



SMR ou VSH ? enfin expliqué

Voici plusieurs années, Harbo & Harris avaient sélectionné des abeilles sur base du SMR, ce comportement particulier qui limite fortement la reproduction des varroas dans les colonies.

Comment expliquer ce comportement ? Nous avons dû attendre 2006 pour qu'Ibrahim et Spivak lui apportent une explication et la publient dans *Apidologie*. Voici comment ils ont pu trouver l'explication.



Marla SPIVAK

Marla Spivak est bien connue depuis 1993 pour son travail de sélection d'abeilles hygiéniques (HYG) avec des tests de congélation de couvain à l'azote liquide (HYG est la dénomination pour hygiénique simple, c'est-à-dire des colonies qui enlèvent les nymphes malades ou mortes). Début des années 2000, Spivak reçoit des reines SMR de chez Harbo et décide de faire un test à l'azote pour vérifier le comportement d'hygiène de ces abeilles SMR - test illogique, pourrait-on dire, car un esprit cartésien n'en attendrait rien... À sa grande surprise, elle a trouvé que ces abeilles SMR nettoyaient la zone congelée avec 98 % d'efficacité. C'était vraiment bizarre car Harbo n'avait JAMAIS sélectionné sur ce caractère, il avait seulement sélectionné sur des abeilles qui réduisent le taux de reproduction des varroas (pensait-il), mais sans jamais expliquer réellement le phénomène SMR.



Adulte varroa se nourrissant de l'hémolymphe de la nymphe

Scott BAUER (K8541-13) - photo extraite de *Agricultural Research*, octobre 2005, p. 8-9

À la suite de ce test, Spivak a émis l'hypothèse que ces abeilles SMR étaient capables de détecter des nymphes infestées par des varroas femelles initiant leur oviposition (la ponte) et ensuite d'éliminer ces nymphes infestées, alors qu'elles n'éliminent pas les nymphes infestées par des varroas incapables de se reproduire (pas d'oviposition).

Voici comment Spivak a vérifié son hypothèse. Elle s'est posé 3 questions :

Première question : est-ce que les abeilles SMR ou HYG enlèvent préférentiellement des nymphes infestées par des varroas en provenance de colonies SMR ou HYG ?

Expérience :

À l'aide de sucre glace, elle décroche des varroas femelles sur des colonies SMR ou sur des colonies HYG : ce sont donc des varroas ori-SMR et des varroas ori-HYG (ori pour origine), et elle les récolte. Elle greffe ensuite 40 varroas ori-SMR et 40 varroas ori-HYG dans du couvain d'une colonie SMR et d'une colonie HYG. On a donc quatre tests.

Résultat :

Spivak observe que les colonies SMR enlèvent 80 % des nymphes infestées avec des varroas ori-HYG et 84 % des nymphes infestées avec des varroas ori-SMR. Les colonies HYG ont enlevé 61 % des nymphes infestées avec des varroas ori-HYG et 65 % des nymphes infestées avec des varroas ori-SMR.

CONCLUSION

La colonie d'origine des varroas a peu d'importance, par contre Spivak a bien démontré que les abeilles adultes SMR

enlèvent les nymphes infestées avec une plus grande efficacité que les abeilles adultes HYG !

Deuxième question : les abeilles SMR enlèvent-elles préférentiellement des nymphes infestées par des varroas donnant une progéniture (varroas reproductifs) par rapport aux varroas ne donnant pas de progéniture (varroas non reproductifs) ?

Expérience :

Pour répondre à cette question, Marla Spivak a observé les varroas sur les nymphes infestées « restantes » mais « après nettoyage » par les colonies SMR ou bien HYG. Ceci a été fait par observation sous binoculaire à un moment tel que la descendance varroa soit visible : on enlève la nymphe infestée et on fait le décompte des membres de la famille varroa présents dans la cellule (la mère fondatrice, le fils et les filles dont on constate les différents stades de développement). Spivak a ainsi pu enregistrer la fertilité (a) et le nombre de filles viables produites (b).

Résultat :

Pour les nymphes non nettoyées dans les colonies SMR, Spivak a observé 63 % de femelles varroa ayant pondu au moins un œuf (a) et, parmi celles-là, seulement 4 % ayant généré au moins une fille viable (b).

Pour les nymphes non nettoyées dans les colonies HYG, Spivak a observé 85 % de varroas ayant pondu au moins un œuf (a) et 27 % de varroas ayant généré au moins une fille viable (b). Il ne faut pas oublier que les femelles viables copulent déjà avec leur frère dans la cellule avant que la nymphe n'écloze.



CONCLUSION

Spivak a démontré que les abeilles SMR enlevaient préférentiellement des nymphes infestées par des varroas initiant l'oviposition (la ponte) plutôt que des nymphes infestées par des varroas qui ne pondent pas.

Troisième question : le succès reproductif des varroas est-il influencé par le fait de la seule présence des abeilles SMR ou HYG qui détectent et nettoient ou bien y a-t-il aussi un effet du couvain lui-même ?

Expérience :

Pour répondre à cette question, Spivak a procédé comme dans la seconde question en étudiant les familles de varroas dans du couvain d'origine SMR ou HYG, mis à part le fait que le couvain, dès operculation, a été laissé en incubateur et donc aucune action de nettoyage n'a été possible. De ce fait, la différence se situe exclusivement au niveau du couvain.

Résultat :

Pour les nymphes venant des colonies SMR, Spivak a observé 64 % de varroas ayant pondu au moins un œuf (a) et seulement 6 % ayant généré au moins une femelle viable (b).

Pour les nymphes venant des colonies HYG, Spivak a observé 77 % de varroas ayant pondu au moins un œuf (a) et 11 % ayant au moins une femelle viable (b).

CONCLUSION

Par cette expérience, Spivak a ainsi pu démontrer que le couvain SMR élevait significativement moins de varroas donnant au moins une femelle viable (6 %) par rapport au couvain HYG (11 %).

Tous ces essais débouchent sur une nouvelle explication. Le comportement SMR qui avait été observé n'est donc qu'une conséquence d'un comportement hygiénique et, en fait, les abeilles SMR ont la capacité de détecter, à travers l'opercule, les nymphes infestées par des varroas « reproductifs » (et pas les autres) et ensuite d'éliminer ces nymphes (donc empêchant le cycle de reproduction du varroa). Ibrahim & Spivak ont proposé une nouvelle appellation : VSH (pour « Varroa Sensitive Hygienic ») pour remplacer le terme SMR. Cependant, pour éviter toute confusion, nous avons gardé le terme SMR dans le texte.

Lorsque Harbo & Harris ont pris connaissance de la découverte d'Ibrahim & Spivak, ils ont effectué une nouvelle expérience pour vérifier de manière pratique ces nouvelles conclusions.

Voici ce qu'ils ont fait

Expérience :

Ils ont pris des cadres de couvain fermé et infesté de varroas au départ de colonies non-SMR (appelées « wild », sauvages) et les ont transférés (coupés en deux) dans des colonies SMR ou dans des colonies wild (colonies témoins).

Après 7 à 9 jours, Harbo & Harris ont mesuré ce qui suit dans les colonies SMR et wild sur les cadres infestés introduits dans les colonies SMR ou wild :

- le taux de cellules infestées par des varroas (a)
- le taux de varroas donnant au moins une fille viable (varroas reproductifs) (b)
- le taux de varroas n'ayant pondu aucun œuf (varroas non reproductifs) (c)

Résultat après 7- 9 jours :

- (a) le taux de cellules infestées des cadres introduits était de 2 % dans les colonies SMR et 9 % dans les colonies wild ;
- (b) le taux de varroas donnant au moins une fille viable dans les cadres introduits était de 20 % dans les colonies SMR et 71 % dans les colonies wild.
- (c) le taux de varroas n'ayant pondu aucun œuf dans les cadres introduits était de 1.2 % dans les colonies SMR et 1.3 % dans les colonies wild.

CONCLUSION

Cette expérience a permis de vérifier sur le terrain les dires de Spivak comme quoi les abeilles SMR éliminaient préférentiellement les nymphes infestées avec un varroa reproductif. Les taux identiques en varroas non reproductifs des cadres introduits dans les colonies SMR ou wild ont permis de démontrer que les abeilles SMR ne touchent pas aux nymphes infestées seulement par un varroa non reproductif. Ceci suggère que les abeilles SMR « sentent - détectent au travers de l'opercule » le fait qu'un varroa a démarré sa ponte.

Renaud LAVEND'HOMME



Pour démontrer la sensibilité hygiénique à Varroa par les abeilles SMR, un cadre de couvain très infesté a été découpé en 2 morceaux. Chaque moitié a été placée dans une cage avec 2.000 abeilles pendant 24 h. A gauche : les abeilles témoins ont enlevé seulement 12 nymphes et désoperculé 19 nymphes (33% des cellules non operculées étaient infestées par le varroa), alors que les abeilles SMR, à droite, ont enlevé 215 nymphes et désoperculé 178 autres nymphes (90% des cellules désoperculées étaient infestées par des varroas).

Jeffrey HARRIS (D214-1) (D214-2) - photo extraite de *Agricultural Research*, octobre 2005, p. 8-9

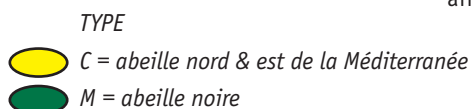


ADN MITOCHONDRIAL

Au cours de la reproduction, l'œuf est une cellule « complète ». Il contient tous les organites intracellulaires nécessaires à la vie, dont les mitochondries qui lui permettent d'utiliser l'énergie des sucres avec l'apport d'oxygène. Par contre, le spermatozoïde est en quelque sorte un « noyau » mis en mouvement par un « flagelle ». Il ne contient que de l'ADN dans sa tête. Autour du flagelle, des mitochondries alimentent de petits muscles. Au cours de la fécondation, seule la tête

pénètre dans l'œuf, le flagelle et les mitochondries sont rejetés. Dans l'embryon, on ne retrouvera donc que les mitochondries de l'œuf et donc de la mère.

Si on analyse l'ADN mitochondrial d'un organisme, on peut retrouver sa lignée maternelle car tous ont le même ADN mitochondrial que l'on écrit ADNmt. Par analyse de cet ADNmt, on a pu déterminer trois grandes familles d'abeilles : l'abeille noire (M), toutes les abeilles de la partie est de la Méditerranée (C) et les abeilles africaines (A).



Le type C concerne toutes les lignées italiennes, grecques, macédoniennes, carnica et banate.

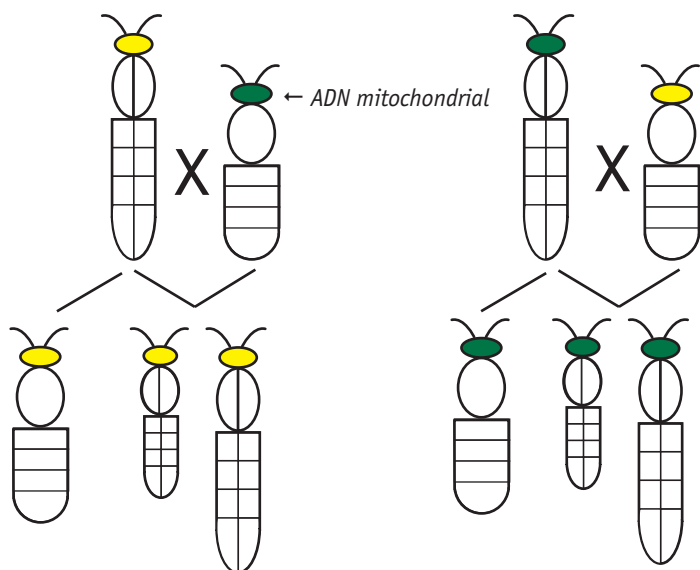


Fig. 7. L'ADN mitochondrial, du fait qu'il est transmis de la mère à tous ses fils et filles, permet de retrouver l'origine maternelle d'une lignée particulière. Cependant, il ne peut préjuger des différents croisements que cette lignée a pu subir au cours de son histoire, ces croisements ayant parfois profondément modifié son patrimoine nucléaire en laissant intact son ADNmt.

D'après « Principles of Bee Genetics » adapté d'une présentation de Tom Glenn au EAS meeting, Cornell University, août 2002
Original : <http://members.aol.com/queenb95/principles.html>
Adaptation en français par Pascal Boyard (F) pascal.boyard@tiscali.fr et Jean-Marie Van Dyck (B) jeanmarie@pedigreeapis.org

GLOSSAIRE

génome :

C'est l'ensemble du matériel génétique d'un individu ou d'une espèce. Les gènes ne constituent qu'une partie du génome. Celui-ci est constitué de molécules d'acides nucléiques : l'ADN et l'ARN. (fr.wikipedia.org)

chromosome :

C'est un élément microscopique très coloré sous le microscope (du grec « chroma », couleur et « soma », corps, élément). Il est constitué d'une molécule d'ADN et de protéines. On trouve les chromosomes sous la forme d'un écheveau dans le noyau des cellules eucaryotes. Quand les cellules se divisent, ils prennent la forme de bâtonnets.

diploïde :

Mot venant du grec : « diplous », double et « eidos », en forme de. Chez les organismes eucaryotes, une cellule diploïde contient deux jeux de chromosomes. Cela s'oppose à haploïde (un seul jeu), triploïde (trois jeux), tétraploïde (quatre jeux), etc.

allèle :

ce terme signifie une version particulière, une variante d'un gène au sein d'une espèce. Des allèles différents déterminent souvent des caractères héréditaires différents. Par exemple, les couleurs bleue et marron des yeux sont deux allèles différents pour le gène de la couleur de l'œil.

homozygote :

Homozygote signifie que l'abeille hérite du même allèle, et de sa mère, et de son père. Hétérozygote signifie que l'abeille possède l'un des allèles et est ainsi porteuse d'un gène de ce caractère. Dans ce cas, si le caractère est récessif, il n'est pas exprimé et reste invisible. Par contre, si le caractère est dominant, il est exprimé, mais dans ce cas, on ignore si l'on est en présence d'un individu homo- ou hétérozygote.

Un gène est fixé dans une population quand tous les individus possèdent les mêmes allèles pour ce gène.

in silico :

En accord avec in vivo, dans le vivant lui-même, in vitro, par l'expérience de labo, et la Silicon Valley, cela signifie « simulation par ordinateur ».