

Gestion sanitaire des ruches à mâles

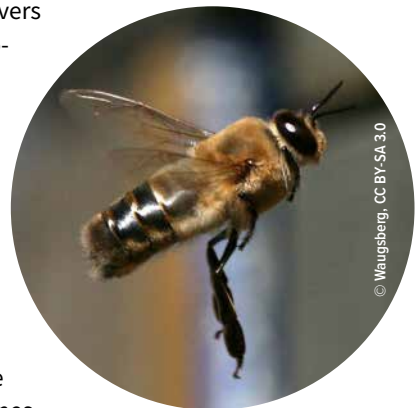
Les programmes de sélection génétique chez Apis mellifera doivent accorder une attention particulière aux faux-bourçons. Leurs particularités biologiques exacerbent certaines sensibilités à de nombreux pathogènes comme Varroa destructor, Acarapis woodi, Nosema spp. ou encore Ascosphera apis, qu'ils peuvent ensuite transmettre à la reine puis à sa descendance. Il est donc essentiel de se soucier de la santé des mâles pour garantir celle de la colonie.



par **Dr Célia Burdin** et **Dr Béatrice Profit**, vétérinaires

Ce travail a été initié dans le cadre du Diplôme Inter-école
« apiculture-pathologie apicole ».

L'élevage des mâles, ou faux-bourçons, constitue une étape cruciale dans les programmes de sélection génétique des abeilles domestiques (*Apis mellifera*). Si la reine occupe traditionnellement le devant de la scène en apiculture, les qualités sanitaires et reproductives des mâles jouent également un rôle déterminant dans la vitalité et la pérennité des colonies. Leur développement plus long et leur physiologie particulière les rendent toutefois plus sensibles à de nombreux agents pathogènes ainsi qu'à divers produits phytosanitaires et acaricides utilisés notamment dans la lutte contre *Varroa destructor*. Ces facteurs peuvent altérer la fertilité des mâles et compromettent indirectement la santé des reines et la survie des colonies. Pour assurer des reproducteurs sains, indispensables à une apiculture durable et performante, il s'agit de prendre en compte les particularités biologiques et sanitaires des mâles et les risques liés à leur élevage. La gestion sanitaire des ruches à mâles est donc un enjeu majeur pour garantir une semence de qualité, limiter la propagation d'agents pathogènes et préserver la diversité génétique.



Faux-bourçon en vol.

Quelques notions à avoir en tête

Intérêts de l'élevage des mâles

L'élevage de mâles s'envisage dans trois cas de figure :

- Dans les ruchers de fécondation, il permet d'assurer la fécondation des reines vierges en saturant l'environnement avec des mâles présentant les caractères souhaités (obtention de reines F1).
- Dans les stations de fécondation naturelle contrôlée, où seuls les mâles d'une lignée spécifique sont présents, leur élevage garantit une fécondation maîtrisée sans insémination (obtention possible de F0¹).
- Enfin, l'élevage des mâles offre la possibilité d'avoir recours à de l'insémination artificielle, qui permet de contrôler complètement la lignée, avec un patrimoine génétique connu.

Déroulement de la fécondation

Les reines se rendent dans des aires de congrégation fixes d'une année sur

l'autre pour s'accoupler. Ces zones regroupent des milliers de mâles (jusqu'à 20 000) prêts à féconder la reine. Cette dernière s'accouple avec une vingtaine de mâles et stocke leurs semences dans sa spermathèque (5 à 7 millions de spermatozoïdes au total), qui lui servira tout au long de sa vie.

La fécondation peut aussi être réalisée grâce à l'insémination artificielle. Elle permet cependant beaucoup moins de variabilité génétique (dix mâles sont utiles à l'insémination d'une reine).

Élevage des mâles

Les faux-bourçons sont élevés au sein de colonies éleveuses sélectionnées et fortes², avec de nombreuses nourrices pour prendre soin du couvain. Des cadres à mâles sont introduits successivement au sein de la colonie (deux, puis quatre cadres sur les dix pour une ruche Dadant).

1 – Les reines F0 sont des reines de lignées pures, possédant des caractères spécifiques (ex : paresse à l'essaimage, douceur, etc.), qui seront utilisées pour obtenir des reines de production : les reines F1. Pour y arriver, les reines vierges issues de ces reines F0 seront fécondées par des mâles d'une autre lignée d'intérêts.

2 – Les colonies sont sélectionnées selon les caractéristiques génétiques recherchées : douceur, tenue au cadre, productivité, caractère hygiénique ... Une colonie forte : avec de nombreuses abeilles, notamment beaucoup de nourrices pour avoir des mâles en bonne santé.

Particularités biologiques des mâles

Le cycle des faux-bourçons

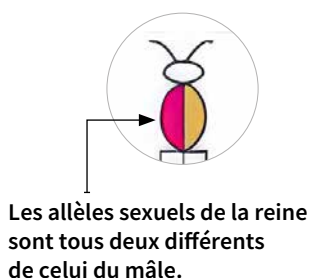
Le faux-bourdon naît d'un œuf non fécondé pondu par la reine. Son cycle de développement, plus long que celui des autres castes, dure environ 24 jours (les phases les plus longues étant les stades larvaire et nymphal). Le couvain de mâle se situe en périphérie du cadre. La maturité sexuelle est atteinte entre le 12^e et le 15^e jour après émergence. Une fois mature, il reste fécond jusqu'à sa mort. Les mâles peuvent se déplacer de ruche en ruche, ce qui permet une grande diversité génétique au sein d'une même ruche ou d'un rucher. Cela génère cependant un risque d'intensification de circulation des agents pathogènes.

Caractéristiques génétiques des faux-bourçons

Le faux-bourdon, issu de parthénogenèse arrhénotoque³, n'a qu'un seul jeu de chromosomes, contrairement aux ouvrières et à la reine qui sont diploïdes. Comme il est

FIGURE 1.

Représentation de la reproduction de l'abeille.



Les allèles sexuels de la reine sont tous deux différents de celui du mâle.

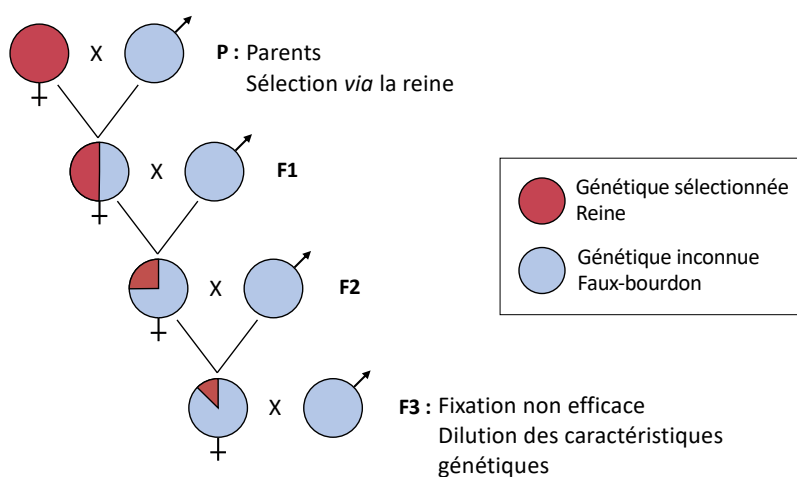
Extrait du dossier génétique *On ne veut plus des p'tits pois !*
studylibfr.com/doc/869821/115-on-ne-veut-plus-des-p-tits-pois

3 – Un faux-bourdon issu d'un mode de reproduction dans lequel des œufs non fécondés donnent naissance à des mâles.

haploïde, il transmet à sa descendance 100 % de son patrimoine génétique, sans recombinaison, ainsi tous les spermatozoïdes produits par un faux-bourdon sont génétiquement identiques. Ce caractère haploïde rend le mâle plus sensible aux parasites (Peng *et al.*, 2015).

Comme les mâles transmettent l'intégralité de leur patrimoine génétique, leur sélection garantit un maintien de caractéristiques plus efficace que la sélection par la reine (plus grande dilution).

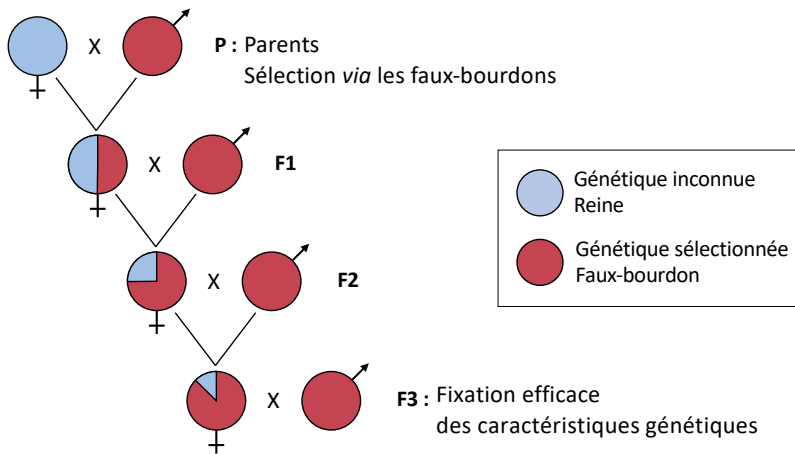
FIGURE 2A. Effet de la sélection par la reine.



Extrait du cours de Thomas Freslon,
parcours annuel d'une exploitation.

**La sélection par la reine est insuffisante :
dilution très rapide de sa génétique par la génétique du mâle.**

FIGURE 2B. Effet de la sélection par les faux-bourdon.



Extrait du cours de Thomas Freslon,
parcours annuel d'une exploitation.

**La sélection par le mâle est efficace :
obtention rapide de reines porteuses de la génétique choisie chez le mâle.**

L'importance d'une surveillance sanitaire des mâles

En raison de leurs particularités génétiques et physiologiques, les mâles sont plus sensibles à certaines maladies ; leur fertilité peut être altérée et ils peuvent transmettre certains agents pathogènes dans leur semence.

Une semence de mauvaise qualité est considérée comme l'une des principales causes de perte de colonie (Yaniz *et al.*, 2020).

Les faux-bourçons sont plus sensibles à *Varroa destructor*

Le couvain de faux-bourçons est huit fois plus susceptible d'être infesté par des acariens que celui d'ouvrières (Odemer *et al.*, 2022). Les raisons de cette sensibilité accrue seraient multiples : le développement des mâles étant plus long, on obtient un nombre de *Varroa destructor* plus important par cycle ; le couvain de faux-bourçons est plus visité par les nourrices qui peuvent être porteuses de varroas phorétiques ; enfin, une production plus longue et accrue de kairomones par les larves de mâles les rend plus attractives pour les acariens (Trouiller *et al.*, 1992).

De plus, l'infestation par *Varroa destructor* impacte la fertilité des faux-bourçons. Ceux parasités par un ou deux *Varroa destructor* produisent respectivement 24 et 45% de spermatozoïdes en moins (Duay *et al.*, 2002). Et ceux qui sont infestés par au moins deux varroas pendant leur développement nymphal ont une capacité de vol réduite, ce qui les empêche sans doute de rejoindre la zone de congrégation.

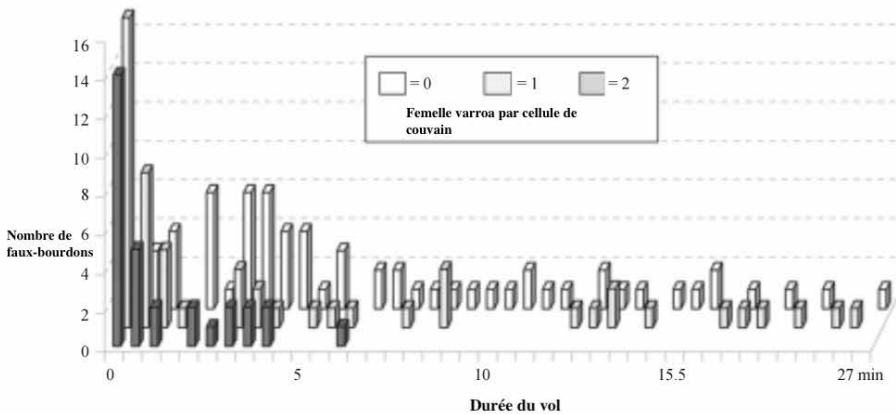


© Yves Lajec

Nymphes de faux-bourçon parasitées par des varroas.

FIGURE 3. Relation entre le temps de vol et la charge parasitaire dans le couvain de faux-bourçons.

Duay *et al.*, 2002



Ce graphique met en évidence la corrélation négative entre le temps de vol des faux-bourçons et leur parasitisme par des varroas dans le couvain. Plus les faux-bourçons sont parasités, moins ils sont en capacité de voler longtemps.

Les faux-bourçons sont plus résistants aux virus, mais ils peuvent contaminer les reines et leur descendance

Nous savons qu'une forte infestation par *Varroa destructor* dans le couvain de faux-bourçons augmente l'incidence des infections virales. Si bien que lorsque quatre varroas sont présents dans une alvéole, le taux d'infection par un virus est de 100 % (Chen *et al.*, 2006).

Étant donné le taux d'infestation supérieur dans le couvain de mâles, on pourrait s'attendre à trouver une charge virale plus importante que dans le couvain d'ouvrières. Néanmoins, dans le cas d'une colonie n'ayant pas de comportement hygiénique identifié, d'après l'étude de Erez *et al.* (2024), les charges virales ne sont pas significativement différentes entre faux-bourçons et ouvrières. Par contre, les mâles présentant

un comportement hygiénique ont une charge virale plus faible et une meilleure réponse immunitaire par rapport aux ouvrières. Les faux-bourçons sont donc plus résistants aux virus et, de manière générale, l'effet de la charge virale sur leur système reproducteur semble marginal (Metz *et al.*, 2024).

Mais, même infecté, un mâle reste compétitif pour l'accouplement (Amiri *et al.*, 2016). Il reste donc nécessaire de se préoccuper de la santé des mâles car elle conditionne celle des reines et de leur descendance. Plusieurs virus (DWV, BQCV et CSBV) ont été mis en évidence dans l'appareil reproducteur des faux-bourçons d'Apis mellifera. Les virus ABPV, SBV et DWV ont également été retrouvés dans le sperme des faux-bourçons, ce qui laisse penser qu'une transmission sexuelle est possible (Phokasem *et al.*, 2021 et Prodelalova *et al.*, 2019).

En 2006 et 2008, les équipes de Yue *et al.* et de Miranda et Fries ont observé le passage de DWV du sperme de faux-bourçons à des reines vierges indemnes de DWV lors d'inséminations artificielles.

Le risque est alors que la reine, infectée par un mâle, transmette le virus à sa descendance. Cette transmission de virus (ABPV, CBPV, BQCV, DWV, KBV et SBV) verticale, par la ponte, de la reine à sa descendance, a été démontrée par Chen *et al.*, 2005 et 2006. Il est alors tout à fait envisageable qu'un virus provenant du mâle menace sa descendance.

TABLEAU 1. Transmission verticale de virus d'une reine infectée à sa descendance.

Virus	% de transmission			
	Reines	Oeufs	Larves	Adultes
BQCV	100	100	27	3
DWV	100	100	92	37
CBPV	67	50	17	17
KBV	33	33	0	0
SBV	100	100	25	10

D'après l'étude de Chen *et al.*, 2005, la transmission verticale de virus (BQCV, DWV, CBPV, KBV et SBV) de la reine à sa descendance est démontrée, quel que soit le stade : oeufs, larves, nymphes, adultes.

La nosémose altère la qualité du sperme

La prévalence (nombre de cas d'une maladie dans une population) de la nosémose est identique chez le mâle et l'ouvrière. Mais cette infection altère la qualité du sperme et réduit la fertilité effective des mâles (Borsuk *et al.*, 2018). De plus, les faux-bourçons infestés par *Nosema* spp. présentent des spores de nosémose dans le sperme qu'ils pourraient transmettre à la reine lors de l'accouplement, soit par le sperme soit par toilettage post-insémination (Roberts *et al.*, 2015).

TABEAU 2. Volume de semence et concentration en spermatozoïdes de faux-bourçons infectés ou non par *Nosema ceranae*.

	Faux-bourçons sains	Faux-bourçons infectés par <i>Nosema ceranae</i>
Volume de semence μL	1,18	0,37
Concentration spermatique ($10^6/\mu\text{L}$)	10,06	4,93

D'après l'article de Borsuk *et al.*, 2018, nous pouvons noter un réel effet négatif de l'infection à *Nosema*, tant sur le volume de la semence que sur sa concentration en spermatozoïdes.

Les larves de faux-bourçons sont plus sensibles aux maladies

Les larves de faux-bourçons sont plus sensibles à l'ascosphérose (mycose du couvain) en raison du nourrissage plus fréquent et plus long, et des visites plus régulières par les nourrices. De plus, les larves de faux-bourçons sont moins résistantes du fait de leur caractère haploïde et de leur position de couvain en périphérie des cadres, plus soumise aux variations de température que le couvain central. Enfin, leurs cellules sont plus grosses que celles des ouvrières, ce qui impose un nettoyage deux fois plus long (Saget, 2025) et multiplie d'autant le risque de contamination.

Quant à *Acarapis woodi*, une sensibilité plus grande, avec plus de malades chez les mâles a été identifiée. (Saget, 2025)

Bonnes pratiques sanitaires pour l'élevage de mâles

Comme pour les autres colonies, il convient notamment d'ouvrir régulièrement les ruches pour détecter précocement les maladies et d'employer des mesures de nettoyage et de désinfection adéquates.

Autre point : la sélection des mâles issus de colonies au comportement hygiénique permet une augmentation de l'expression des gènes immunitaires (Erez et al., 2024), leur sélection est donc pertinente.

Il pourrait être judicieux d'envisager des dosages de charges virales par PCR ou RT-PCR chez une soixantaine d'individus (de castes différentes en fonction du virus recherché) afin de sélectionner les reproducteurs les plus sains.

1 – Favoriser un environnement tempéré et sain

Le réchauffement climatique et l'exposition aux produits phytosanitaires sont deux facteurs environnementaux auxquels il faut s'intéresser, étant donné leur impact sur la fertilité des faux-bourçons.

- L'augmentation de la température impacte négativement la maturation sexuelle des mâles. Un environnement trop chaud impacte négativement la viabilité du sperme (Rangel et Fischer, 2019).
- L'exposition aux produits phytosanitaires a un impact sur la fertilité :
 - Le fipronil affecte la fertilité en entraînant une diminution de la quantité de spermatozoïdes associée à une augmentation de leur mortalité (Kairo et al., 2016, 2017).
 - Le thiaméthoxame et la clothianidine (deux néonicotinoïdes) entraînent une réduction de la durée de vie des mâles, une réduction de la viabilité et de la quantité de spermatozoïdes vivants (de 39 %).
 - L'imidaclopride affecte la mobilité des spermatozoïdes (Straub et al., 2016 ; Rangel et Fischer, 2019).
 - L'association de *Nosema* spp. avec le fipronil affecte considérablement la physiologie, la qualité de la semence et la survie des mâles, pouvant compromettre le succès de l'accouplement (Kairo et al., 2017).

Un environnement tempéré et sain, sans exposition aux produits phytosanitaires, est à privilégier.

2 – Conseils biotechniques

- L'obtention, avec de bonnes conditions d'élevage, de mâles de taille et de masse élevées, permet de garantir une bonne fertilité (Metz et al., 2024). Par ailleurs, plus les mâles sont gros, meilleure est leur résistance à la chaleur (McAfee et al., 2025).
- Le changement régulier des reines permet d'obtenir du couvain de qualité et d'avoir une colonie en bonne santé car cela diminue les charges virales et la prévalence des infections à *Nosema* spp.

- Il est important de limiter la consanguinité de la reine qui est associée à une diminution de la durée de vie des mâles, du nombre de spermatozoïdes produits et de la fréquence des vols de fécondation. Par ailleurs, plus le degré de consanguinité est important, plus le premier vol est effectué à un âge précoce (Fert, 2025).
- Enfin, la création d'essaims permet de diminuer la pression parasitaire, la charge virale ainsi que la prévalence des infections à *Nosema* spp.

3 – Nutrition

L'administration de sirop et de pâte protéinée améliore le succès de l'élevage des mâles (Seyfar, L'élevage des faux-bourçons). Ce nourrissage au printemps permet d'obtenir des mâles plus gros, ayant un plus gros volume d'éjaculat, dont les spermatozoïdes sont plus viables. Il augmente aussi la production de mâles (Metz et Tarpy, 2019 ; Rangel et Fischer, 2019). Le nourrissage est important car l'habilité à copuler dépend de la taille des mâles, et leur habilité à inséminer dépend de la qualité du sperme.

4 – Traitements acaricides

Il faut noter que tous les traitements classiquement utilisés en apiculture ne sont pas recommandés pour la gestion d'un rucher à mâles, étant donné leurs conséquences sur cette caste.

- Les acaricides (amitraz, tau-fluvalinate, coumaphos⁴) s'accumulent dans la cire (Rangel et Fischer, 2019 ; Fischer et Rangel, 2018) et nuisent aux faux-bourçons, en particulier durant la période critique de la spermatogénèse (stade larve/nymphe) ce qui compromet leur santé (Fischer et Rangel, 2018). Les faux-bourçons sont particulièrement sensibles à leurs résidus, le renouvellement des cires doit être plus fréquent dans une ruche à mâles : l'élimination de toutes les cires de corps doit être réalisée tous les deux à trois ans (Fert, 2025).
- L'acide formique réduirait la production de couvain de mâles et la survie des mâles adultes. Néanmoins, il n'aurait pas d'action sur le nombre de spermatozoïdes (De Guzman *et al.*, 1999).
- Les colonies traitées au tau-fluvalinate et à l'amitraz montrent une réduction significative de production de spermatozoïdes, contrairement aux colonies traitées à l'acide oxalique, à l'acide formique et au thymol (Shoukry *et al.*, 2013).

4 – Le coumaphos est une molécule acaricide. Il est interdit en France.

L'acide oxalique est le traitement de choix pour un rucher à mâles. L'acide formique et le thymol peuvent néanmoins être utilisés en cas d'acarapidose avérée. Comme vu précédemment, l'acide formique a des effets délétères sur les mâles, mais l'efficacité du thymol serait moindre sur *Acarapis woodi*. L'effet coût-bénéfice est à prendre en

Proposition de plan de suivi et de traitement pour un rucher à mâles

N'ayant pas trouvé dans la littérature scientifique de plan de traitement pour un rucher à mâles, nous vous proposons une simulation de traitement à l'acide oxalique avec encagement préalable. L'encagement permet de stopper la ponte, cela étant nécessaire car l'acide oxalique n'agit pas dans le couvain.

Un suivi par comptage des varroas phorétiques est essentiel et doit être

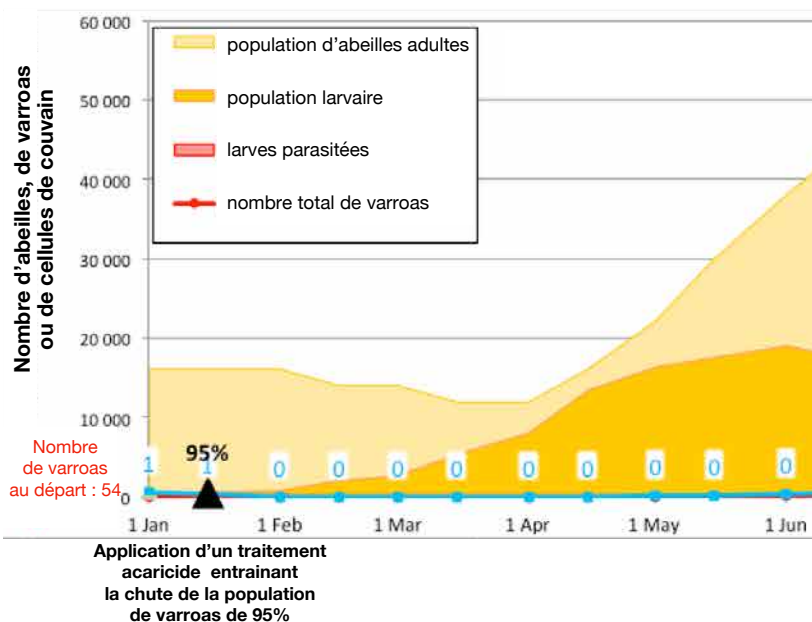
très régulier, le but étant d'avoir une pression d'infestation connue et la plus faible possible.

Pour illustrer une pression de *Varroa destructor* maîtrisée :

- Comptage systématique des varroas sur langes en hiver.
- Comptages de varroas phorétiques réguliers et renforcés en cas de suspicion en saison.

FIGURE 4. Modèle de simulation créé avec Randy's model afin d'évaluer la croissance de la population de varroas au sein de la colonie en intégrant l'impact des traitements acaricides.

© ScientificBeekeeping



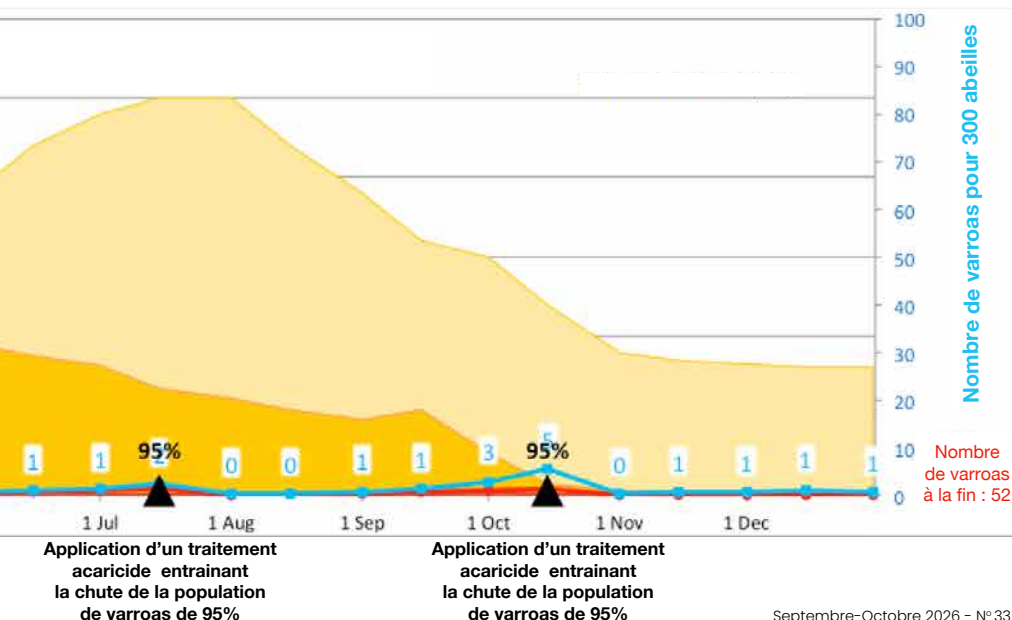
compte. Sachant qu'en général le risque le plus élevé est à l'automne, période avec moins d'inséminations, un traitement est à envisager à ce moment-là pour préserver la santé des colonies pour une éventuelle sélection l'année suivante. Si malgré tout, la parasitose persiste au printemps, cela donnera des colonies plus faibles qui ne seront donc pas sélectionnées pour l'élevage.

- Traitement avec un médicament à base d'acide oxalique après encagement de la reine si nécessaire. En présence de couvain, l'encagement sera de 24 jours (soit par exemple le 21 juin pour un traitement envisagé au 15 juillet).

Premier traitement au 15 janvier, afin de traiter hors couvain (ou plus tôt selon les régions et si la météo est clémente et entraîne la présence de couvain), deuxième traitement au 15 juillet et dernier traitement au 15 octobre.

Nous avons ensuite utilisé l'outil de simulation de comptage *Randy's Varroa model*, en partant d'une hypothèse d'un *Varroa destructor* pour 300 abeilles au printemps (soit le seuil déclenchant le traitement).

Dans cette simulation, les traitements répétés à l'acide oxalique permettent de réguler la pression *Varroa destructor* de manière satisfaisante, d'obtenir une rotation de reines et des mâles sains à disposition en période de fécondation.



D'après le schéma présenté précédemment, avec un traitement à l'acide oxalique hors couvain, au 15 janvier, 15 juillet et 15 octobre, le nombre de varroas pour 300 abeilles ne dépasse pas les seuils recommandés. De plus l'infestation en fin de saison est cohérente avec l'infestation de départ.

Par ailleurs, en cas de suspicion clinique d'*Acarapis woodi*, il faut contrôler sa présence et la confirmer par un test de laboratoire : PCR ou identification microscopique dans les trachées. En cas de résultat positif, on réalisera un traitement par évaporation avec un médicament à base d'acide formique ou de thymol.

Conclusion

La gestion sanitaire des faux-bourçons est importante pour avoir des mâles en bonne santé et de la semence de qualité. Ceci permet de limiter la transmission horizontale et indirectement verticale d'agents pathogènes.

La sélection des mâles est primordiale en particulier car cette caste est particulièrement sensible à certains agents pathogènes. Il ne faut pas oublier que ce qui s'applique aux ouvrières ne s'applique pas aux mâles, certains traitements présentent des risques pour la fertilité des faux-bourçons, ils sont donc à proscrire. Enfin, un environnement sain est nécessaire, et l'exposition aux produits phytosanitaires, responsable de baisses de fertilité, doit être prise en compte.

Les études étant peu nombreuses, il serait nécessaire de mener davantage de travaux de recherches sur l'immunité des mâles, et sur les modalités de transmission des virus, afin d'optimiser la sélection des faux-bourçons.

Les menaces émergentes telles que *Tropilaelaps mercedesae* et *Aethina tumida*, pourraient poser problème : la phase de couvain des faux-bourçons étant plus longue, cette caste pourrait potentiellement être plus exposée.

Bibliographie

Borsuk G., Kozłowska M., Anusiewicz M., Paleolog J., 2018, « *Nosema ceranae* changes semen characteristics and damages sperm DNA in honeybee drones », *Invertebrate Survival Journal*, vol. 15, p. 197-202.

Chen Y. P., Pettis J. S., Feldlaufer M. F., 2005, « Detection of multiple viruses in queens of the honeybee, *Apis mellifera* L. », *Journal of Invertebrate Pathology*, vol. 90, p. 118-121

Erez T., Osabutey A. F., Hamdo S., Bonda E., Otmy A., Soroker V., 2024, « Ontogeny of immunity and natural viral infection in *Apis mellifera* drones and workers », *Journal of Invertebrate Pathology*, vol. 205, p. 108-124.

Boyard P., Van Dyck J. M., 2006, « On ne veut plus des p'tits pois ! », <https://studylibfr.com/doc/869821/115-on-ne-veut-plus-des-p-tits-pois>

Retrouvez le reste de la bibliographie sur notre site : **fnosad-lsa.fr/revue-de-la-sante-de-labeille** •