

LA NOSÉMOSE DES ABEILLES : CHRONIQUE D'UNE DISPARITION PROCHAINE EN FRANCE

NOSEMOSIS OF HONEYBEES: CHRONICLE OF A DISAPPEARANCE IN FRANCE

Par Christophe ROY⁽¹⁾ et Monique L'HOSTIS⁽²⁾
(Communication présentée le 2 Février 2017,
Manuscrit accepté le 11 Mai 2017)

RÉSUMÉ

La nosémose à *Nosema apis* est une maladie de l'Abeille mellifère classée danger sanitaire de catégorie 1. Les données épidémiocliniques récentes indiquent une baisse marquée de son incidence au point que d'endémique la maladie pourrait aujourd'hui être requalifiée de sporadique. Parallèlement, de nouvelles techniques analytiques ont permis de montrer que l'agent causal cohabitait depuis peu avec une nouvelle espèce d'origine asiatique, *Nosema ceranae*. Ces deux espèces aux caractéristiques morphologiques et biologiques proches occupent une même niche écologique : les entérocytes du ventricule des abeilles adultes. L'espèce émergente *Nosema ceranae*, dont l'infection est plutôt asymptomatique, est aujourd'hui prédominante. La mondialisation des échanges d'abeilles, les bouleversements environnementaux peuvent être des facteurs essentiels à l'implantation de nouveaux parasites. La disparition progressive de la nosémose en France est un exemple de la complexité des relations hôtes-parasites ainsi que de notre incapacité à prévoir l'émergence d'organismes exotiques.

Mots-clés : abeilles, nosémose, *Nosema*, danger sanitaire de catégorie 1, émergence.

ABSTRACT

Type-A nosemosis, caused by *Nosema apis*, is a disease of the Honeybee classified as a notifiable disease in France. Recent epidemioclinic data indicate a marked decrease in its incidence to the point that this endemic disease could now be requalified as sporadic. At the same time, new analytical techniques have shown that the causal agent has recently cohabited with a new species of Asian origin, *Nosema ceranae*. These two species, with close morphological and biological characteristics, cohabit the same ecological niche: the enterocytes of the ventricle of adult bees. The emerging *Nosema ceranae*, whose infection is rather asymptomatic, is now becoming predominant. Globalization of bee trade, environmental changes, can be critical factors to the introduction of new pests. The progressive disappearance of nosemosis in France is an example of the complexity of host-parasite relationships as well as our inability to predict the emergence of exotic organisms.

Key words: honeybees, nosemosis, *Nosema*, notifiable disease, emergence.

(1) Docteur Vétérinaire, DIE Apiculture/Pathologie apicole, Clinique Vétérinaire des Mazets, F-15400 Riom-es-Montagnes.
Email : roille@orange.fr

INTRODUCTION

Le terme de « nosérose » est apparu en 1914 et provient de la traduction du terme allemand « nosema-seuche » imaginé à l'époque par Enoch Zander. C'est une des premières maladies des abeilles décrite, son agent étiologique *Nosema apis* ayant été identifié en 1909. Elle a ensuite été largement étudiée par les scientifiques européens et nord-américains et rapidement considérée comme « une des maladies des abeilles adultes la plus intéressante » (Toumanoff, 1930). Aujourd'hui, la nosérose à *N. apis* fait partie intégrante de la culture médicale apicole universelle, au même titre que les loques (américaine et européenne) et la varroose. Toutefois, les dernières données épidémiologiques dont nous disposons semblent indiquer une disparition progressive de cette maladie en France. Ce phénomène biologique, *a priori* heureux, cache de complexes relations hôtes-parasites et mécanismes évolutifs. En effet, la découverte récente d'une autre espèce de *Nosema* (*N. ceranae*) parasite de l'Abeille européenne (*Apis mellifera*) a mis en évidence une compétition jusque-là ignorée entre l'espèce autochtone et ce nouvel émergent pour une même niche écologique, l'intestin des abeilles. Cette compétition semble aujourd'hui largement profiter au nouveau parasite, ainsi responsable d'une quasi-disparition du parasite indigène et de la maladie qui lui est associé.

LA NOSÉROSE EN FRANCE : QUELQUES MOTS D'HISTOIRE

En 1919, l'Américain White disait de la nosérose que, bien que de découverte récente, elle existait probablement depuis aussi longtemps que les abeilles et était ubiquiste (dix ans seulement après sa découverte, sa présence était avérée sur trois continents) (White, 1919). En France comme ailleurs donc, la présence de la nosérose est très ancienne. Dès 1930, par le Décret du 3 juillet, elle a d'ailleurs été classée parmi les maladies réputées contagieuses des abeilles et soumise aux règles de la police sanitaire lors de découverte d'un foyer.

La maladie au cours du XX^{ème} siècle

Malheureusement et à l'instar de la plupart des maladies des abeilles, peu d'enquêtes sont disponibles sur la prévalence de la nosérose en France. Pendant la première moitié du XX^{ème} siècle, aucune information n'est accessible sur le nombre de foyers de nosérose présents en France. Tout au plus sait-on, avant-guerre et par les études menées jusqu'alors, que la survenue de cas cliniques nécessite des facteurs de risque que l'on trouve plutôt réunis dans certains contextes (hivers longs et froids, importance de l'alimen-

tation hivernale ; Toumanoff, 1930) et donc dans certaines régions françaises (Est de la France, Massif Central). De nombreuses épizooties ont bien été relevées en France entre 1950 et 1990 mais leur recensement n'est pas envisageable, la plupart de ces cas ayant généralement consisté en des signalements d'apiculteurs plutôt qu'en de vraies études épidémiologiques. A titre d'exemple, la revue apicole *La Santé de l'abeille* évoquait un « funeste printemps 1973 » avec des mortalités massives de colonies d'abeilles dans l'Est dont 75 % semblaient imputables à *Nosema apis* (Canteneur, 1973). De même dans leur numéro spécial consacré à la nosérose en 1979, la première cause de mortalité par maladie était la nosérose (Canteneur, 1979). Les données épidémiologiques accessibles sur la nosérose sont, jusqu'au début des années 1990, très parcellaires.

Le tournant des années 1990-2000

À partir de 1996 et jusqu'en 2004, la nosérose ayant été une maladie notifiable à l'organisation mondiale de la santé animale (OIE), l'accès à la base de données de l'OIE indiquait pour la France « présence de la maladie » sans apporter plus d'informations. En revanche, la nosérose à *N. apis* étant depuis longtemps maladie règlementée en France et aujourd'hui encore classée en danger sanitaire de catégorie 1 (A.M. du 29 juillet 2013), toute suspicion est soumise à déclaration et tout foyer fait l'objet d'un arrêté préfectoral portant déclaration d'infection (APDI). Or l'évolution du nombre annuel d'APDI pris depuis le début des années 2000 est très démonstrative : elle indique une baisse très importante du nombre de foyers en France, pour devenir nul en 2014 et 2015 (**figure 1**). Bien que ces chiffres sous-estiment toutefois très probablement l'incidence de la maladie par une sous-déclaration des cas (Bronner *et al.* 2011), ils peuvent malgré tout être considérés comme un reflet fidèle d'une situation sanitaire meilleure en matière de prévalence de la nosérose.

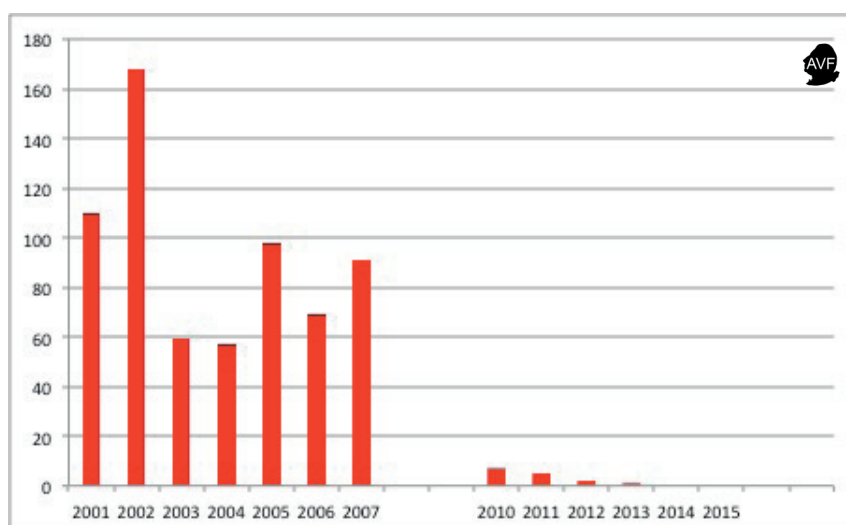


Figure 1 : Évolution, entre 2001 et 2015 (données 2008 et 2009 manquantes), du nombre d'Arrêtés Préfectoraux portant Déclarations d'Infection pris par an en France pour cause de Nosérose à *N. apis*. D'après Wendling, 2016.

Cette apparente diminution drastique du nombre de foyers de nosérose laisse imaginer la mise en place de mesures médicales très efficaces, conduisant aujourd'hui à la disparition de cette maladie des abeilles. En réalité, ce point de vue peut difficilement être étayé par des arguments scientifiques. En effet, *Nosema apis* est un agent pathogène « opportuniste » (Borchert, 1970 ; Bailey & Ball, 1991) qui profite de conditions favorables pour provoquer des signes cliniques de la maladie, le portage latent étant la règle. D'autre part, depuis 2002, aucune spécialité vétérinaire ne détient d'autorisation de mise sur le marché (A.M.M.) avec pour indication la nosérose des abeilles (le Fumidil B ND, seule spécialité à base de Fumagilline et avec cette indication, a perdu son A.M.M. cette année-là). Les mesures de police sanitaire ne consistent donc qu'en la destruction des colonies malades sans réel assainissement possible. En outre, les facteurs favorisant l'expression de la maladie sont bien connus et toujours présents dans plusieurs régions (hivers longs, confinement des abeilles, hivernages sur miellats par exemple), même si les preuves du réchauffement climatique (en France comme ailleurs), avec des conséquences entre autres sur la santé des abeilles, semblent s'accumuler (Le Conte & Navajas, 2008 ; Altizer *et al.* 2013). Comment expliquer alors la baisse significative du nombre de cas de nosérose déclarée en France ?

Les données de l'étude EPILOBEE, années 2012-2014

Récemment, le programme européen d'épidémiologie EPILOBEE (décliné en France sous le nom de RESABEILLES), a permis d'apporter des informations précises en matière de prévalence des maladies des abeilles en France. Parmi elles, la prévalence de la nosérose pour les deux années de l'enquête a été estimée à environ 1 % parmi plus de 13000 colonies visitées (visites réalisées par des personnes formées au dépistage de cette maladie) (Source : Bulletin Resabeilles n°3, juin 2015). Ce chiffre confirme donc la faible proportion de colonies exprimant aujourd'hui des signes cliniques de nosérose au sein du cheptel français, comme le très faible nombre de foyers d'APDI depuis cinq ans semblait le démontrer. Une éventuelle carence de déclarations de cas de nosérose par les apiculteurs ne peut donc à elle seule expliquer la baisse de cette prévalence.

Outre la surveillance active des cas de nosérose, cette étude prévoyait également des sondages sur les colonies visitées afin de rechercher et de mesurer le cas échéant un éventuel portage de l'agent infectieux. Ces analyses ont permis de démontrer que près de 83 % des ruchers français étaient porteurs asymptomatiques de spores de *Nosema spp.* au printemps 2013. En revanche, le typage de ces spores par des techniques de biologie moléculaire a révélé que seuls 4 % de ces ruchers étaient infectés par l'espèce *Nosema apis*. La prévalence de cet agent pathogène est donc très faible et explique logiquement la faible prévalence clinique de la nosérose. Les autres 96 % de ruchers infectés par des spores de *Nosema* l'étaient par une autre espèce originaire d'Asie et découverte plus récemment, *Nosema ceranae* (Source : Bulletin Resabeilles n°3, juin 2015).

LA NOSÉROSE, POURQUOI DISPARAÎT-ELLE ?

Rappels biologiques et microbiologiques

La nosérose est une maladie parasitaire qui affecte les trois castes d'abeilles adultes (reine, faux-bourdon et abeille ouvrière), due à la prolifération dans l'épithélium de l'intestin moyen des abeilles d'un champignon du genre *Nosema* (embranchement des *Microsporidia*, règne des *Fungi*), *Nosema apis*. Son cycle parasitaire comporte une phase végétative (dans le ventricule des abeilles) et une phase de résistance et de dissémination (dans le milieu extérieur, par une spore). Le cycle complet dure entre deux et cinq jours. La spore, d'une taille moyenne de 5-6 µm de longueur et de 2-3 µm de largeur, dispose d'une paroi épaisse (sauf sur le disque d'ancrage) et d'un tube polaire évaginable de 100 à 400 µm de longueur. Cette paroi protège efficacement et durablement la spore. Les abeilles se contaminent par l'ingestion de ces spores lors d'échanges interindividuels (trophallaxie) et lors de leur nettoyage (toilette ou *grooming*). Une fois ingérée, la spore trouve dans le ventricule de l'abeille les conditions nécessaires à sa germination (environnement chimique favorable) qui consiste en l'évagination de son tube polaire au travers duquel le sporoplasme (cytoplasme, noyau et organites de la spore) sera transmis à la cellule épithéliale hôte par perforation. Les multiples duplications intracellulaires du parasite entraîneront, *in fine*, la destruction de la cellule hôte, libérant ainsi de nombreuses spores dans la lumière intestinale qui seront elles-mêmes capables de renouveler ce cycle (auto-infection). Les conséquences cliniques de cette infection sont, entre autres et pour les plus évidentes, la diarrhée, des abeilles traînantes et des dépopulations majeures.

Jusqu'à l'avènement de la biologie moléculaire, la confirmation d'une suspicion de nosérose dans une colonie était réalisée par microscopie optique avec identification et dénombrement des spores de *Nosema* présentes dans un broyat d'abdomens d'un lot d'abeilles suspectes (Manuel terrestre de l'OIE, 2005). Ainsi, cette méthode a été utilisée en France jusqu'en 2012, date à laquelle la technique de réaction en chaîne par polymérase ou PCR (*polymerase chain reaction*) a été généralisée au sein du réseau français des laboratoires vétérinaires d'analyses apicoles (communication personnelle, S. Franco, LRUE ANSES Sophia Antipolis). En effet, la seule recherche visuelle de spores de *Nosema* ne suffit pas à réaliser la diagnose d'espèce : *Nosema ceranae*, une autre *Nosema* découverte en 1996 par Fries chez l'abeille asiatique *Apis cerana*, présente des spores morphologiquement très voisines de celles de *N. apis* (Fries *et al.* 1996 ; Fries, 2010). Seule la taille des spores diffère entre les deux espèces (les spores de *N. ceranae* sont de taille légèrement inférieure à celles de *N. apis*), sans que cela permette de les différencier facilement en microscopie optique (Fries, 2010).

Deux parasites du même genre pour un seul hôte

N. ceranae a été au départ considérée comme une espèce inféodée à l'abeille asiatique. Cependant la biologie moléculaire a permis de démontrer en 2006 qu'un franchisse-

ment de la barrière d'espèce avait eu lieu et que *N. ceranae* était également devenu un parasite de l'Abeille Européenne *Apis mellifera* (Higes *et al.* 2006), comme *Varroa destructor* y était lui-même parvenu dans la première moitié du XX^{ème} siècle (Oldroyd, 1999). Bien que l'on sache que ce « jump » d'*Apis cerana* à *Apis mellifera* est de survenue récente (Klee *et al.* 2007 ; Maside *et al.* 2015), les datations et localisations précises de cet événement biologique restent très hypothétiques, faute d'échantillons d'abeilles suffisamment anciens exploitables. Cette présence (et donc ce franchissement de la barrière d'espèce) serait antérieure à 1990 en Uruguay (Invernizzi *et al.* 2009). Nous savons par ailleurs que l'arrivée de cet émergent en Europe est également un phénomène biologique récent, variable selon les régions : avant 1993 pour l'Italie (Ferroglio *et al.* 2012), avant 1998 en Scandinavie (Paxton *et al.* 2007), avant 2000 pour l'Espagne (Botias *et al.* 2012) et avant 2002 pour la France (Chauzat *et al.* 2007). Dans tous les cas, les preuves de sa présence massive au sein du cheptel apicole français sont aujourd'hui indiscutables (cf. paragraphe précédent, résultats du programme RESABEILLES).

N. apis versus *N. ceranae* : quelle cohabitation ?

La niche écologique occupée par ces deux parasites est la même, à savoir l'intestin moyen des abeilles adultes. Plus précisément et parce qu'il n'existe aucune preuve contraire à ce jour, les deux espèces semblent toutes les deux parasiter les entérocytes du ventricule des abeilles (Fries, 2010 ; Huang & Zolter, 2013). L'arrivée de la nouvelle espèce de *Nosema* asiatique en Europe a donc sans doute imposé dès le départ une compétition des deux espèces. L'absence d'informations chronologiques et géographiques précises sur l'arrivée de ce nouvel émergent en Europe et sur son passage d'*Apis cerana* à *Apis mellifera* nous contraint aujourd'hui à des hypothèses *a posteriori*, appuyées par quelques données et thèses scientifiques, sur les rapports initiaux entre les deux *Nosema*. À titre d'exemple, Paxton *et al.* ont démontré en 2007 qu'en Finlande, les plus anciens échantillons d'abeilles encore exploitables (prélevés entre 1986 et 1995) montraient une infection pure à *Nosema apis* pour les plus anciens, puis une infection mixte en 1998 avec coexistence dans les échantillons des deux espèces *N. apis* et *N. ceranae*. Cette coprésence des deux parasites, sur une même aire géographique (ici la Finlande), a évolué dans le temps : d'une prévalence favorable au parasite historique *N. apis* en 1998 et 2002, l'infection est devenue mixte et en faveur de *N. ceranae* dans les échantillons de 2006 de cette même étude, laissant penser qu'une coexistence se serait formée entre les deux espèces parasites (**figure 2**), avec peut-être un glissement d'une espèce vers l'autre.

Une compétition pour un seul hôte en faveur de *Nosema ceranae* ?

Les données de l'enquête RESABEILLES ont récemment montré une très forte prévalence, aujourd'hui en France, de l'espèce *N. ceranae*. En effet, la coexistence constatée en 2007 par Paxton *et al.* en Finlande n'est pas la règle. Ainsi, la plupart des enquêtes menées en Europe du Sud montrent que la coexistence des deux parasites a évolué en faveur de l'espèce émergente et que celle-ci est aujourd'hui devenue largement majoritaire (Chauzat *et al.* 2007, Mouret *et al.* 2013 pour la France ; Botias *et al.* 2012 pour l'Espagne ; Porrini *et al.* 2016 pour l'Italie). Ce constat est tempéré par d'autres études, plutôt menées en Europe du Nord, pour lesquelles *Nosema apis* reste l'espèce majoritaire ou à un niveau de coexistence variable avec l'espèce émergente (Gisder *et al.* 2010 pour l'Allemagne ; Forsgreen & Fries, 2013 pour la Suède ; Blažytė-Čereškienė *et al.* 2014 pour la Lituanie). Ce phénomène n'a aujourd'hui pas d'explication claire : soit l'émergence de *N. ceranae* dans ces régions a été plus tardive (l'équilibre entre les deux espèces ne serait donc pas encore atteint et la prévalence de *N. apis* y serait toujours supérieure à celle de *N. ceranae*), soit des facteurs extrinsèques freineraient son développement en Europe du Nord.

Parmi ces facteurs extrinsèques, le réchauffement climatique est parfois avancé comme une possible explication. En effet, sur ce point, les deux espèces ne sont pas égales : la spore de *N. ceranae* résiste mieux aux fortes chaleurs que celle de *N. apis* (Fenoy *et al.* 2009) tandis que le froid diminue sa vitalité (Fries, 2010) et nuit à sa germination (Gisder *et al.* 2010). Il est donc probable que la dispersion naturelle de *N. ceranae* soit aidée par des climats plutôt chauds, le réchauffement climatique pouvant lui aussi favoriser cette expansion géographique. En outre, on ne peut

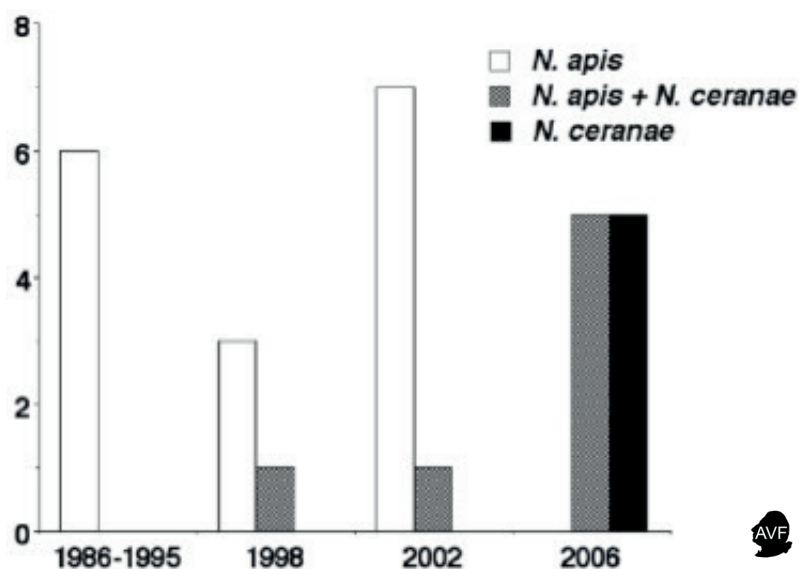


Figure 2 : Évolution, entre 1986 et 2006, du parasitisme à *Nosema apis* et *Nosema ceranae* d'un échantillon de colonies d'abeilles du Sud de la Finlande. Les histogrammes clairs indiquent une infection pure à *N. apis*, les grisés une infection mixte et les histogrammes noirs une infection pure par *N. ceranae*. Extrait de Paxton *et al.* 2007.

nier l'impact joué par les échanges commerciaux d'abeilles qui peuvent largement participer à disséminer le parasite *Nosema ceranae* et à le maintenir dans des régions froides, comme l'exemple du Canada l'illustre (Currie *et al.* 2010).

CONSÉQUENCES SUR L'HÔTE

Un agent infectieux qui disparaît entraîne la disparition des cas cliniques

Le postulat de Koch s'applique aussi pour la nosérose des abeilles : s'il n'y a plus de *Nosema apis*, il n'y a plus de raison de rencontrer de cas de nosérose. La découverte, lors d'enquête épidémiologique, de portage sain de *Nosema apis* étant aujourd'hui inférieur à 4 % au sein des ruchers français, la nosérose est logiquement devenue une maladie sporadique. Dans sa récente hiérarchisation des maladies des abeilles, l'ANSES la caractérise d'ailleurs comme une « maladie assez rare (...) qui ne constitue pas un enjeu de maîtrise sanitaire majeur » (ANSES, 2015). Mais si ce constat d'épidémiologie clinique est aussi évident, alors qu'initialement nous ignorions la présence de *Nosema ceranae* au sein des ruchers français, c'est parce que de façon assez étonnante, les tableaux cliniques diffèrent nettement entre les deux infections. En effet, lors d'une infection à *Nosema ceranae*, les abeilles ne présentent pas de diarrhées et le tableau clinique est assez peu évocateur. Il s'agirait plutôt d'effets subcliniques tels que des baisses de production (Botias *et al.* 2013) mais le monde scientifique est encore partagé sur le pouvoir pathogène de cette espèce de *Nosema*. Par conséquence donc, les colonies d'abeilles françaises qui se sont lentement infectées par ce parasite se sont retrouvées en parallèle « assainies » d'un portage par *Nosema apis*, sans pour autant exprimer de signes cliniques marqués en lien avec ce nouveau parasite. L'absence de clinique est d'autant plus troublante que *Nosema ceranae* semble beaucoup plus féconde en termes de production de spores que *Nosema apis* (Huang & Solter, 2013).

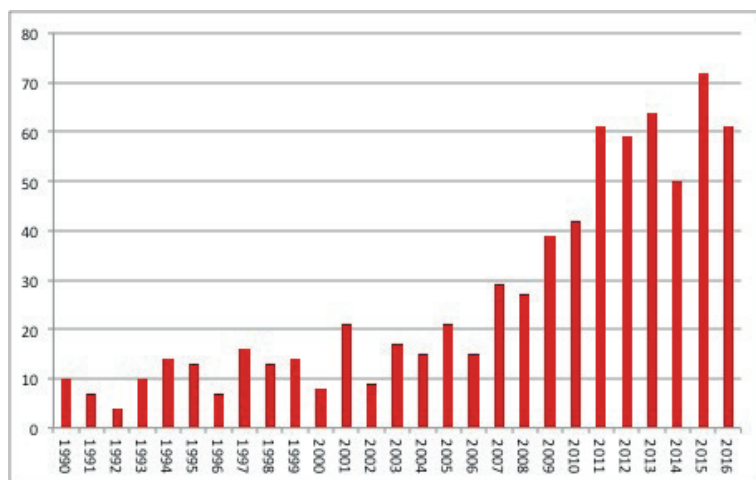


Figure 3 : Nombre de publications scientifiques annuelles sur *Nosema* spp. dans le monde entre 1990 et 2016 (Source : Pubmed). Pour mémoire l'espèce *N. ceranae* a été découverte en 2006 en Europe.

Le parasitisme par *Nosema ceranae* salutaire ?

S'il est vrai que la disparition progressive de la nosérose à *N. apis* semble un fait bénéfique pour la santé des abeilles, la question se pose du parasitisme par *N. ceranae*. Outre les effets subcliniques décrits par Botias *et al.* en 2013, de très nombreuses études concernent aujourd'hui ce parasite qui, depuis sa découverte en 2006 en Europe, a renouvelé l'intérêt du monde scientifique pour les espèces de *Nosema* (figure 3). En effet, bien qu'il semble ne pas y avoir d'effets aigus cliniques perceptibles lors d'une infection d'une colonie d'abeilles par *N. ceranae*, y compris en présence de facteurs favorisants tels que ceux rencontrés avec *N. apis*, ce parasitisme ne semble pas dénué d'effets sur les animaux et colonies parasités.

Ainsi, le parasitisme à *N. ceranae* induirait sur les abeilles infectées plusieurs effets délétères, parmi lesquels une baisse de l'immunité (Antunez *et al.* 2009), un stress énergétique (Mayack et Naug, 2009 ; Aliferis *et al.* 2012), une altération du retour à la ruche (Kralj et Fuchs, 2010), une modification du polythéisme d'âge (accélération du passage des stades d'abeille d'intérieur au stade butineuse selon Goblirsch *et al.* 2013).

Outre ces effets directs, *N. ceranae* pourrait aussi agir par synergie et/ou interactions avec d'autres agents stressants. Certains virus, certains pesticides peuvent, en association avec ce parasite, entraîner des mortalités plus importantes que s'ils étaient présents séparément (par exemple Vidau *et al.* 2011 pour un pesticide ; Doublet *et al.* 2015 pour un virus ; essais réalisés en laboratoire). Ces « effets cocktails » sont extrêmement délicats à appréhender, en recherche apicole comme ailleurs, et sont difficiles à reproduire en conditions réelles à l'échelle d'une colonie. D'autres études devront confirmer ces constats souvent faits en laboratoire, ainsi que les comparer aux éventuels effets d'un parasitisme à *N. apis*, mais on peut craindre que le parasitisme à *N. ceranae* ne soit pas anodin sur des colonies affaiblies.

Deux *Nosema* pour deux hôtes

Au sein du genre *Apis* les deux espèces les plus connues sont *Apis mellifera* et *Apis cerana*. Historiquement *A. mellifera* était l'hôte de *N. apis*, tandis que *A. cerana* était sans doute celui de *N. ceranae* (Klee *et al.* 2007). Actuellement *A. mellifera* est l'hôte des deux espèces, de même que *A. cerana* est porteuse des deux espèces (Chen *et al.* 2009). La large distribution géographique de l'Abeille mellifère européenne, y compris en Asie, a engendré celui de son parasite indigène *Nosema apis*. Et comme dans le sens inverse, il y a eu franchissement de la barrière d'espèce et infection de *Apis cerana* par *Nosema apis*, sans que là encore nous puissions dater précisément ce phénomène. Enfin, *N. ceranae* a montré ses capacités à parasiter de nombreuses espèces puisqu'on la retrouve aussi chez d'autres espèces d'abeilles et même chez d'autres Apidae (*Bombus*...).

Le groupe international COLOSS, regroupant plusieurs centaines d'experts apicoles, distingue aujourd'hui les deux parasitismes et leurs conséquences cliniques distinctes : la nosérose « historique » à *Nosema apis* doit aujourd'hui être nommée « nosérose de type A » tandis que la maladie associée à *Nosema ceranae* est la « nosérose de type C ». Ce parasitisme pourrait, dans une certaine mesure, être rapproché de celui des coccidies chez les vertébrés. En effet, de nombreuses espèces de coccidies (spécifiques d'hôte et de localisation organique, voire tissulaire) infectent les vertébrés mais seules certaines sont à l'origine de signes cliniques, tandis que d'autres, souvent de localisation superficielle sur la paroi de l'intestin, peuvent être abondamment présentes sans provoquer de signes cliniques. Ainsi, parmi la vingtaine d'espèces d'*Eimeria* décrites chez les bovins (Chartier, 2010), seules quelques unes (*E. bovis*, *E. zuernii*, etc.) sont à l'origine de troubles de santé importants, leur pouvoir pathogène étant lié (entre autres) à la localisation des stades de multiplication (schizogonie, gaméto gonie) et aux lésions provoquées plus ou moins profondes dans la paroi intestinale. Pour le genre *Nosema* chez l'Abeille, seule l'histologie nous apporte un élément qui pourrait conforter cette thèse car, selon Aupperle & Genersch (2016), les lésions histologiques induites par *Nosema apis* semblent plus importantes que celles engendrées par *Nosema ceranae*. Serais- on face à une espèce très pathogène (*N. apis*) et une espèce de moindre pathogénicité (*N. ceranae*), du fait de leur capacité ou pas à produire des lésions ? Des études récentes permettent de prouver la sensibilité plus importante de l'Abeille mellifère à *N. ceranae* lors de co-expositions ou synergies (par exemple Vidau *et al.* 2011 ; Doublet *et al.* 2015), mais qu'en est-il de la possible exacerbation des signes cliniques dus à *N. apis* dans les mêmes conditions ? À notre connaissance ces études n'ont pas été menées, car il est difficile à ce jour de trouver des isolats purs de *N. apis*. La pathologie apicole est difficile à interpréter, car si la recherche fondamentale s'effectue fréquemment sur des individus hors de leur colonie, il reste à interpréter le rôle « équilibrant » du superorganisme qu'est la colonie face à un trouble de santé de certains de ses individus (nombre, âge, etc.).

CONCLUSION

La médecine apicole est une médecine complexe, dont certaines de nos certitudes doivent faire l'objet de remises en question. De maladie endémique, la nosérose est ainsi devenue sporadique. Ce constat est la conséquence d'un environnement parasitaire changeant, en lien avec les échanges commerciaux d'abeilles qui ont permis d'ouvrir le filtre de rencontre décrit par Claude

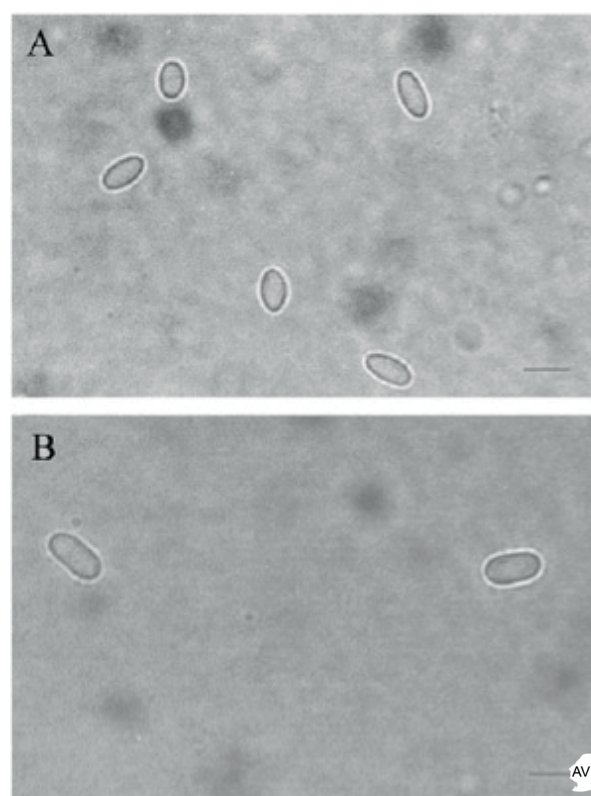


Figure 4 : Spores de *Nosema ceranae* (A) et de *Nosema apis* (B) en microscopie optique (barre = 5 μ m). Bien que les spores de *N. ceranae* apparaissent plus petites que celles de *N. apis*, elles restent difficiles à différencier, en particulier dans le cas d'infection mixte. Extrait de Fries, 2010.

Combes (1995) tandis que le filtre de compatibilité était lui déjà ouvert. L'actuel phénomène de disparition de la nosérose de l'Abeille en France est ainsi une illustration clinique d'événements microscopiques. La compétition entre deux espèces parasites, distinctes du point de vue moléculaire mais très proches pour leurs caractères morphologiques et biologiques, semble profiter sous nos climats à une seule d'entre elles, sans que l'on puisse expliquer clairement ce phénomène aujourd'hui. Les échanges mondialisés, le réchauffement de la planète, l'uniformisation de nos espaces de vie, sont autant de chances pour certains émergents (ou ré-émergents) de se faire une place dans un nouvel écosystème. Les interactions entre agents vivants ayant co-évolué au cours du temps en sont perturbées. Le frelon asiatique *Vespa velutina*, comme le petit coléoptère des ruches *Aethina tumida* sont d'autres exemples actuels d'agents vivants exotiques qui participent à mettre en péril la survie des colonies d'abeilles en Europe et démontrent notre incapacité à y faire face.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Mme Michèle Faucon pour ses recherches parmi les archives de la revue *La Santé de l'Abeille*, le Docteur Vétérinaire Sébastien Wendling du Ministère de l'Agriculture pour les données relatives aux arrêtés préfectoraux portant déclaration d'infection de nosérose en France ainsi que le Docteur Vétérinaire Stéphanie Franco de l'ANSES pour les informations relatives aux techniques de diagnose des *Nosema* spp..

BIBLIOGRAPHIE

- Aliferis A, Copley T, Jabaji S. Gas chromatography–mass spectrometry metabolite profiling of worker honey bee (*Apis mellifera* L.) hemolymph for the study of *Nosema ceranae* infection. *Journal of Insect Physiology*. 2012;58(10):1349-1359.
- Altizer S, Ostfeld RS, Johnson PT, Kutz S, Harvell CD. Climate change and infectious diseases: from evidence to a predictive framework. *Science*. 2013;341(6145):514-519.
- ANSES. Avis relatif à la hiérarchisation des dangers sanitaires exotiques ou présents en France métropolitaine chez les abeilles. 2015. 89 pp. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/SANT2013sa0049-01.pdf>
- Antúnez K, Martín-Hernández R, Prieto L, Meana A, Zunino P, Higes M. Immune suppression in the honey bee (*Apis mellifera*) following infection by *Nosema ceranae* (Microsporidia). *Environmental microbiology*. 2009;11(9):2284-2290.
- Aupperle H & Genersch E. Diagnostic Colour Atlas of Bee Pathology. Ed. Verlag Laboklin, Bad Kissingen. 2016. 191 pp.
- Bailey L & Ball BV. Honey bee pathology, 2nd edition, Academic Press London, 1991.
- Blažytė-Čereškienė L, Skrodenytė-Arbačiauskienė V, Būda V. Microsporidian parasites of honey bees *Nosema ceranae* and *N. apis* in Lithuania: supplementary data on occurrence along Europe. *Journal of Apicultural Research*. 2014;53(3):374-6.
- Borchert A. Les maladies et parasites des abeilles. Ed. Vigot Frères Paris, 1970.
- Botías C, Martín-Hernández R, Garrido-Bailón E, González-Porto A, Martínez-Salvador A, De La Rúa P *et al.* The growing prevalence of *Nosema ceranae* in honey bees in Spain, an emerging problem for the last decade. *Research in Veterinary Science*. 2012;93(1):150-5.
- Botías C, Martín-Hernández R, Barrios L, Meana A, Higes M. *Nosema* spp. infection and its negative effects on honey bees (*Apis mellifera iberiensis*) at the colony level. *Veterinary Research*. 2013; 44 (1): 1–15.
- Bronner A, Davaine J-B, Franco S. Bilan de la surveillance des maladies et troubles des abeilles sur l'année 2011: un dispositif à faire évoluer. *Bull Epid Santé Anim Alim*. 2011;46:58–63.
- Bulletin Resabeille n°3, juin 2015 disponible sur https://plateforme-esa.fr/filedepot_download/35481/943
- Canteneur D. A propos des pertes massives de colonies d'abeilles dans le Nord-Est de la France lors du printemps 1973. *La Santé de l'Abeille*. 1974;29:5-7.
- Canteneur D. Les mortalités hivernales et printanières des colonies d'abeilles en 1978. *La Santé de l'Abeille*. 1979;52:115-118.
- Chartier C. Coccidiosis in ruminants. In : Infectious and Parasitic Diseases of Livestock. Ed. Lefèvre PC, Blancou J, Chermette R, Uilenberg G. Lavoisier. 2010 ; 121 :1753-71.
- Chauzat M-P, Higes M, Martín-Hernández R, Meana A, Cougoule N, Faucon J-P. Presence of *Nosema ceranae* in French honey bee colonies. *Journal of Apicultural Research*. 2007;46(2):127–128.
- Chen Y, Evans JD, Zhou L, Boncristiani H, Kimura K, Xiao T, Litkowski AM *et al.* Asymmetrical coexistence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in honey bees. *Journal of Invertebrate Pathology*. 2009;101:204-209.
- Combes C. Interactions durables. Écologie et évolutions du parasitisme. Ed. Masson. 1995. 524 pp.
- Currie RW, Pernal SF, Guzmán-Novoa E. Honey bee colony losses in Canada. *Journal of Apicultural Research*. 2010;49(1):1046.
- Doublet V, Labarussias M, de Miranda JR, Moritz RFA, Paxton RJ. Bees under stress: sublethal doses of a neonicotinoid pesticide and pathogens interact to elevate honey bee mortality across the life cycle: Pesticide-pathogen interactions in honey bees. *Environmental Microbiology*. 2015;17(4):969-83.
- Fenoy S, Rueda C, Higes M, Martín-Hernandez R, del Aguila C. High-Level Resistance of *Nosema ceranae*, a Parasite of the Honeybee, to Temperature and Desiccation. *Applied and Environmental Microbiology*. 2009;75(21):6886-9.
- Ferroglio E, Zanet S, Peraldo N, Tachis E, Trisciuglio A, Laurino D *et al.* *Nosema ceranae* has been infecting honey bees *Apis mellifera* in Italy since at least 1993. *Journal of Apicultural Research*. 2013;52(2):60-1.
- Forsgren E & Fries I. Temporal study of *Nosema* spp. in a cold climate: Temporal study of *Nosema* spp. *Environmental Microbiology Reports*. 2013;5(1):78-82.
- Fries I, Feng F, Da Silva A, Slemenda SB, Pieniazek NJ. *Nosema ceranae* n.sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a Microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (Hymenoptera, Apidae). *Eur J Protistol* 1996;32:356–365.
- Fries I. *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Invertebrate Pathology*. 2010;103:S73-9.
- Gisder S, Hedtke K, Mockel N, Frielitz MC, Linde A, Genersch E. Five-Year Cohort Study of *Nosema* spp. in Germany: Does Climate Shape Virulence and Assertiveness of *Nosema ceranae*? *Applied and Environmental Microbiology*. 2010;76(9):3032-8.
- Goblirsch M, Huang ZY, Spivak M. Physiological and Behavioral Changes in Honey Bees (*Apis mellifera*) Induced by *Nosema ceranae* Infection. *PLoS ONE*. 2013;8(3):e58165.
- Higes M, Martín R, Meana A. *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. *Journal of Invertebrate Pathology*. 2006;92(2):93-5.
- Huang WF & Zolter LF. Comparative development and tissue tropism of *Nosema apis* and *Nosema ceranae*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 2013;113:35-41.
- Invernizzi C, Abud C, Tomasco IH, Harriet J, Ramallo G, Campa J *et al.* Presence of *Nosema ceranae* in honeybees (*Apis mellifera*) in Uruguay. *Journal of Invertebrate Pathology*. 2009;101:150-153.
- Klee J, Besana AM, Genersch E, Gisder S, Nanetti A, Tam DQ *et al.* Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of the western honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 2007;96(1):1-10.
- Kralj J & Fuchs S. *Nosema* sp. influences flight behavior of infected honey bee (*Apis mellifera*) foragers. *Apidologie*. 2010;41:21-28.
- Le Conte Y & Navajas M. Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*. 2008;(27):485–97.
- OIE, Manuel terrestre. Chapitre 2.9.4. Nosérose des abeilles. 2005;1079-83. Disponible sur : http://web.oie.int/fr/normes/mmanual/pdf_fr/Chapitre%20final05%202.9.4_Nos%C3%A9mosis.pdf
- Maside X, Gómez-Moracho T, Jara L, Martín-Hernández R, De la Rúa P, Higes M *et al.* Population Genetics of *Nosema apis* and *Nosema ceranae*: One Host (*Apis mellifera*)

- and Two Different Histories. PLoS ONE. 2015;10(12):e0145609.
- Mayack C & Naug D. Energetic stress in the honeybee *Apis mellifera* from *Nosema ceranae* infection. Journal of Invertebrate Pathology. 2009;100(3):185-8.
 - Mouret C, Lambert O, Piroux M, Beaudeau F, Provost B, Benet P *et al.* Prevalence of 12 infectious agents in field colonies of 18 apiaries in western France. Revue de Médecine Vétérinaire. 2013;164(12):577-582.
 - Oldroyd BP. Coevolution while you wait: *Varroa jacobsoni*, a new parasite of western honeybees. Trends in Ecology & Evolution. 1999;14(8):3125.
 - Paxton RJ, Klee J, Korpela S, Fries I. *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*. Apidologie. 2007;38(6):558-65.
 - Porrini C, Mutinelli F, Bortolotti L, Granato A, Laurenson L, Roberts K *et al.* The Status of Honey Bee Health in Italy: Results from the Nationwide Bee Monitoring Network. Nieh JC, éditeur. PLoS ONE. 2016;11(5):e0155411.
 - Toumanoff C. Les maladies des abeilles. Ed. Vigot Frères. 1930.
 - Vidau C, Diogon M, Aufauvre J, Fontbonne R, Viguès B, Brunet J-L *et al.* Exposure to Sublethal Doses of Fipronil and Thiocloprid Highly Increases Mortality of Honeybees Previously Infected by *Nosema ceranae*. Didier E, éditeur. PLoS ONE. 2011;6(6):e21550.
 - Wendling S. Présentation des dispositifs officiels de surveillance sanitaire apicole actifs, perspectives. In : L'Hostis M. et Sabin E., Ed., Journées Vétérinaires Apicoles, Nantes, 13-14 Octobre 2016, 140 pp.
 - White GF. *Nosema*-disease. US Department of Agriculture; 1919 :39-55. Disponible sur: <https://ia601704.us.archive.org/3/items/nosemadisease780whit/nosemadisease780whit.pdf>