

## **Varroa : son impact, les méthodes d'évaluation de l'infestation et les moyens de lutte**

**Mondet F.<sup>1,2</sup>, Maisonnasse A.<sup>2,3</sup>, Kretzschmar A.<sup>4</sup>, Alaux C.<sup>1,2</sup>, Vallon J.<sup>2,5</sup>, Basso B.<sup>2,5</sup>, Dangleant A.<sup>2,5</sup>, Le Conte Y.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> INRA UR 406 Abeilles et Environnement, Site Agroparc, F-84914 Avignon cedex 9

<sup>2</sup> UMT PrADE, 228 route de l'aérodrome, Domaine Saint-Paul/Site Agroparc, F- 84914 Avignon cedex 9

<sup>3</sup> ADAPI, Aix-en-Provence

<sup>4</sup> INRA UR 546 Biostatistique et Processus Spatiaux, F-84914 Avignon cedex 9

<sup>5</sup> ITSAP-Institut de l'abeille, MNE, 149 rue de Bercy, F-75595 Paris cedex 12

Correspondance: fanny.mondet@inra.fr

### **Résumé**

Le parasite de l'abeille *Varroa destructor* est actuellement considéré comme une menace pathogène majeure pour l'abeille domestique. De prévalence mondiale, il est responsable de nombreux dommages à l'échelle individuelle et de la colonie, notamment du fait de l'association du parasite avec plusieurs virus de l'abeille.

Les travaux conduits au sein de l'UMT PrADE ont permis de caractériser certains effets du parasitisme sur la physiologie des abeilles, ainsi que de mieux comprendre l'association entre le varroa et les virus de l'abeille.

Plusieurs techniques ont été développées ou validées afin de pouvoir suivre l'évolution de la charge parasitaire au cours d'une saison apicole.

Enfin, des essais ont été réalisés pour évaluer l'efficacité des traitements de fin de saison et tester de nouvelles stratégies de traitement (en saison et fin de saison). Plusieurs études se concentrent actuellement autour de la perspective d'utiliser la sélection d'abeilles naturellement résistantes au varroa comme stratégie de lutte durable contre le parasite.

**Mots-clés** : Hôte-parasite, Acarien, Abeille domestique, Résistance, Dynamique de population, Traitements acaricides

### **Abstract: Varroa : impact, methods for infestation assessment and to fight the mite**

The honey bee parasite *Varroa destructor* is currently considered as the main pathogenic threat of honey bee colonies. It is distributed worldwide and responsible for many negative effects on bees, both at the individual and colony levels. The pathogenicity of varroa is strengthened by the association of the mite with several honey bee viruses.

Work conducted by the UMT PrADE as lead to characterising some effects of parasitisation on honey bee physiology, as well as to better understand the association between varroa and bee viruses.

Several techniques have been developed or validated in order to survey the evolution of parasite loads along the beekeeping season.

Assays have been run to assess the efficacy of end-of-season treatments and to test new treatment strategies (during the season and at the end of the season). Studies currently focus on the possibility to use the selection of naturally varroa resistant bees as a sustainable solution to fight the mite.

**Keywords:** Host-parasite, Honey bee, Resistance, Population dynamics, Acaricide treatments

## 1. Impact du parasitisme par le varroa sur la santé des abeilles et des colonies

### 1.1 Le varroa, principal parasite de l'abeille domestique

Le parasite de l'abeille *Varroa destructor* est actuellement considéré comme une menace pathogène majeure pour l'abeille domestique (Rosenkranz et al., 2010). L'acarien est un ectoparasite qui touche à la fois les abeilles adultes et le couvain ; il peut conduire à l'effondrement des colonies infestées en seulement quelques mois en l'absence de traitement (Fries et al., 1994). Initialement parasite de l'abeille asiatique *Apis cerana* avec laquelle il développe une relation hôte-parasite équilibrée, il a été transféré à l'abeille domestique européenne *Apis mellifera* au milieu du XX<sup>e</sup> siècle (Oldroyd, 1999). Le varroa a été détecté pour la première fois en Europe à la fin des années 70, et en France en 1982. Le parasite a actuellement une prévalence mondiale, à l'exception de l'Australie, de certaines régions d'Afrique et de quelques îles (Sammataro et Arlinghaus, 2010).

#### 1.1.1 Biologie du parasite varroa

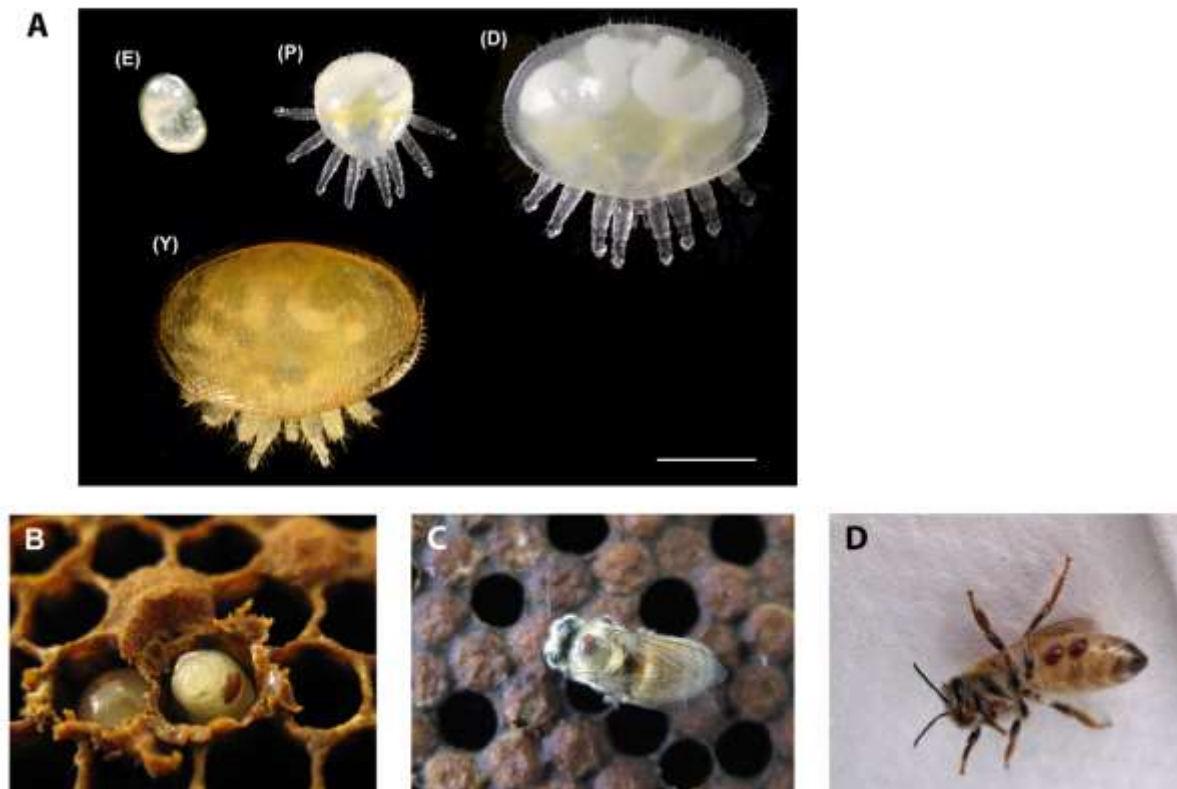
Le varroa est un ectoparasite de l'abeille visible à l'œil nu ; il présente un dimorphisme sexuel important (Figure 1). Les femelles adultes mesurent 1,1 mm de large et 1,6 mm de long, et sont de couleur brun foncé. Les mâles adultes sont beaucoup plus petits, de forme ovoïde d'environ 0,5 mm de diamètre, et sont de couleur crème.



**Figure 1 :** Morphologie de l'acarien *Varroa destructor*. Vues ventrales et dorsales d'une femelle adulte (A) et mâle (B). L'échelle indique 0,5 mm. © INRA, F. Mondet

Le cycle de vie du varroa dépend d'une interaction étroite avec le cycle de vie de l'hôte (Figure 2). A ce titre, le varroa ne possède pas de stade de développement indépendant de l'abeille ; en l'absence de son hôte il ne survit que quelques heures (De Guzman et al., 1993). Afin de se nourrir, le varroa perce le tégument de l'abeille adulte ou des nymphes et absorbe une quantité importante d'hémolymphe ou de corps gras (Donzé et Guerin, 1994).

Les femelles ont deux stades distincts : un stade phorétique sur les abeilles adultes et un stade reproducteur qui a lieu dans le couvain operculé au moment de la métamorphose de l'abeille (Figure 2).

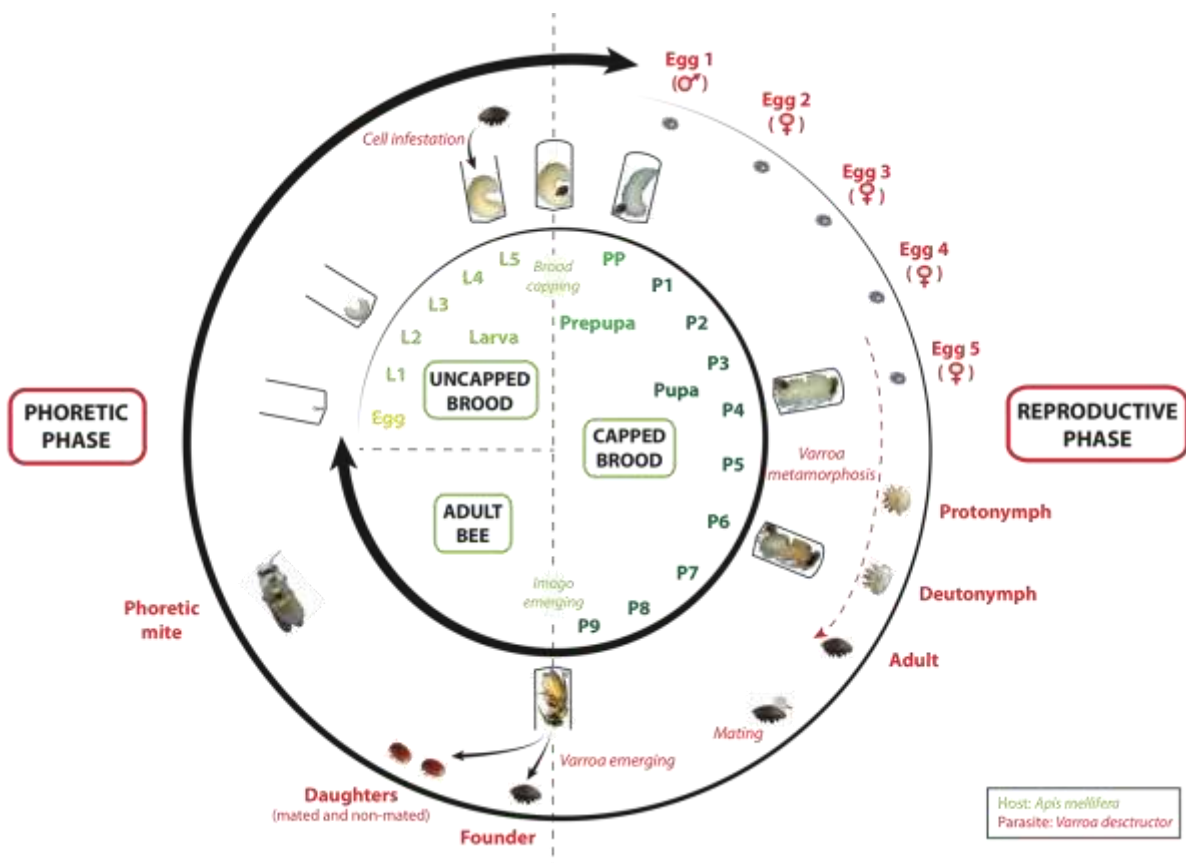


**Figure 2** : Illustrations des différents stades de développement de *Varroa destructor*. **(A)** Le cycle de vie du varroa comprend une métamorphose. Le développement d'une femelle débute par l'éclosion d'un œuf (E) en larve, qui se transforme ensuite en protonympe (P), en deutonympe (D) puis en jeune femelle adulte (Y). **(B)** L'initiation de la phase de reproduction commence par l'entrée d'une femelle dans une alvéole de couvain, juste avant l'operculation. **(C)** Les varroas phorétiques peuvent être observés sur le thorax d'abeilles adultes pendant les phases de transition. **(D)** Les varroas phorétiques se cachent le plus souvent entre les segments de l'abdomen. © INRA, F. Mondet

Pendant le **stade phorétique**, les varroas se trouvent sur les abeilles adultes, ce qui permet au varroa de se disperser au sein de la colonie et à l'extérieur de cette dernière (Kuenen et Calderone 1997) (Figure 2.C et 2.D). La femelle varroa est le plus souvent retrouvée au niveau de la face ventrale des segments abdominaux de l'abeille (Figure 3).

Pendant le **stade reproducteur**, les varroas sont localisés à l'intérieur des alvéoles de couvain d'ouvrière ou de mâle (Figure 2.B). Les mâles adultes et les stades immatures des deux sexes ont une durée de vie courte et ne peuvent survivre que dans le couvain operculé. Le varroa infeste préférentiellement le couvain de mâle, qui a jusqu'à 8 fois plus de chance d'être parasité que le couvain d'ouvrière (Fuchs, 1992). Les femelles varroa entrent dans des alvéoles contenant des larves au dernier stade de développement, juste un jour (15 à 20h pour le couvain d'ouvrière) ou deux (40 à 60 h pour le couvain de mâle) avant l'operculation de l'alvéole (Boot et al., 1992) (Figure 3). La femelle pond son premier œuf environ 60 heures après operculation, qui se développe en mâle. Les œufs suivants sont pondus toutes les 30 heures environ et se développent en femelles (Martin, 1994). Les descendants de varroa se développent par des stades de protonympe et de deutonympe ; la durée du développement est d'environ 5,8 et 6,6 jours pour les mâles et les femelles, respectivement.

Pendant le développement, les femelles immatures et les mâles dépendent entièrement de la femelle adulte pour se nourrir car leurs chélicères ne sont pas assez résistantes pour percer la cuticule de l'abeille et créer un site de nourrissage. L'accouplement des varroas a lieu au sein des alvéoles operculées avant l'émergence de l'abeille adulte (Figure 3). Le mâle devient sexuellement mature en premier et s'accouple successivement avec les jeunes femelles adultes. A l'émergence, l'abeille désopercule son alvéole et libère en général une ou deux fille mature, tandis que les filles immatures et le mâle meurent dans l'alvéole. Les jeunes femelles adultes quittent l'alvéole de couvain et infestent rapidement des nourrices ce qui leur permet d'être transportées jusqu'à une nouvelle alvéole de couvain sur le point d'être operculée (Figure 3). Les femelles varroa réalisent en général 2 à 3 cycles de reproduction au cours de leur vie (Fries et Rosenkranz, 1996).



**Figure 3** : Représentation schématique du cycle de développement du varroa, en comparaison du cycle de développement de l'abeille domestique. © OIE, Mondet et Le Conte 2014.

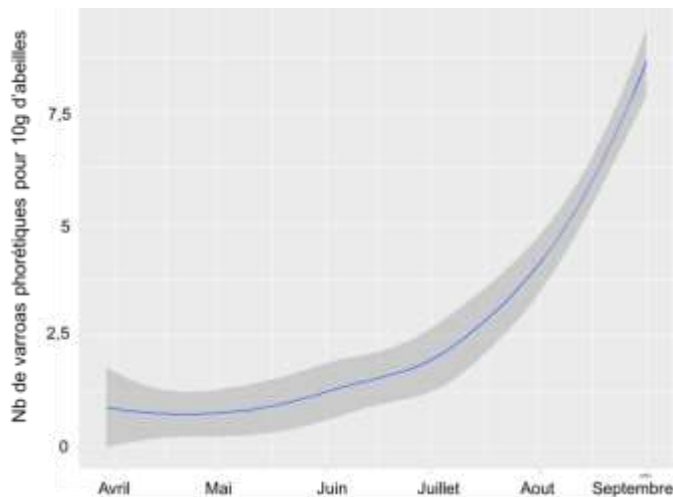
### 1.1.2 Dynamique de population de varroa au sein d'une colonie

Après la première infestation d'une colonie d'abeille, la population de varroas d'une colonie peut atteindre des niveaux très élevés en quelques années seulement (Fries et al., 2003). La croissance de la population est très variable et dépend de caractéristiques de l'hôte, du parasite et de l'environnement.

Des différences notables de dynamique de population peuvent être observées entre les régions tempérées et (sub)-tropicales, avec une tendance claire pour une croissance de population plus faibles sous les latitudes tropicales (De Jong et al., 1984). En climat tempéré, les colonies infestées par le

varroa qui ne sont pas traitées peuvent s'effondrer sur une période de quelques mois à quelques années (Le Conte et al., 2010).

Le nombre de parasites augmente régulièrement avec l'augmentation de la quantité de couvain dans la colonie et la croissance de la population d'abeilles à partir du printemps. Les signes cliniques de l'infestation peuvent être observés à tout moment, mais le nombre maximum de varroas est atteint à la fin de la saison apicole en début d'automne. Du fait de son mode de reproduction, le varroa présente une évolution de sa population au cours de la saison de type exponentielle. Un suivi de la charge en varroa sur un nombre conséquent de colonies au sein de la station expérimentale de l'ITSAP mis en place depuis 2015 confirme de manière expérimentale cette évolution théorique (Figure 4).



**Figure 4 :** Evolution de la population de varroas phorétiques au cours de la saison apicole 2015 (n = 90 colonies). © ITSAP.

### 1.2 Impacts du varroa à l'échelle individuelle

*Varroa destructor* est un stresser majeur de l'abeille domestique, notamment lié au fait que l'acarien se nourrit de l'hémolymphe de l'abeille. Ceci conduit à nombreuses altérations physiques et physiologiques. Une infestation importante par le varroa est responsable de la varroase (Anderson, 2000), une pathologie qui présente de nombreux symptômes à l'échelle individuelle.

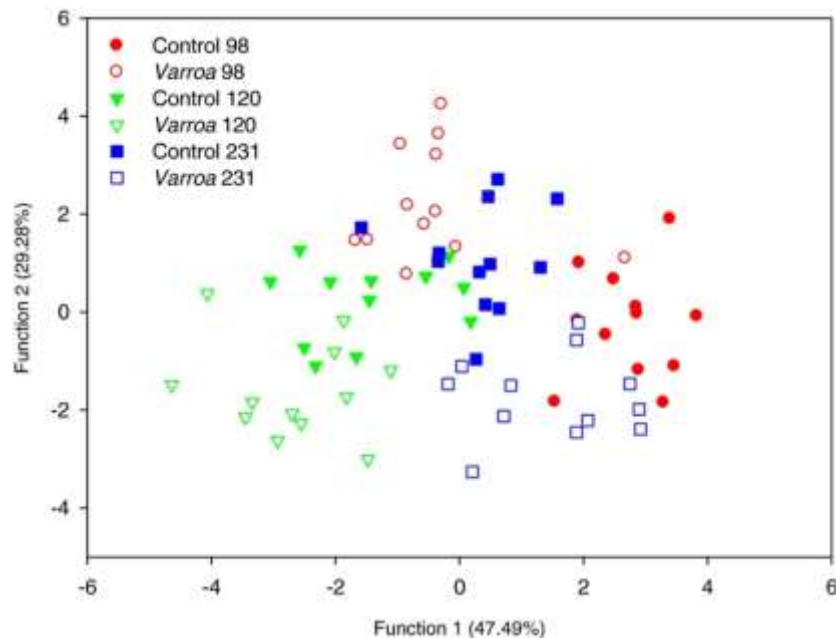
Les prénymphe et les nymphes représentent le stade le plus sensible à l'infestation. Les abeilles en développement qui sont infestées présentent des réductions de poids à l'émergence et parfois des malformations (Figure 5).



**Figure 5 :** Dommage physique dû à une infestation par le varroa au stade nymphal. L'échelle représente 2 mm. © INRA, F. Mondet.

Ces modifications se poursuivent au stade adulte et se manifestent par exemple par des déformations des ailes ou une réduction de la taille des glandes hypopharyngiennes. Le varroa conduit aussi à une suppression de l'immunité des abeilles parasitées, qui peut conduire à l'apparition d'infections secondaires (Yang et Cox-Foster, 2005). Les plus fréquentes sont les infections par les virus, et le varroa est associé avec au moins 6 des virus de l'abeille. L'infestation par le varroa peut également perturber le comportement des abeilles, comme les capacités d'apprentissage et de mémorisation (Kralj et al., 2007), une absence prolongée de la ruche et un faible taux de retour (Ruano et al., 1991 ; Kralj et Fuchs, 2006). En conséquence, l'infestation par le varroa est associée à une durée de vie réduite des individus parasités (De Jong et al., 1982).

Une étude réalisée au sein de l'unité INRA Abeilles et Environnement montre que l'expression de gènes impliqués dans les fonctions neurales est altérée par le varroa (McDonnell et al., 2013). De plus, le profil d'hydrocarbures cuticulaires des abeilles parasitées est très différent des abeilles saines. Les hydrocarbures cuticulaires sont des complexes de molécules qui recouvrent la cuticule des insectes et jouent un rôle fondamental dans la reconnaissance des pairs au sein d'une colonie.



**Figure 6** : Analyse discriminante du profil d'hydrocarbures cuticulaires d'abeilles infestées ou non par le varroa. © BMC Genomics, McDonnell et al., 2013.

### 1.3 Impacts du varroa à l'échelle de la colonie

#### 1.3.1 Le parasite est étroitement associé aux principaux virus de l'abeille

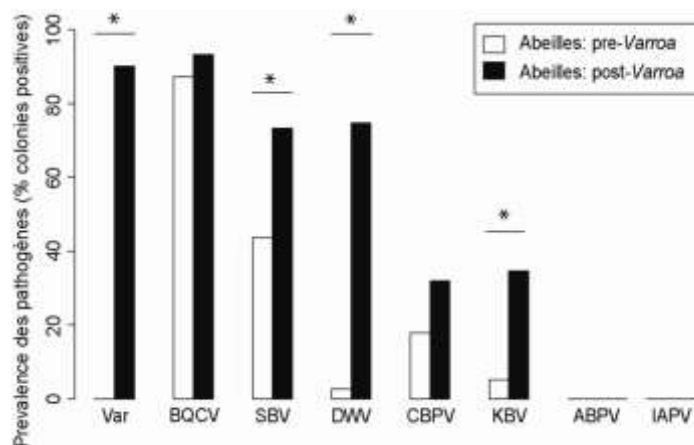
Depuis l'apparition du varroa en Europe au début des années 80, les infections virales chez l'abeille sont devenues beaucoup plus problématiques pour les colonies. Il apparaît ainsi qu'une part importante des effets néfastes liés au parasitisme par le varroa sont liés à l'association du varroa avec les principaux virus de l'abeille (Figure 7).





**Figure 7** : Signes cliniques de l'infestation par le virus des ailes déformées (DWV) sur une abeille émergente (gauche), en comparaison d'une abeille saine (droite). © INRA, F. Mondet.

Une étude d'écologie moléculaire réalisée en Nouvelle Zélande a permis de mieux comprendre l'impact de l'arrivée du varroa sur la pression virale observée au sein des colonies (Mondet et al., 2014). En effet, ce pays a été récemment infesté par le parasite (depuis 2001) et disposait au moment de l'étude d'un front d'expansion actif et ainsi de régions non infestées par le varroa. Nous avons pu montrer que l'arrivée du varroa correspond à une augmentation du nombre d'espèces de virus dans les colonies, passant en moyenne de 1,6 à 3,1 espèces différentes de virus par colonie (Figure 8). Le virus des abeilles déformées (DWV) est le virus le plus impacté par la progression du parasite à travers la Nouvelle Zélande. Ce virus, considéré comme une cause directe de perte de colonies infestées par le varroa (Highfield et al., 2009 ; Dainat et al., 2011), était absent des zones non infestées par le varroa, et devient quasi-systématiquement présent dans toutes les colonies, seulement deux ans après l'arrivée du parasite sur le territoire (Figure 8).



**Figure 8** : Prévalence des espèces de virus avant (blanc) et après (noir) arrivée du varroa (Var) dans les colonies. La prévalence représente la proportion de colonies dans lesquelles les différents virus ont été retrouvés. Les astérisques indiquent des différences significatives entre groupes. © INRA, F. Mondet

La charge en virus des ailes déformées (DWV) augmente graduellement au fil des années d'infestation, même lorsque la charge en varroa diminue. Ce virus a également été détecté avec des charges très élevées dans les varroas eux même. Ces charges très importantes confirment que le varroa peut agir

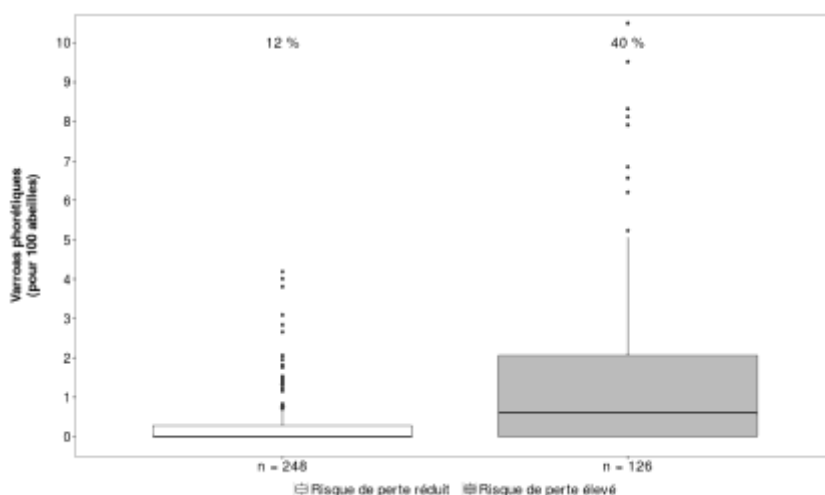
comme un vecteur biologique du virus DWV, c'est à dire que le parasite est capable de lui-même multiplier le virus (Gisder et al., 2009). Ainsi, la charge en DWV des varroas pourrait permettre le maintien de l'épidémie du DWV chez les abeilles après l'établissement initial du varroa. Cette relation particulière entre le DWV et le varroa explique que ce virus soit devenu plus constant et plus abondant dans les colonies depuis l'arrivée du parasite en Nouvelle Zélande et dans le reste du monde.

### **1.3.2 Le varroa diminue les capacités de survie hivernale des colonies**

Un niveau d'infestation en varroa modéré peut rapidement réduire la croissance de la colonie. Il est difficile d'attribuer un seuil d'apparition de signes cliniques ou d'autres dommages pour la colonie. Les dommages peuvent augmenter très rapidement, surtout pendant l'automne au moment où la population de varroa continue de croître alors que celle des abeilles décroît (Fries et al., 2003). L'effondrement d'une colonie est le plus souvent associé avec le PMS (« Parasitic mite syndrome »), qui se manifeste par la présence d'adultes aux ailes déformées, de couvain lacunaire avec des émergentes mortes, et d'une diminution soudaine de la population d'abeilles. La mortalité de colonies la plus fréquente associée au varroa a lieu pendant l'hiver.

Le projet RESAPI (Feaga 2012-2015) développé au sein de l'UMT PrADE avait pour objectif d'évaluer les facteurs pouvant expliquer la mortalité hivernale des colonies d'abeilles domestiques, à l'aide d'un suivi de ruches d'apiculteurs professionnels dans trois grandes régions de production de miel françaises (PACA, Languedoc-Roussillon, Aquitaine). Ce projet a notamment mis en évidence que certaines régions présentaient certains hivers une association marquée entre le taux de mortalité hivernale et la charge en varroas des colonies après 6 semaines de traitement Apivar®. Les colonies à risque de perte réduit (pertes observées de 12%) ont une charge moins élevée en varroas résiduels à l'issue du traitement que les colonies à risque de perte élevé (pertes observées de 40%) (Figure 9).

Ce lien entre charge en varroas à l'entrée en hivernage et survie confirme d'autres résultats, notamment ceux d'une étude suisse indiquant que les colonies mourant durant l'hiver ont une charge en varroas plus élevée (> 3 varroas par jour en suivi de mortalité naturelle – voir ci-dessous) que les colonies qui survivent (Dainat et al., 2012).



**Figure 9 :** Lien entre survie hivernale et charge en varroas (varroas phorétiques / 100 abeilles), évalué dans le projet RESAPI. © ITSAP, A. Dangleant.

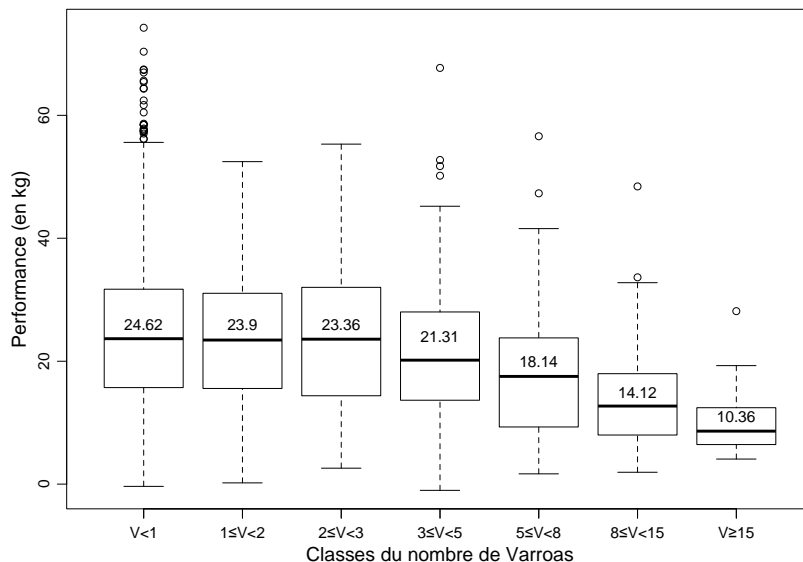
### **1.3.3 Le varroa diminue la performance des colonies**

Le projet APIMODEL développé au sein de l'UMT PrADE (voir article précédent) avait pour objectif d'étudier les facteurs pouvant influencer la miellée de lavande, via une évaluation de la performance des colonies en termes de production en miel. La charge en varroas s'est révélée un facteur explicatif de la performance très pertinent (Figure 10). Les colonies arrivant sur la miellée de lavande avec plus



de 3 varroas phorétiques pour 100 abeilles produisent en moyenne 3 kg de miel en moins par ruche que les colonies ayant moins de 3 varroas / 100 abeilles. Au-delà de 5 varroas pour 100 abeilles, c'est près de 6,5 kg de miel qui sont perdus en moyenne.

Ce résultat, obtenu sur un suivi de 8 années et totalisant près de 3300 ruches échantillonnées, indique de façon très marquée que même en absence de signes cliniques notables, l'infestation par le varroa peut avoir des conséquences néfastes pour les colonies et l'apiculture.



**Figure 10** : Lien entre performance (production de miel en kg) et charge en varroas (varroas phorétiques / 100 abeilles), évalué à partir des données de l'observatoire de ruchers sur la miellée de lavande (APIMODEL 2009-2016 – n = 3300 colonies). © INRA, A. Kretzschmar.

## 2. Comment évaluer le niveau d'infestation des colonies ?

Les nombreuses conséquences d'une infestation varroa sur la performance et la survie des colonies mettent en évidence la nécessité pour les apiculteurs de disposer d'outils efficaces pour évaluer la pression en varroas de leurs colonies.

Il existe trois principales méthodes de diagnostic pour estimer la charge en varroa d'une colonie : diagnostic de la charge en varroas phorétiques, diagnostic de la charge en varroas en reproduction, diagnostic de la mortalité naturelle des varroas. Ces outils ne constituent pas des estimateurs parfaits et il reste difficile d'estimer le nombre total de varroas présents dans une colonie. Cependant, ils sont très efficaces pour repérer des colonies anormalement chargées en varroas (Dietemann et al., 2013). Les travaux de l'UMT se sont concentrés sur le diagnostic de la charge en varroas phorétiques et de la mortalité naturelle.

### 2.1 Evaluation de la charge en varroa en phase phorétique

Cette méthode est largement utilisée dans les études, et fait appel à un prélèvement d'abeilles adultes dans la ruche sur lequel le nombre de varroas est dénombré. La charge en varroas est le plus souvent exprimée en nombre de varroas pour 100 abeilles. Dans cette méthode, on utilise un agent pour détacher les varroas des abeilles et pouvoir ainsi facilement dénombrer les parasites (pour plus de détails, voir fiche technique de l'atelier « varroa »).

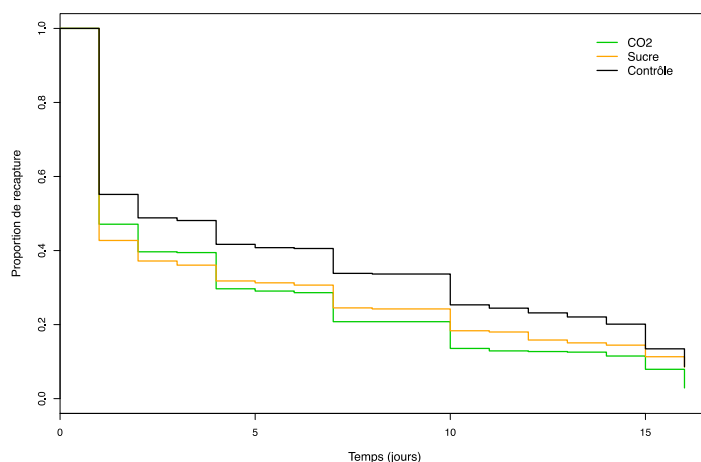
Trois agents principaux sont employés : un détergent, du sucre glace ou du CO<sub>2</sub>. La méthode au détergent est la méthode de référence, mais elle nécessite de tuer les abeilles pour faire le test. Les

méthodes au CO<sub>2</sub> et au sucre glace sont réputées non destructrices pour les abeilles, ce qui permet de réaliser le comptage directement sur le terrain et de retourner les abeilles dans leur ruche.

Au sein de l'UMT dans le cadre d'un partenariat INRA/ADAPI nous avons récemment réalisé une étude pour comparer l'efficacité de ces deux dernières méthodes par rapport à la méthode de référence au détergent, ainsi que pour vérifier l'innocuité des agents sucre glace et CO<sub>2</sub> sur les abeilles. Trois vidéos ont également été créées pour présenter les trois méthodes<sup>1</sup>.

Il apparaît que la méthode au sucre glace est aussi efficace que la méthode de référence au détergent pour détacher les varroas (93% d'efficacité en moyenne), alors que la méthode au CO<sub>2</sub> est significativement moins efficace (70% en moyenne). Cependant, l'efficacité de la méthode au sucre glace est fortement réduite si les colonies sont en miellée (56 %).

Dans une expérience de survie de terrain par capture/recapture, nous avons pu observer que les abeilles ayant subi un comptage au sucre glace ou au CO<sub>2</sub> ont un taux de mortalité supérieur aux abeilles témoins (Figure 11) (Tustain et Faulke, 1979). Le taux de mortalité des abeilles « CO<sub>2</sub> » est également supérieur à celui des abeilles « sucre glace ». Cependant, la surmortalité des abeilles traitées par rapport aux abeilles contrôle n'est que de 15% environ, ce qui permet de valider les deux méthodes comme relativement peu destructrices.



**Figure 11** : Essai de capture/recapture pour évaluer le taux de survie d'abeilles en fonction de la méthode de comptage des varroas. © INRA, F. Mondet ; D. Mougenot.

Cette étude permet de recommander l'utilisation de la méthode au détergent ou au sucre glace pour le dénombrement de varroas phorétiques dans les colonies d'abeilles.

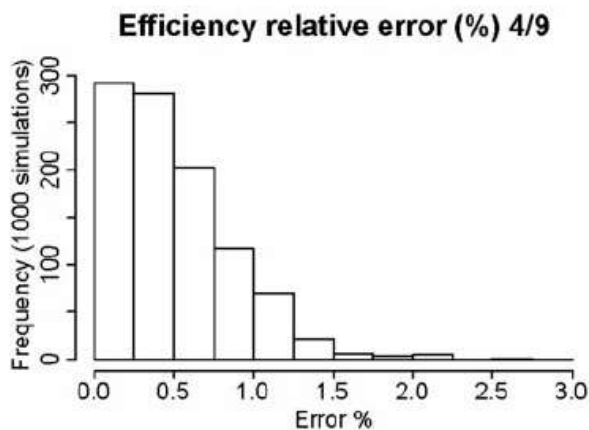
## 2.2 Evaluation de la charge en varroa par suivi de la mortalité naturelle du parasite

Cette méthode dite des « chutes naturelles » est également largement répandue, et présente l'avantage de ne pas nécessiter l'ouverture de la colonie pour faire l'évaluation. Elle consiste au placement d'un plancher grillagé sous la ruche avec un plateau de comptage disposé en dessous. Les varroas morts qui tombent au fond de la ruche se retrouvent ainsi sur le plateau (communément appelé lange). Il suffit de compter le nombre de varroas présents sur le plateau pour estimer la charge, exprimée le plus souvent en nombre de varroas par jour (voir résumé atelier « varroas », ce volume).

<sup>1</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=6-lxQcDaNRk>  
<https://www.youtube.com/watch?v=6qrtnxVzBJ0>  
<https://www.youtube.com/watch?v=hP07K4RFdGA>

Si le protocole lié à cette méthode est très simple, on peut facilement se retrouver confronté à la présence de plusieurs centaines de varroas à dénombrer sur un lange, ce qui rend le comptage long et surtout sujet à un taux d'erreur important du fait de la difficulté de se repérer sur le lange.

Une méthode a été développée au sein de l'UMT (partenariat INRA/ADAPI/ITSAP) pour faciliter et fiabiliser cette étape de comptage. Pour cela une plaque de la taille du lange et contenant des trous circulaires a été développée (Kretzschmar et al., 2015). Cette innovation permet de réduire la surface de comptage (4/9 de la surface totale) et de fournir un repère à l'utilisateur. Cette grille a été également validée par le biais de simulations, qui indiquent que le taux d'erreur associé à l'utilisation de la grille est très faible (0.5 % en moyenne) et totalement compatible avec une utilisation sur le terrain (Figure 12). Cependant, en cas de faible densité de varroas sur les langes (< 50 varroas par lange), il est conseillé de ne pas utiliser la grille de comptage pour dénombrer les varroas car le taux d'erreur est alors trop élevé.



**Figure 12 :** Distribution de l'erreur (%) pour estimer l'efficacité de la méthode d'échantillonnage utilisant la grille. © JEE, Kretzschmar et al. (2013).

### 3. Méthodes actuelles et perspectives pour la lutte contre le varroa

Les stratégies de lutte contre le varroa utilisées actuellement peuvent être réparties en trois grandes catégories, les deux premières étant les plus largement employées : les méthodes dites « conventionnelles » à base d'acaricides de synthèse, les méthodes dites « biologiques » à base d'acides organiques ou d'huiles essentielles, et les méthodes mécaniques ou populationnelles. Sept formulations disposent à ce jour d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) : Apistan® (dont la molécule active est le tau-fluvalinate) et Apivar® (amitrazé) pour les traitements conventionnels ; Thymovar® (thymol), Apilifevar® (thymol, eucalyptol, camphre, menthol), Apiguard® (thymol), MAQS® (acide formique) et Apibioxal® (acide oxalique) pour les traitements conventionnels et biologiques. L'Apivar® est actuellement le médicament le plus utilisé par l'apiculture française.

Malgré l'efficacité revendiquée de ces traitements et leur utilisation massive, le varroa reste un problème majeur. L'UMT PrADE s'est concentrée autour de deux axes principaux pour essayer de comprendre les éventuels problèmes d'efficacité et parvenir à mieux contrôler le varroa dans les colonies.

#### 3.1 Efficacité des traitements de fin de saison

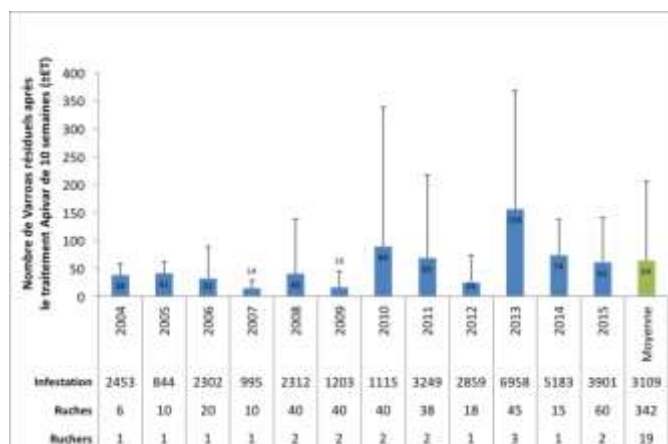
L'enjeu de toute stratégie de contrôle d'un parasite est de conduire à un taux résiduel tellement faible que la population ne peut pas croître de façon rapide et problématique suite au contrôle. Dans ce contexte, des suivis d'application des médicaments AMM, Apivar® notamment, ont été réalisés par l'ADAPI afin d'estimer l'efficacité des traitements et les infestations résiduelles associées sur des ruches d'apiculteurs professionnels.

L'efficacité des traitements Apivar® est comprise entre 95,01 et 98,59 %, ce qui indique une variabilité selon les ruchers et les années (Figure 13).



**Figure 13** : Efficacité d'Apivar® (10 semaines de traitement) en fin d'été sur différents ruchers en PACA de 2004 à 2015 (n = 342 colonies). © ADAPI, A. Maisonnasse

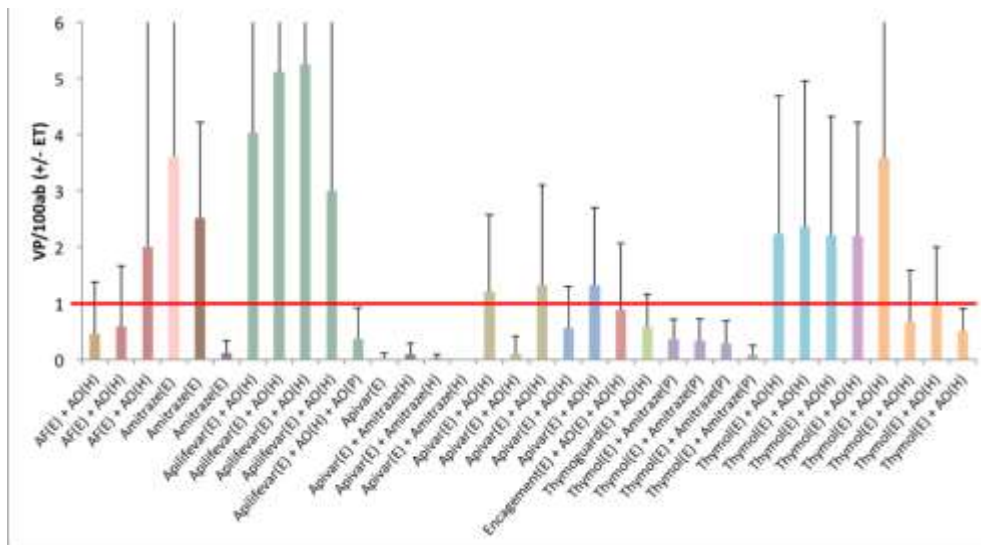
L'analyse de l'infestation après l'application d'un tel traitement indique que malgré une efficacité d'apparence élevée, le nombre de varroas résiduels peut être important (Figure 14). En effet, il est communément accepté que le taux résiduel en varroas doit être inférieur à 50 pour garantir un bon hivernage des colonies. Surtout après 2009, un nombre significatif de colonies contenait plus de 50 varroas résiduels<sup>2</sup> à l'issue du traitement Apivar®. L'utilisation d'un traitement de rattrapage (en complément de toute stratégie de traitement, conventionnelle ou biologique) au cours de l'hiver par application d'acide oxalique doit théoriquement permettre de diminuer cette population de varroas résiduels si les colonies sont alors sans couvain.



**Figure 14** : Varroas résiduels après 10 semaines de traitement Apivar® en fin d'été sur différents ruchers en PACA de 2004 à 2015. © ADAPI, A. Maisonnasse

L'observation de la charge en varroas phorétiques (VP) au moment de la sortie de l'hivernage indique également qu'un nombre significatif de colonies débute la saison avec un nombre de varroas significatif (il est recommandé de débute la saison avec moins d'1 varroa pour 100 abeilles) (Figure 15). Tous les types de traitements sont concernés, mais un plus grand nombre de colonies recevant des traitements biologiques excèdent ce seuil de 1 VP / 100 abeilles.

<sup>2</sup> Varroas résiduels : varroas restant à l'issue du traitement, et dénombrés par application d'un traitement de contrôle.

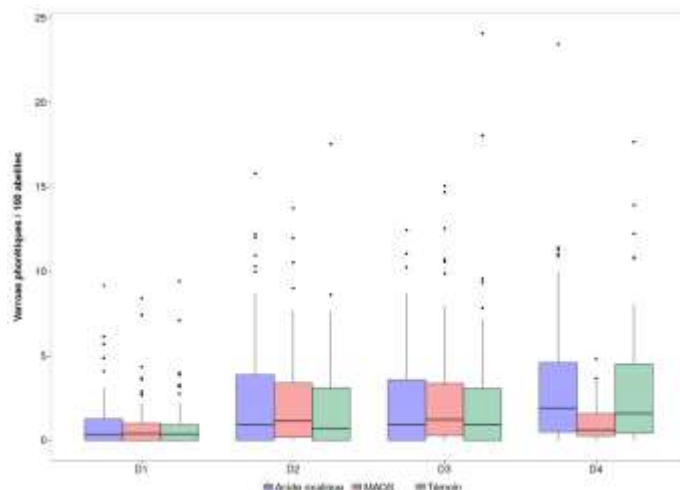


**Figure 15** : Taux en varroas phorétiques moyen dans 34 ruchers d'apiculteurs professionnels de Provence au printemps 2016. (H : hiver, P : printemps, E : été, A : automne, AF : acide formique). © ADAPI, A. Maisonnasse

### 3.2 Efficacité des traitements de saison

Afin de pallier à la présence de varroas à des niveaux impactants pour la colonie pendant la production, des stratégies de traitements en saison sont mises en place. Elles utilisent principalement les acides organiques (acide oxalique, AO, et acide formique, MAQS).

Un essai a été réalisé en 2015 par 3 ADAs (CARA, ADAAQ, ADAPI) sur 270 colonies afin de tester l'efficacité de ces deux méthodes pour réduire la pression varroa en saison. La charge en varroas phorétiques a été évaluée fin avril (D1 – application AO n°1), mi-mai (D2, application AO n°2), début juin (D3 – application AO n°3 et traitement MAQS), et début juillet (D4). On observe un effet à court terme (un mois après son emploi) du MAQS, alors que l'AO appliqué en présence de couvain n'a pas d'effet (Figure 16).

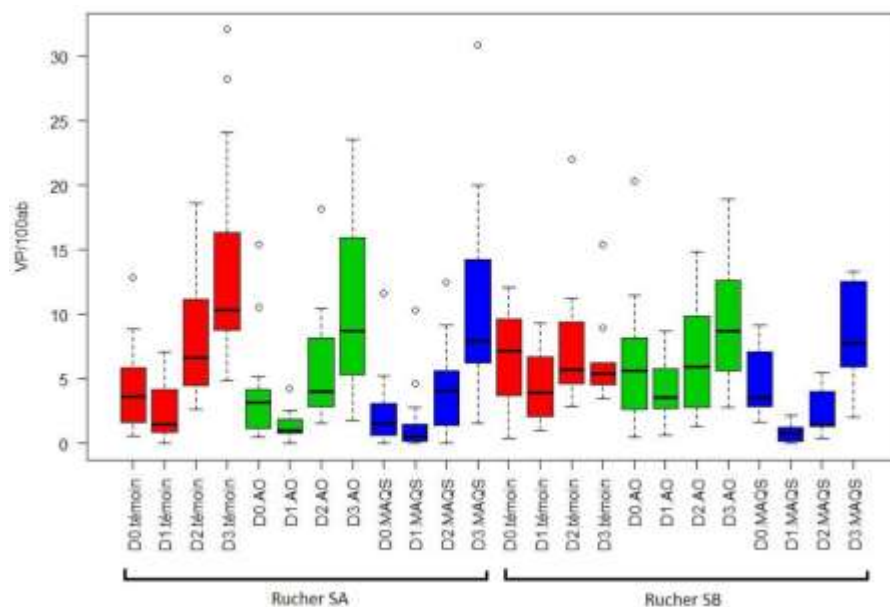


**Figure 16** : Taux en varroas phorétiques en fonction du traitement de saison appliqué (AO, MAQS) et du temps (D1 : fin avril et début AO ; D2 : mi-mai et AO ; D3 : début juin, AO et MAQS ; D4 : début juillet). © ITSAP, J. Vallon.

En 2016 une expérimentation a été conduite sur deux ruchers conduits en agriculture biologique en région PACA (ADAPI). Pour cela, la charge en varroas phorétiques a été évaluée avant l'application du traitement (D0), à la fin de la période de traitement (D1), à l'arrivée sur la miellée de lavande (D2) et à l'issue de la miellée de lavande (D3, moment de l'application du traitement de fin de saison). Aucune des méthodes n'a d'impact sur le développement et la production de colonies. On observe que le

MAQS permet une réduction transitoire de la charge en varroa (à D1), contrairement à l'acide oxalique qui ne permet pas de réduire significativement la charge en varroas (Figure 17). Cependant, l'effet du MAQS est observable seulement sur le court terme ; cet effet est perdu à l'arrivée des colonies sur la miellée de lavande (Figure 17).

Ces résultats mitigés indiquent que les stratégies de traitements en saison ont besoin d'être optimisées afin de garantir une réduction efficace et durable de la charge en varroas.



**Figure 17** : Taux en varroas phorétiques dans 2 ruchers en fonction du traitement de saison appliqué (AO, MAQS) et du temps (D0 : avant traitement, D1 : fin du traitement, D2 : début de la miellée lavande, D3 : fin de la miellée lavande). © INRA, A. Kretzschmar ; ADAPI, M. Nedelec.

### 3.3 Perspectives pour la lutte contre le varroa

Du fait des difficultés persistantes causées par le varroa sur les colonies d'abeilles domestiques, les apiculteurs émettent un besoin urgent de développer de nouvelles solutions pour lutter plus efficacement contre le parasite.

#### 3.3.1 Les stratégie de lutte « populationnelle »

L'efficacité insuffisante des stratégies de lutte actuellement utilisées contre le varroa se caractérise par l'existence d'une population de varroas résiduelle significative à l'issue du traitement. Ce manque d'efficacité est principalement dû au fait que les varroas en phase de reproduction dans le couvain operculé sont (relativement) inaccessibles aux molécules de traitement. Deux nouvelles méthodes de lutte émergent actuellement en France, grâce à l'expérience menée par les apiculteurs italiens depuis quelques années et l'intérêt actif d'un groupe d'apiculteurs français. Elles sont basées sur le fait de placer artificiellement les colonies dans un état sans couvain operculé afin qu'elles ne contiennent que des varroas phorétiques et ainsi de permettre aux molécules de traitement d'être extrêmement efficaces. Ces méthodes, dites « populationnelles », utilisent soit :

- **Le retrait de couvain** : tous les cadres de couvain sont retirés de la colonie (ou le couvain est détruit) et soit détruits, soit utilisés pour réaliser des essaims.
- **L'encagement de reine** : la reine est encagée pendant une période de 24 jours.



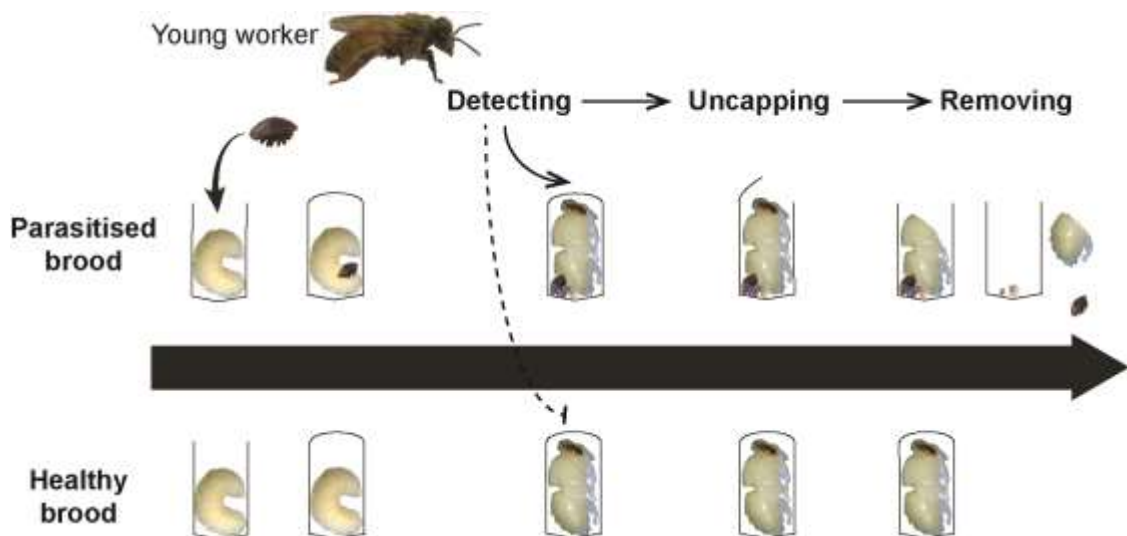
Dans les deux cas, l'opération aboutit à une colonie sans couvain, qui permet de traiter efficacement contre le varroa à l'aide d'acides organiques (acide oxalique notamment). Les premiers essais réalisés confirment l'efficacité élevée prédite pour le contrôle du varroa et les effets non désirés contre les colonies sont limités. Si ces deux stratégies nécessitent une certaine organisation de l'activité apicole pour leur bonne mise en œuvre, l'expérience des apiculteurs italiens et français qui mettent en place ces méthodes sur des cheptels de plusieurs centaines de colonies montre le potentiel de développement de ces méthodes.

### 3.3.2 Vers la sélection de populations d'abeilles naturellement résistantes au varroa

Sur le long terme, l'existence de colonies d'abeilles capables de développer naturellement des stratégies de défense contre le varroa, et donc de survivre à une infestation de l'acarien, représente une solution prometteuse et durable.

Les recherches menées depuis l'apparition du varroa sur *Apis mellifera* ont permis de mettre en évidence plusieurs voies de résistance aboutissant à une diminution de la pression en varroa dans les colonies en ralentissant la croissance de la population du parasite. Ces caractéristiques impliquent des défenses comportementales ou le contrôle par les abeilles de la reproduction des acariens.

- **Interruption du cycle de reproduction des varroas** : ce caractère est appelé **SMR** (*Suppressed Mite Reproduction*). Cette limitation du succès reproductif du varroa peut s'expliquer par différentes adaptations, comme la réduction de l'attractivité des larves au varroa, le contrôle de la fertilité des varroas, ou le nettoyage des alvéoles contenant des varroas en succès reproducteur par le biais du comportement VSH (Varroa Sensitive Hygiene) (Harris, Harbo et al., 2003 ; Harbo et Harris, 2005).
- **Comportement hygiénique spécifique au varroa** : ce caractère est appelé **VSH** et consiste en la désoperculation des alvéoles et l'élimination du couvain parasité par du varroa (Harbo et Harris 2005) (Figure 18). Le nettoyage de couvain infesté par le biais du comportement VSH n'entraîne pas nécessairement la mort des acariens contenus dans les alvéoles, qui très souvent s'échappent. Cependant, le comportement VSH interrompt la reproduction des acariens dans l'alvéole cible et diminue la probabilité que les varroas qui s'échappent réalisent des cycles de reproduction ultérieurs. Sur le long terme, cela ralentit la croissance de la population varroa, sans pour autant impacter significativement celle de la colonie.



**Figure 18** : Illustration des deux étapes impliquées dans le comportement hygiénique, après la détection de la présence du varroa à l'intérieur d'une alvéole operculée. © INRA, F. Mondet.

Des programmes de recherche, conduits majoritairement aux Etats-Unis (USDA, Baton-Rouge), ont permis de montrer le potentiel de ces deux caractères pour leur utilisation en sélection. Le VSH et le SMR ont une base génétique et sont donc transmissibles à la descendance. De plus, l'existence de plusieurs populations d'abeilles survivant à l'infestation par le varroa en absence de traitement (Locke 2015), semble indiquer que le caractère de résistance au varroa existe à un niveau basal dans les populations d'abeilles européennes et qu'il existe un potentiel de sélection selon ce caractère. Cependant, la principale limitation pour le développement à grande échelle d'une sélection basée sur ces critères vient de la difficulté d'évaluer la capacité VSH ou SMR d'une colonie (pour plus de détails, voir atelier « outils de mesure de la résistance au varroa »).

L'INRA et l'ITSAP ont récemment initié deux projets afin de développer de nouvelles méthodes de phénotypage de la résistance au varroa, accessibles aux apiculteurs.

Les programmes BeeStrong (Investissements d'Avenir PS2A, 2016-2020) et MOSAR (Casdar, 2016-2019) visent à obtenir des marqueurs génétiques de la résistance au varroa. Si de tels marqueurs sont effectivement identifiés et validés, les apiculteurs pourront bénéficier d'une prestation de service de phénotypage de la capacité de résistance de leurs colonies, par l'envoi à l'entreprise Labogena d'un échantillon de quelques centaines d'abeilles des ruches qu'ils souhaitent évaluer.

Dans la même logique, mais avec une approche différente d'écologie chimique, l'identification de plusieurs composés candidats pour leur implication dans l'étape de déclenchement du comportement VSH impliqué dans la résistance au varroa, ouvre des perspectives de diagnostic. Le projet Mosar vise à évaluer la possibilité de transformer le test comportemental récemment développé à l'INRA en test applicable sur le terrain par les apiculteurs. Nous sommes en lien avec des partenaires privés pour démarrer une phase de développement industriel.

Les études réalisées ces dernières années et l'expérience des apiculteurs montrent que le parasite varroa reste un problème majeur pour l'apiculture, et que les stratégies de lutte utilisant une simple application systématique médicamenteuse ne sont malheureusement pas suffisantes pour limiter la présence du varroa et ses effets néfastes. Les recherches s'orientent actuellement vers des stratégies de gestion intégrée de la santé des colonies. Ces approches feront certainement appels à une meilleure évaluation de la pression en varroa au cours de la saison, et à une palette de solutions de lutte. Si une telle stratégie de gestion intégrée de la santé des colonies est nécessairement plus lourde à mettre en œuvre que l'approche médicamenteuse, elle doit garantir aux apiculteurs une plus grande efficacité et surtout une meilleure durabilité, afin de permettre aux colonies d'abeilles de ne plus être si lourdement impactées par la présence du parasite varroa.

### Références bibliographiques

- Anderson D.L., 2000. Variation in the parasitic bee mite *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 31(2): 281-292.
- Boot W.J., Calis J.N.M., Beetsma J., 1992. Differential Periods of Varroa Mite Invasion into Worker and Drone Cells of Honey Bees. *Exp Appl Acarol* 16(4): 295-301.
- Dainat B., Evans J.D., Che Y.P., Gauthier L., Neumann P., 2011. Dead or alive: Deformed Wing Virus and *Varroa destructor* reduce the life span of winter honeybees. *Applied and Environmental Microbiology*.
- Dainat B., Evans J.D., Chen Y.P., Gauthier L., Neumann P., 2012. Predictive Markers of Honey Bee Colony Collapse. *PLoS ONE* 7(2): e32151.
- De Guzman L., Rinderer T., Beaman L., 1993. Survival of *Varroa jacobsoni* Oud. (Acari: Varroidae) away from its living host *Apis mellifera* L. *Experimental and Applied Acarology* 17(4): 283-290.
- De Jong D., De Jong P.H., Goncalves L.S., 1982. Weight loss and other damage to developing worker honeybees from infestation with *V. jacobsoni*. *Journal of Apicultural Research* 21: 165-216.

- De Jong D., Goncalves L.S., Morse R.A., 1984. Dependence on climate of the virulence of *Varroa jacobsoni*. *Bee World* 65(3): 117-121.
- Dietemann V., Nazzi F., Martin S.J., Anderson D.L., Locke B., Delaplane K.S., Wauquiez Q., Tannahill C., Frey E., Ziegelmann B., 2013. Standard methods for varroa research. *Journal of Apicultural Research* 52(1): 1-54.
- Donzé G., Guerin P.M., 1994. Behavioral attributes and parental care of *Varroa* mites parasitizing honeybee brood. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 34(5): 305-319.
- Fries I., Camazine S., Sneyd J., 1994. Population Dynamics of *Varroa jacobsoni* - A Model and a Review. *Bee World* 75(1): 5-28.
- Fries I., Hansen H., Imdorf A., Rosenkranz P., 2003. Swarming in honey bees (*Apis mellifera*) and *Varroa destructor* population development in Sweden. *Apidologie* 34(4): 389-397.
- Fries I., Rosenkranz P., 1996. Number of reproductive cycles of *Varroa jacobsoni* in honey-bee (*Apis mellifera*) colonies. *Experimental and Applied Acarology* 20(2): 103-112.
- Fuchs S., 1992. Choice in *Varroa jacobsoni* Oud. between honey bee drone or workerbrood cells for reproduction. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 31(6): 429-435.
- Gisder S., Aumeier P., Genersch E., 2009. Deformed wing virus: replication and viral load in mites (*Varroa destructor*). *Journal of General Virology* 90(2): 463-467.
- Harbo J.R., Harris J.W., 2005. Suppressed mite reproduction explained by the behaviour of adult bees. *J. Apic. Res* 44: 21-23.
- Harris J.W., Harbo J.R., Villa J.D., Danka R.G., 2003. Variable Population Growth of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) in Colonies of Honey Bees (Hymenoptera: Apidae) During a 10-Year Period. *Environmental Entomology* 32(6): 1305-1312.
- Highfield A.C., El Nagar A., Mackinder L.C.M., Noël L.M.-L.J., Hall M.J., Martin S.J., Schroeder D.C., 2009. Deformed wing virus implicated in overwintering honeybee colony losses. *Applied and Environmental Microbiology* 75(22): 7212-7220.
- Kralj J., Brockmann A., Fuchs S., Tautz J., 2007. The parasitic mite *Varroa destructor* affects non-associative learning in honey bee foragers, *Apis mellifera* L. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology* 193(3): 363-370.
- Kralj J., Fuchs S., 2006. Parasitic *Varroa destructor* mites influence flight duration and homing ability of infested *Apis mellifera* foragers. *Apidologie* 37(5): 577-587.
- Kretzschmar A., Durand E., Maisonnasse A., Vallon J., Le Conte Y., 2015. A New Stratified Sampling Procedure which Decreases Error Estimation of Varroa Mite Number on Sticky Boards. *Journal of economic entomology*: tov077.
- Kuenen L., Calderone N., 1997. Transfers of *Varroa* mites from newly emerged bees: Preferences for age- and function-specific adult bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Insect Behavior* 10(2): 213-228.
- Le Conte Y., Ellis M., Ritter W., 2010. *Varroa* mites and honey bee health: can *Varroa* explain part of the colony losses? *Apidologie* 41(3): 353-363.
- Locke B., 2015. Natural *Varroa* mite-surviving *Apis mellifera* honeybee populations. *Apidologie* 47(3): 467-482.
- Martin S.J., 1994. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in worker brood of the honeybee *Apis mellifera* L. under natural conditions. *Experimental and Applied Acarology* 18(2): 87-100.
- McDonnell C., Alaux C., Parrinello H., Desvignes J.-P., Crauser D., Durbesson E., Beslay D., Le Conte Y., 2013. Ecto- and endoparasite induce similar chemical and brain neurogenomic responses in the honey bee (*Apis mellifera*). *BMC Ecology* 13(1): 25.
- Mondet F., Miranda J.R., Kretzschmar A., Le Conte Y., Mercer A.R., 2014. On the Front Line: Quantitative virus dynamics in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies along a new expansion front of the parasite *Varroa destructor*. *PLoS Pathogens* 10(8): e1004323.
- Oldroyd B.P., 1999. Coevolution while you wait: *Varroa jacobsoni*, a new parasite of western honeybees. *Trends in Ecology & Evolution* 14(8): 312-315.

Rosenkranz P., Aumeier P., Ziegelmann B., 2010. Biology and control of *Varroa destructor*. Journal of Invertebrate Pathology 103(Supplement 1): S96-S119.

Ruano V., Fernandez M., Ochoa F., A. Cobo A., 1991. Varroasis disturbs the orientation of bees. Its influence on parasitosis development. Vida Apicola 48: 55-57.

Sammataro D., Arlinghaus S.L., 2010. The Quest to Save Honey: Tracking Bee Pests Using Mobile Technology.

Tustain R., Faulke J., 1979. Effect of carbon dioxide anaesthesia on the longevity of honey bees in the laboratory. New Zealand journal of experimental agriculture 7(3): 327-329.

Yang X., Cox-Foster D.L., 2005. Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: Evidence for host immunosuppression and viral amplification. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 102(21): 7470-7475.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL ou son DOI)