

Lutte contre le varroa

Sensibilité des varroas au tau-fluvalinate et à l' amitraze en France

par **Gabrielle ALMECIJA** et **Benjamin POIROT**

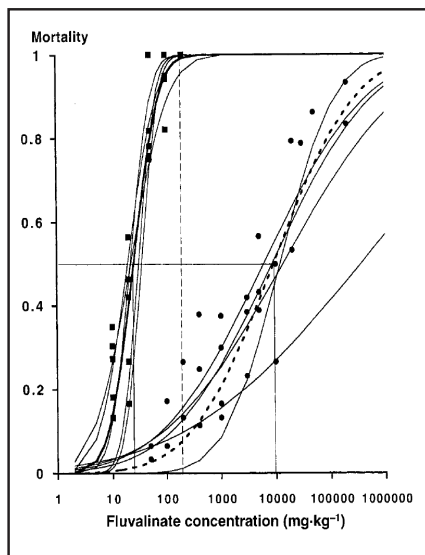
Ce projet d'étude sur la sensibilité des varroas aux acaricides a été mis en place dans le cadre d'une thèse de doctorat de trois ans par le Centre de Recherche et de Formations Apinov, l'Université de Tours et VitaBeehealth.

**Contexte : les résistances
aux acaricides
en apiculture en France**

Résistance au tau-fluvalinate

L'étude de la sensibilité des varroas aux acaricides n'a pas été répétée en France depuis 1995, moment de la mise en évidence de la résistance des varroas au tau-fluvalinate (pyréthrinoïdes) (substance active de l'Apistan®). En 1995 et 1998, deux chercheurs ont révélé la présence de varroas résistants au tau-fluvalinate en Europe (N. Milani 1995 ; Trouiller 1998). La figure 1 présente la différence de sensibilité entre une population de varroas sensibles et une population de varroas résistants au tau-fluvalinate. Pour tuer des varroas résistants, la concentration en tau-fluvalinate doit être 100 à 1000 fois supérieure à celle nécessaire pour tuer des varroas sensibles.

La figure 2 présente la cartographie des populations résistantes au tau-fluvalinate en France et dans certains pays d'Europe en 1998. L'apparition de foyers de résistance semble aléatoire en Europe et relativement hétérogène (Trouiller 1998).



Concentration de tau-fluvalinate en ppm

Figure 1 : Mortalité des varroas en laboratoire en fonction de la concentration en tau-fluvalinate (Trouiller, 1998).

efficacité observées dans les suivis de la FNOSAD, ou dans d'autres circonstances, peuvent-elles s'expliquer par

l'apparition de résistances des varroas à l' amitraze ?

Encadré 1 : Suivis d'efficacité par la FNOSAD

En France, en 2019, la FNOSAD a publié une synthèse des résultats des suivis d'efficacité de plusieurs années pour le médicament Apivar (entre autres).

Sur un graphique qui représente la cinétique de chutes des varroas au cours du traitement, on observe que la forme de la courbe est différente pour les années 2017 et 2018 par rapport aux années 2009 et 2016. (De 2009 à 2016, le profil était sensiblement le même).

Plus l'inclinaison de la pente est forte plus le médicament fait chuter rapidement les varroas. Lorsque la pente est plus douce, cela signifie que la mortalité survient plus progressivement et cela peut se traduire par une poursuite de la reproduction des varroas survivants. A terme cela impacte négativement l'efficacité globale du traitement.

La cinétique de chute dépend sans doute de divers facteurs, dont probablement la galénique du médicament.

On peut se demander si c'est pour cette raison qu'avec un autre médicament (l'Apitraz) contenant le même principe actif (l' amitraze) à la même dose, mais dans des lanières de composition différente de celle de l'Apivar, les résultats en 2018 étaient plus favorables en termes d'efficacité (LSA 291) ?

Cinétique de chute - Apivar - 2009 2018

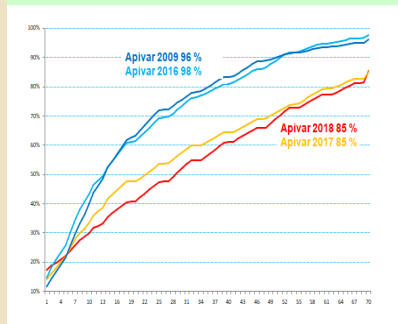


Figure 3 : Cinétique de chute en pourcentage des varroas entre 2009 et 2018 (Apivar®) (LSA n° 291).

Déterminer la sensibilité des varroas en laboratoire

Méthode utilisée en laboratoire

La méthode utilisée est celle développée par Milani (1995) référencée dans le Coloss Beebook (N. Milani 1995 ; Dietemann *et al.* 2013). Celle-ci a depuis été simplifiée par plusieurs

chercheurs (Lindberg, Melathopoulos, et Winston 2000 ; Maggi *et al.* 2008 ; Kamler *et al.* 2016). Dans cette étude, nous avons utilisé la méthode qui se rapproche de celle de Maggi et de ses collaborateurs (figure 4). Les varroas sont collectés dans le couvain et mis en contact pendant une heure avec différentes concentrations de la substance active testée (amitrazé ou tau-fluvalinate).

Ils sont ensuite transférés dans des boîtes non-contaminées avec des nymphes. La mortalité est mesurée vingt-quatre heures plus tard. Afin de tenir compte de la mortalité naturelle des varroas, un calcul de la mortalité corrigée est appliqué (formule de Schneider-Orelli). Pour chaque concentration testée, quatre répliquats sont

réalisés. La mortalité du contrôle ne doit pas dépasser 30 % pour que le test soit validé. La variabilité entre les quatre répliquats est en moyenne pour l'ensemble des populations testées de $9\% \pm 1\%$ pour l'amitrazé et de $6\% \pm 1\%$ pour le tau-fluvalinate.



Figure 4 : Protocole réalisé pour tester la sensibilité des varroas à l'amitrazé ou au tau-fluvalinate.

Évaluation de la concentration létale à 90% pour les populations sensibles

Pour déterminer la présence de résistance pour une population, il est nécessaire de définir une population de référence dite sensible (FAO 2013). 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, nommée concentration

létale (CL90). Les CL90 ont été définies à partir de modèles généralisés mixtes sur le logiciel RStudio¹. Pour l'amitrazé, cette concentration est de $0,4\mu\text{g/ml}$. Pour le tau-fluvalinate, la concentration létale à 90 % a été définie à $12\mu\text{g/ml}$ ². 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.

Détermination des classes de sensibilité

Lorsque ces études ont été réalisées pour le tau-fluvalinate, des classes de sensibilité ont été définies en fonction de

1 - Logiciel R (version 1.1.463) : logiciel libre utilisant un langage de programmation pour le traitement de données et l'analyse statistique. Le package ECOTOX a été utilisé pour déterminer les CL90.

2 - Populations sensibles à l'amitrazé (n=3) et au tau-fluvalinate (n=4).

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 %). Dans notre étude, des classes de sensibilité ont été évaluées pour l'amitraze (n=35) et le tau-fluvalinate (n=22)³ d'après les résultats obtenus en 2018-2019 (tableau I). Pour des

raisons statistiques, les populations de varroas sont réparties en 3 classes : les « Sensibles », les « Modérément Résistantes » et les « Fortement Résistantes ». Ces classifications sont basées sur une analyse de groupe sous le logiciel R.

Tableau I : Classification des sensibilités en fonction de la mortalité obtenues à la CL90.

Classe de sensibilité	Mortalité à la CL90	
	Tau-fluvalinate	Amitraze
Sensible	≥76% a	≥76% A
Résistance modérée	41%≤M≤75% b	41%≤M≤75% B
Résistance forte	≤40% c	≤40% C

Les différentes lettres indiquent une différence significative (p-value<0,05) entre les différentes classes de sensibilité (test de Dunn).

Population de varroas

Il est délicat de définir une population de varroas. À quelle échelle peut-on considérer une population : ruche, rucher, plusieurs ruchers (surface géographique) ? Nous avons testé la sensibilité de varroas issus de différentes ruches d'un même rucher en fin de saison. La sensibilité des varroas inter-ruches ne variait pas significativement (Test de Kruskal-Wallis, df=14, p-value=0.13) (résultats en cours de publication). Dans nos conditions, nous pouvons considérer, qu'une population de varroas, en termes de sensibilité aux acaricides, peut correspondre à minima à un rucher. Une étude sur la diversité génétique des varroas a mis en évidence une faible variabilité inter-ruches et inter-ruchers, proba-

blement due aux échanges de varroas durant la saison (Dynes *et al.* 2017). Par ailleurs, ces observations peuvent varier en fonction de la saison, notamment lors des périodes de multi-infestation qui créent de la diversité génétique au sein d'une ruche (Beaurepaire *et al.* 2017).

Il est important de noter que les résultats de mortalités obtenus sont à interpréter pour **une population** (figure 5). Si une population de varroas est considérée comme « résistante » cela signifie que plus de 75 % des varroas issus de l'échantillon sont des varroas présentant une résistance à la substance active. En d'autres termes, une population résistante contient une majorité de varroas résistants mais également des varroas sensibles.

3 - Les « n » correspondent au nombre de populations testées pour chaque substance active.

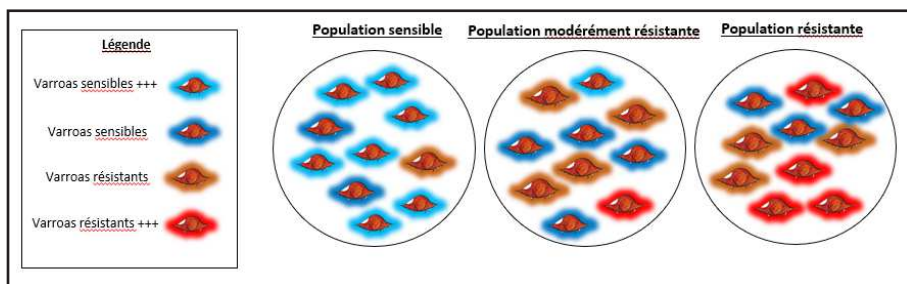


Figure 5 : Description des 3 classes de populations de varroas.

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'effi-

cacité observée sur le terrain. En effet, les concentrations d'amtaze 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.

Encadré 2 : Étude de la relation efficacité terrain et sensibilité en laboratoire

Une étude sur la sensibilité des varroas au tau-fluvalinate a déterminé cette relation en 1998 (Trouiller 1998) (figure 6). La relation observée est différente de la relation théorique à laquelle le chercheur s'attendait. En effet, 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. Cette relation n'a pas encore été mesurée pour l'amtaze.

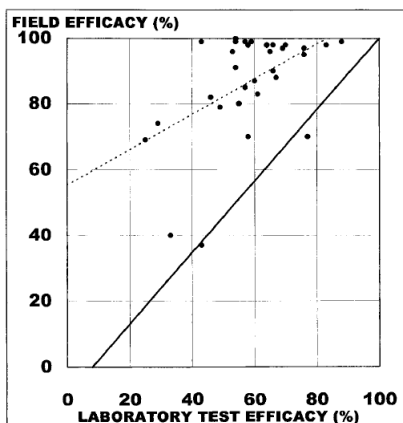


Figure 6 : Relation entre la mortalité à la CL90 obtenue en laboratoire et l'efficacité de l'Apistan® sur le terrain. La ligne en pointillée représente la relation observée et la ligne en trait plein indique la relation théorique.

Échantillonnage des populations de varroas

L'échantillonnage des varroas a été réalisé par divers organismes de mi-juillet à fin octobre. En 2018, la FNOSAD a permis de mettre Apinov en contact avec des apiculteurs ayant participé aux suivis d'efficacité. En 2019, les varroas échantillonnés en Auvergne-Rhône-Alpes ont été prélevés par les techniciens de l'ADA AURA ou par les investigateurs et apiculteurs ayant fait des déclarations à l'OMAA. Les autres échantillons de varroas prélevés dans les autres régions proviennent de prélèvements effectués par des vétérinaires, les chercheurs de l'Agroscope (pour la Suisse) et personnels.

Résultats de l'étude de sensibilité pour 2018 et 2019

Sensibilité des varroas & Pratiques apicoles

Les sensibilités des varroas à l'amitraz et au tau-fluvalinate semblent assez hétérogènes (figure 7). Les populations de varroas échantillonnées dans le cadre du projet semblent plus résistantes à l'amitraz qu'au tau-fluvalinate (voir paragraphe, Limites d'interprétation).

Pour le tau-fluvalinate, la moitié (50 %) des populations échantillonnées et testées présentent une bonne sensibilité (figure 8). Néanmoins, certains varroas présentent des résistances même dans des zones où le

tau-fluvalinate n'est plus utilisé en apiculture depuis plusieurs années. Une des hypothèses qui pourrait expliquer ces observations serait l'influence de la pression de sélection du tau-fluvalinate présent dans l'environnement via les traitements phytosanitaires notamment en arboriculture et maraîchage. Les pratiques apicoles jouent également un rôle non négligeable puisque des apiculteurs traitant plusieurs années de suite avec de l'Apistan® ont dans leurs ruches des populations de varroas résistants.

Pour l'amitraz, parmi les populations échantillonnées, 29 % sont encore sensibles (figure 9). Aucun foyer de résistance ne paraît évident bien que, pour l'amitraz en Région Auvergne-Rhône-Alpes, la majorité des populations de varroas ne sont plus sensibles à l'amitraz. En effet, 90% des populations en Auvergne sont de type « résistante » à l'amitraz. Ces résultats pourraient s'expliquer par une utilisation trop répétitive de l'amitraz dans cette région.

Si les pratiques apicoles et notamment l'historique de traitement jouent un rôle non négligeable dans le développement de résistances des varroas aux substances acaricides alors la modification des stratégies de lutte semble une solution face au développement de résistance.

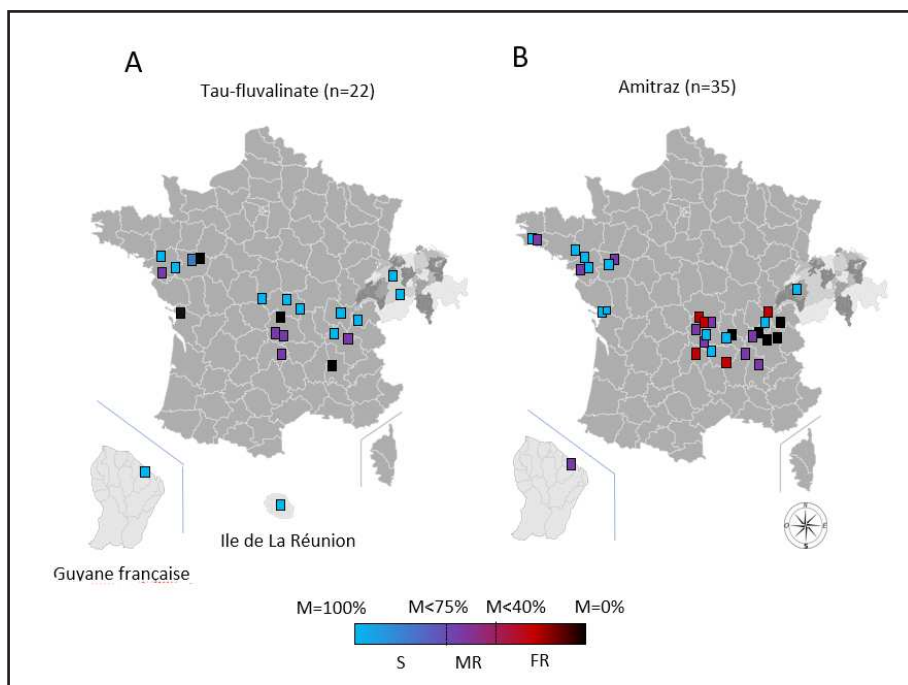


Figure 7 : Localisation des populations de varroas testées et leurs sensibilités (Sensible (S), Modérément résistant (MR), fortement résistante (FR)) au tau-fluvalinate (A) et à l'amitraz (B).

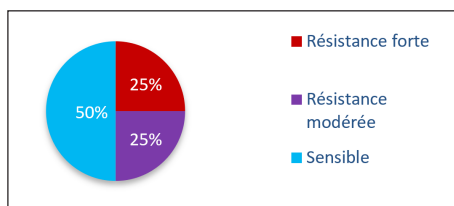


Figure 8 : Proportion des populations de varroas en fonction de leur sensibilité au tau-fluvalinate en France en 2018 et 2019, (n=22).

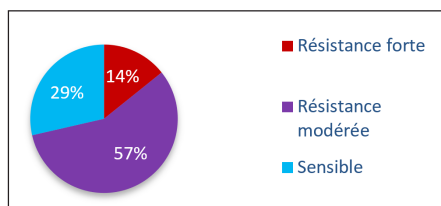


Figure 9 : Proportion des populations de varroas en fonction de leur sensibilité à l'amitraz en France en 2018 et 2019, (n=35).

Comparaison des efficacités sur le terrain et des sensibilités en laboratoire

En 2018, lors des suivis d'efficacité réalisés par la FNOSAD, pour l'Apis-

tan®, moins de la moitié des ruches suivies présentaient une efficacité inférieure à 95 % (41 %) (figure 10). Pour l'Apivar®, plus de la moitié des colonies suivies (54 %) présentent une efficacité terrain inférieure à 95 % (figure 11). Pour

les deux médicaments, les résultats ne sont pas encourageants pour une bonne gestion du varroa à long terme.

Les résultats d'efficacité sur le terrain tendent vers une diminution de l'efficacité de l'Apivar® et pourraient être expliqués par la présence de varroas ré-

sistants dans les populations observées en laboratoire (figure 9 et 11) (LSA n° 291). La même observation peut être faite concernant la sensibilité des varroas au tau-fluvalinate et l'efficacité d'Apistan® (figure 8 et 10).

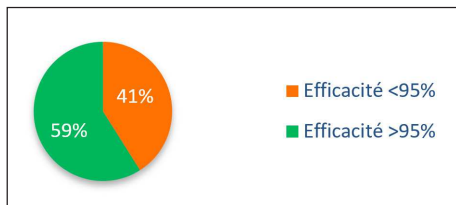


Figure 10 : Pourcentage d'efficacité terrain obtenu pour l'Apistan® par la FNOSAD en 2018 (n=27) (LSA, 291).

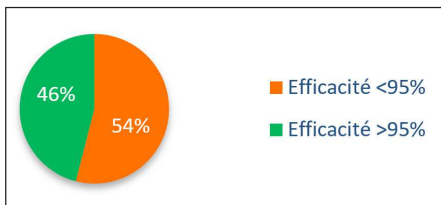


Figure 11 : Pourcentage d'efficacité terrain obtenu pour l'Apivar® par la FNOSAD en 2018 (n=48) (LSA, 291).

La figure 12 présente les résultats d'efficacité obtenus avec l'Apitraz® en 2018 par la FNOSAD (n=69) (LSA n° 291). L'efficacité terrain de l'Apitraz® semble supérieure à celle de l'Apivar®. Notre hypothèse est que la vitesse de libération de l'amitraz est plus importante pour l'Apitraz® que pour l'Apivar®. Les varroas présentant une « résistance modérée » à l'amitraz

seraient tués avec l'Apitraz®. **La vitesse de libération de la substance acaricide et la durée de traitement seraient donc deux paramètres explicatifs, à la fois de l'efficacité du traitement, mais également du niveau de résistance des varroas résiduels.** Cette hypothèse sera testée en 2020 afin de valider les observations de 2019.

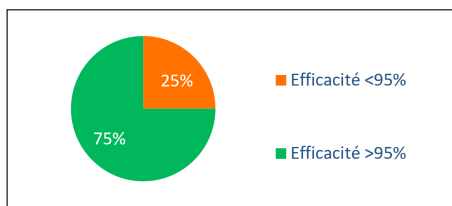


Figure 12 : Pourcentage d'efficacité terrain obtenu pour l'Apitraz par la FNOSAD en 2018 (LSA,291).

Limite d'interprétation des résultats

Les tests de laboratoire n'ont pas été réalisés sur des varroas issus de ruchers ayant participé aux suivis de la FNOSAD. Il est donc seulement possible de comparer les tendances nationales des suivis d'efficacité de terrain et les résultats de sensibilité obtenus en laboratoire. Pour valider les hypothèses de corrélation observée, des tests complémentaires en laboratoire seront réalisés sur des varroas issus des colonies dont l'efficacité des traitements sera également suivie par la FNOSAD en 2020.

De plus, l'échantillonnage des populations de varroas n'est pas aléatoire. En effet, pour l'amitrazé, 31 % des populations de varroas (n=11) ont été échantillonnées pendant ou après le traitement (Apivar®). Sur ces 11 populations, 8 sont des populations de varroas résistantes à l'amitrazé. Pour le tau-fluvalinate, une seule population était issue de colonies en cours de traitement à l'Apistan® (pour la deuxième année de suite). Cette population présentait une résistance « forte » au tau-fluvalinate.

Conséquences pour la lutte contre varroa

Apparition de populations de varroas résistantes

L'utilisation fréquente d'une même substance active entraîne une pression de sélection sur la population (Va-

noosthuysse *et al.* 2018). Pendant un traitement, la proportion de varroas résistants va augmenter dans la colonie puis dans le rucher. Le taux d'infestation post traitement sera révélateur de la présence d'une forte proportion de varroas résistants. La résistance d'une population semblerait apparaître significativement après plusieurs années de traitement avec la même substance active (Encadré 3) (FAO 2013).

On appelle « période de réversion » le temps nécessaire pour passer d'une population résistante à sensible. Pour le varroa, peu d'informations sur la durée de la période de réversion sont connues aujourd'hui. Il faudrait attendre entre 4 et 6 ans pour qu'une population de varroas fortement résistantes au tau-fluvalinate retrouve sa sensibilité (Norberto Milani et Vedova 2002). À ce jour, aucune information n'est connue sur la période de réversion pour l'amitrazé.

De nouvelles stratégies de lutte ?

L'utilisation de traitement acaricide entraîne une pression de sélection dans la population de varroas impliquant le développement de résistances. Ces phénomènes de développement de résistance sont très courants chez les insectes et les acariens (FAO 2013 ; Vanoosthuysse *et al.* 2018). 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'envi-

Encadré 3 : Sélection des populations de varroas résistants

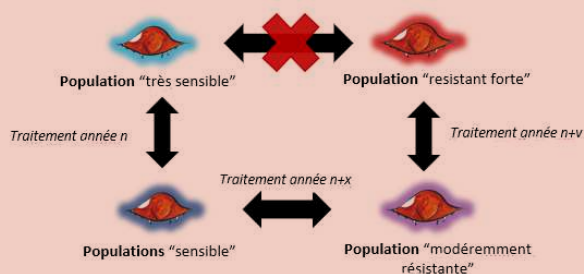


Figure 13 : Évolution de la sensibilité des varroas.

Les populations de varroas « très sensibles » à une substance acaricide ne deviennent pas résistantes en une seule année. Chaque année les varroas les plus résistants sont sélectionnés et la **sensibilité moyenne de la population** de varroas diminue. Le nombre d'années nécessaires pour passer d'une classe de sensibilité à une autre est actuellement inconnu et dépend de la substance acaricide employée.

ronnement sur le développement de résistances fera l'objet d'un prochain article.

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 résistances des insectes et des acariens aux substances actives est un des facteurs étudiés les plus préoccupants (FAO 2013 ; 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. Actuelle-

ment, la stratégie de lutte alternée est utilisée dans certaines régions. L'étude des sensibilités de *V. 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'ami-traze.

L'explication de la sensibilité des varroas aux acaricides par les pratiques apicoles présenterait une perspective encourageante pour lutter contre le développement de résistances après la mise en place d'une stratégie adaptée.

Contacts

Pour toutes demandes concernant les tests de sensibilité ou d'informations supplémentaires, contacter Gabrielle Almecija du centre de Recherche et de Formations apicoles, APINOV.

gabrielle.almecija@apinov.com

Tél. : 05 46 34 10 71

Remerciements

Ce travail a été possible grâce à la participation des membres de l'ADA AURA, de l'OMAA, des vétérinaires et des apiculteurs qui ont réalisé les prélèvements de varroas. La recherche de populations de varroas sensibles a pu être réalisée grâce aux informations fournies par la FNOSAD, l'Agroscope (Suisse) et l'aide de vétérinaires.

Bibliographie citée

- Adjlane, Nouredine, Salah-Eddine Doumandji, et Nizar Haddad. 2012. « Situation de l'apiculture en Algérie : facteurs menaçant la survie des colonies d'abeilles locales *Apis mellifera intermissa* ». *Cahiers Agricoles* 21 (4): 235-241 (1). <https://doi.org/10.1684/agr.2012.0566>.
- Beaurepaire, Alexis L., Klemens J. Krieger, et Robin F. A. Moritz. 2017. « Seasonal cycle of inbreeding and recombination of the parasitic mite *Varroa destructor* in honeybee colonies and its implications for the selection of acaricide resistance ». *Infection, Genetics and Evolution* 50 (juin) : 49-54. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2017.02.011>.
- Dietemann, Vincent, Francesco Nazzi, Stephen J. Martin, Denis L. Anderson, Barbara Locke, Keith S. Delaplane, Quentin Wauquiez, et al. 2013. « Standard methods for varroa research ». *Journal of Apicultural Research* 52 (1) : 1-54. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.09>.
- Dmitryjuk, M., K. Zalewski, M. Raczkowski, et K. Zoltowska. 2015. « Composition of Fatty Acids in the *Varroa Destructor* Mites and Their Hosts, *Apis Mellifera* Drone-Pupae ». *Annals of Parasitology* 61 (1). [http://yadda/element/bwmeta1.element.agro-959d8ebf-bdc1-4975-b707-0fd54fc6302a](http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.agro-959d8ebf-bdc1-4975-b707-0fd54fc6302a).
- Dynes, Travis L., Jacobus C. De Roode, Justine I. Lyons, Jennifer A. Berry, Keith S. Delaplane, et Berry J. Brosi. 2017. « Fine Scale Population Genetic Structure of *Varroa Destructor*, an Ectoparasitic Mite of the Honey Bee (*Apis Mellifera*) ». *Apidologie* 48 (1): 93-101. <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0453-7>.
- Ehler, Lester E. 2006. « Integrated pest management (IPM): definition, historical development and implementation, and the other IPM ». *Pest management science* 62 (9) : 787-789.
- Elzen, Baxter, Spivak, Wilson, Patti, James, Marla, William. 1999. « Amitraz resistance in Varroa : New discovery in north America ». <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=99664>.
- Elzen, P. J. (usda, F. A. Eischen, J. B. Baxter, J. Pettis, G. W. Elzen, et W. T. Wilson. 1998. « Fluvalinate Resistance in *Varroa Jacobsoni* from Several Geographic Locations ». *American Bee Journal* (USA). <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US1997079119>.
- FAO. 2013. « Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides - Directives pour la prévention et la gestion de la résistance aux pesticides. » Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- Gerson, Uri, Rita Mozes-Koch, et Ephraim Cohen. 1991. « Enzyme levels used to monitor pesticide resistance in *Varroa jacobsoni* ». *Journal of Apicultural Research* 30 (1): 17-20. <https://doi.org/10.1080/00218839.1991.11101229>.
- González-Cabrera, Joel, Helen Bumann, Sonia Rodríguez-Vargas, Peter J. Kennedy, Klemens Krieger, Gertraud Altreuther, Annemarie Hertel, Gillian Hertlein, Ralf Nauen, et Martin S. Williamson. 2018. « A Single Mutation Is Driving Resistance to Pyrethroids in European Populations of the Parasitic Mite, *Varroa Destructor* ». *Journal of Pest Science* 91 (3) : 1137-44. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-0968-y>.
- González-Cabrera, Joel, T. G. Emyr Davies, Linda M. Field, Peter J. Kennedy, et Martin S. Williamson. 2013. « An Amino Acid Substitution (L925V) Associated with Resistance to Pyrethroids in *Varroa Destructor* ». *PLOS ONE* 8 (12): e82941. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082941>.
- González-Cabrera, Joel, Sonia Rodríguez-Vargas, T. G. Emyr Davies, Linda M. Field, Daniel Schmehl, James D. Ellis, Klemens Krieger, et Martin S. Williamson. 2016. « Novel Mutations in the Voltage-Gated Sodium Channel of Pyre-

Cette étude sur la résistance des varroas aux acaricides est réalisée dans le cadre d'un doctorat entre l'Université de Tours, L'Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI) et le centre de Recherche et de Formations APINOV. Elle est financée par l'Association Nationale de la Recherche Technologique via le dispositif Cifre, APINOV et la société Vita Beehealth.

throid-Resistant *Varroa Destructor* Populations from the Southeastern USA ». PLOS ONE 11 (5) : e0155332. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155332>.

✱ Hubert, Jan, Marta Nesvorna, Martin Kamler, Jan Kopecky, Jan Tyl, Dalibor Titera, et Jitka Stara. 2014. « Point Mutations in the Sodium Channel Gene Conferring Tau-Fluvalinate Resistance in *Varroa Destructor* ». *Pest Management Science* 70 (6) : 889-94. <https://doi.org/10.1002/ps.3679>.

✱ Kamler, Martin, Marta Nesvorna, Jitka Stara, Tomas Erban, et Jan Hubert. 2016. « Comparison of Tau-Fluvalinate, Acrinathrin, and Amitraz Effects on Susceptible and Resistant Populations of *Varroa Destructor* in a Vial Test ». *Experimental and Applied Acarology* 69 (1) : 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10493-016-0023-8>.

✱ Lindberg, Christopher M., Adony P. Melathopoulos, et Mark L. Winston. 2000. « Laboratory Evaluation of Miticides to Control *Varroa Jacobsoni* (Acari : Varroidae), a Honey Bee (Hymenoptera : Apidae) Parasite ». *Journal of Economic Entomology* 93 (2) : 189-98. <https://doi.org/10.1603/0022-0493.93.2.189>.

✱ Maggi, Matías D., Sergio R. Ruffinengo, Liesel B. Gende, Martín J. Eguaras, et Norma H. Sardella. 2008. « LC50 baseline levels of amitraz, coumaphos, fluralinate and flumethrin in populations of *Varroa destructor* from Buenos Aires Province, Argentina ». *Journal of Apicultural Research* 47 (4) : 292-95. <https://doi.org/10.1080/00218839.2008.11101477>.

✱ Maggi, Matías D., Sergio R. Ruffinengo, Pedro Negri, et Martín J. Eguaras. 2010. « Resistance Phenomena to Amitraz from Populations of the Ectoparasitic Mite *Varroa Destructor* of Argentina ». *Parasitology Research* 107 (5) : 1189-92. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-1986-8>.

✱ Milani, N. 1995. « The Resistance of *Varroa Jacobsoni* Oud to Pyrethroids: A Laboratory Assay ». *Apidologie* 26 (5) : 415-29. <https://doi.org/10.1051/apido:19950507>.

✱ Milani, Norberto. 1999. « The Resistance of *Varroa Jacobsoni* Oud. to Acaricides ». *Apidologie* 30 (2-3) : 229-34. <https://doi.org/10.1051/apido:19990211>.

✱ Milani, Norberto, et Giorgio Della Vedova. 2002. « Decline in the Proportion of Mites Resistant to Fluvalinate in a Population of *Varroa Destructor* Not Treated with Pyrethroids ». *Apidologie* 33 (4) : 417-22. <https://doi.org/10.1051/apido:2002028>.

✱ Mozes-Koch, R., Y. Slabezki, H. Efrat, H. Kalev, Y. Kamer, B.A. Yakobson, et A. Dag. 2000. « First Detection in Israel of Fluvalinate Resistance in the Varroa Mite Using Bioassay and Biochemical Methods ». *Experimental & Applied Acarology* 24 (1) : 35-43. <https://doi.org/10.1023/A:1006379114942>.

✱ Panini, Michela, Maria Cristina Reguzzi, Olga Chiesa, Filippo Cominelli, Daniela Lupi, Graham Moores, et Emanuele Mazzoni. 2019. « Pyrethroid resistance in Italian populations of the mite *Varroa destructor* : a focus on the Lombardy region ». *Bulletin of Insectology* 72 (2) : 227-232.

✱ Sudo, Masaaki, Daisuke Takahashi, David A. Andow, Yoshito Suzuki, et Takehiko Yamanaka. 2017. « Optimal management strategy of insecticide resistance under various insect life histories : Heterogeneous timing of selection and interpatch dispersal ». *Evolutionary Applications* 11 (2) : 271-83. <https://doi.org/10.1111/eva.12550>.

✱ Tang, Sanyi, et Robert A. Cheke. 2005. « State-dependent impulsive models of integrated pest management (IPM) strategies and their dynamic consequences ». *Journal of Mathematical Biology* 50 (3) : 257-292.

✱ Trouiller, Jérôme. 1998. « Monitoring Varroa Jacobsoni Resistance to Pyrethroids in Western Europe ». *Apidologie* 29 (6) : 537-46. <https://doi.org/10.1051/apido:19980606>.

✱ Vanoosthuysse, Franz, Annabelle Firlej, Elisabeth Ménard, Alessandro Dieni, Audrey Charbonneau, et Daniel Cormier. 2018. « La résistance des insectes et acariens aux produits antiparasitaires pour les espèces agricoles présentes au Québec ». *Institut de recherche et de développement en agroenvironnement*, 108.



La Belle du Berry

Huile de Lin




100 % Naturelle

- Pour protéger vos ruches des intempéries de façon écologique.
- Traitement garanti 10 ans par trempage à chaud ou pulvérisation sans adjuvant.
- Autorisée en apiculture biologique grâce à notre cahier des charges.
- 5 % de remise immédiate avec cette publicité.
- Conditionnement : 5 L à 220 L
- Contact : 02.48.59.27.86

**Écologique !
et pas cher !**

Plus d'informations sur www.labelleduberry.fr
 Email : contact@labelleduberry.fr Tél : 06.10.68.46.86