

## SOMMAIRE

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

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

- .....
- 1- Le virus des ailes déformées modifie les performances de butinage des abeilles**  
(Ferreira et al., 2025 ; *Scientific Reports* ; IF 3,9)
  - 2- Quand le climat menace les ressources alimentaires des abeilles mellifères**  
(Quaresma et al., 2025 ; *Nature Communications* ; IF 15,7)
  - 3- Complémentarité de deux techniques de biologie moléculaire pour le dépistage de *N. ceranae*** (Guasco et al., 2025 ; *Veterinary Sciences* ; IF 2,3)
  - 4- Screening par PCR des agents pathogènes présents dans les miels italiens**  
(Tiritelli et al., 2025 ; *PLOS ONE* ; IF 2,6)
  - 5- L'acide formique augmenterait le comportement hygiénique**  
(Ristanić et al., 2025 ; *Insects* ; IF 2,9)
  - 6- Sensibilité de l'Abeille mellifère aux nématodes entomopathogènes**  
(Katlav et al., 2025 ; *Journal of Invertebrate Pathology* ; IF 2,4)
  - 7- *Apis mellifera*, réservoir viral pour les pollinisateurs sauvages**  
(Proesmans et al., 2026 ; *Ecology Letters* ; IF 7,9)
  - 8- Impact d'une supplémentation en acides organiques sur la santé des colonies**  
(Bezabih et al., 2025 ; *Insects* ; IF 2,9)
  - 9- Deux paramètres influençant la composition de la gelée royale**  
(Karlidağ et al., 2025 ; *Scientific Reports* ; IF 3,9)
  - 10- Troisième année de présence de *Varroa* en Australie : perceptions et pratiques des apiculteurs** (Sattler et al., 2025 ; *Ambio* ; IF 5,1)
- .....

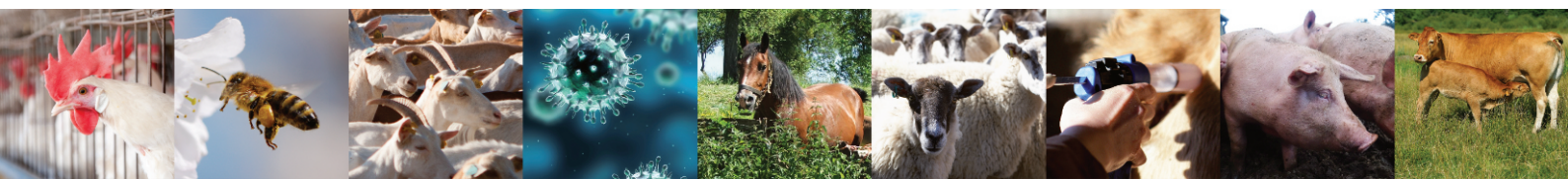
Ont collaboré à ce numéro : B. Saunier, P. Perié, C. Lantuejoul, S. Hoffmann & Ch. Roy

Version anglaise : C. Lantuejoul, 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- Le virus des ailes déformées modifie les performances de butinage des abeilles

Ferreira, H.M., Benaets, K., De Smet, L., de Graaf, D.C., Wenseleers, T., 2025. Deformed wing virus affects foraging success and foraging specialization of honeybee workers. Scientific Reports. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-31753-0>

**Résumé :** Le virus des ailes déformées (DWV) est l'un des principaux responsables des pertes de colonies d'abeilles mellifères, mais ses effets sublétaux sur le comportement alimentaire des adultes restent sous-explorés. En s'appuyant sur des preuves selon lesquelles les infections asymptomatiques par le DWV nuisent à la réactivité au saccharose et sur l'apprentissage associatif, nous avons vérifié si l'infection modifiait le succès de la recherche de nourriture et la spécialisation des abeilles ouvrières. À l'aide d'une expérience contrôlée, 1 000 ouvrières nouvellement émergées ont été soit inoculées avec un lysat de DWV, soit injectées avec un ARN interférent qui supprime la réplication virale. L'activité de butinage, le succès et la spécialisation ont été enregistrés. Les résultats montrent que les abeilles infectées par le DWV ont commencé à butiner plus jeunes (« butinage précoce ») et ont eu une mortalité plus élevée, réduisant leur durée de vie en tant que butineuses. De plus, les butineuses de nectar infectées étaient significativement moins susceptibles de revenir avec du nectar, et lorsqu'elles le faisaient, celui-ci contenait des concentrations de sucre nettement inférieures à celles des abeilles témoins. À l'inverse, les abeilles infectées étaient légèrement plus susceptibles de revenir avec du pollen et montraient une plus grande spécialisation dans la recherche de pollen, bien que les poids de charge de pollen étaient similaires entre les traitements. Ces résultats indiquent que le DWV perturbe plusieurs aspects de l'écologie de la recherche de nourriture en accélérant la maturation comportementale, en raccourcissant la durée de vie des butineuses, en réduisant le rendement et la qualité du nectar et en déplaçant la préférence des ressources vers le pollen. De tels changements peuvent refléter une réponse compensatoire à une collecte de nectar altérée, mais pourraient néanmoins compromettre les apports nutritifs des colonies, en particulier lorsque le nectar de haute qualité est rare. Les résultats concordent avec des travaux antérieurs liant le DWV à un butinage altéré, à une altération de la spécialisation en matière de recherche de nourriture, et à une survie réduite des abeilles, soulignant les coûts sublétaux importants du DWV. En réduisant la recherche de nectar sans affecter les charges de pollen, le DWV peut limiter les réserves de miel et l'élevage du couvain pendant les périodes de forte demande, contribuant ainsi aux pertes saisonnières. Même une baisse modérée de la recherche de nectar peut nuire à la résilience de la colonie, soulignant la nécessité de prendre en compte le rôle du DWV dans la crise des pollinisateurs.

Téléchargeable <https://www.nature.com/articles/s41598-025-31753-0.pdf>

## 2- Quand le climat menace les ressources alimentaires des abeilles mellifères

Quaresma, A., Baveco, J.M., Brodschneider, R., Buddendorf, W.B., Carreck, N.L., Gratzner, K., Hatjina, F., Kilpinen, O., Roessink, I., Vejsnaes, F., van der Steen, J., Pinto, M.A., Keller, A., 2025. Honey bee food resources under threat from climate change. Nature Communications. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-68085-6>

**Résumé :** Les interactions plantes-pollinisateurs sont essentielles à la productivité des plantes, mais elles sont confrontées à des menaces croissantes liées au changement climatique, notamment la perte de végétation et l'inadéquation de la floraison. Pourtant, les conséquences sur les ressources alimentaires des abeilles restent mal comprises à l'échelle continentale. Un total de 2500 échantillons de pollen a été collecté par des abeilles mellifères (*Apis mellifera*) entre mai et août 2023 dans 310 sites à travers l'Europe à l'aide du métabarcoding ITS2. Des courbes de réponse climatique des ressources florales ont été établies et les risques de dépassement de perte d'interaction selon des scénarios climatiques projetés ont été évalués. Les résultats révèlent que la hausse des températures et la réduction des précipitations diminuent la diversité des ressources alimentaires en Europe, poussant de nombreuses plantes au-delà des limites critiques. Lorsque le réchauffement et la sécheresse coïncident, le potentiel de résilience grâce à un tampon temporel ou spatial est fortement limité. Ces déclins posent de sérieux risques pour la nutrition des abeilles, le fonctionnement des écosystèmes et la sécurité alimentaire. L'étude souligne l'urgence d'atténuer le changement climatique afin de préserver les systèmes vitaux de plantes et de pollinisateurs et les services qu'ils soutiennent.

Téléchargeable <https://www.nature.com/articles/s41467-025-68085-6.pdf>

### 3- Complémentarité de deux techniques de biologie moléculaire pour le dépistage de *N. ceranae*

Guasco, C., Mogliotti, P., Zoccola, R., Goria, M., Gamberoni, A., Ghisellini, P., Garbati, P., Rando, C., Ottoboni, S., Barbieri, R., Eggenhöfner, R., 2025. Comparative Evaluation of qPCR and Digital PCR for the Detection of *Nosema ceranae* in Honey Bees. *Veterinary Sciences*. <https://doi.org/10.3390/vetsci12121175>

**Résumé :** Les abeilles mellifères sont essentielles à l'agriculture et au maintien de la biodiversité mondiale, mais leurs populations sont de plus en plus affectées par de multiples facteurs de stress, notamment le parasite microsporidien *Nosema ceranae*. Une détection précoce et efficace de cet agent vivant pathogène est donc importante pour prévenir les pertes de colonies et maintenir les services de pollinisation. Notre étude compare les techniques qPCR et ddPCR\* pour la détection de *N. ceranae* chez les abeilles adultes et dans les débris de ruches. Nous démontrons que la qPCR convient au dépistage en routine, tandis que la ddPCR offre une sensibilité plus élevée et une meilleure quantification, en particulier dans les cas d'infections de faible intensité. La forte concordance entre les résultats des deux tests sur les échantillons d'abeilles associée à la capacité de détection améliorée de la ddPCR dans les débris, démontre leur intérêt complémentaire dans la surveillance de la santé des abeilles. Notre étude fournit la première comparaison expérimentale entre la qPCR et la ddPCR appliquées à des échantillons appariés provenant du terrain (abeilles et débris de ruche), établissant ainsi un cadre diagnostique sensible et pratique pour la surveillance de *N. Ceranae*. En améliorant la précision et la sensibilité du diagnostic, ces examens complémentaires permettent aux apiculteurs, aux vétérinaires et aux laboratoires de diagnostic de détecter les infections plus tôt, de mettre en œuvre des mesures de contrôle ciblées et, en fin de compte, de promouvoir la santé et la durabilité des populations de pollinisateurs.

\* la qPCR aussi appelé PCR quantitative est une méthode de laboratoire couramment utilisée, tandis que la ddPCR pour « Digital Droplet PCR » (ou PCR digitale) est beaucoup plus sensible et précise pour la quantification, mais elle est peu employée pour les examens de laboratoire en apiculture.

Téléchargeable <https://www.mdpi.com/2306-7381/12/12/1175/pdf?version=1765356358>

### 4- Screening par PCR des agents pathogènes présents dans les miels italiens

Tiritelli, R., Marazzan, G.L., Costa, C., Nanetti, A., Cilia, G., 2025. Molecular detection of bee pathogens in honey from various botanical origins. *PLOS ONE* 20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0336324>

**Résumé :** Les populations d'abeilles mellifères jouent un rôle crucial dans la pollinisation et la sécurité alimentaire mondiale. Récemment, le recours à la biologie moléculaire appliquée sur le miel a été proposée comme un outil puissant et non invasif pour détecter et surveiller les agents pathogènes et parasites des abeilles mellifères. Notre étude a analysé 679 échantillons de miel provenant de toutes les régions italiennes afin de détecter la présence de huit agents vivants pathogènes (les virus DWV, CBPV, ABPV, BQCV, KBV et les parasites *Nosema ceranae*, *Crithidia mellificae*, *Lotmaria passim*) à l'aide de tests qPCR. Au total, 97,5 % des échantillons de miel ont été testés positifs pour au moins un de ces agents pathogènes, les plus répandus étant le DWV (81,7 %), *N. ceranae* (56,1 %) et le CBPV (56,0 %). Aucun des échantillons n'a été testé positif pour le KBV ou pour *C. mellificae*. Les analyses statistiques ont révélé des variations significatives dans la prévalence des agents pathogènes et le nombre de copies en fonction du type de miel, de son origine géographique et des corrélations entre les différents cocktails d'agents pathogènes. De plus, la co-présence était courante, plus de 77 % des échantillons de miel contenant plusieurs agents pathogènes. Ces résultats confirment que l'analyse du miel est une méthode efficace et valable pour la surveillance des agents pathogènes dans les populations d'abeilles mellifères. En fournissant des informations précieuses sur la dynamique des agents pathogènes, cette approche pourrait améliorer la surveillance épidémiologique et contribuer à l'amélioration des stratégies de gestion de la santé des abeilles mellifères.

Téléchargeable <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0336324&type=printable>

## 5- L'acide formique augmenterait le comportement hygiénique

Ristanić, M., Glavinić, U., Stevanović, J., Cvetković, T., Mijatović, A., Vejnović, B., Stanimirović, Z., 2025. Formic Acid-Based Preparation in *Varroa destructor* Control and Its Effects on Hygienic Behavior of *Apis mellifera*. *Insects*. <https://doi.org/10.3390/insects16121236>

**Résumé :** *Varroa destructor* demeure une menace majeure pour la santé de l'Abeille mellifère (*Apis mellifera*), nécessitant des stratégies de lutte efficaces et durables. Dans cette étude, l'efficacité varroicide et les effets sur le comportement hygiénique d'un médicament vétérinaire à base d'acide formique (Formic Pro™) ont été testés sur des colonies d'abeilles. Soixante colonies ont été réparties en trois groupes : le groupe Formic Pro™ (n = 30), un témoin positif traité à l'amitraz (n = 15) et un témoin négatif non traité (n = 15). L'efficacité a été évaluée par le comptage quotidien des chutes d'acariens, tandis que le comportement hygiénique a été mesuré avant et après traitement par la méthode du couvain tué à l'aiguille (« pin-killed brood »). Le groupe Formic Pro™ a atteint un taux de mortalité de *Varroa* de 88,37 % ± 0,23, contre une efficacité de 94,30 % ± 0,95 pour l'amitraz. Le traitement a été bien toléré, sans perte de reine, avec des effets minimes et transitoires sur le couvain, suivis d'une brève "barbe" sur la planche d'envol le premier jour de l'essai. Le comportement hygiénique a augmenté de manière significative dans le groupe Formic Pro™ (PCC passant de 96,69 % à 99,01 %, p < 0,001), alors qu'il a décliné dans le témoin négatif et est resté inchangé dans le groupe témoin positif. Ces résultats démontrent que ce produit à base d'acide formique offre une efficacité acaricide élevée, est bien toléré par les colonies et stimule un mécanisme de défense comportemental clé *via* le comportement hygiénique, offrant des bénéfices tant pour le contrôle de *Varroa* que pour la résilience de la colonie.

Téléchargeable <https://www.mdpi.com/2075-4450/16/12/1236/pdf?version=1765018939>

## 6- Sensibilité de l'Abeille mellifère aux nématodes entomopathogènes

Katlav, A., Aryal, S., Dhakal, M., Duncan, M., House, C.M., Nielsen, U.N., Cook, J., Spooner-Hart, R., Riegler, M., 2025. The enemy of my enemy is not always my friend: Susceptibility of honey bee to entomopathogenic nematodes. *Journal of Invertebrate Pathology*. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2025.108524>

**Résumé :** Les nématodes entomopathogènes (NEP) sont des agents de lutte biologique efficaces contre les insectes ravageurs du sol\*. Pourtant les risques qu'ils posent aux insectes non cibles sont sous-étudiés, particulièrement lorsqu'ils sont appliqués hors des environnements souterrains. Avec l'intérêt croissant pour les applications aériennes de NEP, comme sur le feuillage des cultures ou contre les parasites de l'Abeille mellifère (*Apis mellifera*) dans les ruches, il est essentiel d'évaluer leurs effets sur les abeilles. Nous avons mené une évaluation à grande échelle de la sensibilité du couvain et des ouvrières adultes à des isolats de NEP australiens *ex situ* et *in situ*. À 25 °C, les bio-essais sur papier filtre ont montré que les larves (dernier stade) étaient très sensibles à tous les isolats de NEP, *Heterorhabditis indica* étant le plus impactant. L'augmentation de la température de l'essai à 33 °C a légèrement réduit l'action des isolats, bien que tous soient restés pathogènes. De même, les ouvrières adultes étaient très sensibles, avec une nouvelle fois une plus grande virulence pour *H. indica*. Inversement, *Steinernema feltiae* était l'espèce la moins virulente, bien qu'elle soit toujours capable de provoquer une mortalité élevée tant chez les larves que chez les ouvrières. Curieusement, *Varroa destructor* a augmenté la sensibilité à *S. feltiae* mais pas à *H. indica*. Dans des conditions similaires à celles d'une colonie, le traitement direct des cellules de couvain non-operculé et operculé par *H. indica* a causé une mortalité de 19 % chez les larves, 5,5 % chez les nymphes et 18 % chez les ouvrières adultes. Globalement, nos résultats indiquent que les applications aériennes de NEP nécessitent des précautions pour protéger les abeilles, particulièrement pendant le butinage ou pour une utilisation en ruche.

\* Les nématodes entomopathogènes sont des vers microscopiques du sol qui parasitent et tuent les insectes grâce à des bactéries symbiotiques libérées dans l'hôte. Ils sont utilisés en lutte biologique, par exemple pour lutter contre le charançon rouge du palmier (*Rhynchophorus ferrugineus*).

Téléchargeable <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022201125002587?via%3Dihub>

## 7- *Apis mellifera*, réservoir viral pour les pollinisateurs sauvages

Proesmans, W., Alaux, C., Albrecht, M., Bassit, K., Cyrille, N., Dalmon et al. , 2026. Drivers of Viral Prevalence in Landscape-Scale Pollinator Networks Across Europe: Honey Bee Viral Density, Niche Overlap With This Reservoir Host and Network Architecture. Ecology Letters. <https://doi.org/10.1111/ele.70309>

**Résumé :** Le transfert de virus depuis les pollinisateurs domestiques, en particulier l'Abeille mellifère, constitue une menace potentielle pour les pollinisateurs sauvages. Ce risque pourrait être accentué par les changements d'usage des sols. À partir de modèles et de données sur les interactions plantes-pollinisateurs de 48 paysages urbains et agricoles en Europe, cette étude met en évidence les mécanismes écologiques qui sous-tendent la transmission virale à l'échelle des paysages. Les résultats montrent que l'identité des hôtes, l'architecture des réseaux écologiques et l'usage des sols influencent fortement la dynamique de plusieurs virus (virus de la cellule royale noire – BQCV, virus des ailes déformées – DWV-A et DWV-B). La prévalence des virus chez les pollinisateurs sauvages est principalement déterminée par la densité virale chez l'hôte réservoir, l'Abeille mellifère, et dans une moindre mesure par le chevauchement de niche trophique avec celle-ci. Les réseaux écologiques fortement modulaires (tendance de certaines espèces à interagir constamment entre elles) limitent la prévalence du BQCV, en réduisant le chevauchement de niche avec les abeilles mellifères, ce qui suggère une transmission limitée entre pollinisateurs sauvages. Par ailleurs, les paysages accueillant une forte abondance de pollinisateurs sauvages atténuent la transmission du DWV-B. En milieu urbain, les abeilles mellifères présentent une prévalence plus élevée du BQCV, tandis que celle-ci est plus faible chez les pollinisateurs sauvages. Les maladies affectant les colonies d'abeilles mellifères, combinées aux changements d'usage des sols qui concentrent les aires de butinage, constituent un facteur de risque majeur pour la santé virale des pollinisateurs sauvages.

Téléchargeable <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/ele.70309>

## 8- Impact d'une supplémentation en acides organiques sur la santé des colonies

Bezabih, G., Atsbha, T., Altaye, S.Z., Zhou, Q., Li, J., Pirk, C.W.W., Zhu, C., Fang, Y., 2025. Organic Acid Supplementation in Worker Honeybees (*Apis mellifera*): Impacts on Glandular Physiology and Colony Resilience. Insects. <https://doi.org/10.3390/insects16121203>

**Résumé :** Les abeilles mellifères nécessitent des nutriments diversifiés pour la croissance larvaire, le développement des adultes et la santé de la colonie. La qualité du pollen influence considérablement la reproduction, la productivité et la croissance. Les substances bioactives issues des glandes des abeilles renforcent la santé de la colonie ; des études récentes montrent qu'un apport optimal en acide citrique prolonge la durée de vie, stimule la consommation de pollen, accélère le développement des glandes mandibulaires et améliore la qualité de la gelée royale. Cette revue examine les effets de l'ingestion d'acides organiques sur le développement glandulaire et la santé globale, offrant des perspectives pour l'apiculture et le développement de compléments alimentaires. Les lacunes de la recherche concernant la supplémentation en acides organiques et ses bénéfices sanitaires sont identifiées. L'impact de différentes concentrations d'acides organiques sur la biosynthèse du 10-HDA dans les glandes mandibulaires, ainsi que les protéines régulatrices clés influençant son expression, sont résumés. Ces conclusions soulignent les bénéfices des compléments d'acides organiques pour le développement glandulaire des ouvrières, orientant les futures recherches et les applications pratiques en apiculture.

Téléchargeable <https://www.mdpi.com/2075-4450/16/12/1203/pdf?version=1764166606>



## 9- Deux paramètres influençant la composition de la gelée royale

Karlıdağ, S., Basgel, S., Maraş, Z., Uyumlu, A.B., Demir, N., Uğur, Y., Akyol, A., Köseman, A., Yıl, G., Yilmaztekin, M., Şeker, İ., Erdoğan, S., 2025. Effects of sugar type and regional variation on the biochemical composition of royal jelly (*Apis mellifera* L.). Scientific Reports. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-32825-x>

**Résumé :** La gelée royale, en raison de sa composition biochimique riche, est largement utilisée en apithérapie et en nutrition humaine. Pour accroître leur production, les colonies d'abeilles mellifères reçoivent souvent une complémentation avec des sources artificielles de glucides. Cette étude réalisée en Turquie visait à examiner comment différents lieux (Doğanşehir et Uluköy) et types de glucides influencent la composition biochimique de la gelée royale, y compris la teneur en sucres, l'activité enzymatique et les composés phénoliques. Les résultats ont révélé que le lieu et la source de glucides affectaient tous deux de manière significative le profil biochimique des échantillons. Le groupe nourri au glucose à Doğanşehir présentait la teneur la plus élevée en acide 10-hydroxy-trans-2-décénoïque (10-HDA) (2,77 %, p/p ; p < 0,001), tandis que le groupe témoin de Doğanşehir présentait la plus faible (1,41 %, p/p ; p < 0,001). Les conditions environnementales à Doğanşehir ont semblé favoriser la production de 10-HDA, et l'alimentation au glucose s'est avérée être une stratégie efficace pour l'optimiser. Bien que les niveaux de glucose, de fructose et de saccharose soient similaires entre les sites, la teneur en maltose différait de manière significative. Les ratios de glucose les plus élevés ont été détectés dans le groupe nourri au substitut (bee-feed) à Doğanşehir (3,82 %) et dans le groupe nourri au substitut à Uluköy (3,57 %). L'activité de l'invertase ( $4,51 \pm 1,34$  U/mL) et de la catalase ( $21,78 \pm 0,80$  U/mL) était la plus élevée chez les abeilles nourries au glucose, tandis que ces paramètres étaient les plus bas dans le groupe nourri au saccharose (respectivement  $0,72 \pm 0,16$  et  $11,25 \pm 2,66$  U/mL ; p < 0,01). L'alimentation au glucose a nettement augmenté les niveaux d'invertase, de catalase, de protéines totales, d'acides aminés, de proline et de 10-HDA dans la gelée royale (p < 0,01). En conclusion, les facteurs environnementaux tout comme l'alimentation à base de glucides exercent des effets significatifs sur la composition biochimique de la gelée royale.

Téléchargeable <https://www.nature.com/articles/s41598-025-32825-x.pdf>

## 10- Troisième année de présence de *Varroa* en Australie : perceptions et pratiques des apiculteurs

Sattler, C., Barron, A.B., Colin, T., 2025. Beekeeper attitudes towards the management of *Varroa destructor* in Australia. Ambio 1–11. <https://doi.org/10.1007/s13280-025-02307-5>

**Résumé :** Arrivé en Australie en juin 2022, *Varroa destructor* est aujourd'hui le principal parasite menaçant l'Abeille mellifère (*Apis mellifera*). Cet acarien affaiblit les colonies et favorise la transmission de virus. Cette étude s'intéresse à la manière dont les apiculteurs australiens perçoivent les méthodes biotechniques de lutte contre Varroa, ainsi qu'au niveau de confiance qu'ils leur accordent, afin de comprendre les freins à leur adoption. Pour cela, une enquête en ligne complétée par des entretiens a été menée auprès d'apiculteurs de loisirs, semi-professionnels et professionnels. Les données ont été analysées à l'aide de modèles linéaires généralisés et d'une analyse de contenu. Les résultats montrent que, malgré un intérêt marqué pour des alternatives non chimiques, la majorité des apiculteurs continue de privilégier les traitements chimiques. Bien que 80 % d'entre eux aient connaissance des solutions biotechniques, celles-ci restent peu utilisées en raison de contraintes de temps, de difficultés pratiques et de doutes quant à leur efficacité. Les entretiens mettent également en évidence un manque d'informations accessibles et des difficultés propres au contexte australien, notamment des risques élevés de réinfestation et la présence simultanée d'autres parasites comme le petit coléoptère des ruches. Les résultats soulignent l'importance de renforcer la formation et l'accompagnement des apiculteurs afin de promouvoir une gestion plus durable de *Varroa destructor*, et fournissent des orientations pour les recherches futures en tenant compte des réalités du terrain et des besoins du secteur professionnel.

Téléchargeable <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s13280-025-02307-5.pdf>