

SOMMAIRE

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

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

.....

1- Les microplastiques sont-ils également dangereux pour les abeilles ?

(Balzani et al., 2022 ; *Environmental Pollution* ; IF 8,07)

2- Influence des vitamines B sur l'alimentation d'*Apis mellifera*

(Elsayeh et al., 2022 ; *Frontiers in Sustainable Food Systems* ; IF 3,04)

3- La carence pollinique est responsable d'un vieillissement prématuré de l'ouvrière

(Martelli et al., 2022 ; *Insect Biochemistry and Molecular Biology* ; IF 4,71)

4- *Bacillus thuringiensis* : biologique mais pas anodin pour les abeilles mellifères

(Steinigeweg et al., 2022 ; *Microbial Ecology* ; IF 4,55)

5- Une méthode peu invasive pour dépister les infections par *Paenibacillus larvae*

(Bassi et al., 2022 ; *Frontiers in Veterinary Science* ; IF 3,41)

6- L'invasion sud-européenne par le Frelon asiatique retracée à l'aide de la génétique

(Quaresma et al., 2022 ; *Biological Invasions* ; IF 3,13)

7- Une évaluation par l'EFSA des risques liés aux HMF présents dans les produits de nourrissage

(Bodin et al., 2022 ; *EFSA Journal* ; IF 3,34)

8- Les mécanismes du désir existent-ils chez *Apis mellifera* ?

(Huang et al., 2022 ; *Science* ; IF 47,73)

9- *Apis mellifera* est loin de pouvoir assumer seule toutes les pollinisations agricoles

(Mashilingi et al., 2022 ; *Agriculture Ecosystems & Environment* ; IF 5,57)

10- Des virus d'*Apis mellifera* détectés chez *Vespa orientalis*

(Power et al., 2022 ; *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* ; IF 5,29)

.....

Ont collaboré à ce numéro : A. Ménage, 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- Les microplastiques sont-ils également dangereux pour les abeilles ?

Balzani, P., Galeotti, G., Scheggi, S., Masoni, A., Santini, G., Baracchi, D., 2022. Acute and chronic ingestion of polyethylene (PE) microplastics has mild effects on honey bee health and cognition. *Environmental Pollution* 305, 119318. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119318>

Résumé : L'utilisation massive de plastique par l'être humain a contribué à l'échelle mondiale à la production d'énormes quantités de déchets et représente l'un des problèmes les plus marquants de l'Anthropocène. Les microplastiques (MPs) ont été détectés dans presque tous les environnements et constituent une menace potentielle pour une variété d'espèces végétales et animales. De nombreuses études ont fait état d'une variété importante d'effets, allant de négligeables à néfastes, des MPs sur les organismes aquatiques. En revanche, on en sait beaucoup moins sur leurs effets sur le biote terrestre, et notamment sur le comportement et la cognition des animaux. Nous avons évalué la toxicité orale des MPs de polyéthylène (PE) à trois concentrations différentes (0,5, 5 et 50 mg L⁻¹) et à différentes durées (1 jour et 7 jours d'exposition) et testé leurs effets sur la survie, la prise de nourriture, la réactivité et l'habituation au saccharose, l'apprentissage olfactif appétitif et la mémoire chez l'Abeille mellifère *Apis mellifera*. Nous avons constaté que les ouvrières n'étaient pas complètement insensibles à l'ingestion aiguë et prolongée de ce polymère. Un effet significatif du PE sur la mortalité des abeilles a été trouvé pour la concentration la plus élevée mais pas pour les plus faibles. Le PE a affecté le comportement alimentaire d'une manière dépendante de la concentration, les abeilles consommant plus de nourriture que les témoins lorsqu'elles sont exposées à une faible concentration de PE. En ce qui concerne nos expériences comportementales et cognitives, une concentration élevée de PE a uniquement affecté la capacité des abeilles à répondre de manière cohérente au saccharose mais les tests de sensibilité et d'habituation au saccharose et ceux évaluant les capacités d'apprentissage et de mémoire n'ont pas été significativement affectés, même en cas d'une exposition prolongée. Bien que ces derniers résultats puissent sembler quelque peu encourageants, nous avons discuté des raisons pour lesquelles la prudence est de mise avant d'exclure la possibilité que les particules de PE à des concentrations environnementales soient nocives pour les abeilles mellifères.

Non téléchargeable gratuitement

2- Influence des vitamines B sur l'alimentation d'*Apis mellifera*

Elsayeh, W.A., Cook, C., Wright, G.A., 2022. B-Vitamins Influence the Consumption of Macronutrients in Honey Bees. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 0. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.804002>

Résumé : Les insectes ont besoin de sources alimentaires de vitamines B, mais on sait relativement peu de choses sur la question de savoir s'ils régulent l'apport en vitamines B de la même façon qu'ils régulent les autres nutriments. Les abeilles mellifères répondent à leurs besoins en vitamine B principalement grâce au pollen qu'elles récoltent. En utilisant la géométrie nutritionnelle*, nous avons constaté que les abeilles mellifères régulent activement leur apport en vitamines selon la règle de Bertrand**. Nous avons nourri les abeilles avec un régime d'acides aminés essentiels (AAE) et d'hydrates de carbones/glucides pour déterminer comment l'ajout de vitamines B affectait la régulation de ces macronutriments. Dans nos expériences, les abeilles ont préféré les vitamines à des concentrations comparables à celles trouvées dans leurs aliments naturels (pollen, pain d'abeille et gelée royale). Les abeilles ont régulé activement la niacine autour d'une valeur optimale. Le fait de compléter l'alimentation des abeilles mellifères avec des vitamines B a influencé la quantité d'AAE et de glucides ingérés différemment selon le type de vitamine. La mortalité des abeilles mellifères a augmenté dans les groupes à faible et moyenne concentration en acide folique et à faible concentration en niacine. Vers la fin de l'étude, une augmentation de la mortalité a été observée dans le groupe témoin présentant une concentration élevée en acide pantothenique par rapport aux groupes à faible et moyenne concentration de cet acide. Cette étude fournit des renseignements sur la régulation de l'apport alimentaire des abeilles mellifères et leurs préférences alimentaires et établit la base d'études futures portant sur les vitamines B dans le régime alimentaire des abeilles mellifères.

* La géométrie nutritionnelle est une approche intégrative qui doit représenter l'animal, l'environnement et les bases nutritionnelles d'interaction entre l'animal et l'environnement. (Simpson et Raubenheimer, 1993)

** La règle de Bertrand stipule que la consommation d'un micronutriment spécifique à faible concentration entraîne un bénéfice croissant jusqu'à atteindre un niveau optimal. (Bertrand, 1913)

Téléchargeable <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2022.804002/full>

3- La carence pollinique est responsable d'un vieillissement prématuré de l'ouvrière

Martelli, F., Falcon, T., Pinheiro, D.G., Simões, Z.L.P., Nunes, FrancisM.F., 2022. Worker bees (*Apis mellifera*) deprived of pollen in the first week of adulthood exhibit signs of premature aging. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 103774. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2022.103774>

Résumé : Les populations de pollinisateurs, y compris les abeilles, sont en déclin rapide dans de nombreuses régions du monde, ce qui soulève des préoccupations quant à l'avenir des écosystèmes et de la production alimentaire. Parmi les facteurs impliqués dans ces déclins, la mauvaise alimentation mérite une attention particulière. Le régime alimentaire consommé par les abeilles ouvrières adultes (*Apis mellifera*) est crucial pour leur maturation comportementale, c'est-à-dire la division progressive du travail qu'elles effectuent, par exemple en étant nourricières au début de leur vie pour devenir butineuses plus tard. On sait qu'une mauvaise nutrition de pollen réduit la durée de vie des ouvrières, mais les mécanismes physiologiques et génétiques sous-jacents ne sont pas bien compris. Nous étudions ici comment le manque de pollen dans l'alimentation des ouvrières au cours de leur première semaine de vie peut affecter les phénotypes liés à l'âge. Au cours des sept premiers jours de la vie adulte, les ouvrières nouvellement émergées ont été nourries soit d'un régime sans pollen « PD » imitant celui que peut recevoir une abeille plus âgée, soit d'un régime témoin riche en pollen « PR », comme généralement consommé par les jeunes abeilles. Les abeilles nourries au « PD » ont montré des altérations du transcriptome de leur corps gras, comme le passage d'un métabolisme à base de protéines et de lipides vers un métabolisme à base de glucides, ainsi qu'une expression réduite des gènes impliqués dans la réponse immunitaire. L'absence de pollen dans l'alimentation a également entraîné une accumulation de marqueurs de stress oxydatif dans les tissus des corps gras et des altérations dans les profils d'hydrocarbures cuticulaires, qui sont devenus semblables à ceux des abeilles chronologiquement plus âgées. Rassemblées, nos données indiquent que l'absence de pollen au cours de la première semaine d'âge déclenche l'apparition prématurée d'un phénotype d'ouvrière plus âgée.

Non téléchargeable gratuitement

4- *Bacillus thuringiensis* : biologique mais pas anodin pour les abeilles mellifères

Steinigeweg, C., Alkassab, A.T., Erler, S., Beims, H., Wirtz, I.P., Richter, D., Pistorius, J., 2022. Impact of a Microbial Pest Control Product Containing *Bacillus thuringiensis* on Brood Development and Gut Microbiota of *Apis mellifera* Worker Honey Bees. *Microbial Ecology*. <https://doi.org/10.1007/s00248-022-02004-w>

Résumé : Afin d'éviter les effets secondaires indésirables potentiels des produits phytosanitaires, les agents microbiens de lutte antiparasitaire (AMLA) sont couramment utilisés comme alternatives biologiques. Cette étude visait à évaluer l'innocuité d'un AMLA utilisant la bactérie *Bacillus thuringiensis* ssp. *aizawai* (souche : ABTS-1857) distribué à des colonies d'abeilles mellifères par nourrissage à des doses comparables à celles d'une exposition environnementale. Les effets de *B. thuringiensis* (*B. t.*) sur le développement du couvain et les populations bactériennes du microbiome intestinal essentiel (*Bifidobacterium asteroides*, *Gilliamella apicola*, le groupe des *Lactobacillus* et *Snodgrassella alvi*) des ouvrières ont été étudiés. Nous avons noté une inhibition du développement des larves et globalement un taux de mortalité du couvain plus élevé dans les colonies traitées par rapport aux colonies témoins. En ce qui concerne le microbiome intestinal, toutes les abeilles des colonies du groupe traité ont montré des quantifications bactériennes significativement plus basses par rapport à ceux du groupe témoin ; on peut donc supposer un effet général sur le microbiome intestinal. Par conséquent, l'exposition des colonies à la souche ABTS-1857 de *B. t.* dans des conditions proches d'une exposition terrain a eu un effet négatif sur le développement du couvain et a provoqué une dysbiose du microbiome intestinal. D'autres études avec des produits à base de *B. t.* appliqués sur des cultures attractives pour les abeilles seraient nécessaires pour évaluer le risque potentiel des AMLAs sur les abeilles mellifères.

Téléchargeable <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00248-022-02004-w.pdf>

5- Une méthode peu invasive pour dépister les infections par *Paenibacillus larvae*

Bassi, S., Galletti, G., Carpana, E., Palminteri, S., Bosi, F., Loglio, G., Carra, E., 2022. Powdered Sugar Examination as a Tool for the Assessment of *Paenibacillus larvae* Infection Levels in Honey Bee Colonies. *Frontiers in Veterinary Science* 0. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.853707>

Résumé : La loque américaine (AFB) est une maladie contagieuse et grave du couvain des abeilles mellifères causée par la bactérie sporulante *Paenibacillus larvae*. Le dépistage des colonies d'abeilles infectées par *P. larvae* est cruciale pour le contrôle de la loque américaine. Nous avons étudié la possibilité d'identifier les niveaux d'infection par *P. larvae* dans les colonies d'abeilles mellifères à travers l'examen d'échantillons de sucre en poudre collectés dans les ruches. Le sucre en poudre a été saupoudré sur les têtes de cadres au-dessus du couvain et collecté sur une feuille de papier placée au fond de la ruche. Trois groupes de colonies d'abeilles ont été examinés : *Groupe A1* - colonies présentant des signes cliniques de la loque américaine (n = 11) ; *Groupe A2* - colonies asymptomatiques situées dans des ruchers où se trouvent des colonies présentant des signes de la loque américaine (n = 59) ; *Groupe B* - colonies asymptomatiques présentes dans des ruchers sans aucun cas clinique de la maladie (n = 49). Les résultats ont montré qu'il y avait une différence significative dans le comptage des spores entre les groupes et leur appartenance ou non à des ruchers atteints par la loque américaine. Sur la base des résultats obtenus, la mise en culture d'échantillons de sucre en poudre prélevés sur les planchers de ruches pourrait être un outil efficace pour l'évaluation quantitative non destructive des infections à *P. larvae* dans les colonies d'abeilles mellifères.

Téléchargeable <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2022.853707/full>

6- L'invasion sud-européenne par le Frelon asiatique retracée à l'aide de la génétique

Quaresma, A., Henriques, D., Godinho, J., Maside, X., Bortolotti, L., Pinto, M.A., 2022. Invasion genetics of the Asian hornet *Vespa velutina nigrithorax* in Southern Europe. *Biological Invasions* 24, 1479–1494. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02730-9>

Résumé : En 2004, *Vespa velutina* a été vu pour la première fois en France. Depuis, ce féroce prédateur de l'Abeille mellifère s'est propagé dans de nombreux pays donnant naissance à l'une des plus phénoménales invasions de l'Europe par un insecte. Une étude précoce en France a montré que la population était génétiquement appauvrie étant donné qu'elle était issue d'une seule reine introduite depuis la Chine. Ici, nous dévoilons la génétique de l'invasion par *V. velutina* plus loin en Europe après avoir surveillé les péninsules ibériques et italiennes en utilisant des marqueurs cytonucléaires. Nos résultats montrent que la colonisation en Espagne, au Portugal et en Italie est partie de la population française, aboutissant à l'élimination de l'hypothèse d'introductions multiples à partir de la population originelle. Alors que l'Espagne et l'Italie ont été majoritairement colonisées par une extension progressive de la population venant de France, au Portugal l'invasion s'est faite par un saut à distance. Ces deux modes de progression ont été accompagnés par une réduction significative de la diversité génétique, avec des pertes plus importantes pour le Portugal (Ar = 17,4 % ; uHe = 42,3 %)*, que pour l'Espagne (Ar = 9,0 % ; uHe = 20,6 %)* ou l'Italie (Ar = 16,3% ; uHe = 26,8%)*. Au Portugal, la caractérisation de la différenciation et de la structure de la population, associée au mode d'introduction, ont permis de détecter un contact secondaire entre les individus disséminés à partir de l'extension progressive de la population primaire en France et ceux disséminés à partir de la population introduite par un saut à distance. La détection de migrants de première génération dans les trois pays suggère un pont génétique continu qui apporte de nouveaux allèles, et cet effet est plus fort au Portugal, comme le reflète une augmentation de 20,3 % de la richesse allélique. Dans l'ensemble, cette étude fournit des informations supplémentaires sur la génétique de l'invasion de *V. velutina* en Europe, qui peuvent aider à élaborer des stratégies pour gérer cette menace majeure pour l'apiculture.

* : Ar = Richesse en allèles, uHe : Hétérozygotie attendue sans biais dû à la différence de taille des échantillons

Non téléchargeable gratuitement

7- Une évaluation par l'EFSA des risques liés aux HMF présents dans les produits de nourrissage

Bodin, L., Mazo, J. del, Grasl-Kraupp, B., Hogstrand, C., Leblanc, J.-C., Bignami et al., 2022. Evaluation of the risks for animal health related to the presence of hydroxymethylfurfural (HMF) in feed for honey bees. EFSA Journal 20. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7227>

Résumé : La Commission européenne a demandé à l'EFSA d'évaluer le risque pour la santé animale lié à la présence d'hydroxyméthylfurfural (HMF) dans les produits de nourrissage pour abeilles. L'HMF est un produit de dégradation de certains sucres et peut être présent dans les aliments que l'on donne aux abeilles. L'HMF présente une faible toxicité aiguë pour les abeilles mais provoque une surmortalité en cas d'exposition chronique. Une limite inférieure de 10 % par rapport à la dose de référence (BMDL₁₀) correspondant à 1,16 µg de HMF par abeille par jour a été calculée à partir des mortalités observées dans une étude sur 20 jours. Cette valeur peut servir comme point de référence couvrant également la mortalité des larves, des faux-bourçons et des reines pour lesquels aucune donnée de toxicité n'est disponible ou est insuffisante. Les abeilles d'hiver ont une durée de vie beaucoup plus longue que les abeilles d'été et le HMF présente des caractéristiques claires de toxicité renforcée par le temps (TRT). Par conséquent, des intervalles de référence supplémentaires allant de 0,21 à 3,1 ; 0,091 à 1,1 et 0,019 à 0,35 µg de HMF par abeille et par jour ont été calculés sur la base d'une extrapolation à des durées d'exposition de 50, 90 et 180 jours, respectivement. Un total de 219 données de concentrations de HMF dans les produits de nourrissage pour abeilles provenant des États membres de l'UE et 88 provenant de l'industrie étaient disponibles : à partir de ces données, nous estimons que l'exposition des abeilles ouvrières et des larves se situent entre 0,1 et 0,48, et entre 0,1 et 0,51 µg de HMF par jour, respectivement. Elles étaient donc bien inférieures au BMDL₁₀ de 1,16 µg HMF par abeille par jour, et par conséquent aucun risque n'a été identifié. Cependant, en tenant compte du TRT, la probabilité que les expositions restent en dessous des intervalles de référence établis a été évaluée comme extrêmement improbable à presque certaine selon la durée d'exposition. Des préoccupations pour la santé des abeilles ont donc été identifiées lorsque les abeilles sont exposées pendant plusieurs mois à des produits de nourrissage contaminés par le HMF.

Téléchargeable <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2022.7227>

8- Les mécanismes du désir existent-ils chez *Apis mellifera* ?

Huang, J., Zhang, Z., Feng, W., Zhao, Y., Aldanondo, A., Sanchez, M.G. de B., Paoli, M., Rolland, A., Li, Z., Nie, H., Lin, Y., Zhang, S., Giurfa, M., Su, S., 2022. Food wanting is mediated by transient activation of dopaminergic signaling in the honey bee brain. Science.

Résumé : Les bases biologiques du désir ont été caractérisées chez les mammifères, mais on ne sait pas encore si un système de désir équivalent existe chez les insectes. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés aux abeilles mellifères, qui effectuent des activités intensives de butinage pour satisfaire les besoins de la colonie, et nous avons cherché à déterminer si les butineuses quittent la ruche poussées par des attentes spécifiques en matière de récompense et si elles se remémorent ces attentes pendant leurs danses en 8. Nous avons suivi le comportement de butinage et de danse et avons simultanément quantifié et interféré avec la signalisation des amines biogènes dans le cerveau des abeilles. Nous montrons qu'un système de désir dépendant de la dopamine est activé de façon transitoire dans le cerveau de l'abeille par l'augmentation de l'appétit et le souvenir individuel des sources profitables de nourriture, à la fois en route vers le but et pendant les danses en 8. Nos résultats montrent que les insectes partagent avec les mammifères des mécanismes neuronaux communs pour coder le désir de stimuli ayant une valeur hédonique positive.

Non téléchargeable gratuitement

9- *Apis mellifera* est loin de pouvoir assumer seule toutes les pollinisations agricoles

Mashilingi, S.K., Zhang, H., Garibaldi, L.A., An, J., 2022. Honeybees are far too insufficient to supply optimum pollination services in agricultural systems worldwide. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 335, 108003. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108003>

Résumé : Les preuves du déclin des pollinisateurs sauvages se multiplient tant localement qu'en général. Pourtant, avec des variations régionales, le nombre de pollinisateurs domestiques a globalement augmenté. Si ces pollinisateurs domestiques répondent aux besoins de la pollinisation agricole, le déclin des pollinisateurs sauvages reste à éclaircir. Entre 1989 et 2019, des données sur 49 cultures pollinisées par les abeilles réparties dans le monde entier ont été analysées pour évaluer la demande et la capacité de pollinisation. Nous avons identifié une demande croissante en matière de pollinisation par les abeilles mais une diminution de la capacité de pollinisation des colonies d'abeilles mellifères. Globalement, la demande est 2,3 fois supérieure à la quantité de colonies disponibles en 2019, augmentant annuellement de 1,78 %, soit presque 2 fois plus vite que les colonies d'abeilles (0,95 %). En moyenne, la capacité de pollinisation, l'augmentation de la demande en colonies d'abeilles disponibles et leur pollinisation, ainsi que la diversité des cultures dépendantes d'une pollinisation par les abeilles varie selon les régions. Cependant, la fluctuation de la demande en abeilles pollinisatrices augmente avec l'augmentation de la fluctuation de la diversification des cultures. Les cultures productrices d'huiles représentaient plus de 70 % de la demande mondiale de pollinisation par les abeilles en 2019, le soja et le colza représentant chacun 39 % et 16 %. C'était le cas dans les pays les moins diversifiés, dans lesquels seules quelques cultures dominaient la demande de pollinisation par les abeilles, incluant les pays du continent américain comme l'Argentine, le Brésil ou les Etats-Unis, contrairement à des pays plus diversifiés comme la Chine, l'Inde ou le Japon en Asie. Notre étude montre que les pollinisateurs domestiques sont de loin insuffisants pour satisfaire la demande mondiale de pollinisation agricole. Ceci met l'accent sur l'importance des appels actuels pour la protection des pollinisateurs et la gestion d'une association d'abeilles mellifères et de pollinisateurs sauvages pour assurer la sécurité alimentaire à travers le monde.

Non téléchargeable gratuitement

10- Des virus d'*Apis mellifera* détectés chez *Vespa orientalis*

Power, K., Altamura, G., Martano, M., Maiolino, P., 2022. Detection of Honeybee Viruses in *Vespa orientalis*. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 0. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.896932>

Résumé : Le Frelon oriental (*Vespa orientalis*) se répand sur le territoire italien et menace la santé et le bien-être des abeilles mellifères en se nourrissant d'individus adultes et de larves et en pillant les ressources des colonies. Considérant la capacité d'autres frelons à héberger des virus de l'abeille, l'objectif de cette étude était d'identifier le rôle possible du Frelon oriental comme vecteur de virus de l'abeille. Des frelons adultes ont été soumis à un examen macroscopique pour identifier la présence de lésions, et à une étude biomoléculaire pour détecter la présence de six virus de l'abeille : Virus de la paralysie aiguë (ABPV), Black Queen Cell Virus (BQCV), Virus de la paralysie chronique (CBPV), Virus des ailes déformées (DWV), Kashmir Bee Virus (KBV), Virus du couvain sacciforme (SBV). Aucune altération macroscopique n'a été décelée tandis que les résultats biomoléculaires ont montré que le DWV était le virus le plus détecté (25/30), suivi par l'ABPV (19/30), le BQCV (13/30), le KBV (1/30) et le SBV (1/30). Aucun échantillon n'a été positif pour le CBPV. Dans 20/30 échantillons, plusieurs co-infections ont été identifiées. La plus fréquente (17/30) était l'association entre DWV et ABPV, souvent associée à BQCV (9/17). Un échantillon (1/30) a montré la présence de quatre virus différents, à savoir DWV, ABPV, BQCV et KBV. Les virus détectés sont les plus répandus dans les ruchers italiens, ce qui suggère le passage possible des abeilles mellifères à *V. orientalis*, par prédation d'abeilles mellifères adultes ou de larves infectées, et ingestion de leurs carcasses. A ce jour, il n'est toujours pas clair si ces virus sont répliqués chez lui, mais nous pouvons suggérer un rôle de vecteur mécanique de *V. orientalis* dans la propagation de ces virus.

Téléchargeable <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcimb.2022.896932/full>