

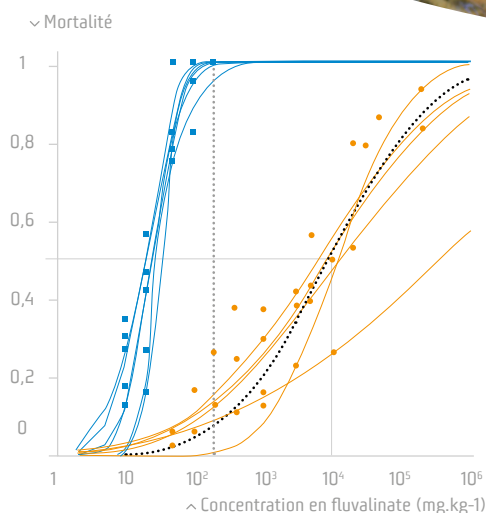
# LA SENSIBILITÉ DES VARROAS AU TAU-FLUVALINATE ET À L'AMITRAZE

## ÉTUDE RÉALISÉE EN AUVERGNE- RHÔNE-ALPES (2019)

L'étude de la sensibilité des varroas à l'amitrazé et au tau-fluvalinate a débuté en 2018 dans le cadre d'une thèse de doctorat mis en place par le centre d'étude et de formations Apinov, la société VitaBeehealth et l'Université de Tours. En 2019, une collaboration a été développée entre Apinov et l'ADA AURA, notamment à travers le projet INNOVAR pour évaluer la sensibilité des varroas aux acaricides en Auvergne-Rhône-Alpes.

## CONTEXTE : LES RÉSISTANCES AUX ACARICIDES EN APICULTURE

L'étude de la sensibilité des varroas aux acaricides n'a pas été répétée en France depuis 1998 lors de la mise en évidence de la résistance des varroas au tau-fluvalinate (substance active de l'Apistan). En 1995 et 1998, deux chercheurs ont révélé la présence de varroas résistants à cette molécule en Europe (Lodesani, Colombo, et Spreafico 1995 ; N. Milani 1995 ; Trouiller 1998). La figure 1 présente la différence de sensibilité des varroas entre une population sensible et une population résistante au tau-fluvalinate (Trouiller 1998).



◀ **Figure 1**  
**Mortalité**  
**des varroas**  
**en laboratoire**  
**en fonction de**  
**la concentration**  
**en tau-fluvalinate**  
**en ppm (Trouiller,**  
**1998)**

Les points oranges indiquent les varroas sensibles au tau-fluvalinate  
Les points bleus indiquent les varroas résistants au tau-fluvalinate

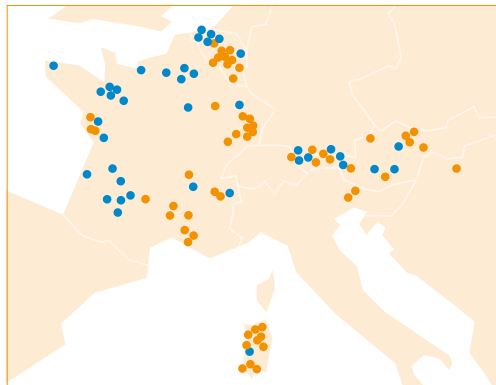
La baisse d'efficacité de l'Apistan, due au développement de résistance des varroas, a conduit à l'utilisation d'une autre substance acaricide par les apiculteurs, l'amitrazé. L'amitrazé est la substance active retrouvée dans les médicaments Apivar et Apitraz. En région Auvergne-Rhône-Alpes, l'amitrazé a été utilisée par la plupart des apiculteurs sans alternance de substance active ces 20 dernières années.



Figure 2 >

### Cartographie des sensibilités des varroas en 1998 (Trouiller, 1998)

Les cercles oranges indiquent des varroas résistants. Les cercles bleus indiquent des varroas sensibles au tau-fluvalinate.

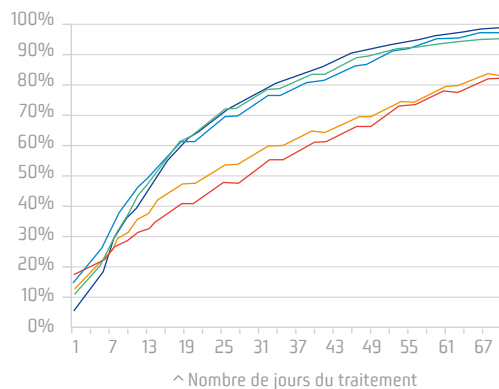


En 2017, des premiers cas de baisse d'efficacité ont été mis en évidence par les suivis d'efficacité réalisés par la FNOSAD (paragraphe ci-dessous). Pourtant, la mise en évidence de cas de résistance de varroas à l'amitrazé n'est pas récente en laboratoire (Elzen, Baxter, Spivak, Wilson 1999 ; Norberto Milani 1999 ; Maggi *et al.* 2010 ; Adjlane, Doumandji, et Haddad 2012 ; Kamler *et al.* 2016). Les baisses d'efficacité observées par la FNOSAD peuvent-elles s'expliquer par la baisse de la sensibilité des varroas à l'amitrazé ?

### SUIVIS D'EFFICACITÉ PAR LA FNOSAD

Figure 3 >

### Cinétique de chute en pourcentage des varroas entre 1999 et 2018 (Apivar) LSA n°291



Année	Apivar	Apivar	Apivar	Apivar	Apivar
1999	2016	2009	2017	2018	
99 %	98 %	96 %	85 %	85 %	

En France, en 2019, la FNOSAD a publié une synthèse de l'observation de la baisse d'efficacité de l'Apivar ces deux dernières années par rapport à 1999 (avec 1 487 ruches suivies de 2007 à 2018) (LSA n°291). La baisse d'efficacité peut s'expliquer par la modification de la cinétique de chute des varroas (figure 3). En effet, deux médicaments différents avec la même substance active peuvent avoir la même efficacité avec une cinétique de chute et une durée d'application différentes.

La galénique\* du médicament semblerait donc jouer un rôle non négligeable sur l'efficacité du traitement. Dans le cas de lanières acaricides, la galénique correspond au support de la substance active et notamment au mode et à la vitesse de libération de la substance active.

\*concerne la préparation, la conservation et la présentation du médicament

## DÉTERMINER LA SENSIBILITÉ DES VARROAS EN LABORATOIRE

### MÉTHODE UTILISÉE EN LABORATOIRE

La méthode utilisée est celle référencée dans le Coloss Beebook (Dietemann *et al.* 2013). Celle-ci a depuis été simplifiée par plusieurs chercheurs (Milani 1995 ; Elzen *et al.*, 1999 ; Lindberg *et al.*, 2000 ; Maggi *et al.* 2008 ; Kamler *et al.* 2016). Dans cette étude, la méthode utilisée en laboratoire se rapproche de celle de Maggi et de ses collaborateurs. Une population de varroas sensibles de référence doit être, au préalable, définie. Ces populations de varroas sensibles sont échantillonnées chez des apiculteurs n'utilisant ni l'amitrazé, ni le tau-fluvalinate depuis plus de 10 ans et sur des ruchers sédentaires, loin des routes principales de transhumances. L'étude de ces populations permet de définir une concentration à laquelle 90 % des varroas sont tués (concentration létale à 90 % (CL90)). Pour l'amitrazé, cette concentration est de 0,4 µg/mL. Pour le tau-fluvalinate, la concentration létale à 80 % a été définie à 10 µg/mL (la CL90 sera utilisée en 2020). Toutes les autres populations sont ensuite testées à cette CL90 ce qui permet de comparer la mortalité entre la population testée et la population sensible.

### RÉPÉTABILITÉ ET ROBUSTESSE DU TEST

Pour chaque CL90 testée, 4 répliquas minimum sont réalisés. Sur l'ensemble des populations testées en 2018 et 2019, l'erreur standard du test en laboratoire varie de 0 % à 14 % pour une même population. Certaines populations ont été testées avec 8 répliquas, l'erreur standard variait de 4,4 % à 8,4 %. Le test en laboratoire est donc répétable.

Au sein d'un même rucher, il n'y a pas de variation significative de la sensibilité des populations de varroas entre chaque ruche (résultats en cours de publication). Une population de varroas testée sur une ruche peut donner une information sur la sensibilité des varroas de l'ensemble du rucher.

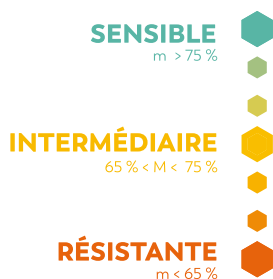
### CLASSIFICATION DES SENSIBILITÉS EN FONCTION DE LA MORTALITÉ OBTENUES À LA CL90 POUR L'AMITRAZE

Lorsque l'étude des sensibilités des varroas a été réalisée pour le tau-fluvalinate, des classes de sensibilité ont été définies en fonction de la mortalité de la population testée à la CL90 (Elzen *et al.* 1998) :

- Très sensible (100% - 90%)
- Sensible (90% - 75%)
- Résistance modérée (75% - 65%)
- Résistance forte (< 65%)

De la même manière, des classes de sensibilité ont également été évaluées pour l'amitrazé, d'après les résultats obtenus en 2018-2019. Pour des raisons statistiques, les populations de varroas sont réparties en 3 classes de sensibilité : les « Sensibles », les « Intermédiaires » et les « Résistants ». Ces résultats correspondent à ceux définis pour le tau-fluvalinate en 1998 (Elzen *et al.* 1998). La même classification des sensibilités sera donc appliquée pour le tau-fluvalinate et l'amitrazé.

**La détermination des classes a été évaluée sous le logiciel R à partir d'un modèle linéaire généralisé et du test de Mann-Whitney couplé à une analyse de groupe sur l'ensemble des données recueillis en 2018 et 2019 (n=35)** ✓



### RELATION ENTRE LES RÉSULTATS OBTENUS EN LABORATOIRE ET L'EFFICACITÉ TERRAIN

Les pourcentages de mortalité obtenus en laboratoire qui permettent de classer les populations de varroas ne doivent pas être confondus avec l'efficacité observée sur le terrain (encadré ci-contre).

### ÉCHANTILLONNAGE PAR L'ADA AURA

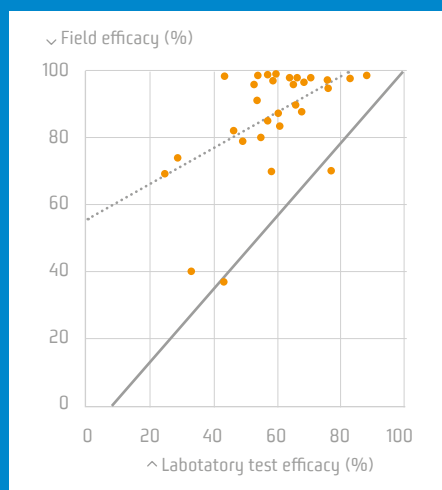
Les varroas échantillonnés en Auvergne-Rhône-Alpes ont été prélevés par l'ADA AURA. Les premiers varroas ont été échantillonnés mi-juillet

et les derniers fin octobre. Les varroas ont été extraits de morceaux de couvain de colonies fortement infestées. Les échantillons prélevés provenaient d'apiculteurs participants au projet INNOVAR et d'apiculteurs adhérents ou non à l'ADA AURA.

### RELATION ENTRE LES RÉSULTATS OBTENUS EN LABORATOIRE ET L'EFFICACITÉ TERRAIN

Les pourcentages de mortalité à la CL90 obtenus en laboratoire ne correspondent pas directement à l'efficacité mesurée sur le terrain. En effet, **les concentrations d'amitrazé ou de tau-fluvalinate utilisées en laboratoire (CL90) ne correspondent pas à la quantité de substance active présente dans les traitements utilisés sur le terrain.**

Une étude sur la sensibilité des varroas au tau-fluvalinate a déterminé cette relation en 1998 (figure 4) (Trouiller 1998). Les résultats obtenus en laboratoire sont plus sensibles que ceux obtenus sur le terrain (60% de mortalité à la CL90 correspond à environ 90% d'efficacité avec l'Apistan sur le terrain). Le test en laboratoire permet donc d'anticiper l'apparition de résistance.



^ Figure 4  
Relation entre la mortalité à la CL90 obtenue en laboratoire et l'efficacité de l'Apistan sur le terrain

## AUVERGNE-RHÔNE-ALPES HÉTÉROGÉNÉITÉ DES SENSIBILITÉS

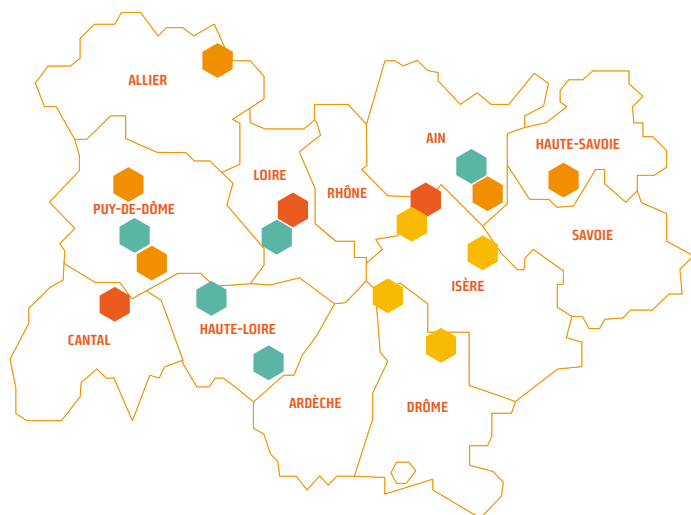


Figure 5  
Cartographie des sensibilités à l'amitraze en Auvergne-Rhône-Alpes

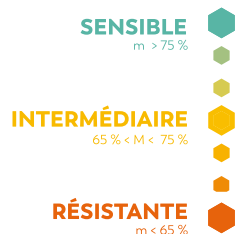
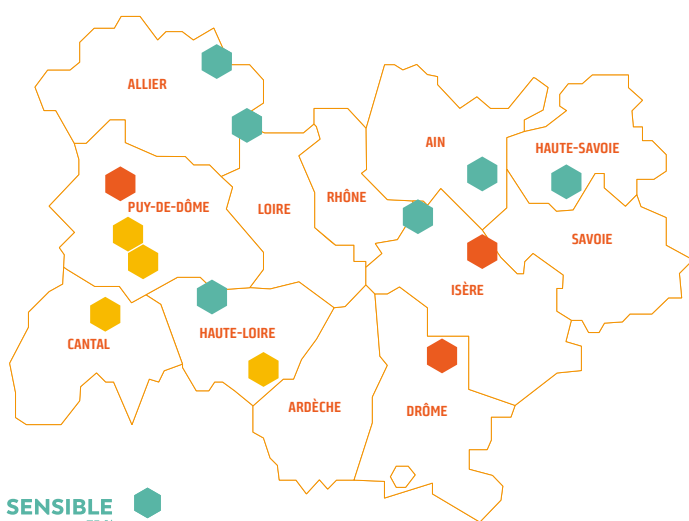


Figure 6  
Cartographie des sensibilités au tau-fluvalinate en Auvergne-Rhône-Alpes

### L'AMITRAZE

Sur la région Auvergne-Rhône-Alpes, 19 populations de varroas ont été testées à l'amitraze (figure 5). Une certaine hétérogénéité des sensibilités est observée sur l'ensemble de la région. Sur les 19 populations échantillonnées, 16 proviennent de ruchers traités à l'amitraze en 2019. La variation de la sensibilité dépendrait,

à priori, des pratiques apicoles et notamment de l'historique de traitement. L'usage d'amitraze n'implique pas inévitablement une résistance à cette dernière. Cependant, l'absence d'utilisation d'amitraze, notamment chez les apiculteurs bio (n=3), est liée à une bonne sensibilité à l'amitraze en laboratoire (mortalité à la CL90 > 75 %), excepté pour un rucher récemment transhumé sur la lavande (mortalité à la CL90 de 71 %).

### LE TAU-FLUVALINATE

13 des 19 populations échantillonnées pour l'amitraze ont été testées au tau-fluvalinate.

Ces populations de varroas ont été testées à la CL80, un ajustement des résultats a donc été réalisé pour pouvoir classer les populations selon les classes de sensibilité définies pour la CL90. Tout comme pour l'amitraze, la répartition des sensibilités des varroas est très hétérogène. La majorité des populations a tendance à être sensible au tau-fluvalinate (figure 6). Deux des trois populations résistantes sont des populations qui ont été en contact récent avec l'utilisation de tau-fluvalinate (traitement apicole). Comme pour l'amitraze, on pourrait penser que les pratiques apicoles expliquent la variation de la sensibilité des varroas.

Les figures 7 et 8 présentent les proportions des populations de varroas échantillonnées en fonction de leur classe de sensibilité respectivement pour l'amitraze et le tau-fluvalinate. Les populations de varroas échantillonnées dans le cadre du projet semblent plus résistantes à l'amitraze qu'au tau-fluvalinate. Seulement 10 % présentent une bonne sensibilité à l'amitraze et plus de la moitié présenterait une accoutumance au tau-fluvalinate.

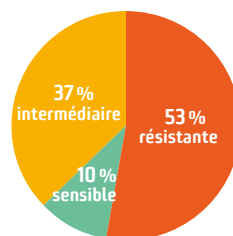


Figure 7  
proportion des populations de varroas en fonction de leur sensibilité à l'amitraze (n=19)

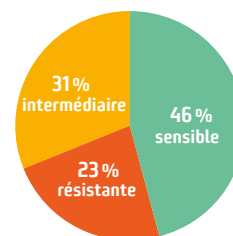


Figure 8  
proportion des populations de varroas en fonction de leur sensibilité au tau-fluvalinate (n=13)

### LIMITE D'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

L'échantillonnage des populations de varroas n'est pas aléatoire, il est en parti biaisé car les colonies prélevées sont des colonies fortement infestées.

En effet, pour l'amitrazé, certaines populations (n=10) de varroas ont été échantillonnées pendant ou après le traitement (Apivar) et souvent sur des ruchers où les taux d'infestation de varroas étaient importants. Sur ces 10 populations, 8 sont des populations de varroas résistantes à l'amitrazé. Pour le tau-fluvalinate, une seule population était en cours de traitement à l'Apistan (pour la deuxième année de suite). Cette population présentait une résistance « forte » au tau-fluvalinate.

## IMPLICATION POUR LA LUTTE CONTRE VARROA

En 2018, en Auvergne-Rhône-Alpes, la DGAL compte 242 516 ruches. Les 19 ruchers échantillonnés ne sont pas significativement représentatifs de l'ensemble des ruchers présents en Auvergne-Rhône-Alpes. Sur l'ensemble des populations testées, une seule population de varroa présente une double résistance à l'amitrazé et au tau-fluvalinate. Les autres populations présentent ou non une résistance à l'une ou l'autre des molécules.

Sachant que l'amitrazé est la substance active la plus utilisée en Auvergne-Rhône-Alpes, ce résultat implique que la sensibilité des varroas à l'amitrazé pourrait dépendre fortement des pratiques apicoles et particulièrement de l'historique de traitement. Si les pratiques apicoles semblent déterminer la sensibilité des varroas aux différentes substances actives acaricides, alors la mise en place de stratégies de lutte intégrant la gestion de la résistance permettrait de limiter, voire de réduire fortement les résistances à l'amitrazé et au tau-fluvalinate.

L'étude de l'influence des pratiques apicoles (historique de traitement et transhumance) et de l'environnement sur le développement de résistance fera l'objet d'une publication scientifique prochainement.

Les stratégies de lutte intégrée existent dans le monde agricole depuis la seconde guerre mondiale. Le principe de ces stratégies est d'intégrer des éléments choisis dans la lutte comme des facteurs biologiques, environnementaux, économiques et sociaux (Tang et Cheke 2005 ; Ehler 2006).

Le développement de résistance des insectes et des acariens aux substances actives est un des facteurs étudiés les plus préoccupants (Sudo et al. 2017). Certaines stratégies sont appliquées en agriculture pour limiter les résistances, l'une d'entre elles pourrait être appliquée à l'apiculture. Actuellement, la stratégie de lutte alternée est utilisée dans certaines régions. L'étude des sensibilités de *Varroa destructor* dans ces régions permettra de valider l'application de cette stratégie pour l'intégration de la gestion des résistances du varroa au tau-fluvalinate et à l'amitrazé. L'explication de la sensibilité des varroas aux acaricides par les pratiques apicoles présenterait une perspective encourageante pour lutter contre le développement de résistance après la mise en place d'une stratégie adaptée.



## Remerciements

Ce travail a été possible grâce à la participation des membres de l'ADA AURA, qui ont réalisé les prélèvements de varroas, et des apiculteurs, qui ont accepté de participer au projet.

## Faites le plein

d'informations sur les pratiques de lutte contre varroa sur le site internet de l'ADA AURA :

[www.ada-aura.org](http://www.ada-aura.org)

Fiche réalisée par  
ADA AURA



Association pour le  
Développement de l'Apiculture  
en Auvergne-Rhône-Alpes

## Rédaction :

Gabrielle Almecija,  
Benjamin Poirat,  
Centre d'études et de  
formations Apinov

## RÉFÉRENCES BIBLIO



- Situation de l'apiculture en Algérie : facteurs menaçant la survie des colonies d'abeilles locales *Apis mellifera intermissa*. Adjlane, Noureddine, Salah-Eddine Doumandji, et Nizar Haddad. 2012. Cahiers Agricultures 21 (4) : 235-241 (1). <https://doi.org/10.1684/agr.2012.0566>.
- Standard methods for varroa research Dietemann, Vincent, Francesco Nazzi, Stephen J. Martin, Denis L. Anderson, Barbara Locke, Keith S. Delaplane, Quentin Wauquiez, et al. 2013. Journal of Apicultural Research 52 (1) : 1-54. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.09>.
- Integrated pest management (IPM): definition, historical development and implementation, and the other IPM Ehler, Lester E. 2006. Pest management science 62 (9) : 787-789.
- Amitraz resistance in Varroa: New discovery in north America. Elzen, Baxter, Spivak, Wilson, Patti, James, Mara, William. 1999. <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=99664>
- Fluvalinate Resistance in Varroa Jacobsoni from Several Geographic Locations. Elzen, P.J. (usda, F.A. Eischen, J.B. Baxter, J. Pettis, G.W. Elzen, et W.T. Wilson. 1998. American Bee Journal (USA). <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US1997079119>
- Comparison of Tau-Fluvalinate, Acrinathrin, and Amitraz Effects on Susceptible and Resistant Populations of *Varroa destructor* in a Vial Test. Kamler, Martin, Marta Nesvorna, Jitka Stara, Tomas Erban, et Jan Hubert. 2016. Experimental and Applied Acarology 69 (1) : 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10493-016-0023-8>.
- Laboratory Evaluation of Miticides to Control Varroa Jacobsoni (Acari: Varroidae), a Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) Parasite. Lindberg, Christopher M., Adony P. Melathopoulos et Mark L. Winston. 2000. Journal of Economic Entomology 93 (2) : 189-98. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.2.189>.
- Ineffectiveness of Apistan Treatment against the Mite Varroa Jacobsoni Oud in Several Districts of Lombardy (Italy) Lodesani, M. Colombo, et M. Spreafico. 1995. Apidologie 26 (1): 67-72. <https://doi.org/10.1051/apido:19950109>
- LC50 baseline levels of amitraz, coumaphos, fluvalinate and flumethrin in populations of *Varroa destructor* from Buenos Aires Province, Argentina Maggi, Matias D., Sergio R. Ruffinengo, Liesel B. Gende, Martin J. Eguaras, et Norma H. Sardella. 2008. Journal of Apicultural Research 47 (4) : 292-95. <https://doi.org/10.1080/00218839.2008.11101477>
- Resistance Phenomena to Amitraz from Populations of the Ectoparasitic Mite *Varroa destructor* of Argentina Maggi, Matias D., Sergio R. Ruffinengo, Pedro Negri, et Martin J. Eguaras. 2010. Parasitology Research 107 (5): 1189-92. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-1986-8>
- The Resistance of *Varroa Jacobsoni* Oud to Pyrethroids: A Laboratory Assay Milani, N. 1995. Apidologie 26 (5) : 415-29. <https://doi.org/10.1051/apido:19950507>.
- The Resistance of *Varroa Jacobsoni* Oud. to Acaricides Milani, Norberto. 1999. Apidologie 30 (2-3): 229-34. <https://doi.org/10.1051/apido:19990211>
- Decline in the Proportion of Mites Resistant to Fluvalinate in a Population of *Varroa destructor* Not Treated with Pyrethroids Milani, Norberto, et Giorgio Della Vedova. 2002. Apidologie 33 (4) : 417-22. <https://doi.org/10.1051/apido:2002028>
- Optimal management strategy of insecticide resistance under various insect life histories: Heterogeneous timing of selection and interpatch dispersal Sudo, Masaaki, Daisuke Takahashi, David A. Andow, Yoshito Suzuki, et Takehiko Yamanaka. 2017. Evolutionary Applications 11 (2) : 271-83. <https://doi.org/10.1111/eva.12550>
- State-dependent impulsive models of integrated pest management (IPM) strategies and their dynamic consequences Tang, Sanyi, et Robert A. Cheke. 2005. Journal of Mathematical Biology 50 (3) : 257-292.
- Monitoring *Varroa Jacobsoni* Resistance to Pyrethroids in Western Europe Trouiller, Jérôme. 1998. Apidologie 29 (6) : 537-46. <https://doi.org/10.1051/apido:19980606>.



Fiche réalisée par l'Ada Aura  
avec le concours financier de :

La Région  
Auvergne-Rhône-Alpes

