

Randy Oliver
ScientificBeekeeping.com

Un certain nombre de constatations concernant l'acaricide amitraze (ainsi que les insecticides néonicotinoïdes) ont été portées à mon attention au cours des derniers mois. La question est, sont-ils des signaux d'alarme, ou simplement des fausses pistes ?

Au cours des dernières années, de nombreux apiculteurs professionnels se sont plaint de taux élevés de perte de colonies [1] et de supercédure de reine, atteignant leur maximum durant l'épidémie de CCD de 2004 à 2010, mais se poursuivant encore aujourd'hui. De nombreuses enquêtes menées par des chercheurs du monde entier (y compris moi-même) ont montré que la troïka mortelle, composée d'un complexe varroa / virus, d'une nutrition *déficiente* et de *Nosema ceranae*, peut être la cause principale des pertes pendant cette période. Et de nombreux apiculteurs, ayant appris à gérer ces tueurs de colonie, connaissent aujourd'hui de bien meilleurs succès.

Cependant, l'apiculture n'est pas encore revenue à la «normale» du bon vieux temps. Certains des meilleurs apiculteurs continuent de souffrir d'une morbidité ou d'une mortalité excessive dans leurs exploitations, et beaucoup rapportent que les reines ne vivent pas aussi longtemps qu'elles le faisaient auparavant. Cela m'amène à penser que l'épidémie de la CCD a éclipsé d'autres problèmes causés ou exacerbés par des facteurs autres que la troïka mortelle mentionnée plus haut. Plus précisément, il existe des preuves considérables que les colonies dans de nombreuses ruches souffrent des effets néfastes létaux ou sublétaux des pesticides.

Une Bombe Potentielle

Il y a quelques semaines, un apiculteur m'a envoyé un blog avec des implications explosives. Il a été écrit par David Biddinger, entomologiste de Penn State, pour les arboriculteurs [2], mais pourrait nous aider à relier les problèmes des apiculteurs aux problèmes d'insecticides agricoles (spécifiquement les néonicotinoïdes), de traitements apicoles et de pertes de colonies et de reines. . Il a écrit:

La deuxième situation particulière où la pulvérisation de fongicides pendant la floraison peut causer des problèmes est l'endroit où les éleveurs d'abeilles utilisent l'insecticide / acaricide amitraze pour lutter contre les varroas dans la ruche. La plupart des arboriculteurs se souviendront de l'amitraze comme étant le Mitac, qui était autrefois très utilisé pour le contrôle du psylla du poirier. Ce produit était couramment utilisé pour la synergie des insecticides organophosphorés et pyréthrinoides dans des cultures telles que le coton, où les principaux ravageurs avaient développé une résistance, parce qu'il détruisait les enzymes utilisées pour détoxifier les pesticides. Cela soulève des préoccupations au sujet de l'amitraze utilisé pour traiter les acariens dans les ruches d'abeilles. Alors qu'il peut être efficace dans la lutte contre les varroas maintenant qu'ils ont développé rapidement une résistance à l'organophosphate coumaphos et le pyréthroïde fluvalinate,

Oh mon Dieu! Allez-y et relisez-le! Les apiculteurs ont-ils par inadvertance synergisé (multiplié) les effets négatifs des résidus d'acaricides et des produits chimiques agricoles dans les ruches par leurs applications d'amitraze? J'ai immédiatement commencé une correspondance avec le Dr Biddinger, qui m'a ensuite conduit à écrire cet article, car il devient soudainement très intéressant!

Réduire la liste des Suspects

J'effectue des essais de produits de santé pour les abeilles pour les entreprises souhaitant commercialiser de nouveaux produits. Ces essais me fournissent des données précieuses sur les taux de survie des colonies et des reines dans des groupes de ruches soigneusement surveillés. Ce que j'ai trouvé, c'est que, dans mes groupes de colonies testées, souvent au nombre de 48 à 150, le taux de survie des colonies et de leurs reines est aussi bon qu'il l'était dans l'ancien temps [3]. Ce fait soulève alors la question de ce qui pourrait être différent entre mes colonies et celles des apiculteurs qui connaissent des problèmes.

Permettez-moi d'abord d'affirmer catégoriquement que je ne dois pas cette différence à ma méthode d'apiculture. Mes deux fils et moi-même avons jusqu'à 1200 ruches, mais une bonne partie de mon temps est consacré à la recherche, à l'écriture et à des conférences. Nous sommes presque toujours à la traîne, luttons pour abaisser les niveaux d'acariens et, depuis que nous avons abandonné notre migration estivale traditionnelle, nous devons compléter nos ruches avec des protéines alors qu'elles traversent notre long été sans pluie avant d'entrer dans un hiver froid et humide. Je suis un mauvais exemple pour n'importe quel apiculteur «exemplaire».

Cependant, il y a un facteur qui différencie fortement mon fonctionnement de ceux de la plupart des apiculteurs commerciaux. Et c'est le degré auquel *nos* abeilles sont exposées aux pesticides, pour trois raisons principales:

1. La seule fois où nos colonies sont exposées à des pesticides agricoles, c'est pendant la pollinisation des amandes, mais surtout pour les fongicides et les herbicides, plutôt que pour les insecticides. Le reste de l'année, nous gardons les abeilles dans les endroits les plus reculés avec une exposition aux pesticides de zéro à minime.
2. Nous n'avons pas appliqué d'acaricide synthétique depuis l'an 2000 (à l'exception des applications mineures dans quelques essais).
3. Nous vendons jusqu'à la moitié de nos rayons chaque année en nucs, il y a donc peu de chance que des résidus de pesticides s'accumulent dans nos rayons.

En substance, mon opération pourrait être considérée comme un ***groupe témoin sans pesticide*** qui peut être comparé à des opérations typiques recevant des degrés beaucoup plus élevés d'exposition aux pesticides et aux acaricides de synthèse. Je soupçonne fortement, sans surprise, que c'est l'une des raisons pour lesquelles nous avons moins de problèmes.

Mais les apiculteurs ont toujours eu des problèmes avec les pesticides. Bien que beaucoup me disent que les choses vont bien mieux que dans les années 1960 et 1970, des rapports anecdotiques de pollinisateurs commerciaux, associés à des données d'analyse de résidus de pesticides, suggèrent fortement que certains pesticides continuent d'être impliqués dans la morbidité et la mortalité. Ce qui m'amène à la question suivante:

Question pratique: qu'est-ce qui a changé en ce qui concerne les pesticides au début des années 2000 et qui pourrait contribuer à la morbidité des colonies et à l'échec de la reine? Malgré beaucoup de pour et de contre, je n'ai pas encore vu de preuves convaincantes que c'est principalement dû aux insecticides néonicotinoïdes (et ont effectivement vu beaucoup de preuves du contraire). Alors, quels autres changements dans l'exposition aux pesticides pourrait être la raison?

Tout le monde sur Terre a déjà entendu parler du lien putatif entre les néonicotinoïdes et la perte de colonies, et il y a certainement lieu de s'inquiéter [4]. Mais est-ce que la focalisation sur les néocs nous a distraits des effets négatifs des autres pesticides, ou de leur synergie avec les acaricides appliqués par les apiculteurs? C'est le problème de la vision en tunnel. Quand une enquête se concentre uniquement sur un seul suspect, le véritable coupable pourrait être debout juste à côté de vous, gloussant tranquillement. Je ne défends aucun pesticide, mais je suis un défenseur de la bonne science, du raisonnement objectif, de la discussion juste et éclairée et du bon sens. Ma question est donc la suivante: d'autres contaminants de la ruche pourraient-ils résister au degré d'examen minutieux accordé aux néonicotinoïdes?

Une Autre Corrélation Possible?

Un autre pesticide ne cesse d'apparaître sur mon radar. Son utilisation semble également «être associée à» [5] des pertes de colonies élevées pendant au moins trois périodes différentes. Le problème est que je ne suis pas sûr que ce soit une question de poule et d'oeuf, ou s'il y a vraiment un cas de causalité. Donc, avec ma manière habituelle, je vais vous donner les faits et les preuves, et vous permettre de vous faire votre propre opinion. Le pesticide, comme vous l'avez peut-être deviné, est l'amitraze, et la façon dont nos abeilles y sont exposées est que les apiculteurs l'introduisent intentionnellement dans leurs ruches pour contrôler les acariens parasites.

J'ai maintenant fait beaucoup de recherches sur l'amitraze et, à ma grande surprise, j'ai trouvé qu'il était facile de construire un dossier convaincant et biologiquement plausible contre ce pesticide (et peut-être contre tout autre), à condition que vous vous concentriez avec attention sur cela! Mais quand je "base la vérité" via des rapports pratiques sur le terrain, je ne suis pas si sûr. J'ai réalisé que cela me fournit une bonne analogie avec le cas bancal que certains ont tenté de construire contre les néocs.

Application pratique: Pour illustrer la complexité des problèmes liés aux pesticides, je vais construire un cas illustratif contre l'amitraze, basé sur des preuves circonstancielle, des recherches en laboratoire et des hypothèses spéculatives (les «signaux d'alarme»), puis les peser contre des preuves et des «vérifications sur le terrain» réelles pour déterminer s'il s'agit simplement de «fausses pistes». Enfin, je partagerai les résultats d'un essai de terrain impartial que je mène actuellement.

Je vais continuer à changer de cap entre le procureur et l'avocat de la défense, car dans le cas de l'amitraze, il semble que ce pesticide peut être très bénéfique pour les apiculteurs, tout en pouvant créer des problèmes importants dans certaines circonstances. .

La Corrélation Au Fil Du Temps

Nous, les apiculteurs, n'aurions jamais envisagé d'introduire intentionnellement un insecticide directement dans nos ruches; c'est-à-dire jusqu'à l'arrivée des acariens parasites. Comme d'abord l'acarien trachéal, puis varroa ont dévasté nos ruchers; En désespoir de cause, nous avons abandonné notre précédente phobie des produits chimiques et nous sommes bientôt devenus la principale source d'exposition aux pesticides pour nos abeilles. J'ai détaillé comment ce triste fait a déclenché une nouvelle ère de toxicité pour l'abeille, non pas de l'extérieur, mais de l'intérieur de la ruche [6].

La première vague d'utilisation de l'amitraze remonte à la fin des années 1980 jusqu'en 1995, période au cours de laquelle les apiculteurs commerciaux ont pulvérisé illégalement des produits agricoles d'amitraze sur les planches ou sous les couvertures

des ruches pour lutter contre l'acarien trachéal récemment introduit [7]. Le taux de perte de colonies hivernales était assez élevé durant cette période, et il se pourrait que l'amitrazé (inefficace pour contrôler l'acarien trachéal) ait fait plus de mal que de bien [8].

Alors que les abeilles ont développé une résistance naturelle à l'acarien trachéal, nous avons commencé à être durement frappés par le varroa. Notre salut a été l'utilisation de deux autres acaricides synthétiques - le premier fluvalinate (Apistan® / Mavrik®), puis lorsque les acariens ont développé une résistance à ce produit, le coumaphos (CheckMite®). Notez que chacun de ces acaricides appartient à différentes classes d'acaricides, chacun ayant des modes d'action différents.

Ceux qui mobilisent les troupes sur "l'extinction" de l'abeille due au CCD semblent oublier que nous, apiculteurs californiens, avons perdu environ 70% de nos ruches quand l'acarien trachéal nous a envahi, et jusqu'à 100% des colonies sont mortes pendant l'invasion initiale du varroa, suivie par des pertes énormes subséquentes lorsque le fluvalinate a échoué. Et puis nous avons été durement frappés à nouveau quand le coumaphos a échoué à l'automne 2004.

A ce moment, l'industrie apicole américaine était semblait condamnée, car il n'y avait pas de produits chimiques inscrits efficaces pour gérer Varroa [9] -obligeant les apiculteurs commerciaux qui souhaitent sauver leurs colonies à expérimenter « clandestinement » e des produits antiparasitaires agricoles. Le salut de notre industrie étaient des produits contenant de l'amitrazé (notamment Taktic® ou Ovasyn®), appliqués par diverses méthodes. J'ai rarement vu des apiculteurs aussi enthousiastes à propos de n'importe quel produit que ce qu'ils étaient (et ce qu'ils sont) à propos de Taktic - il est incroyablement efficace pour le contrôle du varroa, et encore plus important, peu coûteux à appliquer.

Un signal d'alarme?

Les apiculteurs commerciaux ont rapidement abandonné Mavrik et le coumaphos en faveur de Taktic [10]. Alors est-ce simplement une coïncidence si les apiculteurs se sont rapidement plaints de symptômes inhabituels de mortalité des colonies ? Il est difficile d'établir une relation de cause à effet pendant cette période, car l'épidémie de « CCD » et l'accent mis sur les néonicotinoïdes nous ont empêchés de nous demander si l'utilisation accrue de Taktic contribuait au problème.

La dernière corrélation entre l'utilisation de l'amitrazé et un taux accru de mortalité des colonies vient de l'Ontario, au Canada. Malgré le fait que les traitements aux semences de néonicotinoïdes y aient été utilisés depuis un certain temps, les apiculteurs ont soudainement et bruyamment commencé à se plaindre de la mort des colonies et des pertes de colonies en 2012 [11]. Était-ce simplement une coïncidence que l'amitrazé avait été enregistré pour le contrôle du varroa en 2011 ?

Une énigme : notez que dans les deux cas ci-dessus, les apiculteurs ont commencé à blâmer les néonicotinoïdes pour la morbidité des colonies peu de temps après qu'ils ont commencé à utiliser l'amitrazé pour le contrôle des acariens.

Les trois corrélations ci-dessus entre l'utilisation de l'amitrazé et une augmentation subséquente de la mortalité des colonies attirent mon attention. Mais la corrélation implique-t-elle la causalité ?

Corrélations Parasites

Nous avons tous vu un certain nombre de graphiques utilisés comme « preuve » que quelque chose d'autre est la cause de quelque chose d'autre parce qu'il semble y avoir une corrélation. Mais il faut toujours garder à l'esprit que la corrélation ne correspond pas nécessairement à la causalité. Par pur hasard, nous pouvons nous attendre à ce qu'il y ait certains facteurs qui peuvent sembler avoir une relation (comme dans l'expression « lié au déclin des abeilles »), mais à **moins qu'ils ne correspondent à votre système de croyance**, nous (Fig. 1).

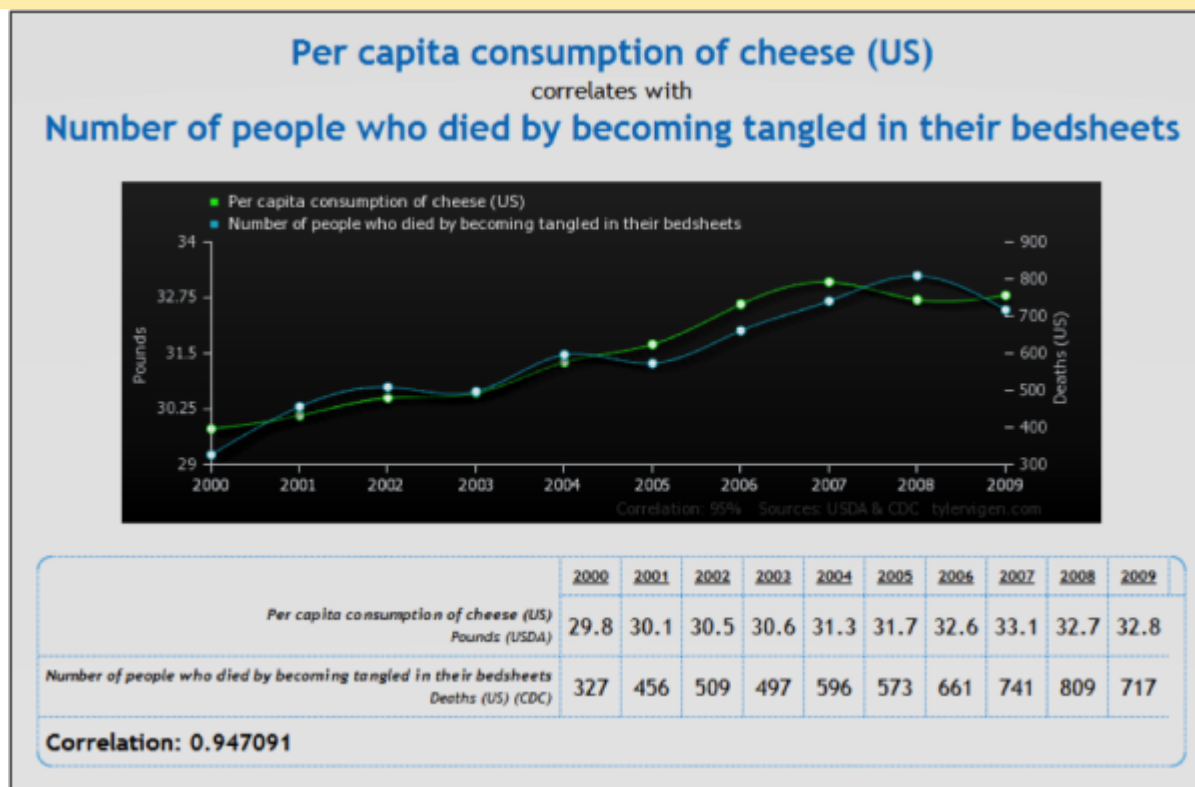


Figure 1. Corrélation entre la consommation de fromage par personne et le nombre de personnes qui meurent emmêlées dans leurs draps de lit.

Avec une corrélation de 95%, il doit sûrement y avoir une sorte de relation ici ! Les militants anti-fromage utiliseront cela comme une preuve solide pour leur cas, et bien sûr l'industrie du fromage maléfique va nier de manière prévisible et forte cette menace évidente pour notre bien-être ! Graphique grâce à <http://www.tylervigen.com/>.

Ou fausse piste ?

L'Ontario a été assez discret avec leurs données pendant l'enquête. Le seul résumé de leurs analyses de résidus que je puisse trouver a été publié en 2013 [12], et relie certainement les abeilles printanières à la poussière de plantation. Étonnamment, il ne mentionne même pas les détections de l'amitrazé ou de ses métabolites, il est donc impossible pour moi de discuter s'il y avait une relation quelconque. En Alberta, toutefois, où les bandes Apivar sont largement utilisées depuis 2009 [13], les apiculteurs connaissent une croissance remarquable du nombre de colonies [14]. Donc, mon évaluation à ce jour est que tout "lien" entre l'utilisation de l'amitrazé et toute augmentation de la mortalité des colonies est assez faible.

En Défense D'Amitrazé

Laissez-moi vous assurer, malgré ses défauts, que je n'écris pas cet article pour attaquer l'amitrazé ; En effet, j'ai encouragé le fabricant d'Apivar® à commercialiser cet excellent produit. En guise de défense de l'amitrazé, permettez-moi de préciser que je connais un grand nombre d'apiculteurs qui ne seraient probablement pas en affaires aujourd'hui si ce n'était grâce à l'amitrazé. Et beaucoup d'entre eux n'ont pas souffert de la perte de colonie exagérée ; en effet, certains d'entre eux sont de grands pollinisateurs d'amandes, en plus d'être fournisseurs de reines et de paquets pour le reste de l'industrie. Sur la base de cette preuve sur le terrain, on pourrait être tenté de laisser l'amitrazé hors de critique, mais en y regardant de plus près, l'histoire devient plus complexe.

Amitrazé Et Varroa

L'amitrazé a une longue histoire d'utilisation réussie en tant que varroacide. C'était encore une autre « solution miracle » - un traitement ou deux par an gardait les acariens sous contrôle, et l'ingrédient actif n'apparaissait pas dans le miel (mais pas ses formes dégradées). Dans certains pays européens, des bandes d'amitrazé Taktic ou enregistrées sont utilisées depuis des décennies, et un certain nombre d'apiculteurs américains l'ont appliqué à leurs colonies depuis les années 1990. Mais les choses sont sur le point de changer aux États-Unis ...

Un Changement Dans Les Œuvres

Pour ceux qui n'ont pas entendu, l'enregistrement de Taktic aux États-Unis a été volontairement retiré par le déclarant (figure 2).



Figure 2. Avec ces deux diapositives, j'ai essayé de faire allusion à la convention de l'AHPA de cette année que quelque chose était en train de se produire - suggérant que les apiculteurs ont un plan B à portée de main. Le 6 août, l'EPA a accepté le retrait volontaire de l'enregistrement de Taktic. Les stocks existants peuvent encore être vendus, mais les apiculteurs devraient être prêts à ce que l'EPA commence à sévir contre l'utilisation non autorisée de produits agricoles à base d'amitrazé. Le produit légal, Apivar, est une bien meilleure méthode d'application de l'amitrazé, mais malheureusement, considérablement plus onéreuse. Il serait sage pour les apiculteurs de faire tourner les traitements Apivar avec d'autres ingrédients actifs pour retarder le développement inévitable de la résistance à ce produit par le varroa. Merci à mon fils Eric d'avoir posé pour les photos.

La perte de Taktic a le potentiel de bouleverser sérieusement l'industrie des abeilles commerciales. De nombreux apiculteurs m'ont dit qu'ils ne pouvaient pas imaginer comment ils pourraient rester en affaires sans cela. Cette affirmation a de la crédibilité quand on sait que lorsque Taktic était temporairement indisponible il y a quelques étés, un certain nombre d'apiculteurs qui n'avaient pas de « Plan B » laissaient simplement leurs colonies sans traitement, souvent avec des résultats désastreux.

Considération pratique : d'un autre côté, l'utilisation illégale de Taktic a donné à ces mêmes apiculteurs un avantage concurrentiel injuste par rapport à ceux d'entre nous qui suivent les traitements homologués plus chers, tout en continuant de rivaliser avec les contrevenants sur le marché libre pour les services de pollinisation. vente de miel [15].

Cependant, il existe maintenant un moyen alternatif et légal d'appliquer l'amitrazé sous forme de bandelettes Apivar®. Les apiculteurs habitués à des traitements à action rapide et à forte dose avec Taktic devront peut-être ajuster leurs calendriers de gestion des acariens en raison de la réduction plus lente des acariens par Apivar. Apivar est conçu pour être un traitement à libération prolongée qui paralyse les acariens dans la mesure où ils sont incapables de se reproduire ; les bandes sont conçues pour un traitement complet de 42-56 jours. Un avantage supplémentaire pour les bandelettes est que l'on évite d'introduire les adjuvants additionnels toxiques pour les abeilles présentes dans la formulation de Taktic-Frazier [16] : "la formulation acaricide Taktic était quatre fois plus toxique par voie orale pour les abeilles adultes que l'ingrédient actif respectif amitrazé. "

Note pratique : si vous avez l'habitude d'appliquer Taktic à l'automne pour éliminer rapidement les acariens avant la formation de la grappe d'hiver, vous pourriez être déçu par les résultats plus lents d'Apivar. Des recherches menées en Saskatchewan suggèrent que dans les régions où l'hiver arrive rapidement, le traitement printanier peut être la meilleure option [17].

Diligence Des Apiculteurs

Les gens font confiance à nos organismes de réglementation gouvernementaux pour nous protéger des aliments, des médicaments et des pesticides nocifs. Rares sont ceux qui prennent le temps d'enquêter en profondeur sur les inconvénients potentiels de médicaments ou de traitements disponibles sur le marché, exubérants et annoncés. Mais la vérité est que nous, apiculteurs, devons faire preuve de diligence raisonnable en faisant nos devoirs sur les choses que nous mettons dans nos ruches.

La dernière chose que je souhaite faire est d'être alarmiste, mais le reste de cet article traitera des effets secondaires possibles de l'amitrazé.

Sécurité Pour Les Humains

Un signal d'alarme ?

J'ai examiné un certain nombre d'incidents d'empoisonnement à l'amitrazé chez les humains (généralement par ingestion accidentelle ou intentionnelle de formulations liquides). Les formulations agricoles de l'amitrazé sont des poisons dangereux que les apiculteurs, s'ils choisissent de les appliquer illégalement, il serait sage d'être très prudent avec. Dernièrement, j'ai entendu parler des apiculteurs qui fumaient l'amitrazé ; un apiculteur californien qui a failli se suicider en faisant cela, insiste sur le fait que c'est une pratique très dangereuse!

Ou une fausse piste ?

Les bandes Apivar, manipulées correctement avec des gants en nitrile, semblent présenter peu de risques pour la santé de l'applicateur [18].

Prévalence Des Résidus D'amtiraze Dans Les Ruches

Une chose que nous avons apprise au cours des dernières années concerne « l'effet hérité » des résidus d'acaricides dans nos rayons. Une des raisons pour lesquelles les apiculteurs favorisent l'amtiraze est qu'il est presque insoluble dans le miel, et la petite quantité qui se dissout rapidement se décompose, principalement en DMPF [19]. Le DMPF reste stable dans le miel pendant au moins 45 jours. L'amtiraze est beaucoup plus soluble dans la cire d'abeille, où il se dégrade complètement en un jour, également principalement en DMPF, qui reste stable pendant une période de temps considérable, mais peut être encore dégradé lors du traitement de la cire d'abeille [20].

Un signal d'alarme ?

Application pratique : bien que le miel puisse être testé sans amtiraze, c'est en fait le DMPF qui exerce son action toxique sur les abeilles. Environ la moitié de la dose initiale d'amtiraze qui se dissout dans le miel ou la cire reste biologiquement active pendant un certain temps sous la forme de DMPF. Les tests montrent que le DMPF est un contaminant extrêmement commun des rayons commerciaux.

Bien que l'amtiraze est considéré comme « relativement non toxique pour les abeilles » [21] l'exposition chronique des abeilles à son produit de dégradation dans les rayons et le miel permet la possibilité distincte de celle - ci d'exercer des effets sublétaux ou de comportement sur les abeilles, *ou la possibilité de synergiser les effets sublétaux d'autres contaminants*. Alors, quelle est la prévalence de la contamination par l'amtiraze des rayons ?

En 2003, les ruches commerciales étaient déjà tellement contaminées par l'amtiraze que le varroa avait développé une résistance [22]. Plus tard dans la décennie, Mullin (2010) [23] a détecté du DMPF dans 60% des échantillons de cire d'abeille et 31% des échantillons de pain d'abeille. Encore plus récemment, le DMPF était le troisième résidu pesticide le plus commun dans les 451 échantillons de pains de pollen analysés par l'USDA National Survey de 2010 à janvier 2014 [24] - présent dans 23% des échantillons, uniquement supplanté par les autres acaricides fluvalinate et coumaphos. En comparaison, les néonicotinoïdes imidaclopride, thiaméthoxame, clothianidine et thiaclopride ont été trouvés dans seulement 2,9%, 2,4%, 2,2% et 0,7% des échantillons, respectivement.

Note pratique : l'amtiraze a commencé à contaminer les ruches au moment même où les néonics sont apparus sur le marché. Et les résidus d'amtiraze sont détectés beaucoup plus fréquemment et à une concentration plus élevée.

Parfois, les apiculteurs mettent tellement d'amtiraze dans leurs ruches que des concentrations excessives de résidus sont trouvées. Dans ces cas, suffisamment de DMPF peut diffuser de la cire dans le pain d'abeille riche en lipides ou de la gelée pour affecter les abeilles. Dans l'ensemble, les niveaux typiques de DMPF trouvés dans les rayons sont dans l'échelle de 100-200 ppm (mais jusqu'à près de 40 000 ppm). Bien que l'amtiraze soit considéré comme « relativement non toxique pour les abeilles » [25], l'exposition chronique des abeilles à son produit de dégradation dans les rayons et le miel permet la possibilité distincte d'exercer des effets sublétaux ou comportementaux sur les abeilles ou les abeilles. Possibilité de synergiser les effets sublétaux d'autres contaminants.

Que diriez-vous des résidus de bandes d'Apivar ?

J'ai trouvé quelques données provenant d'essais précoces de bandes d'amitrazé (Fig. 3):

Une étude de déplétion des résidus récemment soumise a été réalisée en 1998 conformément aux principes des BPL [26]. Deux bandes contenant 500 mg d'amitrazé ont été mises en suspension dans chacune des 6 ruches pendant une période de 6 semaines. Les ruches avaient déjà été traitées avec le produit, deux fois par an, pendant trois années consécutives. Des échantillons de miel et de cire ont été prélevés par intervalles et analysés ... Les résidus moyens les plus élevés dans le miel, 225 ppm exprimés en amitrazé, ont été trouvés 2 jours après la fin du traitement. Les résidus moyens dans le miel ont diminué à 103,5 ppm 4 jours après la fin du traitement et 75 [ppm] à 15 jours ... Les résidus dans la cire étaient beaucoup plus élevés et ne correspondaient pas aux résidus dans le miel. Les résidus moyens dans la cire étaient de 44 700 ppm, exprimés en amitrazé, 2 jours après la fin du traitement. Bien que les résidus moyens dans la cire aient diminué à 4, [27].



Figure 3. L'application d'amitrazé via une bande à libération lente telle que Apivar assure que les acariens sont exposés à l'ingrédient actif sur trois cycles de reproduction. Cela permet à l'amitrazé d'exercer ses effets sublétaux sur la reproduction des acariens. La quantité totale d'amitrazé dans une bande d'Apivar est environ le double de celle qui est couramment appliquée par les apiculteurs commerciaux dans une seule galette de graisse [28].

Ou fausse piste ?

Alors faisons des maths ! En utilisant la formule du danger de consommation quotidien que j'ai proposé dans un article précédent [29], et en utilisant les valeurs de DL50 publiées pour l'amitrazé [30], je calcule qu'une abeille consommant même le pollen le plus fortement contaminé n'obtiendrait qu'une infime fraction de la dose létale [31]. D'un autre côté, la dose de *contact* que les abeilles pourraient avoir à se frotter contre un rayon hautement contaminé pourrait s'approcher de la létalité.

Cependant, cela ne signifie pas nécessairement que ces rayons vont empoisonner vos abeilles. La quantité de DMPF dans le miel est généralement très faible par rapport à celle de la cire. La question est donc de savoir dans quelle mesure le DMPF diffuse ensuite à partir des rayons de cire d'abeille à travers la cuticule des abeilles. Je n'ai pas encore vu de données à ce sujet, mais comme un traitement avec de l' amitraze liquide tue seulement les acariens pendant quelques jours, je soupçonne que peu d'entre eux s'échappent de la cire dans les acariens. Suivant cette logique, il est probable que peu diffuse dans les abeilles.

Vérification de la réalité : Je n'ai pas entendu parler de rapports sur la mortalité des abeilles après des applications de Taktic, suggérant que les doses généralement appliquées sont inférieures à la limite de létalité directe [32]. Et les apiculteurs français qui utilisent les bandelettes Apivar depuis 15 ans ne voient apparemment pas de problèmes sérieux avec eux.

Développement De La Résistance Par Les Acariens À Amitraze

Un signal d'alarme ?

La chose surprenante pour moi, après avoir observé les échecs du fluvalinate et du coumaphos, et comment le varroa s'est rapidement adapté pour développer une résistance à ces produits chimiques, c'est combien de temps l' amitraze est resté efficace en tant que varroacide. Quand j'ai vérifié pour voir comment l' amitraze s'est comporté dans d'autres pays, les résultats étaient mitigés. Je n'ai aucune idée si cela est dû aux différents modes d'application (une application plus intense exercera une plus grande pression sélective sur l'acarien), ou si cela est dû au caractère aléatoire des mutations pour la résistance.

En Argentine, où l' amitraze a également été largement utilisé contre le varroa, une étude récente suggère que les acariens dans certaines opérations sont devenus au moins 35 fois plus résistants au produit chimique [33]. Des rapports similaires viennent de partout dans le monde (Italie, Portugal, Argentine et France, revus par Pires [34]). Étonnamment, un ami au Chili me dit que l' amitraze n'a pas réussi à contrôler les acariens après seulement trois saisons d'utilisation.

D'autre part, Semkiw [35], en testant des bandes d' amitraze (similaires à Apivar) en Pologne, où l'ingrédient actif est utilisé depuis 30 ans, a obtenu jusqu'à 95% d'efficacité pour éliminer le varroa, la majorité des acariens les trois premières semaines, mais la pleine efficacité n'a pas été obtenue avant 8 semaines.

Aux États-Unis, Sammataro [36] a trouvé dès 2003 des signes de résistance au varroa à l' amitraze, notant ironiquement que « étonnamment, les acariens ont également montré une résistance à l' amitraze, qui n'est pas un acaricide homologué ».

Application pratique : le développement de la résistance à l' amitraze par le varroa est une bombe à retardement pour les apiculteurs, commerciaux qui sont devenues dépendantes de ce traitement (figure 4). Il serait sage de se familiariser avec les méthodes alternatives de gestion des acariens. À tout le moins, on devrait utiliser l' amitraze avec d'autres traitements afin de retarder le développement inévitable d'acariens résistants à l' amitraze. Et bien sûr, utilisez les bandes les plus efficaces (et légales).



Figure 4. De nombreux apiculteurs commerciaux surveillent les niveaux d'acariens en appliquant une forte dose d'amitrazé à une ruche, puis en vérifiant la présence d'acariens sur un panneau collant le jour suivant. Le problème avec cette méthode d'évaluation est que si vos acariens commencent à développer une résistance au produit chimique, vous pourriez être aveuglé par une accumulation d'acariens non détectée.

Ou une fausse piste ?

Par exemple, en France, où Apivar est autorisé et utilisé à grande échelle depuis 1995, Veto-pharma participe chaque année à une étude d'efficacité. L'efficacité d'Apivar reste très élevée malgré une utilisation très intensive et répétée pendant de nombreuses années dans de nombreux pays du monde [38] .

Applications pratiques : l'étude détaillée de Semkiw mérite d'être revue. Notez que les bandes (2 par forte colonie) ont été appliquées dans les dernières semaines d'août, car les colonies ont commencé à restreindre l'élevage des couvées et à réduire naturellement leurs populations. Il a constaté que le plus grand contrôle a été obtenu dans les ruches avec moins de couvain, et dans l'année où la température était plus chaude.

Mode D'action

L'amitrazé est un composé inhabituel de plusieurs façons. En premier lieu, l'amitrazé lui-même doit être « bioactivé » pour montrer ses principales actions insecticides / acaricides. L'amitrazé est une molécule miroir qui se scinde en une « demi-molécule » toxique DMPF [39]. La raison apparente que l'amitrazé est plus toxique pour le varroa que pour les abeilles est que l'abeille ne semble pas aussi bien bioactiver le composé d'origine que l'acarien. Pour le reste de cet article, je vais me concentrer sur les effets des DMPF.

Conseil pratique : l'amitrazé a une pression de vapeur extrêmement faible et doit être distribué dans la ruche par contact physique des abeilles avec le

produit chimique. Il n'y aurait pas de distribution attendue par vaporisation du produit dans la ruche. Lorsque les bandes d'Apivar sont appliquées pendant que les colonies sont regroupées en raison du temps frais, fournir aux colonies des aliments supplémentaires peut encourager le mouvement des abeilles dans toute la grappe et entraîner une meilleure distribution du produit.

L'intérêt pour les apiculteurs est que l'amitrazé (et d'autres insecticides à l'amidine) ont des modes d'action très différents de ceux des autres insecticides, comme l'explique Hollingworth [40]:

... les problèmes posés par la façon dont les amidines exercent un contrôle sur les ravageurs dans le champ et la base biochimique sous-jacente à ces réponses biologiques se sont révélés particulièrement intéressants et stimulants. Ces composés sont si inhabituels dans leurs actions biologiques que, souvent, leur activité sur le terrain dans la lutte antiparasitaire ne peut pas être facilement prédite à partir de tests de dépistage standard pour l'activité pesticide ...

La différence majeure entre les amidines et les pesticides plus conventionnels réside dans l'importance relative des effets sublétaux et comportementaux par rapport à la létalité directe dans leurs actions ...

Globalement, il est clair que les foramidines induisent chez de nombreux insectes et acariens [acariens] un ensemble de réponses puissantes, complexes et fascinantes. Dans certains cas, ces réactions mènent très directement à la mort de l'organisme [varroa tuer] ... et dans d'autres encore les effets sont vraiment sublétaux et comportementaux

En général, il semble que "l'action biologique de l'amitrazé soit plus due à ses effets sublétaux qu'à une létalité directe" [41]. Et quels pourraient être ces effets sublétaux? Le DMPF est, comme de nombreux insecticides synthétiques, une neurotoxine, exerçant ses effets sur le système nerveux, en particulier sur les récepteurs d'octopamine du cerveau des abeilles. Ces récepteurs sont impliqués dans le traitement des entrées sensorielles, des sorties motrices antennaires et des fonctions cérébrales d'ordre supérieur (apprentissage et mémoire).

Application pratique : en d'autres termes, l'amitrazé a tendance à affecter le comportement plus que d'être un simple poison. Et bien que les apiculteurs aiment voir des acariens morts tomber sur un panneau collant après une application de Taktic, il est probablement appliqué plus efficacement (et sans danger) dans une bande à libération temporelle telle que Apivar, où même une légère paralysie des acariens pourrait inhiber leur capacité à chevaucher les abeilles, identifier les nourrices critiques sur lesquelles elles doivent monter ou se reproduire.

Effets Sur Les Acariens

Cela nous amène à la question la plus tranchante dans la gestion du varroa : Quel est le talon d'Achille de l'acarien ? La réponse qui me saute aux yeux est sa capacité à se reproduire avec succès. Pensez-y, un millier d'acariens dans une ruche ne seraient pas inquiétants s'ils étaient en quelque sorte incapables de se reproduire. Ils seraient simplement soignés par les abeilles ou finiraient par mourir de vieillesse. À mon avis, cibler le succès reproducteur des acariens devrait être la stratégie de nos programmes de sélection, et est probablement le mode d'action le plus efficace pour les traitements chimiques.

Application pratique : gardez à l'esprit que vous n'avez pas besoin de tuer un seul acarien pour contrôler le varroa. Tout ce dont vous avez besoin est de rendre les femelles incapables de se toiletter et de faire de l'auto-stop pour identifier et entrer dans une nouvelle cellule. (Figure 5).



Figure 5. J'ai soulevé cette abeille émergente de sa cellule ; sur son abdomen il y avait une mère acarien et sa fille. Ces minuscules acariens aveugles doivent non seulement courir des risques dans une ruche d'abeilles ou on tentera de les tuer, mais aussi identifier correctement une abeille nourrice sur laquelle faire de l'auto-stop jusqu'à une nouvelle cellule de couvain, puis descendre au bon moment afin d'entrer dans la cellule d'une larve de l'âge approprié. Tout ce qui modifie le comportement des acariens pourrait affecter leur succès de la reproduction.

Dans cette ligne, la raison pour laquelle un traitement avec l'amitrazé est efficace contre les tiques (un parent proche du varroa) sur les chiens et le bétail est qu'en plus de la létalité directe, il induit également des effets comportementaux sublétaux tels que l'hyper excitation. L'inactivation, répulsion, anti-alimentation, détachement, dispersion excessive et faible succès de reproduction [42]. La même chose est vraie avec le varroa. Bien que les apiculteurs commerciaux aiment voir la chute immédiate des acariens d'un traitement avec Taktic, certains me disent qu'ils obtiennent de meilleurs résultats avec plusieurs traitements hebdomadaires à faible dose. Et c'est exactement ce que font les bandes d'Apivar: elles libèrent lentement de l'amitrazé sur une période de huit semaines (environ trois cycles de reproduction des acariens), ce qui amène la population d'acariens à des niveaux très bas. Avec les bandes à libération prolongée, il n'est pas nécessaire que l'amitrazé tue directement les acariens; Tout ce dont il a besoin c'est de jouer avec eux.

Application pratique : l'amitrazé peut présenter plusieurs modes d'action contre l'acarien, ce qui peut être l'une des raisons pour lesquelles les acariens ont du mal à développer une résistance au produit.

Malheureusement, bien que le varroa soit plus étroitement apparenté aux tiques qu'aux abeilles mellifères, cela ne signifie pas que les abeilles ne peuvent souffrir d'effets sublétaux similaires ...

Effets Sur Les Abeilles Ouvrières

Un signal d'alarme ?

Santiago [43] a déterminé que la concentration létale (CL50) d'amitrazé pulvérisée sur les abeilles ouvrières était de 1636 ppm. Notez que ce niveau est bien en dessous du niveau de contamination couramment mesuré dans les rayons des ruches traitées. Il convient également de noter qu'il a trouvé que l'amitrazé était 7 000 fois plus toxique pour le varroa que pour les abeilles.

Nous souhaiterions peut-être considérer un autre commentaire de Hollingworth:

En outre, on est amené à se demander quels autres « insectes non ciblés », y compris les insectes bénéfiques, sont également affectés dans leur comportement mais pas par les formidines. Clairement, "non ciblé" ne signifie pas toujours "non répondant".

Les apiculteurs ont finalement et malheureusement appris des effets sublétaux sur les abeilles (en particulier les reproducteurs) à partir des résidus dans les rayons du fluvalinate et du coumaphos. Les abeilles peuvent-elles souffrir de la même manière de l'amitrazé ?

L'amitrazé a longtemps été appliqué par diverses méthodes, et les apiculteurs et les chercheurs ont observé divers effets négatifs relativement mineurs sur les abeilles (comme une réduction temporaire du nombre d'œufs). Passons en revue quelques études récentes. Hillier [44] a trouvé que les travailleuses exposées à l'amitrazé «déféquaient de grands volumes de fèces au cours de nos expériences» (cela pourrait conduire à la transmission de spores de Nosema dans la ruche). Papaefthimiou [45] a trouvé que même de très petites doses d'amitrazé ont plus que doublé le rythme cardiaque des abeilles. Loucif-ayad [46] a constaté que l'amitrazé « provoquait une diminution considérable des principaux composés biochimiques de l'hémolymphe des travailleuses adultes de l'émergence à l'âge de la recherche de nourriture, et dans une moindre mesure des protéines et des lipides dans les tissus des travailleuses âgées." Peut-être le plus révélateur,

Ou fausse piste?

Santiago a également testé le fluvalinate et a trouvé que sa CL50 était presque identique à celle de l'amitrazé. Comme je ne connais pas d'apiculteurs qui ont observé une mortalité notable après l'application du fluvalinate, j'aurais tendance à ne pas tenir compte du fait que l'amitrazé cause une mortalité importante chez les travailleuses.

J'ai trouvé une référence à un autre essai non cité avec des bandes d'amitrazé [48]:

Le produit n'a eu aucun effet sur la mortalité des abeilles, la taille du couvain, l'activité de la ruche, le poids de la ruche ou la taille de la récolte de miel lorsqu'elle est utilisée à deux fois la dose indiquée. À 5 fois la dose indiquée, l'activité de la ruche était légèrement réduite par temps très chaud.

Effet Sur La Couvée

Un signal d'alarme ?

L'étudiante diplômée du Dr Jamie Ellis, Patricia Toth, a étudié les effets létaux et sublétaux de l'imidaclopride ou de l'amitraz sur les larves et les nymphes d'abeilles [49]. Entre autres tests, **elle a nourri les larves d'un régime contenant de l'amitraz à des concentrations généralement trouvées dans le pain d'abeille**. Ses conclusions sont préoccupantes :

Enfin, mes données suggèrent que l'amitraz pourrait contribuer à des pertes significatives de couvain / pupe si des concentrations allant de 25 à 400 ppm sont présentes dans les aliments larvaires. Les larves exposées à 25 ppm d'amitraz dans leur nourriture pourrait se traduire par une perte estimée à 50% du couvain d'abeilles, alors que les larves exposées à 400 ppm pourrait entraîner une perte estimée à 92% du couvain ... mes données ne suggèrent pas que l'amitraz est un acaricide approprié pour le contrôle du varroa.

Ou fausse piste?

Le Dr. Ellis, dans une étude subséquente, a trouvé que l'amitraz n'était que légèrement toxique pour les larves d'abeilles [50].

Effets Indirects: Susceptibilité À L'infection Par Nosema

Un signal d'alarme ?

Nous les apiculteurs ne pouvons tout simplement pas gagner pour perdre ! L'année dernière, Pettis [51] est arrivé à la conclusion alarmante que l'exposition à l'amitraz semblait doubler le risque relatif d'abeilles infectées par nosema. Cette constatation est appuyée par une étude plus récente de Cutler [52], qui a trouvé une corrélation très élevée (61%) entre les concentrations de résidus de DMPF et de Nosema dans les échantillons d'abeilles des provinces maritimes du Canada.

J'ai remarqué qu'un certain nombre d'apiculteurs signalent des problèmes de nosema après le retour des colonies d'amandes vers des zones plus fraîches. Étant donné que de nombreux apiculteurs professionnels traitent à l'amitraz juste après les amandes, cela soulève certainement la question de savoir s'il existe un lien entre l'exposition à l'amitraz et la susceptibilité à nosema.

Ou fausse piste ?

Il est difficile de défendre l'amitraz sur ce point. Cela ne devrait pas être une question difficile à répondre avec des études d'incubateur sur les abeilles en cage. Il est intéressant de noter qu'une étude de Botias [53] suggère que l'efficacité des bandelettes d'Apivar contre le varroa peut être diminuée si la colonie est infectée par nosema.

Application pratique : jusqu'à ce que nous apprenions plus, il pourrait être sage d'éviter d'utiliser l'amitraz si nosema est un problème pour vos abeilles à cette période de l'année.

Effets Sur Les Reines

Un signal d'alarme ?

Le Dr Eric Mussen et moi-même étions dans l'assistance en 2011 lorsque Elizabeth Dahlgren [54] a présenté ses recherches sur les effets comparatifs des acaricides sur les reines et les travailleuses vierges. Nous nous sommes immédiatement tournés l'un vers l'autre quand elle a dit que contrairement aux autres miticides synthétiques testés, auxquels les travailleuses sont plus sensibles que les reines, les reines semblaient être plus sensibles à l'amitrazé que les travailleuses. Considérez les implications - les effets subtils de l'amitrazé sur les reines pourraient passer inaperçues si tout ce que vous cherchez est de savoir s'il y a une mortalité des travailleuses.

Et quand j'ai vérifié la littérature, je suis tombé sur une mention que Lubinevski [55] en Israël qui a observé que la fumigation avec l'amitrazé pour le varroa conduisait souvent à la substitution des reines. Tout ce que j'entends dire à propos de ces jours est la façon dont les reines dans certaines exploitations ont une très faible capacité de survie (figure 6). Amitrazé pourrait-il être impliqué ?

Delaplane et Berry [56], en plus des effets comportementaux apparents sur les travailleuses, ont **noté une multiplication par quatre des cellules de supersédure dans les colonies traitées avec Taktic.**



Figure 6. Même la reine la plus soigneusement élevée et bien accouplée peut ne pas être à la hauteur de son potentiel si les résidus de pesticides entraînent des changements dans sa production de phéromones ou la viabilité du sperme contenu dans sa spermathèque.

Pettis [57] est peut-être le plus préoccupé, mais a rapporté lors de conférences récentes que le traitement avec l'amitrazé à l'une des trois doses testées peut rendre la moitié du

sperme stocké de la reine non viable. Encore une fois, je ne souhaite pas être alarmiste, mais au cours des derniers mois, les résultats ci-dessus m'ont vraiment amené à me demander si les colonies souffraient plus d'une gueule de bois que des remèdes amitraze clandestins que nous connaissons.

Ou fausse piste ?

Je connais un certain nombre d'apiculteurs commerciaux qui ont utilisé Taktic pendant des années, et ne se plaignent pas des problèmes de reine. Mais il peut y avoir un facteur supplémentaire impliqué ...

Synergie Avec D'autres Insecticides

Un signal d'alarme ?

J'ai commencé cet article avec la préoccupation que l'amitraze puisse synergiser les effets toxiques d'autres pesticides. Une équipe dirigée par le Dr Marion Ellis a publié des résultats en 2013 [58] selon lesquels l'exposition préalable à l'amitraze rendait le fluvalinate 20 fois plus toxique pour les abeilles et le coumaphos 5 fois plus mortel. Ces deux produits chimiques sont de loin les contaminants les plus fréquents des rayons de miel aujourd'hui. La synergie avec le pyréthroïde (fluvalinate) est particulièrement préoccupante, puisque Frazier [59] souligne que la plus grande exposition aux pesticides des abeilles provient des pyréthroïdes [60] (pour une raison insondable, les pyréthroïdes sont inexplicablement ignorés par les militants anti-néonicotinoïdes).).

Mais ça devient encore pire ! Vous souvenez-vous de la « taquinerie » du début de cet article à propos des apiculteurs de l'Ontario qui ne se plaignaient pas des néonicotines jusqu'à ce qu'ils commencent à utiliser l'amitraze ? Serait-il possible que l'amitraze synergise également les effets létaux des néonicotinoïdes ? Serait-ce l'une des pièces manquantes dans le puzzle néocs ?

Bien sûr, j'ai cherché dans la littérature. Je n'ai pas trouvé de réponse directe à la volumineuse pile de recherche sur les néonicotinoïdes et les abeilles, mais des toxicologues travaillant avec d'autres espèces d'insectes et d'arachnides se sont penchés sur la question. Prullage [61], publié dans Veterinary Parasitology, a trouvé que l'amitraze agit en synergie avec le fipronil, l'insecticide systémique que les apiculteurs en France accusent d'avoir tué leurs abeilles (et qu'un certain nombre d'apiculteurs utilisent hors AMM pour contrôler le petit coléoptère).

Et puis j'ai découvert qu'Ahmed, publiant dans le Journal of Medical Entomology [62,63] a trouvé qu'au moins avec les larves de moustiques, l'amitraze présente un effet synergique profond non seulement avec quelques pyréthroïdes, mais aussi avec trois néonicotinoïdes [64]. Jopien [65] a déposé un brevet basé sur l'action synergique de l'amitraze sur l'imidaclopride sur le ver de la capsule du cotonnier. Et selon Rousch [66], le DMPF est apparemment un synergiste encore plus efficace que l'amitraze parent.

Application pratique possible : l'amitraze a presque multiplié par vingt la toxicité de l'imidaclopride pour les larves de moustiques ! Encore, OH ... MON ... DIEU ! Les apiculteurs pourraient-ils faire en sorte que tout calibrage minutieux des niveaux de néonicotinoïdes dans l'homologation des produits agricoles soit sans intérêt en introduisant dans leurs ruches un synergiste chimique qui pourrait rendre ces néonicotinoïdes vingt fois plus toxiques pour leurs abeilles ? Était-ce les néonicotinoïdes, ou était-ce ce que l'apiculteur avait mis dans la ruche (fig. 7) ?



Figure 7. Une question : L'exposition aux acaricides appliqués à l'apiculteur rend-elle ces abeilles plus sensibles aux néonicotinoïdes (à partir de cette poussière de plantation) et aux autres produits chimiques agricoles ? Et si oui, qui est alors responsable des "effets négatifs" qui en résultent ?

Nous devons nous demander, est-ce biologiquement plausible ? Malheureusement, c'est. Les néonics, correctement appliqués, se traduisent par des résidus dans le nectar et le pollen dans des parties à un seul chiffre par milliard, soit environ vingt fois moins que le niveau auquel les effets toxiques commencent à être observés. Comme une analogie pour le degré auquel ces effets pourraient être biologiquement améliorés par une synergie de vingt fois, imaginez la différence dans les effets comportementaux chez un humain de boire une seule tasse de café, par rapport à dose de caféine dans vingt tasses en même temps (ça me rend nerveux rien que d'y penser!).

Ou une fausse piste ?

Vérité sur le terrain : OK, avant que nous commencions tous à hyperventiler, permettez-moi de vous rappeler que ce que je fais intentionnellement dans cet article est de montrer à quel point il est facile de monter un dossier contre un pesticide. Alors oui, je proposerai plus tard des mesures que les apiculteurs pourraient prendre pour éviter de telles synergies, mais nous devons garder à l'esprit que beaucoup d'apiculteurs commerciaux ont utilisé des produits amitraze depuis des années, mais ne se plaignent pas des problèmes de pesticides.

De toute évidence, l'effet synergique potentiel entre l'amitraze et les néonicotinoïdes mérite une enquête plus approfondie. J'espère que certains groupes de recherche accorderont de l'attention à cette question.

En tout cas, tant que je suis là, allons-y encore plus loin pour voir si nous pouvons essayer d'épingler le CCD sur le dos de l'amitraze.

Amitraze En Tant Que Contributeur Au CCD?

Encore une fois, est-ce biologiquement plausible ? Oui, il existe des preuves irréfutables que les résidus de DMPF sont communs dans les rayons. Mais existe-t-il un mécanisme biologique par lequel ces résidus pourraient contribuer à la dépopulation soudaine des ruches ? Encore une fois, il y en a.

Le modèle pour la progression de l'effondrement soudain des colonies (CCD) que j'ai publié en 2010 [67] détaille comment une combinaison de facteurs de stress et de refroidissement peut entraîner une épidémie d'abandon de ruche par des travailleuses malades, conduisant à des boucles de rétroaction positives. Et peut faire boule de neige dans la dépopulation de la colonie soudainement. Ce modèle a été adopté par des chercheurs de l'USDA [68], et soutenu par une modélisation mathématique ultérieure [69].

Un facteur clé dans le CCD est l'initiation à la recherche précoce de nourriture par les jeunes travailleuses [70]. Cette recherche précoce de nourriture peut être due au fait d'avoir été refroidies en tant que couvain, à une pénurie de pain d'abeille, ou à une infection par des virus et / ou un nosema [71]. Il peut en outre être induit par la disparition de la force de butinage, qui oblige alors les jeunes abeilles restantes à commencer à butiner à un âge plus jeune.

Et quand j'ai creusé plus profondément, j'ai trouvé qu'il y avait encore une autre façon de provoquer une recherche précoce de nourriture chez les jeunes travailleuses en nourrissant les abeilles d'un peu de neurotransmetteur octopamine dans du sirop de sucre [72,73]. Et qu'est-ce que cela a à voir avec l'amitraze ? Eh bien, l'amitraze active les récepteurs d'octopamine dans le cerveau des abeilles, ainsi que l'augmentation des niveaux d'octopamine dans leur sang.

Une fausse piste ?

OK, nous pouvons spéculer sur ce qui précède, mais cela arrive-t-il dans la vraie vie ? Apparemment, c'est le cas. Le Dr Chris Cutler a réalisé une étude pour l'Association des apiculteurs de la Nouvelle-Écosse en 2012 [74], peu de temps après avoir commencé à prendre l'amitraze au sérieux. Ses données suggèrent que certains d'entre eux l'avaient appliqué de manière exubérante, puisqu'il a trouvé des résidus de DMPF dans la cire d'abeille jusqu'à un niveau époustouflant de 39 300 ppm! Il a trouvé, comme Pettis, une forte corrélation entre les niveaux de DMPF et nosema dans les échantillons d'automne.

Il a ensuite fait autre chose :

De plus, puisque le mode d'action de l'amitraze implique des interactions avec les récepteurs d'octopamine, l'hémolymph octopamine (connue pour être impliquée dans l'apprentissage et la mémoire des abeilles) a été mesurée comme une indication secondaire des effets potentiels de l'amitraze sur l'apprentissage des abeilles.

Ce qu'il a trouvé, c'est que le traitement avec l'amitraze a augmenté les niveaux d'octopamine dans l'hémolymph des abeilles, ce qui suggère que l'amitraze pourrait en effet conduire à une alimentation précoce.

Ou fausse piste?

De toute évidence, personne n'observe une dépopulation soudaine de colonie après un traitement avec de l'amitraze sous quelque forme que ce soit. Mais il n'y a aucune raison de ne pas soupçonner que tout ce qui augmente la recherche de nourriture précoce

pourrait renverser le point de basculement à partir duquel une colonie commence à s'effondrer.

Retour à La Reine et à la Supersédure

Un signal d'alarme ?

Une étude récente de Sandrock [75] présente un intérêt considérable. Dans cette étude bien conçue et bien exécutée, les chercheurs ont enrichi le pollen avec une dose réaliste de thiaméthoxame et de clothianidine, et ont nourri ce pollen enrichi pendant 45 jours (jusqu'à 18 livres). (Du pollen récolté avec des pièges à pollen sur les ruches, selon les propres termes du chercheur dans "un scénario catastrophe"). Ils ont également fourni aux ruches des reines de deux lignées différentes - un de *A. m. mellifera* élevé dans une zone non agricole, l'autre de *A. m. carnica* élevé dans une zone d'exposition agro-chimique lourde. Bien que l'étude n'ait porté que sur 20 ruches au total (divisées en 4 groupes) ce qui permet d'éliminer grandement les effets de variation aléatoire, les colonies nourries aux insecticides semblent avoir moins bien réussi que le groupe témoin. Mais ce qui intéresse le plus, ce sont les raisons pour lesquelles :

1. Bien que toutes les reines aient survécu de la fin de juin à la mi-octobre, elles semblaient faillir ou être remplacées plus rapidement durant l'hiver dans les ruches traitées.
2. Les reines qui n'avaient pas été exposées aux insecticides précédemment, ont été remplacées à un taux plus élevé que celles ayant des antécédents d'exposition aux pesticides.

L'étude nous laisse avec quelques questions brûlantes :

- Pourquoi la supersédure a-t-elle été retardée dans le temps ?
- Était-ce dû à des problèmes avec la reine, ou à des changements de comportement chez les ouvrières ?
- Les "abeilles noires" sont-elles plus sensibles que les Carnioles ?
- Dans quelle mesure les stocks d'abeilles des zones agricoles deviennent-ils résistants aux pesticides ?

Disons que vous commandez un groupe de reines d'un éleveur dont les ruches sont rarement exposées aux néonicotinoïdes (comme en Californie), et que vous les utilisez ensuite pour démarrer des colonies qui seront exposées à la poussière de plantation de maïs. Souffriront-ils plus que ceux issus des stocks d'abeilles mieux adaptés aux néonicotinoïdes ?

Application pratique : lorsque je rends visite à des apiculteurs dans des zones de maïs / soja, ceux qui gèrent des stocks adaptés localement semblent avoir moins de plaintes au sujet de l'échec de la reine. Leurs abeilles ont-elles développé une résistance aux néonicotinoïdes ?

À ce stade, vous vous demandez peut-être si je me suis écarté du sujet de l'amitraze. Non. Un autre excellent article récent de Sanchez-Bayo [77] suit mon plaidoyer [78] pour que les chercheurs mettent les expositions aux pesticides en termes de «quotients de risque de consommation quotidienne» afin que nous puissions mieux comprendre les analyses de résidus. effets synergiques entre plus d'un pesticide. Donc, retour à l'amitraze :

Application pratique : si les néonicotines induisent effectivement un taux élevé d'échecs / remplacements de reines, alors traiter vos ruches avec de l'amitrazé en même temps qu'elles sont exposées à des néonicotinoïdes par la poussière de plantation ou les applications de pulvérisation les rendent plus sensibles à l'échec de reine? Ou plus susceptibles de souffrir d'autres effets néfastes de l'exposition néocs ?

Ou fausse piste ?

Cutler n'a pas observé d'effets négatifs dans un essai de terrain à grande échelle au Canada [79]. Piling n'a pas non plus participé à un procès à long terme en France [80]. Mais je me fie surtout aux observations des apiculteurs de la prairie canadienne, où les colonies consomment un régime pur de pollen de canola chargé de néonicotinoïde pendant de longues périodes sans toutefois souffrir de taux élevés de remplacement. Beaucoup de ces apiculteurs ont commencé à utiliser l'amitrazé au cours des dernières années, nous devons donc surveiller les effets synergiques entre le DMPF et la clothianidine dans leurs colonies.

Se Faire Des Illusions

Pour chaque problème complexe, il y a une réponse claire, simple et fausse. - HL Mencken

J'ai écrit cet article avec l'intention de modéliser comment nous devrions évaluer objectivement n'importe quel pesticide. La discussion devrait peser les avantages par rapport aux risques. Le résultat final serait rarement un appel pour une interdiction complète de ce pesticide, mais plutôt un examen de la façon dont il peut être mieux utilisé, et quand et où son utilisation devrait être limitée ou évitée. Nous devrions également essayer de maintenir une perspective plus large, en réalisant qu'aucun pesticide n'est appliqué dans le vide ; nous devons tenir compte du moment de l'application, des interactions avec les facteurs environnementaux, des synergies avec d'autres toxines naturelles ou artificielles, et des effets sur l'immunité, le comportement et les pathogènes. Et à mesure que des informations supplémentaires deviennent disponibles, nous devrions être prêts à réajuster notre évaluation de manière appropriée.

Applications pratiques : il ne fait aucun doute que l'amitrazé est un varroacide incroyablement efficace, avec une longue histoire d'utilisation réussie ; les bandes Apivar enregistrées sont clairement la meilleure façon d'appliquer le produit. Je n'ai aucun moyen de savoir si le potentiel de synergie de l'amitrazé avec les néonicotinoïdes est une bombe ou si nous n'avons rien à craindre - j'espère que certains de nos chercheurs seront en mesure d'élucider la pertinence de cette interaction sur le terrain.

Cela dit, tenter de comprendre pleinement les effets sublétaux complexes des pesticides et des acaricides est une tâche difficile. De peur de nous voiler la face, nous devons évaluer soigneusement toutes les preuves et l'expérience pratique sur le terrain. Dans le cas de l'amitrazé (ou de tout autre pesticide), comment différencier les signaux d'alarme des fausses pistes ? Il y a un certain nombre de facteurs en interaction que nous devons prendre en considération :

- Létalité directe des pesticides, des acaricides et de leurs produits de dégradation.
- Les effets hérités des résidus qui persistent dans les rayons.
- Effets sublétaux et comportementaux des pesticides, y compris les varroacides.

- Les compromis entre les avantages du contrôle des acariens et les coûts des effets indésirables des acaricides.
- Interactions pesticide / acaricide avec des agents pathogènes, tels que la nosema et les virus.
- Différents effets sur les travailleuses que sur les reines et les mâles, ou sur la viabilité des spermatozoïdes.
- Amplification de la toxicité des pesticides due à la synergie avec les acaricides appliqués par les apiculteurs.
- Moment de l'application des traitements contre les acariens, qui peut coïncider avec l'exposition à d'autres pesticides ou aux agents stressants des colonies saisonnières.

Qu'est-Ce qu'un Apiculteur doit Faire?

Je ne suis pas du genre à dire à quelqu'un comment élever les abeilles. Mais en ce qui concerne l'amitraze, je pourrais faire quelques suggestions:

- Si ce que vous avez fait fonctionne pour vous et que vous ne vous plaignez pas, alors peut-être qu'il n'y a pas besoin de changer.
- Envisager de revoir vos propres actions avant de commencer à pointer du doigt les autres suspects.
- L'amitraze est appliqué de la manière la plus efficace (et la plus sûre) dans une bande à libération prolongée, comme Apivar.
- Évitez de contribuer aux synergies de pesticides - l'amitraze peut ne pas être votre meilleur choix si vos abeilles sont exposées à certains produits chimiques agricoles.
- Période d'application des traitements à l'amitraze pour éviter toute autre exposition aux pesticides.
- Faites sortir les rayons contaminés hors de vos ruchers.
- Afin de ralentir le développement du varroa résistant aux acaricides, alterner les traitements avec différents ingrédients actifs.
- Avoir un plan B à portée de main s'il devait se développer une résistance à votre acaricide préféré.
- Apprenez à utiliser des produits qui ne laissent pas de résidus persistants.
- Utiliser des souches d'abeilles résistantes au varroa (et peut-être aux pesticides) adaptées localement.

La Mise À L'épreuve

J'ai commencé à écrire cet article comme l'introduction pour un test sur le terrain que j'ai fait ce printemps pour déterminer si l'application de l'amitraze a ralenti le développement de nucs. Comme vous pouvez le voir, l'introduction a grandi jusqu'à ce qu'elle se transforme en cet article. Je publie donc le compte rendu du test en tant qu'article séparé.

Remerciements Et Divulgateion

Merci aux différents apiculteurs et clubs (listés sur ScientificBeekeeping.com) qui ont financé cette recherche et rédigé leurs dons. Je ne reçois aucune contrepartie financière de Véto-pharma® ou de tout autre fabricant de pesticides.

Merci au Dr David Biddinger pour ses suggestions utiles. Et à mon ami Pete Borst pour avoir creusé dans la bibliothèque de Cornell pour moi. Et à Véto-pharma® pour avoir dépensé des millions de dollars pour commercialiser un produit amitraze (Apivar) aux États-Unis.

Citations Et Notes De Bas De Page

[1] En vérité, je trouve peu de preuves que le taux de perte de colonies hivernales au cours des dernières années est vraiment bien en dehors de la gamme des normes historiques, en particulier depuis l'introduction des acariens parasites.

[2] <http://extension.psu.edu/plants/tree-fruit/news/2014/pollinators-and-pesticide-sprays-during-bloom-in-fruit-plantings>

[3] Typiquement 95-99% de survie de novembre à mars.

[4] La qualité de certaines études récentes sur les néonics s'est grandement améliorée.

[5] Pour utiliser une phrase préférée des zélotes anti-quoi.

[6] <http://scientificbeekeeping.com/sick-bees-part-18f2-colony-collapse-revisited-synthetic-pesticides/#toxicological-eras-in-honey-bee-evolution>

[7] Il y avait aussi un enregistrement de courte durée de l'amitraz sous forme de bande - Miticur®. Il y a un débat considérable quant à savoir si Miticur était efficace pour contrôler les acariens de la trachée ou si elle causait réellement la mort des abeilles. Une opinion est celle de George Imirie: "Rester" fidèle à la forme "de" laisser tomber les jetons indépendamment d'où ", je veux dire que certains apiculteurs (Know-it-alls) abusé de l'utilisation de Miti-Cur quelques années il y a un an, obligeant le fabricant à le retirer de la vente. Les bandes de Miti-Cur contenaient de l'Amitraz qui, efficace sur les acariens de la trachée et du varroa, était un produit chimique de lutte contre les acariens, et je détestais le voir retiré du marché. Cela a été causé par les "bons vieux garçons de la cour" essayant de jouer "scientifique" qui a pensé que si 10 était une bonne dose, alors 50 serait meilleur et 5 fois plus rapide, et ils ont tué leurs abeilles et ont ensuite eu le GALL pour poursuivre le fabricant réclamant "produit chimique défectueux". Plutôt que de gaspiller de l'argent devant le tribunal pour défendre Miti-Cur, le fabricant a simplement retiré Miti-Cur du marché. "<http://www.mainebee.com/articles/georgefeb.php>

[8] Par exemple, les taux de perte hivernale pour 1995/96 signalés par les apiculteurs dans divers états étaient AR-25; DE-25 à 40; FL-25; IA-43; ME-80; MD-25 à 35; MI-60; MT-1; NY-60 à 70; OK-15 à 100; SD-30 à 60; TN-50; VA-20; WA-50; et WI-67 (<http://entomology.ucdavis.edu/files/147970.pdf>). From, Amitraz & Tracheal Mites <http://entomology.ucdavis.edu/files/147938.pdf>

[9] Le gel de thymol Apiguard® n'a pas encore été homologué et il faudra quelques années avant que les tampons d'acide formique MiteAway® ne soient commercialisés. À ce jour, l'acide oxalique n'a pas encore été enregistré aux États-Unis.

[10] Malheureusement, je ne peux pas fournir mes numéros habituels, car les données sur les ventes et les enregistrements pour l'utilisation hors AMM de l'amitraz sont soit exclusifs soit secrets.

[11] J'entends d'autres apiculteurs de la région dire que les reportages des médias de l'Ontario proviennent principalement de quelques apiculteurs qui ont une vendetta contre les néonicotinoïdes, alors il est difficile de faire la part des choses.

[12] Évaluation par Santé Canada (2013) de la mortalité des abeilles canadiennes coïncidant avec la plantation de maïs au printemps 2012. *Libre accès*.

[13] Selon le fabricant.

[14] Medhat Nasr, apiculteur provincial, diverses présentations.

[15] Faisons le calcul. Le coût de 4 bandelettes d'Apivar par traitement, disons deux fois par an, serait supérieur à 20 dollars, sans compter le travail nécessaire à l'insertion et au retrait ultérieur des bandelettes. Cela donne aux scofflaws un avantage concurrentiel d'environ 20 \$ dans leur prix de la pollinisation d'amande, ou ajoute 33 cents par livre à une récolte moyenne de miel de 60 livres. Ce sera intéressant, pour dire le moins, de voir comment tout cela fonctionne!

[16] Mullin, C (2014) Interactions toxiques entre l'abeille mellifère et la formulation «inerte» et les résidus de pesticides fréquemment trouvés dans les ruchers américains. *Accès libre*.

[17] Wilson, G (2010) Enquêtes sur Apivar® Efficacy: automne 2009. Beelines (Saskatchewan) Numéro 117.

[18] Rapport d'évaluation de l'ARLA (2013) ERC2013-04 Amitraze

[19] Corta, E, et al (1999). Cinétique et mécanisme de l'hydrolyse de l'amitraz dans les milieux aqueux par HPLC et GC-MS. *Talanta* 48: 189-199.

[20] Korta, E, et al (2001) Étude de la stabilité acaricide dans le miel. Caractérisation des produits de dégradation de l'amitraz dans le miel et la cire d'abeille. *J. Agric. Food Chem* 49 (12): 5835-5842.

[21] <http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/24d-captan/amitraz-ext.html>

[22] Elzen, PJ, et al (2000) Contrôle de *Varroa jacobsoni* Oud. résistant au fluvalinate et à l'amitraz en utilisant le coumaphos. *Apidologie* 31 (3): 437-442. *Accès libre*

Sammataro, D, et (2005) 'La résistance des varroas (Acari: Varroidae) aux acaricides et la présence d'estérase', *International Journal of Acarology*, 31 (1): 67-74. *Accès libre*.

[23] Mullin, CA, et al. (2010) des niveaux élevés d'acaricides et de produits agrochimiques dans les ruchers nord-américains: implications pour la santé des abeilles mellifères. *PLoS ONE* 5 (3): e9754. <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0009754>

[24] Rennich, Karen, comm. Pers. Dernier rapport publié: Rennich, K et al. (2012) 2011-2012 Rapport national de l'enquête sur les ravageurs et les maladies des abeilles mellifères. *Accès libre*.

[25] <http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/24d-captan/amitraz-ext.html>

[26] GLP = l'étalon-or des «bonnes pratiques de laboratoire». J'ai également édité cette citation pour changer de µg / Kg en ppb.

[27] EMEA (1999), comité des médicaments vétérinaires; Amitraze (Abeilles); Rapport sommaire (2). L'Agence européenne pour l'évaluation des médicaments. EMEA / MRL / 572/99-FINAL. Accès libre

[28] J'hésite à publier des instructions pour l'utilisation de pesticides hors AMM.

[29] <http://scientificbeekeeping.com/sick-bees-part-18f9-colony-collapse-revisited-the-beepesticide-problem-complex/>

[30] La DL50 est de 12 microgrammes par abeille par ingestion et de 3,6 mg / l par pulvérisation directe <http://extoxnet.orst.edu/pips/amitraz.htm>

[31] Je dis cela avec la mise en garde que je ne suis pas sûr de savoir comment la valeur DL50 pour l'amitraz est corrélée avec celle du DMPF. De plus, le chiffre pour le contact dans la citation ci-dessus est en quelque sorte dénué de sens, car il ne spécifie pas la dose par abeille. Généralement, la toxicité orale est supérieure à la toxicité de contact.

[32] De toute évidence, les apiculteurs ayant le moindre degré d'intelligence ajusteront leurs traitements à des niveaux inférieurs à ceux qui provoquent une mortalité importante des abeilles. Cependant, cela ne signifie pas que les abeilles touchées ne meurent pas des effets comportementaux qui affectent les abeilles une fois à l'extérieur de la ruche. Par exemple, Frazier a observé que «les abeilles mortes et moribondes collectées autour des colonies en association avec le maïs n'avaient que des résidus de 2,4-DMPF à 5,160 ppb», ce qui suggère fortement que ces abeilles ont été tuées par une application de Tactic. Frazier, et al. (2011) Évaluation de la réduction des populations de champs dans les colonies d'abeilles pollinisatrices de neuf cultures différentes. ABRC 2011.

[33] Maggi, MD, et al (2010) Phénomènes de résistance à l'amitraz provenant des populations de l'acarien ectoparasite *Varroa destructor* d'Argentine. Parasitol Res 107: 1189-1192.

[34] Pires, S, et al (2005). Efficacité actuelle de l'amitraz contre Varroa au Portugal. 39e congrès international apicole d'Apimondia, p. 78. Apimondia. Dublin, Irlande. A défaut au Portugal.

[35] Semkiw, P, et al (2013) L'amitraz enlève l'efficacité dans le contrôle de *Varroa destructor* après de nombreuses années d'application d'amitraz dans les ruchers. Journal of Apicultural Science 57 (1): 107-121.

[36] Sammataro, Diana, Untalan, Pia, Guerrero, Felix et Finley, Jennifer (2005) 'La résistance des varroas (Acari: Varroidae) aux acaricides et la présence d'estérase', International Journal of Acarology 31 (1): 67-74.

[37] Dr Frank Eischen, USDA, en préparation, comm.

[38] <http://www.apivar.co.nz/FAQs.htm>

[39] DMPF est l'abréviation de 2,4-diméthylphénylformamide, qui constitue environ la moitié des produits de dégradation initiaux; les autres produits de dégradation ne semblent pas présenter d'effet toxique. Voir Hong, JY, et al (2009) Détermination des acaricides dans le miel par extraction en phase solide et chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse. Taureau. Korean Chem. Soc.30 (1): 61-66. Accès libre.

- [40] Hollingworth RM et AE Lund (1982) Effets biologiques et neurotoxiques des pesticides à l'amidine. In, Coats JR (Ed.), *Insecticide Mode of Action*, Academic Press, New York, 1982, pp. 189-227.
- [41] Elzen (2000), op cit.
- [42] Beeman, RW et F Matsumura (1978) Pesticides de Formamidine-Actions dans les Insectes et les Acariens. In, *Pesticide and Venom Neurotoxicity*, B. Shankland, éd., Springer.
- [43] Santiago, GP, et al (2000) en comparant les effets de trois acaricides sur *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) et *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) en utilisant deux techniques d'application. *Fla. Entomologiste* 83: 468-476. *Accès libre*.
- [44] Hillier, NK, et al (2013) Devenir des miticides appliqués par voie cutanée fluvalinate et amitraz dans les corps d'abeille (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, 106 (2): 558-565.
- [45] Papaefthimiou, C, et al (2013) Réponses biphasiques du cœur d'abeille aux concentrations nanomolaires d'amitraz. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 107 (1): 132-137. *Accès libre*.
- [46] Loucif-Ayad, W, et al (2009) Une note scientifique sur l'impact des acaricides sur la biochimie nutritionnelle de *Apis mellifera intermissa* (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie* 41 (2): 135 - 137.
- [47] Frazier, et al. (2011) Évaluation de la réduction des populations de champs dans les colonies d'abeilles pollinisatrices de neuf cultures différentes. ABRC 2011.
- [48] EMEA (1999), op cit.
- [49] Toth, P (2009) Effets létaux et sublétaux de l'imidaclopride et de l'amitraz sur les larves et pupes d' *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae). Thèse de Maîtrise, U. of Florida *Accès libre*.
- [50] Ellis, J (2011?) Détermination des valeurs de CL50 pour les pesticides affectant les abeilles larvaires. *Accès libre*.
- [51] Pettis JS, et al. (2013) La pollinisation des cultures expose les abeilles à des pesticides qui altèrent leur sensibilité à l'agent pathogène de l'intestin *Nosema ceranae* . *PLoS ONE* 8 (7): e70182.
- [52] Cutler, C (2013) Pesticides dans les ruches d'abeilles mellifères dans les provinces maritimes: niveaux de résidus et interactions avec les varroas et *Nosema* dans le stress des colonies. *Accès libre*.
- [53] Botias, C, et al. (2012) *Nosema* spp. la parasitisation diminue l'efficacité des bandes acaricides Apivar®) dans le traitement de la varroose des colonies d' abeilles mellifères (*Apis mellifera iberiensis*). *Rapports de microbiologie environnementale* 4 (1): 57-65.
- [54] Dahlgren, E (2011) Effet de l'amitraz sur les reines. <https://www.extension.org/pages/58650/proceedings-of-the-american-bee-research-conference-2011>

- [55] Lubinevski, Y, et al (1988) Lutte contre *Varroa jacobsoni* et *Tropilaelaps clareae* acariens en utilisant MavrikO dans les colonies *A mellifera* sous les climats subtropicaux et tropicaux. ABJ 128: 48-52.
- [56] Delaplane, KS. & JA Berry (2010) Un test pour les effets sublétaux de certains produits chimiques de la ruche communément utilisés, la deuxième année. <https://www.extension.org/pages/30844/abrc2010-a-test-for-sub-acute-effects-of-some-commonly-used-bee-hive-chemicals#.U-ezqKMuLUw>
- [57] <http://www.beesource.com/forums/archive/index.php/t-299927.html>
- [58] Johnson RM, Dahlgren L, Siegfried BD, Ellis MD (2013) Acaricide, interactions fongicides et médicamenteuses chez les abeilles mellifères (*Apis mellifera*). PLoS ONE 8 (1): e54092.
- [59] Frazier, J, et autres (2011) **Pesticides et leur implication dans le désordre d'effondrement de colonie.** <http://www.beecdcap.uga.edu/documents/CAPArticle16.html>
- [60] Frazier, J, et autres (2011) *ibid.*
- [61] Prullage, JB, et al (2011) Le mode d'action combiné du fipronil et de l'amitraz sur la motilité de *Rhipicephalus sanguineus* . Parasitologie vétérinaire 179 (4): 302-310.
- [62] Ahmed, MAI & F Matsumura (2012) Actions synergiques d'insecticides à base de formamidine sur l'activité des pyréthroïdes et des néonicotinoïdes contre *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Journal of Medical Entomology 49 (6): 1405-1410.
- [63] Lorsque j'ai demandé à un autre toxicologue d'examiner le document ci-dessus, il a remis en question l'analyse statistique en ce qui concerne les limites de confiance calculées, mais n'a pas nié qu'il semblait y avoir un certain degré de synergie.
- [64] Imidaclopride, thiaméthoxame et dinotéfuron.
- [65] Joppien, H (1993) Compositions pesticides comprenant de l'amitraz et de l'imidaclopride <http://www.google.com/patents/WO1993000009A1?cl=fr>
- [66] Pages 250-252 dans Roush, R et BE Tabashnik (1990) Résistance aux pesticides chez les arthropodes. Chapman et Hall.
- [67] <http://scientificbeekeeping.com/?s=sick+bees+part+2>
- [68] Drs. Judy Chen et Jay Evans, comm.
- [69] Kelly M. Brown, KM (2013) Modèles mathématiques des populations d'abeilles mellifères: déclin rapide de la population. Thèse, Université de Mary Washington. Accès libre.
- Khoury DS, Myerscough MR, Barron AB: Un modèle quantitatif de la dynamique des populations de colonies d'abeilles mellifères. PLoS One 2011, 6 (4): e18491.
- [70] Khoury DS, Barron AB, Myerscough MR (2013) Modélisation de la dynamique des aliments et des populations dans les colonies d'abeilles mellifères. PLoS ONE 8 (5): e59084.

[71] Goblirsch M, Huang ZY, Spivak M (2013) Changements physiologiques et comportementaux chez les abeilles (*Apis mellifera*) induites par l' infection à *Nosema ceranae* . PLoS ONE 8 (3): e58165.

[72] Schulz, DJ, et GE Robinson (2001) L'octopamine influence la division du travail dans les colonies d'abeilles mellifères. J. Comp. Physiol. A, 187: 53-61.

Les colonies traitées à l'octopamine produisaient systématiquement entre deux et huit fois plus de butineuses précoces que les colonies témoins pour la taille, la démographie par âge, la composition génotypique et le microenvironnement. David J. Schulz, 1 Andrew B. Barron, 1 Gene E. Robinson (2002) Un rôle pour l'octopamine dans la division du travail des abeilles. Brain Behav Evol 60: 350-359. *Accès libre*

[74] Cutler, C (2013) Pesticides dans les ruches d'abeilles mellifères dans les provinces maritimes: niveaux de résidus et interactions avec les varroas et Nosema dans le stress des colonies. *Accès libre*.

[75] Sandrock, C, et al. (2014) Impact de l'exposition chronique aux néonicotinoïdes sur la performance de la colonie d'abeilles mellifères et sur la supersédure de la reine. PLoS ONE 9 (8): e103592.

[76] À l'extrémité supérieure du terrain réaliste.

[77] F Sanchez-Bayo, Goka K (2014) Résidus de pesticides et d'abeilles - Une évaluation des risques. PLoS ONE 9 (4): e94482. doi: 10.1371 / journal.pone.0094482

[78] <http://scientificbeekeeping.com/sick-bees-part-18f9-colony-collapse-revisited-the-beepesticide-problem-complex/>

[79] http://sesss08.setac.eu/embed/sesss08/Cynthia_Scott-Dupree_Field_study_Reliability_-_A_Honey_bee__Neonicotinoid_PERSPECTIVE.pdf

[80] Pilling, E, et al (2013) Un programme de terrain de quatre ans étudiant les effets à long terme de l'exposition répétée des colonies d'abeilles mellifères sur les cultures en fleurs traitées au thiaméthoxame. PLoS ONE 8 (10): e77193. Les chercheurs n'ont pas mentionné si les reines étaient marquées, mais la survie de la colonie aurait dépendu de la supersédure naturelle réussie si des reines avaient été perdues. J'ai demandé aux auteurs des informations supplémentaires; au moins certaines des colonies ont été traitées avec Apivar.