Mise à jour Bti 2020

gdg Environnement

Table des matières

Qui sommes-nous?.....1

Innocuité du *Baccillus thuringiensis israelensis* (Bti).....2
- Faune non-cible.....2
- Études canadiennes.....3
- Réseau trophique.....3
- Résistance.....4

Santé publique.....5
- Effet du Bti sur les humains.....5
- Maladies transmises par les moustiques.....6

Cadre réglementaire.....7

Méthodologie.....9
- Traitement des moustiques.....9
- Traitement des mouches noires.....10
- Avant et après traitement.....10
- Épandange aérien.....10
- Zone de traitement.....11

Acceptabilité sociale.....12
- Bénéfices du contrôle des moustiques.....13

Alternatives.....14

Références.....16

Qui sommes-nous?

G.D.G. Environnement, en tant que compagnie environnementale, a pour mission d'améliorer la qualité de vie des citoyens et la protection de la santé publique à l'aide de solution écologique dans un contexte de développement durable. Notre équipe est composée de professionnels provenant des domaines de la biologie, de l'environnement, de la foresterie et de l'entomologie. La firme œuvre depuis 1984 dans le contrôle biologique des insectes piqueurs (moustiques et mouches noires) et offre ce service à plus de 45 municipalités du Québec. En considérant l'ensemble des bénéficiaires de nos services, cela concerne plus de deux millions de québécois. Aujourd'hui, notre entreprise offre une multitude de services à un nombre de plus en plus important de clients partout dans l'Est du Canada et a à son actif plus de 300 employés saisonniers et 45 employés permanents.

Notre portefeuille de réalisations est important et comporte plusieurs clients majeurs comme le ministère des Transport du Québec, le ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (dans le cadre de la surveillance associée au virus du Nil occidental) ainsi que des dizaines d'Unités de santé publique en Ontario.

Le développement durable est au cœur des préoccupations de G.D.G. Environnement. L'équipe s'est inscrite et a obtenu la certification ICI, ON RECYLE! Niveau 2 – Mise en œuvre par RECYC-QUÉBEC. De plus, G.D.G. Environnement s'est vu décerner la certification Trois-Rivières, le Développement durable pour la viabilité de notre milieu octroyés par la ville de Trois-Rivières en 2013 et s'est vu renouveler la certification en 2016 et en 2018 pour le maintien de ses engagements environnementaux et sociaux. Nos réalisations incluent notamment la protection des milieux humides par des dons à la Fondation Trois-Rivières durable pour la protection et la mise en valeur de la tourbière Red Mill.

Après plus de 35 ans d'activités dans le domaine du contrôle biologique des insectes piqueurs à l'aide du Bti, nous pouvons affirmer que ces programmes permettent d'améliorer la qualité de vie des citoyens et la protection de la santé publique dans un contexte de développement durable. L'innocuité du Bti, la méthodologie et les technologies d'application, l'acceptabilité sociale et la question de la santé publique sont quatre points pour lesquels nous pensons qu'il est important de préciser l'information.

Innocuité du *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti)

Autorisés au Canada depuis 1982, les produits à base de Bti sont couramment utilisés dans le contrôle des populations de moustiques et de mouches noires à travers le monde. L'activité larvicide provient exclusivement de la structure cristalline produite lors du cycle vital de la bactérie. Pour être toxique, le cristal doit être ingéré et l'organisme ciblé doit posséder un tube digestif à pH hautement alcalin, des enzymes capables de libérer les molécules toxiques et finalement, des récepteurs cellulaires compatibles aux toxines. L'innocuité du Bti et les marges de sécurité relatives aux doses opérationnelles recommandées indiquent que l'emploi du Bti est sécuritaire pour les micros et les macro-invertébrés, les amphibiens, les poissons, les oiseaux et les mammifères (Boisvert and Lacoursière 2004).

Faune non-cible

Depuis le début de l'utilisation du Bti (il y a 40 ans), il y a un consensus scientifique entourant de l'innocuité du Bti comme en témoigne le document fait pour le MELCC en 2004 (Boisvert et Lacoursière, 2004). Toutefois, quelques articles sont à contresens, dont une recherche de Poulin et al. 2010, qui semble avoir soulevé des incertitudes par rapport à l'impact indirect sur la faune non-cible des traitements au Bti. Pourtant, des études à long terme au Minnesota (Niemi et al. 1999), en Suède (Persson Vinnersten et al., 2010), en France (Caquet et al., 2011; Lagadic et al., 2014, Duchet et al., 2015, Lagadic et al., 2016) et en Allemagne (Timmermann et Becker, 2017) n'ont démontré aucun impact direct ou indirect du Bti sur les consommateurs secondaires.

L'étude de Poulin et al. (2010) est aujourd'hui contestée par plusieurs chercheurs qui dénoncent, entre autres, l'hétérogénéité écologique initiale entre les zones témoins et traitées choisies pour l'étude (Lagadic et al. 2014) et le manque d'étude sur la disponibilité des proies dont la conclusion est basée sur une hypothèse (Timmermann et Becker 2017). Ces derniers ont publié une étude sur les impacts des traitements routiniers au Bti sur la disponibilité des insectes volants comme proies pour les prédateurs aériens.

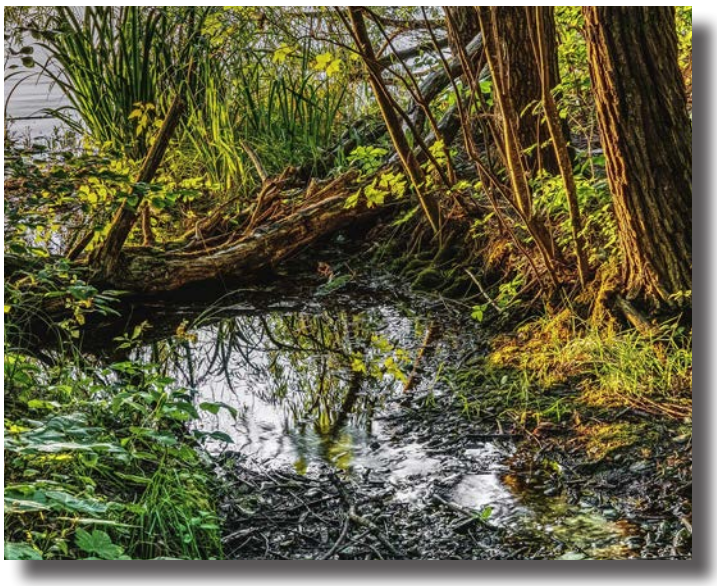
Leur conclusion indique:

« Our results are not in line with those of Poulin et al. (2010), who reported that direct and indirect impacts of Bti treatment on the abundance of Nematocera were responsible for lower breeding performance of D. urbicum in France. However, prey availability was not investigated by Poulin et al. (2010). Rather, the authors assumed that the number of Nematocera and their arthropod predators was lower in treated areas because their number was lower in the birds' diet. According to our observation, these conclusions seem questionable; especially as Lagadic et al. (2014) pointed out that there were considerable environmental discrepancies between treated and untreated areas in Poulin et al. (2010). […] Secondly, the manner in which mosquito control was conducted in the Upper Rhine Valley showed no direct or indirect effects on aerial insect abundance, which would indicate a negative impact on food resources for aerial feeding predators. » (Timmerman et Becker 2017)

Une autre publication sortie en 2015 aurait démontré un impact possible, en condition de surdosage, sur les amphibiens (Lajmanovich et al., 2015). Depuis, deux autres articles sont parus en 2018 et en 2019 en Allemagne sont venus démentir les résultats de cette étude, n'enregistrant aucune mortalité et aucun impact sur le développement (Allgeier et al. 2018, Schweizer et al. 2019). Auparavant, aucun effet direct ou indirect du Bti sur les amphibiens n'avait été rapporté suite à plusieurs études (recensées dans l'article de Boisvert et Boisvert, 2000). Une autre étude effectuée au Minnesota sur la grenouille léopard en laboratoire et sur le terrain durant 2 années consécutives (Johnson & Johnson, 2001) et une effectuée en Inde en 2011 (Tiwari et al. 2011) sont arrivées aux mêmes conclusions. Finalement, une étude effectuée à Trois-Rivières (Leclair et al., 1988), sur des grenouilles indigènes, n'avait démontré aucun effet sur le développement de têtards se nourrissant de cadavres de larves de moustiques tuées par le Bti. G.D.G. Environnement œuvre depuis 35 ans dans le domaine du contrôle des insectes piqueurs et nous n'avons jamais observé de mortalité ni baisse dans la population (œufs, têtards ou adultes), malgré des traitements effectués année après année.

Études canadiennes

Deux études au Canada ont eu lieu au cours des dernières années. L'Université d'Ottawa, commanditée par la ville d'Ottawa, a étudié l'effet du Bti sur les chironomides sur le terrain. Cette étude s'est déroulée sur trois ans et les résultats devraient être publiés sous peu. Les premières communications personnelles de l'étude révèlent qu'il n'y a pas eu de baisse de population ou de biodiversité chez les chironomides et que l'utilisation du Bti n'avait aucun impact sur les résultats de piégeage (Liam Epp, communication personnelle). Une deuxième étude, commanditée par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) a eu lieu cette année sur l'impact du Bti sur le crapaud d'Amérique (Anaxyrus americanus) et la grenouille des bois (Lithobates sylvaticus). Les résultats de cette étude réalisée par l'institut national de la recherche scientifique devraient être disponibles en 2020.



Réseau trophique

Dans les milieux humides, un écosystème équilibré comprendra une toile alimentaire, où les larves de mouches noires et de moustiques 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 entraînera des conséquences notables.

Dans le cas du contrôle biologique des insectes piqueurs, la réduction de la biomasse n'est que partielle et temporaire puisque les traitements ne sont effectués que lorsque les larves ont atteint un certain stade de développement, ce qui les rend disponibles pour les prédateurs durant une bonne période.

De plus, lors d'un traitement, les larves sont toujours disponibles dans le milieu pendant un certain temps pour les plécoptères, les autres insectes aquatiques ainsi que les poissons (Wipfli & Merritt, 1994). Finalement, l'espace entre les traitements laisse également le temps aux insectes piqueurs de recoloniser le milieu et d'être disponibles à nouveau quelques jours suivant un traitement.

Le contrôle biologique des insectes piqueurs a un faible impact sur le réseau trophique puisqu'il agit sur seulement quelques taxons d'une biocénose très diversifiée et d'une grande biomasse (figure 1).

Résistance

Il n'y a pas de résistance détectée dans la nature face au Bti. La complexité du mode d'action entre le pathogène et l'insecte cible fait en sorte que la possibilité qu'un insecte développe une résistance est faible. En effet, cette complexité découle de l'action combinée et synergique des quatre protéines associées au processus toxique des cristaux. Bien qu'il soit théoriquement possible de développer une résistance aux cristaux de Bti sur le terrain, la probabilité qu'un tel événement se produise est très faible.

De plus, au Québec, nous ne faisons que quelques traitements au Bti durant l'été et les individus provenant de zones non traitées viennent se mélanger aux populations exposées, ce qui ne favorise pas le développement de la résistance.

En Allemagne, un programme de contrôle des moustiques à l'aide du Bti est en place depuis 1981. Depuis toutes ces années, on estime que 189 générations d'Aedes vexans ont subi une pression de sélection face au Bti. Une étude récente a démontré qu'aucune résistance n'a été développée dans les sites traités depuis 36 ans (Becker et al. 2018). Ces résultats sont en accords avec ceux de da Silva Carvalho et al. (2018), qui n'a pas trouvé de résistance suite à l'exposition de 30 générations d'Aedes aegypti au Bti. Il a été observé qu'il peut y avoir une résistance sur les toxines prises individuellement chez une population d'une espèce en laboratoire, mais il n'y a aucune résistance qui a été observé sur les populations de moustique sauvages après des décennies de traitement au bioinsecticide Bti (Tetreau et al. 2013).

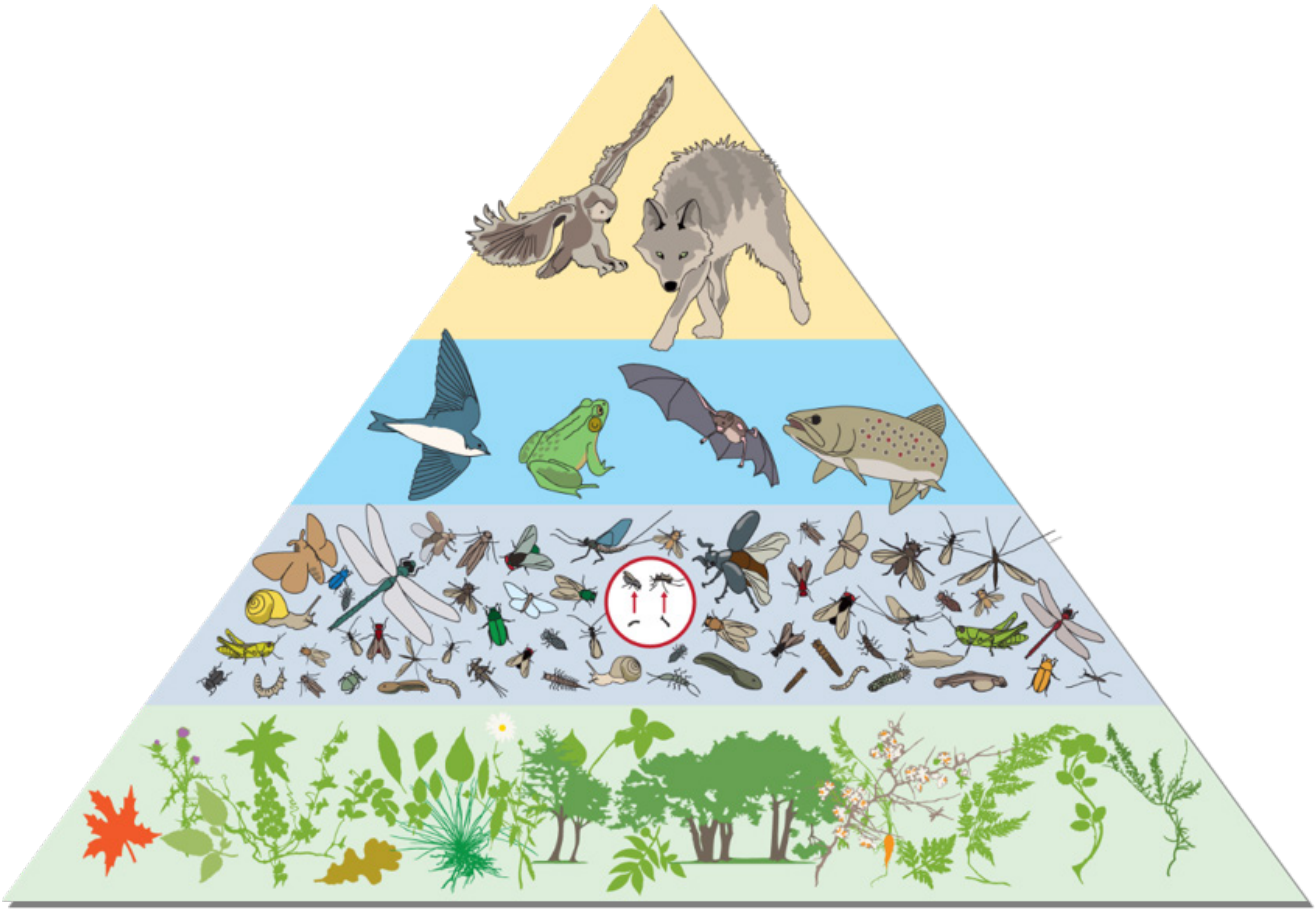


Figure 1. Exemple d'un réseau trophique où l'on retrouve les moustiques et les mouches noires (mis en évidence dans le cercle rouge).

Santé publique

Effet du bti sur l'humain

Les mammifères ne possèdent pas les structures permettant d'activer la toxine contenue dans le Bti et donc ce dernier est sans danger pour l'humain. Dans sa réévaluation d'homologation du Bacillus thuringiensis déposée en 2006, l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) mentionne que :

« On ne saurait s'attendre à ce que la consommation de produits traités pose un risque pour la population, les enfants et les nourrissons. Le risque d'exposition par l'eau potable est négligeable. La faible toxicité du B. thuringiensis et la démonstration de son innocuité donnent à penser que l'exposition des humains par l'eau potable ne pose pas de risque significatif ».

De plus, aucun effet toxique nocif, aucune infectiosité ni aucune pathogénicité par voie orale, par inhalation, par voie intrapéritonale ou par voie cutanée n'a été observé. Il semble qu'aucune toxine ni aucun métabolite connu du B. thuringiensis ne soit un perturbateur endocrinien où n'ait un effet toxique sur le système immunitaire. Il est important de noter ici que l'ARLA à accès à la liste complète des ingrédients (même ceux gardés par le secret industriel) pour chacune des formulations homologuées.

Les études effectuées sur la santé humaine et l'écotoxicité sont effectuées sur les formulations et elles incluent donc dans leurs résultats les effets des additifs ou adjuvant. L'Environmental Protection Agency (EPA) aux États-Unis a également conclu qu'il était raisonnable de penser que l'exposition par voie alimentaire à des résidus de B. thuringiensis serait sans danger pour les nourrissons et les enfants. Le World Health Organization Pesticide Evaluation Scheme (WHOPES) a publié un rapport en 2009 autorisant l'application directement dans l'eau potable pour combattre certains moustiques dans des pays où sévissent des maladies telles que la malaria ou la fièvre jaune. Cela démontre bien que le produit est totalement sécuritaire pour l'homme.

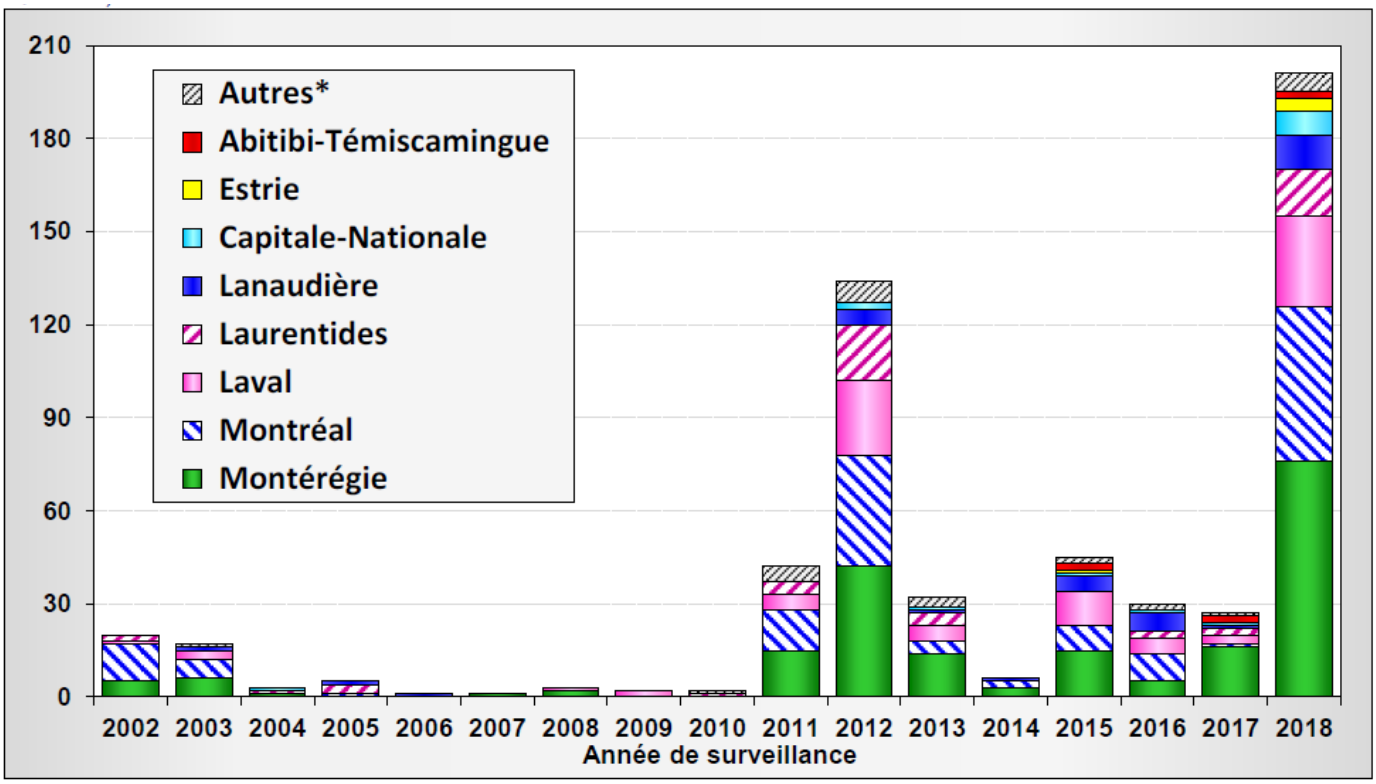
Maladies transmises par les moustiques

En plus d'être inoffensif pour les humains, l'utilisation du Bti permet de réduire les risques de propagation de certaines maladies en éliminant leurs vecteurs. En effet, le moustique est l'animal le plus meurtrier au monde en raison des maladies qu'il peut transmettre suite à sa piqure. Un livre récemment publié stipule : Certaines statistiques extrapolées indiquent que près de la moitié des êtres humains ayant vécu à ce jour, soit environ 108 milliards d'individus, ont succombé aux maladies transmises par les moustiques (Winegard 2019).

Heureusement, le climat du Québec, avec ses hivers froids, aide à réguler les populations de moustiques et empêche certaines espèces particulièrement dangereuses de s'établir ici. Cependant, les changements climatiques favorisent présentement l'expansion du territoire de ces moustiques. Les services de santé publique de l'Ontario ont notamment retrouvé Aedes albopictus, surnommé le moustique tigre, et Aedes aegypti dans le sud de l'Ontario. Ces moustiques sont reconnus pour transmettre des maladies telles que le virus Zika, Chikungunya et la Dengue.

De plus, le virus du Nil est bien endémique au Québec, et le nombre de cas de cette maladie à déclaration obligatoire varie selon les conditions météorologiques, principalement en fonction des épisodes de chaleur qui sont d'ailleurs de plus en plus fréquents sous nos latitudes. Le bilan de la saison 2018 au Québec, c'est 201 cas humains, 15 décès et 15 000 personnes infectées, en utilisant le ratio de 1% des cas d'atteintes neurologiques (figure 2).

En 2016, les grandes instances mondiales telles que l'OMS, ont recommandé de revenir à l'application de larvicide dans la lutte en santé contre les vecteurs. Selon eux, la résurgence de la dengue et la propagation des maladies émergentes telles que le Zika et le Chikungunya résultent de la réduction du financement et des efforts pour lutter contre les vecteurs. Avec les changements climatiques et notamment le réchauffement de la planète, les moustiques vecteurs de ces maladies sont aux portes du Québec et se déplacent progressivement vers le nord. Le virus du Nil occidental est déjà présent sur notre territoire et des épandages aériens ont été requis en 2003 pour cause d'épidémie.



* La catégorie « Autres » comprend les régions qui ont rapporté entre 1 et 3 cas depuis 2015 (période 2015-2018), soit celles de Bas-Saint-Laurent, Saguenay–Lac-Saint-Jean, Mauricie et Centre-du-Québec, Outaouais, Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine et Chaudière-Appalaches. Par ailleurs, depuis le début de la surveillance, en 2002, aucun cas n'a été rapporté par les régions Côte-Nord, Nord-du-Québec, Nunavik et Terres-Cries-de-la-Baie-James.

Source : INSPQ, données extraites de l'Infocentre le 1er mai 2019.

Figure 2. Nombre de cas de Virus du Nil occidental selon l'année de déclaration et la région de résidence, Québec, 2002 à 2018.

Cadre réglementaire

L'homologation des biopesticides à base de Bacillus thuringiensis israelensis est géré au niveau fédéral par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada. L'évaluation des risques est basée sur les données scientifiques autant au niveau de l'ingrédient actif que du produit fini. Par exemple, les risques sur les insectes non cible sont évalués par rapport au Bti, mais aussi par rapport à tous les sous-produits qui sont dans les formulations.

Bien que le Bti soit un biopesticide et que son innocuité ait été démontrée depuis de nombreuses années, les programmes de contrôle des insectes piqueurs sont très bien encadrés par la Loi sur la Qualité de l'Environnement (LQE) et les règlements qui en découlent. Une entreprise qui désire effectuer des traitements à l'aide du Bti doit d'abord obtenir un permis auprès du ministère de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques (MELCC).

Ensuite, ses employés effectuant les traitements doivent obtenir une certification d'utilisateur de pesticides, spécialisé en contrôle des insectes piqueurs. Finalement, chaque programme doit d'abord passer par le processus de demande d'autorisation environnementale auprès du MELCC. Lors de ces autorisations, un avis faunique est demandé au MFFP et des zones de restrictions peuvent être appliquées en fonction des espèces présentes sur le territoire.

Avec la modernisation de la Loi sur la Qualité de l'Environnement, le MELCC étudie présentement la possibilité de classer le Bti à faible risque. Sur les terres fédérales, les utilisateurs de Bti doivent également vérifier la présence d'espèces en péril et demander un permis en vertu de la Loi sur les espèces en péril (LEP) auprès d'Environnement et Changements Climatiques Canada (ECCC).

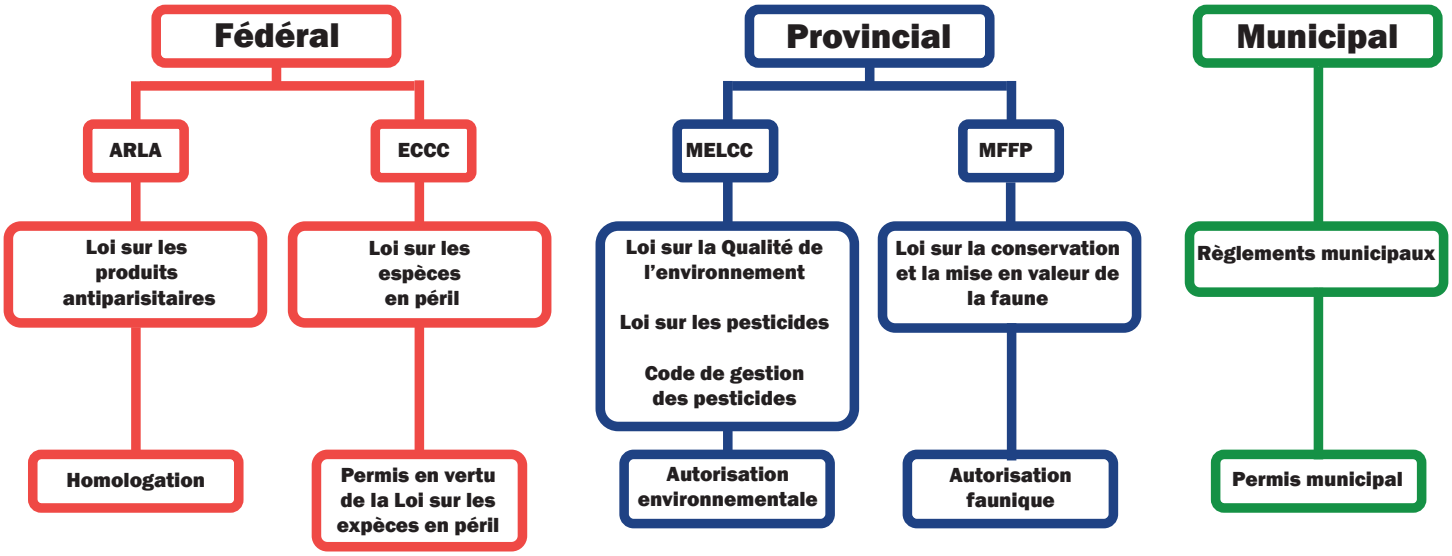
À titre d'exemple, une démarche a été faite par G.D.G Environnement ce printemps, sur un territoire où on retrouvait notamment le Martinet Ramoneur, l'Engoulevent bois-pourri, l'Engoulevent d'Amérique, la Paruline du Canada, l'Hirondelle rustique, l'Hirondelle de Rivage, la Petite chauve-souris brune, la Chauve-souris nordique et la Pipistrelle de l'Est.

La réponse d'ECCC a été que, dans ce cas précis, G.D.G Environnement n'avait pas à obtenir de permis car l'utilisation du Bti ne risquent pas d'entrer en contravention de la LEP pour les espèces présentes à cet endroit.

Lorsqu'il y a des épandages aériens qui sont requis, en plus d'être conforme à la LQE, les opérateurs doivent se conformer aux exigences de Transports Canada. Tous les appareils sont accrédités par Transports Canada pour ce type spécifique d'épandage. Tous les pilotes sont aussi certifiés selon les normes provinciales et canadiennes.

Les politiques et procédures d'opérations de vol sont rédigées en vertu des normes régissant l'utilisation d'aéronefs pour effectuer des travaux aériens, conformément au Règlement de l'Aviation Canadien (RAC). Les pilotes évitent le survol des zones habitées et des zones sensibles et se conforment aux directives de Transports Canada (altitude, vitesse du vent, manœuvres, règles de vol à vue, etc.).

Les différentes étapes du cadre réglementaire



Méthodologie

Le contrôle des insectes piqueurs à l'aide du Bti est déjà une pratique innovante puisqu'il utilise un biopesticide. Les entreprises et/ou organismes suivent un plan de lutte intégrée dans leur programme de contrôle. Pour mieux comprendre le contexte dans lequel les opérations se déroulent, voici un résumé de la méthodologie employée communément.

Traitement des moustiques

Premièrement, il existe deux types de programme de contrôle en fonction de la nuisance observée dans la municipalité : le traitement des populations de moustiques et le traitement des populations de mouches noires. Les larves de moustiques se développent en eau stagnante alors que les larves de mouches noires se développent dans les cours d'eau. Il est très rare que des traitements aériens soient effectués pour contrôler les mouches noires.

Pour les populations de moustiques, le moment idéal de traitement, en tenant compte de l'efficacité et des recommandations de l'étiquette, est lorsque la majorité des larves de moustiques a atteint les stades de développement 2 et 3, c'est-à-dire lorsque l'éclosion massive est terminée et que la nymphose n'est pas commencée. Le premier traitement printanier des moustiques est prévisible et synchronisé avec la fonte des neiges et la crue printanière.

Les traitements subséquents sont réalisés en fonction de l'éclosion des larves. L'éclosion des espèces piqueuses estivales est fortement tributaire des précipitations. Dès la mi-mai, une forte pluviosité peut permettre l'éclosion des espèces dites estivales. Aedes vexans est l'espèce la plus abondante. Certains gîtes remis en eau pourront être traités à plusieurs reprises. Les équipes sur le terrain sont formées à la reconnaissance des espèces de moustiques et elles sont appuyés par des entomologistes.

Les principales espèces visées par le contrôle sont celles du groupe des Aedes-Ochlerotatus qui regroupe la majorité des espèces piqueuses. Le graphique suivant montre l'évolution des populations de moustiques de printemps et d'été, sans traitement (figure 3), et avec traitement au Bti (figure 4).

Il est important de remarquer qu'il n'y a pas extermination des populations de moustiques et qu'il y a toujours une nuisance résiduelle. Le but du contrôle biologique des insectes piqueurs est de réduire les populations de moustiques à un niveau acceptable pour les populations environnantes. Parfois, la nuisance résiduelle peut même être assez importante.

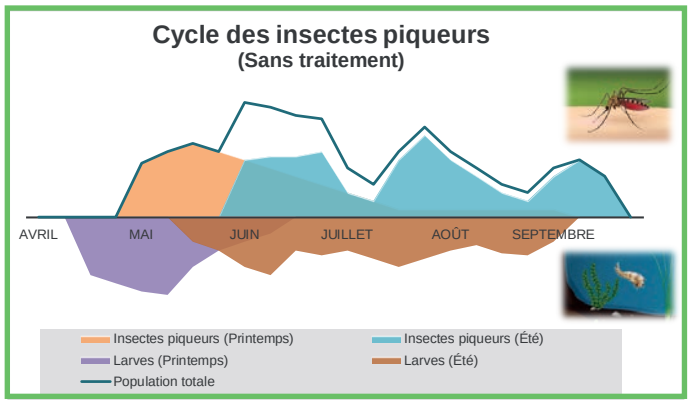


Figure 3. Cycle général des populations larvaires et adultes des moustiques au Québec sans aucun traitement.

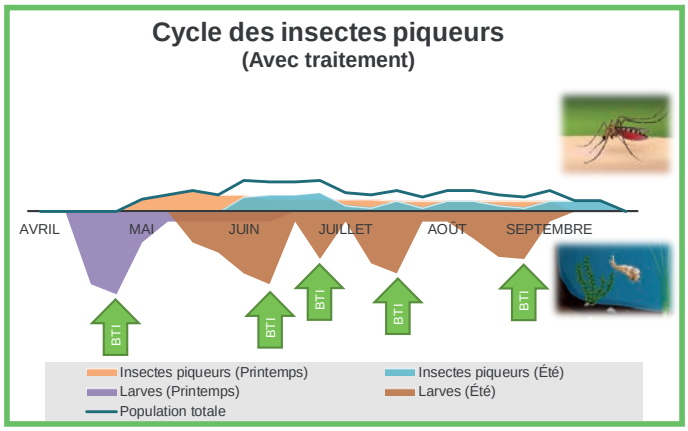


Figure 4. Cycle général des populations larvaires et adultes des moustiques au Québec avec traitement au Bti.

Traitement des mouches noires

Pour les populations de mouches noires, la position et le nombre de points de traitement peuvent changer selon la localisation des larves. La portée effective du produit varie beaucoup en fonction de l'hydrologie et des conditions physico-chimique du cours d'eau. Le débit des petits cours d'eau est très variable durant toute la saison (fonte des neiges, pluviosité ou sécheresse, barrage de castor) et cela modifie le nombre et la répartition des points de traitement. Certains cours d'eau (décharge de lac, barrage de castor, rivière, etc.) pourront être traités jusqu'à dix reprises durant la saison.

Avant et après traitement

Peu importe le type de traitement envisagé, un échantillonnage des gîtes précède toujours les travaux d'épandage. Les traitements ne sont effectués que s'il y a présence de larves d'espèces piqueuses pour l'homme. La prospection des divers habitats permet de réaliser les contrôles au moment opportun. Il n'y a pas de traitement mur à mur effectué de façon préventive. Le contrôle de la qualité des traitements s'effectue de plusieurs façons. L'efficacité des épandages est évaluée par la mortalité larvaire 24 à 48 heures après les applications de larvicide. Ensuite, la nuisance résultante est estimée à l'aide de test standard au filet entomologique et par l'utilisation de piège lumineux CDC.

Épandange aérien

Les produits utilisés pour le traitement des larves de moustiques et de mouches noires sont tous des produits biologiques et se retrouvent sous forme liquide (VectoBac 1200L) ou sous forme granulaire (VectoBac 200G). Le support granulaire est du maïs concassé et est utilisé lors des traitements par voie aérienne. Cette formulation granulaire ne contient aucun résidu qui pourrait dériver ou solvant qui pourrait s'évaporer dans l'atmosphère. Un vent de moins de 10 nœuds n'a pratiquement aucune emprise sur le granulaire, qui tombe au sol et pénètre la végétation pour atteindre les milieux aquatiques. Les risques de dérives sont donc pratiquement nuls.

La voie aérienne est utilisée dans nos opérations de contrôle biologique dans le cas de gîtes de plus grande surface, de gîtes difficilement accessibles par les techniciens au sol ou encore pour des sites nécessitant une faible perturbation physique. Les traitements aériens sont incontournables au printemps et lors d'importantes remises en eau (forte pluie non absorbée par le sol). Depuis peu, il est aussi possible d'utiliser des drones pour faire les épandages. Les traitements aériens printaniers sont effectués sur une période d'environ 2 semaines.

Les épandages aériens sont très précis grâce à l'utilisation d'un système de guidage GPS. L'utilisation de la formulation granulaire empêche la dérive et l'évaporation. De plus, ces travaux sont encadrés par Transports Canada tel que mentionné dans la section cadre réglementaire.

Zone de traitement

Sur les cartes fournies lors des demandes d'autorisation environnementale, la zone de traitement indiquée correspond à la zone de traitement potentielle. Il est important de comprendre qu'il n'y a pas de traitement à la totalité de cette zone, mais seulement dans les gîtes dans lesquels on retrouve de l'eau (à la suite de la fonte des neiges ou des pluies), et dans lesquels on retrouve des larves d'insectes piqueurs de l'homme. Puisqu'il est impossible de prévoir les secteurs inondés, les cartes de traitement couvrent une plus grande superficie que ce qui est traité en réalité. Souvent, le premier traitement, qui fait suite à la fonte des neiges, couvrira une plus grande surface que le second, dont la superficie pourrait diminuer de moitié. Le fait de demander l'autorisation de traiter une plus grande superficie permet de faire face aux imprévus des conditions météorologiques saisonnières.

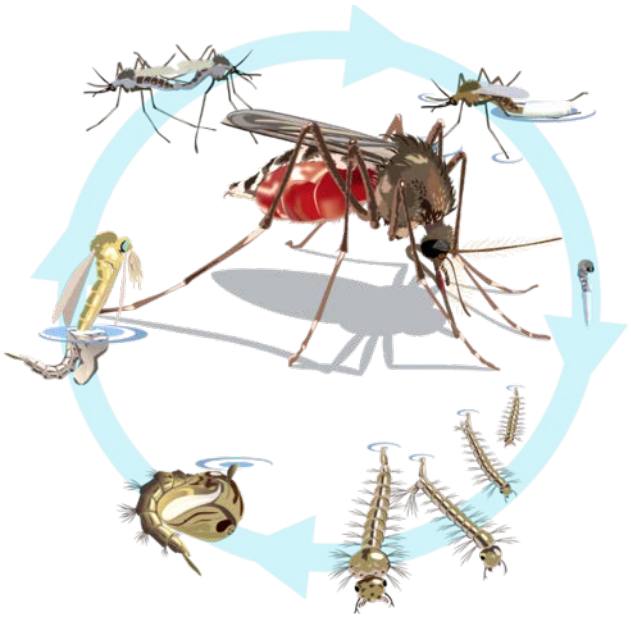
De plus, il est surprenant de voir la zone de traitement totale nécessaire pour protéger l'ensemble d'une municipalité. Les aires d'intervention représentent une très petite fraction (moins de 1 %) du territoire total. Pour expliquer la superficie de traitements, il faut d'abord bien comprendre la biologie des insectes piqueurs. Les femelles de la plupart des espèces de moustiques et de mouches noires ont besoin d'un repas de sang pour le développement de leurs œufs. Pour trouver ce repas de sang, ils peuvent parcourir des distances variables selon l'espèce, le milieu dans lequel ils se trouvent, la présence de couloir de migration, la météo, etc.

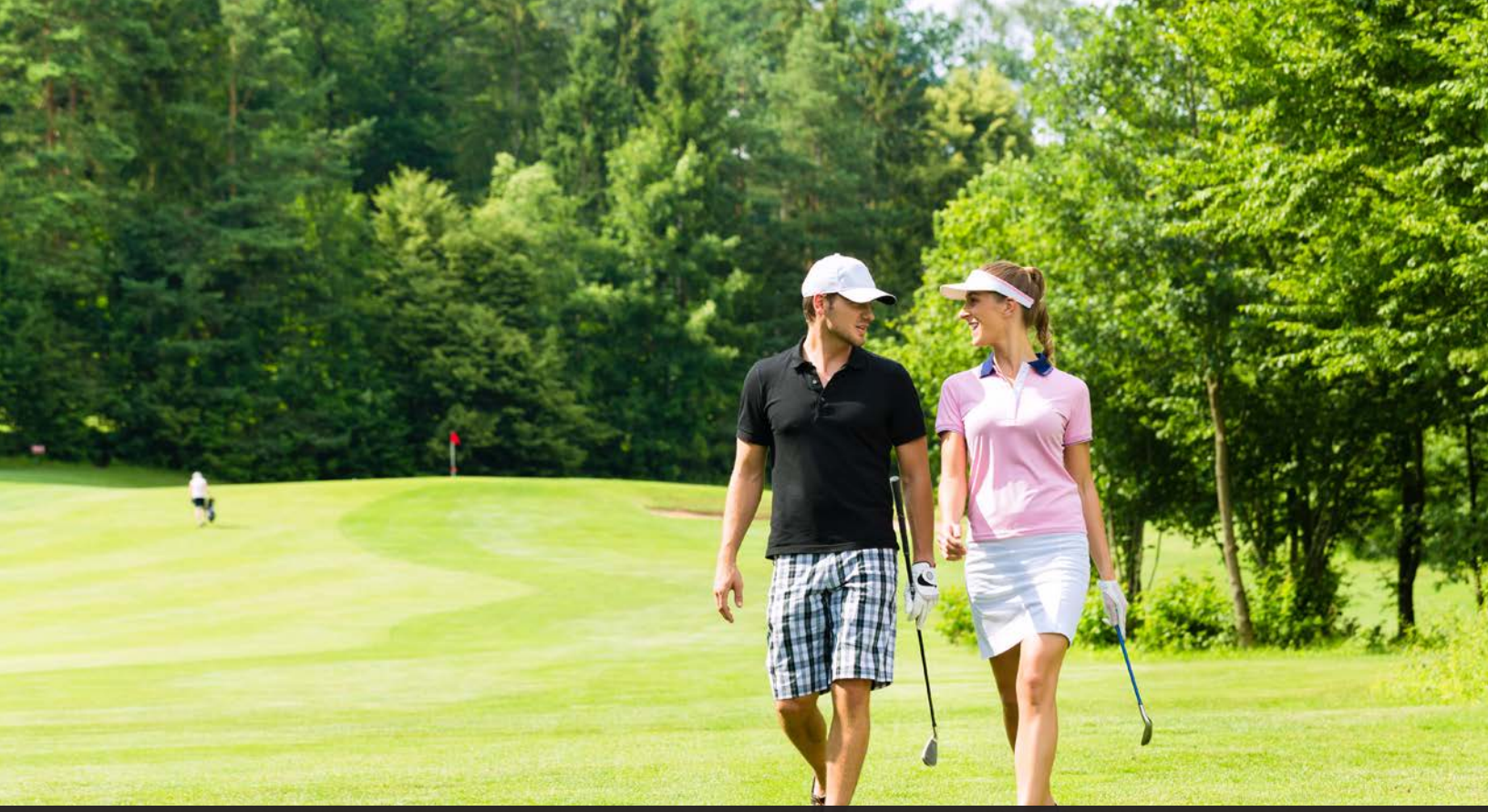
Selon la littérature scientifique, les moustiques peuvent facilement voler jusqu'à plusieurs kilomètres de leur site d'émergence, mais 2 km est la moyenne pour plusieurs espèces. Les mouches noires ont un rayon d'action encore plus grand, la moyenne se situe entre 4 et 6 km.

L'élaboration de la limite d'intervention est complexe et unique pour chaque projet. Une limite d'intervention autour de la zone protégée de 2 km pour le moustique est habituellement suffisante pour maintenir une diminution d'au moins 80% de la nuisance. Il faut également tenir compte de couloirs de migration qui favorisent le déplacement des insectes piqueurs, tels que des lacs encaissés entre deux chaînes de montagnes ou des lignes hydroélectriques. Ces couloirs entraînent une réinvasion qui elle entraîne de nouvelles pontes dans les plans d'eau et cours d'eau traités, d'où émergeront à nouveau des moustiques et des mouches noires s'ils ne sont pas traités régulièrement tout au long de l'été.

Le Bti est appliqué directement dans les milieux humides et cours d'eau où il s'attaque sélectivement aux larves des moustiques et de mouches noires. Cette méthodologie réduit considérablement l'impact sur le territoire, puisque les larves sont concentrées à des endroits précis. Tandis que le contrôle des populations d'insectes piqueurs adulte nécessiterait une action à la grandeur du territoire.

Cycle de croissance du moustique et de la mouche noire





Acceptabilité sociale

La totalité des programmes municipaux de contrôle d'insectes piqueurs sont effectués à la demande des citoyens aux prises avec un problème de nuisance. Les programmes de contrôle biologique des insectes piqueurs sont implantés à la demande de groupes de citoyens et font l'objet de plusieurs consultations publiques.

Les projets peuvent cheminer sur de nombreuses années, et passer par plusieurs étapes, avant d'être implanté. Voici un exemple du processus consultatif d'implantation de ces programmes :

1. Présentations publiques à plusieurs reprises dans les assemblées des différents conseils municipaux;

2. Présentations publiques lors de séances d'information créés spécifiquement pour ce sujet et publicisées pendant plusieurs semaines dans les médias;

3. Sondage officiel mené par la ville*;

4. Processus d'appel d'offres publiques;

5. Adoption de résolution à l'unanimité par les élus;

6. Affichage sur le compte de taxes de chaque citoyen;

7. Mise en place d'un plan de communication qui comprend, entre autres, une ligne info-moustiques.

La nature publique des programmes de contrôle biologique (Bti) en milieu municipal oblige plusieurs étapes de consultation, une communication limpide de tous les aspects du programme et son adoption par majorité. Les comités en environnement des municipalités ont également des ressources locales compétentes et impliquées qui témoignent de l'accessibilité sociale. Dans un tel contexte, le recours à l'étude d'impact devient beaucoup moins pertinent.

Contrairement à ce qui a déjà été mentionné, le contrôle des insectes piqueurs n'augmente pas la pression sur les milieux humides. Le contrôle biologique permet une meilleure cohabitation et accroît l'acceptabilité citoyenne des milieux humides en zone urbaine et périurbaine, protégeant du coup ses zones sensibles. La perte de ces habitats étant d'ailleurs une des causes du déclin des oiseaux insectivores et de la biodiversité aquatique.

*Exemples: ville de Nicolet en 2018 : 95% en faveur; ville de Trois-Rivières en 2005 et 2019 : plus de 80% en faveur.

Il est important de mentionner que les programmes de contrôle des insectes piqueurs utilisant le Bti permettent de s'assurer que le contrôle soit fait de façon plus écologique pour les citoyens et l'environnement. En effet, une partie de cette population, sans cette alternative, se tournerait vers d'autres solutions comme les pesticides chimiques individuels (serpentin, bombe aérosol, fumigation, etc.) ou des pièges non sélectifs. De plus, la justification d'un programme de contrôle des insectes piqueurs fait déjà partie du processus de demande d'une autorisation ministérielle pour l'utilisation de pesticides (directive 017) et est donc inclus dans la demande d'autorisation environnementale.

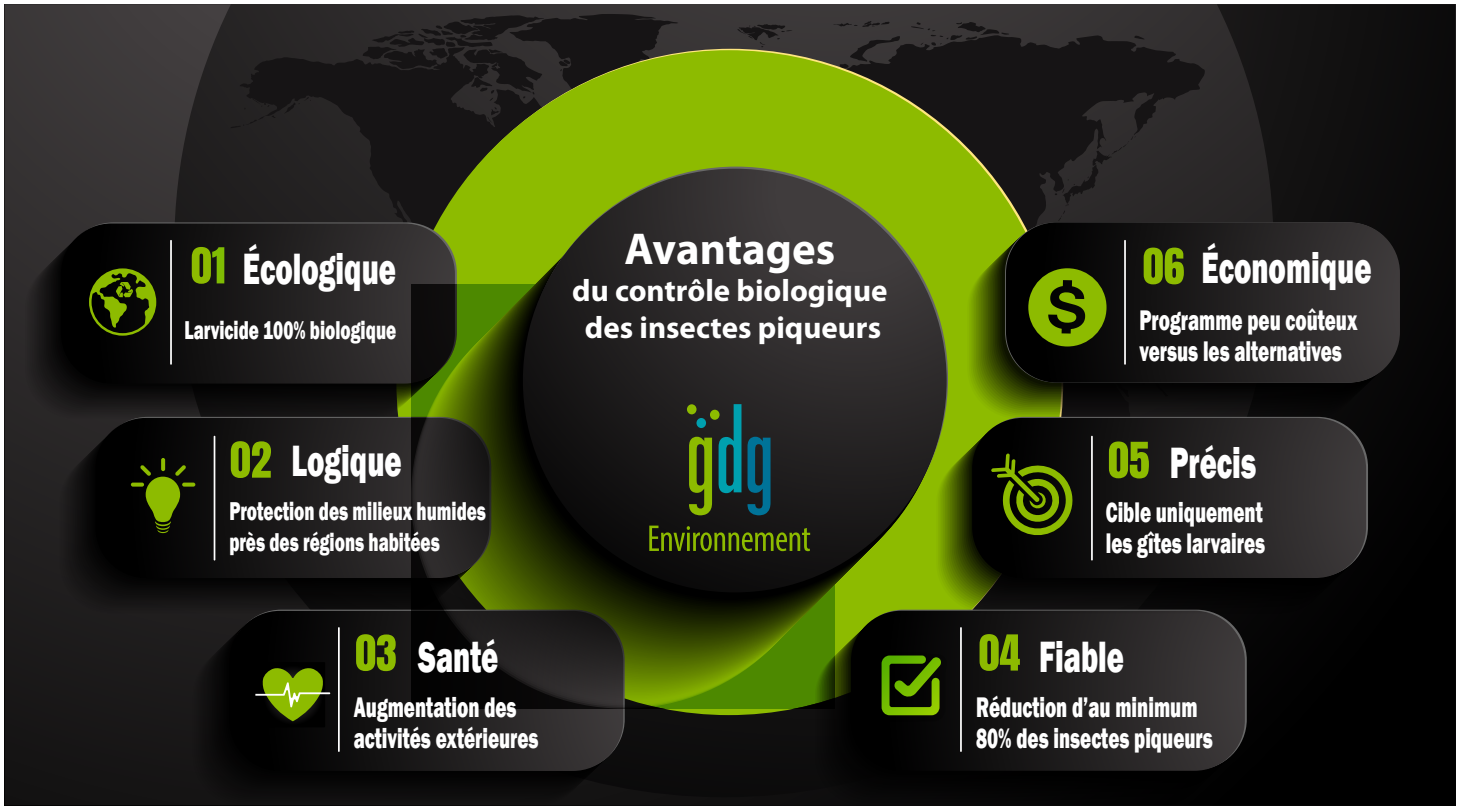
Tous ces processus ont aussi pour but de prendre en compte le principe de précaution. Malgré le consensus scientifique concernant le faible impact du contrôle biologique des insectes piqueurs, il y a plusieurs lois, règlements et normes qui encadrent strictement l'utilisation du Bti. L'ensemble des balises misent en place abaissent les risques à un niveau quasiment nul et permet d'établir, tout comme le jugement français de 2014, que nous sommes en absence de toute atteinte significative sur les milieux.

Bénéfice du contrôle des moustiques

Des études récentes ont quantifié l'impact des moustiques sur la santé physique des gens. Ils en arrivent à la conclusion que même en l'absence de transmission de maladie, une infestation de moustiques a un impact négatif sur la santé et, qu'en présence d'un programme de contrôle, l'activité physique des enfants est plus importante (Halasa et al., 2014; Worobey at al., 2013; Hirsch and Beckec, 2009). Une étude fait dans 2 contées du New Jersey indique qu'environ 60% des résidents n'ont pas profité des activités extérieures, au moins dans une certaine mesure, dû aux moustiques (Halasa et al., 2014).

Par surcroit, ces résidents ont évalué que l'importance de profiter des activités extérieures était comparable à avoir un quartier sécuritaire et plus élevé qu'avoir un quartier propre. De plus en plus de gens développent aussi des réactions allergiques aux piqures de moustiques. Dans certains cas, ces réactions d'hypersensibilité peuvent mener à de l'urticaire, des bronchospasmes et même à des chocs anaphylactiques (Feuillet-Dassonval et al. 2006).

Selon la définition même du principe de précaution selon le principe 15 de la Déclaration de Rio, 1992 : « En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement. », le contrôle biologique des insectes piqueurs ne pose pas de risques graves ou irréversibles.



Alternatives

Le marché propose de plus en plus de méthodes alternatives pour contrôler les insectes piqueurs. Il convient tout de même d'analyser les alternatives qui s'offrent à la population.

Parmi les méthodes non-invasives (on exclut ici tout recours aux pesticides chimiques classiques), on retrouve la lutte biologique à l'aide de prédateurs (par exemple les chauves-souris, les oiseaux, les poissons), l'utilisation d'extraits de plantes, de champignons entomopathogènes, de moustiques mâles (irradiés, génétiquement modifiés ou porteurs de bactérie), d'acides aminés et l'utilisation de pièges attractifs (Benelli et al. 2016; Weeks et al. 2019). Malheureusement, on ne peut avoir recours à la plupart de ces alternatives qui sont soit toujours à l'étape de la recherche, soit inefficace, soit non-disponibles ou non-homologués au Canada.

Parmi les alternatives disponibles au Québec actuellement, il est possible d'installer des nichoirs pour oiseaux insectivores ou chauve-souris, mais ceux-ci s'alimentent très peu de moustique et aucune efficacité n'a été démontrée. L'utilisation de prédateur aquatique n'est pas réaliste vu la diversité des espèces et des milieux de reproduction, mais leur utilisation dans les gîtes artificiels peut être très efficace (par exemple l'introduction de poisson dans les jardins d'eau). Les nouvelles molécules et microbes à l'essai ne sont pas homologués au Canada et leur utilisation est donc interdite.

Dernièrement, les pièges attractifs au CO2 (de type Qista) ont la cote. Cependant, cette méthode alternative ne peut être viable à la grandeur d'une municipalité et elle ne fonctionne pas pour les mouches noires. Il faut savoir que les pièges à moustiques ont un rayon d'attraction très limité. Le nombre de pièges nécessaires pour protéger une grande ville serait de l'ordre de plusieurs milliers. Les coûts d'acquisition et d'opération se chiffreraient donc en dizaines de millions de dollars.

Il faut être bien naïf de penser qu'une municipalité du Québec pourrait installer un nombre suffisant de pièges pour diminuer les populations de moustiques sous un seuil acceptable, qui permettrait de profiter des activités extérieures. À l'échelle d'une municipalité, cela est financièrement et physiquement irréaliste. De plus, ces pièges capturent bon nombre d'autres insectes (plus de 40%) qui sont une composante de la diète de certains prédateurs (Poulin et al. 2017).

Il est à noter aussi, qu'en l'absence de contrôle biologique, plusieurs méthodes illégales peuvent être employées par les citoyens. En effet, on observe que certains exterminateurs proposent un traitement chimique contre les moustiques, malgré leur interdiction. Certains milieux humides ont été drainer aussi afin d'empêcher la prolifération de moustique. Enfin, plusieurs produits chimiques peuvent être utilisée de façon inappropriée, inefficace et dangereuse par les citoyens.

Lorsque les différentes méthodes de contrôle des populations d'insectes piqueurs sont exposées dans une matrice de décision, il semble assez évident que l'utilisation du Bti devient le moyen le plus logique pour obtenir un résultat efficace en harmonie avec l'environnement.

BILAN DES ALTERNATIVES

Le Bti demeure la meilleure solution

	Rien	Contrôle chimique	Drainaige	Prédateurs	Piège	Protection personelle	Bti
E cacit é		● ● ●	●		●	●	● ● ●
Impact sur le milieu		● ● ●	● ●	●	●	●	●
Impact sur la santé	●	●			●	●	●
Total	-1	-1	0	1	1	1	3

Pour obtenir un complément d'information :

https://www.infobti.com/

http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/virus-nil/bti/index.htm

https://www.inspq.qc.ca/es/node/1127

https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-produits-consommation/rapports-publications/pesticides-lutte-antiparasitaire/fiches-renseignements-autres-ressources/bacillus-thuringiensis-variete-israelensis.html

Références

ALLGEIER, S. B. Frombold, V. Mingo & C. A. Brühl, 2018, European common frog Rana temporaria (Anura: Ranidae) larvae show subcellular responses under field-relevant Bacillus thuringiensis var. israelensis (Bti) exposure levels. Environmental Research 162, 271-279.

BECKER, N, Ludwig M, Su T. 2018. Lack of Resistance in Aedes vexans Field Populations After 36 Years of Bacillus thuringiensis subsp. Israelensis Applications in the Upper Rhine Valley, Germany. J Am Mosq Control Assoc 34:154–157.

BOISVERT, Mario & J. Boisvert 2000. Effects of Bacillus thuringiensis var. israelensis on target and nontarget organisms: a review of laboratory and field experiments. Biocontrol Science and Technology 10 (5) : 517-561.

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 a Trois-Rivieres pour le ministère de l'Environnement du Québec.

CAQUET Th,Roucaute m, Le Goff P & Lagadic L, 2011. Effects of Bacillus thuringiensis on nontarget benthic organims in a lentic habitat and factors affecting the efficacy of the larvicide. Environ. Toxicol. Chem. 13, 267-279.

DA SILVA CARVALHO, K., Crespo, M. M., Araújo, A. P., da Silva, R. S., de Melo-Santos, M. A. V., de Oliveira, C. M. F., & Silva-Filha, M. H. N. L. 2018. Long-term exposure of Aedes aegypti to Bacillus thuringiensis svar. israelensis did not involve altered susceptibility to this microbial larvicide or to other control agents. Parasites & vectors, 11(1), 673.

DUCHET, C. Franquet, E. Lagadic, L. Lagneau, C., 2015. Effects of Bacillus thuringiensis israelensis and spinosad on adult emergence of the non-bitting midges Polypedilum nubifer (Skuse) and Tanytarsus curticornis Kieffer (Diptera: Chironomidae) in coastal wetlands. Ecotoxicology and Environmental Safety (115) , 272-278

EID Méditerranée, 2014. Des associations retoquées en justice. Repéré à http://www.eid-med.org/actualites/des-associations-retoquees-en-justice.

FEUILLET-DASSONVAL, C. Lavaud, F. Viniaker, H. Bidat, E. 2006. Réactions allergiques aux piqûres de moustiques, quelle prévention? Archives de pédiatrie 13 : 93-99.

HALASA Yara A, DS Shepard, DM Fonseca, A Farajollahi, S Healy, R Gaugler, K Bartlett-Healy, DA Strickman et GG Clark. 2014. Quantifying the impact of mosquitoes on quality of life and enjoyment of yard and porch activities in New Jersey. Plos one 9 (3): e89221.

HIRSCH, Hans von and Norbert Becker. 2009. Cost-benefit analysis of mosquito control operations based on microbial control agents in the upper Rhine valley (Germany). European Mosquito Bulletin 27 (2009), 47-55.

JOHNSON, Catherine & Lucinda Johnson. 2001. Evaluation of the potential effects of methoprene and Bti on anuran malformations in Wright County, MN. NRRI Technical Report Number: NRRI/TR-2001/01

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.

LAGADIC, Laurent, RB Schäfer, M Roucaute, E Szöcs, S Chouin, J de Maupeou, C Duchet, E franquet, B Le Hunsec, C Bertrand, S Fayolle, B Francés, Y Rozier, R Foussadier, JB Santoni et C Lagneau. 2016. No association between the use of Bti for mosquito control and the dynamics of non-target aquatic invertebrates in French coastal and continental wetlands. Science of the Total Environment 553: 486-494.

LAJMANOVICH, Rafael C., , Mariana C. Cabagna-Zenklusen, Andrés M. Attademo, Paola M. Peltzer, Mariana Maglianese, Vanina E. Márquez, Alejandro J. Beccaria. 2015. Toxicity of Bacillus thuringiensis var. israelensis in aqueous suspension on the South American common frog Leptodactylus latrans (Anura: Leptodactylidae) tadpoles. Environmental Research 136: 205-212

LECLAIR, Raymond, Guy charpentier, France Pronovost et Sylvie Trottier. 1988. Progress Report to the Metropolitan Mosquito Control District on the Effects of the Insect Control Agent, Bacillus thuringiensis israelensis (B.t.i.), to some larval Amphibian species: 37p.

NIEMI GJ, Hershey AE, Shannon L, Hanowski JM, Lima A, Axler RP & Regal RR, 1999. Ecological effects of mosquito control on zooplankton, insects, and birds. Environ. Toxicol. chem. 18, 549-559.

PERSSON VINNERSTEN TZ, Lundström JO, Petersson E & Landin J, 2010.A six-year study of insect emergence from temporary flooded wetlands in central Sweden, with and without Bti-based mosquito control. Bull. Entomol. Res. 100, 715-725.

POULIN B., G. Lefebvre et L. Paz. 2010. Red flag for green spray : adverse trophic effects of Bti on breeding birds. Journal of Applied Ecology 47 : 884-889.

POULIN B, Lefebvre G, Muranyi-Kovacs C, Hilaire S.2017 Mosquito traps: An innovative, environmentally friendly technique to control mosquitoes. Int J Environ Res Public Health 14:

SCHWEIZER, M. L. Miksch, H-R. Köhler, R. Triebskor, 2019, Does Bti (Bacillus thuringiensis var. israelensis) affect Rana temporaria tadpoles? Ecotoxicology and Environmental Safety 181 : 121-129.

TETREAU, G. R. Stalinski , JP. David & L. Després, 2013. Monitoring resistance to Bacillus thuringiensis subsp. israelensis in the field by performing bioassays with each Cry toxin separately. Mem Inst Oswaldo Cruz 108:894–900

TIMMERMANN U et Becker N. 2017. Impact of routine Bacillus thuringiensis israelensis (Bti) treatment on the availability of flying insects as prey for aerial feeding predators. Bull. Entomol. Res. Epub ahead of print.

TIWARI S, SK Ghosh, PK Mittal et AP Dash. 2011. Effectiveness of a new granular formulation of the biolarvicide Bacillus thuringiensis var. israelensis against larvae of malaria vectors in India. Vector Borne Zoonotic Disease 11 (1): 69-75.

WINEGARD, TC. 2019. The Mosquito: A Human History of Our Deadliest Predator. Penguin

WIPFLI, M. &. Merrit, W. 1994. Effects of Bacillus thuringiensis var. israelensis on Nontarget Benthic Insects through Direct and Indirect Exposure. Journal of the North American Benthological Society, Vol. 13, No. 2 (Jun., 1994), pp.190-205

WOROBEY, J, Fonseca, D.M., Espinosa, C , Healy, S, and Randy Gaugler. 2013. Child Outdoor Physical Activity is Reduced by Prevalence of the Asian Tiger Mosquito, Aedes albopictus. Journal of the American Mosquito Control Association, 29(1):78-80.

Le contrôle biologique des insectes piqueurs - Mise à jour sur le Bti
©2020 G.D.G. Environnement
Ce document est protégé par les lois internationales sur le droit d'auteur.