

# L'abeille, côté science

Janine KIEVITS  
Hélène DAILLY  
Martin DERMINE

## Biologie : la complexité dévoilée

Une très belle session de biologie a permis aux chercheurs tantôt d'exposer de nouvelles techniques d'investigation toujours plus sophistiquées, tantôt de faire part de leurs résultats. Imagine-t-on, en travaillant dans nos ruches, à quel point l'abeille soulève de l'intérêt dans le monde scientifique ? C'est qu'elle n'est pas seulement un insecte de rapport : étudier sa physiologie, son comportement individuel et collectif, permet d'élaborer des modèles complexes qui trouvent des applications en matière d'apiculture bien sûr, mais aussi de santé humaine, de robotique ou d'informatique, comme l'a rappelé Karl Crailsheim qui présidait la session.



**Randolf Menzel** dirige une équipe de chercheurs en neurobiologie de l'abeille à l'Université libre de Berlin. Il étudie depuis plus de trente ans le fonctionnement cérébral de l'abeille et ses facultés d'apprentissage et de mémorisation. Saviez-vous qu'une abeille possède tout comme nous différents niveaux de mémoire (à court, moyen et long terme) ? Qu'elle dort (cela se voit au mouvement de ses antennes), et que l'abeille qui dort mal voit diminuer son niveau de performances ? Il n'est pas possible d'exposer ici tout ce qu'ont révélé les recherches de l'équipe de Menzel. Promis juré : on y reviendra dans un prochain article de biologie.



**Cédric Alaux**, de l'INRA d'Avignon, a mis en lumière les parts respectives de la génétique et de l'environnement dans les comportements de défense de l'abeille. L'abeille africanisée étant bien plus agressive usuellement que l'euro-péenne, son équipe a élevé des cohortes d'africanisées dans des ruches européennes et vice-versa, et s'est intéressée au comportement des unes et des autres et surtout aux gènes qui s'expriment sous l'influence de la phéromone d'alarme : celle-ci déclenche, une heure environ après l'exposition, l'expression de 400 gènes différents ! Ce phénomène explique sans doute pourquoi la réaction d'agression va croissant

lorsque l'exposition se répète, ne se stabilisant qu'après la quatrième réaction. Génétique et facteurs environnementaux s'additionnent donc pour déterminer le niveau d'agressivité, qui diffère fortement entre les deux types d'abeilles quoique faisant appel aux mêmes mécanismes moléculaires.

Les phéromones, ces « odeurs » essentielles dans la régulation de la colonie, sont loin d'être toutes connues, et chaque année ou presque apporte sa découverte. On savait déjà que le couvain émet une dizaine de substances différentes, dont deux jouent un rôle dans l'inhibition de la ponte des ouvrières. Une équipe de l'INRA (**Alban Maisonnasse**) vient d'en isoler une troisième et d'en démontrer l'effet. Cette substance, l'(E)- $\beta$ -ocimène, commune d'ailleurs dans le monde végétal, est volatile au contraire des deux autres. Nouvelle substance, nouveau mode d'action : les moyens par lesquels la colonie régule son propre fonctionnement dévoilent peu à peu leur extrême complexité, grâce à la mise en œuvre de techniques sophistiquées (ici, micro-extraction en phase solide et chromatographie en phase gazeuse).



Autre recherche (en cours), autre technique : **Benjamin Dainat**, de la station de recherche suisse de Liebefeld, étudie les mouvements de l'abeille au sein de

la grappe hivernale en trois dimensions, en combinant rayons X, tomographie et image de synthèse 3D : une technique non invasive qui permet d'observer la grappe en conditions naturelles. Les abeilles sont identifiables individuellement : elles sont marquées au baryum. Premier résultat, il apparaît que les jeunes abeilles se tiennent plutôt au centre de la grappe, les abeilles plus âgées formant le manteau; la reine quant à elle passe 53 % de son temps en dehors du cœur de la grappe.



Les contaminants ne sont pas seuls à influencer sur les capacités des abeilles : l'infection par *Varroa* ou *Nosema* contribue aussi à réduire leur aptitude à retrouver correctement le trou de vol par exemple. **Jasna Kralj**, de l'Institut national de biologie de Slovénie, a démontré que ces maladies ont bien un effet sur le réflexe d'extension de la langue (proboscis extension reflex), test considéré généralement comme représentatif des capacités réflexives, mais aussi d'apprentissage et de mémoire de l'abeille. Malades, droguées ou fatiguées, les abeilles ont donc bien comme nous « la tête dans le cake »...

D'autres recherches encore ont été présentées, sur le népotisme lors de l'essaimage (les ouvrières ne restent pas plus volontiers au bercail si la jeune reine est une vraie sœur que si elle est une demi-sœur), sur le maintien de la pureté dans une zone de conservation de l'abeille mellifère, ou encore sur l'intérêt des ressources alternées (luzerne par exemple) dans les zones de grandes cultures à colza ou tournesol.

Ces recherches peuvent sembler anecdotiques ou ponctuelles; elles n'en contribuent pas moins, au prix d'un travail tenace et patient, à un fabuleux édifice de connaissance. Le comportement de l'abeille s'éclaire ainsi, découvrant peu à peu son extrême complexité et quelques surprenantes ressemblances avec les mammifères supérieurs dont nous sommes...



## Pathologie : des nouvelles d'ailleurs

**Les pertes de colonies, souci majeur des apiculteurs, ont été largement abordées au cours du congrès. La disparition des abeilles, ce phénomène appelé en anglais Colony Collapse Disorder (CCD dans la suite de ce texte<sup>1</sup>), en est l'une des modalités, à côté de laquelle en subsistent d'autres, liées à la famine ou aux maladies connues des abeilles. Faute de différencier CCD et surmortalité en général, faute de s'entendre sur les causes probables des pertes par disparition, les scientifiques ont mêlé les deux types de problèmes dans une même session et, à l'inverse, abordé le même problème - le CCD en l'occurrence - dans des sessions différentes, pathologies ou contaminations, selon les opinions des uns et des autres. Un peu de confusion donc, mais une abondante moisson dont nous ne retiendrons que quelques points marquants.**



**Dennis van Engelsdorp**, (Université de Pennsylvanie), répondant à une préoccupation que nous exprimions dans le dernier numéro de cette revue, a cerné clairement ce qu'il entend par CCD : absence d'abeilles mortes, colonie en ordre de reine (queen-right) où ne se voient que de jeunes abeilles, en nombre insuffisant pour couvrir le couvain. Cette affection ne tue que 7 % des colonies aux USA où la cause dominante de mortalité reste la famine (41 %) suivie par les problèmes de reines (22 %) et le varroa (17 %). Cette équipe s'est interrogée sur le rôle, parmi bien d'autres paramètres, de *Nosema ceranae* dans la disparition des abeilles. La nosérose est présente dans 62 % des ruches touchées par le CCD, contre 38 % seulement des ruches indemnes de CCD. *Nosema (apis* mais aussi *ceranae*) n'est pas la cause initiale du CCD mais se comporte en opportuniste, se développant lorsque la ruche est affaiblie. C'est bien ce qu'a soutenu aussi Marc Edouard Colin dans son intervention relative à l'épidémiologie de *Nosema ceranae* en France. Voilà qui réduit à néant la théorie de Mariano Higes qui est venu répéter une fois de plus que ce pathogène constitue la cause première du dépeuplement en Espagne, théorie battue en brèche par de nombreux apiculteurs de ce pays.



**Nizar Haddad**, du Centre national de recherches agricoles de Baqa' en Jordanie, nous a donné un aperçu réaliste et tragique de la situation des apiculteurs au Proche-Orient. Les pertes annuelles sont terribles (60 % en Palestine, 80 % dans certaines zones de Syrie, jusqu'à 85 % en Irak). Les causes

ne sont pas à chercher loin dans cette région du monde où sévissent la guerre et la pauvreté, où il est souvent très difficile de circuler normalement et donc de soigner des abeilles toujours menacées par la famine surtout aux confins du désert. Trop souvent, les apiculteurs ne peuvent changer les cires ni les reines car ils n'en ont pas les moyens. Les conditions sont donc plus que difficiles. Ce chercheur n'en poursuit pas moins un travail de promotion de l'abeille locale, *Apis mellifera syriaca*, trop souvent supplantée par l'abeille italienne ou carniolienne. L'abeille syrienne semble avoir un bon comportement hygiénique et résisterait donc mieux à la varroase que les abeilles indigènes, mais de nouvelles recherches vont avoir lieu pour vérifier cette hypothèse.



Situation apicole très contrastée en Israël où pratiquent 500 apiculteurs, nous explique **Victoria Soroker**, du département d'entomologie de l'organisation agricole de Bet Dagan, mais où 58 apiculteurs seulement détiennent 50 000 ruches, soit la moitié du cheptel du pays ! Avec 14 ruches au km<sup>2</sup>, la densité apicole est importante. Vu le climat, la transhumance est abondamment pratiquée : elle conduit les apiculteurs du sud vers le nord, où le relief est plus accentué. Le « pays où coulent le lait et le miel » n'est pas épargné par les problèmes : 5 % seulement des ruches sont indemnes de maladies ; 80 % des ruches portent plus d'un virus, mais les affections virales sont le plus souvent asymptomatiques. *Nosema ceranae* est présent, de même que *Nosema apis*. Les pertes atteignent 30-40 % dans les ruchers

les plus touchés. Elles sont indépendantes de la lignée d'abeille mais liées plus particulièrement à certaines zones du pays ; 14 % sont caractérisées comme CCD, les butineuses ayant disparu de la colonie. En Israël aussi, les études sont appelées à se poursuivre afin de préciser le lien entre les pertes et les agents identifiés, les apiculteurs invoquant quant à eux des causes diverses à leurs problèmes, dont les maladies mais aussi les pesticides.



Une intéressante étude néerlandaise (**Tjeerd Blacquière, Wageningen**) a mesuré l'influence de l'époque de traitement de la varroase sur la mortalité des abeilles d'hiver. Les chercheurs ont comparé les taux de survie de cohortes d'abeilles issues de colonies traitées à des époques différentes allant de fin juillet à novembre. Clairement, plus le traitement est tardif, plus la durée de vie des abeilles marquées est réduite : certaines ruches traitées tardivement ont été perdues. Les abeilles d'hiver éclosent en septembre et octobre ; elles sont donc élevées en août, mais les ruches traitées tardivement ont tendance à reprendre l'élevage en octobre : une forme de compensation qui coûte cher à la colonie, la régulation thermique d'une colonie avec couvain exigeant bien plus de réserves que celle d'une grappe sans couvain.



Enfin, **Madeleine Chagnon**, du département de biologie de Montréal, a expliqué les contrastes constatés au Canada entre zones traitées et non traitées par les produits phytosanitaires agricoles. Une première étude montre une différence significative entre les deux types de zones, les ruches placées dans les zones traitées montrant davantage de pertes de reine, d'interruption de ponte, de perte de couvain, et une mortalité accrue des butineuses. Une étude complémentaire, menée en 2008 sur 24 ruches, a comparé l'état de santé des colonies dans les zones à maïs (traitées à la clothianidine (Poncho) à 99 % au Québec) et dans des zones exemptes de pesticides. Les ruches exposées ont montré des taux de mortalité élevés, avec forte présence du virus de la paralysie aiguë. Les études se poursuivront par des recherches sur les marqueurs qui pourraient expliquer ces observations, et notamment

<sup>1</sup> L'acronyme CCD est employé dans l'article car d'une part il est plus court, et d'autre part il correspond à une définition plus précise que le terme français.



sur les paramètres impliqués dans le système immunitaire de l'abeille (vitamine A et enzymes).

Que conclure de tout cela ? La varroase, d'abord, reste responsable de mortalités importantes qu'il est possible de prévenir en traitant au bon moment, c'est-à-

dire avant que les abeilles d'hiver soient pondues, c'est-à-dire encore, sous notre latitude, au plus tard début août. Mais toutes les pertes ne sont pas imputables à la varroase, et le lien entre celle-ci et les phénomènes de type CCD n'est rien moins qu'établi. Les autres pathogènes (*Nosema*,

virus) sont abondants dans les ruches mais se profilent de plus en plus comme des opportunistes prompts à se développer dès qu'une ruche montre des signes de faiblesse. On avance à petits pas et peu à peu des convergences se dessinent. Mais le sort de l'abeille peut-il encore attendre ?

## Pathologie - *Varroa destructor*

**Cet acarien bien connu des apiculteurs était, avec les pesticides, au centre des débats concernant l'affaiblissement et la surmortalité des colonies; son rôle est important via la transmission de virus, la perturbation de la thermorégulation de la grappe hivernale ou encore l'affaiblissement des abeilles naissantes. Aussi en a-t-il été abondamment question dans les sessions consacrées à la santé de l'abeille.**

**Au sein de la communauté scientifique, il est maintenant clair qu'il est peu utile de continuer à chercher de nouvelles molécules thérapeutiques afin de lutter contre ce parasite : le varroa s'adaptera toujours et il fait désormais partie intégrante de la colonie, sa « quatrième composante » (avec les ouvrières, les faux-bourdons et la reine) disaient certains intervenants. De plus, traiter contre la varroase n'est pas sans effet sur les abeilles. Une étude présentée par J.D. Ellis du Département d'agriculture de Floride, USA, démontrait que les concentrations d'amitraz (Apivar) telles qu'on les trouve dans les cires des corps de ruche aux Etats-Unis sont suffisantes pour nettement diminuer le pourcentage d'œufs aboutissant à une abeille naissante, sans parler des résidus dans le miel...**

**Il est donc primordial de sélectionner des colonies résistantes au varroa.**



**John Kefuss**, apiculteur américain installé dans la région de Toulouse, nous a exposé sa technique de sélection d'abeilles résistantes au varroa. Comme introduction, il nous a fait part de la certitude qui l'habite quant à la lenteur d'adaptation de l'abeille à son nouveau parasite. La peur des apiculteurs ralentit les progrès : pour ne pas voir leurs colonies périr, ils utilisent sirops et autres traitements, ce qui, in fine, agit contre la nature : les plus faibles survivent et continuent à transmettre leurs mauvais gènes.

Afin de sélectionner des abeilles résistantes au varroa, cet apiculteur a établi le programme suivant : à partir de 500 colonies, il a réalisé un test de production : 20 % des colonies les plus productives étaient sélectionnées, soit 100 ruches. Sur ces 100 ruches, un test hygiénique a été réalisé (carré de couvain mis au congélateur pendant 24 h) et les 40 meilleures colonies ont été sélectionnées; leur couvain a été désoperculé et un comptage des varroas du couvain a été réalisé; les 20 meilleures reines issues de ce dernier test ont été multipliées, et de nombreu-



Un autre intervenant intéressant était **Ralph Büchler**, chercheur au centre de recherche apicole de Kirchhain en

Allemagne. Il coordonne un programme de sélection avec de nombreux éleveurs de reines allemands (environ 600 colonies testées). La sélection a lieu en deux étapes : premièrement, les colonies sont sélectionnées pour leur productivité, leur douceur, leur faible propension à essaimer ainsi que sur le taux d'infestation par varroa et le comportement hygiénique. Le taux d'infestation est mesuré par deux moyens : comptage des chutes naturelles pendant trois semaines en début de saison d'une part, et d'autre part prélèvement de 30 g d'abeilles et comptage des varroas après agitation dans une eau savonneuse et filtration. Afin de contrôler le comportement hygiénique, cette équipe préfère la technique de perçage des cellules de couvain par aiguilles (50 cellules au stade nymphal yeux blancs ou rouges), plus rapide et aussi fiable que la congélation à leur estime. Ce point a cependant suscité de nombreuses réactions dans l'auditoire, plusieurs intervenants soulignant le fait que l'odeur de l'hémolym-





phes des nymphes percées ou encore l'odeur de varroa augmentaient artificiellement le comportement hygiénique de la colonie. Mais l'équipe de R. Büchler a comparé et n'a pas vu de différence significative par rapport à la congélation, d'où l'utilisation de cette technique qui prend nettement moins de temps.

La deuxième étape consiste en un test de vitalité (cela vaut tant pour le varroa que pour les autres agents pathogènes) : les meilleures colonies ne sont pas traitées et elles sont regroupées au sein de stations de fécondation. Contrairement à J. Kefuss, ils ne laissent pas mourir les plus faibles : lorsque certaines colonies s'affaiblissent trop, ils les retirent du rucher et les traitent/nourrissent. Les colonies à mâles ne sont pas traitées non plus car *Varroa* affaiblit les mâles et il faut, de nouveau, sélectionner ceux qui y sont le moins sensibles.

L'héritabilité du comportement hygiénique est faible : 0.29 (par comparaison : l'héritabilité de la taille de l'homme est élevée : 0.8). L'héritabilité du taux d'infestation au varroa est également faible : 0.24. Son équipe a mis en évidence, par des études statistiques, qu'améliorer le comportement hygiénique par la sélection diminuait le taux d'infestation par *Varroa*. Cela semble couler de source, mais tant que cette corrélation négative (augmentation d'un caractère, diminution de l'autre) n'était pas prouvée, personne ne pouvait être certain que sélectionner le comportement hygiénique était une bonne méthode de lutte contre la varroase ! La faible héritabilité de ces deux caractères signifie que les progrès par sélection seront lents, d'où la nécessité de fédérer ses efforts afin de posséder la base de sélection la plus large possible et de réaliser une sélection dans le temps : apiculteurs, unissez-vous !



Et la nature là-dedans ? Eh bien, elle aussi travaille... discrètement mais très efficacement !

**Yves Le Conte**, chercheur à l'INRA d'Avignon, nous a exposé le fruit d'une de ses recherches concernant les colonies dites férales (retournées de l'état domestique à l'état sauvage). Suite à l'arrivée de *Varroa destructor* sur le territoire français en 1982, il n'aura fallu que 2 ou 3 ans pour que les colonies sauvages disparaissent complètement, mais en 1994 on a commencé à observer de nouvelles colonies férales.

En collaboration avec l'ANERCEA (Association Nationale des Eleveurs de Reines et des Centres d'Elevages Apicoles, France), Y. Le Conte décida d'étudier la raison de cette survie de colonies sans aucun traitement acaricide. Soixante colonies sauvages furent prélevées et installées dans des ruches. Leur production de miel, leur taux de survie et leur taux d'infestation furent mesurés et comparés à ceux de colonies témoins situées sur le même rucher expérimental. Résultat : au niveau essaimage et production de miel, il n'y avait pas de différence; par contre, les colonies sauvages possédaient deux fois moins de varroas (mais ils étaient toujours bien là, preuve que la cohabitation est possible !).

D'abord, les chercheurs voulurent s'assurer, au niveau génétique, qu'on avait affaire au même acarien chez les témoins et les résistantes : c'est bien le cas. Malgré ce fait, la fertilité de *Varroa destructor* diffère en fonction de la souche d'abeilles.

Ils étudièrent également les viroses : celles-ci sont moindres chez les colonies férales (or on sait que le varroa est un vecteur biologique et mécanique de virus). Il restait donc à démontrer que ce n'était pas une résistance aux virus qui déterminait cette survie : après avoir infecté artificiel-

lement des colonies sauvages et normales, il n'y avait pas de différence de sensibilité observée.

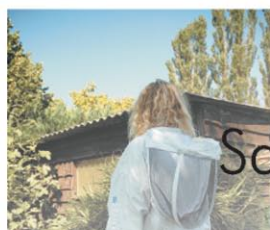
La comparaison des gènes exprimés entre colonies résistantes et sensibles au varroa a mis en évidence que chez les colonies férales, des gènes concernant l'olfaction étaient surexprimés. Ce constat va dans le même sens que l'exposé qu'a donné **Cédric Alaux** (INRA, Avignon) sur la résistance des abeilles africanisées à *Varroa destructor* : il a montré que les différences génétiques impliquées dans la résistance au varroa entre abeilles africanisées et abeilles européennes concernent un grand nombre de gènes de l'olfaction.

On rappellera à ce propos l'exposé de **Jean-Luc Brunet** sur l'effet chronique de pesticides, aux doses rencontrées dans le nectar des fleurs traitées, sur l'olfaction et la gustation des abeilles... les substances étudiées étaient toutes hautement toxiques à ce point de vue. L'association de ces études suggère l'hypothèse que les pesticides systémiques seraient susceptibles, par ce biais, de sensibiliser les abeilles à *Varroa destructor*.

Yves Le Conte a conclu son exposé en disant que le comportement hygiénique des abeilles était un caractère primordial à prendre en compte lors de la sélection d'abeilles résistantes au varroa, et que si la nature a réussi à le faire en 10 ans, on y arrivera aussi !

Mots clés : **biologie, pathologie, dépérissement**

Résumé : points marquants de quelques présentations dans le domaine de la biologie de l'abeille et de la pathologie.



Couleurs : blanc ou miel  
35 % coton 65 % polyester  
Enfants de 6 à 16 ans  
Adultes de S à XXL et sur mesure  
tarifs sur simple demande

NATURAL LIFE STYLE

Salopettes - Vareuses - Coiffes



Confectionné en Belgique  
Patricia Lafosse  
49, rue de Paris  
1350 Jandrenouille  
019/63.59.76  
e-mail: [natural.lifestyle@scarlet.be](mailto:natural.lifestyle@scarlet.be)