

Sanitaire

Typage génétique et distribution de l'ectoparasite *Varroa destructor* (*Acari: Varroidea*)

à Madagascar

depuis sa première description en 2010

par **Henriette RASOLOFOARIVAO**, **Johanna CLÉMENCET**, **Lala Harivelo
RAVELOSON-RAVAOMANARIVO**, **Dimby RAZAFINDRAZAKA**, **Bernard
REYNAUD**, **Hélène DELATTE**

Travail réalisé dans le cadre de la thèse d'Henriette Rasolofoarivao (financement Cirad-AIRD sud)
en cotutelle avec l'Université d'Antananarivo et l'Université de La Réunion



**Rucher du village de Maharidaza, sur les Hauts Plateaux,
à une vingtaine de kilomètres à l'est de la capitale.**

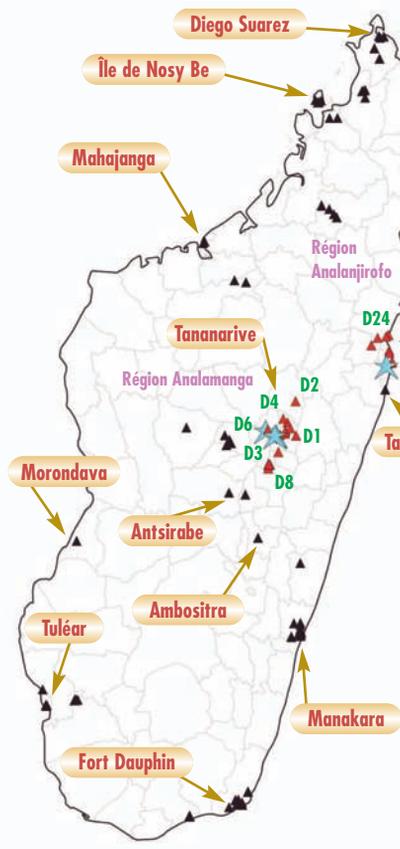


Fig. 1 : Répartition de *Varroa destructor* à Madagascar en 2011-2012 :

- ▲ sites non-infestés
- ▲ sites infestés
- ★ sites déjà infestés en 2010 (DSV, 2010)

NB: Les flèches indiquent approximativement les localités importantes.

sauvages et n'utilise donc qu'une petite partie des populations sauvages (Dietemann *et al.* 2009). L'arrivée et la propagation du varroa ne sont pas seulement une menace pour la survie des abeilles domestiquées, mais représentent également une menace pour les populations sauvages qui jouent un rôle important dans les écosystèmes naturels et cultivés. En effet, *Apis mellifera* polliniserait 40 à 70 % des plantes indigènes (Allsopp 2004).

Introduction

L'acarien ectoparasite du genre *Apis*, *Varroa destructor* (*Acari: Varroidea*), apparaît aujourd'hui comme un des problèmes majeurs de l'apiculture mondiale (Anderson et Trueman 2000). La présence de l'acarien *V. destructor* en Afrique, abritant les plus importantes populations sauvages d'*Apis mellifera* au monde, est *a priori* particulièrement préoccupant (Dietemann *et al.* 2009, Whitfield *et al.* 2006). L'apiculture, en Afrique subsaharienne, est essentiellement basée sur la capture d'essaims

La présence de *V. destructor* en Afrique subsaharienne a été mentionnée pour la première fois en Afrique du Sud en 1997. L'acarien a été détecté chez les deux sous-espèces d'abeilles locales (*A. m. capensis* et *A. m. scutellata*). L'acarien s'est depuis répandu dans plusieurs pays d'Afrique de l'Est, et récemment à une partie de l'Afrique de l'Ouest (Fazier *et al.* 2010).

En 2010, *V. destructor* a également été signalé à Madagascar (notification OIE, 11 février 2010). L'île de Madagascar est située à 400 km de la côte est de l'Afrique et abrite une seule sous-espèce d'abeille endémique *A. m. unicolor* (Latreille 1804). Comme les deux



Diversité des types de ruches à Madagascar, ici des ruches artisanales.

sous-espèces d'abeilles présentes en Afrique du Sud, *A. mellifera unicolor*, l'abeille malgache, appartient à la lignée évolutive africaine (Franck *et al.* 2001). À Madagascar, l'abeille est présente sur l'ensemble de l'île et joue un rôle essentiel dans la pollinisation d'espèces végétales endémiques (plus de 80 %) et cultivées (Ganzhorn *et al.* 2001 ; Ralalaharisoa-Ramamonjisoa 1996). L'arrivée de cet acarien est donc une menace indirecte pour les écosystèmes naturels et cultivés. Certaines cultures tropicales dépendent totalement de l'abeille pour leur pollinisation ; c'est le cas du litchi, principale culture de la côte est par exemple (Stern

et Gazit 1996). Des pertes de colonies et l'effondrement de ruchers occasionnés par le varroa pourraient avoir des conséquences économiques dramatiques, notamment sur les petits apiculteurs malgaches.

En février 2010, les services vétérinaires malgaches ont confirmé la présence de *V. destructor* dans deux régions distantes d'environ 400 km : la région Analamanga avec trois districts infestés autour de la capitale Antananarivo, et deux districts de la région Analanjirofo sur la côte est, près de Tamatave (fig. 1). Les objectifs de notre étude étaient de :



**Diversité des types de ruches à Madagascar,
ici des ruches à cadres Langstroth et Dadant.**

- évaluer l'avancée du varroa à travers l'île après sa première description en 2010 ;
- déterminer sa lignée génétique ;
- identifier la présence éventuelle d'autres pathogènes et de déformations morphologiques des ouvrières qui pourraient être associées à la présence de l'acarien ;
- évaluer les dommages sur les colonies d'abeilles au cours d'une année dans quelques ruchers du district d'Analamanga.

Matériel et méthodes

Pour répondre à nos objectifs, deux études parallèles ont été menées: la première à l'échelle de l'île pour décrire l'avancée et la répartition de l'acarien, et la seconde à l'échelle de quelques ruchers afin d'évaluer l'incidence du varroa sur la survie des colonies.

Avancée du varroa à Madagascar, lignée génétique et pathogènes associés

L'étude a été réalisée entre les mois d'août 2011 et de février 2012 dans différentes régions de Madagascar. Chaque colonie domestique ou sauvage examinée a été soigneusement inspectée afin de détecter la présence de varroas, de déformations morphologiques des abeilles adultes ou d'autres insectes pathogènes de la ruche.

Les femelles varroas phorétiques ont été collectées à partir des ouvrières puis stockées séparément dans de l'éthanol à 96 % et conservées à - 20 °C en vue d'analyses génétiques ultérieures. Treize acariens femelles provenant de huit sites infestés ont été utilisés pour l'analyse génétique mitochondriale. La séquence de la région intergénique du gène Cytochrome Oxydase I (COI) a été étudiée afin d'identifier les lignées de *V. destructor* présentes à Madagascar et de les comparer aux lignées déjà référencées (voir détails dans Rasolofoarivao *et al.*, 2013).



Apiculteur du village d'Angepy, sur les Hauts Plateaux, inspectant ses cadres.

Incidence du *Varroa* sur la survie des colonies infestées

À partir de janvier 2011, un suivi de ruchers a été réalisé dans la région d'Analamanga, l'une des premières régions infestées par l'acarien. Un total de 73 colonies provenant de 5 sites (4 infestés et 1 indemne) a été suivi pendant un an. En janvier 2012, le nombre des colonies ayant survécu dans chaque site a été enregistré.

Résultats

Répartition de *Varroa destructor* à Madagascar

Un total de 695 colonies localisées dans 119 sites issus de 30 districts a été inspecté. La majorité des colonies étudiées (94,2 %) étaient des colonies élevées dans des ruches modernes ou traditionnelles à cadres ou sans cadres mobiles. Les colonies sauvages sont peu nombreuses, un total de 40 colonies

seulement a pu être échantillonné. Bien qu'elles soient plus difficiles à examiner, aucune colonie sauvage n'était infestée par *Varroa destructor*.

En 2010, lors du premier signalement de *V. destructor*, 4 districts étaient infestés (fig. 1). En février 2012, 5 autres districts, voisins des premiers touchés, sont nouvellement infestés (fig. 1). Dans tous ces districts, tous les ruchers inspectés sont atteints de varroase ; à l'exception du district (D8) où seuls 2 ruchers sur les 5 examinés sont infestés. Des déformations morphologiques des abeilles, des ailes déformées des ouvrières adultes ont été observées dans 4 sites autour de la capitale (D1, D2, D4, Tab. 1).

Varroa destructor: quelle lignée génétique ?

Les 13 séquences d'ADN mitochondrial obtenues ont été enregistrées dans « Genbank » sous les numéros d'accès de JX827474-86. Les 13 séquences

Tab. 1 : Taux de mortalité des colonies d'abeilles au cours d'une année dans les quatre districts de la région Analamanga.

Districts (D)	Sites (S)	Nombre de colonies		Taux de mortalité au cours d'une année (%)
		en 2011	en 2012	
D1: Manjakandriana	S1: Betoho	25	13	48
D1: Manjakandriana	S2: Amby	14	6	57
D2: Anjzorobe	S3: Masakalina	18	8	56
D3: Antananarivo A.	S4: Ambohimalaza	5	0	100
D4: Antananarivo R.	S5: Cité de prof	11	1	91



Ruche traditionnelle en bois et métal.

obtenues sont strictement identiques entre elles, et identiques à celle de l'haplotype « coréen » déjà publié et répertorié antérieurement (« Genbank » accession numéro AF106899).

Prévalence des autres pathogènes de la ruche

Trois autres espèces d'arthropodes nuisibles ont été observées dans les colonies domestiques : la fausse teigne de la cire *Galleria mellonella* (*Lepidoptera* : *Pyralidae*), le petit coléoptère de la ruche *Aethina tumida* (*Coleoptera* : *Nitidulidae*) et le sphinx tête de mort *Acherontia spp.* (*Lepidoptera* : *Sphinxidae*). Les prévalences de ces parasites varient entre les districts. *G. mellonella*

a été rencontrée dans tous les ruchers échantillonnés, alors que les autres pathogènes n'ont été observés que dans les districts et ruchers déjà infestés par *V. destructor*. *A. tumida* n'a été observé que dans trois districts, D1 et D2 des Hauts-Plateaux et D 24 sur la côte est (Tab. 1). Les colonies des districts D1 et D2 sont les seules infestées par *Acherontia spp.* et sont de ce fait infestées par tous les parasites répertoriés au cours de notre étude.

Suivi de ruchers : incidence de *Varroa destructor* sur les colonies

Seules 28 des 73 colonies initialement inspectées étaient toujours présentes sur les ruchers suivis entre 2011

et 2012 (soit une partie de 60 % en moyenne des colonies). Un des ruchers s'est totalement effondré, celui indemne a été à son tour infesté. En effet, parmi les 73 colonies, 18 étaient indemnes de varroas en début de suivi, un an après, seules 8 sont encore présentes sur le rucher, toutes étant infestées (Tab. 1).

Discussion

Deux ans après l'apparition de *V. destructor* à Madagascar, la vitesse moyenne de dispersion est estimée à environ 40 km par an, et un seul haplotype de *V. destructor* a été détecté dans les sites infestés étudiés. En dépit de la vitesse de dispersion faible par rapport



aux autres études faites, un contrôle local des colonies infestées au cours d'une année révèle une perte de 60 % des colonies.

Répartition limitée, une seule lignée génétique détectée

Après la première description de *V. destructor* à Madagascar en 2010, le varroa s'est étendu aux districts voisins des districts initialement touchés (fig. 1), néanmoins sa propagation ne dépasse pas les 80 km au-delà des zones initialement infestées. À ce jour, seuls la côte nord-est autour du grand port principal de l'île (Tamatave) et quelques districts des Hauts-Plateaux autour de la capitale (Antananarivo) sont infestés. La présence de l'acarien dans ces deux régions distantes de 400 km pourrait être due à deux introductions indépendantes, ou à une simple infestation suivie d'une propagation par un échange de colonies entre la côte est et la capitale. Dans la mesure où les acariens des deux régions sont identiques au gène étudié, il est difficile de conclure quant à l'une ou l'autre de ces hypothèses. Notre analyse génétique du gène COI révèle que l'acarien présent à Madagascar (haplotype coréen) est identique à la lignée la plus répandue au monde et également présente en Afrique de l'Est (Frazier 2010). En effet, cet haplotype coréen infeste les races

Henriette Rasolofoarivao
lors de sa campagne d'échantillonnage
(étudiante en thèse, auteur de l'étude).



Colonies sauvages dans un tronc d'arbre.

d'abeilles européennes, les races pures africaines et les races africanisées. Il est capable de se reproduire sur toutes les sous-espèces d'*A. mellifera* ainsi que sur les autres espèces d'*Apis* d'Europe, du Moyen-Orient, d'Asie, d'Amérique et d'Afrique (Anderson et Trueman 2000; Maggi *et al.* 2012). Il est donc possible que cet haplotype, largement répandu sur la planète, ait pu être introduit à plusieurs reprises, à partir d'origines différentes, par voie aérienne (proche de l'aéroport) ou/et maritime (proche du port principal).

La propagation de *Varroa destructor* à Madagascar est relativement lente en

comparaison avec celles observées dans les autres pays d'Afrique (80 km au maximum en deux ans). Lors de sa détection au Kenya et en Tanzanie, *V. destructor* était déjà présent dans 18 sites distants de plus de 650 km (Fazier *et al.* 2010). En Afrique du Sud, l'acarien a, en cinq ans, atteint plus de 83 régions sur l'ensemble du pays (Allsopp 2006). Cette propagation rapide s'expliquerait, entre autres, par l'infestation des colonies sauvages (nombreuses, mobiles et difficilement contrôlables) (Allsopp 2006). Dans notre échantillon, relativement peu de colonies sauvages ont été inspectées (5,8 %), mais aucune colonie n'était

infestée. À Madagascar, le transport de colonies pouvant favoriser la propagation de l'acarien est peu fréquent et pratiqué essentiellement dans les districts autour de la capitale. L'apiculture malgache est une apiculture de type traditionnel, principalement basée sur la domestication d'essaims sauvages issus de l'environnement local. Seuls quelques apiculteurs transportent leurs ruches d'un site à l'autre. Depuis 2010, le transport de colonies, de reines, de paquets d'abeilles ou de matériel apicole entre districts est strictement interdit.

Pathogènes et anomalies morphologiques liés à la présence de *Varroa destructor*

Notre étude sanitaire des ruches montre que la fausse teigne de cire *G. mellonella* est très répandue à Madagascar. Si cette espèce ne présente *a priori* pas une menace sérieuse pour la santé des colonies saines (Sanford 1987), elle pourrait cependant avoir un impact négatif sur les colonies infestées. Les colonies faibles, avec des cadres qui ne sont pas correctement stockés, sont des cibles faciles pour ces prédateurs (Sanford 1987). Deux autres espèces potentiellement nuisibles (*A. tumida* et *Acherontia spp.*) ont été trouvées en co-infestation avec *V. destructor*. Dans la mesure où l'acarien peut affaiblir le système immunitaire de l'abeille (Yang et Cox-Foster 2005), les colonies infestées par l'acarien pourraient être plus vulnérables et les autres pathogènes pourraient alors affecter plus facilement les colonies d'abeilles. La présence de ces deux pathogènes

pouvait avoir été favorisée par une vulnérabilité plus élevée des colonies après l'attaque de l'acarien, mais il est aussi possible que l'entrée des parasites ait facilité l'infestation par *V. destructor*. En Afrique subsaharienne, *A. tumida* n'infeste que les colonies faibles (Lundie 1940; El-Niweiri *et al.* 2008) et est donc considéré comme un insecte nuisible mineur. D'autre part, certaines conduites apicoles pratiquées dans les régions infestées, comme le transport de ruches, pourraient les exposer à des niveaux de stress plus importants, rendant ainsi les colonies plus vulnérables à certains pathogènes.

Des anomalies morphologiques, telles que des ailes déformées, ont été détectées seulement dans les districts infestés par le varroa. Ce symptôme est caractéristique de l'infection par le virus des ailes déformées (DWV), une étude des virus sera nécessaire pour confirmer la présence de ce virus à Madagascar. Dans le monde, 18 virus pathogènes des abeilles sont connus (Genersch 2010). *V. destructor* est un vecteur d'une partie de ces maladies virales telles que « Kashmir Bee Virus » (KBV), « Sacbrood Virus » (SBV), « Acute Bee Paralysis Virus » (ABPV), « Israeli Acute Paralysis Virus » (IAPV), et « Deformed Wing Virus » DWV (Boecking and Genersch 2008). L'acarien augmenterait la prévalence de l'espèce virale DWV (Martin *et al.* 2012) et la densité de l'acarien serait corrélée aux degrés de déformation des ailes (Yang et Cox-Foster 2005). Plusieurs études démontrent que la mortalité des colonies n'est généralement pas due à la présence



**Ruche traditionnelle au premier plan
et l'apiculteur auprès d'une ruche moderne type Langstroth.**

de l'acarien seul, mais souvent due à l'interaction de plusieurs facteurs (Le Conte *et al.* 2010).

Taux de mortalité des colonies infestées

D'après les suivis de rucher réalisés dans la région des Hauts-Plateaux, en un an la perte des colonies infestées est estimée à 60 %. Ceci est inférieur à ce qui a été observé en Europe, où plus de

70 % des colonies se sont effondrées dans les premiers stades d'infestation (Guzman-Novoa *et al.* 2010). Cette plus faible perte peut être expliquée par plusieurs facteurs non-exclusifs. Premièrement, l'utilisation rapide de contrôle chimique traditionnel à base de thym, appliqué par les apiculteurs dans les cinq sites infestés durant notre surveillance aurait pu limiter le nombre d'acariens. À court terme, un traitement chimique efficace peut maintenir

vivantes les colonies et peut conduire à une survie d'environ de 70 % des colonies infestées (Lindberg *et al.* 2000). Deuxièmement, cette plus faible mortalité pourrait être liée à la biologie et au comportement d'*A. m. unicolor*. Les sous-espèces africaines *A. m. scutellata* et *A. m. capensis* paraissent tolérer et coexister avec le varroa sans effet dramatique une fois le stade d'infestation initiale passé (Allsopp 2006; Frazier *et al.* 2010), et ceci sans besoin de traitement chimique. Plusieurs hypothèses sont évoquées pour expliquer leur plus grande tolérance. Les races africaines se développeraient plus rapidement que les races européennes. Du fait d'une durée plus courte du stade de post-operculation des ouvrières africanisées, il serait impossible pour 60 % des acariens femelles de produire une progéniture femelle viable (Medina et Martin 1999). La fertilité de l'acarien serait donc moindre chez les sous-espèces africaines. Par ailleurs, les colonies d'abeilles africaines présenteraient des comportements hygiéniques plus efficaces face au varroa (Frazier *et al.* 2010). Des expériences d'infestations artificielles de colonies ont montré que les ouvrières d'abeilles africanisées retirent le couvain infesté plus efficacement que des races pures européennes (Vieira et Marchini 2009). L'étude du cycle biologique d'*A. mellifera unicolor* et l'étude de son comportement hygiénique sont des aspects importants pour comprendre la dynamique de *V. destructor* et l'évolution de sa propagation à Madagascar.

Notre étude montre que la répartition du varroa reste encore confinée à certaines régions de Madagascar. Pour minimiser la propagation de l'acarien et protéger les districts encore indemnes, un programme de gestion a été mis en place pour éviter la dispersion des acariens via les transports de colonies ou les échanges de matériels apicoles contaminés au sein des districts. La sensibilisation des apiculteurs à l'importance d'une déclaration systématique des ruchers infestés aux autorités compétentes est essentielle pour contenir et contrôler au mieux l'invasion.

Bibliographie

- Allsopp M. (2006). Analysis of *Varroa destructor* infestation of southern African honeybee populations. Msc (Zoology), University of Pretoria, Pretoria.
- Anderson D., Fuchs S. (1998). Two genetically distinct populations of *Varroa jacobsoni* with contrasting reproductive abilities on *Apis mellifera*. Journal of Apicultural Research 37 (2): 69-78.
- Anderson D., Trueman J. (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. Experimental and Applied Acarology 24 (3): 165-189.
- Boecking O., Genersch E. (2008). Varroosis—the ongoing crisis in bee keeping. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 3 (2): 221-228.
- Calderon R. A., Urena S., van Veen J. W. (2012). Reproduction of *Varroa destructor* and offspring mortality in worker and drone brood cells of Africanized honey bees. Experimental and Applied Acarology 56 (4): 297-307, doi:10.1007/s10493-012-9518-0.
- Calderon R. A., van Veen J. W., Sommeijer M. J., Sanchez L. A. (2010). Reproductive biology of *Varroa destructor* in Africanized honey bees (*Apis mellifera*). Experimental and Applied Acarology 50 (4): 281-297, doi:10.1007/s10493-009-9325-4.
- Charrière J.-D., Neumann P. (2010). Surveys to estimate winter losses in Switzerland. Journal of Apicultural Research 49 (1): 132-133.



Rucher moderne avec ruches de type Langstroth.

De Guzman L. I., Rinderer T. E., Beaman L. D. (1993). Survival of *Varroa jacobsoni* Oud. (*Acari: Varroidae*) away from its living host *Apis mellifera* L. *Experimental and Applied Acarology* 17 (4): 283-290.

Delatte H., Virgilio M., Simiand C., Risterucci A. M., De Meyer M., Quilici S. (2010). Isolation and characterization of microsatellite markers from *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett). *Molecular Ecology Resources* 10: 576-579, doi:doi: 10.1111/j.1755-0998.2010.02851.x.

Ellis A., Delaplane K. (2009). Individual forager profits in *Apis mellifera* unaffected by a range of colony *Varroa destructor* densities. *Insectes Sociaux* 56 (4): 419-424.

Ellis J. D., Evans J. D., Pettis J. (2010). Colony losses, managed colony population decline, and Colony Collapse Disorder in the United States.

Frazier M., Muli E., Conklin T., Schmehl D., Torto B., Frazier J., Tumlinson J., Evans J. D., Raina S. (2010). A scientific note on *Varroa destructor* found

in East Africa; threat or opportunity? *Apidologie* 41 (4): 463-465.

Franck P., Garnery L., Loiseau A., Oldroyd B. P., Hepburn H. R., Solignac M., Cornuet J. M. (2001). Genetic diversity of the honeybee in Africa: microsatellite and mitochondrial data. *Heredity* 86: 420-430.

Ganzhorn J. U., Lowry II P. P., Schatz G. E., Sommer S. (2001). The biodiversity of Madagascar: one of the world's hottest hotspots on its way out. *Oryx* 35 (4): 346-348.

Genersch E. (2010). Honey bee pathology: current threats to honey bees and beekeeping. *Applied microbiology and biotechnology* 87 (1): 87-97.

Guzmán-Novoa E., Eccles L., Calvete Y., Mcgowan J., Kelly P. G., Correa-Benítez A. (2010). *Varroa destructor* is the main culprit for the death and reduced populations of overwintered honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Ontario, Canada. *Apidologie* 41 (4): 443-450.

Kuenen L. P. S., 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.

Latreille P. A. (1804). Notice des espèces d'abeilles vivant en grande société, ou d'abeilles proprement dites, et description d'espèces nouvelles. *Ann. Mus. Hist. Nat.* 5: 161-178.

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.

Lee K., Moon R., Burkness E., Hutchison W., Spivak M. (2010). Practical Sampling Plans for *Varroa destructor* (*Acari: Varroidae*) in *Apis mellifera* (*Hymenoptera: Apidae*) Colonies and Apiaries. *Journal of economic entomology* 103 (4): 1039-1050.

Lindberg C. M., Melathopoulos A. P., Winston M. L. (2000). Laboratory evaluation of miticides to control *Varroa jacobsoni* (*Acari: Varroidae*), a honey bee (*Hymenoptera: Apidae*) parasite. *Journal of economic entomology* 93 (2): 189-198.

Maggi M., Medici S., Quintana S., Ruffinengo S., Marcangeli J., Martinez P. G., Fuselli S., Eguaras M. (2012). Genetic structure of *Varroa destructor* populations infesting *Apis mellifera* colonies in Argentina. *Experimental and Applied Acarology* 56 (4): 309-318, doi:10.1007/s10493-012-9526-0.

Martin S. J., Highfield A. C., Brettell L., Villalobos E. M., Budge G. E., Powell M., Nikaido S., Schroeder D. C. (2012). Global Honey Bee Viral Landscape Altered by a Parasitic Mite. *Science* 336 (6086): 1304-1306.

Medina L. M., Martin S. J. (1999). A comparative study of *Varroa jacobsoni* reproduction in worker cells of honey bees (*Apis mellifera*) in England and Africanized bees in Yucatan, Mexico. *Experimental and Applied Acarology* 23 (8): 659-667.

Moretto G., Gonçalves L., De Jong D., Bichuette M. (1991). The effects of climate and bee race on *Varroa jacobsoni* Oud. infestations in Brazil. *Apidologie* 22 (3): 197-203.

Munoz I., Dall'Olio R., Lodesani M., De La Rua P. (2009). Population genetic structure of coastal Croatian honeybees (*Apis mellifera carnica*). *Apidologie* 40 (6): 617-626, doi:10.1051/apido/2009041.

Navajas M., Anderson D. L., de Guzman L. I., Huang Z. Y., Clement J., Zhou T., Le Conte Y. (2010). New Asian types of *Varroa destructor*: a potential new threat for world apiculture. *Apidologie* 41 (2): 181-193, doi:10.1051/apido/2009068.

Oudemans A. C. (1904). On a new genus and species of parasitic acari. *Notes Leyden Mus* 24 (8): 216-222.

Rasolofoarivao H., Clemencet J., Ravaomanarivo L. H. R., Razafindrazaka D., Reynaud B., Delatte H. (2013). Spread and strain determination of *Varroa destructor* (*Acari: Varroidae*) in Madagascar since its first report in 2010. *Exp Appl Acarol*, doi 10.1007/s10493-013-9658-x.

Ralalaharisoa-Ramamonjisoa Z., Ralimananai H., Lobreau-Callen D. (1996). Comportement de butinage d'*Apis mellifera* var. *unicolor* (*Hymenoptera: Apidae*) dans divers biotopes. *Biogéographie de Madagascar*: 517-522.

Ryba S., Titera D., Schodellbauerova-Traxmandlova I., Kindlmann P. (2012). Prevalence of honeybee viruses in the Czech Republic and coinfections with other honeybee disease. *Biologia* 67 (3): 590-595.

Shimanuki H., Knox D., Furgala B., Caron D., Williams J. (1992). Diseases and pests of honey bees. *The Hive and the Honey Bee* 1121.

Solignac M., Cornuet J.-M., Vautrin D., Le Conte Y., Anderson D., Evans J., Cros-Arteil S., Navajas M. (2005). The invasive Korea and Japan types of *Varroa destructor*, ectoparasitic mites of the Western honeybee (*Apis mellifera*), are two partly isolated clones. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 272 (1561): 411.

Soroker V., Hetzroni A., Yakobson B., David D., David A., Voet H., Slabezki Y., Efrat H., Levski S., Kamer Y. (2011). Evaluation of colony losses in Israel in relation to the incidence of pathogens and pests. *Apidologie* 42 (2): 192-199.

Stern R. A., Gazit S. (1996). Lychee pollination by the honeybee. *J Am Soc Hort* 120: 152-157.

vanEngelsdorp D., Hayes Jr J., Underwood R. M., Pettis J. S. (2010). A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009.

Vieira G. H. D., Marchini L. C. (2009). Diversity of Bees (*Hymenoptera: Apoidea*) in a Cerrado Area in the City of Cassilândia, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Sociobiology* 53 (2B): 597-607.

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.