



La nosémose 1/4 : présentation et cycle

La nosémose est une maladie connue depuis déjà un certain temps, qui était considérée classiquement comme une maladie parasitaire bénigne mais qui fait actuellement un retour médiatique remarqué. Elle est en effet régulièrement impliquée dans des surmortalités hivernales et dans le syndrome affaiblissement / effondrement des colonies. La découverte d'une nouvelle espèce relance de plus la problématique de la nosémose et soulève de nombreuses questions. Nous allons passer en revue, en quatre épisodes, cette maladie. Ce premier opus est consacré à l'étude de *Nosema apis* et *ceranae*.

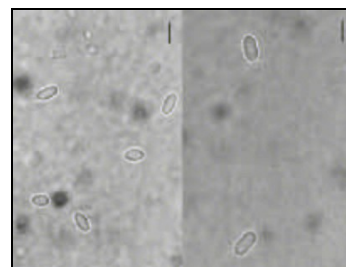
Nosema : deux espèces découvertes chez l'abeille à ce jour

Dans la classification du vivant, le genre *Nosema* fait partie de l'ordre des microsporidies, qui regroupe des centaines (milliers) d'espèces de parasites dits « intracellulaires stricts » (c'est à dire qui ne peuvent se multiplier que dans les cellules de leur hôte et pas ailleurs). Les microsporidies parasitent ainsi des hôtes très variés : insectes, poissons, crustacés, oiseaux, mammifères. Parmi le genre *Nosema*, on retrouve de nombreuses espèces qui parasitent des insectes (ver à soie, criquet, bourdons...).

Chez l'abeille deux espèces sont maintenant connues :

- ✓ *Nosema apis*, espèce découverte en 1907 par un biologiste allemand, Enoch Zander. Jusque très récemment, on pensait que cette espèce était l'unique responsable de la nosémose.
- ✓ *Nosema ceranae* (les puristes prononcent « cérané ») découverte par un chercheur suédois, Ingemar Fries. Son nom tient au fait qu'elle a été décrite en premier chez des abeilles asiatiques *Apis cerana*, en Chine. On sait maintenant qu'elle est également présente chez notre abeille, *Apis mellifera* et répandue dans le monde entier. Est-ce un nouvel agresseur ou est elle présente depuis longtemps chez notre abeille et dans nos contrées ? Quel est son impact réel ? nous ne le savons pas encore et la polémique n'est pas close, nous en reparlerons dans un prochain épisode.

Ces deux espèces sont très proches d'un point de vue morphologique. Au microscope classique, seule la taille de leur spore diffère légèrement, ce qui n'est pas assez pour pouvoir les différencier. Illustration sur le cliché ci-contre (photo Ingemar Fries), au même grossissement, à gauche *Nosema ceranae* et à droite *Nosema apis*.



Pour les distinguer, il faut avoir recours des techniques avancées, en laboratoire. Il s'agit de :

- ❑ La microscopie électronique, technique de microscopie qui nécessite un matériel très sophistiqué qui permet de compter le nombre de spires du filament polaire, un des éléments

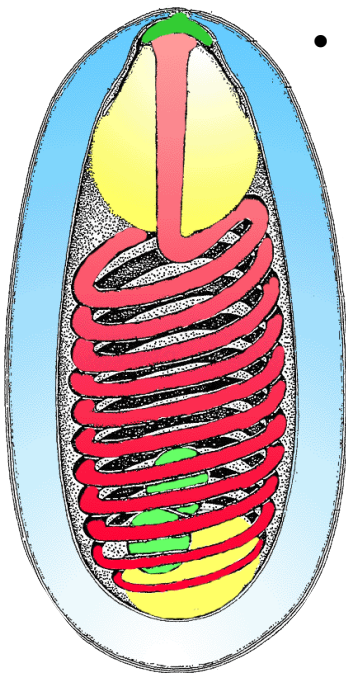
marquants de la structure interne de la spore. Le filament polaire de *Nosema apis* a nettement plus de spires (plus d'une trentaine contre une vingtaine pour *Nosema ceranae*).

- ❑ Des techniques de génétique moléculaire qui permettent de mettre en évidence des différences entre le matériel génétique de *Nosema ceranae* et celui de *Nosema apis*.

Comme, dans l'état actuel des connaissances, la structure et le cycle biologique de ces deux espèces sont similaires, nous simplifierons et parlerons de « *Nosema* » pour décrire ces deux espèces.

Nosema : une espèce adaptée au parasitisme

Intéressons nous à la spore de *Nosema*. Elle comporte plusieurs structures marquantes, qui traduisent une adaptation importante au parasitisme.



- Une paroi très épaisse (en bleu sur l'image ci-contre) : cette paroi assure à la spore une bonne résistance dans le milieu extérieur : de l'ordre de 2 ans dans les excréments (ce qui permet d'assurer la contamination des colonies d'une saison à l'autre) quelques semaines dans les cadavres d'abeilles et quelques mois dans le miel. Au microscope, cette paroi « ressort » et donne aux bords de la spore un aspect sombre assez caractéristique.
- Cette paroi possède une zone moins épaisse à l'une des extrémités de la spore : le micropyle (en vert, en haut), qui est la zone de faiblesse qui se rompt lors de la germination.
- L'élément le plus marquant est le filament polaire (en rouge), sorte de ressort sous pression qui est enroulé sur lui-même dans la spore et qui se détend brutalement lors de la germination de la spore.
- Le polaroplaste (en jaune, en haut) et la vacuole postérieure (en jaune, en bas) occupent également une place importante à l'intérieur de la spore et interviennent de la germination.

Micropyle, filament polaire, polaroplaste et vacuole postérieure constituent l'appareil de pénétration de la spore, qui permet l'inoculation de *Nosema* dans la cellule digestive de l'abeille où *Nosema* se multiplie.

Le reste de la spore est très « épuré » : en gros un noyau double (en vert, en bas) qui contient l'information génétique : les « plans » qui permettront la multiplication de *Nosema* dans la cellule digestive de l'abeille. Les chercheurs ont montré que les informations contenues dans ce double noyau étaient étonnamment succinctes comparativement à d'autres espèces de taille similaire. Ils y voient une adaptation au parasitisme : la spore voyage « léger ». De la même manière, la spore ne possède pas de structure pour produire sa propre énergie : elle utilisera celle de la cellule qu'elle parasite.

Les sources de contamination par Nosema

La spore, nous l'avons vu, représente la forme de résistance de cette espèce dans l'environnement, elle assure également la dissémination de l'espèce. Les abeilles se contaminent par voie orale en ingérant des spores.

Dans l'environnement de la ruche, les sources de contamination sont les fleurs et abreuvoirs souillés de déjections d'abeilles malades. D'une colonie à l'autre, la contamination peut se faire :

- ✓ par le pillage des réserves d'une colonie fortement contaminée et affaiblie.
- ✓ par la dérive des ouvrières et les échanges de mâles.
- ✓ enfin, point important à prendre en compte, par les manipulations apicoles et l'incroyable brassage de cadres, hausses, nourrisseurs, outils, abeilles...qu'elles engendrent.



Pillage



Dérive et mâles



**Fleurs
Abreuvoirs**



**Manipulations
apicoles**

A l'intérieur de la ruche, la contamination des abeilles se fait via les réserves de miel, les pelotes de pollen, l'échange de nourriture entre abeilles (« trophallaxie ») et surtout via le **nettoyage de cadres souillés par les déjections d'abeilles malades**. Il s'agit là de la principale source de contamination, elle a lieu particulièrement au printemps quand les abeilles préparent les cadres en vue de la reprise de l'élevage de couvain (sur le cliché ci-dessous, à droite, de J.P. Faucon, on peut observer des déjections sur le bâti des cadres et sur la cire).



Trophallaxie



**Nettoyage des
cadres souillés**

Le cycle de *Nosema* chez l'abeille

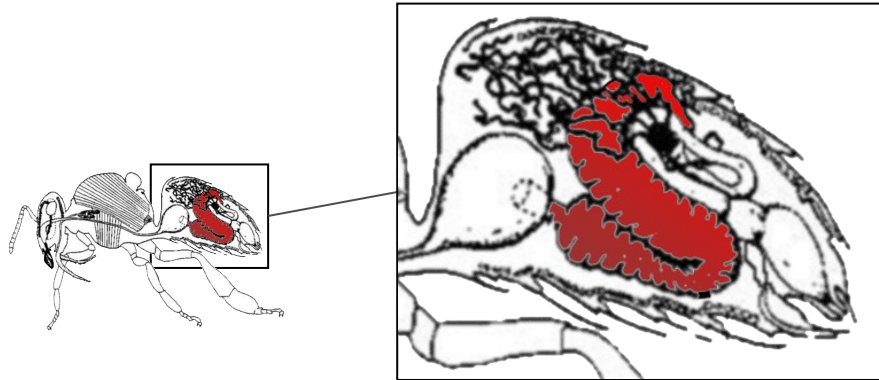
La cible de *Nosema*, c'est l'abeille adulte : les trois castes peuvent être atteintes : mâles, ouvrières et reines. Le couvain n'est pas atteint, mais peut souffrir, nous le verrons, de dégâts collatéraux.



Pour schématiser le développement de *Nosema* chez l'abeille, disons qu'il y a 3 étapes : 1. Pénétration (germination) 2. Multiplication et 3. Production de spores.

1. Pénétration

Tout se passe dans le *ventricule* de l'abeille : une partie de son « intestin » s'il on veut. Sur le dessin ci-dessous, il est en rouge.



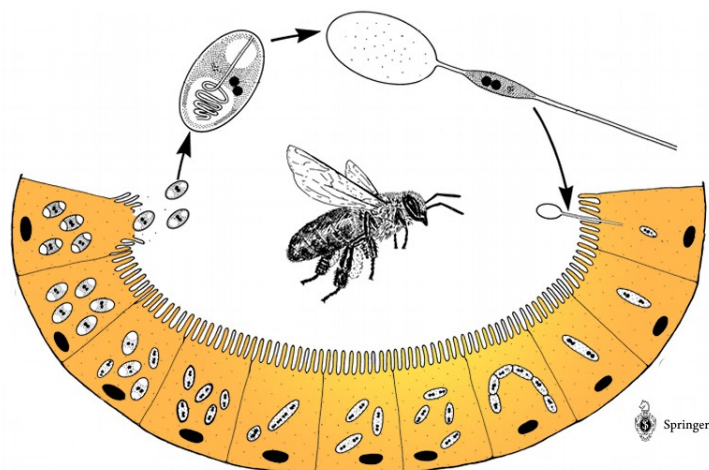
Avant de pouvoir se multiplier dans les cellules du ventricule de l'abeille (sur le schéma ci-dessous - copyright Springer - ces cellules sont colorées en ocre), *Nosema* doit déjà franchir deux barrières microscopiques pour y pénétrer :

- ✓ La membrane péritrophique, qui est une sorte de film de chitine fabriqué par les cellules de la paroi du ventricule et qui assure un rôle de filtre. Notez que cette membrane ne figure pas sur le schéma.
- ✓ Puis la paroi de la cellule digestive. Sur le schéma, c'est la bordure « en brosse » des cellules, « côté central ».

Dans le ventricule de l'abeille, les conditions qui se trouvent dans le « liquide intestinal » permettent la germination de la spore : c'est court et brutal : moins de 2 secondes. La pression augmente rapidement dans la spore, le micropyle rompt et le filament polaire sort comme un diable de sa boîte, ou plutôt comme un missile (en haut à droite du schéma). Il traverse ainsi la membrane péritrophique et la membrane des cellules de la paroi du ventricule.

L'aiguille est plantée... reste à injecter.

Le filament polaire est creux et va permettre d'injecter dans la cellule digestive le contenu de la spore. La vacuole postérieure, jouant le rôle de « piston », augmente de volume et pousse progressivement le contenu de la spore, appelé germe amiboïde, vers l'intérieur de la cellule digestive de l'abeille. Opération pénétration terminée.



2. Multiplication

Un fois pénétré dans la cellule, *Nosema* détourne à son profit le métabolisme de la cellule parasitée et se multiplie.

Normalement, une cellule digestive agressée devrait gonfler et se détruire rapidement, par une sorte de réponse « suicidaire » aux agressions mais *Nosema* « désamorce l'alarme », empêche ce suicide et peut ainsi se multiplier rapidement dans la cellule. Progressivement, les parasites issus de cette multiplication occupent de plus en plus de place à l'intérieur de la cellule et les réserves de la cellule finissent par s'épuiser.

3. Formation de spores

Cet épuisement déclenche la transformation des formes de multiplication de *Nosema* en spores. Il est intéressant de noter que deux types de spores sont produites :

- Des spores matures, à paroi épaisse, qui sont libérées dans l'intestin par la destruction de la cellule parasitée. Elles seront ensuite dispersées lorsque l'abeille défèque.
- Des spores appelées immatures : leur paroi n'est pas aussi épaisse que celle des spores matures et ces spores se « dégoupillent » (germent) dans la cellule parasitée : le filament polaire qui est éjecté permet ainsi la contamination des cellules voisines et ainsi l'extension, de proche en proche, des lésions de la paroi digestive.

La multiplication de *Nosema* chez l'abeille infestée se fait ainsi rapidement et une abeille peut finir par héberger plusieurs centaines de millions de spores. Ces spores sont libérées avec les déjections de l'abeille, assurant la contamination d'autres abeilles. La boucle est bouclée.

Dans un prochain épisode, nous aborderons les conséquences de la nosérose pour l'abeille et pour la colonie. A suivre.

