

Réponse des abeilles aux perturbateurs endocriniens

James Devillers

► **To cite this version:**

James Devillers. Réponse des abeilles aux perturbateurs endocriniens: Réponses individuelles et populationnelles des abeilles aux perturbateurs endocriniens xénobiotiques. Les cahiers de la Recherche. Santé, Environnement, Travail, ANSES, 2012, Les perturbateurs endocriniens, pp.29-31. <https://www.anses.fr/fr/content/les-cahiers-de-la-recherche> . anses-01682870

HAL Id: anses-01682870

<https://hal-anses.archives-ouvertes.fr/anses-01682870>

Submitted on 12 Jan 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

🕒 Réponse des abeilles aux perturbateurs endocriniens

Réponses individuelles et populationnelles des abeilles aux perturbateurs endocriniens xénobiotiques

James DEVILLERS

Le contexte

L'existence de perturbations des fonctions de la reproduction chez les vertébrés et d'une façon plus générale de leur système endocrinien, en relation avec des molécules fabriquées par l'homme a été révélée il y a plusieurs décennies. Les effets de telles molécules sur les insectes sont largement méconnus. C'est en particulier le cas de l'abeille (*Apis mellifera* L.) alors que son importance écologique et économique n'est plus à démontrer.

Les objectifs

Evaluer les effets perturbateurs endocriniens potentiels des six molécules suivantes sur les colonies d'abeilles :

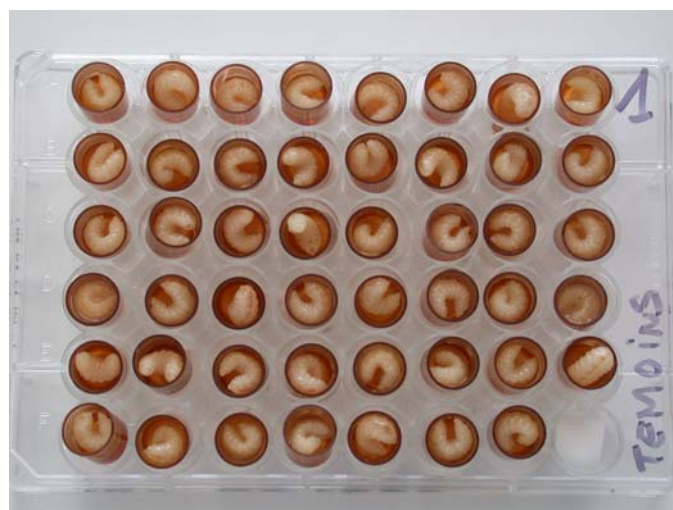
- **Pyriproxyfène** (analogue de l'hormone juvénile, affecte les nymphes) ;
- **Cyromazine** (inhibiteur de croissance, perturbe la synthèse de la chitine entre les mues larvaires) ;
- **Méthoprène** (analogue de l'hormone juvénile, affecte les nymphes) ;
- **Deltaméthrine** (pyréthrine, utilisé en lutte antivectorielle contre les moustiques adultes et en agriculture) ;
- **PCB 153** (polychlorobiphényle très souvent rencontré dans l'environnement) ;
- **Tétrabromobisphénol A** (retardateur de flamme).

La méthodologie

Elle repose sur la réalisation de tests larvaires *in vitro* permettant d'évaluer les effets d'une exposition

aiguë ou chronique à une molécule durant l'ensemble des stades larvaires jusqu'à l'émergence. Les effets recherchés concernent la mortalité, la durée du développement larvaire, le poids des pré-nymphes, l'apparition de malformations, etc.

Outre ces manifestations directes sur les larves, ce test permet d'étudier des effets différés sur les adultes. Parmi ceux-ci, nous nous sommes intéressés aux glandes hypopharyngiennes. Elles jouent un rôle prépondérant dans la sécrétion de la gelée royale et donc dans l'alimentation des larves. Elles sont développées de façon exclusive chez les nourrices et leur état peut être apprécié par le dosage de leur contenu en protéines totales par la méthode Bradford après extraction. La fonction vitale de ces glandes pour la survie de la colonie ainsi que les possibilités d'apprécier leur état de développement et de fonctionnement en font des indicateurs intéressants pour estimer les effets adverses d'une molécule au sein de la colonie en liaison avec le polyéthisme.



Le développement larvaire
(source : James Devillers)

Dans une deuxième étape, des ouvrières émergentes issues des tests larvaires sont marquées et introduites dans une ruche vitrée comportant des œufs, différents stades larvaires (jeunes et vieilles larves, couvain operculé), des réserves et environ 3000 ouvrières accompagnant une reine fécondée.

Des observations sont réalisées quotidiennement, sauf le week-end, de J+1 (émergence et introduction en cage de vol) à J+25. Elles concernent, la mortalité, le comportement dans la colonie (*e.g.*, inactivité/immobilité, auto nettoyage, soins aux larves et aux adultes), la durée de butinage. Pour des raisons de coûts et de temps, le passage en conditions semi-naturelles n'a été réalisé que sur deux molécules sélectionnées sur les bases des résultats obtenus lors des tests larvaires, de leur mécanisme d'action et de leur intérêt pratique.

Les données expérimentales récoltées au cours des expérimentations étant obligatoirement limitées en nombre et dans le temps, elles ne sont pas suffisantes pour estimer les effets à long terme des molécules testées sur la dynamique des populations d'abeilles. Pour pallier ce problème, un modèle multi-agents qui est une approche individu-centré, stochastique et à temps discret a été élaboré. Ce type de modèle, utilisant des entités autonomes qui interagissent les unes avec les autres selon des règles préétablies est très intéressant pour modéliser des phénomènes complexes. La première étape devait consister à modéliser les traits d'histoire de vie des abeilles en rapport avec le fonctionnement normal d'une ruche. Les paramètres traduisant le mieux les perturbations endocriniennes observées lors des différents tests chez l'abeille devaient être ensuite introduits dans le modèle pour voir leurs effets à long terme.

Les effets observés

Ils dépendent des molécules et des concentrations testées, qui ont été choisies en fonction des résultats d'essais de toxicité aiguë orale et/ou de contact. La cyromazine appliquée à des doses cumulées de 3,6, 11, 33, 100 et 300 ng/larve ne provoque aucune mortalité significative à J+8 par rapport aux témoins. Les résultats à J+15 et J+26 montrent des pourcentages de mortalité variables mais relativement faibles par rapport aux témoins. Des

effets significatifs sur les glandes hypopharyngiennes n'ont été observés que dans un seul essai. Le tétrabromobisphénol A testé à 0,8, 4, 20 et 100 ng/larve ne provoque pas de mortalité significative à J+8, J+15 et J+26 et aucune perturbation du développement des glandes hypopharyngiennes. Le PCB 153 testé à 0,013, 0,06, 0,32 et 1,6 ng/larve induit une mortalité significative à J+8, J+15 et J+26. L'effet le plus significatif est observé à 1,6 ng/larve. Aux doses testées, aucun effet significatif n'a été observé sur les glandes hypopharyngiennes.

Le méthoprène testé à 0,22, 0,67, 2 et 6 µg/larve induit des mortalités variables à J+8 et J+15 qui ne permettent pas d'établir des relations dose-effet. Une mortalité significative est observée à J+26 aux doses de 0,67, 2 et 6 µg/larve. Le développement des glandes hypopharyngiennes est inhibé à 0,22 et 2 µg/larve. Des doses de 2, 6, 18 et 54 ng de deltaméthrine par larve perturbent le développement des glandes hypopharyngiennes. A 2 et 6 ng/larve on n'observe pas de mortalité significative durant les phases larvaires (J+4 à J+7) et nymphales (J+8 à J+15) par rapport aux témoins. Il en est de même au niveau des ouvrières émergentes. De plus, le pourcentage de malformées est le même que dans les témoins. Après introduction de 223 émergentes en cages de vol, une mortalité cumulée variant de 18 à 32 % selon les modalités est observée à J+3. Cette mortalité est principalement la conséquence du rejet des abeilles par leurs congénères de la colonie expérimentale. A J+25 aucune différence de mortalité n'est observée entre les abeilles adultes ayant été contaminées à 2 et 6 ng/larve et les témoins eau et acétone. Un total de 855 observations comportementales a été réalisé toutes modalités confondues du deuxième jour après démarrage des émergences jusqu'au vingt troisième. Dix neuf types de comportements ont été observés. Les abeilles dites « inactives ou immobiles » sur le cadre de couvain plus de cinq secondes représentent la majorité des observations avec un total de près de 41 % et une variation allant de 35 % à 47 % selon les modalités. Aucun effet significatif d'une exposition à la deltaméthrine pendant le stade larvaire n'est observé sur les tâches de soins au couvain et dans la zone de réserves. Une dose de pyriproxyfène de 54 ng/larve altère d'une façon significative le développement des glandes hypopharyngiennes. De plus, au cours du test larvaire, elle conduit à une mortalité significative à J+8, J+15 et J+26 par rapport

aux témoins. Un pourcentage élevé de malformations (e.g., ailes atrophiées) est observé parmi les émergentes. Des doses de 18 et 54 ng/larve ne provoquent pas de mortalité significative durant tout le développement larvaire. Lors de l'introduction en cage de vol, les abeilles contaminées sont souvent rejetées par les autres (70 % pour la plus forte concentration versus moins de 10 % pour les témoins). L'analyse des hydrocarbures cuticulaires, révélant la signature chimique des individus, montre des profils différents entre les abeilles témoins et celles exposées. Le suivi comportemental des abeilles révèle une altération de la cohésion sociale, surtout à la plus forte dose, avec en particulier une diminution des soins apportés au couvain.

Un modèle multi-agents, appelé SimBeePop, a été développé pour simuler le fonctionnement en continu d'une colonie d'abeilles dans une ruche de type Dadant pendant deux ans ce qui implique, en outre, la prise en compte du comportement des abeilles d'hiver. Toutes les catégories d'abeilles sont considérées ainsi que leurs traits d'histoire de vie. Le développement larvaire a fait l'objet d'une attention particulière afin de pouvoir étudier les effets des perturbateurs endocriniens sur la colonie. Les relations entre les différents individus sont également modélisées avec précision. Les effets à longs termes de perturbations comme une mortalité larvaire importante, une diminution de l'efficacité des nourrices ou un rejet anormal d'émergentes ont été estimés individuellement et d'une façon combinée avec SimBeePop. Nous montrons que des concentrations sublétales de deltaméthrine ou de pyriproxifène peuvent perturber la dynamique à long terme des populations d'abeilles surtout si la contamination est tardive dans la saison.

Les conclusions

Notre étude montre que le système endocrinien des abeilles peut être perturbé par des xénobiotiques présentant des structures et des mécanismes d'actions différents. Ces perturbations sont de nature variée et se manifestent à des doses très faibles. Celles-ci doivent cependant être confrontées aux concentrations trouvées dans l'environnement et qui peuvent être très variables. Néanmoins, notre étude démontre qu'actuellement les tests de toxicité utilisés dans le cadre réglementaire ne sont pas adaptés pour détecter ces types d'effets adverses. La combinaison d'approches *in vitro*, *in situ* et *in silico* permet de pallier ce manque.

Les partenaires :

P. Aupinel, D. Fortini

Inra

A. Decourtye, J. Fourrier

Acta

Durée : 36 mois

Soutien : 103471 €

Contact : j.devillers@ctis.fr