3.1 et figure 6). De façon générale l'effet toxique de la majorité des formulations commerciales sur la faune cible, à l'exception des briquettes, s'estompe rapidement suivant un degré de toxicité initial élevé jusqu'à sa disparition en moins de quelques jours dans une mare (Mulligan et autres, 1980; Davidson et autres, 1981; McLaughlin et Billodeaux, 1983; Mulla, 1985), et en quelques minutes en eau courante (la période d'activité toxique se limite au passage du « nuage » d'insecticide). **L'éclosion et le développement de nouvelles larves de moustiques sont observables trois ou quatre jours suivant un traitement de leur habitat** (Mulla, 1990). Cette faible persistance de l'activité toxique est attribuable à la floculation, à l'adsorption et à la sédimentation des cristaux de *B.t.i.*, et ce, malgré que leur durée de vie – c'est-à-dire leur présence physique – s'étende sur plusieurs années en laboratoire et sur le terrain (Dupont et Boisvert, 1985). Les cristaux ainsi « immobilisés » conservent leur potentiel toxique pour les espèces sensibles et demeurent amorphes pour tout organisme ne possédant pas les conditions physiologiques nécessaires à leur activation. Cette immobilisation n'est pas nécessairement permanente puisqu'une agitation et une resuspension des sédiments peuvent rétablir une partie de l'activité toxique (Sheeran et Fisher, 1992). De même, on a pu récupérer près de 90 % de l'activité toxique des cristaux de *B.t.i.* par filtration des sédiments, et ce, jusqu'à 22 jours suivant leur application (Ohana et autres, 1987).

Bien que la germination des spores et la croissance des cellules végétatives soient possibles dans les cadavres de moustiques traités au *B.t.i.* (Aly, 1985), cette bactérie est incapable d'établir et de maintenir un degré d'infection apte à contrôler une population naturelle de moustiques ou de mouches noires (Ramoska et autres, 1981).

Aucun cas d'activité larvicide résiduelle n'est rapporté en eaux courantes, bien que des cristaux de *B.t.i.* ont été retrouvés dans les tapis d'algues, de mousse et d'herbes recouvrant le fond de cours d'eau, de même qu'à plus de 60 cm sous le lit de ceux-ci dans la zone appelée « hyporhéique » (Tousignant et autres, 1993). À partir

des échantillons prélevés, des mortalités allant de moins de 10 % (herbes et sédiments fins) à plus de 90 % (tapis d'algues et de mousse) ont été observées en laboratoire sur des larves de moustiques. Les cristaux, comme les spores, sont donc « filtrés » par ces différents compartiments de l'habitat, lorsque l'eau chargée de ces substances y circule. Des études menées en Suède (Vought et autres, 1991) et aux États-Unis (Triska et autres, 1989) sur le comportement des pollutions agricoles ont clairement démontré la présence d'un échange d'eau important entre le cours d'eau, son lit et ses berges – l'eau entre dans le lit ou les berges pour en ressortir plus loin, agissant ainsi comme un filtre. Aucune étude sur le comportement des spores et des cristaux de *B.t.i.* n'a cependant été conduite pour déterminer combien de temps ils demeurent « immobilisés » dans ces zones.

Les cristaux et les spores de *B.t.i.* sont présents dans l'écosystème aquatique pour une période qui excède celle de l'activité toxique. La durée de vie d'un cristal de *B.t.i.* n'est pas précisément connue, mais en tant que matériel organique – tout comme les poils, les os et la cuticule d'insectes – **les cristaux de *B.t.i.* sont éventuellement dégradés et leurs constituantes recyclées dans l'écosystème.** La vitesse à laquelle ces cristaux seront recyclés sera dépendante de l'activité enzymatique du milieu – cette activité est liée entre autres à la présence d'organismes (ex. : algues, bactéries et moisissures) et à la température du milieu. Il n'y a pas, à notre connaissance, d'études exhaustives concernant l'accumulation et la durée de vie des cristaux et des spores de *B.t.i.*, à la suite de traitements répétés. Cependant, dans les zones où la réinvasion est grande (comme au Québec), les doses et l'intensité des traitements demeurent semblables au cours des ans, ce qui semble indiquer qu'il n'y a pas pour le moment de phénomène attribuable à la persistance des cristaux et de l'activité toxique de même qu'à la germination et à la multiplication de la bactérie – c'est-à-dire. un recyclage du *B.t.i.*. **Ces constatations sont une indication de la faible persistance dans l'environnement du *B.t.i.* provenant des formulations insecticides.**

- Trois fiches ou documents
 - [Résumé du document de Boisvert et Lacoursière](#)
 - Transcription d'un document reçu au ministère de l'Environnement à la suite des [questions posées à l'organisme fédéral responsable de l'homologation, l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire](#), au sujet du *B.t.i.* et des impacts liés à son utilisation.
 - [Fiche sur le B.t.i.](#) du *Répertoire des principaux pesticides utilisés au Québec*



3.2.2 Le méthoprène

- Impacts sur l'environnement du méthoprène

L'utilisation du méthoprène comme larvicide de moustiques ne devrait pas avoir d'effets nocifs sur les populations d'oiseaux, de mammifères ou de poissons (Extoxnet, 2001).

En ce qui a trait à la toxicité pour les oiseaux, des études ont démontré que le méthoprène est pratiquement non toxique pour les espèces terrestres, incluant le canard colvert et le colin de Virginie, et qu'il n'avait pas d'effet sur la reproduction de ces deux espèces d'oiseaux (Environmental Protection Agency, 2001). De fait, la DL50 du méthoprène pour le canard colvert est plus élevée que 2250 mg/kg (Extoxnet, 2001).

Pour ce qui est des organismes aquatiques, le méthoprène est légèrement à modérément toxique chez les poissons comme la truite, le crapet-soleil, l'achigan à grande bouche et la barbue de rivière. De fait, la CL50 pour une exposition de 96 heures étaient de 4,62 ppm pour le crapet-soleil, de 4,39 ppm pour la truite, et supérieurs à 100 ppm pour l'achigan à grande bouche et la barbue de rivière. Les résidus de méthoprène pourraient avoir un léger potentiel de bioaccumulation chez le crapet-soleil et l'écrevisse. Cependant, l'exposition des organismes aquatiques est limitée par la faible solubilité (0,51 ppm) du méthoprène dans l'eau et par sa dégradation rapide dans l'environnement aquatique (Extoxnet, 2001).

Le méthoprène semble très toxique pour certaines espèces d'invertébrés d'eau douce, les invertébrés estuariens et les invertébrés marins. Cependant, les organismes marins ne devraient pas être exposés à des traitements larvicides contre les moustiques (Extoxnet, 2001). La daphnie semble très sensible au méthoprène, car la CE50 semble être de 89 ppb pour 48 heures d'exposition (Environmental Protection Agency, 1991). Pour d'autres espèces, le méthoprène est peu toxique avec une CL50 de plus de 100 ppm pour la crevette d'eau douce (Extoxnet, 2001). Récemment, les résultats d'études sur le terrain exigées pour la réévaluation du méthoprène par l'Environmental Protection Agency (EPA) démontrent que ce pesticide n'entraîne pas d'effets néfastes de longue durée sur les populations d'invertébrés ou d'autres organismes aquatiques non visés. Les répercussions nuisibles n'étaient pas permanentes et les populations touchées ont pu se rétablir (ARLA, 2001). Des études de risque ont démontré que la concentration de l'ingrédient actif dans l'environnement aquatique, si le produit est utilisé selon les recommandations indiquées sur l'étiquette, devrait être sous les niveaux qui sont toxiques lors des études en laboratoire (EPA, 2001).

Des études extensives portant sur les effets écologiques du méthoprène sur des espèces d'arthropodes aquatiques et terrestres non visées et apparentées aux moustiques ont révélé qu'elles n'étaient pas affectées par le méthoprène à des concentrations de 1000 ppb (EPA, 2001). Le méthoprène semble présenter peu de danger pour les insectes non visés. Le facteur critique est le moment du traitement en relation avec le stade de développement de l'insecte. Peu de risques sont associés à l'utilisation du méthoprène à proximité des abeilles. Le méthoprène a peu d'effets sur les 35

espèces non visées exposées, incluant les vers de terre, les escargots, etc. (Extoxnet, 2001).

Le méthoprène semble toxique pour les amphibiens comme les grenouilles, les crapauds et les salamandres (Extoxnet, 2001). Cependant, les taux d'application recommandés et la dégradation rapide du méthoprène dans l'eau devraient empêcher la concentration dans l'eau d'atteindre les niveaux dommageables pour les amphibiens (Extoxnet, 2001). Des études de laboratoire ont indiqué que le méthoprène présentait un faible risque pour les amphibiens à des taux rencontrés dans l'environnement (La Clair et autres, 1998) et que les produits de la dégradation du méthoprène ne semblaient pas affecter les amphibiens (Degitz et autres, 2001).

- Mode d'action

Le méthoprène est un régulateur de croissance analogue à l'hormone juvénile présente naturellement chez les moustiques. Pour être efficace sur les moustiques, le produit doit être appliqué directement dans l'eau où se trouvent les larves de moustiques. Lorsque les larves de moustiques sont exposées au méthoprène, leur cycle biologique est perturbé, car la présence constante de l'hormone juvénile inhibe la métamorphose en adulte des larves et maintient ainsi les propriétés larvaires. En effet, pour que le passage du stade larvaire vers le stade adulte se réalise, les niveaux de l'hormone juvénile doivent s'abaisser, ce qui permet à l'hormone de mue de réaliser son action. Les larves traitées vont donc se transformer en pupes, mais la forme adulte n'émergera pas de la pupes. Ainsi, le méthoprène est considéré par l'EPA comme un pesticide biochimique, car plutôt que d'engendrer une toxicité directe pour l'insecte, il agit de façon indirecte en interférant dans le cycle biologique; il n'est donc pas toxique pour les pupes et les adultes. Pour être efficace, le méthoprène doit être appliqué au stade sensible dans le cycle biologique, soit le stade larvaire (Extoxnet, 2001).

- Persistance dans l'environnement

Le méthoprène est peu persistant dans les sols et ne présente pas de risques de contamination des eaux souterraines. C'est la biodégradation microbienne qui constitue la voie principale de dégradation dans les sols. Le méthoprène se dégrade aussi rapidement en présence de lumière. On a estimé sa demi-vie dans les sables loameux à environ 10 jours. Il n'a pas tendance à être lessivé vers l'eau souterraine, car il s'adsorbe rapidement aux particules de sol (Extoxnet, 2001).

Le méthoprène se dégrade rapidement dans l'eau et il a une demi-vie de moins de 2 jours dans ce milieu. Par exemple, la demi-vie dans l'eau d'un étang est d'environ 30 heures à 1 ppb et de 40 heures à 10 ppb. Les micro-organismes et la lumière décomposent le méthoprène (Extoxnet, 2001).



[Fiche sur le méthoprène](#)

3.2.3 Impacts sur l'environnement des adulticides : resméthrine, perméthrine et malathion

L'utilisation d'adulticides occasionnera des impacts sur les espèces non ciblées. Nous n'avons pas présentement d'études à grande échelle qui permettraient de quantifier ces impacts. Deux études ont toutefois été menées à petite échelle sur ces questions. Jensen et autres (1999) n'ont pas observé d'effets importants sur les insectes aquatiques et les poissons dans les opérations de contrôle de moustiques des marais avec du malathion. La population d'insectes volants a diminué, mais elle est revenue après 48 heures. Mount (1998) conclut que les applications terrestres à très faible volume (ULV) selon les inscriptions sur l'étiquette ne représentent pas une menace pour les humains et les organismes utiles non ciblés.

Aucun produit contre les moustiques adultes actuellement sur le marché n'est sélectif, c'est-à-dire toxique uniquement pour les moustiques. Tous les produits sont toxiques pour la plupart des insectes. Ce dont nous pouvons juger, c'est de l'impact appréhendé entre les produits disponibles, ce qui permet de favoriser le produit de moindre impact. C'est dans ce sens qu'ont été choisis les insecticides prévus au plan d'intervention. Les adulticides choisis sont la resméthrine, la perméthrine (traitement barrière) et le malathion.

L'utilisation de produits à base de pyréthrinoïdes synthétiques, comme la resméthrine ou la perméthrine, est plus sécuritaire lors de leur application en milieu terrestre. Ils se dégradent plus rapidement et leurs produits de dégradation sont peu toxiques par rapport à ceux du malathion. La demi-vie de la resméthrine dans l'air est de 25 minutes, celle de la perméthrine de 10 heures, et celle du malathion de 1,5 jour. Les pyréthrinoïdes sont plus toxiques pour les animaux à sang froid que pour les animaux à sang chaud et, par le fait même, plus sécuritaires pour les humains, les mammifères et les oiseaux. Pour les traitements près des milieux aquatiques, le malathion serait préférable, malgré des impacts très probables.

Les produits utilisés pour les traitements contre les moustiques adultes seront utilisés selon la technique d'application à ultra bas volume. Cette technique fait en sorte que le produit est appliqué sous forme de brouillard et que les doses utilisées sont très faibles, afin de minimiser les impacts sur l'environnement. À titre d'exemple, un traitement terrestre avec un des produits ciblés – le produit Mosquito Fog 40 % (numéro d'homologation 15187) à base de resméthrine – n'utilisera que 7,85 grammes de resméthrine à l'hectare (environ ½ cuillerée à thé sur une superficie de 1 hectare - six patinoires). Pour le malathion, la dose contre les moustiques est beaucoup plus faible que celle utilisée en agriculture, soit respectivement de 0,29 l/ha et de 1,17 l/ha.

Les produits existants et homologués contre les moustiques adultes ne sont pas sélectifs relativement aux insectes et aux organismes aquatiques, c'est-à-dire qu'ils sont toxiques pour tous ces

organismes et non pas seulement pour les moustiques. Malgré un dosage adéquat, on peut s'attendre à ce qu'une utilisation de ces produits soit toxique pour les organismes de poids égal ou plus faible que les moustiques. Des mesures d'application adéquates (respect des recommandations indiquées sur l'étiquette concernant les doses, les conditions climatiques, les appareils performants, le moment du traitement (nuit/jour), etc.) avec des bandes de protection pour certains éléments sensibles, si ces mesures ne compromettent pas la réussite du traitement, permettent de minimiser les risques et les impacts. De plus, la technique de vol des moustiques (ils semblent flotter dans les airs) les rend plus susceptibles d'entrer en contact avec le produit appliqué selon la technique d'application à ultra bas volume (brouillard).

- [Fiche sur le malathion](#)
- [Fiche sur la resméthrine](#)
- [Fiche sur la perméthrine](#)



Dernière mise à jour : 2003-10-30

| [Accueil](#) | [Plan du site](#) | [Courrier](#) | [Quoi de neuf?](#) | [Sites d'intérêt](#) | [Recherche](#) | [Où trouver?](#) |
| [Politique de confidentialité](#) | [Réalisation du site](#) | [À propos du site](#) |

Québec 

© [Gouvernement du Québec, 2002](#)



Les moustiques chez vous

Contexte

Avec l'arrivée du printemps et le dévoilement du *Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental*, présenté par le ministère de la Santé et des Services sociaux, stipulant que certains traitements préventifs à l'aide de larvicides seront effectués au Québec en 2003, plusieurs personnes cherchent à réaliser des traitements avec du *Bacillus thuringiensis* Berliner variété *israelensis* (B.t.i.) et du méthoprène sur leur propriété.

Approche retenue

Pour la saison 2003, outre les traitements ciblés à certaines zones qui seront effectués de façon préventive avec des larvicides (*Bacillus thuringiensis* Berliner variété *israelensis* [B.t.i.] et méthoprène), le plan d'intervention québécois prévoit l'épuisement de toutes les possibilités, par des mesures de protection personnelle, domestique, communautaire et municipale avant d'envisager d'autres épandages d'insecticides. Les insecticides qui seront privilégiés sont le *Bacillus thuringiensis* Berliner variété *israelensis* (B.t.i.) et le méthoprène en raison de leur faible toxicité.

En effet, 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. Ainsi, un comité composé de représentants des ministères concernés, de scientifiques et de représentants des autorités régionales a déterminé, selon des critères spécifiques, les sites où, en 2003, l'application de traitements préventifs avec des larvicides à faible toxicité est justifiée. Ces critères sont la densité de la population humaine, les cas humains en 2002, les données de surveillance des oiseaux en 2002 ainsi que les données de surveillance des moustiques en 2002.

Lors de programmes à grande échelle, le *Bacillus thuringiensis* Berliner variété *israelensis* (B.t.i.) et le méthoprène ne peuvent être utilisés que par des gens qui détiennent un certificat décerné par le ministère de l'Environnement pour le contrôle des insectes piqueurs (CD9). En effet, l'application de pesticides dans l'eau, surtout en présence d'un exutoire, requiert certaines connaissances afin de ne pas contaminer 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 destruction pourrait donc

être inutile.

Les insecticides et vous

En apprenant que des traitements seront effectués cette année, certaines personnes envisagent des traitements sur leur propriété. Il est important de savoir que l'utilisation de pesticides, même à faible toxicité, présente certains risques. En effet, les moustiques présents dans les marais peuvent constituer une source de nourriture pour d'autres organismes. Leur élimination peut donc 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 de connaître le bon dosage lors de l'utilisation de ces produits.

De plus, un traitement sur une petite surface comme votre terrain n'aura probablement pas d'impact important sur le développement 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. 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 un certificat d'autorisation du ministère de l'Environnement. Sachez, enfin, qu'on ne retrouve pas de larves de moustiques dans les ruisseaux et les rivières.

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 bassins, les mares, les vieux pneus, les abreuvoirs d'oiseaux, les réservoirs d'eau de pluie, les jouets, les toits plats, les gouttières, etc.


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 serrés, 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).

Vous pouvez consulter le site Internet du ministère de la Santé et des Services sociaux pour plus d'information (http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/prob_sante/vno.html), ainsi que le site de l'ARLA concernant les insectifuges personnels (<http://www.hc-sc.gc.ca/pmra-arla/francais/pdf/pnotes/deet-f.pdf>).



Dernière mise à jour : 2003-10-30

| [Accueil](#) | [Plan du site](#) | [Courrier](#) | [Quoi de neuf?](#) | [Sites d'intérêt](#) | [Recherche](#) | [Où trouver?](#) |
| [Politique de confidentialité](#) | [Réalisation du site](#) | [À propos du site](#) |

Québec 

© [Gouvernement du Québec, 2002](#)

Le *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* et le contrôle des insectes piqueurs au Québec

Résumé issu du document préparé pour le compte du ministère de l'Environnement par Dr Jean O. Lacoursière et Dr Jacques Boisvert du Laboratoire de Recherches sur les Arthropodes Piqueurs, Département de chimie-biologie, Université du Québec à Trois-Rivières (mars 1994).

RÉSUMÉ

Au Québec, environ 52 espèces de moustiques et 72 espèces de mouches noires sont présentes. Les femelles d'environ 90% de ces espèces sont hématophages, c'est-à-dire qu'elles peuvent prendre un repas sanguin pour assurer la maturation de leurs œufs. La phase immature de ces insectes est aquatique et leurs larves sont considérées comme ayant un rôle de "convertisseur", transformant les particules de grosseurs ultra-fines qu'elles ingèrent en particules plus grosses représentées par leurs excréments. Larves et adultes sont des proies potentielles des prédateurs aquatiques et terrestres. Comme tous les organismes, ces insectes ont un rôle dans l'écosystème et ce rôle n'est, qu'à de très rares exceptions, tenu par une seule espèce ou même groupe d'individus.

Bien que cette bactérie n'est pas, à ce jour, officiellement répertorié au Québec, l'information disponible nous permet de croire que le *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*B.t.i.* ou *B.t.* H-14) y fait partie de la faune microbienne naturelle. Autorisés au Canada depuis 1982, les produits à base de *B.t.i.* sont couramment utilisés dans le contrôle des populations de moustiques et de mouches noires. L'activité larvicide provient exclusivement de la structure cristalline produite lors du cycle vital de la bactérie. Ses spores et cellules végétatives ne sont aucunement impliquées dans le processus insecticide. Le *B.t.i.* est un "poison stomacal". Pour être toxique, le cristal doit être ingéré et l'organisme impliqué doit posséder un tube digestif à pH hautement alcalin, les enzymes capables de libérer les molécules toxiques et finalement, les récepteurs compatibles aux toxines. Les cristaux de *B.t.i.* ne sont toxiques que pour certains insectes et l'information scientifique indique que cet entomopathogène peut être utilisé sans risque pour les humains et tout autre mammifère potentiellement exposé. L'innocuité du *B.t.i.* et les marges de sécurité relatives aux doses opérationnelles recommandées, indiquent que l'emploi du *B.t.i.* est aussi sécuritaire pour les micro- et les macro-invertébrés, les poissons, les batraciens et les oiseaux.

L'efficacité du *B.t.i.* est influencée non seulement par les paramètres d'application, mais par tous les paramètres environnementaux affectant la disponibilité des cristaux dans l'habitat et le comportement de l'insecte visé, soit: l'espèce, le stade et la densité larvaire, la température et le pH de l'eau, l'intensité lumineuse, la présence de particules, de pollution organique et inorganique, la turbidité, le courant, le couvert végétatif et la profondeur et le profil du cours d'eau. Outre la mortalité de l'insecte visé, l'effet à court terme le plus visible engendré par un traitement au *B.t.i.* est l'accroissement possible de 0 à 6 fois l'intensité normale de la dérive des organismes non-cible (nombre d'organismes

présents dans la colonne d'eau par unité de temps) dans les 12 à 24 heures suivant l'application et ce, en comparaison d'une augmentation de 50 à 200 fois observée lors de l'application d'insecticides chimiques comme le téméphos et le chlorphoxim. L'information scientifique actuellement disponible n'indique pas la présence, à moyen ou à long terme, d'effets négatifs sur les communautés aquatiques ou terrestres suivant les traitements répétés au *B.t.i.*. Bien que très peu d'études ont examiné l'effet du *B.t.i.* sur la chaîne alimentaire, l'information disponible sur la disparition momentanée ou soutenue des insectes visés par un contrôle, démontre que celle-ci se réajuste et que l'impact est inversement proportionnel à la complexité de l'écosystème, *i.e.* que moins l'écosystème local abritant la population de mouches noires ou de maringouins traitée est complexe (faible nombre d'espèces), plus celui-ci peut être affecté par la disparition de ceux-ci.

Bien que les cristaux et les spores peuvent persister dans l'environnement pour un certain temps, l'effet larvicide des cristaux de *B.t.i.* est de courte durée et ceux-ci sont éventuellement dégradés et leurs constituantes recyclées dans l'écosystème.

***BACILLUS THURINGIENSIS* BERLINER var. *israelensis* (BTH)**

Nom complet : *Bacillus thuringiensis* Berliner variété *israelensis*

Nom commercial : VectoBac (Valent Biosciences Corporation), Teknar (Thermo Trilogy™ Corporation), Aquabac (AFA Environnement Inc.)

Type de pesticide : Insecticide, pesticide biologique (biopesticide)

Groupe chimique : *Bacillus thuringiensis*

Source : Ministère de l'Environnement (2002). *Répertoire des principaux pesticides utilisés au Québec*, Les Publications du Québec, Sainte-Foy, 476 p.

UTILISATION

Lieux

Cours d'eau, plans d'eau et différents lieux humides.

Insectes contrôlés

Larves de mouches noires et de maringouins (réf. 34).

Formulation

Poudre mouillable, suspension, granules (réf. 34) contenant principalement des cristaux et un peu de spores (réf. 94).

Mode d'action

Cette souche bactérienne développe au cours de son cycle vital une spore et une inclusion cristalline. Or l'effet insecticide du *B.t.* variété *israelensis* provient exclusivement du cristal. À la suite de l'ingestion par une larve, les inclusions cristallines sont partiellement dissoutes dans le liquide alcalin du tractus digestif, libérant ainsi de longues chaînes de protéines (pro-toxines ou delta-endotoxines). Celles-ci sont par la suite sectionnées par des enzymes (protéases) pour produire les segments toxiques (les toxines). Le cristal contient au moins quatre toxines, chacune possédant sa propre activité. Le mode d'action de chacune de ces molécules n'est pas pleinement élucidé, toutefois c'est le résultat combiné de l'action de chacune d'elles qui a l'effet toxique sur la larve. Ces toxines se fixent sur des récepteurs situés sur la membrane des cellules de la paroi médiane du tractus digestif et induisent un déséquilibre biochimique. Les cellules affectées se gonflent et éclatent, causant la perforation de la paroi du tube digestif. L'éclatement du tube digestif serait la cause majeure de la mort de l'insecte (réf. 90).

COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT

Eau

Bien que les cristaux et les spores puissent persister dans l'environnement pour un certain temps - leur durée de vie s'étend sur plusieurs années en laboratoire et sur le terrain - l'effet larvicide des cristaux de *B.t.i.* est de courte durée et ceux-ci sont éventuellement dégradés et leurs constituants recyclés dans l'écosystème (réf. 90).

TOXICOLOGIE

Pharmacocinétique

Des études utilisant différents modes d'injection dans l'organisme ont démontré une persistance du *Bacillus thuringiensis* variété *israelensis* dans les systèmes sanguin et digestif de même que dans différents organes (yeux, nez, poumons, foie, rate, reins et cerveau) autant chez l'animal que chez l'humain. Cette persistance s'échelonne sur des périodes de quelques heures à plusieurs mois. Aucune étude n'a pu démontrer avec certitude que la bactérie pouvait se multiplier dans l'organisme animal ou humain. Son élimination par l'organisme serait semblable à celle des particules inertes (réf. 95).

Toxicité aiguë

Le *Bacillus thuringiensis* variété *israelensis* ne semble pas présenter de risque important pour la santé publique. Les formulations employées au Québec ne semblent ni pathogènes ni toxiques aux doses appliquées sur le terrain. La toxicité du *B.t.i.* par voie orale est faible car l'acidité du système digestif ne permettrait pas l'activation de la δ -toxine de la bactérie chez les mammifères et l'humain (réf. 94). Les études animales de toxicité cutanée et oculaire sur les formulations ne rapportent aucun effet à l'exception de faibles irritations temporaires (réf. 68). Des effets cliniques sérieux ont été observés chez un travailleur de laboratoire qui s'était injecté accidentellement dans la main une culture mixte concentrée de *B.t.i.* et de *Acinetobacter calcoaceticus* var. *anitratus*. La présence de ces deux microorganismes dans la plaie rendait l'interprétation du cas difficile. Or les auteurs ont conclu que la bactérie *Acinetobacter* y jouait possiblement le rôle pathogène majeur (réf. 94).

Toxicité chronique

Des personnes vivant à proximité des lieux de pulvérisation ou des travailleurs exposés professionnellement au *Bacillus thuringiensis* variété *israelensis* ont démontré la présence d'anticorps contre la bactérie sans qu'aucune pathologie ne soit observée (réf. 68).

Principaux indicateurs de toxicité chez différents mammifères incluant l'humain

Indice de toxicité	Valeur	Spécifications	Réf.
DL ₅₀ orale (mg/kg)	> 5 000	Rat	63
DL ₅₀ orale (mg/kg)	> 2 000	Lapin	63

Références :

- (34) RIPP : Regulatory Information on Pesticide Products ARLA : Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (Novembre 1998). In *CHEM Source/Référence CHIMIE(CD-ROM)*. Adresse : Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, Hamilton, Ontario.
- (63) RTECS : Registry of Toxic Effects of Chemical Substances. National Institute of Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio, (version CD-ROM), MICROMEDEX, Inc., Englewood, Colorado (édition se terminant le 30 avril 1998).
- (68) SOPFIM, 1992. *Programme quinquennal (1993-1997) de pulvérisations aériennes d'insecticides contre certains insectes forestiers. Tome 1 – tordeuse des bourgeons de l'épinette*. Étude d'impact sur l'environnement réalisée par Lavalin Environnement (1991) inc. pour la Société de protection des forêts contre les insectes et maladies (SOPFIM), Québec, Pagination multiple.
- (90) Lacoursière, J.O. et J. Boisvert (1994). *Le Bacillus thuringiensis israelensis et le contrôle des insectes piqueurs au Québec*, Laboratoire de recherches sur les arthropodes piqueurs, Université du Québec à Trois-Rivières.
- (94) Comité de santé environnementale du Québec, 1995. *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, 12 p.
- (95) Lessard, S. et D.G. Bolduc (1996). *L'insecticide Bacillus thuringiensis et la santé publique : document de support à l'avis de santé publique*, Comité de santé environnementale du Québec, ISBN 2-921636-82-4, 70 p.