

SOMMAIRE

Numéro – **idée principale pouvant motiver la lecture**

(premier auteur et al., année ; revue ; notoriété revue)

-
- 1- Varroose chez *Apis mellifera* : une influence des bactéries et de l'immunité**
(Zhang et al., 2023 ; *PLOS Pathogens* ; IF 7,46)
 - 2- La réoperculation serait un comportement hygiénique induit par la progéniture de *Varroa destructor*** (Gabel et al., 2023 ; *Scientific Reports* ; IF 5,00)
 - 3- Le chlorure de lithium pourrait-il finalement être intéressant sur des colonies sans couvain ?** (Rein et al., 2024 ; *Parasitology Research* ; IF 2,38)
 - 4- Les jelléines de la gelée royale pleines de promesses thérapeutiques pour la santé humaine** (Lima et al., 2024 ; *Toxins* ; IF 5,08)
 - 5- L'anticancéreux bléomycine, une fausse bonne idée pour traiter la nosémose**
(Parrella et al., 2024 ; *Microbiology Spectrum* ; IF 9,04)
 - 6- Bientôt des larves de mouches soldat noire à la place de la soude ?**
(Ammons et al., 2023 ; *Journal of Apicultural Research* ; IF 2,41)
 - 7- Etude des marqueurs moléculaires de l'immunité entre abeilles d'hiver et de printemps** (Frunze et al., 2024 ; *Biomolecules* ; IF 6,06)
 - 8- Des témoignages confirment la présence historique d'une Abeille mellifère autochtone suédoise** (Niklasson et al., 2023 ; *Journal of Insect Conservation* ; IF 2,62)
 - 9- *Apis mellifera* a tendance à privilégier certaines directions et certaines couleurs**
(Liga et al., 2024 ; *Scientific Reports* ; IF 5,00)
 - 10- Quelle est la pertinence de la rotation des molécules dans la gestion des résistances ?**
(Madgwick et al., 2024 ; *Pest Management Science* ; IF 4,46)
-

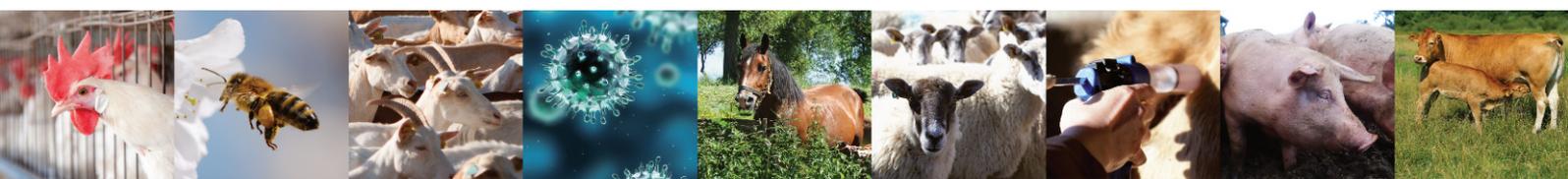
Ont collaboré à ce numéro : C. Lantuejoul, S. Boucher, G. Therville, S. Hoffmann & Ch. Roy

Version anglaise : S. Hoffmann & Ch Roy

Attention : cette revue ne prétend pas être exhaustive et ne regroupe que des publications d'intérêts aux yeux des membres de la commission apicole SNGTV ;
seules 10 publications par numéro sont ainsi retenues pour faire l'objet d'un focus.



Formations
SNGTV



1- Varroose chez *Apis mellifera* : une influence des bactéries et de l'immunité

Zhang, Wenhao, Cheng Sun, Haoyu Lang, Jieni Wang, Xinyu Li, Jun Guo, Zijing Zhang, and Hao Zheng. "Toll Receptor Ligand Spätzle 4 Responses to the Highly Pathogenic *Enterococcus faecalis* from *Varroa* Mites in Honeybees." PLOS Pathogens 19, no. 12 (2023). <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1011897>.

Résumé : La santé des colonies d'abeilles mellifères est menacée par l'acarien parasite *Varroa destructor* qui inflige des blessures physiques à ses hôtes et sert de vecteur à divers virus. Récemment, il a été démontré que *V. destructor* peut également transmettre des bactéries aux abeilles lors des ponctions d'hémolymphe, mais on ne sait toujours pas si les bactéries envahissantes peuvent être pathogènes pour les abeilles mellifères. Ici, nous avons accidentellement isolé *Enterococcus faecalis*, l'une des bactéries les plus abondantes dans les acariens *Varroa*, à partir d'abeilles mortes au cours d'une génération de routine en laboratoire d'abeilles sans microbiote. Les tests *in vivo* montrent qu'*E. faecalis* n'est pathogène que chez *Apis mellifera*, mais pas chez *Apis cerana*. L'expression des gènes des peptides antimicrobiens est élevée après l'infection chez *A. cerana*. L'analyse de l'évolution moléculaire basée sur les gènes identifie une sélection positive des gènes codant pour Spätzle 4 (Spz4) chez *A. cerana*, une protéine de signalisation dans la voie Toll*. Les sites d'acides aminés faisant l'objet d'une sélection positive sont liés aux changements structurels de la protéine Spz4, ce qui suggère une amélioration de l'immunité chez *A. cerana*. L'inactivation de Spz4 chez *A. cerana* réduit de façon significative les taux de survie après inoculation d'*E. faecalis* et l'expression des gènes de peptides antimicrobiens. Nos résultats indiquent que les bactéries associées aux acariens *Varroa* sont pathogènes pour les abeilles adultes, et que le gène Spz4 sélectionné positivement chez *A. cerana* est crucial dans la réponse à cet agent pathogène lié aux acariens.

* La protéine Spätzle est une cytokine que l'on retrouve chez la drosophile et l'Abeille mellifère. Spätzle est produit et sécrété sous forme de protéine inactive et n'est activé que lors d'une réponse immunitaire. Une fois activée, la protéine Spätzle se lie alors au récepteur Toll impliqués dans l'immunité innée.

Téléchargeable <https://journals.plos.org/plospathogens/article/file?id=10.1371/journal.ppat.1011897&type=printable>

2- La réoperculation serait un comportement hygiénique induit par la progéniture de *Varroa destructor*

Gabel, Martin, Ricarda Scheiner, Ingolf Steffan-Dewenter, and Ralph Büchler. "Reproduction of *Varroa destructor* Depends on Well-Timed Host Cell Recapping and Seasonal Patterns." Scientific Reports 13, no. 1 (2023): 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49688-9>.

Résumé : Les phénotypes de résistance d'*Apis mellifera* contre leur principal parasite *Varroa destructor* fascinent depuis longtemps les scientifiques et les apiculteurs. Néanmoins, les mécanismes qui sous-tendent la résistance sont encore largement inconnus. Il en va de même pour les interactions possibles entre les comportements des hôtes, la reproduction des acariens et les différences saisonnières. Deux traits de résistance sont particulièrement intéressants : l'échec de la reproduction des acariens et la réoperculation* des cellules de couvain. On a constaté que des taux élevés de réoperculations au niveau de la colonie correspondaient à un faible succès reproductif des acariens. Cependant, l'effet direct des réoperculations sur la reproduction des acariens est encore controversé et les deux caractéristiques semblent être très variables dans leur expression. Il est donc urgent d'approfondir les connaissances sur l'effet de ce comportement hygiénique sur la reproduction des acariens et sur les différences saisonnières dans l'expression de ces caractéristiques. Pour faire la lumière sur cette interaction hôte-parasite, nous avons étudié la réoperculation et la reproduction des acariens dans des colonies adultes naturellement infestées par *V. destructor*. Les mesures ont été répétées cinq fois par an pendant trois ans. Le succès de la reproduction des acariens ainsi que la fréquence des réoperculations ont clairement suivi des schémas saisonniers. La reproduction des acariens était systématiquement moins performante en cas de réoperculations. Il est intéressant de noter que cela ne s'applique pas à l'apparition d'acariens stériles. En conséquence, l'activité de réoperculation dans les cellules fertiles était plus fréquente pour les stades de couvain où l'on pouvait s'attendre à une progéniture d'acariens. Nos résultats suggèrent que la descendance des acariens est la cible principale des réoperculations qui conduit à une réduction significative du succès reproductif du parasite.

* Traduction du terme anglais « recapping ». Phénomène au cours duquel les ouvrières inspectent, désoperculent puis réoperculent les cellules de couvain infestées par *Varroa*, ce qui a pour conséquence de perturber la reproduction de l'acarien. A la différence des ouvrières VSH, les nymphes ne sont pas retirées.

Téléchargeable <https://www.nature.com/articles/s41598-023-49688-9.pdf>

3- Le chlorure de lithium pourrait-il finalement être intéressant sur des colonies sans couvain ?

Rein, Carolin, Marius Blumenschein, Kirsten Traynor, and Peter Rosenkranz. "Lithium Chloride Treatments in Free Flying Honey Bee Colonies: Efficacy, Brood Survival, and within-Colony Distribution." *Parasitology Research* 123, no. 1 (2024): 1–14. <https://doi.org/10.1007/s00436-023-08084-y>.

Résumé : L'efficacité de diverses applications du chlorure de lithium (LiCl) pour éradiquer l'acarien parasite *Varroa destructor* dans les colonies d'abeilles mellifères a été étudiée, en mettant l'accent sur son impact sur le développement du couvain. Dans les colonies sans couvain (3 semaines après la mise en cage des reines), l'efficacité la plus élevée (98 %) a été obtenue avec un traitement de 9 jours de 2,5 kg de candi enrichis de 50 mM de LiCl. Un traitement plus court de 5 jours avec 2 kg de candi contenant 50 mM de LiCl a abouti à une efficacité de 78 %. Dans les colonies avec couvain, des applications répétées de 4 x 0,5 kg de candi avec 50mM de LiCl à sept jours d'intervalle a donné une efficacité de 88 %. Le traitement au LiCl a été responsable de mortalité sur le couvain élevé après la libération de la reine. Cependant, aucun effet à long terme sur la croissance des colonies n'a été observé et les colonies ont hiverné avec succès. De plus, l'étude a démontré que le lithium se distribue rapidement parmi les abeilles d'une colonie en l'espace de 2 jours, bien que seules de faibles concentrations ont été détectées dans les échantillons de nourriture stockés. Cela suggère que les abeilles absorbent et distribuent efficacement le lithium au sein de la colonie. Le miel récolté au printemps suivant a révélé une concentration de lithium de 0,1 à 0,2 mg/kg, ce qui est inférieur aux niveaux de lithium naturellement présents dans le miel. Sur la base de ces résultats, le LiCl peut être considéré comme un acaricide efficace et facile à appliquer dans les colonies sans couvain. Dans les colonies avec couvain, il avait une bonne efficacité et n'avait aucun effet à long terme sur la survie des colonies. Des recherches supplémentaires pourraient être nécessaires pour déterminer la période de traitement optimale pour obtenir une efficacité supérieure à 95 %.

Téléchargeable <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00436-023-08084-y.pdf>

4- Les jelléines de la gelée royale pleines de promesses thérapeutiques pour la santé humaine

Lima, William Gustavo, Julio Cesar Moreira Brito, Rodrigo Moreira Verly, and Maria Elena de Lima. "Jelleine, a Family of Peptides Isolated from the Royal Jelly of the Honey Bees (*Apis mellifera*), as a Promising Prototype for New Medicines: A Narrative Review." *Toxins* 16, no. 1 (2024). <https://doi.org/10.3390/toxins16010024>.

Résumé : La famille des jelléines constitue un groupe de quatre peptides (jelléines I-IV) isolés à l'origine de la gelée royale de l'Abeille (*Apis mellifera*), mais détectés aussi dans certains échantillons de miel. Ces oligopeptides sont composés de 8 à 9 résidus d'acides aminés, chargés positivement (+2 à +3 à pH 7,2), dont 38 à 50 % de résidus hydrophobes, et d'un carboxamide en C-terminal. Les jelléines, générées par la transformation de la région C-terminale de la protéine majeure de la gelée royale (MRJP-1), jouent un rôle biologique important dans la conservation de la gelée royale ainsi que dans la protection des larves d'abeilles contre des agents pathogènes potentiels. Par conséquent ces molécules présentent un grand intérêt pour la santé humaine, y compris à des fins thérapeutiques, comme l'ont montré des études précliniques. Dans cette revue scientifique, nous avons cherché à évaluer les effets biologiques des jelléines, ainsi qu'à caractériser leurs toxicités et leurs stabilités. Les jelléines I-III ont une activité antimicrobienne prometteuse et une faible toxicité (DL₅₀ > 1000 mg/Kg). Cependant, la jelléine IV n'a pas montré de potentiel biologique pertinent. La jelléine I, mais pas les autres analogues, a également des activités antiparasitaires, cicatrisantes et pro-coagulantes, en plus de moduler indirectement la croissance des cellules tumorales et de contrôler le processus inflammatoire. Bien qu'ils soient sensibles à l'hydrolyse par les protéases, l'ajout d'halogènes augmente la stabilité chimique de ces molécules. Ces résultats suggèrent donc que les jelléines, en particulier la jelléine-I, sont des candidats potentiels pour le développement de nouvelles molécules thérapeutiques efficaces et sûres à usage clinique.

Téléchargeable <https://www.mdpi.com/2072-6651/16/1/24/pdf?version=1704168962>

5- L'anticancéreux bléomycine, une fausse bonne idée pour traiter la nosérose

Parrella, Parker, Annabelle B Elikan, Helen V Kogan, Fatoumata Wague, Corey A Marshalleck, and Jonathan W Snow. "Bleomycin Reduces *Vairimorpha* (*Nosema*) *ceranae* Infection in Honey Bees with Some Evident Host Toxicity." *Microbiology Spectrum*, 2024. <https://journals.asm.org/doi/10.1128/spectrum.03349-23>.

Résumé : Les microsporidies provoquent des maladies chez de nombreux insectes utiles, parmi lesquels les abeilles, mais il existe peu de moyens de lutte permettant de protéger ces organismes importants contre les infections. Certaines données suggèrent que les microsporidies possèdent un nombre réduit de gènes codant pour des protéines de réparation de l'ADN. Nous avons émis l'hypothèse que les microsporidies seraient donc sensibles au traitement par des agents endommageant l'ADN et nous avons testé cette hypothèse en utilisant une nouvelle méthode rapide pour obtenir une infection expérimentale robuste et homogène d'un grand nombre d'abeilles mellifères nouvellement émergées avec l'un de ses agents pathogènes microsporidiens, *Vairimorpha* (*Nosema*) *ceranae*. En réalisant ces expériences, nous avons constaté que cette nouvelle méthode d'inoculation de *V. ceranae* avait une efficacité similaire à celle des autres méthodes traditionnelles. Nous montrons que la bléomycine, un agent qui endommage l'ADN, réduit les niveaux de *V. ceranae*, avec des effets minimes mais mesurables sur la survie des abeilles et qu'il entraîne une augmentation de l'expression des gènes de stress cellulaire de l'intestin moyen. L'augmentation de l'expression de certains gènes suggère l'apparition d'une régénération épithéliale qui pourrait contribuer à la résistance de l'hôte au traitement à la bléomycine. Bien que la bléomycine réduise les niveaux d'infection, les problèmes de toxicité pour l'hôte peuvent empêcher son utilisation sur le terrain. Toutefois, grâce à des travaux supplémentaires, la bléomycine pourrait constituer un outil utile dans le cadre de la recherche en tant qu'agent de sélection potentiel pour la modification génétique des microsporidies.

Téléchargeable <https://journals.asm.org/doi/10.1128/spectrum.03349-23>

6- Bientôt des larves de mouches soldat noire à la place de la soude ?

Ammons, David, and Joanne Rampersad. "Using Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*) to Clean Unwanted Beeswax from Equipment." *Journal of Apicultural Research*, 2023. <https://doi.org/10.1080/00218839.2023.2285140>.

Résumé : En apiculture, la cire d'abeille indésirable présente sur certains matériels doit périodiquement être retirée, en particulier pour les grilles à reine et les cadres. Ce processus est généralement coûteux, laborieux ou nécessite un équipement spécialisé. Nous présentons une méthode simple, qui fait appel à des insectes, pour nettoyer la cire d'abeille. Cette méthode utilise des larves de la Mouche soldat noire (BSFL, *Hermetia illucens*). Il a été démontré que les BSFL préfèrent la cire brune sale à la cire jaune plus propre, et qu'elles sont capables d'enlever complètement la cire du matériel en 24 heures, même dans les crevasses difficiles d'accès, sans grattage préalable. Les abeilles acceptent et construisent des rayons sur les cadres en plastique nettoyés par les BSFL, avec une préférence pour les cadres qui ont été frottés avec un bloc de cire.

Non téléchargeable gratuitement

7- Etude des marqueurs moléculaires de l'immunité entre abeilles d'hiver et de printemps

Frunze, Olga, Hyunjee Kim, Byung-ju Kim, Jeong-Hyeon Lee, Mustafa Bilal, and Hyung-Wook Kwon. "Monitoring Immune Modulation in Season Population: Identifying Effects and Markers Related to *Apis mellifera ligustica* Honey Bee Health." *Biomolecules* 14, no. 1 (2024). <https://doi.org/10.3390/biom14010019>.

Résumé : Les abeilles jouent un rôle important dans l'écologie, en produisant des substances biologiquement actives parfois bénéfiques pour la santé humaine. Cependant, contrairement aux humains, les marqueurs moléculaires reflétant la santé des abeilles demeurent inconnus et malheureusement, de nombreux rapports signalent des effondrements des colonies d'abeilles mellifères. Pour identifier les marqueurs de santé, nous avons analysé dix gènes du système de défense chez des abeilles mellifères (*Apis mellifera ligustica*) ayant passées l'hiver (Owb) et chez des abeilles du printemps (Fb pour les butineuses et Nb pour les abeilles nouvellement émergées) échantillonnées respectivement en février et fin avril 2023. Nous nous sommes concentrés sur les colonies exemptes de virus SBV et DWV. Le profilage moléculaire a révélé cinq marqueurs de la santé des abeilles mellifères. Parmi ceux-ci, deux marqueurs moléculaires saisonniers - les gènes *domeless* et *spz* - étaient significativement sous-régulés chez les Owb par rapport aux abeilles Nb et Fb. Un gène marqueur anti microbien, *apid-1*, a été identifié comme étant sous-régulé chez Owb et Nb par rapport aux abeilles Fb. Deux marqueurs liés à la santé générale, *SOD* et *defensin-2*, ont été régulés à la hausse chez les abeilles. Tous ces marqueurs doivent faire l'objet de tests supplémentaires auprès de diverses sous-espèces d'abeilles mellifères et sous différents climats. Ils peuvent permettre un diagnostic de la santé des abeilles sans intervention dans la colonie, en particulier pendant les mois à basse température comme l'hiver. Les apiculteurs pourraient utiliser cette information pour apporter des ajustements opportuns aux nutriments ou au chauffage afin de prévenir les pertes saisonnières.

Téléchargeable <https://www.mdpi.com/2218-273X/14/1/19/pdf?version=1703253825>

8- Des témoignages confirment la présence historique d'une Abeille mellifère autochtone suédoise

Niklasson, Mats, Emil Svensson, Sonja Leidenberger, Niclas Norrström, and Elizabeth Crawford. "Free-Living Colonies of Native Honey Bees (*Apis mellifera mellifera*) in 19th and Early 20th Century Sweden." *Journal of Insect Conservation*, 2023, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s10841-023-00541-4>.

Résumé : Il existe peu d'informations sur l'histoire et l'écologie des colonies d'abeilles mellifères européennes (*Apis mellifera* L.) vivant en liberté en Europe, y compris la sous-espèce noire du nord-ouest (*Apis mellifera mellifera*). Notre objectif était d'étudier la présence de colonies d'abeilles mellifères indigènes vivant en liberté (*A. m. mellifera*) au cours des deux derniers siècles en Suède. Pour ce faire, nous avons analysé des sondages issus d'apiculteurs (176 réponses à 158 questionnaires) réalisées entre les années 1928 et 1981, avec des informations remontant au début des années 1800. Une majorité écrasante de réponses (96 %) a confirmé la présence passée de colonies d'abeilles mellifères vivant en liberté en Suède. Alors que certains ont déclaré que les colonies vivant en liberté étaient simplement des essaims échappés de ruches gérées, la majorité des personnes interrogées (69 %) ont estimé que les colonies vivant en liberté étaient d'origine véritablement sauvage. La tendance à la baisse des témoignages de première main sur les colonies vivant en liberté suggère que les populations vivant en liberté ont connu un déclin dramatique à la fin du 19e siècle. Cette tendance a également été exprimée par de nombreuses personnes interrogées qui, dans 14 cas, ont déclaré que la perte d'anciennes forêts et de sites de nidification dans des cavités d'arbres à la fin des années 1800 était la cause principale de ce déclin. Des témoignages directs de colonies pérennes vivant en liberté, combinés à des descriptions détaillées de la collecte de grandes colonies vivant en liberté et/ou de miel sauvage, constituent des preuves solides que les abeilles mellifères vivant en liberté sont bien adaptées à la survie en hiver. Ces témoignages contredisent le point de vue officiellement soutenu selon lequel l'Abeille mellifère est une espèce récemment importée, domestiquée et non indigène en Suède. Les résultats fournissent une base scientifique et une inspiration pour la restauration des forêts indigènes qui pourraient faciliter les populations de colonies d'*A. m. mellifera* vivant en liberté et exposées à la sélection naturelle. Cela pourrait potentiellement conduire à son retour en tant qu'espèce entièrement sauvage. Dans un avenir incertain, le fait de permettre un mode de vie naturel pourrait accroître la résilience et rétablir des caractéristiques qui sont autrement perdues chez les abeilles mellifères en raison des effets croissants de la sélection artificielle des caractères. Nos résultats présentent des preuves solides de l'existence de populations de colonies d'*A. m. mellifera* vivant en liberté dans un passé récent, ce qui appelle à une révision de son statut de conservation et de sa gestion. Autoriser et soutenir des colonies libres de cette sous-espèce devraient être évalués en tant que méthode de conservation.

Téléchargeable <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10841-023-00541-4.pdf>

9- *Apis mellifera* a tendance à privilégier certaines directions et certaines couleurs

Liga, Davide, Gionata Stancher, and Elisa Frasnelli. "Visuo-Motor Lateralization in *Apis mellifera*: Flight Speed Differences in Foraging Choices." *Scientific Reports* 14, no. 1 (2024): 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-51141-w>.

Résumé : Des preuves de latéralisation (référence à la spécialisation fonctionnelle distincte des hémisphères du cerveau) ont été fournies chez *Apis mellifera* dans l'apprentissage olfactif et les interactions sociales, mais on ne sait pas grand-chose sur la façon dont cela influence les tâches visuelles et motrices. Cette étude examine les biais « visio-moteurs » chez les abeilles en vol libre en analysant les choix gauche / droite liés lors de la recherche de nourriture dans un labyrinthe en Y. Les abeilles ont été entraînées individuellement pour associer un stimulus visuel (une cible bleue ou jaune) à une récompense / punition : le groupe Bleu + a été récompensé pour le bleu et puni pour le jaune, et *vice versa* pour le groupe Jaune +. Dans les essais non récompensés, nous avons évalué pour chaque abeille le choix directionnel pour une des deux cibles identiques (12 essais avec des cibles bleues et 12 avec des cibles jaunes) placées dans les bras gauche et droit du labyrinthe ainsi que les temps de vol pour atteindre la cible choisie. Les résultats n'ont pas révélé une préférence directionnelle significative au niveau de la population, mais seulement au niveau individuel, avec certains individus présentant un fort biais pour choisir le stimulus droit ou gauche. Cependant, l'étude a révélé un nouveau facteur intéressant : l'influence de la direction et de la couleur sur les temps de vol. Globalement, les abeilles ont pris moins de temps pour choisir le stimulus dans le bras gauche. De plus, la cible jaune, lorsqu'elle était auparavant associée à une punition, était atteinte en moyenne plus rapidement que la cible bleue punie, avec un plus grand nombre de choix de cibles bleues punies que de cibles jaunes punies. Cela ouvre de nouvelles perspectives non seulement sur l'étude de la latéralisation chez *Apis mellifera*, mais aussi sur les préférences chromatiques des abeilles.

Téléchargeable <https://www.nature.com/articles/s41598-023-51141-w.pdf>

10- Quelle est la pertinence de la rotation des molécules dans la gestion des résistances

Madgwick, Philip G, and Ricardo Kanitz. "What Is the Value of Rotations to Insecticide Resistance Management?" *Pest Management Science*, 2024. <https://doi.org/10.1002/ps.7939>.

Résumé : Les rotations ont été la pierre angulaire de la gestion de la résistance aux insecticides* pendant de nombreuses décennies. Ces dernières années, l'utilisation de mélanges d'insecticides a connu un regain d'intérêt, notamment sur la base de nouveaux modèles théoriques. Nous présentons ici une perspective sur la pertinence des rotations pour la gestion de la résistance aux insecticides, en nous concentrant sur l'interprétation des modèles théoriques influents. Les principes de la gestion de la résistance ont jusqu'à présent été réduits à la modération, à la saturation et à l'attaque multiple. Parallèlement aux mélanges et aux mosaïques**, les rotations ont été présentées comme une stratégie d'attaque multiple utilisant plus d'un insecticide. Trois explications ont été proposées pour expliquer comment les rotations retardent l'évolution de la résistance : la contre-sélection à partir du coût de la résistance, le relâchement de la sélection et la mort redondante intergénérationnelle. Nous montrons que ces trois explications peuvent donner un sens à la comparaison des rotations avec une autre stratégie de gestion de la résistance, mais qu'elles n'ont pas réussi à élucider le principe à l'œuvre. Dans l'ensemble, nous soutenons que les rotations fonctionnent par modération, en retardant la résistance aux insecticides grâce à une moindre utilisation d'un insecticide au fil du temps. Nous suggérons que les principes de gestion de la résistance soient reformulés en termes de modération, de saturation et de redondance. Lorsque les rotations et les mélanges ne sont pas conceptualisés comme des méthodes concurrentes d'attaques multiples, ces stratégies peuvent plus manifestement fonctionner ensemble grâce aux principes complémentaires de modération et de redondance. Que l'on utilise ou non des produits en solo ou en mélange, les rotations constituent une méthode efficace de gestion des risques, qui permet de préserver plus longtemps l'arsenal de tous les insecticides efficaces. Un plan de gestion de la résistance réussi doit utiliser de manière appropriée tous les principes de gestion de la résistance.

* Cet article évoque la résistance aux insecticides, mais il alimente la réflexion sur la gestion des résistances aux varrocidés.

** Rotation géographique d'insecticides d'une parcelle à une autre.

Non téléchargeable gratuitement