

SOMMAIRE

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

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

1- **Une nouvelle approche toxicologique pour expliquer les effets cocktails**

(Haas & Nauen 2021 ; *Environment International* ; IF 7.58)

2- **Une revue sur l'exposition des abeilles aux stress thermiques**

(Zhao et al 2021 ; *Apidologie* ; IF 1.83)

3- **La synergie néonicotinoïdes et varroa décryptée**

(Annoscia et al 2020 ; *Nature Communications* ; IF 12.12)

4- **Travailler ensemble pour un bon comportement hygiénique**

(Barrs et al 2021 ; *Behavioral Ecology and Sociobiology* ; IF 2.28)

5- **La dopamine joue un grand rôle dans les différences entre castes**

(Sasaki & Harada 2020 ; *PLoS One* ; IF 2.74)

6- **Une défense collective nauséabonde mais efficace**

(Mattila et al 2020 ; *PLoS One* ; IF 2.74)

7- **La teneur des pollens en acides aminés varie selon les saisons**

(Al-Kahtani et al 2020 ; *PLoS One* ; IF 2.74)

8- **Pour la biomasse aussi, la quantité ne correspond pas forcément à la qualité**

(Vereecken et al 2020 ; *Ecological Indicators* ; IF 4.80)

9- **L'acide formique n'implique pas les mêmes gènes de détoxification chez l'abeille et varroa**

(Genath et al 2020 ; *Scientific Reports* ; IF 4.00)

10- **Hormones et kairomones : relations complexes entre la larve et l'acarien varroa**

(Aurori et al 2020 ; *Ecology & Evolution* ; IF 2.39)

Ont collaboré à ce numéro : M. L'Hostis, M. De Kersauson, J. Létondal,
G. Therville, S. Boucher & Ch. Roy

Version anglaise : 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 nouvelle approche toxicologique pour expliquer les effets cocktails

Haas, J., Nauen, R., 2021. Pesticide risk assessment at the molecular level using honey bee cytochrome P450 enzymes: A complementary approach. *Environment International* 147, 106372.

Résumé : L'évaluation des risques liés à l'exposition de l'Abeille domestique (*Apis mellifera*) aux pesticides est essentiellement basée sur des essais biologiques standardisés de toxicité en laboratoire après une exposition aiguë et chronique. Des recherches récentes sur l'activité monooxygénase du cytochrome P450 des abeilles mellifères (P450s) ont révélé que le CYP9Q3 est le déterminant moléculaire qui intervient dans la sélectivité des insecticides néonicotinoïdes et explique pourquoi certains néonicotinoïdes (comme le thiaclopride) présentent une toxicité aiguë au moins 1000 fois inférieure à celle d'autres néonicotinoïdes (par exemple l'imidaclopride). Nous mettons ici à profit ces connaissances pour l'évaluation mécanistique des risques au niveau moléculaire à l'aide d'un essai *in vitro*, qui permet de prédire l'interaction de divers chémotypes de pesticides, y compris les fongicides azolés, avec les enzymes CYP9Q d'abeilles domestiques exprimées par recombinaison et connues pour métaboliser le thiaclopride, l'acétamipride et le tau-fluvalinate. Certains fongicides azolés se sont révélés être synergiques en combinaison avec certains insecticides, notamment les néonicotinoïdes et les pyréthroïdes, alors que d'autres, comme le prothioconazole, ne l'étaient pas. Nous démontrons que les données d'inhibition biochimique des CYP9Q2/CYP9Q3 par les azolés ont révélé une corrélation importante avec leur potentiel synergique au niveau de l'organisme, et permettent même d'expliquer les effets de toxicité combinés observés pour les mélanges en cuve dans les conditions de terrain. Notre nouvelle approche basée sur la « toxicogénomique » est conçue pour compléter les méthodes existantes d'évaluation des risques liés aux pesticides avec une capacité de criblage sans précédent, en utilisant les enzymes P450 des abeilles mellifères connues pour conférer une sélectivité aux pesticides, afin d'aborder biochimiquement les questions préoccupantes sur un plan écotoxicologique.

Téléchargeable <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106372>

2- Une revue sur l'exposition des abeilles aux stress thermiques

Zhao, H., Li, G., Guo, D., Li, H., Liu, Q., Xu, B., Guo, X., 2021. Response mechanisms to heat stress in bees. *Apidologie*.

Résumé : Les abeilles jouent un rôle vital dans les écosystèmes naturels et agricoles, car elles fournissent des services de pollinisation essentiels aux plantes sauvages et aux cultures. Les rapports de plus en plus nombreux sur le déclin régional des populations d'abeilles attirent l'attention du monde entier. Les problèmes de santé des abeilles sont multifactoriels incluant une mauvaise nutrition, le stress thermique, l'exposition aux produits phytosanitaires et aux agents vivants pathogènes. L'impact du stress thermique est un facteur relativement mineur dans le déclin actuel des abeilles par rapport aux produits chimiques et aux agents pathogènes. Cependant, le stress thermique a des effets délétères sur l'activité de butinage et la pollinisation, sur la répartition des tâches, sur l'immunocompétence, sur la capacité de reproduction, la croissance et le développement des abeilles, et ces effets négatifs varient selon les différentes espèces d'abeilles. Les dommages causés aux abeilles par le stress thermique font l'objet d'une attention croissante car ils accompagnent les changements climatiques. Les mécanismes de tolérance à la chaleur sont des facteurs clés pour la survie des abeilles dans des conditions de stress à haute température, et nous savons maintenant que le comportement et la régulation moléculaire ont tous les deux un impact important sur la capacité des abeilles à réduire les dommages causés par le stress thermique. Dans cet article, nous résumons et synthétisons les connaissances acquises sur les effets néfastes du stress thermique pour les abeilles et nous discutons des stratégies que les abeilles utilisent pour faire face au stress thermique. Les espèces d'abeilles mentionnées ici sont principalement les abeilles mellifères, les bourdons et les abeilles sans dard, l'accent étant mis sur l'abeille mellifère *Apis mellifera*.

Non téléchargeable gratuitement

3- La synergie néonicotinoïdes et varroa décryptée

Annoscia, D., Di Prisco, G., Becchimanzi, A., Caprio, E., Frizzera, D., Linguadoca, A., Nazzi, F., Pennacchio, F., 2020. Neonicotinoid Clothianidin reduces honey bee immune response and contributes to Varroa mite proliferation. *Nature Communications* 11, 58872

Résumé : La substance néonicotinoïde Clothianidine a un impact négatif sur la voie de signalisation NF- κ B* et sur la réponse immunitaire contrôlée par ce facteur de transcription, ce qui peut avoir pour effet de stimuler la prolifération des parasites et des agents vivants pathogènes des abeilles au sens large. Cet effet a été bien documenté pour la réplication du virus des ailes déformées (DWV) induit par la clothianidine chez les abeilles domestiques infectées mais sans signes cliniques (portage asymptomatique). Ici, nous avons mené des expériences d'infestation d'abeilles traitées qui montrent que la suppression immunitaire exercée par la clothianidine est associée à une augmentation de la fertilité de l'acarien parasite *Varroa destructor*, avec comme conséquence possible une plus grande efficacité alimentaire aux dépens des larves d'ouvrières. Il s'agit d'une acquisition de connaissances très intéressante qui met en lumière les causes possibles de la prolifération inattendue de l'acarien Varroa dans les colonies d'abeilles exposées aux insecticides néonicotinoïdes. Les doses de Clothianidine utilisées dans notre étude sont comparables à celles trouvées dans le pollen et le nectar collectés par des abeilles maintenues à proximité de cultures traitées, et donc raisonnablement attendues dans les gelées nourricières. Enfin un modèle conceptuel est proposé pour décrire les interactions synergiques entre les différents agents stressants agissant sur les abeilles domestiques. Avec ce modèle nous avons évalué que l'infestation d'acariens dans les ruches contaminées par la clothianidine pourrait atteindre un niveau de 1,4 à 2,0 fois supérieur à celui observé dans des ruches non contaminées, en fonction de la saison. Ce résultat correspond assez bien aux observations de terrain où une infestation supérieure de 1,4 à 2,4 acariens a été observée dans des colonies placées près de champs de maïs plantés de graines enrobées de néonicotinoïdes.

NF- κ B * (pour « nuclear factor-kappa B ») est une protéine impliquée dans la réponse immunitaire et la réponse au stress cellulaire. Elle est associée aux facteurs anti-apoptotiques. En effet son activation par la libération de sa protéine inhibitrice (IKB) déclenche la transcription de gènes anti-apoptotiques dans le noyau. Elle effectue donc un rétrocontrôle négatif de l'apoptose cellulaire.

Téléchargeable . <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19715-8>

4- Travailler ensemble pour un bon comportement hygiénique

Barrs, K.R., Ani, M.O., Eversman, K.K., Rowell, J.T., Wagoner, K.M., Rueppell, O., 2021. Time-accuracy trade-off and task partitioning of hygienic behavior among honey bee (*Apis mellifera*) workers. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 75, 12.

Résumé : La spécialisation et la coopération sont fondamentales dans l'organisation et la réussite des groupes sociaux. Les abeilles ouvrières possèdent un comportement hygiénique, défini comme la détection, la désoperculation et l'élimination du couvain malade. Nous présentons des analyses détaillées de la spécialisation comportementale et de la répartition des tâches parmi les abeilles ouvrières hygiéniques, en nous concentrant sur la désoperculation des cellules de couvain et l'élimination du contenu des cellules dans des essais de couvain congelé. Nous démontrons que la spécialisation des ouvrières repose à la fois sur la désoperculation ou sur l'élimination du contenu, et que la répartition de ces tâches a lieu entre de multiples individus. La rapidité de ce comportement hygiénique diminue avec le nombre de cas impliqués, suggérant un coût en temps pour la coopération de plusieurs individus. Des analyses supplémentaires d'une simulation individuelle de l'élimination hygiénique du couvain infesté par Varroa démontrent que l'élimination erronée du couvain sain peut être réduite par la répartition des tâches en raison d'une prise de décision collective. Combinés, nos résultats indiquent un compromis vitesse-précision dans la performance collective du comportement hygiénique : le comportement hygiénique peut prendre plus de temps lorsque de nombreux individus contribuent et se spécialisent dans différentes tâches, mais cette organisation du travail peut également éviter des erreurs coûteuses. Ce compromis peut expliquer la collaboration observée d'ouvrières d'élite avec de nombreuses autres ouvrières qui contribuent peu.

Non téléchargeable gratuitement

5- La dopamine joue un grand rôle dans les différences entre castes

Sasaki, K., Harada, M., 2020. Dopamine production in the brain is associated with caste-specific morphology and behavior in an artificial intermediate honey bee caste. *PLoS ONE* 15, e0244140.

Résumé : Le polymorphisme des castes chez les insectes eusociaux est basé sur la plasticité morphologique et lié à des caractéristiques physiologiques et comportementales. Pour tester la possibilité que la production de dopamine dans le cerveau soit associée aux caractères morphologiques et au comportement spécifiques à la caste chez les femelles de l'Abeille mellifère, une caste intermédiaire a été produite par un élevage artificiel utilisant différentes rations alimentaires, suivie d'une quantification des niveaux de dopamine et de la réalisation d'une série des tests comportementaux. Dans les colonies « naturelles », des caractéristiques individuelles telles que la forme mandibulaire, le nombre d'ovarioles, le diamètre de la spermathèque, et les niveaux de dopamine dans le cerveau différaient significativement entre les ouvrières et les reines. En laboratoire, les femelles recevant 1,5 fois la quantité de ration des ouvrières témoins pendant leur stade larvaire avaient des caractéristiques intermédiaires entre les castes. La quantité de dopamine dans le cerveau était positivement corrélée avec les index de forme de la mandibule, avec le nombre d'ovarioles, et avec le diamètre des spermathèques chez les femelles élevées artificiellement. Les niveaux de dopamine étaient significativement plus élevés chez les femelles présentant des entailles mandibulaires par rapport à celles qui n'en avaient pas. Dans les expériences de combat entre femelles de cette caste intermédiaire, les victorieuses avaient des niveaux de dopamine considérablement plus élevés dans le cerveau que les vaincues. Les niveaux de tyrosine dans le cerveau étaient positivement corrélés avec ceux des catécholamines mais pas des phénolamines, ce qui suggère une forte relation métabolique entre la tyrosine et la dopamine. Ainsi, les caractéristiques liées à la caste chez l'Abeille domestique sont potentiellement continues, comme chez les espèces primitivement eusociales. La production de dopamine dans le cerveau est associée aux caractères morphologiques spécifiques à chaque caste, ainsi qu'avec la quantité de tyrosine apportée par la nourriture et le comportement agressif des femelles de type reine.

Téléchargeable <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244140>

6- Une défense collective nauséabonde mais efficace

Mattila, H.R., Otis, G.W., Nguyen, L.T.P., Pham, H.D., Knight, O.M., Phan, N.T., 2020. Honey bees (*Apis cerana*) use animal feces as a tool to defend colonies against group attack by giant hornets (*Vespa soror*). *PLoS ONE* 15, e0242668.

Résumé : Les abeilles mellifères (du genre *Apis*) sont connues pour très bien défendre leur nid et évoluer en ce sens pour protéger leurs abondants stocks de nourriture et leurs grandes colonies. En Asie, les abeilles mellifères ont évolué suite à une forte pression de prédation des frelons du genre *Vespa*, les plus redoutables étant les frelons géants qui attaquent les colonies en groupe, tuent les abeilles gardiennes adultes et se nourrissent de couvain. Nous rapportons pour la première fois un extraordinaire acte de défense collective utilisée par *Apis cerana* contre le frelon géant *Vespa soror*. En réponse à l'attaque de *V. soror*, les ouvrières d'*A. cerana* ont récolté et disposé des spots d'excréments d'animaux autour de l'entrée de leur nid. Les taches fécales augmentent après que les colonies ont été exposées à des attaques naturelles ou à des produits chimiques que les frelons éclaircisseurs dégagent pour marquer les colonies avant une attaque en masse. *Vespa soror* a continué ses repérages pendant plusieurs jours après les attaques et a continué à essayer d'entrer dans les ruches mais cela semble avoir repoussé *Vespa velutina* qui atterrissait rarement à l'entrée. Des taches fécales modérées à importantes ont en revanche supprimé les tentatives de *V. soror* de pénétrer dans les nids en réduisant l'incidence des nombreuses attaques de frelons et en réduisant considérablement la probabilité qu'ils s'approchent et mordillent les entrées. Nous soutenons qu' *A. cerana* recherche les excréments d'animaux parce qu'ils ont des propriétés qui repoussent ce prédateur mortel des entrées des nids. Ce texte est la première description d'utilisation d'outils par les abeilles mellifères et la première preuve qu'elles recherchent des substances solides qui ne sont pas dérivées de plantes. Notre étude décrit une arme remarquable dans l'éventail déjà sophistiqué des défenses que les abeilles mellifères ont développé en réponse aux menaces prédatrices auxquelles elles sont confrontées. Il met également en évidence la forte pression sélective que les abeilles mellifères subiront si des frelons géants, récemment détectés dans l'ouest de l'Amérique du Nord, s'établissent.

Téléchargeable <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242668>

7- La teneur des pollens en acides aminés varie selon les saisons

Al-Kahtani, S.N., Taha, E.-K., Khan, K.A., Ansari, M.J., Farag, S.A., Shawer, D.M.B., Elnabawy, E.-S.M., 2020. Effect of harvest season on the nutritional value of bee pollen protein. *PLoS ONE* 15, e0241393.

Résumé : Le pollen de fleurs est un produit naturel qui possède de précieuses propriétés nutritionnelles et médicinales et qui a récemment suscité une attention croissante dans l'industrie alimentaire en raison de sa valeur nutritive. Nous avons récolté des pelotes de pollen de l'oasis d'Al-Ahsa dans l'est de l'Arabie Saoudite au printemps, en été, en automne et en hiver entre 2018 et 2019 pour comparer la valeur nutritionnelle des protéines du pollen avec les besoins en acides aminés des abeilles et des humains adultes. Sur la base de la valeur nutritionnelle des protéines de pollen de fleurs, la saison optimale pour la récolte du pollen d'abeille a été déterminée. La composition du pollen a montré les teneurs les plus élevées en protéines brutes, acides aminés totaux, leucine, acide glutamique, valine, isoleucine, thréonine et glycine dans les échantillons prélevés au printemps. Les teneurs les plus élevées en lysine, phénylalanine, thréonine, tryptophane, arginine, tyrosine et cystéine ont été observées dans des échantillons prélevés en hiver. Les teneurs les plus élevées en histidine, méthionine et sérine se trouvaient dans les échantillons prélevés à l'automne. De plus, les niveaux les plus élevés d'acide aspartique, de proline et d'alanine se trouvaient dans les échantillons prélevés en été. Les teneurs en leucine, valine, lysine, histidine, thréonine et phénylalanine (sauf pour le pollen d'automne) dans le pollen des quatre saisons étaient supérieures aux besoins des abeilles. La leucine, la valine, l'histidine, l'isoleucine (sauf pour le pollen d'automne), la lysine (sauf pour le pollen de printemps et d'été) et la thréonine (sauf pour le pollen d'hiver et de printemps) dans tous les échantillons testés étaient au-dessus des besoins des humains adultes. En confrontant ces données avec les besoins minimaux en acides aminés des humains adultes et des abeilles, il apparaît que le premier acide aminé limitant dans le pollen collecté au cours des différentes saisons est la méthionine. Le pollen collecté au printemps (mars-mai) et en hiver (décembre-février) peut être considéré comme une source de nourriture nutritive pour les humains adultes comme les abeilles.

Téléchargeable <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241393>

8- Pour la biomasse aussi, la quantité ne correspond pas forcément à la qualité

Vereecken, N.J., Weekers, T., Leclercq, N., De Greef, S., Hainaut, H., Molenberg, J.-M., Martin, Y., Janssens, X., Noël, G., Pauly, A., Roberts, S.P.M., Marshall, L., 2021. Insect biomass is not a consistent proxy for biodiversity metrics in wild bees. *Ecological Indicators* 121, 107132.

Résumé : Des études récentes ont fait état du déclin des populations d'insectes volants, en se basant sur la mesure de la biomasse totale des insectes capturés. Cependant, actuellement il n'y a pas de consensus concernant la capacité des modèles de biomasse à mettre en évidence les subtilités des changements de la structure des communautés d'insectes volants, dans tous les sites et habitats. Dans ce travail, nous avons étudié la relation entre la biomasse totale des abeilles sauvages collectées dans des pièges chromo-attractifs (assiettes de couleur blanc, jaune, bleu), dans des habitats urbains, agricoles et semi-naturels d'une part, et un spectre de mesures de la biodiversité d'autre part, en particulier la richesse en espèces ou diversité alpha (SR), la diversité fonctionnelle (FD) et trois formes de diversité phylogénétique (PD). Nos résultats indiquent que, bien que la biomasse soit significativement et fortement corrélée à l'abondance des abeilles sauvages, elle est généralement corrélée de manière modérée mais significative et de façon non linéaire aux diverses facettes de la biodiversité des abeilles sauvages des habitats étudiés. Par ailleurs, nous avons constaté que les trois mesures de la PD utilisées sont cohérentes dans tous les habitats, ce qui suggère qu'une hiérarchie taxonomique basée sur la classification linnéenne peut être utilisée comme approximation pour la mesure de la PD chez les abeilles sauvages. Ceci en particulier dans d'autres zones bien étudiées comme l'Europe occidentale où une phylogénie moléculaire multi-gène n'est pas encore disponible. De façon générale, nos résultats illustrent les limites évidentes de la surveillance de la biodiversité par des mesures de la biomasse des insectes piégés. Nous préconisons des mesures plus robustes de la biodiversité chez les abeilles sauvages, nécessitant des enquêtes standardisées et l'identification (jusqu'à l'espèce) des spécimens capturés, pour mettre en évidence les subtilités des changements communautaires basés sur les espèces, les traits de vie et la phylogénie à travers les habitats et le temps. L'élargissement de cette approche est une condition préalable essentielle à l'organisation globale de la conservation adaptée aux exigences écologiques des espèces d'insectes ciblées.

Téléchargeable <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107132>

9- L'acide formique n'implique pas les mêmes gènes de détoxification chez l'abeille et varroa

Genath, A., Sharbati, S., Buer, B., Nauen, R., Einspanier, R., 2020. Comparative transcriptomics indicates endogenous differences in detoxification capacity after formic acid treatment between honey bees and varroa mites. *Scientific Reports* 10, 21943.

Résumé : L'acide formique (AF) a été utilisé pendant des décennies pour contrôler *Varroa destructor*, l'un des plus importants parasites de l'Abeille mellifère, *Apis mellifera*. Le mode d'action moléculaire, plutôt non sélectif, de l'AF et ses effets indésirables possibles sur les abeilles domestiques sont depuis longtemps une préoccupation des apiculteurs. La présente étude porte sur les changements transcriptomiques à court terme analysés par RNAseq chez les abeilles mellifères (larves et adultes) et chez les acariens après un traitement à l'AF. Notre étude vise à identifier ces gènes chez les abeilles mellifères et les acariens varroas, exprimés différemment selon un scénario typique d'exposition des ruches à l'AF. Cinq gènes liés à la détoxification ont été identifiés montrant une expression significativement augmentée et un gène avec une expression significativement réduite suite à l'exposition à l'AF. Les gènes régulés dans notre essai comprenaient des membres de diverses sous-familles de cytochrome P450, une monooxygénase dépendante de la flavine et une cytosolique 10-formyltétrahydrofolate déshydrogénase (FDH), connue pour être impliquée dans le métabolisme du formate chez les mammifères. Nous avons pu détecter des différences dans la régulation des gènes associés à la détoxification entre les acariens et les abeilles mellifères ainsi qu'entre les deux stades de développement de l'Abeille mellifère. De plus, nous avons détecté une régulation réprimée des gènes impliqués dans la respiration cellulaire chez Varroa, suggérant un dysfonctionnement mitochondrial et appuyant le point de vue actuel sur le mode d'action de l'AF, soit l'inhibition de la phosphorylation oxydative. Cette étude montre des effets cellulaires distincts induits par l'AF sur le transcriptome global de l'hôte en comparaison avec celui du parasite. Nos données d'expression pourraient aider à identifier les différences possibles dans les voies métaboliques affectées et donc apporter une première contribution pour élucider le mode de détoxification de l'AF.

Téléchargeable <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79057-9>

10-Hormones et kairomones : relations complexes entre la larve et l'acarien varroa

Aurori, C.M., Giurgiu, A., Conlon, B.H., Kastally, C., Dezmirean, D.S., Routtu, J., Aurori, A., 2020. Juvenile hormone pathway in honey bee larvae: A source of possible signal molecules for the reproductive behavior of *Varroa destructor*. *Ecology & Evolution* ece3.7125..

Résumé : L'acarien parasite *Varroa destructor* dévaste les colonies d'abeilles mellifères (*Apis mellifera*) à travers le monde. Entrant dans une cellule de couvain peu de temps avant l'operculation, la femelle varroa féconde se nourrit sur les larves d'abeilles. L'hormone 20-hydroxyecdysone (20E) et l'hormone juvénile (JH), ponctionnées sur l'hôte, ont été considérées comme jouant un rôle clé dans l'initiation du cycle de reproduction de Varroa. Cette étude se concentre sur l'expression différentielle des gènes impliqués dans la biosynthèse de la JH et de l'ecdysone à six moments différents, dans les 30 premières heures après l'operculation chez les larves de mâles et d'ouvrières d'*A. mellifera*. Cette plage de temps, couvrant l'accomplissement de l'invasion des cellules de couvain d'abeilles mellifères et le début de l'ovogenèse de Varroa, est essentielle au succès de l'initiation d'un cycle. Nos résultats montrent une activation ultérieure de la cascade d'ecdystéroïdes dans les faux-bourçons comparativement aux larves d'ouvrières, ce qui pourrait contribuer à expliquer la production d'œufs de Varroa plus importante dans les cellules de mâles d'*A. mellifera*. La voie JH était généralement régulée à la baisse, confirmant que son activité est antagoniste à la voie ecdystéroïde pendant le développement larvaire. Néanmoins, les gènes impliqués dans la synthèse de JH ont révélé une expression accrue chez les mâles. La régulation à la hausse du gène *jhamt** impliqué dans la synthèse de farnésoate de méthyle (MF) a retenu l'attention car le MF n'est pas seulement un précurseur de JH mais c'est aussi une phéromone d'insecte à part entière ainsi qu'une hormone semblable à JH chez les acariens. Cela pourrait indiquer un possible effet kairomone** de MF pour attirer les acariens dans les cellules du couvain de mâles, ainsi que son implication potentielle dans l'ovogenèse après l'operculation, stimulant l'initiation de la ponte de Varroa.

*Juvenile hormone acid O-methyltransferase

**Substance volatile ou mobile, émise dans son environnement par un être vivant, qui déclenche une réponse comportementale chez une autre espèce, à qui elle procure un bénéfice. Elle permet par exemple à des parasites de détecter leur hôte à distance.

Téléchargeable <https://doi.org/10.1002/ece3.7125>