



**HAL**  
open science

## Des cires sentinelles de l'environnement

Marie-Pierre Chauzat, Jean-Paul Faucon

► **To cite this version:**

Marie-Pierre Chauzat, Jean-Paul Faucon. Des cires sentinelles de l'environnement. Phytoma la Défense des Végétaux, 2007, octobre (608). anses-04160039

**HAL Id: anses-04160039**

**<https://anses.hal.science/anses-04160039v1>**

Submitted on 12 Jul 2023

**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.



## Quels résidus de pesticides dans la cire des colonies d'abeilles en France ?

# Des cires sentinelles de l'environnement

Marie-Pierre Chauzat\* et Jean-Paul Faucon\*

**De 2002 à 2005, l'Afssa Sophia Antipolis a conduit une étude de terrain visant à étudier la santé des colonies d'abeilles françaises. Les observations portaient sur les populations d'abeilles (visites de ruches et relevés des symptômes et anomalies) et sur la présence de résidus de pesticides dans les différents compartiments de la ruche (recherches analytiques). Les résultats concernant les résidus de pesticides dans les pelotes de pollen collectées en 2003 ont fait l'objet d'une précédente publication dans *Phytoma-LDV* en juin 2006<sup>(1)</sup>. Ce nouvel article, présente les résultats concernant la matrice cire.**

La contamination des produits issus de l'apiculture par diverses substances est connue et surveillée en Europe depuis des années. Les traitements employés par les apiculteurs pour traiter les pathologies affectant les abeilles et l'utilisation des pesticides dans l'agriculture sont les deux sources majeures de pollution des produits apicoles par des pesticides.

## Pourquoi une telle étude ?

Depuis les années 80, *Varroa destructor*<sup>(2)</sup> est présent dans les colonies d'abeilles européennes (*Apis mellifera*). Afin d'éviter la mort de leurs colonies, les apiculteurs doivent appliquer des traitements régulièrement.

Dans la majorité des cas, les substances acaricides employées laissent des résidus de molécules actives dans les cires : plusieurs études ont montré la présence de bromopropylate, de coumaphos, d'amitraz, de tau-fluvalinate et de tétradifon (acaricide utilisé en Asie). Des études ont montré les effets néfastes de la pré-

sence des résidus de tau-fluvalinate et de coumaphos pour la santé des abeilles, en particulier pour les reines (Pettis *et al.*, 2004).

Les résidus de molécules synthétiques peuvent également provenir de l'environnement des ruchers sans intervention de l'apiculteur. Cependant, il n'existe que peu d'études scientifiques rendant compte du transfert à la cire des ruches de substances épandues au voisinage du rucher.

De plus en plus fréquemment, l'abeille est utilisée comme révélateur de la santé de l'environnement. Son efficacité dans ce rôle repose sur ses caractéristiques éthologiques (taux de croissance rapide, grande mobilité, aire de prospection étendue, visites quotidiennes de nombreuses fleurs) et morphologiques (son corps est recouvert de poils qui permettent de capter diverses particules, augmentant ainsi le contact avec l'environnement).

De 2002 à 2005, l'AFSSA Sophia Antipolis a mené une vaste étude afin de suivre la santé des colonies d'abeilles. Cette étude de terrain se devait de suivre la contamination des colonies

### I - La varroase

L'agent pathogène de la varroase est l'acarien *Varroa destructor*. Ce parasite originaire d'Asie a été introduit en Europe au début des années 80. Le parasite primaire, *Varroa jacobsoni*, a été décrit vivant aux dépens de l'abeille asiatique *Apis cerana* par Oudemans en 1904. Grâce à des processus adaptatifs classiques, l'acarien et *A. cerana* parviennent à coexister sans dommage au sein des colonies d'abeilles. En particulier, *A. cerana* a développé des comportements d'épouillage lui permettant de réduire significativement le nombre d'acariens dans ses populations.

À l'occasion de l'introduction de l'abeille domestique européenne (*A. mellifera*) en

Asie, l'acarien parasite s'est adapté à ce nouvel hôte. Hélas, les populations d'*A. mellifera* n'ont pas développé de comportements d'hygiène adaptés.

Pour accomplir son cycle, l'acarien doit se nourrir de l'hémolymphe (que l'on pourrait apparenter au sang) des larves et des abeilles adultes. Les individus ponctionnés sont affaiblis. À cette occasion, l'acarien est vecteur de virus pathogènes pour l'abeille, virus des ailes déformées et virus de la paralysie aiguë notamment. Il faut donc adapter des stratégies de lutte (moyens chimiques ou techniques biologiques) afin de réduire le nombre d'acariens en dessous d'un seuil qui permet le développement harmonieux des colonies d'abeilles domestiques européennes.

\* AFSSA, Les Templiers, 105, route des Chappes, B.P. 111, 06902 Sophia-Antipolis Cedex. mp.chauzat@afssa.fr

(1) Les pesticides, le pollen et les abeilles. *Phytoma-LDV* n° 594, juin 2006, pp. 40 à 45.

(2) *Varroa destructor* : agent pathogène responsable de la varroase, maladie des abeilles adultes et du couvain — voir l'encadré ci-contre.

(3) La cire gaufrée est une feuille de cire introduite dans la ruche par l'apiculteur pour guider les abeilles dans la fabrication des rayons — voir l'encadré 2 p. 11.

par les résidus de pesticides. Nous donnons ici les résultats concernant les cires obtenus en 2002 et 2003 (Chauzat & Faucon, 2007). Ces résultats analytiques portant sur des cires françaises sont les premiers publiés dans notre pays.

## Protocole de prélèvement

Vingt-cinq ruchers situés dans 5 départements de France continentale (Eure, Yonne, Indre, Gard et Gers) ont été étudiés. Dans chaque rucher, 5 ruches tirées au sort (125 ruches par an au total) ont été suivies. Dans chacune, un cadre était choisi au hasard pour l'échantillonnage : un morceau de cire d'environ 15 g était prélevé directement sur le cadre.

L'échantillon contenait à la fois de la cire bâtie produite par les abeilles et de la cire gaufrée<sup>(3)</sup> qui leur avait été fournie. La zone échantillonnée sur le cadre était choisie en fonction de sa propreté et non de sa couleur : les cellules devaient être vides de tout contenu, larves, pain d'abeille ou miel.

Au laboratoire, les cinq échantillons issus d'un même lieu de prélèvement (donc de 5 ruches), ont été rassemblés pour former un seul échantillon représentant le rucher. La recherche des résidus a été conduite sur ces échantillons (25 par an). Les prélèvements ont été stockés à -20 °C dès leur arrivée au laboratoire et ce jusqu'à leur analyse. Les données présentées dans cet article concernent les résultats de la recherche de résidus des échantillons de cire collectés en 2002 et en 2003. Ceux de 2004 et 2005 seront publiés ultérieurement.

Durant toute l'étude, nous avons demandé aux apiculteurs de garder leurs conduites apicoles habituelles. Cependant, pour des raisons pratiques évidentes, la transhumance des ruches étudiées n'était pas autorisée.

## Analyses chimiques

Les recherches multirésidus (18 molécules) ont été conduites au GIRPA (Groupement interrégional sur les recherches des produits agropharmaceutiques, à Angers). La famille des pesticides, leur utilisation ainsi que leur statut légal de vente pour le traitement de plantes en 2003 sont détaillés dans le tableau 1. Ces pesticides avaient été choisis en raison de leur large utilisation présente ou passée dans le monde agricole, et aussi de la toxicité qu'ils représentent pour les abeilles. Sur les 18 substances recherchées, 16 étaient des insecticides et 2 des fongicides. Deux substances étaient interdites pour la protection des plantes : le coumaphos et le lindane.

Les morceaux de cire ont été broyés. Une quantité correspondant à 2 g a été prélevée sur chaque échantillon, extraite avec de l'hexane puis évaporée. Après une étape de filtration, une séparation liquide/liquide a été réalisée grâce à un mélange d'hexane et d'acétonitrile.



ph. Chauzat

Un des cadres sur lesquels on a prélevé les morceaux de cire analysés pour cette étude. Les résultats d'analyse des échantillons prélevés en 2002 et 2003 sont présentés ici.

Tableau 1 - Caractéristiques des pesticides étudiés : famille chimique, utilisation (Ac = acaricide ; F = fongicide ; I = insecticide), statut légal d'utilisation pour la protection des plantes en 2003 (A = autorisé ; In = interdit), limites de détection (LD) et de quantification (LQ).

Pesticide	Famille	Utilisation	Statut	LD (µg/kg)	LQ (µg/kg)
Azinphos-méthyl	Organophosphoré	I	A	5.0	10.0
Chlorpyrifos	Organophosphoré	I	A	5.0	10.0
Coumaphos	Organophosphoré	I, Ac	In	5.0	10.0
Cyfluthrine	Pyréthriinoïde	I	A	5.0	10.0
Cyperméthrine	Pyréthriinoïde	I	A	5.0	10.0
Deltaméthrine	Pyréthriinoïde	I	A	5.0	20.0
Endosulfan	Organochloré	I	A	5.0	10.0
Fénitrothion	Organophosphoré	I	A	5.0	10.0
Fenthion	Organophosphoré	I	A	5.0	10.0
Lindane	Organochloré	I	In	5.0	10.0
Malathion	Organophosphoré	I	A	5.0	10.0
Méthidathion	Organophosphoré	I	A	5.0	10.0
Mévinphos	Organophosphoré	I	A	5.0	10.0
Parathion	Organophosphoré	I	A	5.0	10.0
Parathion-méthyl	Organophosphoré	I	A	5.0	20.0
Tau-fluvalinate	Pyréthriinoïde	I, Ac	A	5.0	10.0
Procymidone	Dicarboximide	F	A	5.0	10.0
Vinchlozoline	Dicarboximide	F	A	5.0	10.0

Tableau 2 - Fréquence et teneur des résidus de pesticides dans la cire des ruchers étudiés (ND = non détecté).

Pesticide	Fréquence (%)	Concentrations des résidus		Teneur moyenne (µg/kg)
		minimum (µg/kg)	maximum (µg/kg)	
Azinphos-méthyl	10.0	75.2	817.0	446.1
Chlorpyrifos	7.3	7.1	19.0	14.9
Coumaphos	52.2	> LD	4 112.6	792.6
Cyfluthrine	12.2	5.9	31.9	20.1
Cyperméthrine	21.9	14.2	76.3	36.3
Deltaméthrine	2.4	14.7	14.7	14.7
Endosulfan	23.4	14.7	243.1	88.8
Fénitrothion	2.1	511.0	511.0	511.0
Fenthion	0.0	ND	ND	ND
Lindane	4.3	5.3	32.2	18.8
Malathion	8.5	10.2	18.1	15.1
Méthidathion	0.0	ND	ND	ND
Mévinphos	0.0	ND	ND	ND
Parathion	2.1	99.0	99.0	99.0
Parathion-méthyl	0.0	ND	ND	ND
Tau-fluvalinate	61.9	15	422	196.4
Procymidone	2.1	27.7	27.7	27.7
Vinchlozoline	2.1	21.5	21.5	21.5

Figure 1 - Nombre de résidus de pesticides et leur fréquence dans les échantillons de cire.

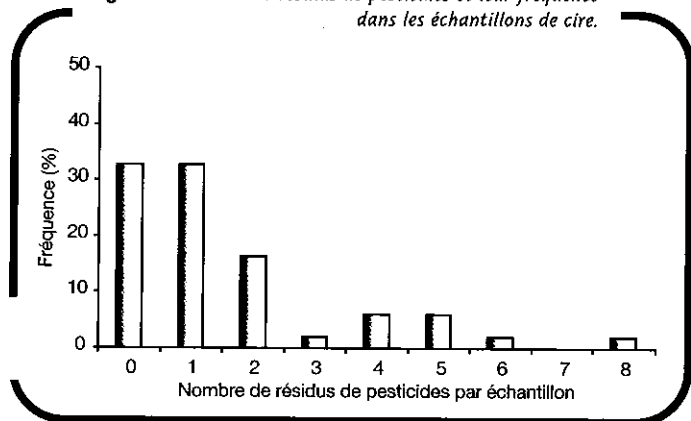
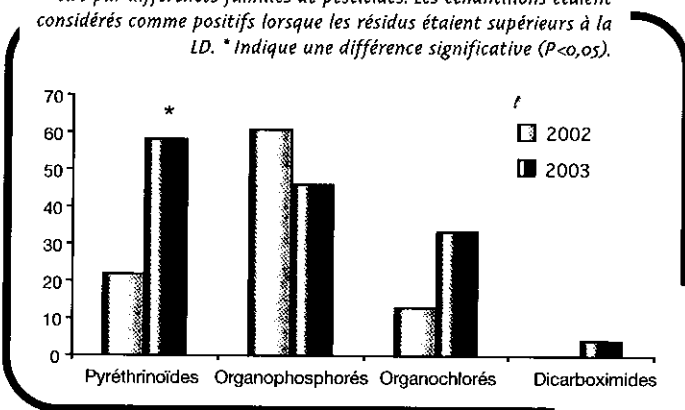


Figure 2 - Fréquence (%) de la contamination des échantillons de cire par différentes familles de pesticides. Les échantillons étaient considérés comme positifs lorsque les résidus étaient supérieurs à la LD. \* Indique une différence significative ( $P < 0,05$ ).



Le produit issu de cette séparation a été purifié sur une cartouche C18. L'analyse chromatographique a été réalisée par GC/MS/MS.

La limite de détection (LD) était de 5 µg/kg pour toutes les molécules. Les limites de quantification (LQ) étaient de 20 µg/kg pour le parathion-méthyl et la deltaméthrine et de 10 µg/kg pour toutes les autres molécules.

## Analyses statistiques

Dans le tableau 2 (page précédente), le pourcentage d'échantillons contaminés par les molécules recherchées a été calculé en divisant le nombre d'échantillons positifs (échantillon dans lequel le composé étudié a été détecté) par le nombre total d'échantillons dans lesquels ce composé a été cherché. Ce nombre total variait en fonction de la performance analytique. Les tests statistiques (régression logistique) ont été conduits sur les fréquences de présence des résidus et non sur les teneurs moyennes de ces résidus.

## Ce qu'on a trouvé

47 échantillons de cire ont été analysés. Des résidus de 14 substances ont été trouvés dans 33 échantillons de cire. Les résidus les plus fréquents étaient le tau-fluvalinate (dans 61,9 % des échantillons), le coumaphos (52,2 %) et l'endosulfan (23,4 %).

Les résidus de coumaphos avaient la teneur

trouvée que dans un seul échantillon. Il est intéressant de noter que le lindane a été quantifié dans deux échantillons à une teneur moyenne de 18,8 µg/kg (Tableau 2, p. 9).

Aucun résidu n'a été trouvé dans 14 échantillons soit presque un tiers (29,8 %) de l'ensemble des prélèvements. Dans un autre tiers des échantillons (34 %), un seul résidu a été trouvé. Enfin, le dernier tiers contenait plus d'un résidu, jusqu'à 8 molécules différentes dans le même prélèvement (Figure 1).

## Comparaison des années de prélèvement

Pour permettre des comparaisons statistiques, les molécules ont été rassemblées selon leur famille chimique (Tableau 1). La fréquence de la contamination des cires en fonction de l'année de prélèvement est illustrée figure 2.

En 2002, les organophosphorés étaient la famille de pesticides la plus répandue dans les échantillons de cires : 60,1 % en contenaient. Cette fréquence a diminué en 2003 pour atteindre 45,8 % des échantillons. En 2003, les pyréthrinoides de synthèse étaient la famille chimique la plus trouvée (58,3 % des échantillons) alors qu'en 2002, seulement 21,7 % des échantillons contenaient des molécules appartenant à cette famille chimique.

Cette augmentation de fréquence est la seule statistiquement significative ( $\chi^2 = 6,5$  ; 1 df ;  $P < 0,01$ ).

25 ruchers ont été suivis sur 5 départements. Dans chaque rucher, des échantillons ont été prélevés sur 5 ruches.

## Contamination des cires et pratiques apicoles

Les résidus de tau-fluvalinate sont les plus fréquemment rencontrés dans les cires. Cet acaricide, utilisé en traitement agricole, est également employé pour le lutter contre Varroa. Il est donc difficile de savoir la proportion de chaque origine pour expliquer le taux de contamination des cires.

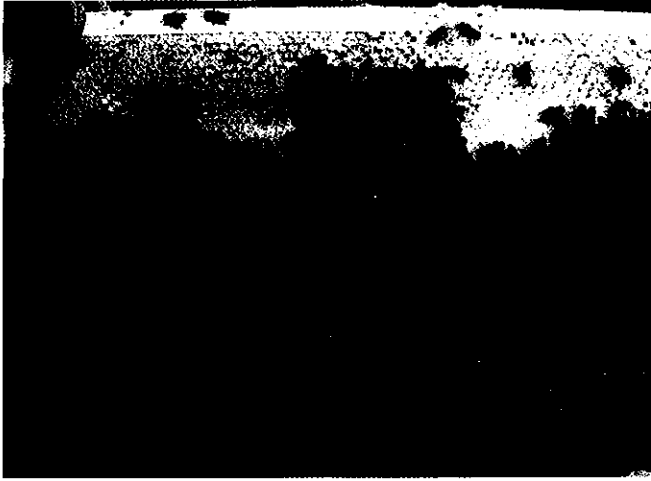
Comme décrit plus haut, les résidus de coumaphos tiennent le deuxième rang en fréquence (plus de la moitié des échantillons de cire en contient). Cette molécule a la teneur moyenne la plus élevée de toutes celles recherchées (792,6 µg/kg). Ces chiffres sont comparables à ceux mentionnés dans la littérature scientifique. En Allemagne, en 1999, une étude a montré que 62,5 % des cires gaufrées d'origine germanique et 20 % des cires gaufrées d'origine internationale contenaient du coumaphos (Wallner, 1999). D'autres études ont montré la contamination des cires par le coumaphos (Lodesani *et al.*, 2003) (Nasr & Wallner, 2003).

Si des acaricides sont *de facto* présents dans les cires, on peut légitimement s'interroger sur l'action qu'ils peuvent avoir sur *V. destructor*. Une expérimentation a été menée sur ce sujet par une équipe de recherche suédoise. Elle a montré que les résidus de coumaphos devaient être présents dans les cires à des teneurs beaucoup plus hautes pour avoir une action médicamenteuse contre le parasite. En effet, on a pu constater que le cocon tissé par la larve d'abeille lors de la métamorphose est une barrière efficace qui empêche la diffusion de la molécule active jusqu'au parasite et protège ainsi la femelle fondatrice (Fries *et al.*, 1998).

## Résidus de pesticides et pollution environnementale

Origine des résidus : cela dépend

Les résidus de coumaphos, molécule non autorisée pour le traitement des plantes, ont donc probablement une origine apicole. Le



Exemple d'une feuille de cire gaufrée où les abeilles refusent de bâtir des cellules. En bas du cadre, les cellules ne sont pas étirées. Il n'y a donc ni miel, ni pollen, ni larves stockés.

tau-fluvalinate, quant à lui, peut avoir deux origines (agricole ou apicole) comme nous l'avons expliqué plus haut. En revanche, les autres molécules recherchées sont toutes exclusivement utilisées en traitement agricole. Il est donc permis de penser que, grâce à son comportement de butinage, l'abeille a ramené à la ruche des traces de pesticides en « échantillonnant » son environnement.

C'est la première fois qu'en France un tel résultat est obtenu illustrant la présence de pesticides d'origine environnementale dans les cires de colonies d'abeilles domestiques.

Cependant, une expérimentation contrôlée serait nécessaire pour confirmer cette hypothèse. Elle permettrait d'ajouter un élément

favorable à l'utilisation de l'abeille domestique comme outil d'appréciation de la pollution de l'environnement.

### Refus de bâtir : une hypothèse à valider

La présence de ces résidus de pesticides dans les cires pourrait être une explication des « refus de bâtir » observés dans certaines ruches. La photo ci-dessus illustre ce comportement parfois constaté, où les ouvrières ne bâtissent pas, ou bâtissent de manière décousue, les rayons à partir des cires gaufrées.

Il est possible que la présence de résidus dans les cires repoussent les abeilles pour des raisons gustatives. Une expérimentation contrôlée

pas traiter leurs colonies avec des molécules lipophiles type coumaphos et grouper leurs cires pour qu'elles soient gaufrées ensemble. Ce processus contrôlé leur assure la qualité des feuilles utilisées ensuite sur leurs ruchers. À l'occasion de cette étude, certains apiculteurs nous ont demandé de doser le coumaphos dans des feuilles de cire gaufrée qu'ils utilisaient sur leur exploitation et dans des cires d'opercules provenant de leurs ruchers. Chez un apiculteur professionnel, le résultat a montré une forte teneur en coumaphos dans les feuilles de cire gaufrée tout venant (1 590 µg/kg). L'année suivante, le même apiculteur a fait gaufrer des cires provenant de son exploitation où il n'avait pas utilisé le coumaphos durant plusieurs années. Le dosage a montré des traces de coumaphos présent dans ces feuilles, soit une concentration comprise entre limite de détection et limite de quantification (80 et 560 µg/kg).

Chez un autre apiculteur professionnel, le dosage de la molécule dans les cires d'opercules a montré une concentration de 1 130 µg/kg, similaire à celle observée dans les cires gaufrées déjà citées. Cet apiculteur avait utilisé le coumaphos en traitement contre la varroase. Ce résultat montre une fois de plus la grande capacité de cette molécule à se stocker dans la cire, qu'elle soit ancienne ou nouvellement produite.

lée est nécessaire pour valider cette hypothèse, afin de caractériser particulièrement les doses et les synergies entre pesticides qui pourraient être à l'origine de tels comportements.

### Parallèle avec d'autres études

Les résultats provenant des recherches de résidus de pesticides dans la matrice cire et dans la matrice pollen (Chauzat *et al.*, 2006) sont à mettre en parallèle avec les résultats d'autres études qui évaluent le taux de résidus de pesticides dans l'environnement.

L'Institut français de l'environnement a mesuré en 2003 et 2004 les taux de pesticides dans les cours d'eaux français (IFEN, 2006). Les résultats montrent une grande diversité de molécules présentes sur l'ensemble du territoire. Le rapport de l'Institut de veille sanitaire portant sur l'exposition aérienne aux pesticides des populations vivant à proximité des zones agricoles a donné des conclusions similaires (Coignard & Lorente, 2005).

Toutefois, dans ces deux études, l'impact de ces résidus sur la santé humaine n'est pas connu. Beaucoup de connaissances restent à acquérir pour exploiter les données dans une évaluation quantitative des risques sanitaires liés à l'exposition à ces résidus.

Une approche épidémiologique et des expérimentations sont nécessaires pour apporter de nouveaux éléments de réponse. Du point de vue de la diversité des molécules retrouvées et de leurs concentrations faibles, force est de constater que les résultats trouvés au cours de notre étude sont en cohérence avec ceux présentés dans ces deux rapports.

## En conclusion

### Haro sur les vieux cadres

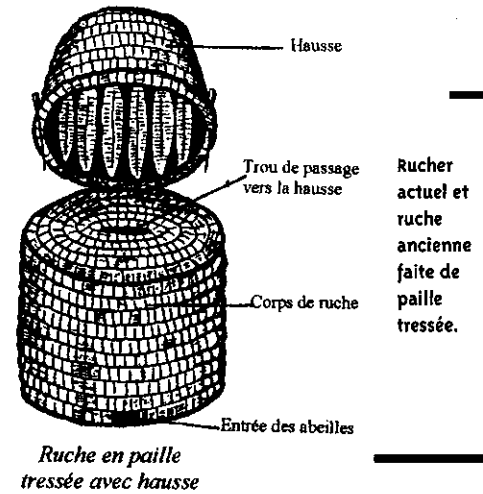
Les produits issus de l'apiculture bénéficient de l'image de denrées naturelles. D'un point de vue économique, il est important que les apiculteurs gardent cet avantage auprès du public. Pour cette raison, nous conseillons l'élimination régulière des cadres anciens afin de diminuer le taux de résidus de pesticides dans les ruches. Cette pratique présente également un intérêt sanitaire : elle permet d'éliminer les germes survivant au sein des cires (spores de *Nosema* sp., de loques).

### Du doigté contre la varroase

Les résidus de pesticides dans les cires sont un danger pour l'abeille. Les effets négatifs du coumaphos et du tau-fluvalinate présents dans les cires sur la ponte des reines et sur la taille de leurs ovaires ont été démontrés à plusieurs reprises. Le corollaire de l'élimination de vieux cadres est le respect du bon usage des acaricides dans le traitement de la varroase. Les apiculteurs doivent utiliser des médicaments vétérinaires homologués et aux doses autorisées afin de limiter l'accumulation des résidus dans les cires.



ph. Chauzat



Ruche en paille tressée avec hausse

### Abeille, sensible sentinelle

Les résultats de cette étude démontrent que l'abeille peut être utilisée comme révélateur de la santé de l'environnement.

Comme outil d'échantillonnage du milieu environnant, elle présente plusieurs avantages : sa large présence sur le territoire, son faible coût et son activité qui permettent de collecter des particules renseignant sur les compartiments aériens, terrestres et végétaux.

Gageons que son utilité écologique soit largement reconnue à l'avenir.

**Remerciements :** Les auteurs souhaitent remercier l'ensemble des apiculteurs volontaires qui ont mis à disposition leurs ruches pour cette étude. Ce projet a été financé pour partie par des fonds FEOGA de la Communauté Européenne.

## Bibliographie

- Chauzat M.-P., and Faucon J.-P., 2007 - Pesticides residues in beeswax samples collected from honey-bee colonies (*Apis mellifera*) in France. *Pest Management Science en ligne sur <http://www3.interscience.wiley.com>*
- Chauzat M. P., Faucon J.-P., Martel A.-C., Lachaize J., Cougoule N., and Aubert M., 2006 - A survey on pesticide residues in pollen loads collected by honey-bees (*Apis mellifera*) in France. *Journal of Economic Entomology* 99:253-262.
- Coignard F. & Lorente C., 2005 - Exposition aérienne aux pesticides des populations à proximité de zones agricoles. *Institut national de veille sanitaire. 1-64. Ref Type: Report.*
- Fries I., Wallner K., and Rosenkranz P., 1998 - Effects on *Varroa jacobsoni* from acaricides in beeswax. *Journal of Apicultural Research* 37:85-90.
- IFEN, 2006 - Les pesticides dans l'eau. Données 2003 et 2004. *Les dossiers IFEN* 5:1-40.
- Lodesani, M., C. Costa, M. Bigliardi, and Colombo R., 2003 - Acaricide residues in bee wax and organic beekeeping. *Apiacta* 38:31-33.
- Nasr M. E., and Wallner K., 2003 - Miticides residues in honey and wax in North America. *American Bee Journal* 143:322.
- Pettis J. S., Collins A. M., Wilbanks R., and Feldlaufer M.F., 2004 - Effects of coumaphos on queen rearing in the honey bee, *Apis mellifera*. *Apidologie* 35:605-610.
- Wallner K., 1999 - Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie* 30:235-248.

De 2002 à 2005, l'AFSSA Sophia Antipolis a conduit une étude de terrain qui visait à étudier la santé des colonies d'abeilles françaises. 125 ruches réparties en 25 ruchers ont été suivies.

Lors de cette enquête, plusieurs matrices apicoles ont été prélevées afin de quantifier les résidus de pesticides présents dans les colonies d'abeilles.

Les résultats concernant les prélèvements de cire réalisés en 2002 et 2003 montrent qu'un tiers des échantillons ne contenait aucune des 18 molécules recherchées. Un tiers des échantillons contenait un seul résidu. Enfin, le dernier tiers contenait plus d'un résidu par échantillon, jusqu'à 8 molécules différentes.

Les résidus les plus fréquents étaient le tau-fluvalinate (dans 61,9 % des échantillons), le coumaphos (52,2 %) et l'endosulfan (23,4 %). Les résidus de coumaphos avaient la teneur moyenne la plus haute (792,6 µg/kg). En deuxième position, le fénitrothion avait une teneur moyenne de 511,0 µg/kg. Il est inté-

ressant de noter que le lindane a été quantifié dans deux échantillons à une teneur moyenne de 18,8 µg/kg.

Les résidus de deux acaricides utilisés pour traiter les ruches contre le varroa (tau-fluvalinate et coumaphos, le premier des deux étant utilisé aussi en agriculture) étaient les plus fréquemment trouvés dans les cires. En revanche, les autres molécules recherchées sont toutes exclusivement utilisées en traitement agricole. Il est donc permis de penser que, grâce à son comportement de butinage, l'abeille a ramené à la ruche des traces de pesticides en échantillonnant l'environnement.

Les produits issus de l'apiculture bénéficient de l'image de denrées naturelles. Du point de vue économique, il est important que les apiculteurs gardent cet avantage auprès du public. Pour cette raison, il est conseillé d'éliminer régulièrement les cadres anciens afin de diminuer le taux de résidus de pesticides dans les ruches.

**Mots-clés :** abeille domestique, *Apis mellifera*, pesticides, résidus, cire, contamination, environnement.

### HONEY-BEES, BEESWAX AND PESTICIDES

In 2002 a field survey was initiated in french apiaries in order to monitor the health of honey-bee colonies (*Apis mellifera* L.). Studied apiaries were evenly distributed across five sites located in continental France. Beeswax samples were collected once a year over two years from a total of 125 honey-bees colonies. Multiresidue analyses were performed on these samples in order to identify residues of 16 insecticides and acaricides and 2 fungicides. Residues of 14 of the searched-for compounds were found in samples.

Tau-fluvalinate, coumaphos and endosulfan residues were the most frequently occurring residues (61.9, 52.2 and 23.4%, respectively). Coumaphos was found in the highest average quantities (792.6 µg.kg/l). Residues of cypermethrin, lindane and deltamethrin were found in 21.9, 4.3 and 2.4 % of samples, respectively. Statistical tests showed no difference between years of sampling with the exception of the frequency of pyrethroid residues. Beeswax contamination was the result of both in-hive acaricide treatments and, to a much lesser extent, environmental pollution.

Beekeepers and various industries benefit from the healthy and pure image that bee products present to the public. Rotating older combs out of hives provides an opportunity to reduce the amount of pesticides inside colonies.