



Tout ce que  
vous devez savoir  
sur le

***Bti***

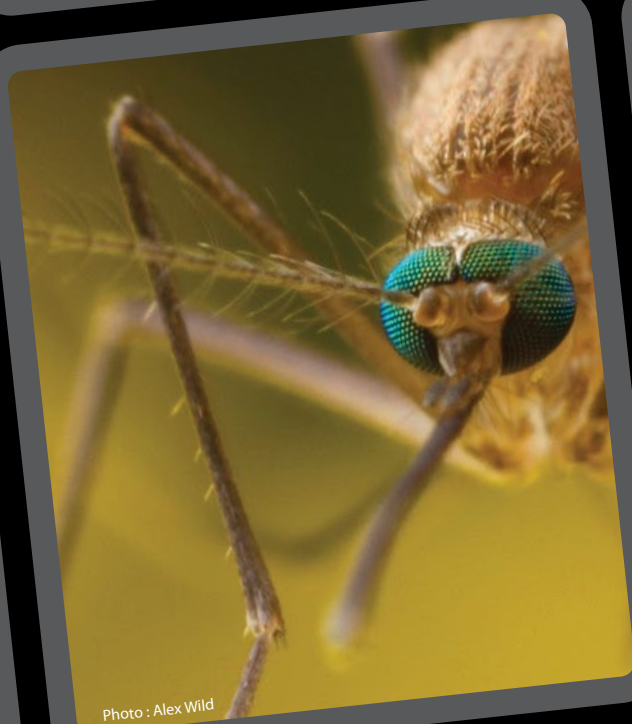


Photo : Alex Wild





## **Avis au lecteur**

Ce document est un outil de vulgarisation scientifique afin de répondre aux questions récurrentes à propos du Bti. Ce n'est pas une revue de littérature scientifique exhaustive. Si vous désirez davantage de renseignements sur le sujet, consultez les références proposées à la fin du document.

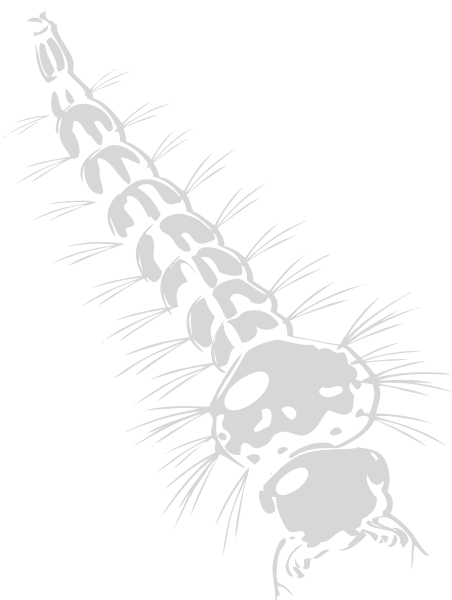
## **Remerciements**

Gestion de projet : *Alexandre Rocheleau, MBA*  
Rédaction et Recherche : *Marie-Hélène Bélanger-Morissette, biologiste (sous la supervision de M. Christian Brousseau, M.Sc. Env)*  
Infographie : *Paul Berryman*

*G.D.G. Environnement* tient à remercier les membres de l'équipe pour le travail exceptionnel qui a permis la réalisation de ce document (*Réjean Bergevin, Stéphanie Moreau, Nathalie Nadeau, Gregory Roy and Richard Vadeboncoeur*).

Tous droits réservés.  
© 2014, G.D.G. Environnement Ltée







# Table des matières

À quoi ça sert ? .....	5
Depuis quand utilise-t-on le Bti ? .....	5
Comment ça marche ? .....	6
Est-ce que le Bti affecte les abeilles ? .....	7
Est-ce que le Bti s'accumule dans le sol ? .....	7
Le Bti influence-t-il la productivité et la fertilité des sols ? .....	7
Y a-t-il un risque pour la végétation ? .....	8
Y a-t-il un risque pour la santé humaine si le Bti se dépose dans les champs de fruits et légumes pendant un épandage aérien par exemple ? .....	8
Si le Bti entre en contact avec une culture certifiée biologique, cette culture peut-elle garder sa certification ? .....	8
Le Bti peut-il contaminer mon puits et mon eau potable ? .....	9
Un monde sans moustiques apporterait-il des conséquences pour l'écosystème ? .....	9
Le fait de diminuer la quantité de moustiques par les traitements au Bti influence-t-il la survie des chauves-souris ? .....	10
Le fait de diminuer la quantité de moustiques par les traitements au Bti influence-t-il la survie des oiseaux insectivores comme les hirondelles ? .....	12
Le fait de diminuer la quantité d'insectes piqueurs par les traitements au Bti influence-t-il la survie des poissons ? .....	13
Le Bti affecte-t-il les populations de chironomides ? .....	13
Le Bti affecte-t-il directement ou indirectement les populations d'amphibiens ? .....	14
Références .....	15

Tout ce que  
vous devez savoir  
sur le ***Bti***





# RÉPONSES à vos QUESTIONS

Le *Bacillus thuringiensis israelensis* ou Bti est une bactérie naturellement présente dans la nature. D'autres sous-espèces de Bt sont homologuées pour utilisation au Canada et elles aussi n'agissent que sur des espèces spécifiques d'insectes.

## À quoi ça sert ?

Le Bti sert à contrôler les moustiques et les mouches noires. Il est aussi utilisé dans la prévention des maladies transmises par les moustiques, comme le virus du Nil occidental, et permet une meilleure qualité de vie aux populations au prise avec la nuisance causée par ces insectes. Le Bti est une solution écologique non toxique pour les humains et les animaux et se dégrade rapidement dans l'environnement. Il n'a pas d'impact significatif sur les habitudes alimentaires des autres espèces animales. Ce bio-larvicide est appliqué dans l'eau stagnante ou courante, soit les endroits où pondent les moustiques et les mouches noires. La lutte aux insectes piqueurs, au moyen de larvicides biologiques, montre une sensibilité collective à la préservation des milieux naturels et permet de contribuer à l'atteinte d'un meilleur équilibre entre les actions de la nature et celles de l'Homme.

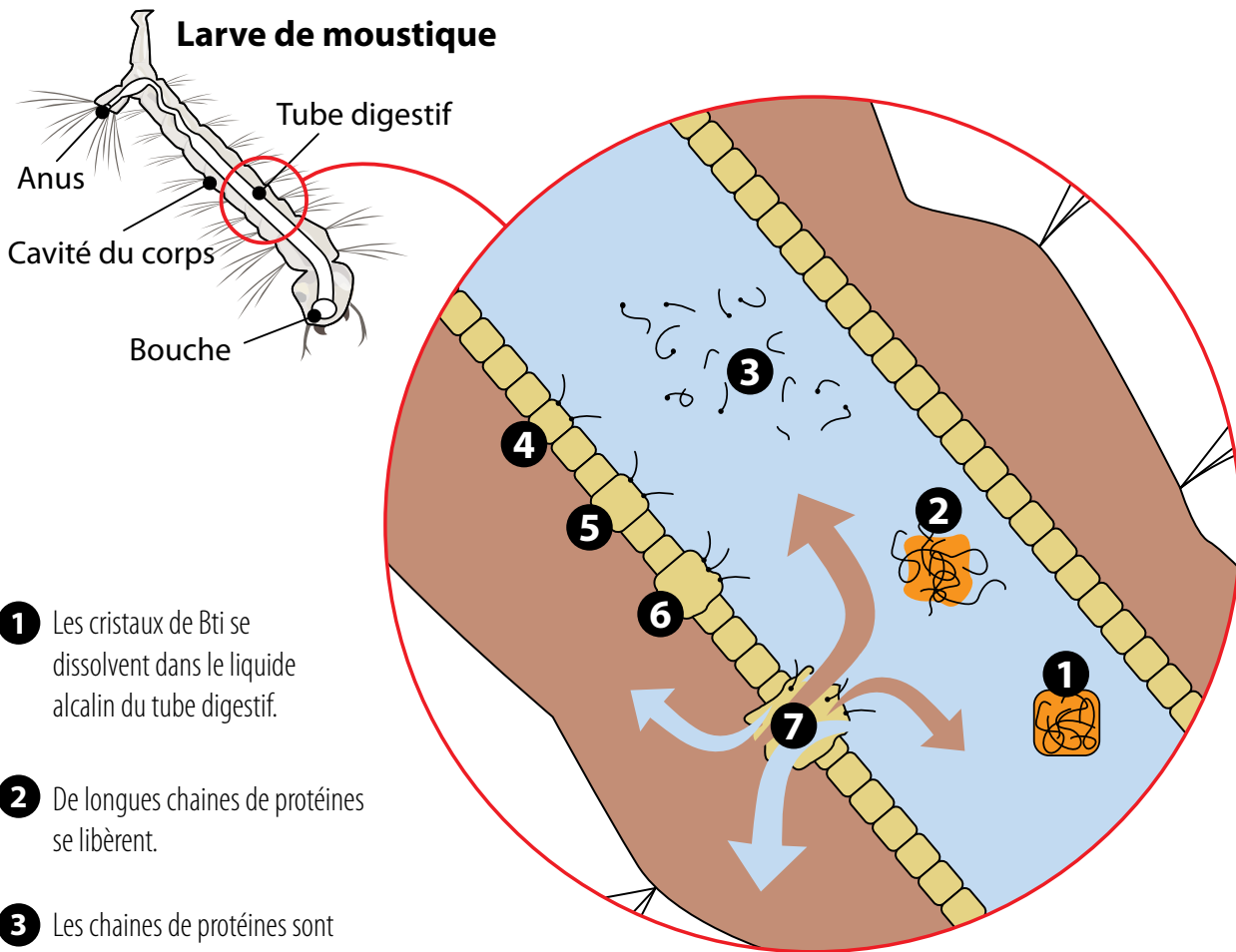
## Depuis quand utilise-t-on le Bti ?

C'est en Israël qu'à l'été de 1976 une bactérie démontrant des propriétés hautement larvicides pour les moustiques fut découverte par Goldberg et Margalit dans une petite mare du désert du Néguev. Ils publient leurs travaux en 1977 et, depuis 1982, le Bti est utilisé à travers le monde pour le contrôle biologique des moustiques et des mouches noires.



# Comment ça marche ?

Durant l'étape de sporulation de son cycle de vie, le Bti produit une protéine cristallisée, qui est toxique uniquement pour les larves de moustiques et de mouches noires. Ces cristaux microscopiques sont ingérés par les larves des insectes lorsque celles-ci se nourrissent. Dans le milieu alcalin de l'appareil digestif de ces insectes sensibles, les cristaux se dissolvent et se transforment en molécules protéiques toxiques qui détruisent les parois de l'estomac.



- 1 Les cristaux de Bti se dissolvent dans le liquide alcalin du tube digestif.
- 2 De longues chaînes de protéines se libèrent.
- 3 Les chaînes de protéines sont sectionnées par des enzymes.
- 4 Les segments, qui sont toxiques pour les cellules de la paroi du tube digestif, s'accrochent à ces cellules.
- 5 Sous l'effet des toxines, les cellules se mettent à gonfler.
- 6 Les cellules continuent à se gonfler et s'affaiblissent.

- 7 Éventuellement, les cellules affectées éclatent causant une perforation du tube digestif, ce qui entraîne le mouvement du suc digestif vers la cavité du corps et un mouvement inverse du sang de l'insecte.

L'éclatement du tube digestif provoque la mort de l'insecte.



## Est-ce que le Bti affecte les abeilles ?

Beaucoup d'études ont été réalisées sur les effets du *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) sur les abeilles domestiques (Krieg, 1980; Vandenberg et Shimanuki, 1986; Vandenberg, 1990; Malone, 1999). Aucun effet néfaste n'a été signalé parmi les colonies d'abeilles à la suite de traitements au Bti sur les plantes que les abeilles butinent. Il n'y a pas non plus d'impact négatif sur les abeilles ou les colonies d'abeilles. Une étude parue en 2012 par Frank Aletru, président du centre Vendéen de recherche et sélection apicoles de la Vendée, en France, montre que le Bti n'est pas toxique pour les abeilles et qu'il n'affecte pas les activités de celles-ci (ALETRU, F, 2012). Il n'y a pas eu



Photo: Jerzy Strzelecki

de perte de butineuses et aucune surmortalité d'ouvrières. Aucun trouble du comportement n'a été rapporté, aucune apparition et aucun développement de maladies dans le couvain ou chez l'adulte n'ont été détectés. Il est intéressant de noter qu'un rucher expérimental situé dans une zone traitée qui a reçu 10 fois plus de Bti que la normale s'avère le plus productif en miel. De plus, dans une publication du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation de l'Ontario, le Bti est classé non toxique pour les abeilles. De plus, le Bti est conçu pour une application dans les milieux aquatiques et non directement sur les plantes.

## Est-ce que le Bti s'accumule dans le sol ?

Diverses études indiquent que le *Bacillus thuringiensis* (Bt) persiste dans le sol surtout sous forme de spores et ne démontre que très peu de multiplication des cellules végétatives (Boisvert & Lacoursière, 2004). De plus, le rayonnement solaire, particulièrement les UV, dégrade très vite les spores produites par la bactérie (Kwang-Bo, & Côté, 2000). De plus, des applications répétées de Bt n'entraînent aucune accumulation de la bactérie dans le sol (Dulmage et Aizawa, 1982).

## Le Bti influence-t-il la productivité et la fertilité des sols ?

Selon Lacey, 2007, il est peu probable que les produits contenant du Bt puisse avoir un impact sur la productivité et la fertilité des sols, car la bactérie est normalement présente dans l'environnement. Elle présente une persistance brève dans le sol et ne s'y accumule pas.





## Y a-t-il un risque pour la végétation ?

Les produits à base de Bt ne sont pas toxiques pour la végétation. Les plantes terrestres et aquatiques ne sont pas incommodées par le Bti, car elles n'ont pas les structures nécessaires pour ingérer les cristaux produits par la bactérie et les dégrader (USDA, 1995). Le Bti est conçu pour une application dans les milieux aquatiques et non directement sur les plantes.

## Y a-t-il un risque pour la santé humaine si le Bti se dépose dans les champs de fruits et légumes pendant un épandage aérien par exemple ?

L'Agence de réglementation de la lutte antiparasite (Santé Canada) admet qu'il peut y avoir une exposition possible sur des produits agricoles. Il faut noter toutefois que le Bti est utilisé comme alternative aux insecticides chimiques pour le contrôle de certains insectes dans la production de champignons. L'Agence de Protection de l'environnement des États-Unis conclut qu'il n'y a aucun risque pour la population en générale, les enfants et les nourrissons compris (ARLA, 2006 et Journal of the AMCA, 2007).

## Si le Bti entre en contact avec une culture certifiée biologique, cette culture peut-elle garder sa certification ?

Les produits à base de Bt, tels que le Bti et le Btk, s'avèrent ceux les plus couramment utilisés mondialement en agriculture biologique, en foresterie et en santé publique (contrôle des insectes piqueurs vecteurs de maladies). Aux États-Unis, certaines formulations (ex : *VectoBac WDG*) sont accréditées par l'OMRI et sont approuvées par le NOP (National Organic Program, USDA). Les diverses formulations de *VectoBac* bénéficient également d'une certification délivrée par *Ecocert* en France attestant de leur compatibilité avec l'agriculture biologique. Il est à noter que ces produits ne contiennent aucun OGM. Par exemple, le Bti est approuvé par l'OMRI comme larvicide contre les sciarides (mouche du terreau entre autres) dans la culture biologique (CETAB, 2013). On peut retrouver le *Manuel des intrants biologiques Productions animales, végétales et acéricoles* en cliquant sur le lien suivant : [http://www.cetab.org/system/files/publications/mib\\_2014.pdf](http://www.cetab.org/system/files/publications/mib_2014.pdf). Ce manuel contient la plupart des produits approuvés pour la culture biologique et est accessible gratuitement sur Internet. De plus, dans le cas d'un épandage aérien mandaté par le gouvernement, la décision de certification est faite cas par cas par le certificateur en question. Toutefois, d'autres formulations de Bt sont certifiées. Le Bti est conçu pour une application dans les milieux aquatiques et non directement sur les récoltes. Il est reconnu que le Bti n'a aucun effet sur les fruits ou les légumes.

## Le Bti peut-il contaminer mon puits et mon eau potable ?

Tel que mentionné précédemment, le Bti est conçu pour une application dans les milieux aquatiques. Ainsi, l'accumulation ou la dispersion du Bti dans le sol ne devrait pas se produire. Les spores de cette bactérie ne sont pas déplacées par l'eau vers d'autres emplacements dans le sol. Par exemple, lors d'inondation, les spores ne semblent pas se déplacer des zones traitées aux zones non traitées (Guidi et al. 2011). Ces résultats sont en accord avec les résultats obtenus dans les études antérieures. Il faut savoir que le Bti est inoffensif pour l'humain, car l'homme ne possède pas les structures permettant d'activer la toxine contenue dans le Bti. De plus, bien que le Bti ne puisse être appliqué directement dans l'eau potable à cause de lois très strictes concernant les pesticides au Canada, le *World Health Organization Pesticide Evaluation Scheme* (WHOPES) a publié un rapport en 2009 qui autorise l'application directement dans l'eau potable, ce qui démontre que le produit est totalement sécuritaire pour l'homme. De plus, une étude parue en 2011 et réalisée dans une réserve faunique en milieu humide en Suisse révèle qu'après 22 ans de traitements au Bti, celui-ci est tout à fait sécuritaire pour l'environnement et que le produit ne contamine pas les zones non traitées (Guidi et al. 2011).

## Un monde sans moustiques apporterait-il des conséquences pour l'écosystème ?

Un article paru dans la revue *Nature* en juillet 2010 montre qu'un monde sans moustique serait un monde plus sécuritaire pour l'humanité selon l'entomologiste médical Carlos Marcondes de l'Université fédérale de Santa Catarina au Brésil (Fang, 2010). En effet, plusieurs maladies sont transmises par les moustiques telles que le virus du Nil occidental, la malaria et la dengue pour n'en nommer que quelques-unes. Malgré les efforts colossaux et avancées scientifiques, ces maladies transmises affectent toujours des centaines de millions d'humains annuellement. Un monde sans moustiques n'est pas bénéfique que pour l'homme, mais aussi pour la faune sauvage notamment les caribous du Grand Nord au Canada (Fang, 2010). En effet, chaque année, nous notons la présence d'une importante biomasse de moustiques au nord du Canada jusqu'en Russie et selon l'entomologiste Daniel Strickman, chef du programme médical et entomologique du département américain de l'agriculture, il n'y a aucun autre endroit dans le monde où l'on observe une si grande biomasse de moustiques. Les moustiques ne facilitent pas la migration du caribou, car ceux-ci doivent dévier de leur trajectoire pour éviter l'agglomération de moustiques et se retrouvent face contre le vent. Dans une région aussi inhospitalière, un changement de trajectoire peut avoir des conséquences majeures pour la survie du troupeau. Lors d'un programme de contrôle, seulement de petites parcelles sont traitées, ainsi il n'y a pas d'impact significatif sur les écosystèmes.

## Le fait de diminuer la quantité de moustiques par les traitements au Bti influence-t-il la survie des chauves-souris ?

En général, les chauves-souris sont des animaux opportunistes qui se nourrissent selon la disponibilité de la nourriture. Il est possible que, dans le cas d'une émergence massive de moustiques, les chauves-souris se tournent vers cette source de nourriture momentanément.

Selon l'entomologiste médical Janet McAllister du *Centre de contrôle et de prévention des maladies* au Colorado, les chauves-souris se nourrissent principalement de papillons et moins de 2 % de leur contenu stomacal sont des moustiques (Fang, 2010). De nos jours, il est possible d'analyser avec précision les insectes ingérés par les chauves-souris par la méthode de PCR en analysant les excréments de l'animal. Les études récentes viennent donc appuyer le fait que les chauves-souris ne sont que faiblement affectées par la diminution des moustiques. D'autres facteurs nuisent aux chauves-souris notamment la déforestation, l'urbanisation et les pesticides utilisés en agriculture, car ceux-ci peuvent s'accumuler dans les chauves-souris lorsque celles-ci mangent des insectes ayant reçu une dose de pesticide.

Une étude intéressante parue en 2013 montre que les chauves-souris n'ont pas avantage à se nourrir de moustiques, car il faudrait entre 604 et 659 moustiques chaque jour pour combler la faim d'une chauve-souris contre 164 à 179 papillons par jour. Manger des moustiques représente un plus grand effort de chasse, ce qui n'est pas avantageux pour l'animal. De plus, les moustiques sont de petites proies et certaines chauves-souris (les plus grosses) ne détectent pas les moustiques lorsqu'elles émettent des ondes d'écholocation (Gonsalves, 2013).

Par ailleurs, au Québec, on retrouve huit espèces de chauves-souris qui sont insectivores soit la chauve-souris argentée, la chauve-souris cendrée, la petite chauve-souris brune, la chauve-souris nordique, la chauve-souris pygmée, la pipistrelle de l'Est, la grande chauve-souris brune et la chauve-souris rousse.

Une étude réalisée en 2009 montre que le régime alimentaire de la petite chauve-souris brune se compose à 22 % de coléoptères, 16% de diptères (autres que les moustiques), 31 % de papillons et 31 % d'autres insectes. (Moosman, 2012). Une autre étude montre que le régime alimentaire de cette chauve-souris varie en fonction de la saison de reproduction. En effet, les femelles gestantes en début de saison vont manger beaucoup de diptères autres que les moustiques (63 % du régime alimentaire) et beaucoup d'éphémères (66 % du régime alimentaire) en fin de gestation (Clare, 2011).





Pipistrelle de l'Est • [Wikimedia Commons](#)

La grande chauve-souris brune (*Eptesicus fuscus*) se nourrit également de coléoptères et de papillons en grande majorité bien que son alimentation peut varier selon les conditions environnementales (Moosman, 2012). Une étude réalisée en 2012 montre que le régime alimentaire de la grande chauve-souris brune se compose à 81 % de coléoptères, 1 % de diptères, 4 % de papillons et 14 % d'autres insectes (Moosman, 2012). Lorsque les coléoptères sont moins nombreux, la grande chauve-souris brune se nourrit de trichoptères, un insecte aquatique ressemblant à un papillon et de punaises (Agosta, 2002).

La chauve-souris cendrée (*Lasiurus cinereus*) se nourrit particulièrement de papillons, de coléoptères, de libellules et de punaises en été et non pas de moustiques (P. Reimer et al. 2010). De plus, une étude récente parue en 2009 montre que cette chauve-souris ne mange que des papillons au printemps (Valdez, 2009).

La chauve-souris argentée (*Lasionycteris noctivagans*) se nourrit davantage d'homoptères (P. Reimer et al. 2010).

La pipistrelle de l'est se nourrit de chironomides et de trichoptères, qui composent la majeure partie de son régime alimentaire (Kalko, 1995).



## Le fait de diminuer la quantité de moustiques par les traitements au Bti influence-t-il la survie des oiseaux insectivores comme les hirondelles ?

Cathy Curby, biologiste de la faune à la *Fish and Wildlife Service* à Fairbanks, en Alaska, estime que les moustiques ne sont pas une importante source d'alimentation des oiseaux insectivores, car ceux-ci n'ont pas été retrouvés en grand nombre dans l'estomac des oiseaux lors de différentes études (Fang, 2010). En 2013, une étude parue dans le journal *Italian Journal of Zoology* montre que le régime alimentaire des hirondelles de fenêtre ne se compose pas de moustiques, mais bien d'hyménoptères tels que les fourmis (77,6 %) suivis par les coléoptères (15,65 %) et les punaises (4,99 %) (Boukhemza-Zemmouri & al. 2013). De plus, une étude parue en 2013 dans la revue scientifique *Journal of Applied Ecology* montre que l'utilisation à long terme de produits à base de Bti dans les zones humides de l'Atlantique française n'a aucune influence sur le régime alimentaire des oiseaux, car la quantité d'invertébrés mangés par les oiseaux est maintenue même dans les zones traitées (Lagadic, 2013). Cette étude, réalisée en France, représente la plus grande investigation faite sur le long terme afin d'étudier les effets sur les organismes aquatiques non-cibles. Une autre étude conclut que le Bti ne comporte aucun risque indirect pour les oiseaux se nourrissant de chironomides, un insecte ressemblant aux moustiques (Lundström & al. 2010). La même conclusion s'applique pour les oiseaux, les chauves-souris et les grenouilles.

Au Québec, on peut observer six espèces d'hirondelles, soit l'hirondelle bicolor, l'hirondelle noire, l'hirondelle à front blanc, l'hirondelle rustique, l'hirondelle à ailes hérissées et l'hirondelle de rivage (AAHQ, 2014). Aucune de ces espèces n'est menacée ou vulnérable selon le ministère du *Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques*.

En ce qui concerne l'hirondelle bicolor, une étude montre que cette espèce se nourrit de plusieurs insectes totalisant 10 ordres d'insectes différents, en plus de se nourrir d'araignées et de mollusques comme les escargots. Il est intéressant de noter que les hirondelles bicolores nourrissent leurs oisillons avec des libellules et des insectes de l'ordre des homoptères même si les diptères (ordre des moustiques) sont plus abondants dans l'environnement (Mengelkoch & al. 2004). Une autre étude réalisée en 2013 vient confirmer le fait que les moustiques ne sont pas une importante source d'alimentation pour les hirondelles bicolores, car on a trouvé moins de 1 % de moustiques dans l'estomac des hirondelles (Beck, 2013).

Concernant les hirondelles noires, une revue de littérature conclut que les moustiques ne sont pas une source importante de nourriture pour l'oiseau, car cette espèce vole souvent au-dessus des arbres et dans les aires ouvertes, ce que les moustiques ne font généralement pas et donc, ceux-ci ne sont pas une proie pour l'hirondelle (Kale, 1968).

Les hirondelles rustiques mangent elles aussi en grande majorité des coléoptères et une étude montre que même si des proies plus petites sont disponibles pour l'hirondelle dans son milieu, celle-ci choisira une proie plus grosse pour nourrir ses oisillons (Orlowski & al, 2011). D'autre part, les hirondelles rustiques sont souvent associées aux granges et aux fermes, car elles se nourrissent des coléoptères que l'on retrouve dans le fumier. Elles seraient aussi en association avec le type de bétail présent sur la ferme (Grzegorz et al., 2013). La disparition des granges et des fermes d'élevage au Québec est plus préoccupante pour cette espèce que les traitements au Bti.

# Le fait de diminuer la quantité d'insectes piqueurs par les traitements au Bti influence-t-il la survie des poissons?



Dans le cas des cours d'eau, il faut comprendre qu'un écosystème équilibré comprendra une toile alimentaire où les larves de mouches noires ne sont pas l'unique source dans l'alimentation des prédateurs aquatiques. Plus la diversification de la toile alimentaire est grande, moins probable est la possibilité que l'élimination complète ou partielle d'une seule espèce entraîne des conséquences notables.

Beaucoup d'études sur l'alimentation de différentes espèces de poissons que l'on retrouve en Ontario et au Québec existent dans la littérature. Par exemple en 2004, une étude sur le saumon de l'Atlantique et l'omble de fontaine (MOOKERJI et al.) indique que les moustiques jouent un rôle mineur dans l'alimentation de ces poissons. Une étude réalisée en 2011, sur les alevins de truites brunes conclut que les insectes le plus souvent consommés par les jeunes truites sont les chironomides et les nymphes d'éphémères (Sánchez-Hernández, 2011). Dans l'étude, les chironomides constituaient 59 % du total des insectes identifiés dans l'estomac des jeunes poissons. Les autres insectes identifiés étaient des trichoptères, des plécoptères, des acariens des copépodes et des diptères.

Il faut savoir que lorsque du Bti est appliqué dans l'eau, celui-ci tue les larves de moustiques ou mouches noires. Les larves de moustiques ou de mouches noires mortes peuvent tout de même être consommées par les différents poissons insectivores sans danger.

## Le Bti affecte-t-il les populations de chironomides?

Plusieurs études ont démontré un effet sur les populations de chironomides (Boisvert & Boisvert, 2000). Par contre, ces études ont été réalisées dans un contexte de surdosage. Aux dosages spécifiés sur l'étiquette des produits utilisés dans le contrôle des insectes piqueurs, le Bti n'a pas d'effet sur les populations chironomides. De plus, dans une étude réalisée sur 6 ans dans une plaine inondable de la rivière Dalälven en Suède, les scientifiques ont montré qu'il n'y avait aucun effet significatif du Bti sur l'abondance et la richesse des chironomides (Lundström & al. 2010). Une autre étude parue en 2013 sur les effets des traitements au Bti sur les organismes aquatiques non-cibles vient appuyer l'étude précédente. En effet, la conclusion de l'étude montre que le Le Bti, utilisé selon le taux d'application recommandé pour le contrôle des moustiques et des mouches noires, ne présente aucun risque pour les populations de chironomides. (Lagadic, 2013).



# Le Bti affecte-t-il directement ou indirectement les populations d'amphibiens ?

Aucun effet direct du Bti sur les amphibiens n'a été rapporté selon un rapport du ministère de la *Santé* de la Nouvelle-Zélande (Glare & O'Callaghan, 1998). De plus, l'*Organisation mondiale de la santé* a analysé plusieurs études faites en laboratoire et sur le terrain sur l'impact possible du Bti sur les grenouilles, tritons, salamandres et sur les crapauds et aucun effet direct n'a été observé (Glare & O'Callaghan, 1998).

Le traitement au Bti entraîne une diminution de la quantité de moustiques dans l'environnement et certains pourraient penser que cela aurait un impact dans la chaîne alimentaire des amphibiens. Cependant, qu'en est-il vraiment du régime alimentaire des amphibiens ? Plusieurs études sur le sujet tendent à montrer qu'il n'y aurait pas d'impact, puisque les moustiques seraient une source négligeable de nourriture pour les amphibiens.

En effet, une étude sur la rainette versicolore, présente au Québec, montre que son alimentation est principalement composée de fourmis et de coléoptères, les moustiques ne faisant pas partie de son alimentation (Mahan & Johnson, 2007).

Des études sur l'alimentation de la salamandre cendrée et le triton vert montrent que les moustiques sont une source négligeable de nourriture pour ces amphibiens (Burton, 1976). En effet, la salamandre cendrée se nourrit principalement de mites, mais peut aussi se nourrir d'autres insectes tels que les chironomides et les tipules, les coléoptères et les papillons. Pour ce qui est du triton vert, celui-ci se nourrit d'escargots majoritairement, mais peut aussi s'alimenter de mites rouges, d'araignées et de collemboles.

Dans tous les cas, les amphibiens sont des prédateurs d'insectes généralistes, c'est-à-dire qu'ils consomment une grande variété de proies (Jaeger, 1981). Cela montre que même si la quantité de moustiques diminue, cela n'entraîne pas de conséquence pour la survie des amphibiens.



Salamandre cendrée • Brian Gratwicke



# Références

- AGENCE DE RÉGLEMENTATION DE LA LUTTE ANTIPARASITAIRE (2006) Re-evaluation of *Bacillus thuringiensis*. [Document électronique], Ottawa, Santé Canada. Disponible au : <http://pesticidetruths.com/wp-content/uploads/2013/06/Health-Canada-Bacillus-thuringiensis-2006-11-16-Proposed-Acceptability-for-Continuing-Registration-PACR2006-09.pdf> (consulté le 19 juin 2014).
- AGOSTA, Salvatore J. (2002) Habitat use, diet roost selection by the big brown bat (*Eptesicus fuscus*) in North America: a case for conserving an abundant specie, *Mammal Review* 32 (3): 179-198.
- ALETRU, Frank (2012) Évaluation des effets éventuels de la préparation larvicide issue du *Bacillus thuringiensis israelensis* sur l'abeille domestique *Apis mellifera* m. [document électronique]. Rochefort sur mer, Centre Vendéen de recherche et sélection apicole. Disponible au : <http://www.eidatlantique.eu/UserFiles/medias/documents%20pdf/partie%20les%20missions/2012-09-Rapport%20CVRSA-EID%20abeille%20domestique.pdf> (consulté le 19 juin 2014).
- ASSOCIATION DES AMATEURS D'HIRONDELLES DU QUÉBEC [En ligne] <http://aahq.qc.ca/> (consulté le 19 juin 2014).
- BECK, Michelle L., William A. Hopkins & Brian P. Jackson (2013) Spatial and temporal variation in the diet of tree swallows: Implications for trace-element exposure after habitat remediation. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 65(3): 575-587.
- BOISVERT, Jacques & Lacoursière, Jean O., 2004, Le *Bacillus thuringiensis israelensis* et le contrôle des insectes piqueurs au Québec, Québec, ministère de l'Environnement, Envirodoq no ENV/2004/0278, 101 p., document préparé par l'Université du Québec à Trois-Rivières pour le ministère de l'Environnement du Québec.
- BOUKHEMZA-ZEMMOURI, N., Y. Farhi, A. Mohamed Sahnoun et M. Boukhemza (2013) Diet composition and prey choice by the House Martin *Delichon urbica* (*Aves: Hirundinidae*) during the breeding period in Kabyliya, Algeria. *Italian Journal of Zoology* 80(1): 117-124.
- BURTON, Thomas M. (1976) An Analysis of the Feeding Ecology of the Salamanders (*Amphibia, Urodela*) of the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire. *Journal of Herpetology* 10 (3) : 187-204.
- CANTWELL, G.E., Lehnert, T., & Fowler, J. (1972). Are biological insecticides harmful to the honey bee? *Am. Bee J.* 112(7):255-258.
- CENTRE D'EXPERTISE ET DE TRANSFERT EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE ET DE PROXIMITÉ (2014) Manuel des intrants biologiques Productions animales, végétales et acéricole. [Document électronique]. Québec, MIB. Disponible au : [http://www.cetab.org/system/files/publications/mib\\_2014.pdf](http://www.cetab.org/system/files/publications/mib_2014.pdf). (Consulté le 19 juin 2014).
- CLARE, E.L., B. R. Barber, W. Sweeney, P. D. N. Hebert et M. B. Fenton. (2011) Eating local: influences of habitat on the diet of little brown bats (*Myotis lucifugus*). *Molecular ecology* 20(8): 1772-1780.
- DULMAGE, H. T. & K. Aizawa (1982) Distribution of *Bacillus thuringiensis* in nature. In: *Microbial and viral pesticides* (Edited by E. Kurstak). Marcel Dekker, New York. pp. 209-237.

ECOCERT CANADA [En ligne] <http://www.ecocertcanada.com/fr/contact> (consulté le 19 juin 2014).

FANG, Janet (2010) Ecology: A world without mosquitoes. *Nature* 466: 432-434.

GLARE, Travis R. & Maureen O'Callaghan (1998) Report for the ministry of health. Environmental and health impacts of the *Bacillus thuringiensis israelensis*. [Document électronique]. New Zealand, AgResearch. Disponible au : <http://beyondpesticides.org/mosquito/documents/BacillusThuringiensisIsraelensisNZ.pdf> (consulté le 19 juin 2014).

GONSALVES, Leroy, Brian Bicknell, Brad Law, Cameron Webb & Vaughan Monamy (2013) Mosquito consumption by insectivorous bats: Does size Matter? *PloS one* 8(10) 00; e77183.

GUIDI, Valeria, Nicola Patocchi, Peter Lüthy et Mauro Tonolla (2011) Distribution of *bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* in soil of a Swiss wetland reserve after 22 years of mosquito control. *Applied and Environmental Microbiology* 77: 3663-3668.

JAEGER, Robert G. (1981) Diet diversity and clutch size of aquatic and terrestrial salamanders. *Oecologia* 48(2): 190-193.

KALE, Herbert W. (1968) The relationship of purple martins to mosquito control. *The Auk* 85(4): 654-661.

KALKO, Elisabeth K.V. (1995) Insect pursuit, prey capture and echolocation in pipistrelle bats (*Microchiroptera*). *Animal Behaviour* 50(4): 861-880.

KRIEG, A., & Langenbruch, G.A. 1981. Susceptibility of arthropod species to *Bacillus thuringiensis*. In: *Microbial control of pests and plant diseases, 1970-1980* (Edited by H.D. Burges). Academic Press, New York. pp 837-896.

KRIEG, Aloysius, Sherif Hassan & Walter Pinsdorf (1980) Comparison of the variety *israelensis* with other varieties of *Bacillus thuringiensis* in its effect on non-target organisms of the order *Hymenoptera*: *Trichogramma cacoeciae* and *Apis mellifera*. *Anzeiger für Schädlingkunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz* 53(6): 81-83.

KWANG-BO, Joung & Jean-Charles Côté (2000) A review of the environmental impacts of the microbial insecticide *Bacillus Thuringiensis*. [Document électronique]. Québec, Horticulture R & D Centre. Disponible au : [http://cdnet.stpi.org.tw/techroom/report/bacillus\\_thuringiensis\\_2000.pdf](http://cdnet.stpi.org.tw/techroom/report/bacillus_thuringiensis_2000.pdf) (consulté le 19 juin 2014).

LACEY, Lawrence A (2007) *Bacillus thuringiensis* serovareity *israelensis* and *bacillus sphaericus* for mosquito control, USA, *Journal of the American Mosquito Control Association*, 23 (sp2):133-163.

LAGADIC, Laurent, Marc Roucaute & Thierry Caquet (2014) Bti sprays do not adversely affect non-target aquatic invertebrates in French Atlantic coastal wetlands. *Journal of Applied Ecology* 51(1): 102-113.

LUNDSTRÖM, J. O., M.L. Schäfer, E. Petersson, T. Z. Persson Vinnersten, J. Landin & Y. Brodin (2010) Production of wetland Chironomidae (Diptera) and the effects of using *Bacillus thuringiensis israelensis* for mosquito control. *Bulletin of Entomological Research* 100(1): 117-125.

MAHAN, Rachel D. & Jarrett R. Johnson (2007) Diet of the Gray treefrog (*Hyla versicolor*) in relation to foraging site location. *Journal of Herpetology* 41(1): 16-23.

MALONE, Louise Anne, Elisabeth Phyllis June Burgess & Dragana Stefanovic (1999) Effects of a *Bacillus thuringiensis* toxin, two *Bacillus thuringiensis* biopesticide formulations, and a soybean trypsin inhibitor on honey bee (*Apis mellifera* L.) survival and food consumption. *Apidologie* 30: 465-473.

MENGELKOCH, Jean M., Gerald J. Niemi & Ronald R. Regal (2004) Diet of the Nestling Tree Swallow. *The Condor* 106(2) : 423-429.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION ET DES AFFAIRES RURALES DE L'ONTARIO (2010) Publication 360F, Recommandations pour les cultures fruitières 2010-2011. [document électronique]. Ontario. Disponible au : <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/pub360/11tab3.pdf> (consulté le 19 juin 2014).

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. Liste des espèces désignées menacées ou vulnérables au Québec. [En ligne] <http://www.mddep.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp#oiseaux> (consulté le 19 juin 2014).

MOOKERJI N., Z. WENG & A. MAZUMDER (2004) Food partitioning between coexisting Atlantic salmon and brook trout in the Sainte-Marguerite River ecosystem, Quebec, *Journal of Fish Biology* (2004) 64, 680-694

MOOSMAN, Paul R., Howard H. Thomas et Jacques Pierre Veilleux (2012) Diet of the widespread insectivorous bats *Eptesicus fuscus* and *Myotis lucifugus* relative to climate and richness of bat communities. *Journal of mammalogy* 93(2): 491-496.

ORGANIC MATERIALS REVIEW INSTITUTE [En ligne] <http://www.omri.org/> (consulté le 19 juin 2014).

ORŁOWSKI, Grzegorz & Jerzy Karg (2011) Diet of nestling barn swallows *hirundo rustica* in rural areas of Poland. *Central European Journal of Biology* 6(6): 1023-1035.

ORŁOWSKI, Grzegorz & Jerzy Karg (2013) Partitioning the effects of livestock farming on the diet of an aerial insectivorous passerine, the Barn Swallow *Hirundo rustica*. *Bird Study* 60(1): 111-123.

REIMER, Jessica P., Erin F. Baerwald et Robert M. R. Barclay (2010) Diet of hoary (*Lasiurus cinereus*) and Silver-haired (*Lasionycteris noctivagans*) Bats while migrating through Southwestern Alberta in late summer and autumn. *American Midland Naturalist* 164(2): 230-237.

SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, Javier, Rufino Vieira-Lanero, Maria J. Servia & Fernando Cobo (2011) First feeding diet of young brown trout fry in a temperature area: disentangling constraints and food selection. *Hydrobiologia* 663(1): 109-119.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1995) Gypsy moth management in the United States: a cooperative approach. Final environmental impact statement. USDA, Forest Service, Northeastern Area State and Private Forestry. Radnor, PA.

VALDEZ, Ernest W. & Paul M. Cryan (2009) Food habits of hoary bat (*Lasiurus cinereus*) during spring migration through New Mexico. The Southwestern Naturalist 54(2): 195-200.

VANDERBERG, J.D., and Shimanuki, H. 1986. Two commercial preparations of the  $\beta$ -exotoxin of *Bacillus thuringiensis* influence the mortality of caged adult honey bees, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). Environ. Entomol. 15: 166-169. Visser, S., Addison, J.A., and Holmes, S.B. 1994. Effects of DiPel® 176, a *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* (B.t.k.) formulation, on the soil microflora and the fate of B.t.k. in an acid forest soil: a laboratory study. Can. J. For. Res. 24: 462-471.

VANDERBERG, J.D. 1990. Safety of four entomopathogens for caged adult honey bees (Hymenoptera: Apidae). J. Econ. Entomol. 83(3): 755-759.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2009) *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) in drinking-water Background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality. [Document électronique]. Switzerland, WHO. Disponible au : [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/gdwqrevision/RevisedFourthEditionBacillusthuringiensis\\_Bti\\_July272009\\_2.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/gdwqrevision/RevisedFourthEditionBacillusthuringiensis_Bti_July272009_2.pdf) (consulté le 19 juin 2014).



*GDG Environnement* est un centre d'expertise unique qui se consacre à trouver des solutions écologiques à des enjeux de qualité de vie dans les municipalités. Partout dans l'Est du Canada, l'organisation conduit des opérations de contrôle biologique des insectes piqueurs (moustiques et mouches noires) dans le but de réduire la nuisance causée par ces espèces. *GDG Environnement* effectue aussi des actions ciblées à l'espèce soit la lutte vectorielle afin de prévenir la propagation des maladies transmises par le moustique tel que le virus du Nil occidental.



Pour en apprendre davantage sur notre organisation, visitez nous au **GDG.ca** et suivez nous sur :



