



Le potentiel rôle de la vitellogénine dans la régulation de l'essaimage

Cette étude, diffusée en octobre 2025, tente de démontrer, pour la première fois, le lien entre une protéine hautement conservée, la vitellogénine, et son rôle dans l'essaimage des colonies d'abeilles mellifères domestiques.

Introduction

La vitellogénine (Vg) est une protéine (ou phospholipoglycoprotéine) synthétisée et stockée dans le corps gras de l'abeille domestique. Outre son rôle d'approvisionnement en ressources alimentaires, la vitellogénine stockée dans le corps gras contribue aussi à la résistance des abeilles au stress oxydatif et renforce leur immunité cellulaire (deux éléments également importants dans la survie d'un essaim). La vitellogénine permet également d'assurer d'autres fonctions essentielles chez les abeilles domestiques dont notamment, la réserve énergétique : en effet, la Vg représente la principale protéine de réserve, c'est-à-dire une protéine permettant le stockage d'acides aminés.

Au sein des colonies d'abeilles, les reines d'*Apis mellifera* présentent une forte expression du gène impliqué dans la synthèse de cette protéine ainsi que les ouvrières stériles durant leur période de nourrice^A. Plus précisément, le taux de Vg atteint son maximum chez les nourrices puis diminue significativement avec l'âge tandis que le taux d'hormone juvénile augmente. Selon les recherches actuelles, ce processus de modification hormonal semble induire le comportement de butinage, de sorte que l'expression de la Vg peut être corrélée à la propension des abeilles à enclencher l'activité de butinage pour collecter des ressources. Le taux de Vg varie également en fonction de la saison et des conditions environnementales. À la fin de l'été et au début de l'automne, les colonies d'abeilles domestiques produisent des « abeilles d'hiver » qui présentent une plus grande réserve de lipides et de Vg leur permettant de survivre aux mois d'hiver, période durant laquelle aucune nouvelle ressource ne peut être collectée. La diversité des rôles de la vitellogénine (réserve d'énergie, alimentation du jeune couvain, résistance au stress oxydatif et renforcement du système immunitaire) a poussé les auteurs de cette étude à émettre l'hypothèse selon laquelle la Vg pourrait également être impliquée dans le processus d'essaimage.

^A Selon les auteurs, la vitellogénine produite par les ouvrières est sécrétée dans l'hémolymphe avant d'être transportée jusqu'aux glandes hypopharyngiennes de la tête de l'abeille afin d'être transformée en gelée royale pour nourrir le jeune couvain.

L'essaimage est un processus de reproduction saisonnier qui implique le départ d'environ la moitié voire les deux-tiers d'une colonie avec l'ancienne reine pour fonder un nouveau nid, forçant la colonie mère à élever une nouvelle reine. Les deux-tiers de la colonie doivent d'abord trouver un nouvel emplacement et établir leur nouveau nid avant d'aller récolter de nouvelles réserves nutritives. Parmi les facteurs connus associés au déclenchement de l'essaimage, on retrouve : l'abondance saisonnière des ressources, l'augmentation de la taille de la colonie associée à une congestion du couvain ou encore la réduction de la diffusion des phéromones royales à travers la colonie.

Cependant, selon les auteurs, la Vg représenterait un facteur supplémentaire permettant d'atteindre les seuils physiologiques et démographiques nécessaires au processus d'essaimage : ainsi, la combinaison d'un ou plusieurs de ces facteurs provoquerait l'accumulation de réserves internes, telle que la Vg, induisant l'essaimage. Les auteurs de cette étude ont donc tenté de vérifier l'hypothèse selon laquelle l'accumulation de cette protéine régulatrice pourrait être un indicateur d'une préparation de la colonie à l'essaimage.

Objectif de l'étude : Établir un lien entre l'âge des abeilles, le taux de Vg et la reproduction de la colonie, afin d'approfondir les connaissances sur les processus physiologiques sous-jacents à l'essaimage.

Méthodologie

a. Les colonies

Durant deux étés consécutifs (2021 et 2022), 12 colonies d'*Apis mellifera* ont été établies à l'Université du Minnesota à partir de paquets d'abeilles. Chaque paquet a été placé dans une ruche Langstroth contenant 10 cadres de cire gaufrée et nourri au sirop de sucre selon les besoins afin de favoriser la construction des cellules et la croissance de la colonie. Les colonies étaient ensuite maintenues dans un seul corps de ruche afin d'encourager l'abondance de population et de provoquer un éventuel essaimage.

La méthodologie était la suivante :

- Début juin de chaque année, un cadre de couvain pré-éclosion était prélevé chaque semaine (2021) ou deux fois par semaine (2022) dans chaque colonie, placé en cage et incubé pendant une nuit à 33 °C et 50 % d'humidité relative. Le lendemain, les abeilles ouvrières nouvellement émergées étaient marquées à la peinture puis réintroduites dans leurs colonies respectives.
- Ces abeilles marquées ont ensuite été récupérées à l'âge de 7 et 14 jours (en 2021) ainsi qu'à l'âge de 7, 10 et 14 jours (en 2022), soit des âges correspondants aux transitions physiologiques connues provoquées par des variations de niveaux de vitellogénine. Les collectes ont été effectuées du 8 juin au 6 juillet en 2021 et du 9 juin au 11 juillet en 2022 : au total, 20 à 30 abeilles ont été prélevées par classe d'âge et par colonie à chaque date de prélèvement.
- En parallèle, l'état de ces colonies a été suivi chaque semaine afin d'évaluer les indicateurs d'essaimage au cours des deux années.

b. La quantification de la vitellogénine (Vg)

Pour tenter de relier le taux de Vg à la propension à l'essaimage d'une colonie, l'expression des gènes impliqués dans la synthèse de la protéine Vg chez les abeilles d'âge connu a été mesurée chaque année dans toutes les colonies (non-essaïmé et essaïmé (pré- et post-essaimage)).

Pour ce faire, les abdomens de chaque abeille (12 par colonie) ont été traités à l'aide d'un kit scientifique puis homogénéisés dans une solution et purifiés par centrifugation. Les échantillons prélevés ont ensuite été analysés par PCR quantitative^B en temps réel dans un laboratoire de recherche apicole (USDA-ARS à Baton Rouge en Louisiane).

^B **La PCR quantitative, c'est quoi ?** Il s'agit d'une méthode particulière de réaction en chaîne permettant de mesurer la quantité d'un ADN ciblé. Dans le cas de cette étude, les scientifiques ont mesuré la quantité de l'ADN de la vitellogénine¹.

Résultats

1. Nombre de colonies ayant essaïmé

En 2021, six des douze colonies ont essaïmé tandis qu'en 2022, seules quatre colonies ont essaïmé (Tab. 1A).

2. Taux d'expression de la vitellogénine (Vg)

En 2021, les niveaux de vitellogénine ont été mesurés dans trois des six colonies ayant essaïmé (avant leur essaimage) et dans trois colonies n'ayant pas essaïmé. En 2022, les scientifiques ont également comparé les niveaux d'expression de la vitellogénine de quatre colonies ayant essaïmé avec ceux de quatre colonies n'ayant pas essaïmé (Tab. 1B).

Tableau 1 : Nombre de colonies ayant essaïmé

Année		2021		2022	
(A)	Essaimage ?	OUI	NON	OUI	NON
(B)	Nbre de colonies	6	6	4	8
	Col. analysées	3	3	4	4

La première analyse des données n'a révélé aucune corrélation entre l'année et le type de colonie (essaimage ou non) ; autrement dit, le nombre de colonies ayant essaïmé ne semble pas influencé par l'année. Les scientifiques ont donc décidé de combiner les données des deux années.

En complément de ces résultats, les niveaux d'expression de Vg des abeilles âgées de 7 et 14 jours issues des colonies ayant essaïmé en 2021 ont été comparés avec ceux des abeilles du même âge issues de colonies n'ayant pas essaïmé. Cette comparaison a également été réalisée en incluant les niveaux d'expression de Vg des abeilles âgées de 10 jours prélevées en 2022. Ce complément révèle une différence significative entre les niveaux de Vg selon le type de colonie (essaimage ou non) et selon le groupe d'âge (7,10 et 14 jours) (Figure 1).

Les abeilles de 7 jours présentent un taux de Vg similaire, qu'elles aient essaïmé ou non. Par contre, les abeilles de 10 et 14 jours présentent un taux de Vg différent. Comme l'illustre la Figure 1, lorsqu'une colonie n'essaime pas (boxplot blancs), le taux de Vg diminue progressivement avec l'âge. Par contre, une colonie allant essaïmé (boxplot noirs) démontre un taux de Vg plus constant, bien qu'ayant légèrement diminué chez les abeilles de 14 jours (Fig. 1).

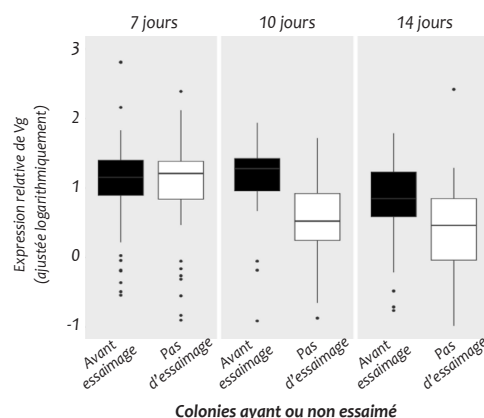


Figure 1 : Expression relative de Vg (transformée à l'échelle logarithmique afin de faciliter la visualisation) chez les ouvrières d'A. mellifera de colonies pré-essaïmantes et non-essaïmantes selon 3 groupes d'âge : 7, 10 et 14 jours des années 2021-2022 combinées

3. Préparation à l'essaimage

Pour étudier les changements temporels des niveaux de vitellogénine dans les colonies avant essaimage, les niveaux d'expression ont été mesurés à différents moments avant l'essaimage (14, 7, 3 jours) pour chaque groupe d'âge d'abeilles ouvrières (7, 10 et 14 jours) (Figure 2) :

- Les abeilles de 7 jours (Fig. 2A) : aucune différence significative de l'expression du gène de la Vg n'est observée jusqu'au jour de l'essaimage. Concernant les colonies n'ayant pas essaïmé, une augmentation significative est observée puis confirmée par un test statistique.
- Les abeilles de 10 et 14 jours (Fig. 2B-C) : une augmentation du niveau d'expression de Vg est observée au sein des colonies jusqu'à l'essaimage. Concernant les colonies n'ayant pas essaïmé, le test statistique révèle une différence significative entre les échantillons pré-essaimage (14, 3 et 0 jours) pour les abeilles de 10 jours mais aucune différence significative pour les abeilles de 14 jours.

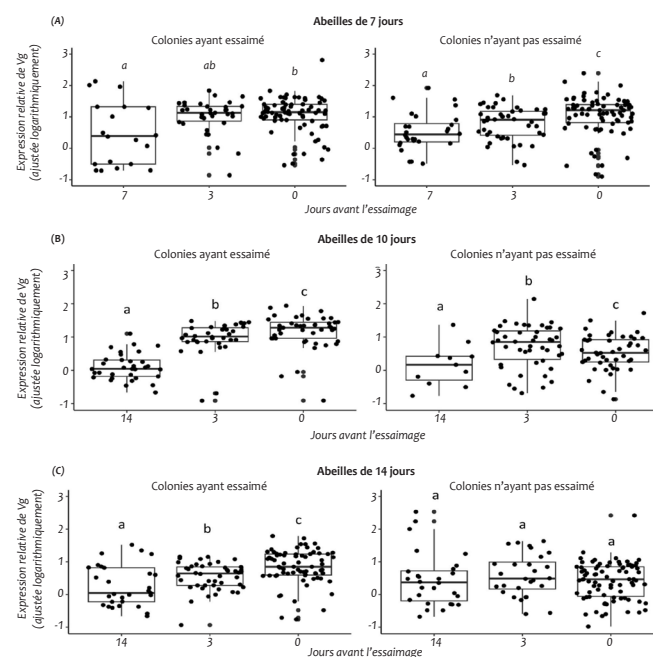


Figure 2 : Expression relative de Vg (transformée à l'échelle logarithmique) chez les abeilles ouvrières âgées de 7, 10 et 14 jours issues de colonies en phase de pré-essaimage et de colonies hors essaimage, à différents moments précédant l'essaimage ; (A) abeilles de 7 jours ; (B) abeilles de 10 jours et (C) abeilles de 14 jours. Les lettres en minuscules sur les graphiques permettent de savoir si les résultats sont significativement différents ou non.

¹ Clinisciences. (s. d.). PCR quantitative - qPCR Clinisciences. Consulté le 16/03/2026, à l'adresse : <https://www.clinisciences.com/achat/cat-pcr-quantitative-qpcr-3511.html>

Discussion

Lors de cette étude, les scientifiques ont relevé une augmentation significative du niveau d'expression de la Vg chez les abeilles d'âge moyen (10 et 14 jours) issues des colonies ayant essaimé. Selon les auteurs, ce résultat pourrait s'expliquer par un retard de maturation physiologique chez les abeilles se préparant à l'essaimage : dans une colonie à l'approche de l'essaimage, le taux de Vg augmente chez les abeilles âgées, susceptibles de devenir butineuses, afin de les maintenir dans un état physiologique similaire à celui des abeilles nourrices, celui-ci étant nécessaire pour assurer l'élevage de nouvelles reines. Ce phénomène n'est pas observé chez les colonies qui n'essaient pas.

Dès le début du printemps, les butineuses collectent et stockent des ressources alimentaires dont du pollen en grandes quantités lorsque les ressources florales sont abondantes. Le pollen stocké dans la ruche est ensuite consommé par les nourrices, puis synthétisé en vitellogénine qui est ensuite transformée en gelée royale pour nourrir le couvain.

En cette période, l'apport accru de ressources alimentaires entraîne une hausse du nombre de jeunes abeilles au sein de la colonie. En parallèle, un grand nombre des butineuses reviennent dans la ruche, ce qui augmente également la population au sein de la ruche. Or, une telle densité de population réduit la diffusion des phéromones de la reine ce qui stimule alors l'élevage de nouvelles reines. Ce phénomène inhiberait la transition des ouvrières vers leur rôle de butineuse afin de maintenir une population robuste d'abeilles physiologiquement jeunes capables d'élever et d'entretenir de nouvelles reines. Selon les résultats de cette étude, ce phénomène se traduirait par une augmentation du taux de Vg chez les abeilles plus âgées capables d'assurer l'élevage de reines afin d'augmenter les chances de survie de la colonie durant les phases critiques de l'essaimage.

Conclusion

En l'état actuel des connaissances, on suppose que de nombreux signaux initient une cascade de changements physiologiques et comportementaux qui préparent une colonie à l'essaimage. Les résultats de cette étude indiquent une variation des niveaux de vitellogénine en situation de pré-essaimage, suggérant que l'évolution du taux de Vg pourrait être un indicateur de propension à l'essaimage d'une colonie.

Plus précisément, une hausse de l'expression de Vg est observée chez les abeilles âgées de 10 à 14 jours jusqu'au jour de l'essaimage. Face à ce constat, les auteurs de cette étude privilégient l'hypothèse selon laquelle la vitellogénine pourrait jouer un rôle dans la régulation des processus internes à la ruche, processus qui soutiendraient la croissance de la colonie ainsi que sa préparation à l'essaimage de sorte que le décalage physiologique observé dans cette étude pourrait garantir le maintien d'une population robuste de jeunes abeilles qui sont indispensables à la survie de la colonie lors de l'essaimage.

Cette étude constitue une première approche pour préciser le rôle de la vitellogénine dans la préparation d'une colonie à l'essaimage. D'autres études doivent se poursuivre pour confirmer si la vitellogénine peut être considérée comme un modulateur de l'état physiologique des ouvrières dans une colonie se préparant à l'essaimage.

Mot de la fin

Cette étude tente de préciser le rôle de la vitellogénine dans le processus d'essaimage. Si la thématique vous intéresse, l'étude est disponible dans son intégralité en suivant ce lien : <https://www.nature.com/articles/s41598-025-20547-z>