

Sélection du comportement hygiénique pour la santé des abeilles

Par Marie Magnaudeix

Selon Marla Spivak



Voici une rencontre que les participants aux Journées d'Etudes de Caussens ne sont pas prêts d'oublier en la personne de Marla Spivak. Cette entomologiste de renom de l'université du Minnesota (prix Mac Arthur en 2010 - www.beelab.umn.edu) a l'art et la manière de décortiquer des mécanismes complexes et d'œuvrer pour le transfert de technologie auprès des apiculteurs américains. Jugez en par vous-même avec son programme de sélection visant à élever une lignée d'abeille « Minnesota Hygienic » mené pendant 14 ans, de 1994 à 2008.

Comment les abeilles se protègent ?

Si la question est des plus simple, les réponses divergent en fonction des axes de recherche.

Pour Marla Spivak, chaque abeille possède un système immunitaire qui repose sur des principes de défenses comportementaux, tels l'épouillage ou le comportement hygiénique, mais il ne faut pas oublier que l'ensemble de la colonie possède également un système immunitaire collectif. Marla Spivak considère qu'il est plus fort que la somme des capacités propres de chaque abeille. Au niveau individuel, il est, entre autres, basé sur les défenses anti-microbiennes activées par la récolte de résines d'origine végétale.

Ces recherches ont donc porté sur ces deux niveaux ; l'immunité individuelle et l'immunité plus globale au niveau de la colonie. Voici ses propos concernant le premier niveau.

Définition du comportement hygiénique

Le comportement hygiénique a été défini aux USA dans les années 1930 comme « la capacité des abeilles à détecter et nettoyer le couvain malade avant que la maladie ne se propage » (Park et al 1938, Woytowitz, 1942, Rothenbuhler 1964).

C'est une défense comportementale. Cette capacité est connue contre la loque américaine et la mycose entraînant le couvain plâtré.

Les abeilles ne sont pas résistantes à la maladie, mais leur comportement leur permet de nettoyer la colonie de la maladie.

Marla Spivak considère que ce comportement est aussi une défense contre le varroa en détectant et nettoyant les nymphes parasitées à l'intérieur des cellules operculées après le début de la ponte de la femelle varroa fondatrice (soit 72h).

Les abeilles arriveraient alors à déceler le moment où le varroa commence à s'alimenter sur la nymphe, en détectant la blessure occasionnée.

Les lignées « Minnesota » sont capables de réaliser ces détections, ainsi que d'autres lignées (ex : présentation des abeilles VSH par Jeffrey Harris aux Journées d'Etude de Doucier en 2011).

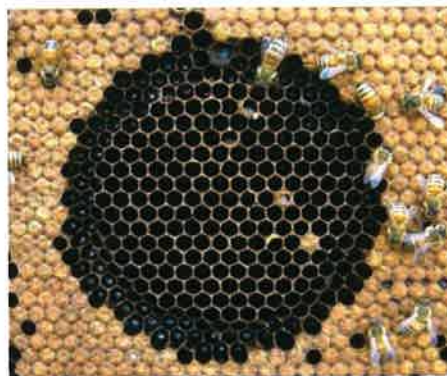
Sa méthode pour détecter ce comportement

Marla Spivak se base sur le test hygiénique du couvain congelé : elle utilise 400ml d'azote liquide pour tuer 160 nymphes matérialisées par un morceau de tuyau pvc. Le test est à réaliser sur du couvain qui n'est pas prêt à émerger, mais plutôt en milieu de cycle (cf. photo 1). La vitesse de nettoyage du couvain mort est directement liée à la capacité de détection des abeilles.

Il est important de se rendre compte que ce comportement est continu dans la ruche, mais il y a des colonies qui nettoient en 24h et d'autres en beaucoup plus de temps, d'où la nécessité de bien caler le temps d'intervention et de faire le test sur toutes les colonies en même temps.

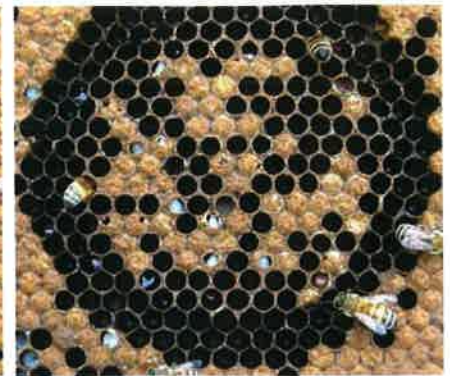
Ce test est répété deux fois pour vérifier les résultats, peu importe le délai, mais il est préférable de le réaliser hors miellée,

Résultats test de comportement hygiénique



Hygiénique "Rapide"

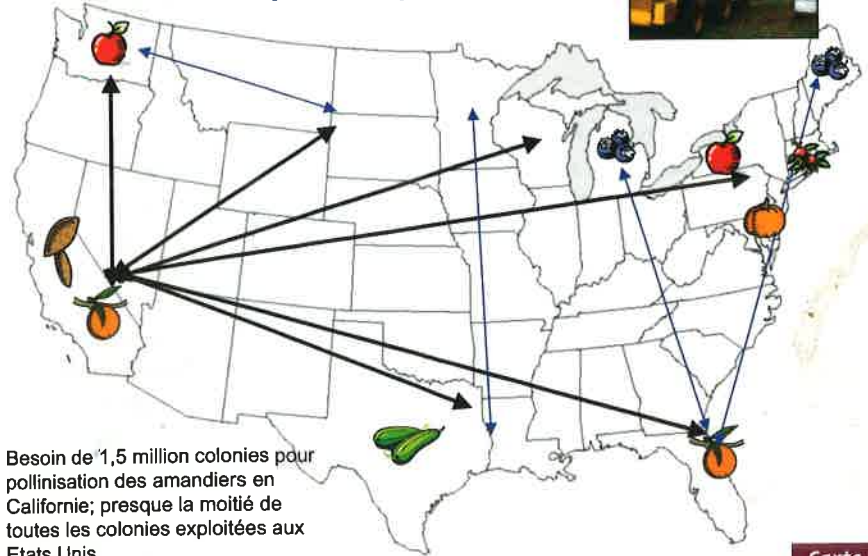
>95% nettoyé en 24h
Souche potentielle



Hygiénique "Lent"

Photo 1

Principales itinéraires de transhumance pour la pollinisation



Besoin de 1,5 million colonies pour pollinisation des amandiers en Californie; presque la moitié de toutes les colonies exploitées aux Etats Unis

Carte 2

car à ce moment-là, toutes les colonies ont une plus forte capacité de nettoyage. Le seuil choisi est que plus de 95% des cellules doivent être nettoyées en 24 heures. La colonie devient alors une souche potentielle.

Le diable se cache dans les détails, ce qui peut expliquer que sous l'intitulé test hygiénique, on trouve de nombreuses variantes n'aboutissant pas au même résultat. Par exemple, elle indique que le test à l'aiguille peut être utilisé, mais que le temps de lecture doit être de seulement 8 heures.

Critères de sélection, dans un contexte de travail extrême

Le laboratoire de Marla Spivak est basé dans le Minnesota, l'une des régions en tête en terme de production de miel aux Etats-Unis. Les apiculteurs professionnels (hors petits apiculteurs possédant 200 colonies) transhument tous sur des distances gigantesques (cf. carte 2).

Les hivers sont très froids dans cette région, les colonies hivernent donc dans le Sud (Texas, Floride, Californie) avant de repartir pour une traversée longitudinale de tous les états et assurer la pollinisation des fameux champs d'amandiers.

La pratique de l'élevage de reine, quant à elle, est plutôt cantonnée en Californie et dans les états du Sud (sous forme de reines et paquets d'abeilles).

C'est donc peu dire que les mouvements sont importants avec leur lot de transmission de maladies et de régime alimentaire carencé pour des colonies poussées à bout.

Marla Spivak a intégré ces particularités dans son programme. Elle a choisi une évaluation continue des colonies sur les critères de sélection suivants:

- 1- Production de miel
- 2- Qualité de l'hivernage

- 3- Bon démarrage au printemps
- 4- Douceur
- 5- Comportement hygiénique
- 6- Confirmation : résistance aux maladies et acariens

Elle insiste sur le fait que le critère « production de miel » est très important à prendre en compte dès le début du programme de sélection, ce qui n'avait pas été fait sur les premières lignées VSH. Le démarrage de l'expérimentation s'est fait avec 10 sous-lignées², avec un minimum de 10 colonies par sous-lignée et une base génétique diversifiée.

A ce titre, chaque année, 20 reines sont achetées provenant de Californie, Georgie ou Vermont. Elles sont évaluées pendant une année sur leur production de miel et leur comportement par rapport à varroa, avant d'être sélectionnées comme souches.

Le pedigree de toutes les reines est bien sûr tracé et les reines sont également clippées pour plus de sécurité.

Toutes les reines en testage sont inséminées avec 8µl de sperme par reine, issus de 10 mâles provenant tous de la sous lignée.

Ces mâles sont prélevés le matin à 11h sur les cadres de rives. Tous les mâles de toutes les colonies, y compris ceux de la colonie dont la reine va être inséminée est issue. Ce sperme est mélangé et

un prélèvement aléatoire est employé. Après insémination, la reine est conservée dans les nucs à 5 cadres munis d'une plaque métallique d'identification.

Pendant l'été, les reines sont évaluées et après validation, elles sont introduites dans une colonie plus grande pour passer l'hiver, soit presque six mois. Un tiers de ces reines sont toutefois transhumées dans le sud du Texas pour s'assurer un échantillon de survie.

Pour les besoins de l'étude, une lignée « non hygiénique » a été maintenue, non sans difficulté, mais permettant un comparatif efficace (cf. photo 1).

Les mécanismes en jeu dans le comportement hygiénique

En marquant les abeilles dès leur émergence et en les soumettant à différents tests olfactifs, l'équipe de Marla Spivak a découvert que toutes les abeilles avaient la capacité de détecter, grâce à leur odorat, des signaux olfactifs émis par le couvain infesté ou malade. La différence se situe au niveau du seuil de détection et de la rapidité d'action.

Les abeilles hygiéniques rapides détectent et nettoient du couvain malade ou infesté de varroas à des niveaux de stimulus olfactifs plus bas que les abeilles hygiéniques lentes, ce qui fait que l'agent pathogène est déjà infectieux pour ces colonies-là.

1) "Mécanismes de résistance des abeilles à Varroa selon J. Harris" par JF. Odoux (Info-Reines n°97, pages 10 - 12) et « La sélection pour la résistance à Varroa selon J. Harris » par S. Dugué et O. Verjus ((Info-Reines n°97, pages 13 - 15).

2) Souche « Starline » : lignée sélectionnée à partir d'Apis mellifera ligustica

Marla Spivak précise que le couvain de colonies fortement hygiéniques peut prendre un aspect mosaïque de manière temporaire, le temps pour les abeilles de nettoyer le couvain malade ou infesté (Arathi et al. - 2001 ; Arathi & Spivak - 2006, Gramacho & Spivak - 2003; Masterman et al. - 2001; Spivak et al. - 2003 ; Swanson et al. - 2009).

Vérification de la sélection « Minnesota Hygienic » sur la santé des abeilles

Plusieurs tests comparatifs ont été mis en place afin de vérifier que la sélection du comportement hygiénique n'avait pas d'impact négatif sur la santé des abeilles.

À ce titre, un cadre infesté de loque américaine a été introduit dans les colonies avec comptage du couvain malade chaque semaine et suivi de la production de miel. Dans la même optique le suivi des mycoses a été réalisé. Les résultats sont probants (cf. graphique 3).

La lignée hygiénique n'est pas exempte de la maladie mais les abeilles sont capables de faire reculer celle-ci.

Cette démarche ne semble pas avoir été testée sur les lignées VSH.

La deuxième expérimentation a porté sur l'introduction directe du varroa dans les cellules, 4 à 6 heures après

l'operculation. Ces cellules sont marquées sur un calque et un comptage journalier des nymphes nettoyées est opéré (cf. graphique 4).

Le taux de nettoyage du couvain infesté est toujours supérieur chez les colonies hygiéniques et on note même un nettoyage des cellules de contrôle, mais certaines années (1995), ces lignées n'ont pas nettoyé le couvain à des niveaux élevés. Aucune explication par rapport à ce phénomène n'a été trouvée.

De la recherche appliquée à la création des Tech Transfer Teams

Les résultats étaient suffisamment motivants pour que l'équipe de Marla décide de lancer un test de comparaison grande échelle entre la lignée « Minnesota Hygienic » et les lignées italiennes utilisées par les apiculteurs professionnels transhumants.

Pour ce faire, elle a fourni des reines inséminées à ces apiculteurs qui les ont testées sur plusieurs années. Les colonies sélectionnées produisaient autant sinon plus de miel que les colonies des apiculteurs et avaient moins de maladies et un taux d'infestation varroa plus bas (Spivak and Reuter, 1999, 2001; Ibrahim et al., 2007 - J. Econ. Entomol; Apidologie) Puis en 2008, trois apiculteurs (chacun possédant de 2500 à 4000 colonies)

les ont utilisées comme souches avec une fécondation naturelle. Lors de leur retour au Minnesota en mai-juin, 100 à 200 colonies par exploitation ont été testées pour évaluer leur comportement hygiénique.

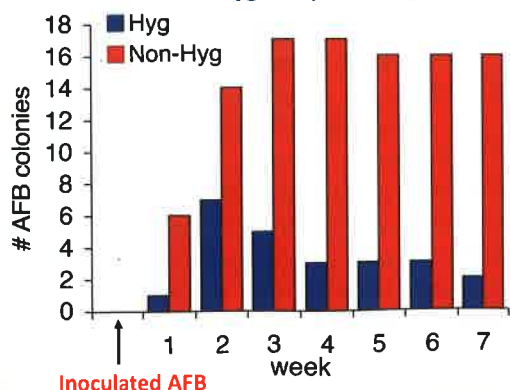
Avec cette fois-ci deux niveaux d'interprétation des tests : un niveau rigide et un niveau souple.

Les résultats indiquent qu'un peu plus d'un tiers seulement des colonies provenant des souches « Minnesota Hygienic » passent le test rigide, mais bonne nouvelle, leurs filles, représentées par les colonies des trois apiculteurs ont des résultats proches. On estime donc qu'il y a une reproductibilité des résultats chez les apiculteurs, avec la persistance du caractère en F2. Cependant il a été montré qu'il est nécessaire de bénéficier de mâles hygiéniques lors de la fécondation naturelle à hauteur de 50% minimum pour obtenir ces résultats.

Fin de l'histoire ? Pas du tout. C'était sans compter sur la volonté de Marla d'encourager les apiculteurs à sélectionner sur leurs exploitations en les aidant par la mise en œuvre de nouvelles technologies.

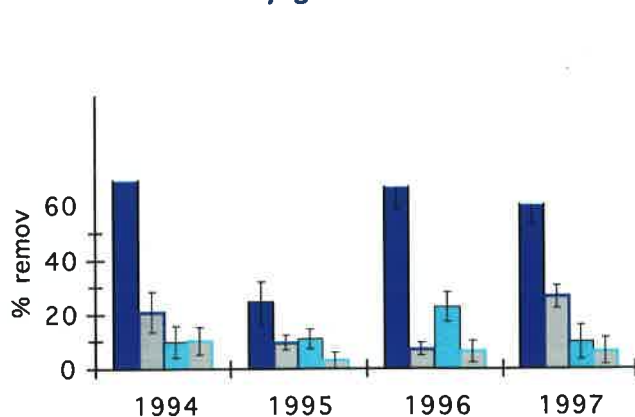
Cette vision novatrice a conduit à la création des « tech transfer teams ». Une initiative qui mérite amplement d'être développée dans un prochain article en espérant que celui-ci sera source d'inspiration pour nos chercheurs.

Les colonies hygiéniques ont nettoyé davantage de couvain infecté à la loque américaine que colonies non-hygiéniques



Spivak and Reuter, 2001

Taux de nettoyage de couvain infesté



Spivak, 1996 Apidologie; Spivak and Gilliam, 1998

Graphique 3

Graphique 4