

Situation de l'apiculture en Algérie : facteurs menaçant la survie des colonies d'abeilles locales *Apis mellifera intermissa*

Noureddine Adjlane¹
Salah-Eddine Doumandji²
Nizar Haddad³

¹ Université M'Hamed Bougara
Département de biologie
Avenue de l'indépendance
Boumerdes
35 000 Algérie
<adjlanenoureddine@hotmail.com>

² École nationale supérieure d'agronomie
d'Alger
Département de Zoologie agricole
Avenue Hassan Badi
El Harrach
Alger
16200 Algérie
<dmndjislhdn@yahoo.fr>

³ National Center for Agriculture Research
and Extension
Bee Research
Unit. P.O. Box 639
Baq'a 19381
Jordan
<drnizar@yahoo.com>

Résumé

Les abeilles, en plus de leur production de miel, assurent la pollinisation des arbres fruitiers et des autres cultures entomophiles. Toute menace sur ces insectes, qu'elle provienne des pesticides, des herbicides ou de maladies, a donc des conséquences lourdes non seulement pour l'apiculture, mais aussi pour l'agriculture en général. Depuis plusieurs années, nombreux sont les apiculteurs en Algérie qui ont signalé des mortalités dans leurs ruchers. À l'heure actuelle, nous manquons de données précises sur les causes de ces mortalités. Dans le but d'apporter des éléments de réponse à cette question, nous avons effectué une étude de terrain auprès des apiculteurs de la région médioséptentrionale de l'Algérie. Cette étude est complétée par des informations émanant des coopératives apicoles, de l'Institut technique des élevages et de la direction des services vétérinaires du ministère de l'Agriculture, ainsi que des laboratoires régionaux de la médecine vétérinaire. L'analyse des résultats a mis en évidence le rôle des principales pathologies apicoles, en particulier le *Varroa* et les intoxications des abeilles par les traitements insecticides, ainsi qu'une dégradation de l'écosystème (diminution de la flore mellifère) et l'influence du changement climatique. Tous ces éléments menacent l'abeille locale et influent négativement sur la production de miel.

Mots clés : abeille domestique ; Algérie ; mortalité ; pathologie ; pesticide ; protection.

Thèmes : pathologie ; productions animales.

Abstract

Beekeeping in Algeria: The factors threatening the survival of the honeybee *Apis mellifera intermissa*

Honeybees, in addition to their production of honey, pollinate the flowers of fruit trees and other crops. Any threat to them, whether from pesticides, herbicides or diseases, therefore pose serious consequences not only for beekeeping, but also for agriculture in general. For several years, many beekeepers in Algeria have reported deaths in their apiaries. At present, we lack hard data on the causes of such mortality. In order to provide some answers to this problem, we conducted a field study with beekeepers in mid-northern Algeria. This study is complemented by information from the beekeeping cooperative, the technical institute of livestock and veterinary services department at the Ministry of Agriculture, and the regional laboratories of veterinary medicine. Analysis of the results shows bee diseases mainly represented by the *Varroa* and bee poisoning by insecticides, as well as ecosystem degradation (loss of honey flora) and climate change. All these factors threaten the local bee and have a negative influence on the production of honey.

Key words: Algeria; diseases; honey bee; mortality; pesticides; protection.

Subjects: animal productions; pathology.

Pour citer cet article : Adjlane N, Doumandji SE, Haddad N, 2012. Situation de l'apiculture en Algérie : facteurs menaçant la survie des colonies d'abeilles locales *Apis mellifera intermissa*. *Cah Agric* 21 : 235-41. doi : 10.1684/agr.2012.0566

L'abeille constitue un élément indispensable de l'équilibre environnemental dans le monde en tant que pollinisateur de très nombreuses espèces. Elle présente aussi d'autres intérêts dont : la production de miel, de propolis, de gelée royale et de cire.

Au cours de la dernière décennie, plusieurs témoignages et articles de presse ont rapporté un affaiblissement et une mortalité inhabituels des colonies d'abeilles dans plusieurs pays du monde. Pour la saison 2009 à 2010, la mortalité des colonies américaines a été de 33,8 % (van Engelsdorp *et al.*, 2010). Au Canada, la mortalité hivernale a été de 21,3 % en 2009 à 2010 (Boucher, 2009). La France, chaque année depuis 1995, enregistre une mortalité qui varie de 300 000 à 400 000 colonies (Guillet, 2007). L'Espagne et l'Italie enregistrent des mortalités d'environ 30 % chacune (Baaklini, 2010). L'Autriche, la Belgique et la Suisse rapportent des pertes de 40 % en moyenne (Haubruge *et al.*, 2006). Au Japon, ce sont 25 % des colonies qui meurent chaque année (Neumann et Carreck, 2010). À cause de ce phénomène de surmortalité, les professionnels de l'apiculture estiment qu'il y a eu une perte de production mondiale de miel de 20 à 30 % entre les années 1997 et 2009 (Genersch *et al.*, 2010).

En Algérie, rares sont les études et les enquêtes sur la situation des colonies d'abeilles, bien que depuis plusieurs années, des phénomènes de mortalités anormales soient souvent signalés par les apiculteurs. À notre connaissance, aucune étude antérieure n'a permis d'incriminer un facteur de risque précis. Cette lacune apparente justifie la présente étude. Plusieurs questions méritent d'être posées : possédons-nous les estimateurs adéquats pour évaluer les pertes des colonies d'abeilles locales ? Quels sont les facteurs de risque et quelles peuvent être leurs interactions avec l'abeille domestique en relation avec les pertes signalées ?

L'objectif du présent manuscrit est d'apporter des éléments de réponse à ces questions par une enquête de terrain, complétée par des données collectées auprès des différents instituts et organismes en relation avec l'apiculture dans la région médio-septentrionale de l'Algérie compre-

nant les zones agricoles d'Alger, Blida, Boumerdès, Tipaza, Tizi-Ouzou et Bouira, où l'apiculture intensive est pratiquée.

Méthodologie

L'enquête

Afin de faciliter la récolte des données pour cette étude, 181 apiculteurs ont été interrogés à l'aide d'un questionnaire fermé dans les zones de la région médio-septentrionale (figure 1).

Le questionnaire de l'enquête a porté essentiellement sur :

- des renseignements concernant l'apiculteur et le rucher ;
- la conduite générale du rucher ;
- les pertes de colonies et les symptômes observés par l'apiculteur sur les abeilles et sur le couvain ;
- les effets des traitements phytosanitaires effectués dans un rayon de 3 km autour du rucher ;
- la lutte contre la varroase (molécule et méthodes utilisées, période de traitement, problème éventuel d'efficacité des produits et application de la lutte alternative) ;
- la présence dans le rucher des pathologies autres que la varroase (loques américaine et européenne, nosémosse, couvain plâtré, etc.).

Ces enquêtes ont été complétées par des données fournies par les coopératives apicoles, l'Institut technique des élevages, la direction des services vétérinaires du ministère de l'Agricul-

ture ainsi que les laboratoires régionaux de la médecine vétérinaire.

Détection des pathologies apicoles

En parallèle, des observations de terrain ont été réalisées entre janvier et mars 2011, dans le but d'évaluer les effets de deux maladies, la nosémosse et la loque américaine, dans quelques zones de la région médio-septentrionale.

Concernant la loque américaine, l'échantillonnage a été effectué au début de la période printanière 2011 dans les cinq régions suivantes : Tizi-Ouzou, Blida, Boumerdès, Alger et Tipaza. Les échantillons, composés de plus de 100 abeilles adultes, ont été prélevés sur les cadres du couvain, placés dans des boîtes contenant de l'éthanol à 90 % et immédiatement congelés. Ainsi, 197 prélèvements ont été réalisés chez l'ensemble des apiculteurs des régions étudiées. Au laboratoire, les spores de *Paenibacillus larvae* ont été détectées séparément pour chaque échantillon selon la méthode microbiologique de Lindstrom et Fries (2005). Des tests biochimiques et microscopiques de confirmation ont été réalisés sur les échantillons positifs : test de la catalase (Haynes, 1972), test de l'hydrolyse de la caséine (Neuendorf *et al.*, 2004), test du lait d'Holst (Holst, 1946) et coloration de Gram (Murray et Aronstein, 2008).

Pour la nosémosse, les prélèvements ont été effectués en 2011, également

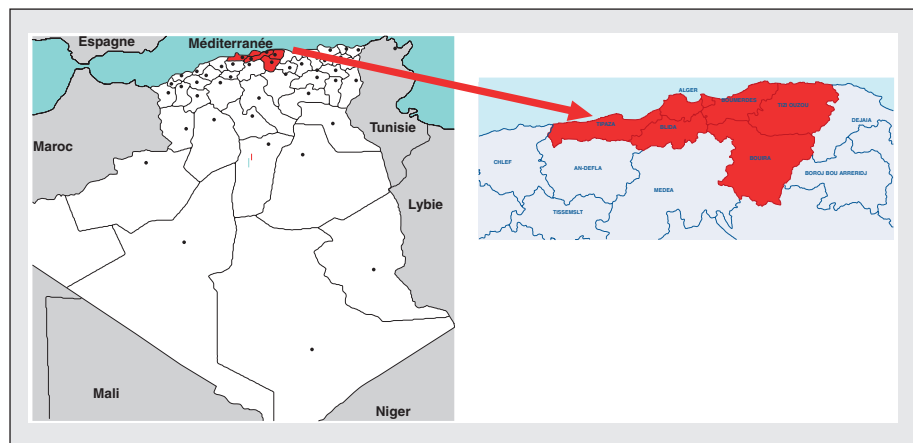


Figure 1. Zone d'étude (région médio-septentrionale de l'Algérie).

Figure 1. Study area (mid-northern region of Algeria).

au début de la période printanière (mars), dans trois zones situées près de Blida, d'Alger et de Boumerdès. Au total, 96 prélèvements ont été réalisés chez tous les apiculteurs enquêtés. L'échantillon est composé par des abeilles prélevées sur les cadres du couvain. Au laboratoire, les spores de *Nosema* sp. ont été détectées et comptées séparément pour chaque échantillon, selon les protocoles proposés par l'Office international des épizooties (OIE, 2008), en respectant les étapes suivantes :

- les abdomens de 50 individus ont été broyés dans 5 mL d'eau dans un mortier ;
- quand les fragments de tissu sont devenus assez fins, la suspension fut filtrée à travers deux couches de tissu de type mousseline, placées sur un entonnoir au-dessus d'un tube gradué à centrifuger ;
- les suspensions ont ensuite été centrifugées à 800 g pendant six minutes ;
- les surnageants ont été décantés et les tubes ont été complétés à 10 mL ;
- les culots ont été remis en suspension par des aspirations et des refoulements répétés ;
- quand la solution parut homogène, un volume échantillon a été prélevé, déposé sous la lamelle d'un hémocytomètre et observé avec un microscope photonique au grossissement $\times 400$.

Résultats et discussion

L'apiculture en Algérie

En 2010, l'industrie de l'apiculture en Algérie comptait environ 1,2 million de colonies (*figure 2*) et 20 000 apiculteurs. L'évolution de la production de miel montre une nette augmentation de 2002 à 2010 (*figure 3*). Cependant, le rendement des colonies reste très faible et inférieur à 4 kg par ruche (*figure 4*).

Facteurs influençant les pertes de colonies en Algérie

En Algérie, cinq maladies des abeilles figurent sur la liste des maladies animales à déclaration obligatoire, fixée par décret exécutif n° 95-66 du 15 mars 2006 modifié et complété. Ce

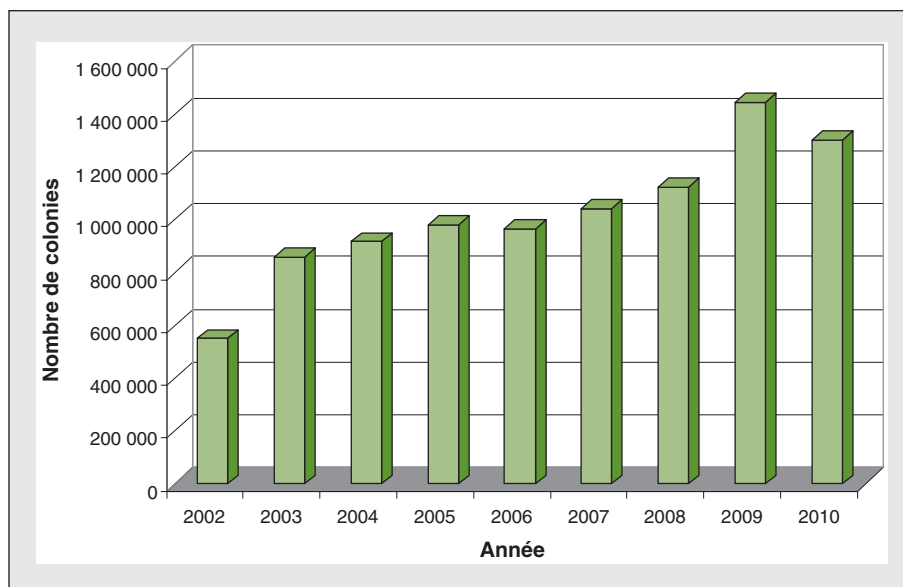


Figure 2. Nombre de colonies d'abeilles en Algérie de 2002 à 2010.

Figure 2. Number of honeybee colonies in Algeria from 2002 to 2010.

Source : ministère de l'Agriculture et du Développement rural : MADR (2009-2010).

sont : la varroase, les loques (américaine et européenne), la nosérose et l'acariose des abeilles. Malgré l'absence de données réelles sur les pertes de colonies en Algérie, l'enquête a révélé que la plupart des apiculteurs rappor-

tent en 2011 des mortalités de plus de 10 %. Ce chiffre reste toutefois une estimation, compte tenu de la difficulté des apiculteurs à comptabiliser les mortalités réelles. Les symptômes les plus couramment rapportés par les

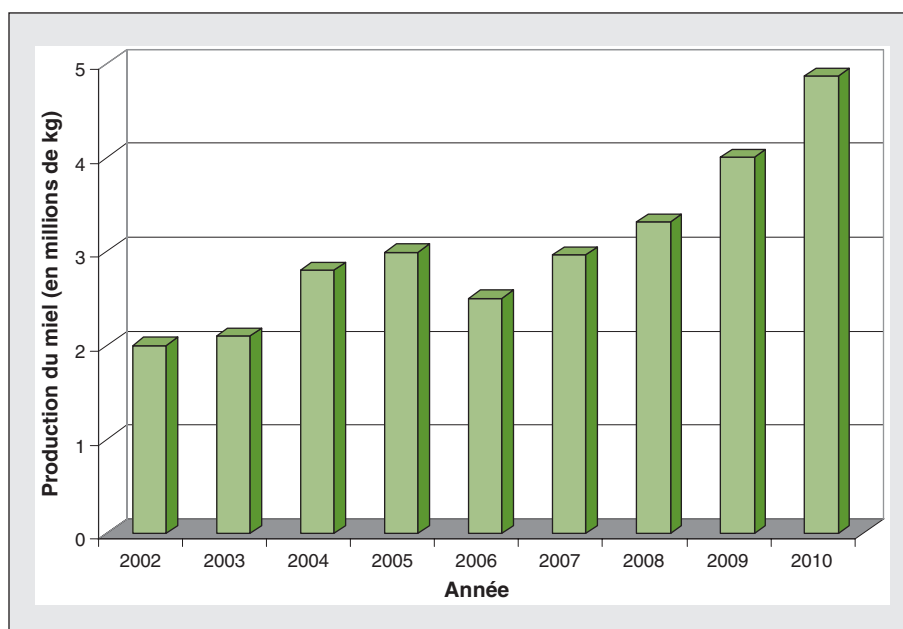


Figure 3. Production de miel en Algérie de 2002 à 2010.

Figure 3. Honey production in Algeria from 2002 to 2010.

Source : ministère de l'Agriculture et du Développement rural : MADR (2009-2010).

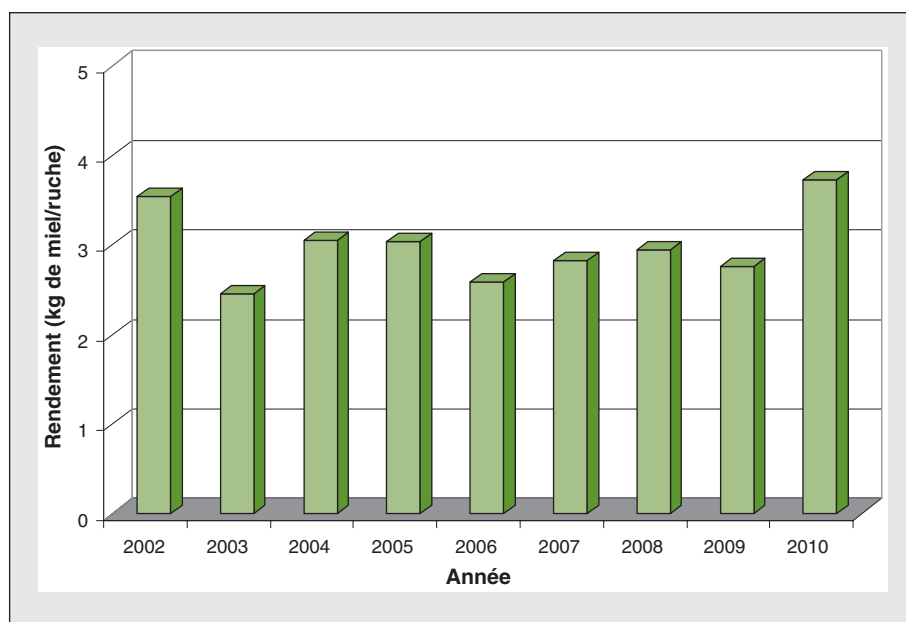


Figure 4. Production de miel par ruche en Algérie de 2002 à 2010.

Figure 4. Production of honey per beehive in Algeria from 2002 to 2010.

Source : ministère de l'Agriculture et du Développement rural : MADR (2009-2010).

apiculteurs et observés dans les ruchers lors des visites effectuées sont présentés dans le *tableau 1*.

L'agent principalement suspecté concernant les mortalités observées est le *Varroa destructor*, agent causal de la varroase. Il existe en Algérie

depuis 1981 (De Favaux, 1984). Cet acarien a causé beaucoup de dégâts au niveau des ruchers du pays, malgré les traitements effectués par les apiculteurs (Adjlane et Doumandji, 2011). En effet, plus de la moitié des ruchers avaient un niveau d'infestation en

varroas dans le couvain dépassant le seuil tolérable estimé à 15 % dans une colonie saine (Wilkinson et Smith, 2002). Cette situation était caractérisée par la présence de très nombreuses abeilles incapables de voler sur le plancher et dans la grappe. Witters (2003) signale que l'acarien *V. destructor* détruit en Espagne un million de ruches par an et que celui-ci a engendré un accroissement du travail autour des ruches et une augmentation des frais de traitement. La présence de *V. destructor* et les méthodes de lutte contre ce parasite sont les facteurs de risque le plus souvent pris en considération dans les études multifactorielles portant sur la surmortalité des abeilles, notamment en Allemagne (Rosenkranz, 2004), aux États-Unis (Burgett *et al.*, 2009), au Canada (Boucher et Desjardins, 2005), en France (Faucon *et al.*, 2002), en Belgique (Bruneau, 2005), en Angleterre (Brown, 2000) et en Suisse (Imdorf *et al.*, 2007).

Bien que les moyens de lutte contre la varroase soient nombreux, les apiculteurs en Algérie préfèrent utiliser les dispositifs artisanaux à base de lanières imprégnées de tau-fluvalinate et d'amitraz. Ces lanières sont introduites dans les colonies et laissées plusieurs mois. La matière active qui circule dans la colonie est très concentrée au départ, alors qu'au bout de quelques semaines, il ne reste pratiquement plus rien. Il y a donc d'abord surdosage, puis sous-dosage (Faucon *et al.*, 1995). Ces conditions sont connues pour développer le phénomène de résistance qui a été signalé dans divers pays vis-à-vis de plusieurs matières actives, telles que l'amitraz, la fluméthrine, le fluvalinate et le coumaphos (Milani, 1999 ; Elzen et Westervelt, 2002). Les inconvénients de l'application des traitements traditionnels, en raison de la non-disponibilité d'autres produits homologués sur le marché, sont liés à leur faible efficacité (Adjlane et Doumandji, 2011) et au risque associé à la présence des résidus dans les produits de la ruche (Wallner, 1999).

Un autre agent a un rôle important dans les mortalités des abeilles : *Nosema* sp., micro-organisme unicellulaire qui infecte l'épithélium de la paroi du mésentéron de l'abeille ouvrière (Faucon, 2005). Il forme des spores résistantes qui restent

Tableau 1. Symptômes rapportés par les apiculteurs lors de l'enquête (2011).

Table 1. Symptoms reported by beekeepers in the investigation (2011).

Symptômes rapportés par les apiculteurs	En % des apiculteurs interrogés
Abeilles avec des ailes atrophiées, noires et défilées	41
Abeilles mortes près de la ruche	33
Dépeuplement et affaiblissement de la colonie	26
Petit paquet d'abeilles restant dans la ruche avec des quantités importantes de miel et de pollen stockés	22
Renouvellement prématuré de jeunes reines en dehors de l'essaimage	18
Diarrhées ou traces d'excréments sur la paroi des ruches	17
Disparition des colonies à l'exception d'une grappe d'abeilles au cœur de la ruche	12
Couvain abandonné et mort avec des réserves	9

viables pendant longtemps (Bailey, 1962). L'infection peut aboutir à des diarrhées (Webster, 1993). Elle se traduit par des tremblements chez les imagos d'abeilles, par une incapacité à voler et par un déclin de la colonie jusqu'à sa disparition (Fries, 1988). Ces symptômes typiques de la nosérose ont été observés dans environ 17 % des ruchers visités. Les analyses de laboratoire ont confirmé la présence des spores de *Nosema* sp. (figure 5). Selon Mussen *et al.* (1975), des seuils d'infestation de dix millions environ de spores par abeille sont responsables de fortes mortalités hivernales et de pertes de reines. *Nosema* sp. est appelé le tueur silencieux, en raison de son développement insidieux (Aurière, 2001). La nosérose provoque une dépopulation progressive des colonies et dans de nombreux cas elle passe totalement inaperçue (Jeffrey et Allen, 1956).

D'autres pathologies s'attaquent à la santé des abeilles : les loques américaine et européenne. Toutes deux très contagieuses, elles sont causées par des bactéries qui s'attaquent au couvain. La loque américaine est la plus dangereuse, elle affaiblit la colonie jusqu'à l'anéantir (Shimanuki, 1997). Les symptômes cliniques de la loque américaine ont été observés dans environ 20 % des ruchers étudiées. Des diagnostics de laboratoire ont été effectués sur des échantillons d'abeilles adultes prélevés. Les résultats ont mis en évidence la présence de 45 % d'abeilles infectées par la bactérie *P. larvae* (agent causal de la loque américaine) dans les cinq zones étudiées (figure 6).

D'après une enquête de terrain effectuée en 2009 par l'Institut national de la médecine vétérinaire (INMV) d'Algérie, la varroase reste l'une des principales pathologies qui affecte les élevages. Elle est largement répandue dans toutes les régions étudiées et présente dans 100 % des ruches échantillonnées, suivi de la nosérose avec une régression du nombre de foyers. Les autres maladies apicoles restent moins signalées.

Enfin, selon Bailey *et al.* (1983), la fréquence de maladies virales est étroitement corrélée à la densité des colonies. Ces auteurs ont montré qu'une densité élevée augmente la probabilité de transmission

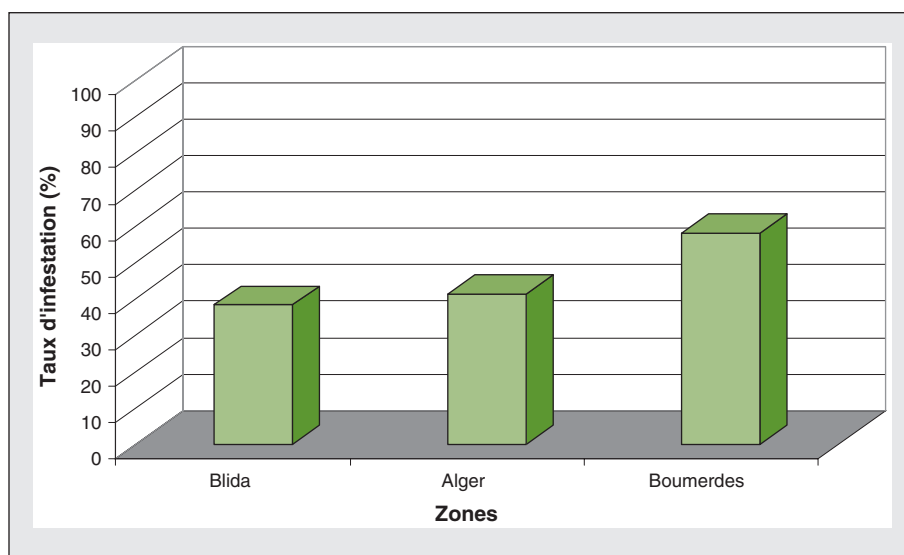


Figure 5. Prévalence de la nosérose dans la région médioséptentrionale de l'Algérie en 2011 (nombre d'échantillons = 96).

Figure 5. Prevalence of nosemosis in the mid-northern region of Algeria in the year 2011 (number of samples = 96).

virale intercolonies et diminue la disponibilité en nourriture. Or, la région médioséptentrionale de l'Algérie est caractérisée par une très forte densité des colonies d'abeilles et un nombre important d'apiculteurs, ce qui accroît le risque de ce type de maladies.

Pratiques apicoles

Il a été constaté que l'entretien des ruches par les apiculteurs était très faible. En effet :

- 12 % des apiculteurs enquêtés protègent leurs ruches de l'humidité et des intempéries ;

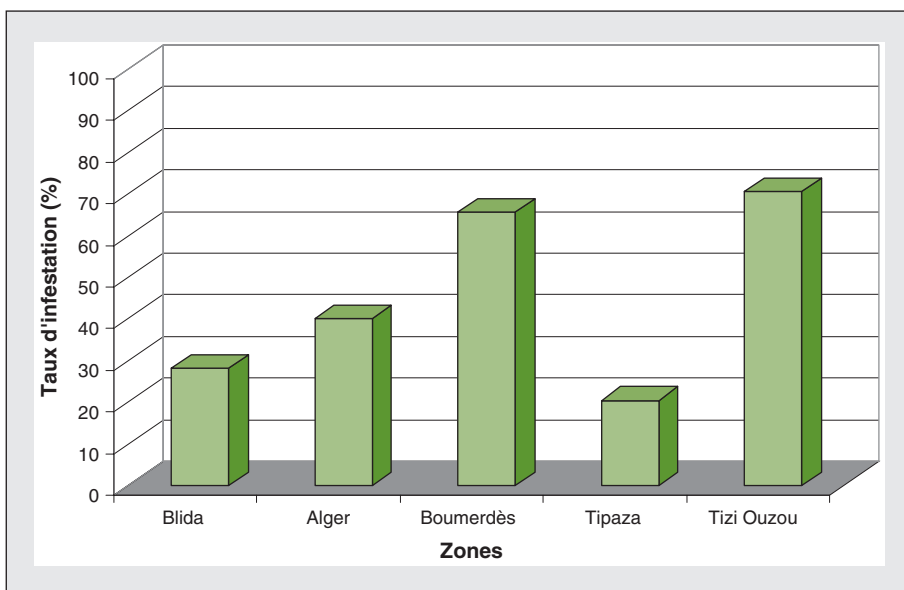


Figure 6. Prévalence de la loque américaine dans la région médioséptentrionale de l'Algérie en 2011 (nombre d'échantillons = 197).

Figure 6. Prevalence of American foulbrood in the mid-northern region of Algeria in 2011 (number of samples = 197).

- 8 % d'entre eux respectent l'orientation des colonies ;
- le nourrissage avec une source protéique est pratiqué par 13 % des apiculteurs ;
- et, enfin, 11 % protègent les cadres contre la fausse teigne en été.

L'ensemble de ces facteurs contribue à un affaiblissement des colonies et donc à l'augmentation du risque de mortalité des abeilles.

Traitements phytosanitaires des cultures

Les abeilles peuvent être exposées aux divers agents chimiques susceptibles d'être présents dans l'environnement. Les pesticides tuent souvent directement les abeilles (intoxication aiguë), mais ils peuvent aussi agir à des doses sublétales (intoxication chronique) (Pettigrew, 2008). Ils provoquent également des altérations morphologiques aux stades immatures (Da Silva Cruz *et al.*, 2010 ; Gregorc et Ellis, 2011), des troubles de butinage (Yang *et al.*, 2008) et de comportement (Colin *et al.*, 2004 ; Aliouane *et al.*, 2009), ainsi qu'une augmentation de la mortalité du couvain (Atkins et Kellum, 1986 ; Thomposon *et al.*, 2005 ; Wu *et al.*, 2011) avec réduction de la consommation de nourriture (Friedler, 1987 ; Ramirez-Romeo *et al.*, 2005). Selon Alaux *et al.* (2010), les pesticides peuvent constituer une source de stress et réduire la résistance aux pathogènes tels que *Nosema sp.*

Facteurs environnementaux

L'influence de l'environnement sur l'abeille domestique est liée à deux facteurs et conditions, les ressources alimentaires et le climat. Lorsque les apiculteurs sont consultés, ils pointent souvent du doigt les mauvaises conditions climatiques (froid et pluies) qui empêchent les abeilles de sortir pour faire des réserves de nourriture. En 2011, la miellée a été tardive et l'hiver rigoureux a provoqué des mortalités hivernales. Au niveau des ruchers enquêtés, d'après les apiculteurs, 28 % des mortalités signalées sont attribués à ces facteurs d'environnement. La dégradation de l'environnement conduit à un manque de disponibilité en plantes à pollen et

mellifères, donc à un manque de nourriture pour les abeilles. Or, les carences alimentaires augmentent la sensibilité des abeilles aux insecticides (Wahl et Ulm, 1983) et aux maladies (Fries, 1995).

Selon une étude faite en Afrique du Sud (Swart, 2003), la nosérose a une plus forte incidence dans les zones forestières, étant donné le manque en lumière directe du soleil sur les colonies placées dans ces milieux boisés, ce qui pourrait nuire à une bonne régulation de la chaleur et de l'humidité à l'intérieur de la ruche et étouffer par conséquent les colonies. Ces conditions défavorables sont propices à l'apparition de maladies. Bailey (1981) indique que les causes qui favorisent le développement de la nosérose sont liées essentiellement au confinement prolongé de l'abeille à l'intérieur de la ruche durant les hivers longs, ce qui favorise une dissémination active de *Nosema*. Dustmann et von der Ohe (1988) ont montré que les périodes où la température maximale de la journée est inférieure à 12 °C sans pluie ou 16 °C avec pluie inhibent l'activité de vol et interrompent l'approvisionnement en pollen de la ruche, avec des conséquences néfastes sur l'élevage du couvain et le développement des futures nourrices. Crailsheim *et al.* (1996) rapportent que les conditions climatiques influencent le développement de la colonie et la durée de vie de l'abeille.

Conclusion

Les résultats de cette étude préliminaire présentent les contraintes de développement de l'apiculture et les causes de mortalités des colonies d'abeilles observées en Algérie. Dans le contexte actuel, il est très difficile d'incriminer une seule cause ; les facteurs de risques sont multiples et, souvent, interagissent. Ils sont susceptibles d'influer sur la surmortalité des abeilles domestiques en Algérie comme dans les autres pays où une surmortalité a été observée. Il serait donc nécessaire à l'avenir de procéder à une enquête plus exhaustive tout au long de la saison apicole dans le but :
 - d'approfondir le recueil d'informations sur les pratiques apicoles, les pathologies et les traitements utilisés ;

- d'accompagner l'enquête par des analyses de laboratoire sur les agents microbiens présents dans les ruchers ;
- de réaliser des analyses toxicologiques ;
- de rechercher les résidus de toute nature dans les produits de la ruche.

La maîtrise de ces pathologies identifiées passe impérativement par une meilleure connaissance de celles-ci, mais également par une meilleure recherche des moyens de lutte et une sensibilisation des apiculteurs à leur emploi. ■

Références

- Adjlane N, Doumandji S, 2011. La varroase : biologie, diagnostic et traitement ; situation actuelle de la varroase en Algérie. *Pratique vétérinaire* 9 : 8-11.
- Alaux C, Brunet JL, Dussaubat C, Mondet F, Tchamitchan S, Cousin M, *et al.*, 2010. Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*). *Environmental Microbiology* 12 : 774-82.
- Aliouane Y, El Hassani AK, Gary V, Armengaud C, Lambin M, Gauthier M, 2009. Subchronic exposure of honeybees to sublethal doses of pesticides: effects on behavior. *Environmental Toxicology and Chemistry* 28 : 113-22.
- Aurière C, 2001. Nosérose, prudence en sortie d'hiver. *La santé de l'abeille* 182 : 96-8.
- Atkins E, Kellum D, 1986. Comparative morphogenetic and toxicity studies on the effects of pesticides on honeybee brood. *Journal of Apicultural Research* 25 : 242-55.
- Baaklini S, 2010. Disparition des abeilles : des proportions effrayantes au Liban et dans le monde. *L'orient le jour*. http://www.lorientlejour.com/category/Liban/article/678298/Disparition_des_abeilles+%3A_des_proportions_effrayantes_au_Liban_et_dans_le_monde.html (consulté le 9 janvier 2011).
- Bailey L, 1962. Bee diseases. *Report of the Rothamsted experimental station for 1961*. Harpenden (United Kingdom).
- Bailey L, 1981. *Honey bee pathology*. London : Academic Press.
- Bailey L, Ball BV, Perry JN, 1983. Honey bee paralysis: its natural spread and its diminished incidence in England and Wales. *Journal of Apicultural Research* 22 : 191-5.
- Boucher C, 2009. Bilan de la mortalité hivernale 2008-2009 au sein des colonies d'abeilles du Québec d'après le sondage postal effectué au printemps 2009. *Agrireseau (en ligne)*. http://www.agrيرهseau.qc.ca/apiculture/documents/Enquete_mortalite_92009_Bilan.pdf
- Boucher C, Desjardins F, 2005. Santé de l'abeille : bilan 2004 et prévision 2005. *Bulletin Zoosanitaire RAIZO* 44 : 1-4.
- Brown M, 2000. Lutte contre les maladies apicoles en Grande-Bretagne. *Santé de l'abeille* 178 : 213-24.
- Bruneau E, 2005. Dépérissement des ruchers en région wallonne : état des lieux. *Abeilles & Cie* 104 : 8-11.

- Burgett M, Randal R, Walter T, 2009. Honey bee colony mortality in the Pacific Northwest (USA). *American Bee Journal* 149 : 573-5.
- Crailsheim K, Hrassnigg N, Stabenheiner A, 1996. Diurnal behavioural differences in forage and nurse honey bees (*Apis mellifera carnica*). *Apidologie* 27 : 235-44.
- Colin ME, Bonmatin JM, Moineau I, Gaimon C, Brun S, Vermandere JP, 2004. A method to quantify and analyze the foraging activity of honey bees: relevance to the sublethal effects induced by systemic insecticides. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 47 : 387-95.
- Da Silva Cruz A, Da Silva-Zacarin EMC, Bueno OC, Malaspina O, 2010. Morphological alterations induced by boric acid and fipronil in the midgut of worker honeybee (*Apis mellifera* L.) larvae: morphological alterations in the midgut of *A. mellifera*. *Cell Biology and Toxicology* 26 : 165-76.
- De Favaux M, 1984. Les acariens et les insectes parasites et prédateurs des abeilles *Apis mellifera intermissa* en Algérie. *Bulletin de Zoologie Agricole INA* 8 : 13-21.
- Dustmann JH, von der Ohe W, 1988. Influence des coups de froid sur le développement printanier des colonies d'abeilles. *Apidologie* 19 : 245-54.
- Elzen PJ, Westervelt D, 2002. Detection of coumaphos resistance in *Varroa destructor* in Florida. *American Bee Journal* 142 : 291-2.
- Faucon JP, 2005. La nosérose. *La santé de l'abeille* 209 : 343-67.
- Faucon JP, Drajnudel P, Fleché C, 1995. Mise en évidence d'une diminution de l'efficacité de l'apistan utilisé contre la varroase de l'abeille. *Apidologie* 26 : 291-6.
- Faucon JP, Mathieu L, Ribière M, Martel AC, Drajnudel P, Zeggane S, et al., 2002. Honey bee winter mortality in France in 1999 and 2000. *Bee World* 83 : 14-23.
- Friedler L, 1987. Assessment of chronic toxicity of selected insecticides to honeybee. *Journal of Apicultural Research* 26 : 115-22.
- Fries I, 1988. Infectivity and multiplication of *Nosema apis* Z. in the ventriculus of the honey bee. *Apidologie* 19 : 319-28.
- Fries I, 1995. *Nosema apis* – a parasite in the honey bee colony. *Bee World* 74 : 5-19.
- Genersch E, Evans JD, Fries I, 2010. Honey bee disease overview. *Journal of Invertebrate Pathology* 103 : 2-4.
- Gregorc A, Ellis JD, 2011. Cell death localization in situ in laboratory reared honey bee (*Apis mellifera* L.) larvae treated with pesticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 99 : 200-7.
- Guillet D, 2007. Requiem pour nos abeilles. Liberte terre (en ligne). <http://www.liberte terre.fr/agriculture/pollinisateurs/requiem01.html>
- Haubruge É, Nguyen BK, Widart J, Thomé JP, Fickers P, Depauw E, 2006. Le dépérissement de l'abeille domestique, *Apis mellifera* L., 1758 (*Hymenoptera: Apidae*): faits et causes probables. *Notes Fauniques de Gembloux* 59 : 3-21.
- Holst EC, 1946. A simple field test for American foulbrood. *American Bee Journal* 86 : 34.
- Haynes WC, 1972. The catalase test. An aid in the identification of *Bacillus larvae*. *American Bee Journal* 112 : 130-1.
- Imdorf A, Charrière JD, Galmann P, 2007. Quelles sont les causes possibles des pertes de colonies de ces dernières années ? *Revue Suisse d'Apiculture* 128 : 19-32.
- Jeffrey EP, Allen MD, 1956. The influence of the colony size and the *Nosema* disease on the rate of population loss in honey bee colonies in winter. *Journal of Economic Entomology* 49 : 831-4.
- Lindstrom A, Fries I, 2005. Sampling of adult bees for detection of American foulbrood (*Paenibacillus larvae* subsp. *larvae*) spores in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Journal of Apicultural Research* 44 : 82-6.
- Milani N, 1999. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud to acaricides. *Apidologie* 30 : 229-34.
- Murray KD, Aronstein KA, 2008. Transformation of the gram-positive honey bee pathogen, *Paenibacillus larvae*, by electroporation. *Journal of Microbiological Methods* 75 : 325-8.
- Mussen EC, Furgale B, Hyser RA, 1975. Enzootic levels of *Nosema* disease in the continental United States. *American Bee Journal* 115 : 48-50.
- Neuendorf S, Hedtke K, Tangen G, Genersch E, 2004. Biochemical characterization of different genotypes of *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae*, a honey bee bacterial pathogen. *Microbiology* 150 : 2381-90.
- Neumann P, Carreck NL, 2010. Honey bee colony losses. *Journal of Apicultural Research* 49 : 1-6.
- Office international des épizooties, 2008. Nosemosis of honey bees. Chapitre 2.2.4. In : *Terrestrial manual*. http://www.oie.int/fr/normes/mmanual2008/2008/pdf/2.02.04_NOSEMOSIS.pdf
- Pettigrew A, 2008. Protégeons les abeilles des pesticides. Paris : Organisation mondiale de la santé animale. *Agrireseau (en ligne)*. [consulté le 10 janvier 2011] <http://www.agrireseau.qc.ca/Rap/documents/b01gen08.pdf>
- Ramirez-Romeo R, Chaufaux J, Pham-Delègue MH, 2005. Effects of Cry1Ab protoxin, deltamethrin and imidacloprid on the foraging activity and the learning performances of the honeybee *Apis mellifera*, a comparative approach. *Apidologie* 36 : 601-11.
- Rosenkranz P, 2004. *Pertes d'abeilles et de colonies en Allemagne*. Comptes rendus du 1^{er} Colloque technique apicole, 12 octobre 2004, Roissy, France. http://www.jacheres-apicoles.fr/gallery_files/documents/O2_bee_losses_germany.pdf
- Shimanuki H, 1997. Bacteria. In : Morse RA, Flottum K, (eds). *Honey bee pests, predators, and diseases*. 3rd ed. Medina (Ohio, USA) : A.I. Root Company.
- Swart DJ, 2003. *The occurrence of Nosema apis (Zander), Acarapis woodi (Rennie) and the cape problem bee in the summer rainfall region of South Africa*. Master of Science and Euden Gradum. South Africa : Rhodes University. <http://www.eprints.ru.ac.za/811/DJSwart.pdf>
- Thomposon HM, Wilkinis S, Battersby AH, Waite RJ, Wilkinson D, 2005. The effects of four insect growth-regulating (IGR) insecticides on honeybee (*Apis mellifera* L.) colony development, queen rearing and drone sperm production. *Ecotoxicology* 14 : 757-69.
- van Engelsdorp D, Hayes J, Caron D, Pettis J, 2010. *Preliminary results: honey bee colonies losses in the U.S., winter 2009-2010*. University Park (Pennsylvania, USA) : Penn State University, Center for Pollinator Research. <http://ento.psu.edu/pollinators/news/2010/losses-2009-10>.
- Wahl O, Ulm K, 1983. Influence of pollen feeding and physiological condition on pesticide sensitivity of the honey bee *Apis mellifera carnica*. *Oecologia* 59 : 106-28.
- Wallner K, 1999. Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie* 30 : 235-48.
- Webster TC, 1993. *Nosema apis* spore transmission among honey bees. *American Bee Journal* 133 : 869-70.
- Wilkinson D, Smith GC, 2002. Modeling the efficiency of sampling and trapping *Varroa destructor* in the drone brood of honey bees (*Apis mellifera*). *American Bee Journal* 142 : 209-11.
- Witters S, 2003 Apiculture en Espagne. In : *Des abeilles et des hommes. Miel et commerce équitable : l'exemple du miel Maya au Mexique*. Liège (Belgique) : Miel Maya Honing.
- Yang EC, Chuang YC, Chen YL, Chang LH, 2008. Abnormal foraging behavior induced by sublethal dosage of imidacloprid in the honey bee (*Hymenoptera: Apidae*). *Journal of Economic Entomology* 101 : 1743-8.