

Rapport final réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert,
sous-volet 11.1 – Appui à la Stratégie phytosanitaire
québécoise en agriculture

**TITRE DU PROJET : SUIVI D'ABEILLES DOMESTIQUES ET
SAUVAGES LORS DES SEMIS DE CULTURES TRAITÉES AVEC DES
TRAITEMENTS DE SEMENCES NÉONICOTINOÏDES**

NUMÉRO DU PROJET : ULAV-1-11-1579

Réalisé par :
Valérie Fournier, Olivier Samson-Robert, Geneviève Labrie,
et Madeleine Chagnon

DATE : avril 2014

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce
rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent
aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de
l'Alimentation.



Suivi d'abeilles domestiques et sauvages lors des semis de cultures traitées avec des traitements de semences néonicotinoïdes

Valérie Fournier¹, Olivier Samson-Robert¹, Geneviève Labrie²,
et Madeleine Chagnon³

Durée : 2 ans (04/2012 à 04/2014)

FAITS SAILLANTS (résumé du projet)

L'augmentation de la mortalité des abeilles pendant la période de semis du maïs a été répertoriée dans de nombreux pays d'Europe et états américains. Ces études démontrent que la mise en terre, à l'aide d'un semoir pneumatique, de semences enrobées d'un pesticide néonicotinoïde produit un échappement dans l'air de particules d'insecticide. Ces particules sont transportées par le vent et se déposent sur la végétation environnante. Les abeilles domestiques (*Apis mellifera*) et les pollinisateurs indigènes exposés à cette couche d'air contaminée et/ou qui butinent le pollen et le nectar des plantes où les particules se sont déposées risquent l'intoxication par ces voies d'exposition. Le présent projet de recherche a permis de mettre en évidence une nouvelle voie d'intoxication potentielle pour les abeilles. En effet, les flaques d'eau à la surface des champs, qui résultent le plus souvent des précipitations, sont contaminées par des insecticides néonicotinoïdes. Les concentrations en insecticide qu'on y retrouve ne sont, en moyenne, pas assez élevées pour tuer une abeille qui s'abreuve de cette eau, mais bien suffisantes pour affecter son comportement, son développement, son système immunitaire et même sa fécondité, particulièrement par une exposition chronique. Qui plus est, le projet a permis de confirmer que le niveau de mortalité des colonies d'abeilles domestiques est quadruplé lorsque les ruches sont situées à proximité des semis de maïs traités à l'insecticide. En outre, il a été possible de constater, à l'aide de biomarqueurs, que les bourdons fébriles (*Bombus impatiens*), une espèce d'abeille native au Québec, présentaient également des signes d'intoxication aux néonicotinoïdes. L'atteinte des objectifs de cette recherche démontre l'ampleur des conséquences de l'utilisation prophylactique et extensive de ces insecticides et atteste, par leur présence dans l'environnement, que la problématique ne se limite pas uniquement à l'abeille domestique.

OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE OU DÉMARCHE

Les objectifs étaient de : 1) documenter les intoxications d'abeilles domestiques durant la période de semis du maïs en Montérégie et en Estrie; 2) déterminer si le niveau d'expression de l'enzyme acétylcholinestérase (AChE) du bourdon fébrile varie en fonction de l'exposition aux traitements de semences néonicotinoïdes; 3) déterminer s'il y a présence de néonicotinoïdes dans les flaques d'eau temporaires

¹ Centre de recherche en horticulture, Université Laval, Québec (QC), Canada, G1V 0A6

² CÉROM, Centre de recherche sur les grains inc., Saint-Mathieu-de-Beloeil (QC), Canada, J3G 0E2

³ Département des Sciences Biologiques, Université du Québec à Montréal, Montréal (QC), Canada, H3C 3P8

dans les champs de maïs; et 4) réaliser une enquête auprès des producteurs pour documenter les facteurs agronomiques et environnementaux pouvant mener à l'intoxication d'abeilles. Dans le cadre de la présente étude, 26 ruchers commerciaux en Montérégie et Estrie, répartis sur deux types de traitements (Exposé : rucher situé à ≤ 500 m d'un champ contenant des semences enrobées ou Contrôle/Témoins : rucher à ≥ 3 km d'un champ dont les semences sont enrobées) ont été suivis lors de la période de semis du maïs (mai-juin) de 2012 et 2013. À chacun des ruchers, cinq ruches, de force égale au début de l'étude, ont été ciblées devant lesquelles des toiles de 1 mètre carré ont été installées. Toutes les 48 heures, les abeilles mortes sur les toiles étaient dénombrées et récoltées, puis entreposées dans un congélateur à -20 °C. Lorsque le dénombrement des abeilles mortes était égal ou supérieur à 150 cadavres, l'échantillon était envoyé au laboratoire du chimiste Luc Gagnon (MAPAQ) afin de faire l'objet d'une analyse de résidus de pesticide (via chromatographie liquide couplée à de la spectrométrie de masse). De plus, 74 échantillons d'eau ont été récupérés de flaques à la surface de champs dont les semences étaient traitées (exposé) et non traitées (contrôle) et analysées pour identifier la présence de composés pesticides. Finalement, des ruchettes de *Bombus impatiens* (1/site en 2012 et 4/site en 2013) ont été placées sur chacun des sites en tant que substituts de pollinisateurs sauvages. Toutes les 48 heures, des butineuses vivantes ont été capturées, tuées sur de la glace sèche, puis conservées dans un congélateur -80 °C. Ces butineuses ont été analysées par qPCR quantitatif en temps réel au laboratoire de Dr Nicolas Derome (Université Laval) afin de déterminer le niveau d'expression (ARN messager) du marqueur biologique acétylcholinestérase (AChE).

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE OU POUR LA DISCIPLINE

Les figures et tableaux sont présentés en annexe.

Les résultats des deux années sont similaires. Nous présentons donc ici les deux années combinées. Le suivi de la mortalité révèle que le niveau de mortalité moyen est plus élevé pour les ruches exposées à des semences enrobées de néonicotinoïdes ($F_{1, 22} = 14,36$; $p = 0,001$) (**figure 1**). En fait, le taux de mortalité moyen pour les colonies exposées est près de 4 fois supérieur à celui des ruches témoins. Un total de 58 cas d'empoisonnement d'abeilles provenant de ruchers exposés et 16 échantillons de mortalité provenant de ruchers contrôles a été soumis au MAPAQ pour faire l'objet d'analyse de résidus de pesticides au cours des deux années du projet (**tableau 1**). Des 58 analyses chimiques effectuées à partir de cadavres d'abeilles des ruchers exposés, 40 (69 %) contenaient des résidus de composés insecticides. En connaissant la quantité d'insecticide retrouvée par abeille et la toxicité de chacun des composés, il est possible de déterminer quel insecticide a le plus fortement contribué à la mortalité des abeilles. La cause de mortalité la plus probable pour 43 % des cas d'empoisonnement (25 échantillons positifs sur 58 analysés) est une intoxication aux néonicotinoïdes. Les 15 autres cas d'empoisonnement contenant des résidus d'insecticide sont liés à l'azinphos-méthyle (7 cas, dont 3 contenaient du coumaphos et 2 des néonicotinoïdes), au coumaphos (2 cas), au Diméthoate (3 cas, dont 2 contenaient de l'o-méthoate et 1 contenait en plus de l'aldicarbe et ses métabolites), au diazinon (1 cas) et au phosmet (1 cas contenant aussi des néonicotinoïdes).

Les analyses génomiques révèlent que le niveau d'expression du biomarqueur AChE est significativement plus élevé ($F_{1, 21} = 9,28$ et $p = 0,0061$) pour les bourdons lorsqu'ils proviennent de ruches situées à proximité de champs dont les semences sont traitées à l'insecticide (**figure 2**). De plus, la quantité d'AChE est affectée par l'interaction ($F_{1, 56} = 3,26$ et $p = 0,0764$) entre le type d'environnement (exposé/contrôle) et le temps écoulé depuis le début des semis de maïs (**figure 3**). Le niveau d'AChE des bourdons contrôles est plus élevé tôt au printemps en raison des conditions environnementales plus défavorables (p. ex., temps froid, pluvieux et généralement venteux). Leur niveau d'AChE tend donc à diminuer au cours du printemps, au fur et à mesure que s'installent les températures plus chaudes de l'été. Par contre, l'AChE des bourdons exposés est initialement deux fois plus élevé et diminue pendant le printemps jusqu'à atteindre un niveau similaire à celui des bourdons contrôles. Il est possible d'attribuer cette hausse de l'expression en AChE à la contamination par des composés néonicotinoïdes puisque ce sont les seuls contaminants présents dans l'environnement étudié à affecter le biomarqueur de la sorte. Au printemps, la principale source de contamination pour les pollinisateurs provient de la production de poussières contaminées aux néonicotinoïdes lors des semis. Cependant, plus les semis progressent, moins il demeure de surface à semer, et par conséquent, moins il y a de poussières libérées dans l'environnement. Cette diminution de la production de poussières contaminées expliquerait la diminution du niveau d'AChE des bourdons exposés. À la fin des semis, il est normal que le niveau du biomarqueur soit équivalent pour l'ensemble des bourdons (**figure 3**).

Au cours des deux années du projet, un total de 74 échantillons d'eau de flaques a été analysé pour détecter la présence de pesticides. Les 15 échantillons provenant de flaques d'eau contrôle ne contenaient aucun résidu d'insecticide néonicotinoïdes. L'analyse des échantillons restants (59) provenant de flaques d'eau exposées a révélé la présence de 29 composés pesticides et jusqu'à 14 composés ont été identifiés dans un seul échantillon. De ces 59 analyses, 97 % contenaient de la clothianidine et 88 % contenaient du thiaméthoxame (**tableau 2**). Dans l'ensemble, 83 % des flaques d'eau exposées étaient contaminées à la fois par de la clothianidine et du thiaméthoxame. Les concentrations en néonicotinoïdes étaient également plus élevées tôt en saison, alors que les semis avaient encore lieu. Cela semble indiquer que la production de poussières pendant les semis est l'un des principaux facteurs de contamination des flaques d'eau. Les concentrations en néonicotinoïdes dans les flaques sont inférieures à la dose létale pour l'abeille, mais sont assez importantes, selon de nombreuses études scientifiques réalisées en milieu contrôlé, pour occasionner plusieurs effets sous létaux, affectant notamment le comportement, l'alimentation, la susceptibilité aux virus, le développement et même la fécondité de la reine. Étant donné l'abondance des flaques d'eau dans les champs des maïs suite à des précipitations et l'importance de l'eau pour les abeilles, notamment afin de permettre l'alimentation du couvain au printemps et de réguler la température à l'intérieur de la colonie pendant l'été, il est très probable que les abeilles collectent et consomment de l'eau provenant de ces flaques contaminées, et ce de façon répétée, produisant potentiellement une exposition chronique. L'enquête agronomique n'a pas pu être réalisée.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET/OU SUIVI À DONNER

Notre étude révèle que la présence de grandes superficies traitées aux néonicotinoïdes augmente, de façon significative, le niveau de mortalité des colonies d'abeilles situées dans un rayon de 500 m et moins durant la période de semis de maïs. Il est à noter que les niveaux de mortalité s'apparentaient en général davantage à des cas d'intoxication chronique que des cas d'intoxication aiguë. Pour l'apiculteur, cela n'en demeure pas moins une perte significative du nombre de butineuses et se traduit assurément en perte de miel et services de pollinisation. Cette mortalité chronique (c.-à-d. niveau faible, mais continu) est insidieuse, plus difficile à constater pour les apiculteurs et demeure, par conséquent, encore peu rapportée aux autorités gouvernementales. Il est donc recommandé aux apiculteurs d'éloigner, dans la mesure du possible, l'emplacement de leurs ruchers des superficies agricoles de maïs et de soya afin de limiter l'incidence négative des néonicotinoïdes sur la santé de leurs colonies. Nos résultats ont aussi démontré que les flaques d'eau étaient contaminées par une combinaison de produits agrochimiques, avec une prépondérance en néonicotinoïdes. Cette étude est la première à identifier les flaques d'eau comme une source potentielle d'empoisonnement sous-létal pour les abeilles, dans un contexte de culture intensive de maïs-grain. Finalement, nous encourageons les productions agricoles concernées à faire du dépistage et à recourir aux traitements de semences néonicotinoïdes seulement au besoin. Cette diminution de l'utilisation des néonicotinoïdes serait à la fois bénéfique pour les pollinisateurs et l'environnement, tout en permettant à ces insecticides de demeurer un outil utile à la lutte antiparasitaire.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Valérie Fournier, Centre de recherche en horticulture
Université Laval;
Valerie.fournier@fsaa.ulaval.ca; 418-656-2131 p. 4629.

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert, sous-volet 11.1 — Appui à la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Nous remercions très chaleureusement tous les apiculteurs qui ont participé. Merci aussi au CÉROM pour le matériel et l'aide technique fournis tout au long du projet. Merci au support financier du Centre d'Expertise en Analyses Environnementales du Québec (CEAEQ) et à Koppert Canada.

ANNEXE(S)

ent Détections Moyenne^s Max Moyenne^s Max

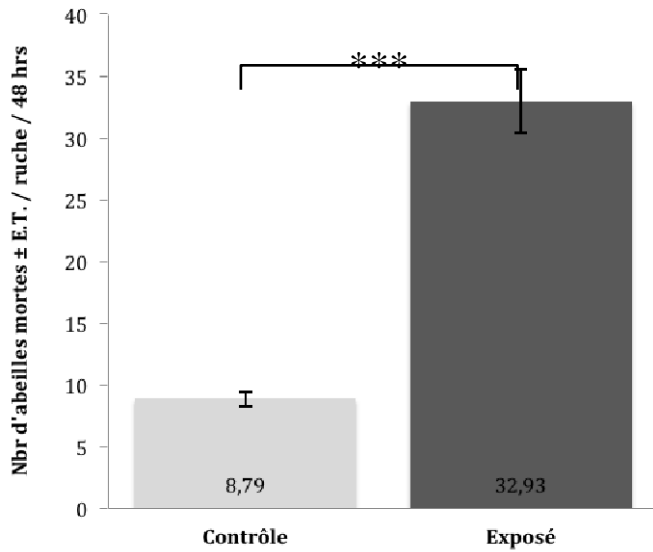


Figure 1 : Indice de la mortalité moyenne d'une colonie d'abeilles domestiques pour une période de 48 heures en fonction des deux types d'environnement (Exposé et Contrôle).

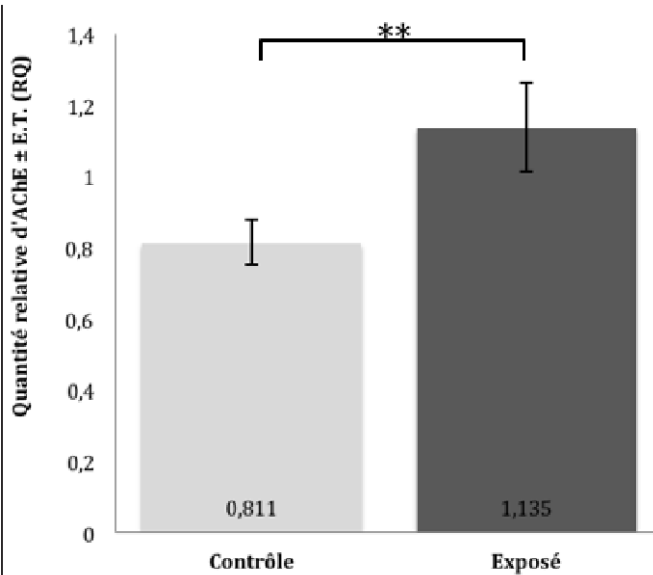


Figure 2 : Niveau d'expression métabolique de l'AChE à l'intérieur du cerveau des bourdons en fonction des deux types d'environnement (Exposé et Contrôle).

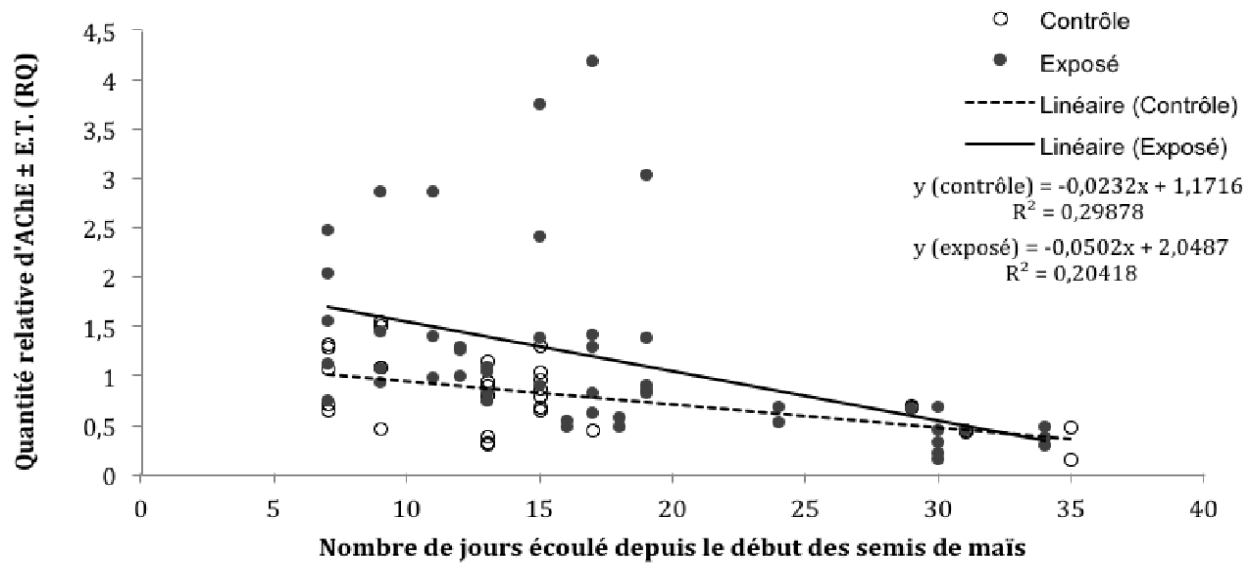


Figure 3 : Expression métabolique d'acétylcholinestérase (AChE) en fonction du temps écoulé depuis le début des semis de maïs. Les colonies de bourdons ont été placées aux sites d'étude au jour 0, le premier échantillon a été récupéré au jour 7 et le dernier échantillon au jour 35 lorsque les semis étaient terminés.

recommandation

	Moyenne ^s	Max	Moyenne ^s	Max	Moyenne ^s	Max
--	----------------------	-----	----------------------	-----	----------------------	-----

de risque