



Revue semestrielle – Université Ferhat Abbas Sétif 1

REVUE AGRICULTURE

Revue home page: <http://www: http://revue-agro.univ-setif.dz/>



Développement de l'acarien *Varroa destructor* Anderson & Trueman dans les colonies d'abeilles locales *Apis mellifera intermissa* Buttel-Ruepen dans la zone semi-aride de l'Algérie

Noureddine Adjlane^{*1-2}, Mohammed Wafdi², Nizar Haddad³

^{1*} Département d'Agronomie, Université M'hamed Bougara, Avenue de l'indépendance Boumerdes, 35 000 Algérie. Laboratoire de Biologie et de physiologie animale, ENS kouba Algérie

² Institut National Spécialisé de Formation Professionnelle de Bougara, Département de petits élevages, Blida, Algérie.

³ Bee Research Department, National Center for Agricultural Research and Extension. P.O.Box 639-Baqa' 19381. Jordan.

Corresponding author : adjlanenoureddine@hotmail.com

ARTICLE INFO

L'histoire de l'article

Reçu : 02-01-2018

Accepté : 31-12-2018

RESUME

La varroase est une pathologie très dangereuse qui menace l'apiculture en Algérie, elle est causée par l'acarien parasite *Varroa destructor*. La description de la dynamique des populations d'*Apis mellifera intermissa* et de l'acarien *Varroa destructor* est l'objectif recherché de ce travail. L'évolution des populations de *Varroa* et de son hôte a été étudiée pendant 12 mois (avril 2014 – mai 2015) dans un rucher de 20 colonies situé dans la région de Djelfa (Zone semi-aride). Nous avons montré, au cours de cette étude, que la population de *Varroa* s'accroît en absence du traitement ; les fortes températures et la diminution du nombre de cellules du couvain n'ont pas influencé négativement le développement de l'acarien dans les colonies. En absence de traitement le nombre de varroa dépasse largement 3000, alors que après une année du traitement, la population du parasite suit approximativement le développement de son hôte. Ces deux facteurs sont influencés par les variations saisonnières. Nos résultats montrent que la période d'été parait la plus propice pour traiter et éliminer le maximum de varroa à l'occasion de la diminution du couvain.

Mots clés :

Varroa destructor, Abeille mellifère, dynamique des populations, zone semi-aride.

Developing *Varroa destructor* mite Anderson & Trueman in the local bee colonies *Apis mellifera intermissa* Buttel-Ruepen in the semi-arid zone of Algeria

Abstract :

Varroasis is a very dangerous pathology that threatens beekeeping in Algeria; it is caused by the parasitic mite *Varroa destructor*. The description of the population dynamics of *Apis mellifera intermissa* and the *Varroa destructor* mite is the objective of this work. The evolution of *Varroa* populations and its host was studied for 12 months (April 2014 - May 2015) in an apiary of 20 colonies located in the region of Djelfa (semi-arid zone). We have shown in this study that the population of *Varroa* increases in the absence of treatment; high temperatures and decreased brood cell counts did not negatively influence mite development in the colonies. In the absence of treatment, the number of *varroa* greatly exceeds 3000, whereas after one year of treatment, the population of the parasite approximately follows the development of its host. These two factors are influenced by the seasonal variations. Our results show that the summer period appears most favorable to treat and eliminate the maximum of *varroa* during the reduction of the brood.

Keywords :

Varroa destructor, honey bee, population dynamics, semi-arid zone.

Introduction

La varroase est une parasitose de l'abeille adulte et de son couvain, due à un acarien parasite externe hématophage, *Varroa destructor* Anderson et Trueman, 2000. *Varroa* est responsable d'une épizootie chez *Apis mellifera* depuis son transfert de l'abeille asiatique, son hôte original *Apis cerana*, (ROSENKRANZ *et al.*, 1993). L'acarien *Varroa destructor* est actuellement considéré comme une menace principale pour l'apiculture dans le monde, entre autre l'Algérie (DIETEMANN *et al.*, 2013. BRODSCHNEIDER *et al.*, 2016 ; ADJLANE et HADDAD, 2016). Le cycle de vie de *Varroa* est strictement lié à celui de l'abeille. Il présente deux phases : une phorétique concernant l'abeille adulte, et une reproductive qui a lieu dans les cellules de couvain operculé, mâle et d'ouvrières (FRIES, 2005). La phase de reproduction de *Varroa* dure depuis l'operculation jusqu'à l'émergence de l'abeille. La femelle fondatrice pénètre dans une cellule de couvain quelques heures avant l'operculation et s'immerge dans la nourriture larvaire (IFANTIDIS, 1988). Après l'operculation, elle perce les téguments de la nymphe créant un site de ponction d'hémolymphe, stimule son ovogenèse et commence sa ponte. Chaque femelle pond 5-6 œufs dont le premier se développe en mâle. Adulte, il s'accouple avec ses sœurs en fin de développement. A l'émergence de l'abeille, seules les femelles adultes entament leur cycle de vie. La phase de phorésie correspond à la période comprise entre la sortie de *Varroa* de la cellule et de son entrée dans une autre cellule (DIETEMANN *et al.*, 2013).

Depuis l'apparition de la varroase, de nombreux auteurs dans le monde ont abordé l'étude du développement de *Varroa* au sein de colonies d'abeilles *Apis mellifera*. Le développement de la parasitose peut revêtir plusieurs aspects selon les zones climatiques, les races d'abeilles et les pratiques de l'apiculteur (TOMA *et al.*, 2009 ; ROSENKRANZ *et al.*, 2010 ; KIRANE *et al.*, 2011 ; WENDLING *et al.*, 2014). En Algérie, la détection de *Varroa* a eu lieu en 1981 (ANCIAN DE FAVAUX, 1984) en causant

. beaucoup de dégâts au niveau des ruchers du pays, malgré les traitements effectués par les apiculteurs (ADJLANE et DOUMANDJI, 2011 ; ADJLANE *et al.*, 2015). Cependant peu d'études ont été effectuées sur le développement de la varroase sur l'abeille locale algérienne (BERKANI *et al.*, 2013 ; ADJLANE *et al.*, 2015). Cette étude vise à déterminer les propriétés de l'évolution de l'acarien dans les colonies d'abeilles non traitées dans la zone semi-aride d'Algérie.

1. Matériels et méthodes

1.1. Localisation des stations d'étude

Le rucher est situé dans la région de Ain Oussara, cette dernière fait partie de la wilaya de Djelfa. Cette wilaya est située à 300 km au sud d'Alger. Elle s'étale sur les vastes plaines steppiques qui rattrapent le piémont sud de l'Atlas tellien. La Wilaya de Djelfa jouit d'un climat semi-aride caractérisé par des hivers froids et rigoureux et des étés chauds et secs. L'amplitude thermique est élevée. Djelfa reçoit en moyenne 350 mm d'eau de pluie par an mais de façon irrégulière du Nord au Sud; plus élevées dans les régions agricoles d'Ain Oussara (au nord) que dans le plateau saharien du Sud de la wilaya.

1.2. Caractéristique du rucher expérimental :

Les 20 colonies ont été traitées une fois avec Apivar® en été 2014 pour mettre les populations de *Varroa* au même niveau. Le taux d'infestation initial est ainsi maintenu faible et est presque identique pour toutes les colonies. L'étude de la dynamique des populations de l'acarien s'est étalée sur 12 mois (avril 2014-mai 2015).

1.3. Description de la dynamique des populations d'abeilles

L'étude de la dynamique des populations de *Varroa* passe obligatoirement par une description de la dynamique des populations d'abeilles locales qui les hébergent (*Apis mellifera intermissa*). Afin de décrire et de caractériser cette dynamique; les 20 colonies expérimentales ont été visitées toutes les 3 semaines pour déterminer dans chaque colonie:

- le nombre d'abeilles.
- le nombre de cellules du couvain ouvert, operculé et de provision.

Evaluation de la force de la colonie

Pour évaluer la force de la colonie, on a déterminé le nombre de cadres occupés par les abeilles. Un cadre occupé densément par les abeilles dans une ruche Langstroth comporte environ 2200 abeilles (ADJLANE, 2003). Si le taux d'occupation est plus faible ou s'il y a moins d'abeilles sur l'ensemble du cadre, on regroupe ces abeilles de façon imaginaire dans un coin du cadre. Ce schéma permet d'estimer le nombre d'abeilles séjournant sur le cadre en fonction de la surface recouverte d'abeilles. La multiplication du nombre de cadres occupés par les abeilles par 2200 donne la population totale d'abeilles dans la colonie.

Evaluation du nombre de cadres de couvain

Après l'évaluation du nombre d'abeilles, on passe à une estimation des surfaces du couvain operculé, ouvert et de provision. Nous nous sommes limités à une estimation visuelle des surfaces, sans doute moins précise, mais moins perturbante pour les abeilles. Dans un cadre Langstroth, un dm² de rayon contient 400 cellules de couvain d'ouvrières. L'évaluation consiste donc à estimer les surfaces de couvain cadre par cadre. Pour les ruches à hausse, on estime le corps et la hausse.

1.4. Description de la dynamique des populations de *Varroa*

Estimation des populations de *Varroa* dans le couvain

Un échantillon de 250 cellules du couvain naissant est ouvert de chaque colonie, ceci afin de déterminer le taux d'infestation du couvain (DIETEMANN *et al.*, 2013). En connaissant le nombre de cellules du couvain operculé présent dans chaque colonie, on peut déterminer le nombre de *Varroa* dans le couvain. Il s'agit de multiplier le taux obtenus par le nombre de cellules du couvain operculé.

Estimation des populations de *Varroa* phorétiques

Pour estimer la population de *Varroa* dans chaque colonie, il faut d'abord déterminer le taux d'infestation des abeilles adultes. La méthode consiste à prélever sur plusieurs cadres de couvain environ 250 abeilles adultes et à les verser dans un récipient qui contient de l'alcool à 70°. Après quelques minutes d'agitation afin que tous les *Varroa* puissent se détacher de leur hôte on retire toutes les abeilles et on compte les *Varroa* restent au fond du récipient (FAKHIMZADEH, 2000). La multiplication du nombre de d'abeille dans la colonie par le taux d'infestation donne le nombre total de *Varroa* phorétiques.

Estimation de la mortalité naturelle de *Varroa*

Pour suivre la mortalité naturelle de *Varroa*, les ruches sont équipées d'un lange placé au fond des ruches après avoir été enduits de matière grasseuse. Chaque lange est protégé par une grille métallique empêchant les abeilles d'y accéder pour les nettoyer. La lecture de la mortalité de *Varroa* a été effectuée chaque semaine.

1.4. Méthodes de calculs statistiques

L'ensemble de nos résultats présentés au cours de l'ensemble de nos études ont fait l'objet d'un traitement statistique qui comporte :

- les statistiques descriptives (moyenne, écart type, coefficient de corrélation, histogramme, graphe ...)
- un traitement statistique par la méthode d'analyse de variance ((logiciel Stat Box version 6.5).

2. Résultats et discussion

Le nombre d'abeilles et de cellules de couvain est estimé périodiquement et reflète l'état de la colonie le jour de l'estimation. On obtient un graphe représentatif de l'ensemble des colonies pendant toute la période d'essai (figure 1).

Les résultats obtenus montrent une diminution de la population d'abeille avec le début de la saison des fortes chaleurs, ceci est dû essentiellement à une réduction de la ponte de la reine en cette période. Nous déduisons ainsi que le développement des colonies est influencé par les variations saisonnières. Les causes de l'affaiblissement d'une colonie sont souvent multiples. Elles peuvent être liées à des conditions climatiques défavorables, des maladies qui peuvent toucher les abeilles. Une grande diversité de facteurs intervenant de façon isolée ou simultanée est susceptible de provoquer une morbidité ou mortalité anormale des colonies d'abeilles. Les différentes causes peuvent être classées en cinq catégories : les agents biologiques, les agents chimiques, l'environnement, les pratiques apicoles et autres causes (TOMA *et al.* 2009).

La période de floraison de Mars à mai est assez marquée, elle est caractérisée par un maximum de populations d'abeilles ainsi que de cadres de couvain. Pendant la période hivernal (entre novembre et janvier), on assiste à un affaiblissement général des colonies. Dans chaque colonie d'abeilles, éclosent et meurent chaque jour plusieurs centaines voir un millier d'abeilles. Les variations de la population d'abeilles représentent un phénomène très dynamique (IMDORF *et al.*, 1998).

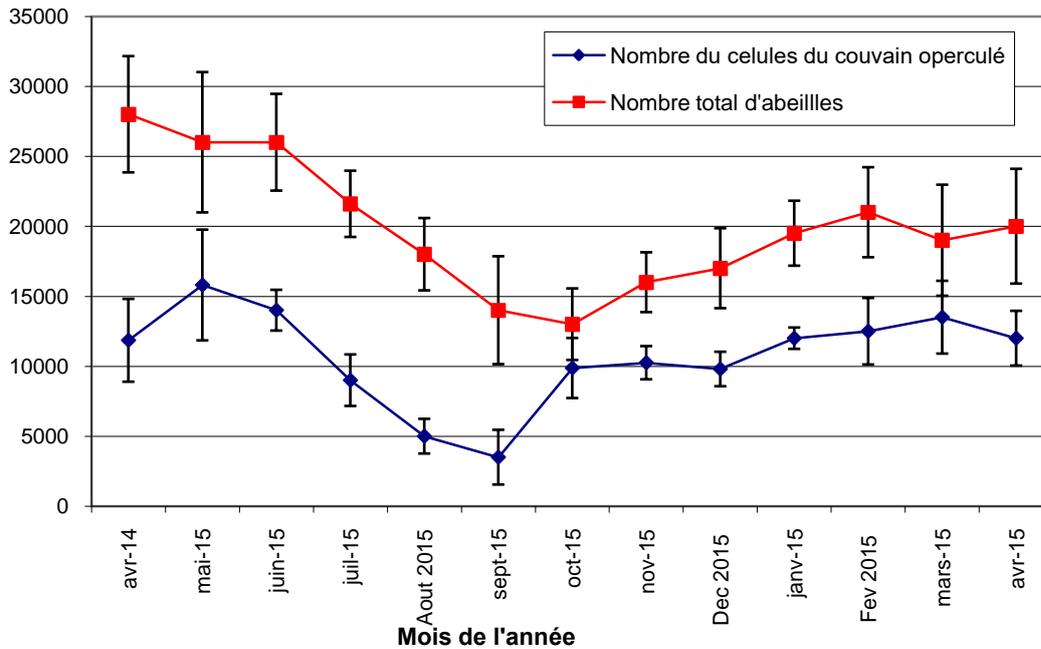


Figure 1 : Evolution du nombre de cellules du couvain operculé et du nombre total d'abeilles dans les colonies étudiées (n=20).

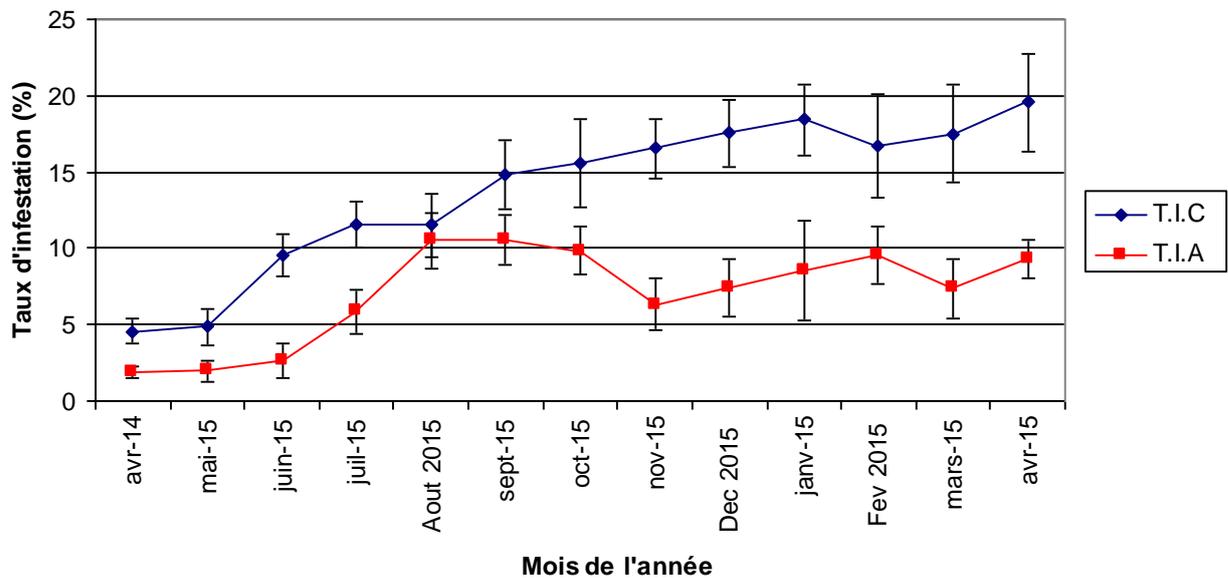


Figure 2 : Evolution du taux d'infestation du *Varroa* dans le couvain (TIC) et sur les abeilles dans les colonies étudiées (n=20) (TIA).

Le taux d'infestation du varroa dans le couvain varie d'une période à l'autre, Il est connu que la ponte de la reine dans la ruche n'est pas régulière dans le temps, et subit des variations au cours du temps.. Dès lors, le nombre de cellules du couvain disponible est variable, donc le Taux d'infestation du couvain varie au cours du temps. Sans traitement on assiste à une augmentation constante de ce taux puisque il passe de 5% au mois d'Avril à 20 % après une année. Le même phénomène est observé pour l'évolution du taux d'infestation de Varroa dans les abeilles adultes, puisque il passe de 3,5 % au mois d'Avril 2014 à 9,50 après une année. Le mois d'Aout correspond à la période où le taux d'infestation de varroa phorétique atteint la valeur maximale avec plus de 10 % . Ceci s'explique par la diminution en cette même période du couvain operculé et donc les acariens doivent passer une longue sur les abeilles adultes en attendant la disponibilité des cellules du couvain

pour leurs proliférations. les colonies avec relativement plus de nymphes ont plus de parasites dans le couvain en phase de reproduction, les colonies avec relativement plus d'abeilles adultes ont plus de parasites en phase de phorésie (LEE *et al*, 2010).

Branco et al (1999) signalent que la population de *Varroa* augmente d'une façon exponentielle durant la période de mai - novembre avec un nombre de femelles qui passe de 32 individus à 6250 individus. Selon une étude réalisée au Mexique, VANDAME *et al* (2000) révèlent que le maximum de *Varroa* phorétiques se rencontre à l'époque où les ruches sont le plus fournies en couvain (printemps). Ces mêmes auteurs ont émis l'hypothèse que les femelles *Varroa* sont soumises à un compromis entre la phorésie dans le but de dissémination et l'infestation du couvain dans le but de reproduction. Par ailleurs, il est à signaler que cette même période est la période idéale pour l'application des traitements ponctuels (acide oxalique), puisque ces traitements influent uniquement sur les *Varroa* phorétiques. On note par cette augmentation de la pression du parasite dans les colonies a provoqué un affaiblissement des colonies.

Nos résultats sont différents par rapport à ceux signalés par BERKANI-GHALEM *et al* (2013) ; ces derniers rapportent à travers une étude que dans des climats semi-arides et arides aux étés chauds, les températures élevées ont un effet néfaste sur les acariens. Cela ralentit l'effondrement des colonies comparativement à celles logées sous des climats septentrionaux.

RITTER *et al* (1984) soulignent que, dans les colonies fortement infestées, le couvain operculé diminuait comparativement beaucoup plus vite que le couvain ouvert. Ils expliquent cette chute par le fait que les abeilles abandonnent le couvain âgé et fortement infesté et parce que le couvain périt en raison d'un refroidissement provoqué par une réduction de la force de la colonie.

À l'échelle de la colonie, la maladie entraîne un affaiblissement de la colonie, le plus souvent en fin de saison apicole, pouvant aboutir dans les formes graves à sa mort (figure 4) (ROSENKRANZ *et al*. 2010). Cette étude a montré qu'une colonie infestée et non traitée peut mourir dans une période de 6 mois à deux ans. Ce temps est déterminé non seulement par la capacité des *Varroa* à se reproduire dans le couvain, mais également par la pression des ruches avoisinantes.

Concernant la population de *Varroa* phorétique, On note une augmentation considérable d'une période à l'autre, En absence du traitement, la population de l'acarien a atteint le maximum de son développement après une année avec plus de 3000 varroa par colonie. En climat tempéré : où l'hiver rigoureux entraîne une décroissance hivernale de la population d'acariens, le développement maximum de *Varroa* et d'abeilles a lieu en juillet et août (FRIES *et al.*, 1994).

L'analyse des résultats de mortalité en relation avec la population de varroa dans les colonies montre une corrélation significative entre ces deux paramètres ($R= 0,75$, $p<0,05$). Ce qui confirme que le suivi de la mortalité naturelle constitue un moyen efficace pour le contrôle de l'infestation de varroa dans les colonies. Nombreux sont les études qui signalent cette forte corrélation (KORPELLA *et al*. 1992 ; MARTIN, 1998 ; GHAMDI *et al.*, 2004 ; BRANCO *et al.*, 2006)

L'ensemble de ces résultats met en évidence l'influence des changements climatiques sur le développement des populations de *Varroa*. Ces facteurs climatiques sont impliqués à la fois en tant que paramètre intervenant dans le développement des populations d'abeilles et de *Varroa*. En climat méditerranéen de Californie, la population de *Varroa* dans les colonies infestées augmente de 286 fois par an (KRAUS et Page Jr, 1995). Selon BRANCO *et al* (1999), cette croissance rapide des populations du parasite n'est pas due à un taux de reproduction élevé mais à la possibilité du *Varroa* de se reproduire continuellement dans le couvain qui est présent presque toute l'année. En revanche en climat tempéré, la reproduction de *Varroa* s'interrompt pendant les périodes où il n'y a pas de couvain. KRAUS et PAGE Jr (1995) rapportent qu'en climat méditerranéen, la croissance rapide des populations de *Varroa* oblige les apiculteurs à traiter 2 fois avec une méthode efficace, alors qu'en climat froid ou tempéré un seul traitement d'automne suffit.

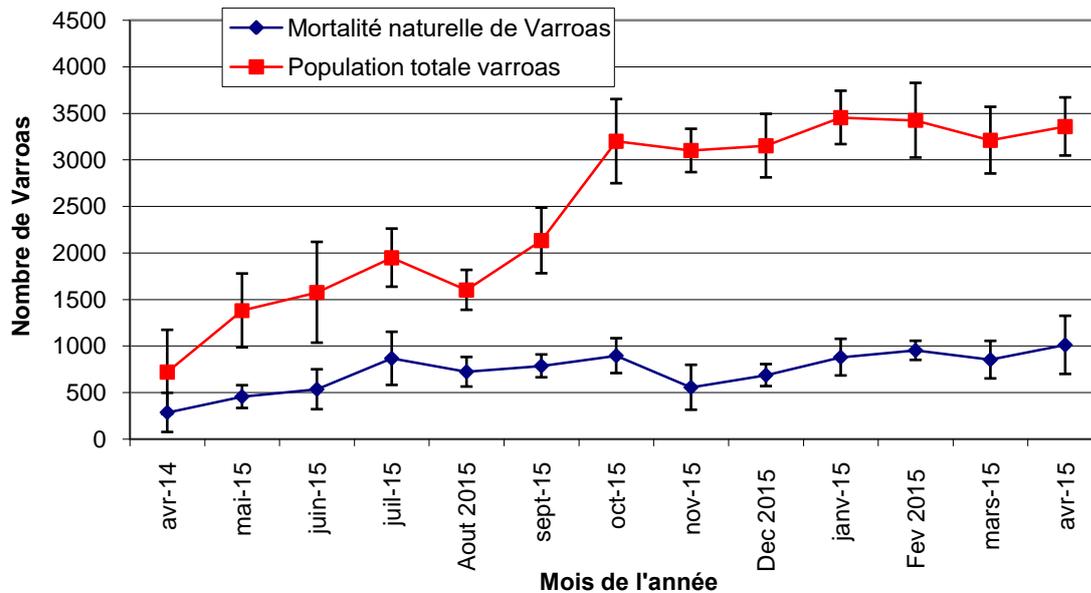


Figure 3 : Evolution de la mortalité naturelle et du nombre total de varroa estimé dans les colonies étudiées (n=20).

En plus, la race d'abeilles a également un effet sur les populations de l'acarien. Au Mexique, une étude comparative montre que les populations de *Varroa* se développent plus vite au sein des colonies d'abeilles européennes qu'au sein de colonies d'abeilles africanisées. Il a été rapporté que les abeilles domestiques africanisées (*Apis mellifera adansonii* importés au Brésil) peuvent survivre et coexister avec *Varroa destructor* en Amérique du Sud (ROSENKRANZ, 1999). Au Brésil, les abeilles italiennes sont significativement plus parasitées que les abeilles africanisées, soit 7,53 et 5,78 pour 100 abeilles, respectivement. En Europe, cependant, il est généralement admis que la population d'acariens doit être contrôlée pour éviter l'effondrement des colonies (FRIES *et al.*, 1994).

La réinfestation (soit par pillage des colonies affaiblies ou accueil des mâles ou par dérive des ouvrières) joue un rôle important dans la dynamique des populations de *Varroa*. Différentes études ont pu mettre en évidence des quantités importantes de Varroas de réinfestation qui restent variables en fonction de la saison et des colonies, allant jusqu'à 70 Varroa/ colonie/ jour l'été ou encore de 200 à plus de 4000 acariens/colonie /an (GREATI *et al.*, 1992 ; IMDORF *et al.*, 2003).

Conclusion

L'étude de la dynamique des populations de varroa dans cette région montre que le varroa se développe rapidement dans les colonies en absence du traitement. En effet, le nombre de varroa dépasse largement 3000 après un an du dernier traitement. La période d'été constitue une occasion pour l'apiculteur pour traiter et éliminer le maximum de varroa à cause de la diminution du couvain. D'autres études sont nécessaires pour proposer une stratégie de lutte contre cette parasitose en fonction de la pression du parasite dans les colonies.

Références bibliographiques :

ADJLANE, N. (2003) Contribution à l'étude de quelques facteurs intervenants dans la lutte alternative contre *Varroa destructor* en Algérie. Mémoire Magister, ENSA El Harrach, Algérie, 256p.

ADJLANE, N. HADDAD, N., (2016) Effect of Some Honeybee Diseases on Seasonal Mortality of *Apis mellifera intermissa* in Algeria Apiaries. Proc Zool Soc DOI 10.1007/s12595-016-0188-5

ADJLANE, N., DAINAT, B., GAUTHIER, L., DIETEMANN, V., (2015) Atypical viral and parasitic pattern in Algerian honey bee subspecies *Apis mellifera intermissa* and *A. m. sahariensis*. *Apidologie*. DOI: 10.1007/s13592-015-0410-x

ADJLANE, N., DOUMANDJI S (2011). La varroase : Biologie, diagnostic et traitement ; Situation actuelle de la varroase en Algérie. *Pratique Vétérinaire* 9 : 8-11

ANCIAUX de FAVAUX M., 1984 - Les acariens et les insectes parasites et prédateurs des abeilles *Apis mellifera intermissa* en Algérie. *Bull. Zool. agri., Inst. nati. agro., El Harrach*, 8 : 13 - 21.

- BERKANI-GHALEM Z., HAMI H., BERKANI M-L (2013)** Effet du Climat sur l'Évolution des Populations de *Varroa destructor* chez l'Abeille *Apis mellifera intermissa* L. dans les Différents Écosystèmes de l'Algérie. *Silva Lusitana*, 21(2): 219 – 234.
- BRANCO M.R., KIDD N.A.C., PICKARD R.S., (1999)** Developpement of varroa jacobsoni in colonies of *Apis mellifera iberica* in a Mediterranean climate. *Apidologie* (30)/ 491-503.
- BRANCO, M R; KIDD, N A C; PICKARD, R S (2006)** A comparative evaluation of sampling methods for *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) population estimation. *Apidologie* 37: 452-461.
- BRODSCHNEIDER, R., GRAY, G., VAN DER ZEE, R., ADJLANE, N., et al... (2016)** Preliminary analysis of loss rates of honey bee colonies during winter 2015/16 from the COLOSS survey. *J Apic Res*, 55, (5): 375–378,
- DIETEMANN V, NAZZI F, MARTIN SJ, ANDERSON DL, LOCKE B, DELAPLANE K et al (2013)**. Standard methods for *Varroa* research. *J Apic Res.* ; 52.(1): 23-45. doi: 10.3896/IBRA.1.52.1.09.
- DIETEMANN, V; NAZZI, F; MARTIN, S J; ANDERSON, D; LOCKE, B; DELAPLANE, K S; WAUQUIEZ, Q; TANNAHILL, C; FREY,E; ZIEGELMANN, B; ROSENKRANZ, P; ELLIS, J D (2013)** Standard methods for varroa research. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume II: standard methods for *Apis mellifera* pest and pathogen research. *J of Apic Res.* 52(1): 45-79
- FAKHIMZADEH, K. (2000)** A Rapid Field and laboratory Method to detect *Varroa jacobsoni* in to Honey bee (*Apis mellifera*). *Am Bee J.* 140: 736-739
- FRIES I., (2005)** - Economic threshold for *Varroa jacobsoni* Oud. in the southeastern USA. *Microbial. Ecology.*, 50: 369 – 374.
- FRIES, I., CAMAZINE, S., SNEYED, J. (1994)** Population dynamics of *Varroa jacobsoni*: a model and a review. *Bee Word* 75: 5-28
- GHAMDI, A.A.; HOOPINGARNER,R. (2004).** Modeling Of Honey Bee And Varroa Mite Population Dynamics. *Saudi J of biol Sci.* 11,1, .
- GREATTI M, MILANI N, NAZZI F (1992).** Reinfestation of an acaricide-treated apiary by *Varroa jacobsoni*. *Exp. Appl. Acarol.*, 16, 279-286.
- IFANTIDIS M.D., (1988)** - Some aspects of the process of *Varroa jacobsoni* mite entrance into honey bee (*Apis mellifera*) brood cells. *Apidologie*, 19 (4): 387 – 396.
- IMDORF A, CHARRIÈRE JD, KILCHENMANN V, BOGDANOV S, FLURI P (2003).** Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa destructor* in honey bee colonies. *Apiacta*, 38, 258-285
- IMDORF, A., CHARRIERE, J-D. (1998)** Comment faire la recrudescence de *Varroa* résistants ? *Revue Suisse d'Apiculture* 95 : 157-161
- KIRRANE MJ, DE GUZMAN LI, RINDERER TE, FRAKE AM WAGNITZ JJ, WHELAN PM. (2011).** Asynchronous development of honey bee host and *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) influences reproductive potential of mites. *J Econom Entom.* 104: 1146-52.
- KORPELA S, AARHUS A, FRIES I, AND HANSEN H (1992)** *Varroa jacobsoni* Oud. in cold climates: population growth, winter mortality and influence on the survival of honey bee colonies. *J of Apicul Res* 31: 157-164
- LE CONTE Y, ELLIS M, RITTER W (2010).** *Varroa* mites and honey bee health : can *Varroa* explain part of the colony losses? *Apidologie*, 41, 353-363.
- LEE KV, MOON RD, BURKNESS EC, HUTCHISON WD, SPIVAK M (2010).** Practical sampling plans for *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies and apiaries. *J. Econ. Entomol.*, 103, 1039-1050.
- MARTIN, S.J. (1998)** A population dynamic model of the mite *Varroa jacobsoni*, *Ecological modelling*, 109:267-281, 1998.
- MORETTO G., GONCALVES L.S., DE JONG., BICHUETTE M.Z., (1991).** The effects of climate and bee race on *Varroa jacobsoni* Oud infestations in Brasil. *Apidologie* (22) : 197-203.
- RITTER W., LECLERCQ E. et KOCH W., (1984)** Observation des populations d'abeilles et de *Varroa* dans les colonies à différents niveaux d'infestation. *Apidologie*, 15 : 389 – 400.
- ROSENKRANZ P, AUMEIER P, ZIEGELMANN B. (2010)** Biology and control of *Varroa destructor*. *J Invertebr Pathol.* 103; 96-119.
- ROSENKRANZ, P. (1999)** Honey bee (*Apis mellifera*) tolerance to *Varroa jacobsoni* Oud in South America. *Apidologie* 30: 159
- ROSENKRANZ, P., TEWARSON, N.C., RACHINSKY, A., STRAMBI, A., STRAMBI, C., SRAMBI, C., ENGELS, W. (1993)** Juvenile hormone titer and reproduction of *Varroa jacobsoni* in capped brood stages of *Apis cerana indica* inn comparison to *Apis mellifera ligustica*. *Apidologie* 24: 375-382
- ROSENKRANZ, P; AUMEIER, P; ZIEGELMANN, B (2010)** Biology and control of *Varroa destructor*. *J of Inver Pathol* 103:96- 119.

TOMA B, ALIX A, BROWN M, CARPENTIER P, CHABERT-RIBIERE M, CHAUZAT MP, DELORME R. (2009). Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles. Rapport de l'Afssa. Maisons-Alfort : 218 p.

VANDAME, R., COLIN, M.E., MORAND, S., OTERO-COLIN, G. (2000) Levels of compatibility in a new host – parasite association: *Apis mellifera* / *Varroa jacobsoni*
Can.J.Zool. 78: 2037-2044

WENDLING S, GUILLET B, ROY L, KREITER S, COLIN M.(2014) Fertilization and fertility in the female of *Varroa destructor*, a key point for the parasite population dynamics. *Apidologie.* (12) : 45-52.