

La sélection assistée de marqueurs moléculaires au profit des apiculteurs canadiens

L'abeille domestique est une espèce à l'immense potentiel d'adaptation qui est retrouvée dans toutes sortes d'environnements et de climats. L'abeille et l'apiculteur évoluent dans un monde en perpétuel changement : cultivars et pratiques agricoles, nouveaux parasites et prédateurs de l'abeille, changements climatiques bouleversant le cours des saisons, etc. L'abeille comme l'apiculteur doivent modifier leurs comportements pour faire face à la danse. Dans ce Buzz printanier, j'aborde le thème trop souvent démonisé de la sélection moléculaire comme allié de l'apiculture dans la lutte à la survie de l'abeille. Je vous présente ici les résultats de l'étude canadienne suivante :

Bixby, M., Baylis, K., Hoover, S. E., Currie, R. W., Melathopoulos, A. P., Pernal, S. F., Foster, L. J., and Guarna, M. M. (2017). A bio-economic case study of Canadian honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies: Marker-assisted selection (MAS) in queen breeding affects beekeeper profits. *Journal of economic entomology*, 110(3), 816-825.

Reproduction sélection classique vs sélection assistée de marqueurs

Une des méthodes utilisées afin de réduire les pertes de colonies d'abeilles domestiques annuelles, d'augmenter la productivité et la résistance aux maladies et pathogènes est la reproduction sélective de certains traits ou caractères d'intérêts chez l'abeille. La reproduction sélective ou l'élevage sélectif est utilisé par un nombre restreint d'éleveurs de reines qui choisissent les traits à reproduire en se basant principalement sur des **tests comportementaux en champs (field-assisted selection, FAS)**. Les principales limites de l'adoption de cette méthode sont les coûts et les ressources liés à la réalisation des tests. Le test hygiénique, par exemple, évalue efficacement le comportement de nettoyage de l'abeille, mais demande du temps, du matériel ainsi que des manipulations particulières.

Une alternative aux tests de comportement au champ est l'utilisation de diagnostics moléculaires, soit l'utilisation de marqueurs moléculaires qui sont en fait des séquences de protéines qui permettent d'associer ces séquences spécifiques à des traits d'intérêts comme la production de miel ou, au contraire, des traits non désirables chez l'abeille comme la susceptibilité aux maladies par exemple. C'est ce qu'on appelle **la sélection assistée de marqueurs moléculaires (marker-assisted selection, MAS)**. L'identification de ces marqueurs nécessite l'analyse d'un très grand nombre d'échantillons d'abeilles provenant de plusieurs colonies avant de pouvoir valider les marqueurs et les associer aux comportements d'intérêts.

La sélection MAS a le potentiel de fournir une pression de sélection plus rapide que la sélection traditionnelle de traits puisque la colonie n'a pas besoin d'être évaluée sur une année entière afin de déterminer si elle possède une bonne productivité en miel, un niveau intéressant de comportement hygiénique, une bonne force printanière pour la pollinisation, etc. L'analyse d'un échantillon composée de toutes les sous-familles d'abeilles formant la colonie possède le pouvoir

de répondre à ces questions une fois les bons marqueurs identifiés puisqu'une même analyse peut informer sur plusieurs traits à la fois.

Les colonies MAS évaluées en contexte commercial

Afin de valider l'utilisation de colonies MAS en industrie préalablement sélectionnées pour un fort comportement hygiénique, Bixby et collaborateurs ont mené une évaluation de plus de 400 colonies chez 12 apiculteurs différents de l'Ouest canadien. Chaque producteur a reçu 10 colonies MAS et 10 colonies benchmark (BEN) qui sont en fait des colonies témoins non sélectionnées. Toutes ces colonies ont été gérées de façon standard et les apiculteurs ont collaboré avec l'équipe de l'étude afin de récolter les données de prise de poids pour le miel ainsi que les données sur le varroa. Au moment de l'établissement des reines dans les colonies (mai-juin 2013), il n'y avait pas de différence entre les niveaux de varroas des colonies MAS ou des colonies témoins (**Figure 1**). Par contre au mois d'octobre de la même année, les colonies MAS présentent un taux d'infestation inférieur aux colonies non sélectionnées.

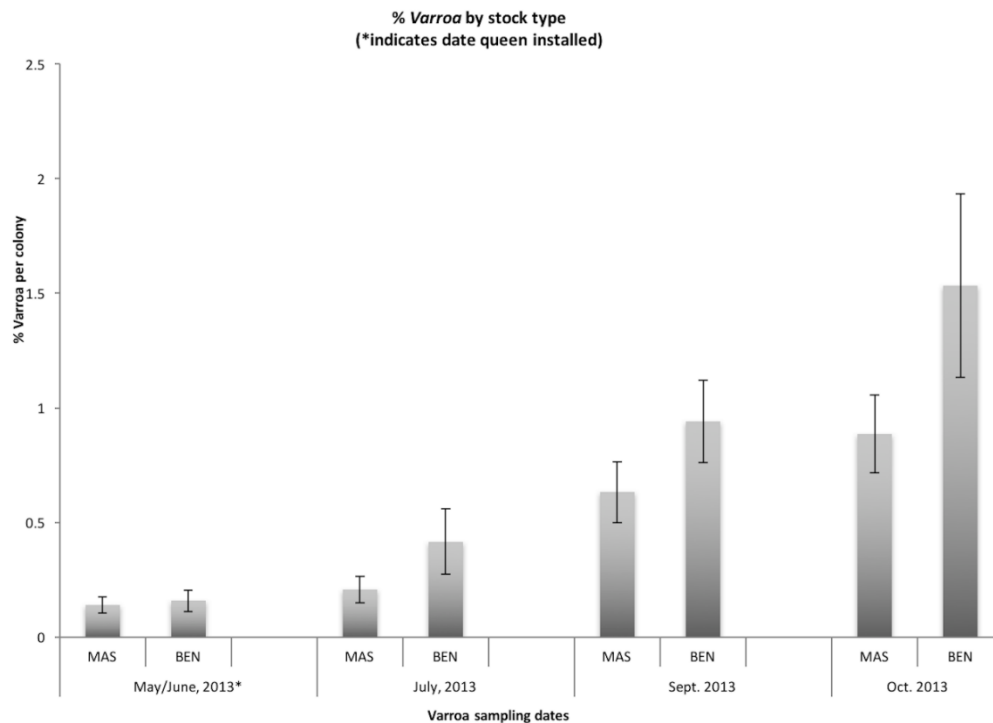


Figure 1. Pourcentage d'infestation des colonies sélectionnées pour un fort comportement hygiénique à l'aide de marqueurs moléculaires (MAS) et les colonies non sélectionnées témoins (BEN) tout au long de la saison apicole 2013.

Une préoccupation de l'industrie tout à fait légitime lors de l'utilisation d'outil de sélection visant un trait d'immunité sociale comme le comportement hygiénique est le possible compromis avec

des traits de productivité comme la production de miel. Les auteurs ont donc comparé la production de miel pour les colonies MAS et les colonies témoins chez chacun des producteurs et les résultats sont présentés à la figure 2. Chez 9 producteurs sur 11, aucune différence significative entre les 2 types de colonies n'a été détectée. Chez un producteur (#4), les colonies témoins ont produit davantage de miel alors que chez un autre (#11) les colonies MAS ont produit davantage.

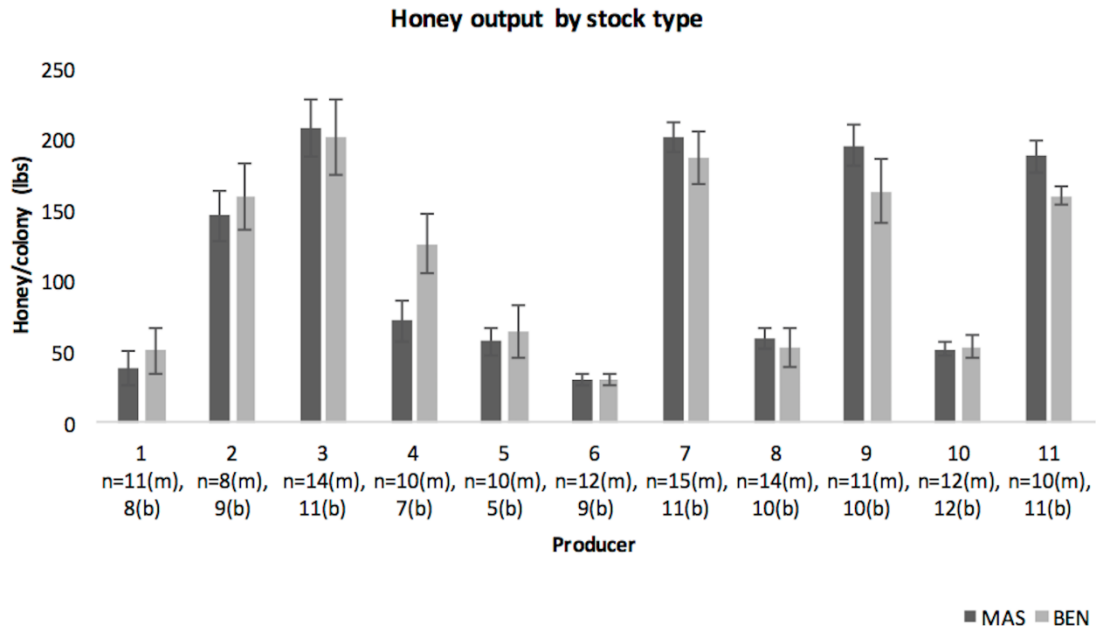


Figure 2. Quantité de miel moyenne récoltée par colonie (en lbs) pour les colonies sélectionnées pour le comportement hygiénique à l'aide de marqueurs moléculaires (MAS) et les colonies non sélectionnées témoins (BEN) pour les 11 apiculteurs participants.

Le calcul du profit par colonie

Les données récoltées dans les 400 colonies ont permis à Bixby et collaborateurs de créer une formule où le potentiel économique de l'utilisation de la sélection assistée de marqueurs moléculaires afin d'augmenter le niveau de comportement hygiénique est évalué. Cette étude de cas porte sur un apiculteur canadien moyen possédant un rucher de 40 colonies et qui souhaite y introduire des colonies MAS sélectionnées pour le comportement hygiénique.

Afin de calculer les profits générés, les critères suivants sont tenus en compte : colonie productrice de miel ou en pollinisation, infestation forte ou faible en varroa, dirigée par une reine hygiénique MAS ou non, colonie traitée ou non contre le varroa et si oui de quelle façon. Le profit de la colonie est calculé selon la quantité de miel pouvant être produite et le prix du miel, le possible revenu de pollinisation, la possibilité de mitiger la détérioration causée par le varroa (en fonction du taux de varroa initial), l'efficacité du traitement ainsi que la résistance innée de la

colonie au varroa. Les coûts moyens associés aux opérations et à la gestion des colonies sont également pris en compte.

La formule développée par Bixby et al. possède un paramètre de détérioration dans l'équation qui reflète les pertes engendrées par les conséquences d'une infestation en varroa non contrôlée et qui se traduit principalement en baisse de vigueur, de production de couvain et de miel (**Currie et Gatién 2006**). Dans cette étude de cas, le paramètre de détérioration permet de calculer la perte de productivité selon le niveau d'infestation en varroa et si la colonie est une colonie ayant été sélectionnée à l'aide de marqueurs moléculaires pour le comportement hygiénique (MAS) ou non. Les colonies avec reines non MAS n'ayant pas été traitées ont subi une perte de productivité de 15 % pour un niveau d'infestation de varroa de 2 % alors que pour un niveau d'infestation de 20 % les colonies ont subi une perte totale de productivité de 40 %. Pour ce qui est des colonies avec reines MAS sélectionnées pour un fort comportement hygiénique, il n'y a eu aucune perte de productivité pour une infestation en varroa de 2 % et une perte de 10 % pour un taux d'infestation de 20 %. Par contre, aucune colonie (MAS ou non MAS) avec des taux d'infestation en varroa de 20 % n'a survécu à l'été complet.

La **figure 3** montre le profit net réalisé par un apiculteur qui augmente le nombre de colonies MAS résistantes dans son rucher lorsque le taux d'infestation est de 2 %. L'apiculteur remplace d'abord les colonies les plus infestées en varroa par les colonies MAS résistantes. Selon les calculs, un rucher de 40 colonies MAS non traitées générera 210 % plus de profits qu'un rucher de 40 colonies non MAS non traitées. Le profit net fait par l'apiculteur commence à diminuer lorsque le rucher possède la moitié de colonies MAS et l'autre non MAS.

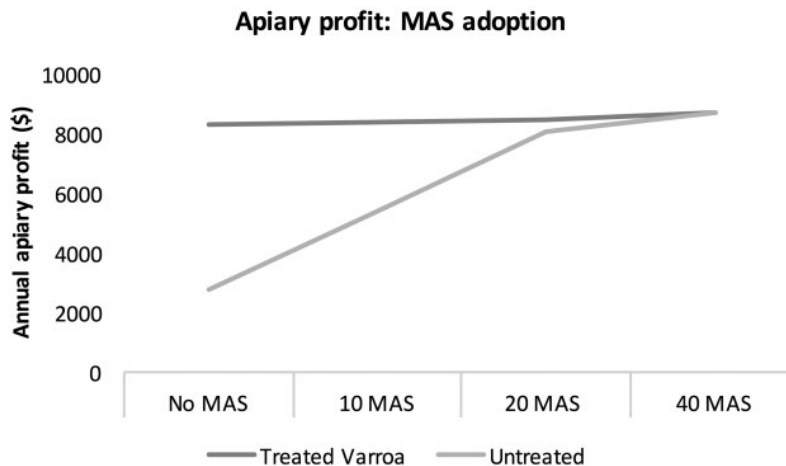


Figure 3. Profit annuel d'un rucher de 40 colonies où on remplace graduellement les colonies non traitées par des colonies MAS sélectionnées pour un fort comportement hygiénique.

Adoption de la sélection MAS

Cette étude de cas montre que la sélection assistée de marqueurs moléculaires possède le potentiel de devenir un outil permettant d'améliorer la précision et l'efficacité des efforts de sélection pour obtenir une abeille davantage résistante face aux parasites comme le varroa. Il y a par contre des limites aux profits pouvant être générés par l'adoption de reines MAS dans un rucher en contexte canadien. En effet, lorsque le prix du miel canadien chute comme cela a été le cas en 2016 et que nous sommes en présence de faibles taux d'infestation en varroa, les résultats de l'analyse montrent que l'adoption de colonies MAS ne devient pas davantage profitable pour l'apiculteur que des colonies non sélectionnées. Par contre, l'établissement de colonies possédant un bon taux de résistance au varroa permet de limiter de futurs dommages liés à la varroase.

Au Québec, la sélection à l'aide de marqueurs moléculaires pourrait servir à faire l'analyse de reines élevées dans d'autres pays et importées au Canada et pourraient nous permettre de connaître à l'avance le potentiel d'hivernement de certaines lignées. La partie québécoise du projet canadien BeeOmic (Leonard Foster, University of British Columbia et Amro Zayed, York University) menée par Pierre Giovenazzo et Nicolas Derome (Université Laval), intègre l'analyse phénotypique de 12 caractères d'intérêts chez l'abeille dans une centaine de colonies. Au total, près de 1 000 colonies canadiennes participent à ce projet dans le but d'identifier les marqueurs moléculaires d'intérêt pour l'industrie apicole.

Références

Bixby, M., Baylis, K., Hoover, S. E., Currie, R. W., Melathopoulos, A. P., Pernal, S. F., Foster, L. J., and Guarna, M. M. (2017). A bio-economic case study of Canadian honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies: Marker-assisted selection (MAS) in queen breeding affects beekeeper profits. *Journal of economic entomology*, 110(3), 816-825.

Currie, R. W., and P. Gatién. 2006. Timing acaricide treatments to prevent Varroa destructor (Acari: Varroidae) from causing economic damage to honey bee colonies. *Can. Entomol.* 138: 238–252.

*Andrée Rousseau, M.Sc. biologie, est
professionnelle de recherche au Centre de recherche en
sciences animales de Deschambault (CRSAD)
andree.rousseau@crsad.qc.ca*