

# Bulletin épidémiologique Santé animale - alimentation

Novembre 2017  
Numéro spécial abeilles

## De la surveillance individuelle à la surveillance collective : connaître le niveau d'infestation des colonies d'abeilles mellifères par *Varroa destructor* pour optimiser et rationaliser la lutte

Julien Vallon (1, 2), Sébastien Wendling (3)

Auteur correspondant : julien.vallon@itsap.asso.fr

(1) Itsap-Institut de l'Abeille, Avignon, France

(2) Unité mixte technologique Protection des abeilles dans l'environnement, Avignon, France

(3) Direction générale de l'Alimentation, Bureau de la santé animale, Paris, France

### Résumé

Les apiculteurs disposent de différents moyens de lutte contre *Varroa* : prophylaxie, moyens biotechniques et traitements mais la maîtrise du parasite n'est pas acquise dans la plupart des ruchers. Du fait de la diversité des facteurs influant le développement de *varroa* conjugué à l'efficacité aléatoire des traitements, l'infestation est variable entre ruchers et entre ruches. La surveillance individuelle de l'infestation du cheptel est un outil incontournable de gestion : elle permet d'objectiver les besoins en traitement et de raisonner les interventions selon les moyens de lutte disponibles, la saison et le devenir des colonies. Pour cela, il est nécessaire d'évaluer l'infestation d'un cheptel, de déterminer le caractère prédictif des indicateurs et de disposer de seuils d'intervention. Au niveau collectif, la surveillance permet de caractériser l'état de l'infestation et son évolution au cours du temps. Elle peut être contextualisée afin de répondre à des attentes spécifiques : caractériser l'efficacité de programmes de lutte, acquérir des références pour l'interprétation des suivis individuels et la documentation de dossiers de pharmacovigilance, améliorer la compréhension des facteurs de variation de l'infestation et établir des seuils d'intervention affinés permettant d'alerter les apiculteurs. La diversité des objectifs exprimés n'a pas permis la définition des objectifs d'un outil de surveillance collectif qui reste à construire au sein de la Plateforme d'épidémiosurveillance en santé animale Plateforme ESA).

### Mots-clés

*Varroa destructor*, *Apis mellifera* L., outil d'aide à la décision, épidémiosurveillance

### Abstract

**From individual monitoring to collective surveillance: evaluating the infestation of colonies by *Varroa* to optimise and rationalise control efforts**  
Various control methods against *Varroa* are available to beekeepers: prophylaxis, biotechnical methods, and treatment, but control of the parasite is not achieved in most apiaries. Due to the wide range of factors affecting the development of *Varroa*, associated with the variable efficacy of treatments, infestation is variable between apiaries and even between hives. Individual monitoring of infestation of populations is an essential management tool: it can be used to objectively determine treatment needs and rationalise interventions depending on the available means, the season, and the fate of the colonies. To do this, it is necessary to assess infestation of a population, to determine the predictive nature of the indicators, and to develop intervention thresholds. At the collective level, surveillance can be used to characterise the state of infestation and changes over time. It can be placed in context to address specific needs: characterising the effectiveness of control programmes, developing references for the interpretation of individual follow-up and to document pharmacovigilance dossiers, improving our understanding of the factors affecting the variability of infestation, and establishing fine-tuned intervention thresholds to alert beekeepers. The diversity of objectives expressed did not make it possible to define the objectives of a collective surveillance tool that remains to be set up within the National epidemiological surveillance platform for animal health (ESA Platform).

### Keywords

*Varroa destructor*, *Apis mellifera*, Infestation level, Decision-making tools, Epidemiological surveillance

Une dégradation de l'état de santé des colonies d'abeilles mellifères *Apis mellifera* est observée depuis plusieurs décennies. L'acarien *Varroa destructor* est considéré par la communauté scientifique, par son action propre ou en association avec d'autres facteurs de stress, comme un des principaux responsables des mortalités et affaiblissements des colonies (Rosenkranz et al., 2010). Originaire d'Asie du Sud-Est et parasite d'*Apis cerana*, cet acarien est passé sur un nouvel hôte, *Apis mellifera*, dans le milieu du 20ème siècle et s'est rapidement propagé sur quasiment tous les territoires où *A. mellifera* est implantée. *Varroa* représente aujourd'hui une menace majeure pour les colonies d'abeilles mellifères à l'échelle mondiale. Depuis sa découverte sur l'île de la Réunion en mai 2017 (Esnault et al., 2017), le parasite infeste quasiment toutes les colonies d'abeilles présentes en France, à l'exception de quelques centaines de colonies de certains territoires insulaires toujours indemnes comme l'île d'Ouessant (voir article de L'Hostis dans ce même numéro). Il faut cependant distinguer la présence du parasite et l'apparition des signes cliniques de la varroose, pathologie due à *varroa*. Dans le cadre du réseau de surveillance Résabeilles, la proportion de ruchers en France présentant des signes cliniques évocateurs de la varroose était de 4,70 % des ruchers au printemps et de 12,35 % en été (Hendrikx et al., 2015).

Après avoir rappelé les principales caractéristiques épidémiologiques de l'infestation des colonies d'abeilles par *V. destructor* en lien avec son impact sanitaire, nous présentons l'intérêt et les contraintes de la mise en œuvre d'un suivi de l'apiculteur du niveau d'infestation. Nous terminons par un point d'étape des réflexions techniques mises en œuvre dans le cadre de la Plateforme d'épidémiosurveillance en santé animale (Plateforme ESA) concernant la mise en place d'une surveillance collective concernant ce parasite.

## Principales caractéristiques épidémiologiques de l'infestation des colonies d'abeilles par *Varroa*

Le développement de la population de *varroa* au sein d'une colonie d'abeilles est intrinsèquement lié au cycle de développement de la colonie de laquelle il dépend pour sa nutrition et sa reproduction. Il se reproduit exclusivement dans des cellules de couvain operculé renfermant des formes immatures de l'abeille au stade larvaire puis

nymphal. La présence de couvain operculé est donc indispensable pour permettre la croissance d'une population de *varroa* au sein d'une colonie d'abeilles.

Plusieurs modèles mathématiques de dynamique de population ont été développés afin de connaître l'évolution de la population de *V. destructor* dans une colonie. Deux facteurs principaux influent sur la capacité de développement des parasites : la durée de présence du couvain et le niveau initial d'infestation. Ainsi, par modélisation, on estime une multiplication par douze de la population de *V. destructor* dans une colonie possédant du couvain pendant 128 jours (soit une augmentation journalière de 2,1 %) et par 800 quand le couvain est continuellement présent (Martin, 1998). Une différence de population initiale de quelques dizaines d'acariens peut avoir des conséquences importantes sur le taux d'accroissement et la population totale de parasites atteinte après un certain délai. Ainsi, une population de *varroas* dépassant 50 individus dans une colonie en début de saison a toutes les chances d'évoluer par croissance naturelle vers des niveaux critiques impactant la santé de la colonie en cinq à six mois, c'est-à-dire avant la mise en place du traitement de fin de saison apicole (Figure 1).

Cette dynamique de développement de la population d'acariens par croissance naturelle peut être amplifiée par un apport de *varroas* en provenance d'autres colonies d'abeilles présentes dans l'aire de butinage. Ces transferts se produisent lorsque des abeilles parasitées changent de ruche (phénomène de dérive des butineuses), lorsque des abeilles de colonies fortes rentrent infestées à la ruche après avoir pillé les réserves de colonies affaiblies et fortement parasitées (cas des colonies de ruchers abandonnés, de ruchers non traités ou en défaut de maîtrise de l'infestation), ou lorsque des faux-boudons parasités visitent une colonie. Ce phénomène peut concerner plusieurs centaines à plusieurs milliers de *V. destructor* au cours de l'année pour une même colonie (Imdorf et al., 2003) et est difficile à objectiver : l'importance et l'impact de ces transferts entre colonies pourrait ainsi être sous-estimé. Le nombre de *varroas* transféré est fortement corrélé avec le taux d'infestation des colonies voisines (Sakofski et al., 1990). Inversement, des arrêts de ponte sont parfois observés de façon naturelle, en période hivernale ou durant la saison apicole (essaimage, supersédure, périodes de disette ou miellée bloquante,...) et ralentissent la croissance de la population du parasite.

L'acarien a un impact à la fois direct sur les abeilles via les lésions cutanées et les ponctions régulières d'hémolymphe qu'il réalise sur

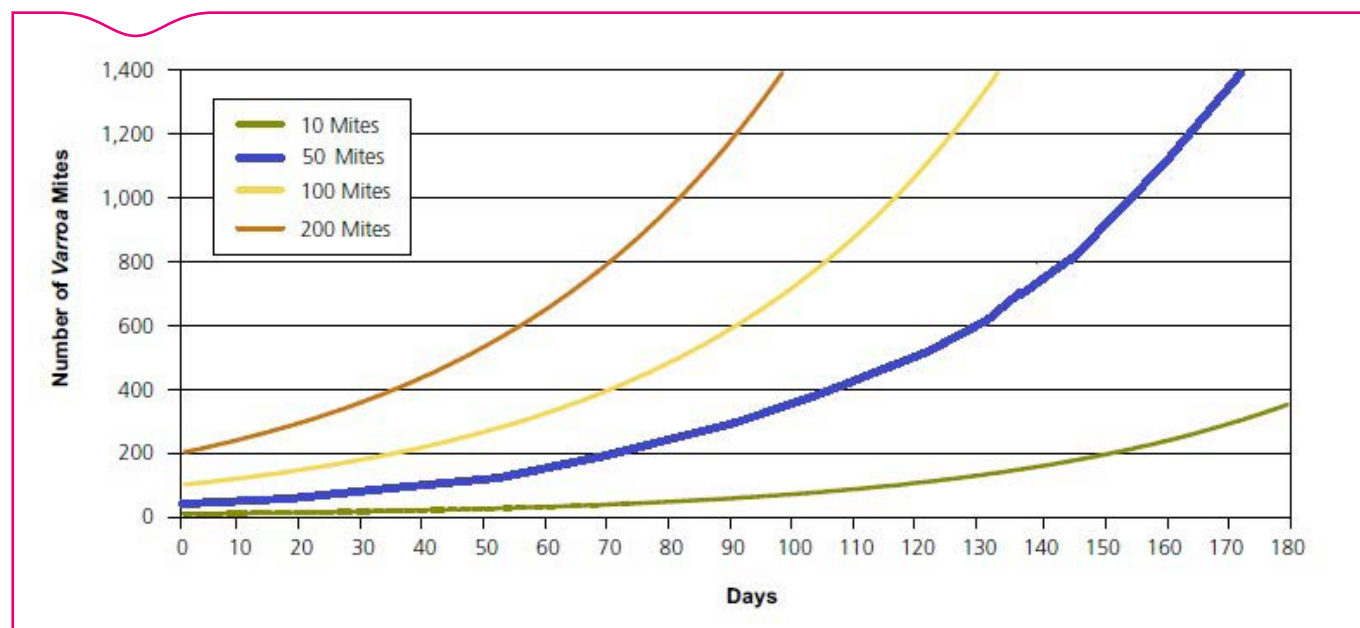


Figure 1. Modélisation de l'évolution du nombre de *V. destructor* en présence de couvain pour différents niveaux d'infestation en début de la saison (complété, d'après The National Bee Unit, 2017). (Number of Varroa Mites = Nombre de *V. destructor*; Days = Jours; Mites = Acariens)

son hôte, et un impact indirect en tant que vecteur de plusieurs virus. Le syndrome qui s'exprime lorsque la colonie est fortement infestée est nommé varroose. Les signes cliniques les plus fréquemment relevés à l'échelle individuelle sont des abeilles présentant des malformations, en particulier des ailes déformées et un abdomen raccourci, des poids des stades larvaire, nymphal et adulte inférieurs à la normale et une capacité réduite à revenir à la ruche pour les butineuses. Des lésions internes comme une réduction de taille des glandes hypopharyngiennes peuvent être observées à l'autopsie. Les principaux signes généraux sont à l'échelle individuelle : une baisse des défenses immunitaires et une augmentation de la sensibilité à d'autres facteurs de stress, une réduction de la capacité de vol, une réduction de l'espérance de vie et une baisse de capacité de la reproduction des faux-bourçons, et à l'échelle de la colonie un affaiblissement pouvant aboutir dans les cas graves à sa mort. Plusieurs études récentes ont établi un lien entre le parasitisme par *V. destructor* et la prévalence des virus dans les colonies d'abeilles (Mondet et al., 2014) et ont montré l'augmentation de la charge virale des abeilles infestées (Khongphinitbunjong et al., 2014). Les suivis de charges virales de plusieurs virus réalisés sur des colonies se trouvant sur le front d'extension de *V. destructor* ont montré que le virus des ailes déformées (DWV) était l'agent infectieux le plus impacté par l'arrivée du parasite puisqu'il voit sa prévalence augmentée fortement. D'autre part, une réduction de la diversité génétique du virus est observée au cours du temps avec sélection de certaines souches, ce qui pourrait expliquer la diminution de la population d'acarien nécessaire pour impacter une colonie d'abeilles (Martin et al., 2012).

Les colonies fortement parasitées voient leurs capacités de développement et de production réduites : l'observatoire de la miellée de lavandes (Kretzschmar et al., 2017) a permis de déterminer un seuil de pression parasitaire de trois varroas phorétiques pour 100 abeilles à partir duquel les colonies présentent un déficit de prise de poids de cinq kilogrammes en moyenne par rapport aux colonies moins infestées. Dans une étude allemande, *V. destructor* est le premier facteur de risque identifié de la mortalité hivernale des colonies (Genersch et al., 2010), devant la prévalence élevée du DWV et du virus de la paralysie aiguë (ABPV), l'âge de la reine et la faiblesse de la colonie à la mise en hivernage. Le lien entre l'infestation en *V. destructor* et les capacités d'hivernage des colonies a été mis en évidence plus largement dans l'étude européenne Epilabee (voir l'article dédié dans ce numéro). De plus, de nombreux auteurs s'interrogent sur le rôle joué par ce parasite dans les surmortalités de colonies d'abeilles (interaction avec d'autres facteurs de risque dans le phénomène du « colony collapse disorder » et les affaiblissements récurrents de colonies). En 2009, un rapport de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) traitant des 'Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles' conclut qu'en France « les facteurs identifiés à l'origine de mortalité importante de colonies ont été essentiellement biologiques, en particulier, l'agent de la varroose » (Toma et al., 2009).

Du fait de la diversité des facteurs influant le développement de *V. destructor* conjugué à l'efficacité imparfaite et inégale des traitements, les niveaux d'infestation s'avèrent être variables entre ruchers et entre colonies d'un même rucher. De plus, toutes les colonies ne sont pas « égales » devant le *Varroa* : certaines supportent des niveaux d'infestation élevés sans signes cliniques ou défaillance, quand d'autres se sont déjà effondrées pour un même niveau d'infestation. On peut cependant considérer que sans intervention contre le parasite, une colonie meurt dans les trois ans dans la plupart des cas. L'infestation est insidieuse : le niveau d'infestation peut rester bas pendant une longue période, avant d'exploser en quelques semaines. L'observation d'un cadre de ruche comportant des abeilles adultes et du couvain est insuffisante pour évaluer l'infestation. En effet, les varroas se trouvent majoritairement enfermés dans les alvéoles de couvain operculé et ceux présents

sur les abeilles adultes (en phase de phorésie) se cachent sous les écailles abdominales des abeilles. De plus, les signes cliniques chez les abeilles et dans le couvain n'apparaissent que tardivement, et lorsque le niveau d'infestation est élevé. Ainsi, une surveillance continue et régulière de l'infestation des colonies est indispensable afin de pouvoir anticiper le développement de la population de parasites, prévoir les interventions et adapter les moyens à mettre en œuvre selon l'urgence de la situation, le moment dans la saison et le devenir des colonies (production en saison ou préparation à l'hivernage).

## Les moyens de lutte contre *V. destructor*

Selon l'Agence nationale du médicament vétérinaire (ANMV, 2017), il existait au 8 octobre 2017 douze médicaments disposant d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) pour le traitement de la varroose chez l'abeille domestique en France (Tableau 1).

Les médicaments Apistan® (tau-fluvalinate) et Apivar® (amitrazé) montrent de bons niveaux moyens d'efficacité, qui peuvent toutefois s'avérer insuffisants dans le cadre d'un unique traitement annuel en cas d'infestation très élevée. Depuis 1995 et l'apparition de populations de *V. destructor* résistantes au tau-fluvalinate, l'Apivar® a été employé par beaucoup d'apiculteurs sans alternance. Le temps d'application a été augmenté à dix semaines en présence de couvain selon les indications du résumé des caractéristiques du produit défini dans le cadre de l'AMM afin d'atteindre un niveau d'efficacité satisfaisant. La fluméthrine, molécule active du Polyvar yellow® et du Bayvarol®, étant, comme la molécule active de l'Apistan®, un pyréthrianoïde, une attention particulière doit être portée pour son emploi à l'apparition d'une résistance ou à la préexistence d'une résistance croisée entre pyréthrianoïdes dans les populations d'acariens.

Les traitements à base de thymol (Apiguard®, Apilife var® et Thymovar®) ou d'acide formique (MAQS®) reposent sur une vaporisation de la substance active dans l'atmosphère de la ruche. L'emploi de ces traitements est conditionné par la température ambiante : il est préconisé entre 10°C (minimum permettant la vaporisation de la substance active) et 29°C (au-delà la vaporisation est trop brutale, ce qui engendre des effets non intentionnels chez la colonie, pouvant aboutir à sa mort dans les cas extrêmes). L'efficacité de ces traitements dépend de conditions climatiques adéquates durant la période de mise en œuvre des traitements et est généralement variable. La plupart du temps, un traitement complémentaire, réalisé à l'occasion d'une période hors couvain pendant l'hiver, est nécessaire afin de réduire l'infestation en *V. destructor* à un niveau satisfaisant.

L'utilisation d'Api-bioxal® (acide oxalique) est quant à elle conditionnée par l'absence totale de couvain operculé, car l'acide oxalique n'est efficace que sur les varroas phorétiques. Ainsi, malgré une forte réduction de la ponte en hiver, la présence de quelques décimètres carrés de couvain operculé peut abriter suffisamment de varroas pour débiter la saison au-delà du seuil de 50 varroas conseillé (Willener et al., 2016).

Enfin, différentes mesures biotechniques peuvent être mises en œuvre dans le cadre d'une lutte intégrée vis-à-vis de *V. destructor*. Elles ont pour effets soit de ralentir la croissance de la population parasitaire au sein des colonies d'abeilles (engagement de reines, découpe de couvain de faux-bourçons, fractionnement de la colonie), soit d'améliorer l'efficacité des traitements acaricides en mettant tous les acariens en phase phorétique (engagement de reines) pour permettre à la molécule acaricide d'atteindre sa cible.

Les apiculteurs doivent avoir conscience que les niveaux d'efficacité permis par les différents médicaments autorisés pour la lutte contre *V. destructor* ne permettent pas la plupart du temps de gérer de façon suffisante le niveau de parasitisme grâce à un unique traitement de fin de saison apicole. En effet, bien que l'application du médicament

**Tableau 1.** Liste et caractéristiques des médicaments vétérinaires disposant d'une AMM en France. Les efficacités moyennes présentées sont issues de différentes expérimentations réalisées par les associations de développement de l'apiculture (ADA) entre 2005 et 2016 sous la coordination de l'Itsap-Institut de l'abeille, en utilisant un protocole d'estimation d'efficacité basé sur les lignes guides de l'European Medicines Agency (CVMP, 2010)

Préparations commerciales	Substance(s) active(s)	Date de l'AMM	Besoin d'une ordonnance vétérinaire	Efficacité (résultats obtenus lors d'expérimentations)
Apistan®	Tau-fluvalinate	15/02/1989	Non	De l'ordre de 98 % en moyenne, mais risque de résistance chez les acariens
Apivar®	Amitraze 500 mg/lanière	21/04/1995	Oui	De l'ordre de 99 % en moyenne, mais des cas individuels d'échec de traitement
Apitraz®	Amitraze 500 mg/lanière	05/11/2015	Oui	Manque de références
Apiguard®	Thymol	21/12/2001	Non	Variable de 75 à 95 % en moyenne
Thymovar®	Thymol 15 g par plaquette	12/01/2007	Non	Variable de 70 à 90 % en moyenne
Apilife var®	Thymol lévomenthol, huile essentielle d'eucalyptus, camphre	28/01/2010	Non	Variable de 65 à 95 % en moyenne
MAQS®	Acide formique 68,2 g par bande	15/05/2014	Non	Variable de 70 à 90 % en moyenne
Api-bioxal®	Acide oxalique	14/08/2015	Oui	95 à 100 % en absence de couvain
Varromed®	Acide oxalique et acide formique 5 mg/ml et 44 mg/ml	02/02/2017	Non	Manque de références
Varromed®	Acide oxalique et acide formique 75 mg/ml et 660 mg	02/02/2017	Non	Manque de références
Polyvar yellow®	Fluméthrine 275 mg/lanière	27/02/2017	Non	De l'ordre de 99 % en moyenne mais risque de résistance chez les acariens
Bayvarol®	Fluméthrine 3,6 mg/lanière	17/05/2017	Non	Manque de références et risque de résistance chez les acariens

vétérinaire de fin de saison ait été réalisé selon les préconisations du fabricant et du vétérinaire prescripteur, un nombre trop important de varroas peut persister dans les colonies ou des réinfestations peuvent se produire en cours ou à l'issue du traitement. Ainsi, en l'absence d'intervention complémentaire, les colonies vont se voir impactées par l'infestation avant la mise en œuvre du traitement de fin de saison apicole suivante.

Cependant, tous les apiculteurs n'ont pas accès aux mêmes moyens de lutte contre ce parasite: le cahier des charges de l'Agriculture biologique (AB) pour l'apiculture restreint les médicaments utilisables à ceux dont les molécules actives sont des acides organiques (acides oxalique, formique) ou des huiles essentielles (thymol, menthol, eucalyptol). Cette limitation rend plus difficile la maîtrise des populations de *V. destructor* en apiculture AB, la multiplication des interventions ne permettant pas forcément de compenser l'efficacité non totale et inégale des traitements.

Certains apiculteurs argumentent du manque d'efficacité des médicaments, de leur accessibilité difficile ou de leur prix trop élevé pour recourir à des traitements qui ne sont pas des médicaments avec AMM. Cependant ces pratiques ne sont pas autorisées. Par ailleurs, les défauts de praticité ou d'efficacité des médicaments doivent être signalés dans le cadre de la pharmacovigilance<sup>(1)</sup>.

Ainsi, l'évaluation de l'efficacité des traitements utilisés permet d'identifier leurs limites, ce qui contribue à éclairer sur la meilleure stratégie à adopter selon les moyens de lutte disponibles (traitements et mesures biotechniques). D'autre part, un suivi régulier de la pression parasitaire au sein d'un rucher peut permettre de déceler l'insuffisance des traitements mis en œuvre et le risque de mise en péril du potentiel de production des colonies ou de leur devenir.

Enfin, la lutte médicamenteuse connaissant des limites significatives (résistance de l'acarien, qualité des produits de la ruche, santé de l'utilisateur), une sélection génétique des abeilles résistantes à varroa est envisagée (Encadré).

(1) <https://pharmacovigilance-anmv.anses.fr/>

## Méthodes d'évaluation de l'infestation d'une colonie

Pour évaluer le niveau d'infestation d'une colonie par *V. destructor*, deux méthodes sont couramment utilisées: le suivi des chutes naturelles du parasite et l'estimation de la proportion d'abeilles ouvrières parasitées (nombre de varroas phorétiques pour cent abeilles).

Le comptage des chutes naturelles se base sur le phénomène de chute des varroas résultant de la mortalité des acariens ou de l'épouillage des abeilles. Le niveau de chute est lié à la population d'acariens présente dans la colonie. Les varroas sont récoltés sur un linge rigide, encollé ou graissé, placé sous un plancher de ruche entièrement grillagé. Afin de limiter l'accumulation de débris sur le linge, le

**Encadré. Une solution pour améliorer la lutte à moyen ou long terme: orienter la sélection vers l'obtention d'abeilles résistantes à *Varroa destructor***

Différentes populations d'abeilles *A. mellifera* survivent en l'absence de traitement contre *V. destructor*. Des caractères de tolérance et de résistance à *V. destructor* sont donc présents. Une sélection des colonies d'abeilles dans l'objectif de limiter les populations de *V. destructor* en leur sein est envisageable.

Différents comportements de résistance ralentissent la croissance de la population du parasite et permettent une diminution de la pression parasitaire sur les colonies. L'élimination par épouillage des *V. destructor* adultes est un comportement décrit depuis de nombreuses années, mais la sélection sur ce trait apparaît complexe à mettre en œuvre. En revanche, plusieurs expériences montrent l'efficacité d'une sélection du contrôle par les abeilles de la reproduction des acariens. Cette limitation du succès reproductif de *V. destructor* peut s'expliquer par différentes adaptations, comme la réduction de l'attractivité des larves au parasite, le contrôle de la fertilité des *V. destructor* ou le nettoyage des alvéoles contenant des femelles *V. destructor* en succès reproducteur.

La principale limitation pour le développement à grand échelle d'une sélection basée sur ces critères demeure la difficulté d'évaluer la valeur d'une colonie sur ce caractère et d'allier une sélection efficace à la fois sur des critères sanitaires et zootechniques.

comptage est réalisé au minimum une fois par semaine. Seuls les varroas matures (pigmentés) sont dénombrés et lorsque leur nombre est trop important, le comptage peut être facilité par un quadrillage préalable du lange ou l'emploi d'une grille d'échantillonnage Vareval® (Kretzschmar et al., 2015). Il est recommandé de prendre en compte les comptages pendant deux semaines consécutives. Cette méthode présente l'avantage de permettre une détection précoce d'un faible niveau de parasitisme et peut être employée tout au long de l'année par l'apiculteur sans ouvrir les ruches. Le nombre moyen journalier de chutes obtenu permet de faire des projections du nombre total de varroas présents dans les colonies uniquement lorsque ces dernières présentent du couvain et qu'elles ne sont pas en cours d'effondrement du fait de la varroose. Cette projection n'est toutefois pas précise : la mortalité naturelle quotidienne des acariens doit être multipliée par un facteur allant de vingt à 40 (Branco et al., 2006). En effet, les chutes de *V. destructor* pouvant varier selon de nombreux facteurs (en particulier le comportement des abeilles vis-à-vis du parasite et la durée de vie des parasites selon la saison), il n'existe pas de coefficient de correction commun à toutes les colonies.

L'estimation de la proportion d'abeilles ouvrières parasitées par des varroas phorétiques est réalisée sur un échantillon de 300 abeilles minimum pour être significative (Lee et al., 2010). Les abeilles sont prélevées en secouant le cadre ou, en cas de miellée, en frottant de haut en bas un gobelet sur le cadre pour les faire tomber dans le récipient. Les acariens peuvent être décrochés des abeilles au moyen soit d'une solution détergente ou d'éther (méthode destructrice), soit d'une matière pulvérulente (principalement le sucre glace) ou du dioxyde de carbone, afin de préserver les abeilles et pouvoir les replacer dans leur colonie d'origine. Abeilles et varroas sont ensuite séparés par un moyen mécanique (grille dont la maille mesure 3 mm). Le mode opératoire et le matériel nécessaire sont détaillés dans plusieurs fiches techniques disponibles sur internet<sup>(2)</sup>, ou encore décrits dans des tutoriels vidéo<sup>(3)</sup>. Le nombre de parasites contenus dans l'échantillon peut être rapporté soit au poids, soit au nombre d'abeilles. Il est d'usage d'exprimer le résultat obtenu en nombre de varroas phorétiques pour 100 abeilles (VP/100 ab). Le nombre d'abeilles est obtenu par une pesée préalable de l'échantillon (en considérant qu'une abeille pèse en moyenne 0,14 g) ou par l'emploi d'un doseur volumétrique étalonné selon la quantité d'abeilles désirée (mais cette méthode reste très imprécise). Selon la composition de l'échantillon, le résultat peut varier pour une même colonie, ainsi, il est parfois recommandé de réaliser le prélèvement sur trois cadres différents pour améliorer la précision de l'estimation. Cependant, pour un suivi de la pression parasitaire par l'apiculteur lui-même, la précision obtenue à partir d'un unique prélèvement est suffisante (Lee et al., 2010). Cette méthode ne permet pas à elle seule de faire de projection sur le nombre total d'acariens infestant la colonie. Pour arriver à cette fin, elle doit être complétée par l'estimation du nombre d'abeilles de la colonie ainsi que la quantité de couvain et son niveau d'infestation. La méthode d'estimation de la proportion d'abeilles ouvrières parasitées par des varroas phorétiques permet toutefois d'obtenir directement un indicateur du niveau de pression parasitaire (ratio parasite/hôte) plus facilement interprétable.

Parce que le nombre de ruches détenues par l'apiculteur peut être important, le travail d'évaluation peut être chronophage, ainsi une méthode d'échantillonnage d'un rucher a été développée afin d'en évaluer son niveau d'infestation moyen. Elle consiste en l'estimation du niveau d'infestation d'un nombre significatif de colonies au sein d'un rucher puis d'en faire la moyenne pour obtenir un indicateur global du niveau d'infestation du rucher. On considère qu'une précision satisfaisante pour l'apiculteur est obtenue en prenant au moins huit colonies pour les ruchers de plus de vingt ruches (et respectivement six, cinq ou trois colonies pour des ruchers de vingt,

dix et quatre colonies) (Lee et al., 2010). Les valeurs d'infestation obtenues sont ensuite moyennées pour calculer un indicateur global du niveau d'infestation du rucher.

Du fait de sa facilité de réalisation, de l'immédiateté de la réponse (Tableau 2) et de l'interprétation directe du résultat en termes de pression parasitaire, l'estimation de la proportion d'abeilles parasitées par des varroas phorétiques est souvent préférée au suivi des chutes naturelles et à l'estimation de l'infestation totale de la colonie. Elle est donc souvent préconisée aux apiculteurs pour réaliser leurs suivis d'infestation en saison apicole, et fréquemment utilisée dans le cadre d'études visant à l'acquisition de données de référence en matière d'infestation et lors de suivis expérimentaux de la dynamique de population de varroas. En période hivernale, la méthode de suivi des chutes naturelles est privilégiée, vu qu'elle ne nécessite pas d'ouverture de ruches et qu'elle est plus sensible que la méthode d'estimation de la proportion d'abeilles parasitées pour évaluer de faibles niveaux d'infestations.

## La surveillance comme outil de gestion du parasitisme

La lutte raisonnée vis-à-vis de *Varroa* fait intervenir la notion de seuils au-delà desquels il est préconisé de mettre en œuvre un traitement. La littérature fait mention de différents types de seuils pour orienter les décisions de lutte : seuils « économique », « dommageable », « critique », « d'intervention »,... Certains sont établis sur des aspects économiques et d'autres sur des critères sanitaires. Il conviendrait d'établir au niveau national une définition harmonisée de ces seuils apparaissant comme étant pertinents en précisant leurs objectifs, ainsi qu'un protocole permettant de les fixer expérimentalement, sur la base des données bibliographiques disponibles.

Une fois ces définitions établies, une première grille d'aide à la décision utilisant le ou les seuils pertinents, et prenant en compte la période et la méthode utilisée pour évaluer le niveau de parasitisme pourrait être constituée au niveau national, sur la base de données bibliographiques ou définie arbitrairement par des experts. Ces niveaux pourraient être adaptés localement, ou en fonction du contexte ou des pratiques, et affinés suite à l'acquisition de nouvelles données relatives à l'infestation.

Les limites de chacun des seuils définis devront être précisées. En effet, plusieurs facteurs influent sur le niveau de ces seuils. Certains sont liés : i) aux colonies d'abeilles elles-mêmes comme leur génétique, leur dynamique de population ou des aspects comportementaux, ii) aux parasites comme leur virulence ou les résistances à certaines molécules, iii) à l'environnement de la ruche comme la pression exercée par divers facteurs de stress (ex : pression virale, exposition à des toxiques,...) ou à l'environnement extérieur à la ruche comme les facteurs climatiques locaux et en particulier la durée de la phase hivernale, ou encore iv) aux pratiques apicoles (changements de reines, circuits de transhumance, pratique de renouvellement des colonies...).

Concernant les méthodes, le niveau d'infestation total de la colonie (estimation du nombre total de varroas) n'est pas un indicateur facile à interpréter, car la dangerosité d'un niveau d'infestation donné dépend du nombre d'abeilles constituant la colonie (ou force de la colonie). Ainsi, l'estimation de la pression parasitaire semble plus appropriée. La littérature propose des seuils d'intervention différents selon les saisons : de l'ordre de 1 VP/100 abeilles au printemps, de 3 VP/100 abeilles en été et de 1 VP/100 abeilles en fin de saison et à la mise en hivernage.

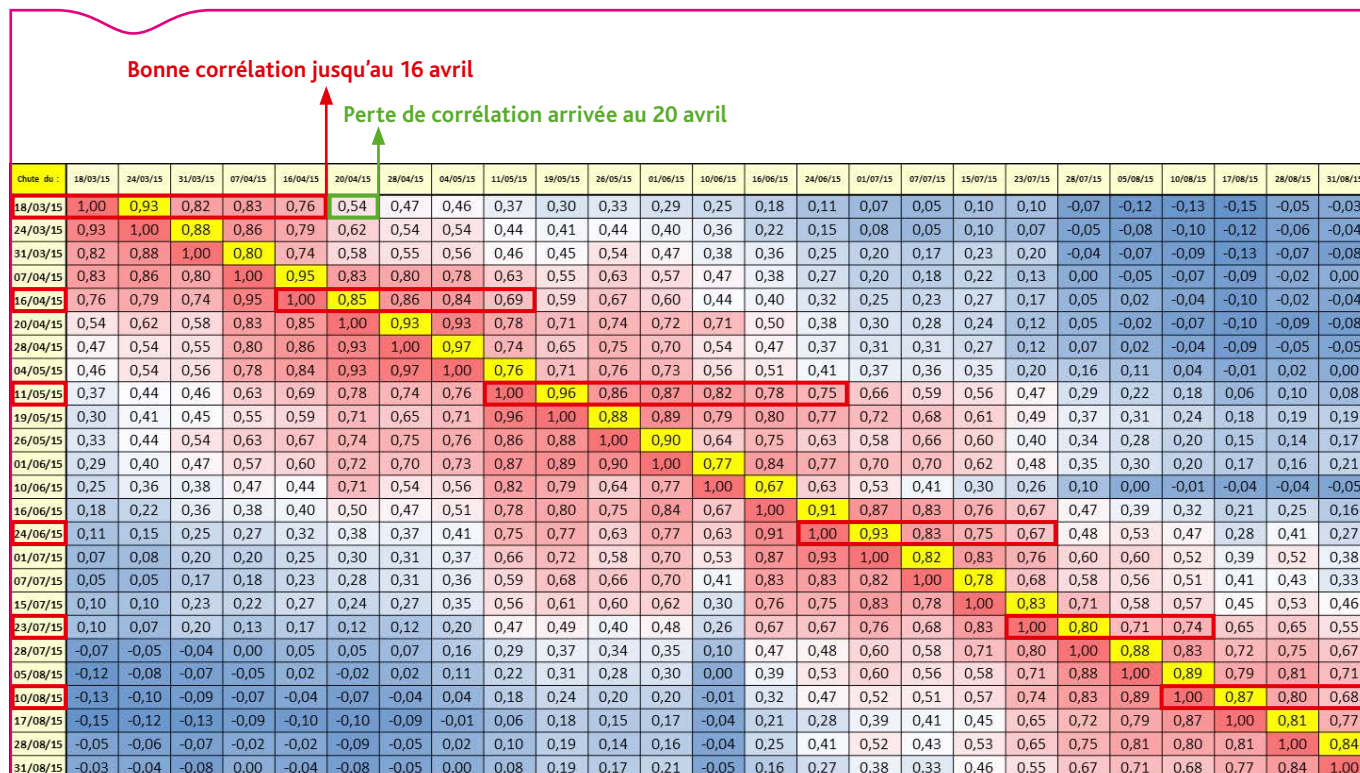
La capacité prédictive des indicateurs de pression de prédation reste cependant limitée. Par exemple, les valeurs de l'indicateur « chutes journalières » sont corrélées entre elles sur une durée d'environ un mois (Figure 2) et ceci quelle que soit la période de l'année, alors que

(2) Par exemple : [http://adaaq.adafrance.org/downloads/methodes\\_lavage\\_abeilles\\_fiche\\_finale.pdf](http://adaaq.adafrance.org/downloads/methodes_lavage_abeilles_fiche_finale.pdf)

(3) <http://adapi.adafrance.org/infos/varroa.php>.

**Tableau 2. Avantages et inconvénients des méthodes d'estimation de l'infestation d'une colonie par *V. destructor* (source : modifié de Vallon et al., 2016a)**

Méthode	Avantages	Inconvénients
Suivi des chutes naturelles sur lange	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibilité en cas d'infestation faible</li> <li>Grille d'échantillonnage Vareval® utilisable en cas de chutes importantes (&gt; 50 varroas)</li> <li>Méthode non intrusive (pas d'ouverture de la ruche) pouvant être employée tout au long de l'année</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Équipement nécessaire des ruches en planchers entièrement grillagés et en langes</li> <li>Nécessite de fréquents déplacements (accumulation de débris sur langes)</li> <li>Lecture différée (délai de quinze jours)</li> </ul>
Estimation de la proportion d'abeilles parasitées	<ul style="list-style-type: none"> <li>Résultat obtenu après une unique visite du rucher</li> <li>Lecture immédiate sur le terrain avec certains dispositifs</li> <li>Possibilité de replacer les abeilles dans la colonie lors de l'emploi de sucre glace ou de CO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réponse variable selon l'échantillon d'abeilles prélevé</li> <li>Peu sensible en cas d'infestation faible</li> <li>Risque en conditions climatiques défavorables (nécessite l'ouverture de la ruche et la manipulation de cadres)</li> <li>Risque de prendre la reine</li> </ul>



**Figure 2. Corrélation dans le temps des chutes de varroas sur lange observées sur 80 colonies (d'après Deniot et al., 2015)**  
Les chutes sur langes sont corrélées entre elles sur une période donnée (encadrée en rouge) lorsque le coefficient est supérieur à 0,7 pour chaque date de la période

les valeurs de proportion d'abeilles parasitées (VP/100 ab) ont une corrélation plus faible sur cette même durée (Deniot et al., 2015). De même, à partir des chutes moyennes journalières, il n'est pas possible d'évaluer le niveau d'infestation de fin de saison (chutes totales dénombrées sur une durée de quatre mois de septembre à décembre pendant un traitement Apivar®) au-delà d'une période de quelques semaines. L'évaluation précoce de l'infestation attendue en fin d'année n'est pas réalisable mais la surveillance peut être pratiquée régulièrement au cours de la saison selon une fréquence ne dépassant pas plus d'un mois. Ces résultats permettent de construire un protocole de surveillance au niveau individuel, mais restent à valider par le suivi et le retour d'expérience, tout en prenant en compte la charge de travail que représente l'évaluation mensuelle des niveaux d'infestation des ruchers par l'apiculteur.

Face aux besoins en références concernant les indicateurs de pression parasitaire, en particulier selon les traitements employés, des suivis d'infestation contextualisés sont réalisés depuis quelques années par des associations de développement de l'apiculture (ADA Aura en région Auvergne-Rhône-Alpes, Adapi en Provence, ADAAQ en Aquitaine) afin de produire localement des références utiles aux apiculteurs. Ces suivis permettent d'une part de sensibiliser les apiculteurs à la réalisation de suivis d'infestation des colonies à titre individuel et d'autre part fournissent des éléments de comparaison du niveau d'infestation entre apiculteurs ou entre ruchers selon le

traitement appliqué. La prise en compte de cofacteurs comme les niveaux de production ou le succès d'hivernage des colonies suivies, ainsi que d'autres variables d'intérêt (parcours réalisé, occurrence de virus) permettra d'une part de déterminer et valider des seuils selon des situations locales spécifiques, et d'autre part de pouvoir moduler les références produites et les seuils définis. Ainsi, des seuils spécifiques d'infestation par *Varroa* restent encore à déterminer pour prendre en compte certaines situations spécifiques comme par exemple pour les colonies amenées à réaliser des miellées tardives (bruyères en Aquitaine ou arbousier dans le Sud-Est).

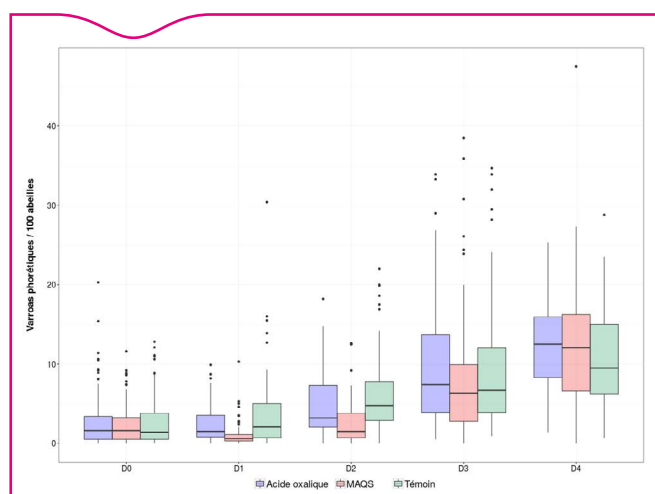
## Adaptation de la lutte grâce au suivi de l'infestation

L'apiculteur peut agir sur le niveau initial d'infestation (considéré en début de saison ou à la création de la colonie) avec les différents moyens de lutte à sa disposition : par la réalisation d'un ou plusieurs traitements des colonies en fin de saison apicole, puis par la mise en œuvre de mesures de prophylaxie afin de limiter le développement du parasite dans la colonie et sa propagation entre colonies d'un même rucher ou de ruchers voisins (Laroche et al., 2017).

Les traitements sont réalisés principalement en fin de saison de production (entre août et septembre selon les régions), après la

dernière récolte, afin que les substances acaricides ne contaminent pas le miel récolté. Cette période correspond aussi à la préparation de la colonie à l'hivernage (les abeilles d'hiver ont une durée de vie supérieure permettant à la colonie de survivre malgré l'absence de renouvellement de sa population) : la mise en œuvre d'un traitement précocement en fin de saison apicole permet d'avoir des abeilles d'hiver saines. À cette période, la population d'abeilles régresse naturellement pendant que celle des varroas continue de s'accroître ce qui augmente rapidement la pression parasitaire sur les formes adultes et immatures (larves et nymphes) des abeilles destinées à passer l'hiver. L'objectif de la gestion du parasitisme est de maintenir tout au long de l'année une population de varroas dans la colonie en dessous du seuil dommageable. En particulier, l'objectif du/des traitements de fin de saison apicole n'est pas d'éradiquer les parasites, mais de réduire leur population afin de permettre à la colonie de passer l'hiver, se développer normalement au printemps et réaliser une saison apicole sans risque.

Cependant, face à la variabilité d'infestation (selon les années, les ruchers et les colonies d'un même rucher), la maîtrise du parasite basée uniquement sur la mise en œuvre d'un ou plusieurs traitements de fin de saison apicole reste aléatoire. Certaines colonies débutent la saison apicole avec un niveau d'infestation élevé, d'autres voient leur niveau d'infestation atteindre des niveaux inattendus en cours de saison. Ce constat est permis par les suivis d'infestation réalisés dans le cadre d'expérimentations ou de suivis individuels qui doivent être poursuivis pour mieux documenter les différents profils d'infestation. Au printemps, il est possible de recourir à des méthodes biotechniques comme le piégeage des varroas dans le couvain de mâles. Cette méthode permet de retarder l'accroissement de la population du parasite. Sa mise en œuvre nécessite une organisation adaptée qui peut s'intégrer dans le cadre de la conduite globale du rucher (Delamarque, 2017), mais nécessite aussi une logistique, une attention et un temps de travail importants pour la gestion d'un cheptel conséquent. Par ailleurs, des expérimentations ont été réalisées pour évaluer la faisabilité et l'intérêt de traitements de printemps avec l'acide formique ou l'application répétée d'acide oxalique en présence de couvain (Vallon et al., 2016b). Cependant les premiers résultats (Figure 3) montrent que si certaines interventions avec l'acide formique permettent de diminuer la pression parasitaire et de rétablir, dans certains cas, la capacité de production des colonies, l'effet reste temporaire (de l'ordre de deux à trois mois) et ne persiste pas jusqu'à la fin de la saison : l'infestation des colonies traitées atteint un niveau équivalent à celui des colonies non traitées



**Figure 3.** Evolution de la pression parasitaire des colonies selon le traitement de printemps réalisé

Trois sublimations d'acide oxalique réalisées à 5 jours d'intervalle ou MAQS®, en comparaison avec des colonies non traitées (témoin). Les suivis sont réalisés chaque mois de D0 (mars) à D4 (juillet) sur des lots de 120 colonies réparties sur sept ruchers expérimentaux. Les valeurs moyennes sont indiquées au-dessus des box-plot ; DS : différence significative lorsque les intervalles de confiance IC95 % des moyennes ne se recouvrent pas (Vallon et al., 2016)

à la fin de la saison apicole. Par ailleurs, l'augmentation de la teneur en acide formique des miels ainsi obtenus en saison relativise l'intérêt de ce type d'intervention dans le cadre de colonies en circuit de production.

La surveillance individuelle permettant d'anticiper une situation critique exceptionnelle (propre à un cheptel ou à un rucher) pour décider des interventions nécessaires, le suivi de la pression parasitaire est un outil indispensable pour une meilleure connaissance du résultat des actions de lutte employées.

## Vers une surveillance collective de l'infestation des colonies en France

Dans le cadre des travaux engagés en 2016 de définition d'une stratégie nationale de prévention, surveillance et lutte contre *V. destructor* pour les prochaines années, la Direction générale de l'Alimentation (DGAL) a souhaité mobiliser le groupe de suivi « abeilles » de la Plateforme ESA pour engager des réflexions techniques sur la construction d'un dispositif de surveillance collective vis-à-vis de varroa en France.

Le premier point abordé a été la définition des objectifs de surveillance, qui peuvent être résumés de la manière suivante :

- caractériser en temps réel la situation de l'infestation en France et son évolution dans le temps (au cours d'une saison, d'une saison à l'autre) et chercher à caractériser les conditions principales pour lesquelles le développement du parasite suit les mêmes tendances,
- évaluer l'efficacité du déploiement de la stratégie nationale de prévention, surveillance et lutte qui aura été définie.

L'atteinte de ces objectifs permettrait par ailleurs en collectant à l'échelle nationale des données de référence sur les profils d'infestation selon les différents contextes apicoles rencontrés d'alimenter des études d'épidémiologie analytique pour avancer dans la définition des seuils d'intervention et la compréhension de l'impact des co-facteurs de stress des abeilles.

Les modalités de cette surveillance collective restent encore à définir et devront nécessairement reposer sur le développement de protocoles standardisés à l'échelon national, la formation des acteurs chargés de produire et collecter les données d'infestation et une sensibilisation large des apiculteurs qui pourraient être appelés à réaliser un suivi de l'infestation dans leur propre rucher.

Mais avant cela, il conviendra d'assurer une réelle adhésion de l'ensemble des acteurs de la filière à ces objectifs collectifs et à l'utilisation qui pourrait être faite des résultats de la surveillance, seul gage d'un réel intérêt à la conduire à l'échelon national.

## Remerciements

Les auteurs remercient les partenaires représentés dans le cadre du groupe de travail « Surveillance *Varroa* » de la Plateforme ESA : l'Anses, GDS France, la Fnosad (Fédération nationale des organismes sanitaires apicoles départementaux), la SNGTV, les DDecPP, les SRAL, ainsi que les ADA pour les résultats d'expérimentations, et FranceAgriMer et le Casdar (Compte d'affectation spéciale développement agricole et rural) pour le soutien financier de l'Itsap-Institut de l'Abeille.

## Références bibliographiques

- Agence nationale du médicament vétérinaire. 2017. Index des médicaments vétérinaires autorisés en France. Anses. <http://www.ircp.anmv.anses.fr/results.aspx> (page consultée le 08/11/2017).
- Branco, Manuela R., Neil A.C. Kidd, and Robert S. Pickard. 2006. A Comparative Evaluation Of Sampling Methods For *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) Population Estimation. *Apidologie* 37 (4): 452-461.
- CVMP Committee for Medicinal Products for Veterinary Use. 2010. Guideline on veterinary medicinal products controlling *Varroa destructor* parasitosis in bees. European Medicines Agency. <http://www.ema>

- europa.eu/docs/en\_GB/document\_library/Scientific\_guideline/2010/11/WC500099137.pdf.
- Delamarche G. 2017. L'intérêt économique pour les exploitations du couvain de mâles comme lutte complémentaire contre le *Varroa*. La Santé de l'Abeille 277: 81-91.
- Deniot, C., P. Basselet, A.L. Douteau, M. Beguin et B. Basso. 2015. Suivi d'infestation : varroa phorétiques ou chutes naturelles ? Itsap-Institut de l'abeille. <http://blog-itsap.fr/suivi-dinfestation-de-varroa/>
- Esnault O, Garcia P, Chauzat M-P, Méziani F, Franco S. 2017. Détection de *Varroa* spp. à la Réunion. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim*, 79, 35.
- Genersch, E., von der Ohe, W., Kaatz, H., Schroeder, A., Otten, C., & Büchler, R. et al. 2010. The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie*, 41(3), 332-352. <http://dx.doi.org/10.1051/apido/2010014>.
- Hendrikx P., Saussac M., Méziani F., Wendling S., Franco S., Chauzat M.P., 2015. Résabeilles : résultats de deux campagnes de surveillance programmée de la mortalité des abeilles en France. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.*, 70, 19-23.
- Imdorf A, J.-D. Charrière, V. Kilchenmann, S. Bogdanov, P. Fluri. 2003. Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa destructor* in honey bee colonies. *Apiacta* 38: 258-285.
- Khongphinitbunjong, K., L. de Guzman, M. Tarver, T. Rinderer, Y. Chen & P. Chantawannakul. 2015. « Differential viral levels and immune gene expression in three stocks of *Apis mellifera* induced by different numbers of *Varroa destructor* ». *J Insect Physiol* 72: 28-34.
- Kretzschmar, A., E. Durand, A. Maisonnasse, J. Vallon & Y. Le Conte. 2015. A New Stratified Sampling Procedure which Decreases Error Estimation of *Varroa* Mite Number on Sticky Boards. *J Econ Entomol* 108(3): 1435-1443.
- Laroche, Anne-Laure and Cécile Ferrus. 2017. Guide des bonnes pratiques apicoles. ITSAP-Institut de l'abeille. <http://bonnes-pratiques.itsap.asso.fr/>.
- Lee K.V., R.D. Moon, E.C. Burkness, W.D. Hutchison, M. Spivak. 2010. Practical sampling plans for *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies and apiaries. *J Econ Entomol* 103: 1039-1050. <http://dx.doi.org/10.1603/EC10037>.
- Martin, S., A. Highfield, L. Brettell, E. Villalobos, G. Budge, M. Powell et al. 2012. Global Honey Bee Viral Landscape Altered by a Parasitic Mite. *Science* 336(6086): 1304-1306.
- Martin, Stephen. 1998. A population model for the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Ecoll Model* 109(3): 267-281.
- Mondet, F., J. de Miranda, A. Kretzschmar, Y. Le Conte & A. Mercet. 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.
- Rosenkranz, P., P. Aumeier, & B. Ziegelmann. 2010. Biology and control of *Varroa destructor*. *J Of Invert Pathol* 103: S96-S119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2009.07.016>.
- Sakofski, F. 1990. Quantitative investigations on transfer of *Varroa jacobsoni* Oud. In Proceedings of the International symposium on recent research on bee pathology, edited by FAO, 70-72.
- Toma, B., A. Alix, M. Brown, P. Carpentier, M. Chabert-Ribière, M.-P. Chauzat, R. Delorme et al. 2009. Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles. Maisons-Alfort: Afssa. <https://www.anses.fr/fr/system/files/SANT-Ra-MortaliteAbeillesEN.pdf>.
- Vallon, J., F. Mondet, M. Beguin, A. Kretzschmar & Y. Le Conte. 2016a. Principes de mise en œuvre des outils de suivi de l'infestation en *Varroa* dans les colonies d'abeilles. Avignon: CIAG - Innovations agronomiques.
- Vallon, J., L. Frontero, A. Maisonnasse, L. Caron, A. Dangleant. 2016b. Renforcer la lutte contre *Varroa*: comment réguler l'infestation en cours de saison ? Itsap-Institut de l'abeille. [http://itsap.asso.fr/pages\\_thematiques/ravageurs-maladies/renforcer-lutte-contre-varroa-reguler-linfestation-cours-de-saison/](http://itsap.asso.fr/pages_thematiques/ravageurs-maladies/renforcer-lutte-contre-varroa-reguler-linfestation-cours-de-saison/)
- Willener, A., V. Diemann, J. Grosjean, J.-D. Charrière. 2016. « Présence de varroa dans le couvain d'hiver et impact sur les traitements ». *Revue Suisse d'Apiculture* 10 : 25-28.
- The National Bee Unit. 2017. « Managing *Varroa* ». The Animal and Plant Health Agency. <http://www.nationalbeeunit.com/index.cfm?pageid=167>.