

SOMMAIRE

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

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

-
- 1- **Une reine peut transmettre une immunité protectrice à sa progéniture : en route pour des vaccins ?** (Dickel et al., 2022 ; *Frontiers in Veterinary Science* ; IF 3,47)
 - 2- **Un champignon isolé chez l'Abeille mellifère aurait des propriétés pharmaceutiques intéressantes pour la santé humaine** (Kalaba et al., 2022 ; *Biotechnology Reports* ; IF 4,98)
 - 3- **Des acaricides peptidomimétiques sans danger pour les abeilles obtenus par la génomique comparative** (Jindal et al., 2022 ; *Scientific Reports* ; IF 5,00)
 - 4- **Philanthe apivore : le changement climatique va lui permettre de conquérir l'est de l'Europe** (Olszewski et al., 2022 ; *Regional Environmental Change* ; IF 4,70)
 - 5- **Utilisation de la lignée de cellules AmE-711 pour étudier les effets des insecticides à l'échelle cellulaire** (Goblirsch et al., 2022 ; *Environmental Toxicology and Chemistry* ; IF 4,22)
 - 6- **Le cadmium : un nouveau toxique potentiel pour l'abeille jusqu'ici ignoré** (Li et al., 2022 ; *Insects* ; IF 3,14)
 - 7- **Les effets toxiques des mélanges de produits phytopharmaceutiques sur les abeilles sont le plus souvent additifs** (Taenzler et al., 2023 ; *Science of The Total Environment* ; IF 10,75)
 - 8- **Les frelons asiatiques irlandais sont les descendants des envahisseurs européens** (Dillane et al., 2022 ; *Journal of Hymenoptera Research* ; IF 1,76)
 - 9- **Le microbiote d'*Apis mellifera* joue un rôle dans son immunité et sa résistance à la deltaméthrine** (Dong et al., 2022 ; *Environmental Pollution* ; IF 9,99)
 - 10- **Les plantes interagissent-elles avec les pollinisateurs via le ratio K/Na de leur pollen ?** (Filipiak et al., 2022 ; *Frontiers in Plant Science* ; IF 6,63)
-

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

Version anglaise : S. Hoffmann, Ch Roy & N. Vidal-Naquet

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.



1- Une reine peut transmettre une immunité protectrice à sa progéniture : en route pour des vaccins ?

Dickel, F., Bos, N.M.P., Hughes, H., Martín-Hernández, R., Higes, M., Kleiser, A., Freitak, D., 2022. The oral vaccination with *Paenibacillus larvae* bacterin can decrease susceptibility to American Foulbrood infection in honey bees—A safety and efficacy study. *Frontiers in Veterinary Science* 0. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.946237>

Résumé : Le changement climatique et l'accroissement de la population mondiale rendent de plus en plus essentiels les services de pollinisation destinés à accroître la production agricole. En effet ces deux phénomènes devraient avoir un impact sur la sécurité alimentaire mondiale. L'apiculture intensive professionnelle est donc devenue un maillon essentiel de la chaîne d'approvisionnement alimentaire, mais elle est confrontée aux maladies et aux pertes de colonies dans le monde entier. La loque américaine (LA) est une maladie bactérienne du couvain d'abeilles (*Apis mellifera*) très contagieuse et responsable de mortalités. L'agent responsable est la bactérie Gram+ *Paenibacillus larvae* qui infecte les larves d'abeilles pendant les trois premiers jours de leur vie. On peut la trouver dans les colonies du monde entier sous forme de spores viables pendant des décennies. Les antibiotiques sont inefficaces pour traiter la maladie car ils n'agissent que sur les stades bactériens en développement mais pas sur les spores. Une fois qu'une colonie présente des signes cliniques de la maladie, le seul moyen efficace de l'éradiquer et d'empêcher sa propagation à d'autres colonies est de brûler la ruche, l'équipement et la colonie. En raison de sa virulence et de ses effets néfastes sur les colonies d'abeilles, la loque américaine est classée comme une maladie à déclaration obligatoire dans le monde entier. Des méthodes efficaces, sûres et durables sont nécessaires pour assurer le bien-être des colonies d'abeilles. Même si les insectes ne possèdent pas d'anticorps, qui sont les principales conditions requises pour assurer une immunité transgénérationnelle, ils peuvent transmettre à leur progéniture une protection contre des agents pathogènes persistants. Ainsi nous démontrons ici une augmentation de la survie des larves d'abeilles mellifères infectées après que leur reine ait été vaccinée, par rapport à la progéniture de reines témoins (vaccinées par placebo). Ces résultats indiquent que le transfert d'immunité chez les insectes peut être utilisé pour améliorer la santé des colonies, protéger les pollinisateurs commerciaux des maladies mortelles et réduire les pertes financières et matérielles élevées des apiculteurs.

Téléchargeable <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2022.946237/full>

2- Un champignon isolé chez l'Abeille mellifère aurait des propriétés pharmaceutiques intéressantes pour la santé humaine

Kalaba, M.H., Sultan, M.H., Elbahnasawy, M.A., El-Didamony, S.E., Bakary, N.M.E., Sharaf, M.H., 2022. First Report on Isolation of *Mucor bainieri* from Honeybees, *Apis mellifera* mellifer: Characterization and Biological Activity. *Biotechnology Reports* e00770. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2022.e00770>

Résumé : Les champignons sont des agents de bio-contrôle potentiels et de riches sources de métabolites secondaires démontrant des actions biologiques. Cette étude visait à isoler et à identifier des champignons provenant d'abeilles mellifères (*Apis mellifera*) préalablement désinfectées en surface, ainsi qu'à évaluer leurs activités biologiques. Un isolat fongique a été obtenu et identifié morphologiquement et génétiquement comme étant *Mucor bainieri* MK-Bee-2. L'analyse par chromatographie en phase gazeuse et spectroscopie de masse (GC-MS) de l'extrait brut du champignon a montré l'existence de six métabolites majeurs représentant 92,48 % de la surface totale du pic. L'extrait brut de *Mucor bainieri* MK-Bee-2 a été testé pour ses activités antimicrobiennes, antioxydantes et antitumorales. Il a démontré d'importantes propriétés antimicrobiennes contre les souches bactériennes Gram-positives et Gram-négatives pathogènes pour l'Homme, ainsi que contre *Candida albicans*, avec des valeurs de CMI comprises entre 62,5 et 250 µg/ml. Les résultats ont révélé que l'extrait présentait des activités antioxydantes considérables indiquées par une forte inhibition des radicaux libres DPPH et ABTS. En outre, l'extrait a présenté une activité anticancéreuse potentielle contre les cellules adénocarcinomatiques humaines de cancer du poumon « non à petites cellules » (A549) [CI₅₀ = 6,45 µg/ml], et contre les cellules immortelles de la lignée cellulaire hépatome G2 (HepG2) de cancer du foie humain [CI₅₀ = 27,48 µg/ml] ainsi qu'une plus grande sélectivité pour les cellules cancéreuses que pour les lignées cellulaires normales. En outre, l'extrait a montré une activité cytotoxique moindre contre les cellules normales avec des valeurs CI₅₀ plus élevées de 106,99 et 132,57 µg/ml respectivement contre le fibroblaste pulmonaire humain Wistar-38 (Wi-38) et les cellules épithéliales orales (OEC). Pris ensemble, l'extrait de *Mucor bainieri* MK-Bee 2 comprend des composés bioactifs pouvant être des candidats thérapeutiques potentiels prometteurs pour le traitement du cancer du poumon. Il est frappant de constater que l'extrait sensibilise les cellules cancéreuses du poumon A549 au rayonnement ionisant par la voie pro-apoptotique, comme l'indique l'analyse par cytométrie de flux de l'annexine V qui a montré que l'extrait induit l'apoptose des cellules cancéreuses du poumon.

Téléchargeable <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215017X22000686>

3- Des acaricides peptidomimétiques sans danger pour les abeilles obtenus par la génomique comparative

Jindal, V., Li, D., Rault, L.C., Fatehi, S., Singh, R., Mating et al., 2022. Bee-safe peptidomimetic acaricides achieved by comparative genomics. *Scientific Reports* 12, 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20110-0>

Résumé : L'acarien dévastateur *Varroa* est un ectoparasite de l'Abeille mellifère, contribuant à des pertes importantes de colonies en Amérique du Nord et dans le monde entier. Le nombre limité d'acaricides conventionnels permettant de réduire le nombre d'acariens *Varroa* et de prévenir les maladies dans les colonies d'abeilles mellifères est confronté à une résistance largement répandue et à une faible sélectivité du site cible. Nous proposons ici une approche biorationnelle utilisant la génomique comparative pour le développement d'acaricides sûrs pour l'abeille car sélectifs, ciblant le système neuropeptidergique spécifique de l'acarien *Varroa* régulé par la proctoline qui fait défaut chez les hyménoptères. La proctoline est un pentapeptide RYLPT (Arg-Tyr-Leu-Pro-Thr) hautement conservé, connu pour agir par l'intermédiaire d'un récepteur couplé à une protéine G pour déclencher une activité myotrope chez certaines espèces d'arthropodes. Au total, 33 molécules peptidomimétiques et peptidiques différentes ont été testées *in silico** sur le récepteur de la proctoline du *Varroa*. Le modèle de docking du ligand et les études de mutagenèse ont révélé l'importance du résidu aromatique central Tyr2 dans le ligand de la proctoline. Nous avons ensuite observé que quatre peptidomimétiques présélectionnés présentaient *in vitro* une toxicité par voie orale significative entraînant la paralysie et la mort des acariens *Varroa*, alors qu'aucun effet négatif n'a été observé pour les abeilles mellifères. Nous avons démontré qu'une cible physiologique spécifique à un taxon, identifiée par des informations génomiques avancées, offre une opportunité de développer des acaricides sélectifs pour les acariens *Varroa* avec des processus de sélection accélérés.

* L'étude utilise ici une technique appelée « docking in silico » : les interactions entre épitopes moléculaires sont simulées par des ordinateurs (dont les puces sont principalement composées de silicium).

Téléchargeable <https://www.nature.com/articles/s41598-022-20110-0.pdf>

4- Philanthe apivore : le changement climatique va lui permettre de conquérir l'est de l'Europe

Olszewski, P., Dyderski, M.K., Dylewski, Ł., Bogusch, P., Schmid-Egger, C., Ljubomirov, T. et al., 2022. European beewolf (*Philanthus triangulum*) will expand its geographic range as a result of climate warming. *Regional Environmental Change* 22. <https://doi.org/10.1007/s10113-022-01987-z>

Résumé : Le changement climatique est un facteur important de la propagation des parasites des ruchers et des prédateurs des abeilles. Ceux-ci ont un impact sur l'un des pollinisateurs les plus importants du point de vue économique et constituent donc une menace sérieuse pour le fonctionnement des écosystèmes naturels et des cultures. Nous avons étudié l'impact du changement climatique prévu pour les périodes 2040-2060 et 2060-2080 sur la distribution potentielle du Philanthe apivore* européen *Philanthus triangulum*, un prédateur spécialisé de l'abeille. Nous avons modélisé sa distribution potentielle en utilisant la méthode MaxEnt qui se fonde sur des données d'occurrence contemporaines et des variables bioclimatiques. Notre modèle a eu une bonne performance globale (AUC = 0,864) et le seuil de probabilité d'occurrence, évalué comme le point ayant la somme la plus élevée de sensibilité et de spécificité, était à 0,533. L'amplitude de la température annuelle (69,5 %), la température moyenne du trimestre le plus chaud (12,4 %) et les précipitations du trimestre le plus chaud (7,9 %) étaient les principales variables bioclimatiques affectant de manière significative la distribution potentielle du Philanthe apivore. Nous avons prédit les changements de distribution potentiels dans le cadre de deux scénarios (RPC4.5 optimiste et RCP8.5 pessimiste) et de trois modèles de circulation générale (HadGEM2-ES, IPSL CM5A-LR et MPI-SM-LR). Les scénarios optimiste et pessimiste ont montré que le changement climatique augmentera de manière significative la disponibilité des niches potentielles du Philanthe apivore européen. Les pertes de niches potentielles n'affecteront que de petites zones dans le sud de l'Europe. La plupart des changements prévus pour la période 2060-2080 se seront déjà produits en 2040-2060. L'expansion prévue de l'aire de répartition du Philanthe apivore européen suggère que la présence et l'abondance de cette espèce doivent être surveillées.

*Le Philanthe apivore (European beewolf), est une des nombreuses espèces de *Philanthus* vivant en Europe et dans le nord-ouest de l'Asie ainsi qu'en Afrique du Nord. Le genre *Philanthus* contient plus de 140 espèces d'hyménoptères dites guêpes apoïdes solitaires qui ont en commun de ne pas avoir d'organisation sociale développée et de capturer des hyménoptères ou leurs larves pour nourrir leur progéniture.

Téléchargeable <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10113-022-01987-z.pdf>

5- Utilisation de la lignée de cellules AmE-711 pour étudier les effets des insecticides à l'échelle cellulaire

Goblirsch, M., Adamczyk, J.J., 2022. Using the Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Cell Line, AmE-711, to Evaluate Insecticide Toxicity. Environmental Toxicology and Chemistry. <https://doi.org/10.1002/etc.5500>

Résumé : L'exposition aux insecticides est l'un des principaux facteurs contribuant à la faible productivité et à la mortalité élevée des colonies d'abeilles mellifères dans le monde. Des études à l'échelle de l'organisme ou de la colonie ont démontré les effets des insecticides à différents niveaux de la biologie de l'abeille, et ont révélé des interactions avec des agents pathogènes. Cependant, il existe un besoin d'études *in vitro* utilisant des lignées cellulaires pour fournir une meilleure compréhension des effets des insecticides sur les processus cellulaires et moléculaires de l'abeille. Ici, nous avons utilisé une lignée cellulaire continue établie à partir des tissus embryonnaires de l'abeille, AmE-711*, dans des essais qui ont permis d'évaluer la viabilité des cellules en réponse à l'exposition aux insecticides. Nous avons exposé les cellules AmE-711 à quatre formulations contenant chacune un insecticide différent. Le traitement des cellules avec les insecticides a entraîné une réduction de la viabilité concentration-dépendante après une exposition de 24 heures, tandis qu'une exposition à long terme (120 heures) à des concentrations sublétales a eu des effets limités sur la viabilité. Les données d'exposition de 24 heures nous ont permis de prédire la concentration létale demi-maximale (CL₅₀) pour chaque insecticide en utilisant un modèle logistique à quatre paramètres. Nous avons ensuite exposé les cellules pendant 12 heures à la CL₅₀ prédite et observé des changements morphologiques qui indiqueraient un stress et une mort. L'analyse RT-qPCR a corroboré les changements morphologiques, car l'expression d'un gène de réponse au stress cellulaire, *l(2)efl 410087a*, a augmenté après une exposition de 18 heures à la CL₅₀ prévue. La démonstration des effets des insecticides par l'utilisation de l'AmE-711 fournit une base pour des travaux supplémentaires portant sur des questions spécifiques à la toxicologie de l'abeille mellifère et complète les approches au niveau de l'organisme entier et de la colonie. De plus, l'utilisation de l'AmE-711 dans le criblage à haut débit et l'analyse approfondie des réseaux de régulation cellulaire favoriseront la découverte de nouveaux agents de contrôle ayant moins d'effets négatifs sur les abeilles.

*Michael Goblirsch, du laboratoire apicole de l'Université du Minnesota, a créé une lignée de cellules d'abeilles mellifères, qu'il a nommée AME-711, un acronyme pour "Apis mellifera Embryos" et 711 fait référence au 11 juillet 2013, date à laquelle la lignée cellulaire a été lancée. Goblirsch a prélevé des œufs sur des colonies d'abeilles mellifères, qu'il a lavé, stérilisé, écrasé puis mis dans un milieu nutritif. Les cellules de l'une des quelques 100 cultures qu'il a lancées ont commencé à se reproduire et ont continué à croître.

Téléchargeable <https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/etc.5500>

6- Le cadmium : un nouveau toxique potentiel pour l'abeille jusqu'ici ignoré

Li, Z., Qiu, Y., Li, J., Wan, K., Nie, H., Su, S., 2022. Chronic Cadmium Exposure Induces Impaired Olfactory Learning and Altered Brain Gene Expression in Honey Bees (*Apis mellifera*). Insects 13. <https://doi.org/10.3390/insects13110988>

Résumé : Les abeilles mellifères (*Apis mellifera*) jouent un rôle écologique crucial dans la pollinisation des cultures et le maintien de l'équilibre écologique. Elles peuvent être exposées à des produits chimiques exogènes, y compris des métaux lourds, pendant leurs activités de butinage. Le cadmium (Cd) est considéré comme un métal toxique non essentiel qui s'accumule facilement dans les plantes et les abeilles mellifères peuvent donc collecter du Cd *via* du nectar contaminé. Dans notre étude, des abeilles adultes ont été exposées de façon chronique au Cd afin d'étudier les effets de doses sublétales sur l'apprentissage olfactif et les profils d'expression génique du cerveau des abeilles. Les résultats ont montré que les abeilles traitées au Cd présentaient des performances d'apprentissage olfactif significativement altérées par rapport à celles des autres abeilles témoins non traitées. De plus, le poids de la tête était significativement plus faible chez les abeilles traitées au Cd que chez les abeilles témoins après une exposition chronique. Les profils d'expression génétique entre les abeilles traitées et les témoins ont révélé que 79 gènes étaient significativement exprimés de manière différente. Les gènes codant pour les chimiorécepteurs et les protéines olfactives étaient régulés à la baisse, tandis que les gènes impliqués dans la réponse au stress oxydatif étaient régulés à la hausse chez les abeilles traitées au Cd. Les résultats suggèrent que l'exposition au Cd exerce un stress oxydatif dans le cerveau des abeilles mellifères et l'expression dérégulée des gènes codant pour les chimiorécepteurs, les protéines olfactives et les enzymes du cytochrome P450 est probablement associée à une altération de l'apprentissage olfactif chez les abeilles exposées.

Téléchargeable <https://www.mdpi.com/2075-4450/13/11/988/pdf?version=1666872667>

7- Les effets toxiques des mélanges de produits phytopharmaceutiques sur les abeilles sont le plus souvent additifs

Taenzler, V., Weyers, A., Maus, C., Ebeling, M., Levine, S., Cabrera, A., Schmehl, D., Gao, Z., Rodea-Palomares, I., 2023. Acute toxicity of pesticide mixtures to honey bees is generally additive, and well predicted by Concentration Addition. *Science of The Total Environment* 857, 159518. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159518>

Résumé : La compréhension de la fréquence des effets non additifs des produits phytopharmaceutiques (synergie et antagonisme) est importante dans le contexte de l'évaluation des risques. L'objectif de cette étude était d'examiner la prévalence des effets non additifs des produits phytopharmaceutiques (PPP) sur les abeilles mellifères (*Apis mellifera*). Nous avons étudié un large ensemble de mélanges comprenant des insecticides et des fongicides ayant des classes chimiques et des modes d'action différents. Les mélanges retenus représentent un échantillon pertinent de PPP qui sont actuellement utilisés dans le monde. Nous avons cherché à savoir si la toxicité expérimentale des mélanges pouvait être prédite sur la base du modèle « Concentration Addition » (CA) pour les tests de toxicité aiguë par contact et par voie orale sur des abeilles adultes. Nous avons mesuré le degré de déviation par rapport aux prédictions d'additivité de la toxicité expérimentale en nous basant sur le modèle éprouvé du ratio de déviation des mélanges (RDM*). En outre, nous avons étudié les seuils RDM appropriés qui devraient être utilisés pour l'identification des effets non additifs en fonction des taux acceptables de résultats faux positifs (alpha) et vrais positifs (bêta). Nous avons constaté qu'un facteur d'écart de RDM = 5 est une référence solide pour l'étiquetage des effets non additifs potentiels dans les plans expérimentaux de toxicité aiguë chez l'abeille adulte lorsqu'on suppose un coefficient de variation (CV %) typique = 100 dans la détermination de la DL₅₀ d'un PPP (un facteur de déviation x2 dans la DL₅₀ résultant de la variabilité inter-expérimentale)**. Nous avons constaté que seulement 2,4 % et 9 % des mélanges évalués présentaient respectivement un RDM > 5 et un RDM < 0,2. La fréquence et l'ampleur de la déviation de l'additivité trouvée pour les abeilles dans cette étude sont cohérentes avec celles d'autres taxons terrestres et aquatiques. Nos résultats suggèrent que l'additivité est une bonne base de référence pour prédire la toxicité des mélanges de PPPs pour les abeilles, et que les rares cas de synergie des mélanges de pesticides pour les abeilles ne sont pas aléatoires mais ont une base physique.

* RDM = DL₅₀ prédite / DL₅₀ mesurée

** Le choix des seuils statistiques est documenté avec précision dans l'article (en libre accès)

Téléchargeable <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722066177>

8- Les frelons asiatiques irlandais sont les descendants des envahisseurs européens

Dillane, E., Hayden, R., O'Hanlon, A., Butler, F., Harrison, S., 2022. The first recorded occurrence of the Asian hornet (*Vespa velutina*) in Ireland, genetic evidence for a continued single invasion across Europe. *Journal of Hymenoptera Research* 93, 131–138. <https://doi.org/10.3897/jhr.93.91209>

Résumé : Le premier signalement du Frelon asiatique (*Vespa velutina*) en Irlande a été signalé en avril 2021 à Dublin. *Vespa velutina* est présent en Europe continentale depuis 2004 et au Royaume-Uni depuis 2016 et constitue une énorme menace pour l'apiculture européenne et les services de pollinisation. Étant donné que l'espèce étend son aire de répartition à un rythme estimé à 75 et 82 km/an en Europe continentale, il est essentiel, d'un point de vue irlandais, de déterminer la trajectoire de cette invasion potentielle et de mieux comprendre la dynamique de dispersion. Trois gènes mitochondriaux ont été séquencés à partir du spécimen irlandais pour déterminer si le spécimen provenait de la population européenne établie ou signifiait un nouveau point d'entrée depuis son aire de répartition d'origine en Chine. En outre, des spécimens du Portugal, de l'Espagne, de la France, de l'Allemagne et des îles Anglo-Normandes ont été séquencés au niveau de ces trois gènes afin de renforcer les études précédentes qui ont affirmé, en se basant uniquement sur l'analyse de la cytochrome oxydase 1 (COI), que l'ensemble de l'aire de répartition de *V. velutina* en Europe représente une invasion unique qui a proliféré depuis le premier enregistrement en France. D'autres données ont été extraites de GenBank pour comparaison. Les résultats révèlent que la lignée d'ADNmt observée à Dublin est la même que celle observée dans toute l'Europe, et donc que l'arrivée de cette espèce en Irlande représente probablement une nouvelle propagation de l'invasion européenne en cours. Les résultats, suggèrent que l'ensemble de la population de *V. velutina* en Europe, qui compte aujourd'hui potentiellement plusieurs millions d'individus, descend d'une seule fondatrice accouplée arrivée de Chine. Ceci démontre le potentiel des insectes exotiques à devenir des nuisibles envahissants par le biais d'importations accidentelles d'un très petit nombre d'individus.

Téléchargeable <https://jhr.pensoft.net/article/91209/>

9- Le microbiote d'*Apis mellifera* joue un rôle dans son immunité et sa résistance à la deltaméthrine

Dong, Z.-X., Tang, Q.-H., Li, W.-L., Wang, Z.-W., Li, X.-J. et al., 2022. Honeybee (*Apis mellifera*) resistance to deltamethrin exposure by Modulating the gut microbiota and improving immunity. *Environmental Pollution* 314, 120340. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120340>

Résumé : Les abeilles mellifères (*Apis mellifera*) sont d'importants insectes d'un point de vue économique, ils jouent un rôle dans la pollinisation et le maintien de l'équilibre écologique. Ces dernières années, l'utilisation de pesticides constitue une menace importante pour les abeilles, avec notamment la deltaméthrine, très nocive et largement utilisée. Dans cette étude, nous avons constaté que l'exposition à la deltaméthrine réduisait considérablement la survie des abeilles d'une manière dose dépendante ($p = 0,025$). De plus, le séquençage métagénomique a révélé que l'exposition à la deltaméthrine réduisait considérablement la diversité du microbiote intestinal des abeilles (Chao1, $p < 0,0001$; Shannon, $p < 0,0001$; Simpson, $p < 0,0001$) et diminuait l'abondance relative des espèces principales du microbiote intestinal. Il est important de noter que dans les études sur la flore intestinale, nous avons constaté que la colonisation par des bactéries intestinales comme *Gilliamella apicola* et *Lactobacillus kunkeei* augmentait considérablement la résistance des abeilles à la deltaméthrine (le taux de survie passe de 16,7 à 66,7 %). Fait intéressant, nous avons constaté que la régulation des gènes d'immunité Defensin-2 et Toll étaient significativement augmentés chez les abeilles après la colonisation par des bactéries intestinales. Ces résultats suggèrent que les bactéries intestinales peuvent protéger contre le stress lié à la deltaméthrine en améliorant l'immunité de l'hôte. Nos constatations justifient la perspective du microbiote intestinal dans la protection des abeilles mellifères contre les contaminants chimiques.

Non téléchargeable gratuitement

10- Les plantes interagissent-elles avec les pollinisateurs via le ratio K/Na de leur pollen ?

Filipiak, M., Shields, M.W., Cairns, S.M., Grainger, M.N.C., Wratten, S.D., 2022. The conserved and high K-to-Na ratio in sunflower pollen: Possible implications for bee health and plant-bee interactions. *Frontiers in Plant Science* 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1042348>

Résumé : Les concentrations de sodium (Na) sont faibles dans les tissus végétaux, et la fonction métabolique du Na dans les plantes est mineure ; cependant c'est un nutriment clé pour les consommateurs de ces mêmes plantes. Les études précédentes se sont focalisées sur la concentration de Na. Néanmoins, le rapport du potassium au sodium équilibré (K/Na) est plus important que la seule concentration de Na puisque les aliments avec un taux élevé du rapport K/Na ont des effets néfastes pour les consommateurs, quelle que soit la concentration de Na. Les plantes peuvent réguler activement le rapport K/Na dans leurs tissus et productions, créant ainsi des interactions plantes-insectes. Les études portant sur les aspects nutritionnels de ces interactions se sont ciblées sur les tissus non reproducteurs et le nectar. Dans cette étude, nous considérons le pollen comme servant une fonction de reproduction primaire pour les plantes aussi bien qu'une nourriture pour les « pollinivores ». Les plantes pourraient réguler les taux de K/Na dans le pollen pour affecter leurs interactions avec les pollinisateurs « pollinivores ». Pour déterminer si un tel mécanisme existe, nous avons manipulé les concentrations de Na dans le sol et mesuré la proportion de K, Na et de 13 autres éléments nutritifs dans le pollen de deux variétés de tournesol (*Helianthus annuus*). Cette approche nous a permis de tenir compte de la qualité nutritionnelle globale du pollen au travers de l'investigation de la proportion des différents éléments qui pouvaient être corrélées aux concentrations de K et de Na. Parmi les éléments étudiés, seules les concentrations de Na et de K étaient fortement corrélées. Dans les pollens, le taux de K/Na était élevé dans les deux variétés indépendamment de la fertilisation du sol en Na, et il est resté élevé indépendamment de la concentration du pollen en Na. Fait intéressant, le rapport K/Na dans le pollen n'a pas diminué, alors que la concentration en Na augmentait dans le pollen. Nous émettons l'hypothèse qu'un taux K/Na élevé dans le pollen pourrait favoriser la fertilisation des plantes et leur développement embryonnaire ; par conséquent, un compromis pourrait exister entre la production d'un pollen avec un rapport K/Na bas en « récompense » pour les pollinisateurs et un pollen avec K/Na élevé pour optimiser le processus de fertilisation des plantes. Il s'agit de la première étude à fournir des données sur la régulation du rapport K/Na dans le pollen par les plantes. Nos résultats élargissent la compréhension des interactions entre les plantes et les abeilles et jettent les bases d'une meilleure compréhension du rôle de la voie sol-plante-pollen-pollinisateur dans le cycle des nutriments dans les écosystèmes. Plus précisément, les coûts inexplorés et les compromis liés à l'équilibre du rapport K/Na par les plantes et les pollinivores pourraient jouer un rôle dans le façonnement passé et actuel de l'écologie de la pollinisation.

Téléchargeable <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2022.1042348/full>