

# *Nosema ceranae*

## Résumé des nouvelles publications scientifiques

Traduction par Ballis Alexis, mardi 20 juillet 2010  
Conseiller Technique Apicole, Chambre d'Agriculture d'Alsace

### Synthèse :

La dangerosité de *Nosema ceranae* est débattue dans les milieux scientifiques et apicoles. Les travaux présentés ici montrent que :

- L'infection provoquée par *N. ceranae* est différente de celle induite par *N. apis*. Elle est appelée « Nosémosé de type C ».
- *N. ceranae* perturbe les abeilles de plusieurs façons : stress énergétique, diminution de la durée de vie et de la capacité de vol, perturbation des phéromones et du comportement de butinage, etc.
- Son évolution est continue tout au long de l'année, sans épisodes de rémission. Les blessures de l'intestin rendent l'abeille vulnérable aux agents pathogènes
- Certains auteurs suggèrent que la réaction des abeilles à *N. ceranae* expliquerait l'observation de colonies désertées.
- Les outils disponibles pour diagnostiquer *N. ceranae* sont à ce jour peut satisfaisants.

### Liste des publications résumées :

1. « Etude préliminaire des facteurs épidémiologiques reliés aux pertes de colonies d'abeilles en Espagne » (HIGES et al., 2010).
2. « Fonctionnement de l'infection par *Nosema ceranae* » (HIGES et al., 2010).
3. « L'infestation par *Nosema* modifie l'expression des phéromones de l'abeille domestique » (Dussaubat et al., 2010).
4. « Stress énergétique provoqué par *Nosema ceranae* chez l'abeille domestique » (C. Mayack, D. Naug, 2009).
5. « Les infections parasitaires entraînent le déclin des taux de sucre dans l'hémolymphe des abeilles butineuses » (C. Mayack, D. Naug, 2010).
6. « L'infection par *Nosema ceranae* influence le comportement de vol de l'abeille domestique » (J. KRALJ, S. FUCHS, 2010).
7. « *Nosema ceranae* en Europe : émergence d'une nosémosé de type C » (HIGES et al., 2010).
8. « Fiabilité du comptage des spores dans le diagnostic de l'infection par *Nosema ceranae* » (HIGES et al., 2010).

## 1) « Etude préliminaire des facteurs épidémiologiques reliés aux pertes de colonies d'abeilles en Espagne »

M. HIGES et al., *Environmental Microbiology Reports*, 2010

« A preliminary study of the epidemiological factors related to honey bee colony loss in Spain »

Ces dernières années, un déclin des populations d'*Apis mellifera* a été détecté au niveau mondial, y compris en Espagne. Les principales hypothèses permettant d'expliquer ce déclin concernent les pesticides et les agents pathogènes, bien que leurs impacts respectifs demeurent indéfinis.

Dans cette étude, 61 colonies (issues de ruchers professionnels) ont été choisies au hasard sur le territoire espagnol et suivies sur plusieurs mois. Des analyses ont été effectuées afin d'évaluer l'implication des différents pathogènes, des pesticides et de la flore environnante sur leur survie. Les analyses ont porté sur les abeilles adultes, le couvain à tous les stades et le pollen stocké dans les cadres (« pain d'abeille »).

Les symptômes de dépopulation de colonie ont touché 67.2 % des colonies suivies. Le principal pathogène retrouvé sur les échantillons d'abeilles était ***Nosema ceranae* (65.6 %)**, suivis de ***Varroa destructor* (32.7 %)**. **97.5% des colonies infestées par *Nosema ceranae* était en mauvaise santé (dépopulation)**. **La co-infection par *Nosema ceranae* et *Varroa destructor* était évidente dans 22.9 % des cas, et uniquement sur des colonies en mauvaise santé.**

Sur les 40 pesticides étudiés, seuls 9 ont été retrouvés dans 49 % des échantillons de pain d'abeille analysés. Le Fipronil a été détecté 3 fois et l'Imidaclopride n'as pas été détecté. Les principaux résidus de pesticides retrouvés sont des acaricides tels le fluvalinate et le chlorfenvinphos, ce qui est probablement due aux pratiques artisanales des apiculteurs eux-mêmes. **Aucun des pesticides retrouvés n'est statistiquement lié à la dépopulation des colonies.**

**Cette étude préliminaire suggère que *N. ceranae* soit un facteur clé dans le déclin des colonies d'abeilles remarqué ces dernières années en Espagne. Des études plus détaillées demeurent nécessaires.**

## 2) « Fonctionnement de l'infection par *Nosema ceranae* »

M. Higes et al., *Journal of Apicultural Research* (2010)

“Natural infection by *Nosema ceranae* causes similar lesions as in experimentally infected caged-workers honey bees”

Cette étude présente l'évolution de la pathologie provoquée par le microsporidé *Nosema ceranae* tout au long d'une année, à la fois sur des colonies en condition de terrain et sur des colonies maintenues au laboratoire.

Les lésions produites sont similaires dans les deux cas. *N. ceranae* se reproduit au sein des cellules épithéliales du ventricule (la peau de l'intestin), et cela **tout au long de l'année**. La destruction du ventricule infecté (intestin) est progressive et irréversible. Le processus de digestion est perturbé et la durée de vie de l'abeille réduite.

**Il est remarquable que des facteurs tels que l'accès à du pollen frais, d'origines diverses, ou encore la variation des conditions d'humidité et de température tout au long de l'année ne semble apparemment pas influencer le développement du parasite au sein des ruches.**

### 3) « L'infestation par *Nosema* modifie l'expression des phéromones de l'abeille domestique »

*C. Dussaubat et al., J. Chem. Ecol, 2010*

« *Nosema* spp. Infection Alters Pheromones Production in Honey Bees »

Chez les insectes sociaux, les phéromones jouent un rôle central dans l'organisation de la colonie. D'autre part, il est bien établi que les parasites peuvent modifier l'expression hormonale de leurs hôtes.

Cette étude analyse les effets d'une infestation par le parasite *Nosema* spp. (genres *apis* et *ceranae*) sur la production d'une phéromone inductrice de l'abeille ouvrière (l'Ethyl Oléate). Cette phéromone est impliquée dans la répartition des tâches entre les ouvrières. Les effets de l'Imidaclopride (un néonicotinoïde) ont également été analysés.

**Les résultats montrent que, contrairement à l'Imidaclopride, *Nosema* altère significativement l'expression de l'Ethyl Oléate (EO).** Le taux d'EO varie proportionnellement au taux d'infestation par *Nosema*. Le taux d'EO d'une abeille fortement parasitée peut être de l'ordre de 6 fois supérieur à celui d'une abeille saine, alors que la différence naturelle entre une jeune abeille et une butineuse est bien moindre (de l'ordre d'un facteur 2).

**Ces résultats suggèrent que le parasite *Nosema* a la capacité de déréguler l'équilibre de la colonie. Ainsi, en plus de leurs effets au niveau de l'individu, certains pathogènes sont susceptibles d'avoir un impact direct au niveau de la colonie.** Des études sur le terrain seront nécessaires pour déterminer les changements au niveau de la colonie et l'implication éventuelle dans son effondrement.

### 4) « Stress énergétique provoqué par *Nosema ceranae* chez l'abeille domestique »

*C. Mayack, D. Naug, USA, Journal of Invertebrate Pathology, 2009*

“Energetic stress in the honeybee *Apis mellifera* from *Nosema ceranae* infection”

Par définition, les parasites utilisent l'énergie de leurs hôtes à leurs propres fins, ce qui provoque un « stress énergétique ». Ce stress est particulièrement important dans le cas de relations hôtes-parasites établies depuis peu de temps, comme cela semble être le cas entre l'abeille domestique et *Nosema ceranae*.

**Cette étude a mis en évidence que les abeilles infectées par *N. ceranae* sont à la fois plus affamées et d'une durée de vie moindre que les abeilles non infectées. Il a été montré également que le taux de survie (en laboratoire) des abeilles infectées et nourries à volonté ne diffèrait alors plus de celui des abeilles non infectées, ce qui indique que ce stress énergétique serait la principale cause du décès prématuré des abeilles infectées.**

**Les abeilles tentent de compenser le stress énergétique en se nourrissant plus, ce qui implique pour les butineuse un comportement de butinage accru et plus risqué** (d'une part elles sont affaiblies par le parasite et d'autre part elles cherchent plus activement la nourriture, y compris lors de conditions météo plus difficiles).

**Les auteurs suggèrent que ce comportement de butinage « plus risqué » joue un rôle dans l'observation de « désertions » des abeilles de la ruche, puisque ces abeilles ont une probabilité réduite de retourner à la ruche.**

5) **« Les infections parasitaires entraînent le déclin des taux de sucre dans l'hémolymphe des abeilles butineuses »**

*C. Mayack, D. Naug, USA, Journal of Insect Physiology, 2010*

*"Parasitic infection leads to decline in hemolymph sugar levels in honeybee foragers"*

Suite à cette première étude, les mêmes auteurs ont analysé les modification métaboliques entraînées par *N. ceranae*.

Résultats :

- Le taux de glucose dans l'hémolymphe des abeilles infectées est similaire à celui des abeilles saines.
- Leur taux de tréhalose est significativement inférieur (tréhalose = sucre composé de deux molécules de glucose).
- Leur taux de tréhalose décline plus rapidement.

**Ces résultats semblent confirmer que les abeilles parasitées sont plus affamées.**

Le fait que les taux de glucose soient semblables dans les deux cas (abeilles infectées ou non), semble indiquer que le taux de glucose soit maintenus grâce à une métabolisation accrue du tréhalose. Dans le cas d'abeilles maintenues en laboratoire et nourries à volonté, le taux de tréhalose des abeilles infectées redeviennent semblable à celui des abeilles saines.

La diminution plus rapide du taux de tréhalose indique une consommation énergétique accrue (stress énergétique), qui conduit entre autre à une diminution des capacités de vols.

**Les auteurs estiment que les butineuses infectées ne peuvent parcourir que 2/3 de la distance habituellement parcourue par les abeilles saines.**

6) **« L'infestation par *Nosema ceranae* influence le comportement de vol de l'abeille domestique »**

*Jasna KRALJ, Stefan FUCHS, Apidologie 41 (2010)*  
« *Nosema spp. Influences flight behaviour of infected honey bee foragers* »

Cette étude compare les comportements de vol d'abeilles non infectées et d'abeilles infectées artificiellement par *N. ceranae* (la même étude pourrait être conduite pour *N. apis*). L'infection du système digestif par *N. ceranae* a été contrôlée et vérifiée après les tests pour chaque abeille testée.

- Observations des colonies infectées :

Au départ du trou de vol, 82.3 % des butineuses sont infectées (moyenne sur 12 échantillons d'une dizaine d'abeilles). Au retour au trou de vol, elles ne sont plus que 63% à être infectées (moyenne sur 12 échantillons d'une dizaine d'abeilles).

**Ainsi, le taux d'infection des butineuses au retour à la colonie est 23 % plus faible qu'au départ de la colonie. Ce résultat indique clairement que les abeilles infectées « se perdent » durant les vols de façon plus fréquente que les abeilles non infectées.**

- **La même observation a été faite pour des abeilles infestées par *Varroa destructor* (Kraljs et Fuchs, 2006).**

- Test 1 : abeilles relâchées à 30 mètres de la colonie

Les butineuses infectées échouent à retourner à la colonie **2,5 fois** plus souvent que les non infectées (respectivement 16 % contre 6,9 %).

Elles mettent **deux fois** plus de temps à retourner à la colonie que les abeilles non infectées (respectivement 116 s contre 54 s).

Plusieurs explications sont envisageables :

- Fatigue accrue,
- Manque de motivation à retourner à la ruche,
- Temps pris pour aller butiner avant de retourner à la ruche,
- Capacité d'orientation altérée.

- Test 2 : Comportement de retour à la ruche lorsqu'une deuxième (et fausse) entrée est proposée.

Deux tiers des abeilles infectées approchent la fausse entrée au moins une fois lors de leur approche de la ruche, contre un tiers chez les abeilles non infectées.

**Ce résultat va ans le sens d'une diminution de la capacité d'orientation des abeilles infectées par *N. ceranae*.**

- **Des résultats similaires ont été montrés en cas d'infestation des abeilles par *Varroa destructor* (Kralj et Fuchs, 2006).** Dans ce cas, des déficiences dans le fonctionnement neuronal ont pu être mises en évidence. Elles expliquent, au moins en partie, l'origine des problèmes d'orientation et de capacité de retour à la ruche.

Cette similitude dans les modifications du comportement de l'abeille induites par ces deux pathogènes pourtant très différents l'un de l'autre suggère qu'il puisse s'agir là d'une réponse générale des abeilles face aux pathogènes. Bien qu'il soit difficile de déterminer si cela est plutôt une réponse physiologique ou plutôt une adaptation comportementale, la baisse du nombre de butineuses retournant à la ruche entraîne deux conséquences :

1. la diminution du niveau d'infection de la colonie source.
2. la dispersion des pathogènes vers les colonies voisines (par la dérive des butineuses).

**Ce changement comportemental peut être interprété comme une stratégie de défense de la colonie (mécanisme permettant de retirer des pathogènes de la colonie).**

**Cependant, ce comportement pourrait également expliquer l'observation de ruches partiellement ou totalement désertées :** dans le cas où le processus ne serait pas suffisant pour assainir la colonie, il pourrait s'emballer et conduire à la désertion progressive, voir totale de la ruche.

#### 7) **« *Nosema ceranae* en Europe : émergence d'une nosérose de type C »**

Mariano HIGES et al., *Apidologie* 41 (2010)  
« *Nosema ceranae* in Europe : an emergent type C nosemosis »

Dorénavant, la maladie causée par *N. ceranae* est nommée « **nosérose de type C** » (COLOSS workshop, 2009), en opposition à la nosérose de type A, causée par *N. apis*.

Bien que *N. apis* et *N. ceranae* soient pathologiquement proches, certains symptômes habituellement retrouvés dans un cas de nosérose de type A ne sont pas observés dans les cas de nosérose de type C, tels les abeilles rampantes et les traces de diarrhées.

Dans le cas de la nosérose de type C, il est caractéristique de pouvoir détecter l'agent pathogène tout au long de l'année. Cet agent pathogène (*N. ceranae*) est lié à un longue période d'incubation.

*N. ceranae* a été récemment désigné comme un facteur clé dans les pertes d'abeilles, **cependant la relation entre l'infection par *N. ceranae* et la mortalité des colonies étudiées n'as pas été retrouvée dans toutes les études scientifiques entreprises** (Charrière 2009, Gomez 2008). Il est clair cependant que le décès prématuré des abeilles fortement infectées (principalement les butineuses) à un impact important sur la population et la productivité de la colonie.

### Voies de contamination par *N. ceranae* :

- Par **trophallaxie**, au sein de la ruche.
- Par la **dérive des butineuses**.
- Par certains **prédateurs de l'abeille**, tel le Guêpier d'Europe (*Merops apiaster*), qui parcourt de longues distances et dont les fèces contiennent des spores actifs de *N. ceranae*.
- Eventuellement via le **pollen stocké** et la **gelée royale** ? (la viabilité des spores de *N. ceranae* dans ces 2 substances reste cependant à déterminer : la lacto-fermentation du pollen et la composition de la gelée royale pouvant nuire à *Nosema ceranae*).
- Par les **échanges commerciaux** de reines, d'essaims et de matériel apicole.
- Le **matériel apicole** peut être contaminé par des abeilles infectées qui seraient écrasées lors des manipulations.

Note : d'autres espèces du genre *Apis* sont également concernées par *N. ceranae*.

### Diagnostic :

- **Collecter des butineuses au trou de vol (bloquer l'entrée à la ruche quelques minutes).**
- Ne pas collecter d'abeilles jeunes, éviter les butineuses réalisant leurs vols d'orientation.
- Il est important de collecter **le plus grand nombre possible d'abeilles**, et d'en déterminer le nombre (ou le poids).
- La détection de *N. ceranae* ne doit pas être considérée comme un diagnostic de nosérose : la présence de l'agent pathogène n'est pas forcément liée aux symptômes de la maladie (voir article suivant).
- Etant donné l'absence de symptômes clairs, il est particulièrement ardu de déterminer si la colonie souffre de Nosérose.
- Des paramètres doivent être mis au point pour établir un diagnostic. Par exemple, les laboratoires s'orientent vers l'étude de la **proportion entre les butineuses infectées et les nourrices infectées**.

### Prophylaxie :

- Rappel : La fumagiline est interdite en Europe.
- Des traitements alternatifs à base de **Thymol** et de **Resveratrol** (tannin) sont à l'étude : ils semblent permettre de diminuer le taux d'infection des abeilles et d'augmenter leur durée de vie (études en cours).
- Le **Protofil**, **Vita Feed Gold**®, **ApiHerb**, **Nonosz**® sont des produits commerciaux ayant potentiellement un effet bénéfique contre *Nosema* (ces produits sont principalement basés sur des extraits de plantes).
- La prophylaxie apicole « habituelle » reste efficace pour éviter la propagation de la maladie : remplacement des cires et des reines, désinfection du matériel, etc.

## 8) « Fiabilité du comptage des spores dans le diagnostic de l'infection par *Nosema ceranae* »

Higes et al., 2010, *Journal of Apicultural Research and Bee World* 49(2)  
"The reliability of spore counts to diagnose *Nosema ceranae* infections in honey bees"

**Dans le cas de la nosérose provoqué par *N. apis*, le nombre moyen de spores par abeilles est traditionnellement utilisé pour évaluer le niveau d'infection de la colonie** : une forte relation de proportionnalité a été établie entre le nombre de spores par abeille et le degré d'infestation de la colonie (Furgala et Hyser, 1969).

**Cependant, dans le cas de *N. ceranae*, il semble que cette relation de proportionnalité ne soit pas vérifiée : le nombre de spore par abeille ne serait pas directement relié au « fardeau » parasite ni à l'état de santé au niveau de la colonie.**

Cette étude décrit l'évolution du nombre de spores (de *N. ceranae*) par abeille en fonction de l'heure et de la date d'échantillonnage, ainsi qu'en fonction du lieu où les abeilles ont été prélevées (prélèvement de butineuses au trou de vol ou d'abeilles adultes sur les bords extérieurs des cadres situés au centre du nid à couvain).

Une colonie du rucher du CAR (en Espagne) a été échantillonnées 16 fois au cours des mois de mai et juin 2008. Chaque semaine, 4 échantillons ont été prélevés : 2 échantillons (n > 30 butineuses et n > 30 abeilles de l'intérieur) à **9h30** et deux autres à **12h30**, le même jour. Cette colonie, connue pour être infectée par *N. ceranae*, ne présentait pas de symptômes de nosérose (Phase 1 de la maladie, d'après Higes et al., 2008). Tout au long de l'étude, seul *N. ceranae* a été retrouvé parmi les échantillons prélevés.

### Résultats :

Dans l'ensemble des échantillons (sauf deux), le nombre moyen de spores par abeille butineuse était supérieur à celui des abeilles d'intérieur. **Ce résultat confirme que les abeilles d'intérieur ne sont pas utilisable pour déterminer le degré d'infection de la colonie.**

Cependant, **le nombre moyens de spores/abeille varie énormément en fonction de la date et de l'heure où les échantillons ont été prélevés.** Pour une même date, les prélèvements réalisés à 9h30 et à 12h30 peuvent présenter de grandes différences (ces importantes variations ne sont pas associées à la présence ou l'absence de symptômes, la colonie n'ayant montré aucun symptôme tout au long de l'étude).

#### Abeilles butineuses

Maxi : 10.3 millions de spores/abeille

Mini : 0 spores/abeille

#### Abeilles d'intérieur

Maxi : 3 millions de spores/abeille

Mini : 0 spores/abeille

**Il apparaît que le comptage des spores ne permet pas de mesurer l'état de santé de la colonie.** Le nombre de spores par abeilles varie en fonction de l'échantillon prélevé (ici les échantillons étaient d'une trentaine d'abeilles). **Ce résultat souligne l'importance de collecter le plus grand nombre possible de butineuses.**

**Il est urgent de mettre au point des méthodes standards fiables pour évaluer les niveaux d'infection des colonies d'abeilles par *N. ceranae*.** La moyenne de la proportion d'abeilles infectées pourrait être une méthode plus efficace pour déterminer l'état de santé de la colonie.