



1

Photo 1 - La reine d'*Apis mellifera* sp. constitue la principale voie de transmission transgénérationnelle des virus. Photo : ©Adobe Stock

Faut-il changer les reines chaque année ?

Les chercheurs américains commencent toutes leurs publications par l'évaluation du service rendu par « l'abeille domestique » : quinze milliards de dollars pour la pollinisation annuelle d'un bon nombre de productions agricoles. Ils précisent que ce service risquerait d'être rapidement insuffisant si la mortalité des colonies continue à se maintenir au taux de 50 % et poursuivant leur raisonnement, ils en viennent à proposer un changement des reines annuel, voire bisannuel, afin d'assurer la continuité du service. Pour comprendre les raisons de cette suggestion, nous aborderons les problèmes de santé des faux bourdons puis ceux des reines.



Texte

Gilles Grosmond

Vétérinaire et formateur, Gilles Grosmond s'efforce de comprendre les mécanismes fondamentaux du monde vivant pour lui appliquer le concept One Health dans les solutions alternatives qu'il propose.

Le cycle de vie des faux bourdons : un parcours semé d'embûches

Première période : de la ponte à la naissance

Les faux bourdons émergent environ 24 jours après la ponte avec 1,7µgramme de sperme, soit environ 3 à 10 millions de spermatozoïdes dans les vésicules séminales. Les spermatozoïdes apparaissent au cours de la dernière semaine de la vie nymphale alors que le futur faux bourdon est

emprisonné dans une alvéole dont les parois sont imprégnées de pesticides agricoles ou apicoles. L'expérience montre que les traitements thermiques des cires ne détruisent pas les résidus d'Amitraze ou de ses molécules filles ainsi que ceux du fluvalinate.

L'élevage de faux bourdons dans des alvéoles recouvertes de cire vierge ou de cire imprégnée de fluvalinate ou d'amitrazé à des taux comparables à ceux des cires du commerce, font apparaître les résultats suivants¹ (tableau 1).

De nombreuses publications rapportent les mêmes résultats : les pesticides présents dans les cires n'affectent pas le volume et le nombre de spermatozoïdes présents dans les vésicules séminales mais ils altèrent sérieusement leur viabilité qui en moyenne n'excède guère plus de 6 mois dans la spermathèque de la reine (durée normale environ 3 ans et plus).

Deuxième période : de la naissance à la fin de vie

Au cours de la semaine qui suit sa naissance, le faux bourdon développe ses glandes à mucus dont la sécrétion assure une meilleure conservation des spermatozoïdes dans les vésicules séminales. Au cours de la deuxième semaine le faux bourdon par des vols de reconnaissance développe sa capacité de vol et se prépare pour le vol nuptial. Cette période est fortement dépendante de la quantité et de la qualité du pollen disponible pour l'alimentation des faux bourdons.

Afin de bien maîtriser le rôle des faux bourdons, leur élevage doit débiter quarante jours avant celui des reines sur des cadres à mâles ou à jambage.

Autres facteurs de risques

Le sperme, même d'excellente qualité, demeure un bien précieux et fragile, en particulier vis-à-vis de la température ambiante. Une exposition à 4°C pendant deux heures ou à 40°C pendant 24 heures diminue considérablement la viabilité des spermatozoïdes, conditions qui peuvent se produire pendant la période de transhumance même à l'intérieur de la spermathèque des reines^{2,3} (voir tableau 2).

Enfin même chez les faux bourdons de qualité, l'âge n'arrange rien à l'affaire puisque leur capacité musculaire diminue ainsi que la viabilité de leurs spermatozoïdes. Au-delà de 30 jours le sperme des faux bourdons devient plus visqueux, plus sombre et la viabilité des spermatozoïdes beaucoup plus limitée.

Le faux bourdon, un acteur important de la transmission virale

Les éjaculats des faux bourdons ont été particulièrement analysés en PCR au cours de la réalisation des doses d'insémination artificielle⁴. (Voir tableau 3).

Le faux bourdon représente un acteur important de la transmission verticale directe des virus à laquelle peut s'ajouter une transmission vénérienne au moment de l'acte sexuel.

EN BREF

Les pesticides et acaricides accumulés dans les cires diminuent considérablement la viabilité des spermatozoïdes. Il n'est pas rare de constater des spermathèques vides au bout de 6 à 12 mois et des reines incapables de féconder leurs œufs.

Enfin le portage viral dans les éjaculats est un fait constant qui sans véritablement altérer la qualité des spermatozoïdes, condamne la descendance à une espérance de vie plus limitée.

Le cycle de la vie de la reine : un parcours très singulier

Cette singularité apparaît dès la ponte : les œufs déposés dans les cellules royales pèsent 13% de plus que ceux déposés dans les cellules d'ouvrières, les reines issues de ces œufs pèsent 258 mg contre 234 mg pour ceux issus des cellules d'ouvrières⁵. Cette différence est d'importance car elle implique un supplément de vitellus et probablement de mitochondries pour des capacités métaboliques amplifiées. Elle égratigne au passage la qualité des reines d'élevage qui apparaissent comme des reines de sauveté et pire encore lorsqu'elles sont issues de larves de 1 jour plutôt que d'œuf⁶. (Voir tableau 4 ci-contre et 5 page suivante).

	Nombre de spz	Viabilité des spz 18 jours après leur naissance
Alvéole couverte de cire vierge	4 x 10 ⁶	99,2 ± 0,2 %
Alvéole + cire avec 4,3 mg /100 g d'amitraz	3 x 10 ⁶	80,1 ± 1 %
Alvéole + cire avec 20,4 mg /100 g de fluvalinate ou 9,2 mg de coumaphos	3 x 10 ⁶	80 ± 2,8 %

Tableau 1 - Comparaison entre spz élevés sur des cires vierges et des cires imprégnées d'acaricides.

	Colonies non exposées	Colonies exposées
Viabilité des spz après 4°C pendant 2 heures	65 %	22 %
Viabilité des spz après 40°C pendant 24 heures	65 %	19 %

Tableau 2 - Sensibilité des spz aux écarts de température

DWV 84 %	ABPV 19 %	BQCV 14 %	SBV 2 %	AmFV 67 %
-------------	--------------	--------------	------------	--------------

Tableau 3 - Virus présents dans les éjaculats

	Œuf	Larve J1
Poids du corps (mg)	198	163
Largeur de tête (mm)	3,68	3,58
Largeur thorax (mm)	4,10	3,78

Tableau 4 - Différences morphologiques entre reines issues d'un œuf ou d'une larve de J1.



	Colonie issue d'un œuf	Colonie issue d'une larve de J1
Couvain d'ouvrières	+ 34 %	
Couvain de mâles	+ 144 %	
Spz dans spermathèque	5 x 106	2,8 x 106
Rapports sexuels de la reine	18,6	15,6

Tableau 5 - Développement des colonies issues d'œuf ou d'une larve de J1.

La seconde singularité de la reine apparaît dans l'alimentation qu'elle reçoit et qui détermine directement sa morphologie et sa fonction. Jusqu'à l'operculation, la reine reçoit en permanence de la gelée royale alors que les ouvrières et les faux bourdons n'en reçoivent que pendant trois jours puis un mélange miel et pollen ou pain d'abeille.

La gelée royale contient de la royallactine qui, par sa protéine kinase S6, augmente la taille corporelle et la taille des ovaires de la future reine et par sa protéine kinase M.A.P. réduit son temps de développement à 16 jours contre 21 jours pour les ouvrières et 24 pour les faux bourdons. La gelée royale contient également de l'acide E-10 hydroxyl-décenoïque (10HDA) qui assure le développement des voies génitales de la reine.

Enfin, la gelée royale contient très peu d'acide p-coumarique, beaucoup plus présent dans le miel et le pollen distribués aux larves d'ouvrières, qui bloque le développement des ovaires des ouvrières tout en stimulant leurs fonctions de détoxification et d'immunité⁷. La différenciation entre reine et ouvrière est un formidable exemple de développement contrôlé par l'épigénétique.

PORTAGE VIRAL DES REINES

- KBV = 2 %
- CBPV = 25 %
- SBV = 20 %
- BQCV = 50 %
- IAPV, VdV1, DWV ≈ 100 %

Tableau 6 - Portage viral des reines.

Qualité des reines

Les garanties conventionnelles

Les apiculteurs slovènes très fiers des qualités de leur race carniolienne définissent le cahier des charges de leurs reines presque uniquement à partir de critères morphologiques. Plus largement, les qualités revendiquées par les producteurs de reines s'adressent d'abord à des comportements : docilité, tenue au cadre, absence d'essaimage, forte capacité de récolte, comportement VSH ou SMR... comportement dont on peut discuter la pertinence. Enfin, le contrôle d'une ponte importante et dense peut précéder l'acte de vente d'une reine comme le développement régulier sur 5 ou 6 cadres celle d'un essaim.

Les vices cachés

Rôle des pesticides et de *Nosema ceranae*

L'élevage des reines dans des cupules imprégnées de cire vierge ou de cire contenant des acaricides apicoles à des taux comparables à ceux de des cires du commerce révèlent :

- une durée de vie des reines plus courte pour les cires imprégnées,
- une diminution des sécrétions des glandes mandibulaires induisant un risque élevé de supersédure,
- une forte augmentation des marqueurs du stress oxydant subi par la reine⁸,
- une viabilité plus faible des spermatozoïdes dans la spermathèque.

Lors d'inoculation de *Nosema ceranae* à des larves de reine élevées dans des cupules imprégnées avec des acaricides, les mêmes effets sont constatés et très largement aggravés par une mortalité de plus de 50% des reines entre 15 et 45 jours après leur naissance⁹.

Rôle des virus

L'examen des ovaires des reines révèle la présence de virus dans le tissu ovarien¹⁰. (Voir tableau 6).

Cette présence presque constante dans le tissu ovarien permet de comprendre la transmission verticale de virus par la reine soit dans l'œuf soit à la surface de l'œuf, modalité 1000 fois plus importante que la précédente¹¹.

La reine constitue la principale voie de transmission transgénérationnelle des virus. Ce constat permet de mieux comprendre la durée de vie très brève, parfois 2 à 3 mois, des essaims vendus dans le commerce. Il devient urgent de proposer un cahier des charges définissant une qualité sanitaire a minima, obligatoire pour toute vente de cheptel apicole comme elle l'est pour toutes les autres espèces animales. Cette règle pourrait exiger la présence

maximale de trois pathogènes qu'il s'agisse de virus, de *Nosema ceranae*, de Loque américaine ou de Crithidia. Il a été démontré que tous ces pathogènes altèrent gravement la santé des abeilles, sans symptômes apparents et plus encore lorsqu'ils sont présents simultanément. Ces pathogènes ne devraient pas dépasser chacun un niveau de présence potentiellement à risque. Ce niveau pourrait être défini par le nombre de particules virales /abeille ou par le nombre de cycles thermiques ayant conduit à la quantification du pathogène par PCR.

Quelles solutions retenir ?

Il existe des mesures incontournables et d'autres plus théoriques. L'arrêt de l'usage de certains acaricides apicoles à teneur résiduelle élevée dans les cires et la réduction des populations virales constituent un préalable incontournable. Certains jugeront ces objectifs déjà impossibles à atteindre... La deuxième étape pourrait suggérer une meilleure écoute des besoins fondamentaux de l'abeille : essaimage, prélèvements en miel et en pollen respectueux des besoins de la colonie. La troisième étape éviterait toutes les situations de maltraitance des abeilles; fabrication des paquets d'abeilles, transhumance excessive, récolte au souffleur, etc.

Et si malgré ces efforts incontournables, nous devons tolérer un renouvellement sur 10% du cheptel (à comparer au 50% ou parfois 100% actuellement), la division après avoir constaté la présence naturelle ou provoquée de cellules royales pourrait suffire à ce renouvellement.

EN BREF

Comme pour les faux bourdons, les reines connaissent d'énormes difficultés de résilience du fait des acaricides apicoles et du portage de pathogènes auxquels s'ajoute la technique de production des reines.

Enfin il me paraît légitime de s'interroger sur l'opportunité à enseigner l'élevage des reines alors qu'il s'agit d'une mauvaise réponse à une bonne question, la priorité restant l'enseignement des principes fondamentaux qui garantissent la santé des colonies.

Et comme le monde apicole est très divers, certains jugeront cette dernière mesure excessive et d'autres insuffisante.

Références bibliographiques

1. Fisher A., Rangel J.- *Exposure to pesticides during development negatively affects honey-bee (Apis mellifera) drone sperm viability* - PLoS One 2018.
2. 3. Pettis J.S., Rice N., Joselow K., vanEngelsdorp D., Chaimanee V. - *Colony Failure Linked to Low Sperm Viability in Honey Bee (Apis mellifera) Queens and an Exploration of Potential Causative Factors* - Febr. 10 2016 - PLoS One - 11(5): e0155833.
4. Prodělalová J., Moutelíková R., Titěra D. - *Multiple virus infections in western honeybee (Apis mellifera L.) ejaculate used for instrumental insemination* - 29 March 2019.
5. Les belles histoires de l'oncle Simonpierre - *Reine et ouvrière ne sont pas vraiment parties du même œuf* - Abeilles et Fleurs n°819 - Octobre 2019.
6. Rangel J., Keller J.J., Tapy D.R. - *The effects of honey bee (Apis mellifera L.) queen reproductive potential on colony growth* - 20 Nov. 2012.
7. Mao W., Schuler M.A., Berenbaum M.R. - *A dietary phytochemical alters caste-associated gene expression in honey bees* - 28 August 2015.
8. Walsh, E. M., Janowiecki, M. A., Zhou, K., Ing, N. H., Vargo, E. L., and Rangel, J. *Elevated mating frequency in honey bee (Hymenoptera: Apidae) queens exposed to the miticide amitraz during development.* 2020 Ann. Entomol. Soc. Am. 20, 1-7. doi: 10.1093/aesa/saaa041.
9. Dussaubat C., Maisonnasse A., Crauser D., Tchamitchan S., Bonnet M., Cousin M., Kretzschmar A., Brunet J-L., Le Conte Y. - *L'effet conjugué pesticide-parasite affecte la physiologie et la survie des reines d'abeilles (Apis mellifera)* - LSA n°277 -1-2/2017.
10. Provost B. - Montpellier SupAgro - *Agents infectieux et qualités physiologiques et reproductrices des reines : identification de marqueurs sanitaires et physiologiques indicateurs de la qualité de la reproduction.*
- 11- Amiri E., Kryger P., Meixner M.D., Strand M.K., Tapy D.R., Rueppell O. - *Quantitative patterns of vertical transmission of deformed wing virus in honey bees* - PLoS One - March 29, 2018.



Photo 1 - Dégénérescence apicale

Photo 2 - Foyer infectieux avec nodules

Bertille Provost, Montpellier SupAgro. Agents infectieux et qualités physiologiques et reproductrices des reines : identification de marqueurs sanitaires et physiologiques indicateurs de la qualité de la reproduction.