

Comprendre les abeilles, et pratiquer une apiculture respectueuse de leur nature

Johannes Wirz

Cet article est extrait de la revue *Elemente Der Naturwissenschaft* n°101 (2014) p. 92 à 113 éditée par l'Institut de Recherche au Goetheanum, Dornach, Suisse.
www.forschungsinstitut.ch

Traduction : Catherine Marquot. revue par Jean-Michel Florin (dec 2016)

Diffusion en France : Mouvement de l'Agriculture Biodynamique
www.bio-dynamie.org

Résumé

L'auteur de ce document démontre que la santé des colonies d'abeilles dépend largement de la conduite apicole elle-même. Il propose d'abord une définition d'une pratique apicole respectueuse de la nature de l'abeille, telle que l'ont développée les pionniers de l'apiculture biodynamique en s'appuyant sur les propos de Rudolf Steiner. Il présente ensuite toute une série d'études qui démontrent scientifiquement les trois caractéristiques essentielles de la vie des colonies d'abeilles : la reproduction par l'instinct d'essaimage, l'élaboration des rayons par construction naturelle (sans support) et la fécondation sur place de la reine (sans élevage artificiel de reines).

Il est clair que le respect de ces trois facteurs fondamentaux crée de réelles possibilités d'amélioration durable de la santé et du bien-être des abeilles. Il est donc conseillé de les intégrer comme des normes dans tous les modes de conduite apicole, et ce non seulement par souci éthique de respect de l'animal.

Les besoins de l'abeille

On entend sans cesse parler d'importantes pertes de colonies d'abeilles. Et pourtant, il ne s'agit pas d'une hécatombe mondiale, car le nombre total de colonies ne cesse d'augmenter (voir figure 1). Certes, il n'augmente ni en Europe ni aux Etats-Unis, mais s'accroît en Afrique, en Amérique Centrale, en Amérique du Sud et en Asie. Mais ne nous fions pas à cette tendance positive. Il ne fait aucun doute que les décès d'abeilles et les pertes de colonies sont le fait de l'homme. Le rapport 2010 de l'organisation chargée de l'environnement (UNEP) au sein de l'ONU cite certains facteurs responsables : la perte de quantité et de diversité florales du fait d'une agriculture toujours plus intensive, la fragmentation de l'espace vital, les pesticides, la pollution de l'air, le brouillard électromagnétique et la réduction de la diversité génétique des abeilles domestiques, due à l'élevage artificiel de reines et à leur commerce mondial.

Les pratiques apicoles ne sont évoquées que de façon marginale comme responsables des problèmes. Et ceci pour deux raisons. L'on peut d'abord affirmer avec certitude qu'il y a 35 ans ou plus, soit avant l'importation du varroa en Europe, quelle que soit la façon dont les ruchers étaient gérés, les apiculteurs étaient très rarement confrontés aux pertes énormes qu'ils subissent désormais chaque année. En outre, depuis une centaine d'années s'est imposée une apiculture peu respectueuse des besoins des colonies. Les pratiques « naturelles » ou « conformes à la nature de l'abeille » n'ont été utilisées et développées que par une toute petite minorité d'apiculteurs et d'apicultrices.

Je souhaite décrire dans ce document les grands traits d'une apiculture respectueuse des abeilles, rappeler sur quelles idées et conceptions elle se fonde et expliquer en quoi elle peut contribuer à l'amélioration de la santé des abeilles.

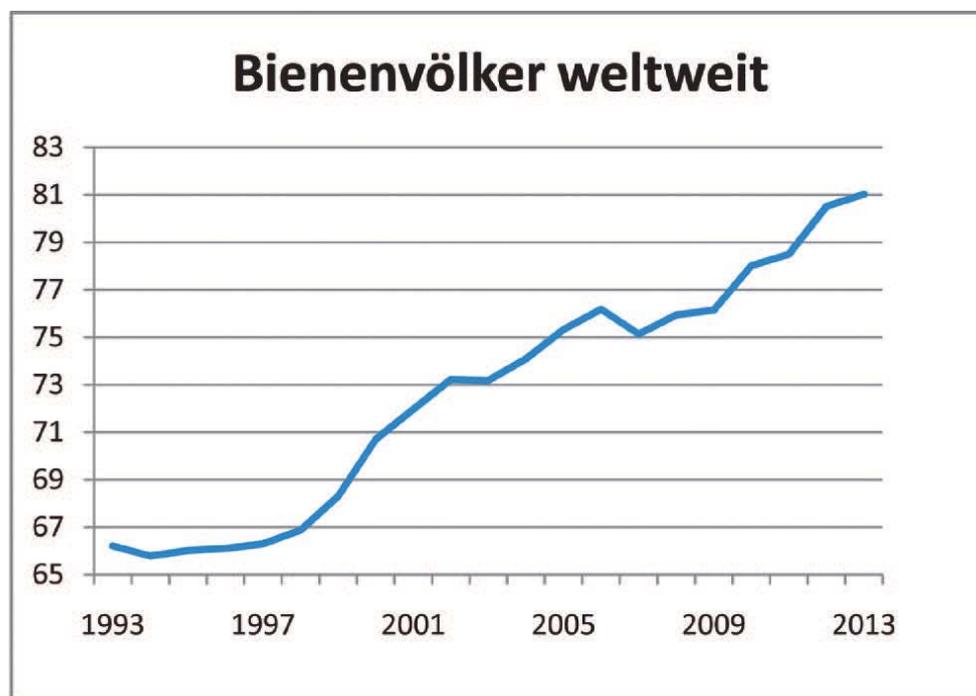


Figure 1: le nombre de colonies par an, dans le monde, exprimé en millions (Source : <http://faostat3.fao.org/browse> ; consulté le 12.11.2014)

Les origines d'une pratique apicole respectueuse de la nature de l'abeille

A la différence de l'agriculture biodynamique, fondée par le cours que donna Rudolf Steiner à Koberwitz en 1924, il n'existe aucune date décisive quant à l'apparition d'une pratique apicole respectueuse de la nature de l'abeille. Cela est d'autant plus étonnant que Steiner, dès 1923, en a posé les fondements, tant au niveau du contenu qu'au niveau spirituel, lorsqu'il donna ses conférences sur les abeilles devant les ouvriers du Goetheanum (Steiner, 1923). Ces conférences sont riches en pensées et réflexions sur la nature de l'abeille, sur la pratique scientifique en général et sur la culture apicole. Sans s'appuyer sur d'autres travaux anthroposophiques antérieurs, il était toutefois difficile de saisir la « nature de la colonie d'abeilles » et l'idée d'une totalité organique comme principe spirituel. S'ajoute à cela que ces conférences semblaient d'une importance mineure pour la pratique apicole. Les descriptions imagées de l'essaimage en tant que mort imminente, de la construction de la cire comme squelette, et de la reine en tant qu'organe de l'unité interne de la colonie étaient difficiles à appliquer directement dans de nouvelles pratiques. Les publications ultérieures d'auteurs d'inspiration anthroposophique n'améliorèrent en rien cette situation. Certes, ils avaient édité quelques travaux dignes d'intérêt sur les abeilles (Lorentzen 1938, Suchankte 1965, Weiler 2000), mais qui n'avaient que peu ou pas de rapport avec la pratique apicole. Et dans le seul écrit comportant des renseignements pratiques (Thun 1986), l'on affirmait même que le succès de l'apiculture n'était pas envisageable sans l'élevage artificiel de reines.

Ce n'est que dans les années 80 du siècle dernier que des apiculteurs proches du Centre de Recherche et d'Enseignement Apicole du *Fischermühle*¹ (Allemagne) se mirent à tester de nouvelles pratiques en se basant sur les propos de Steiner. Après dix ans et de nombreuses expériences, la « traduction » des points de vue de Steiner était finalisée et posée comme fondement d'une pratique « respectueuse de la nature de l'abeille » : reproduction des colonies par l'instinct d'essaimage, élaboration des rayons par construction naturelle et abandon de tout élevage artificiel de reines. En 1995, avec l'élaboration du cahier des charges apicole Demeter en Allemagne, l'apiculture biodynamique était née !

Apprendre à comprendre les images

Une conduite des abeilles respectueuse de leur nature fait effectivement le lien entre les pensées imagées issues des conférences aux ouvriers, la pratique apicole et la biologie de l'abeille. L'essaimage d'abeilles, vu comme un état de mort imminente de la colonie ou de son âme groupe, reste une énigme. L'essaimage est bien l'expression et la conséquence d'une grande vitalité de la colonie mère, et ne montre aucun signe de faiblesse pendant son vol (voir figure 2). Pourtant, deux aspects nous font considérer cet évènement comme véritablement lié au registre de la mort. Tout d'abord, un essaim laisse derrière lui tout ce qui constitue son intégrité et ses conditions d'existence : l'espace protégé de la ruche, les rayons de cire, toutes les réserves de nourriture et le gros nid à couvain – en bref, toutes les conditions favorables au bon développement de la colonie. Il est aisé de comparer l'essaimage à la mort d'une personne, qui doit, elle aussi, laisser derrière elle tout ce qui lui était cher et précieux.

¹ <http://fischermuehle.info>



Figure 2 : un essaim peu après qu'il ait quitté sa ruche

Ensuite, la capture d'un essaim permet d'expérimenter de façon immédiate l'approche de la mort. La dynamique du nuage d'abeilles dans l'air, avec son parfum, sa musique et ses mouvements légers est à couper le souffle. Peu de temps après, la représentation tire à sa fin. Rapidement mais sans brouhaha, les abeilles se rassemblent en grappe autour d'une branche, parfois dans un buisson ou autour d'un piquet (voir figure 3). Il suffit de le secouer légèrement pour le faire tomber dans un panier vide ou un seau ou pour le ramasser avec un balai. Il tombe alors lourdement. Les abeilles sont paisibles et ne piquent que rarement. Comparé à une colonie dans sa ruche, un essaim n'a rien d'autre à défendre ; il n'a personne à repousser. La nouvelle colonie naît au moment où les abeilles sont déversées ou pénètrent dans leur nouveau logis (voir figure 4).

La seconde notion concerne le rayon en tant que protection pour la colonie. C'est l'endroit où le couvain sera élevé et la nourriture entreposée. Steiner le décrit comme le squelette de l'âme groupe de l'abeille, mais aussi comme un mélange de sang, de muscles et d'os. C'est bien pour cela qu'il faut le laisser se développer sans entrave et comme un organe individuel. Dans son nouveau logis, l'essaim s'installe immédiatement sous forme de demi-sphère sous le plafond de la caisse. A partir de la « masse » souple des abeilles, prennent aussitôt forme plusieurs rayons, proportionnels à la taille de la colonie. Ils sont blancs comme neige et fragiles (Voir figure 5). De la propolis en fortifie les bords et ils se durcissent au fil du temps. Peu après, ils dépassent de la masse des abeilles et deviennent bien visibles.



Figure 3 : peu de temps après, l'essaim se fixe en grappe autour d'une branche



Figure 4 : entrée d'un essaim dans son nouveau logis



Figure 5 : la colonie s'installe sous forme de demi-sphère sous le plafond de la caisse et commence aussitôt à construire plusieurs rayons proportionnels à sa taille.



Figure 6 : au fil du temps, les rayons prennent forme à partir de la masse des abeilles

L'élaboration des rayons rappelle le développement du squelette des animaux à sang chaud, chez lesquels tout le soutien ultérieur est issu lui aussi d'un embryon mou. Les os ont pour origine le tissu conjonctif embryonnaire, le mésenchyme, qui produit également le sang et les muscles. La colonne vertébrale et les os des jambes sont d'abord formés sous forme cartilagineuse et ne sont remplacés par des matériaux osseux que dans une étape ultérieure du développement. Tout au long de la vie, les diverses cellules du sang sont élaborées dans la moelle osseuse. Le parallèle avec les propos de Steiner sur les alvéoles est frappant. Les jeunes abeilles se développent dans le squelette protecteur des alvéoles, qu'il décrit comme « cellules sanguines ».

Le troisième point de l'apiculture respectueuse de la nature de l'abeille, l'abandon de l'élevage artificiel des reines, est le plus difficile à comprendre au premier abord. A un ouvrier qui l'interrogeait sur l'élevage artificiel, Steiner répondit : « *Nous verrons (...) que ce qui est, pendant une courte période, une mesure extrêmement favorable, que ce qui constitue les principes d'aujourd'hui, peut sembler bon, mais toute l'apiculture s'arrêterait dans cent ans si on n'utilisait que des abeilles obtenues artificiellement* ». Et peu après : « *Aujourd'hui, il va de soi qu'à certains égards, on ne peut en général que chanter les louanges de l'élevage artificiel (...). Mais qu'en sera-t-il dans cinquante ou quatre-vingt ans ? Attendons. C'est qu'en effet certaines forces, qui jusqu'à présent agissaient organiquement dans la colonie, sont purement et simplement mécanisées, deviennent des forces mécaniques. On ne peut pas instaurer entre la reine achetée dans le commerce et les ouvrières cette affinité profonde, telle qu'elle s'instaure lorsque la reine est celle que la nature a donnée* » (Steiner, 1923). Depuis les disparitions massives d'abeilles (syndrome d'effondrement des colonies) qui ont touché les Etats-Unis pendant l'hiver 2006/2007, ces déclarations ont été souvent citées comme prophétiques, et ce, même par des non-anthroposophes, bien qu'elles ne puissent pas être vraiment été comprises au premier abord.

Environ 40 jours après le départ de l'ancienne reine et l'apparition d'une nouvelle reine, ne vivent dans la ruche que des filles de cette jeune reine. Les autres ouvrières sont mortes, conformément à la durée de vie d'une abeille d'été. Considérons que l'unité interne ne peut être le fruit d'abeilles individuelles mais que la colonie a besoin d'elles en tant qu'organe, et nous pourrions enfin envisager les choses sous un autre angle. Comme lors d'une transplantation d'organe, où seuls des médicaments immunosuppresseurs peuvent empêcher le rejet de l'organe étranger, une reine étrangère, sorte d'« organe » de la colonie, ne pourra être intégrée qu'au prix de la globalité originelle. Ce point de vue est explicitement soutenu par le fait que Steiner considérait les ouvrières comme des « cellules sanguines » (organes des échanges et de la transmission depuis l'extérieur et à l'intérieur de la ruche), les faux-bourçons comme des « cellules nerveuses » (organes de la perception) et la reine comme « cellule protéique » (organe de la reproduction et garante de l'unité interne de la colonie). (voir figure 7).



Figure 7 : à la saison du couvain, la reine pond jusqu'à 2 000 œufs par jour ; ses filles la nourrissent de façon intensive.

Travailler avec les impulsions de la colonie

Les conséquences apicoles des propos imagés de Steiner sont diamétralement opposées aux pratiques de l'apiculture conventionnelle. Pour mémoire : ici, les colonies ne peuvent se reproduire que par l'instinct d'essaimage ; là-bas, cette impulsion est réprimée par tous les moyens possibles. Ici, en matière de nid à couvain, la construction naturelle est de rigueur ; là-bas, les colonies élaborent les rayons sur des plaques de cire formant la paroi centrale, avec une taille de cellules bien définie, de 5,4mm le plus souvent. Ici, l'élevage artificiel des reines est interdit et la règle est l'accouplement des jeunes reines sur place. Là-bas, les reines sont élevées par des professionnels expérimentés, accouplées à des faux-bourçons issus de colonies sélectionnées et expédiées à l'apiculteur. Elles sont introduites dans des colonies préexistantes dont la reine a été préalablement retirée.

Contrairement à ce qui se produit pour les bovins, les porcs ou les poules, on n'a fait que peu de place aux insectes – y compris aux abeilles domestiques – dans l'éthique animale. En tant qu'animaux non sensibles, ils ne jouissent d'aucun droit, en dehors de celui à des « contacts respectueux » (loi allemande de 1972 pour la protection animale²). Cette appréciation qui, au regard de la colonie d'abeilles, est difficile à comprendre résulte du préjugé selon lequel la colonie n'est que la somme de nombreux animaux individuels. Si l'on voulait prendre en considération ces trois capacités magnifiques que sont la régulation active

² <http://www.gesetze-im-internet.de/BJNR012770972.html>

de la température, le système immunitaire et la communication hautement développée, qui ne peuvent évidemment se comprendre qu'au niveau de la colonie, si l'on voulait se souvenir que le suc nourricier pour l'élevage du couvain est une sécrétion propre à la colonie, on aborderait alors cette dernière davantage comme un mammifère que comme une somme d'insectes. L'essaimage, la construction naturelle et l'élevage des reines par les colonies elles-mêmes seraient alors envisagés comme l'expression de la nature de cet être animal, respectés ou garantis comme des mesures essentielles au bien-être de ces animaux. Indépendamment de toute notion relative à l'éthique animale, l'importance de ces trois modes de comportement fondamentaux est aujourd'hui prouvée par de nombreuses études, dont les résultats sont très impressionnants. Les propos imagés de Steiner s'avèrent, étonnamment, être une compréhension profonde des processus biologiques de l'abeille.

Des colonies multipliées à partir de l'instinct d'essaimage.



L'essaimage est un signe d'abondance ; la colonie comporte de nombreuses abeilles, d'un couvain généreux et dispose de réserves. La création d'une nouvelle colonie est prometteuse, la colonie court peu de risques. Les facteurs déclencheurs en sont encore peu connus (Seeley 2010). L'acte d'essaimer s'engage avec la construction de petites ébauches de cellules royales, dans lesquelles la reine pond des œufs. Dès que les larves éclosent, ces cellules sont étirées en véritables cellules royales, qui grandissent proportionnellement au développement des occupantes (voir figure 8).

Figure 8 : Sur les bords des rayons proches du centre du nid à couvain, plusieurs reines sont élevées dans des cellules royales qui seront operculées au bout de neuf jours (Photo : Thomas Radetzki).

En 2010, Thomas Seeley a fait des recherches précises sur les conditions de la préparation à l'essaimage. Trois jours avant l'essaimage, la physiologie de la colonie se modifie. La reine reçoit une nourriture pauvre en protéines et cesse de pondre. Elle perd du poids et ses filles la pourchassent gentiment sur les rayons. Elle doit retrouver la forme pour le vol, après deux ou

trois ans sans jamais quitter la ruche. Les ouvrières mangent beaucoup de miel et prennent du poids. Dans des conditions naturelles, un essaim doit souvent survivre plusieurs jours sans s'alimenter, et devra avoir encore assez de réserves de nourriture pour construire les premiers rayons. Enfin, la plupart des abeilles activent leurs glandes cirières indépendamment de leur âge – normalement, les abeilles ne sont capables de produire de la cire qu'entre le 14^e et le 16^e jour après leur éclosion. Aussi bien la reine que les ouvrières traversent ainsi une sorte de cure de jouvence. Le premier essaim – la partie de la colonie qui quitte la ruche avec la reine âgée – conduit à une interruption du couvain. Ce n'est qu'après la construction des premiers rayons dans le nouveau logis que la reine peut recommencer à pondre des œufs !

Dans le reste de la colonie, après le départ du premier essaim, se développent de nombreuses jeunes reines. Sans interventions de l'apiculteur, plusieurs essaims secondaires pourront se détacher – des parties de colonie avec des reines jeunes et non fécondées. A la fin du processus d'essaimage, il ne reste plus qu'une reine dans la colonie mère d'origine. Lors du vol nuptial, jusqu'à 40 faux-bourçons fécondent les jeunes reines dans des lieux nommés sites de rassemblement des faux-bourçons. Quelques jours plus tard, ces reines commencent à pondre des œufs. Ces parties de colonies connaissent elles aussi une période plus ou moins longue sans couvain. Du fait que de nombreuses maladies des colonies d'abeilles se développent dans le couvain, l'interruption de couvain est une mesure sanitaire de choix.

Certains témoignages confirment que l'acte d'essaimage contribue à réduire certaines maladies bactériennes des colonies comme la loque européenne et la loque américaine (*Amsler et al.* 2013, *Fries et Camazine* 2001) et que la pression de l'acarien *varroa* diminue (*Fries et al.* 2003 ; *Wilde et al.* 2005) ; ceci est aussi dû au fait que les abeilles essaimeuses exportent une partie des acariens. L'essaimage est un acte guérisseur.

La première année, les colonies issues d'essaims rapportent rarement assez de miel pour faire une récolte. Pourtant, la perspective d'avoir des colonies plus saines ainsi que de nombreuses jeunes colonies à vendre ou à offrir compense largement l'effort fourni et la moindre récolte en miel.

Des rayons érigés par construction naturelle

L'essaim emménage dans son nouveau logis et commence immédiatement à ériger des rayons. Ces rayons ont de nombreuses fonctions. Ils forment le nid à couvain et garantissent ainsi le développement et la pérennité de la colonie. Ils servent de grenier pour les réserves de miel et de pollen, qui nourrissent la colonie toute l'année. Une colonie dépend par ailleurs de l'étendue des surfaces de cire pendant les jours très chauds où il ne s'agit plus de réchauffer mais au contraire de rafraîchir la ruche. Enfin les rayons de cire sont la salle de danse, sur laquelle les abeilles signalent à leurs sœurs en frétilant le lieu, l'éloignement et la qualité d'une source de nectar – c'est donc une vraie plate-forme de communication (*Seeley* 1995, *Tautz* 2007).

Sous plusieurs aspects, le rayon de cire est l'organe dans lequel s'exprime la biographie de la colonie. Il n'est jamais terminé, les ouvrières l'améliorent en permanence. Dans sa substance-même, la cire porte un parfum de ruche clair et individuel, qui se transforme lui aussi au cours du temps. En effet, toutes les substances liposolubles que les abeilles rapportent dans le pollen, et dans une moindre mesure dans le nectar, se conservent

dans la cire. La couleur des rayons ne passe pas inaperçue : les neufs sont d'un blanc éclatant, les vieillissants presque noirs, parce que la peau des nymphes reste stockée dans les alvéoles après chaque éclosion.

Inutile de souligner le fait que la construction naturelle des rayons s'est perfectionnée au cours d'une période d'évolution longue de plusieurs millions d'années. La dynamique de la construction est admirable, aucune alvéole de trop, et pourtant à la fin de la saison apicole, il y a toujours assez de place pour accueillir les réserves d'hiver.

Pour la santé de la colonie, la production de cire et la construction des rayons sont la seconde mesure sanitaire importante. On a pu démontrer leurs effets positifs en cas de loque américaine et de loque européenne, deux fléaux en Suisse (*Amsler et al. 2013 ; Munawar et al. 2010 ; Waite et al. 2005*). Si l'on est confronté à ces deux maladies, il est recommandé de créer avec les colonies infestées des essaims artificiels qu'on place pendant trois jours à la cave. On les installe ensuite sur des cadres et ils se guérissent en produisant de la cire, soit par construction naturelle, soit sur des feuilles de cire gaufrée.

L'apiculture traditionnelle est très critique par rapport à la construction naturelle, qui nécessite plus d'énergie, donc plus de miel que la construction sur cires gaufrées (*Dettli 2009 ; Seeley 2002 ; Tautz 2007*). Les abeilles y bâtissent aussi plus de cellules de faux-bourçons que sur les cires gaufrées (*Dettli 2009 ; Seeley 2002*). Enfin, au printemps, les colonies en construction libre rapportent moins de miel que celles installées sur cires gaufrées, car les faux-bourçons sont couvés plus tôt (*Dettli 2009*). La bibliographie nous indique que les colonies qui nichent sans influence extérieure dans des troncs d'arbres creux construisent environ 17% de cellules de mâles (*Seeley et Morse 1976*). Si l'on considère cette proportion comme une référence pour le « naturel », on peut tolérer sans problèmes jusqu'à 20% de cellules de faux-bourçons. Des études montrent que les colonies en construction naturelle se débrouillent mieux avec le varroa que celles équipées de cires gaufrées (*Dettli 2007 ; Seeley communication personnelle*), qu'elles ont une plus faible tendance à essaimer (*Dettli 2009*) et qu'elles élèvent des mâles moins longtemps en fin de saison (*Seeley communication personnelle*).

Les inconvénients économiques d'une production de miel plus réduite sont contrebalancés par un meilleur état sanitaire des colonies, car les rayons en construction naturelle sont le plus souvent moins chargés en pesticides que ceux que les abeilles élaborent sur des cires gaufrées. Il suffit de jeter un coup d'œil sur les pages Internet des services du Ministère de l'agriculture pour découvrir des milliers de substances homologuées et autorisées à l'emploi en agriculture conventionnelle. Une grande partie d'entre elles est liposoluble et s'accumule dans la cire. Bien que des analyses de risques soient réalisées sur les substances prises individuellement, personne n'a jamais étudié les effets d'un cocktail de centaines de ces résidus sur la santé des abeilles. Il est certes impossible d'éviter cette pollution dans les cas de construction naturelle – les abeilles ne faisant pas la différence entre cultures traitées ou non traitées – mais elles subissent une pollution de fond plus réduite que les colonies sur cires gaufrées, car les rayons ne portent pas le passé des trente dernières années – c'est bien le temps de survie des poisons dans la cire. A chaque fois que des rayons issus de cires gaufrées donnent naissance à de nouvelles cires gaufrées, ces poisons s'accumulent.

Pas d'élevage artificiel de reines

L'abandon de l'élevage artificiel de reines est une suite logique de la multiplication des colonies par l'instinct d'essaimage. Sept jours après que l'ancienne reine ait quitté la ruche avec la moitié de la colonie, les premières jeunes reines éclosent. La subsistance du reste de la colonie est ainsi assurée, sans aucune intervention des apiculteurs.

L'apiculture conventionnelle considère le fait de laisser les colonies essaimer comme une preuve d'incompétence de l'apiculteur ; l'élevage naturel apparaît de la même façon comme un anachronisme. De l'avis de nombreux scientifiques spécialistes des abeilles, la qualité des reines provenant d'un accouplement sur place serait moins bonne, car certaines caractéristiques seraient perdues. Inversement, ils tiennent le succès de l'élevage artificiel pour assuré, bien qu'il soit très difficile à prouver.

La sélection cherche à développer des qualités telles que la faible tendance à essaimer, de gros rendements en miel et des abeilles très douces. Ces traits de caractères sont certainement en partie induits par la génétique, mais ils sont aussi fortement déterminés par la conduite du rucher, les soins aux abeilles et le lieu d'implantation.

Tout apiculteur sait que le manque de place dans la ruche au moment de la pleine miellée augmente l'instinct d'essaimage, et qu'à l'inverse l'accroissement de l'espace l'atténue. Les rendements en miel dépendent en toute première ligne du lieu d'implantation et des conditions saisonnières. Une comparaison entre des colonies munies de reines à hautes performances et d'autres non sélectionnées n'a pas montré de différence significative en matière de taille de colonie ni de rendement en miel (*Imdorf et al. 2008*). Par contre, dans la même étude, des différences entre les lieux d'implantation se sont avérées clairement significatives. Par ailleurs, de nombreux apiculteurs ont pu vérifier que des colonies placides peuvent tout à fait se mettre à piquer, alors que d'autres, qui piquaient comme le diable avant la pause hivernale, commencent la nouvelle saison apicole en étant pacifiques et très douces.

Même en matière de maladies, où depuis des années l'on essaie d'élever et de sélectionner des abeilles résistantes ou tolérantes, aucun succès notable n'a pu être répertorié.

Je pense que ceci tient à une caractéristique de l'abeille domestique : l'accouplement multiple. Lors de ses vols nuptiaux – qui s'étalent parfois sur plusieurs jours - chaque reine s'accouple avec 7 à 12 faux-bourçons (*Lehnherr et Duvoisin 2001*). Pendant les belles journées volent, dans les sites de rassemblement des faux-bourçons, des centaines de mâles provenant des colonies de toute la région. Du fait que les reines parcourent en moyenne 5 km, alors que les mâles n'en parcourent que 3, la probabilité qu'une reine s'accouple avec les mâles de sa propre colonie est réduite (*Nitschmann et Hüsing 1987*). La diversité génétique la plus grande possible est une stratégie de survie, qui a largement fait ses preuves au cours de l'évolution !

Un simple cours de génétique pour débutants montre qu'avec une telle diversité de pères, aucune sélection ciblée n'est possible. Les lois de Mendel sont parfaitement efficaces lorsque les parents qu'on rapproche sont de race aussi pure que possible, c'est-à-dire homogènes sur le plan génétique. La colonie d'abeilles échappe justement à cette homogénéité. D'un point de vue génétique, il n'existe jamais dans des conditions naturelles deux fois la même reine, on ne trouve ni ouvrières ni faux-bourçons identiques. La diversité génétique fait partie de la nature de l'abeille.

Ces dernières années, de nombreux résultats ont confirmé toute la valeur de l'accouplement multiple. L'augmentation de la diversité génétique avec 8 à 15 pères – comparé à des colonies avec 1 à 7 pères – a amélioré la force des colonies tant pendant l'hivernage qu'en sortie d'hiver (*Mattila et Seeley 2007 ; Tarpy et al. 2013*). Les abeilles ont construit de plus grands nids à couvain et plus de surfaces de rayons (*Tarpy et Seeley 2006*). La régulation de la température était améliorée (*Graham et al. 2006 ; Jones et al. 2004*). L'intensité de la danse frétilante augmente proportionnellement au nombre des faux-bourçons fécondant la reine (*Mattila et al. 2007*), d'où un recrutement accru de butineuses (*Mattila et Seeley 2014*). Par ailleurs, les abeilles ont visité des sources de nectar plus éloignées (*Mattila et al. 2014*).

L'intérêt de l'accouplement multiple a également été prouvé à l'intérieur de la ruche : la résistance aux maladies infectieuses s'est trouvée accrue (*Tarpy et al. 2013*) et la défense contre des spores de loque américaine introduites a été renforcée (*Seeley et Tarpy 2007*). La plus grande diversité de la microflore et de la microfaune présentes a amélioré la santé des colonies, entre autres par une meilleure conservation du pollen, appelé « pain des abeilles » (*Mattila et al. 2012*).

On imagine facilement que tous ces avantages majeurs de l'accouplement multiple auraient bien du mal à être obtenus par des programmes d'élevage ciblés. La diversité génétique est la garantie d'un large potentiel de caractères comportementaux. *Jürgen Tautz (2010)* décrit la situation de façon imagée : si les descendantes d'une certaine lignée de faux-bourçons étaient de bonnes butineuses, mais peu efficaces dans la ruche, la colonie en souffrirait autant que si cette lignée ne donnait que des ouvrières spécialisées dans les travaux de la ruche. Dans le premier cas, l'élevage du couvain serait défectueux, dans le second cas, c'est la collecte du pollen et du nectar qui serait médiocre. L'accouplement multiple garantit un équilibre bien réparti entre toutes les fonctions et tous les modes de comportement indispensables à l'intérieur de la ruche et dans l'environnement. Le résultat dépasse largement la somme de toutes les facultés prises individuellement. De ce point de vue, les objectifs d'élevage portant sur des caractéristiques individuelles sont voués à l'échec.

Du fait que la perte de diversité génétique constitue l'un des grands problèmes de l'apiculture moderne (*UNEP 2010*), il est conseillé de renforcer les colonies en renonçant à la sélection par croisement contrôlé et de favoriser l'accouplement sur place. Conserver la diversité génétique, et donc un maximum de facultés signifie multiplier les colonies par l'instinct d'essaimage et par accouplement sur place. D'autres auteurs sont également parvenus à la même conclusion (*Münstedt et al. 2014*), même s'ils n'excluent pas totalement la sélection de lignées de faux-bourçons.

Au premier abord, il peut sembler fastidieux de multiplier les colonies avec des essaims. Les apiculteurs amateurs, qui n'ont du temps à consacrer aux abeilles que pendant le week-end, vont laisser partir la plupart des essaims. Et les apiculteurs professionnels, qui possèdent souvent plusieurs centaines de ruches, n'ont certainement pas le loisir de s'occuper de cela. Pourtant, même dans ces cas-là, il est possible de travailler avec l'instinct d'essaimage, en anticipant la formation des essaims. Depuis la ponte des œufs jusqu'à l'operculation des alvéoles royales s'écoulent exactement neuf jours, et dès que la première cellule est fermée, l'ancienne reine peut essaimer avec la moitié de toutes les abeilles. Pendant la saison d'essaimage (de mi-avril à fin mai), l'on ne peut se dispenser de vérifier les colonies tous les neuf jours pour voir si des cellules royales ont été formées. Si on en trouve, on va

rechercher l'ancienne reine dans la ruche et on la place dans une caisse vide avec quelques milliers d'abeilles. Dans l'obscurité et la fraîcheur d'une cave, cette entité se développe en essaim. Avec les jeunes reines qui se développent dans la colonie mère, on pourra ensuite constituer d'autres colonies.

L'adaptation au lieu d'implantation

Sans élevage artificiel de reines et avec l'accouplement sur place, les colonies exploitent un autre potentiel important, qui dans l'écologie et la biologie de l'évolution est de la plus haute importance : c'est l'adaptation. Tous les êtres vivants, qu'ils soient végétaux ou animaux, s'adaptent à leur espace de vie au cours du temps ou des générations. Que ceci se produise purement par hasard, comme l'affirme la théorie néodarwiniste, ou obéisse à une règle, comme le laisse supposer l'épigénétique, n'a absolument aucune importance pour ce qui nous intéresse. De telles adaptations accroissent la vitalité et la capacité de résistance, et ceci se vérifie aussi chez les abeilles.

Il existe en Europe des illustrations saisissantes des effets positifs de l'adaptation des colonies à leur site d'implantation. Dans trois régions, elles ont réussi à développer une coexistence avec la plus grande menace de l'apiculture actuelle, le varroa. Ceci signifie qu'elles sont parvenues à survivre en présence de l'acarien sans aucun contrôle chimique. Sur l'île de Gotland, en 1999, ont été installées 150 colonies qu'on a laissées libres d'essaimer, et qui n'ont connu aucune intervention apicole, en dehors de la mise à disposition de provisions hivernales suffisantes (*Fries et al.* 2003, 2006). Au départ, on a introduit 36 à 89 acariens dans chaque colonie expérimentale. Quatre ans plus tard ne survivaient plus que 8 colonies. En 2004 et 2005, on ne déplora plus aucune perte hivernale. En 2005, en comptant les nouvelles colonies issues d'essaims, vivaient à nouveau en tout 13 colonies. De toute évidence, pendant les six années, un équilibre entre colonies et parasites avait été atteint. Pour étudier les causes de cette stabilisation, l'on installa sur l'île des colonies témoins, dans lesquelles on combattait les acariens une fois par an (*Fries et Bommarco* 2007). Il s'avéra que les colonies expérimentales comportaient 82% de moins de varroas que les colonies témoins. L'on attribua la réduction à une moindre surface du couvain dans les colonies expérimentales. En outre, ces colonies comportaient plus d'acariens sur les abeilles adultes que sur le couvain, contrairement à la situation dans les colonies témoins.

En 1994, on découvrit à Avignon des colonies d'abeilles vivant à l'état sauvage et qui avaient survécu sans traitement contre les varroas. De 1999 à 2005, elles furent comparées (sans traitement) avec des colonies témoins, qui recevaient une fois par an un traitement contre le varroa (*Le Conte et al.* 2007). Les deux groupes – avec et sans traitement – connurent un taux de survie comparable et satisfaisant – la mortalité oscillant entre 9,7 et 16,8%. Certaines colonies sauvages vécurent jusqu'à 11 ans. Chez les colonies témoins, le rendement en miel fut 1,7 fois supérieur à celui des colonies sauvages non traitées, et le nombre des acariens dans les colonies sauvages trois fois plus faible que dans le groupe témoin. Là aussi, un équilibre entre acariens et colonies semble s'être installé. Les auteurs insistent également sur le fait que cet équilibre pourrait avoir un rapport avec des facteurs environnementaux et avec la pratique apicole. Les colonies vivaient dans une région dépourvue d'agriculture intensive, n'étaient ouvertes que rarement et étaient toujours

entretenues au même endroit. Un troisième point, rarement mentionné, concerne la densité de colonies dans la région. Quand elle est trop importante, la colonie connaît non seulement un développement « vertical » de parasites et d'éléments pathogènes, mais également une multiplication « horizontale », par diffusion entre les colonies (*Lehnherr* 2012).

Il existe plusieurs façons d'atteindre une coexistence entre hôtes et parasites, abeilles et acariens (*Rinderer et al.* 2009). La question de l'éventuelle contribution de la sélection, à laquelle croient les auteurs, n'est toujours pas tranchée.

Les études ultérieures sur l'île de Gotland et à Avignon montrent que ces « mécanismes » d'équilibrage sont davantage à imputer aux relations entre les colonies et leur lieu d'implantation qu'à des facteurs génétiques. Dans les deux régions, les colonies ont en effet développé des stratégies différentes (*Locke et al.* 2012). Dans les deux sites, il a été prouvé que le taux de reproduction des acariens dans les colonies sauvages était d'environ 30% inférieur à celui des colonies témoins. En France, cette diminution a été surtout attribuée au nombre plus élevé de femelles de varroas stériles. Les auteurs supposent que le comportement de ces colonies en matière d'hygiène a joué un rôle central : les abeilles ont évacué du nid à couvain les larves infestées par des acariens en état de se reproduire.

Sur l'île de Gotland, aucun comportement hygiénique n'a été observé, en revanche, la ponte des femelles de varroas dans les cellules de couvain a été retardée. Les auteurs attribuent cette situation à une substance inconnue et volatile qui émanerait des larves et ralentirait la ponte des œufs.

D'autres études (*Locke et al.* 2014) ont montré que les colonies sauvages tolérant les acariens devenaient de plus en plus petites et élevaient moins de couvain que les colonies témoins traitées, une observation qui avait déjà été discutée auparavant comme « stratégie de survie » (*Dettli* 2008). Comme on pouvait s'y attendre – du fait du plus grand nombre d'abeilles couvées – le nombre d'acariens à la fin de la saison apicole était plus important dans les colonies témoins, plus peuplées, tout comme l'était la concentration en divers virus (le virus des ailes déformées, le virus de la cellule royale noire, le virus du couvain sacciforme) dans l'hémolymphe des abeilles.

Le troisième exemple vient du Pays de Galles. Là, certains apiculteurs ont commencé à ne plus traiter leurs colonies contre le varroa, car ils ne voyaient aucun avenir dans la lutte permanente contre l'acarien (*D. Heaf*, communication personnelle). Pendant l'hiver 2013/2014, chez les apiculteurs qui avaient renoncé à traiter, les pertes s'élevaient à 6,05% (pour 315 colonies en tout), alors qu'elles étaient de 6,57% (pour 81 colonies en tout) chez ceux qui traitaient. La perte hivernale moyenne sur plus de huit ans d'un apiculteur n'ayant pris aucune mesure contre les acariens s'éleva à moins de 25% en moyenne (*D. Heaf*, communication personnelle). La coexistence entre abeilles et acariens s'avère possible sous différentes conditions géographiques et climatiques variées et chez des populations d'abeilles non parentes et différentes au plan génétique.

Il serait intéressant d'étudier si ces trois régions possèdent des points communs. L'approvisionnement en pollen et nectar est-il meilleur qu'ailleurs ? Le recours aux pesticides est-il moindre ? Le nombre des colonies d'abeilles est-il particulièrement bien adapté à la disponibilité en plantes fleuries ? Ou bien la tolérance est-elle tout simplement une conséquence de l'adaptation au lieu d'implantation – indépendamment des particularités respectives ? Dans le cadre du Programme international de prévention des pertes de colonies

d'abeilles domestiques (COLOSS)³, les résultats montrent une adaptation générale. D'importantes études ont été réalisées sur plusieurs années dans différents pays européens sur 612 colonies de 16 races différentes et sur 21 lieux d'implantation. A l'intérieur de ces programmes, il y eut également des comparaisons entre colonies adaptées aux sites respectifs et colonies constituées avec des reines venant d'ailleurs. Dans l'expérience principale, on ne contrôla pas la multiplication des varroas et on ne lutta pas contre d'autres maladies.

Les colonies adaptées au lieu d'implantation vécut en moyenne 83 jours de plus que les colonies témoins non adaptées (Büchler *et al.* 2014) et elles comportaient environ 3000 abeilles de plus (Hatjina *et al.* 2014). Le rendement en miel fut plus élevé et – contrairement aux attentes – la charge en acariens plus faible (Hatjina *et al.* 2014). Le comportement de défense était réduit et celui d'hygiène amélioré (Uzunow *et al.* 2014). Par contre, la variété et le nombre de germes pathogènes fut comparable dans les deux groupes de colonies. La meilleure santé des colonies expérimentales montra qu'elles supportaient mieux la charge de fond due aux pathogènes que les colonies témoins non adaptées.

L'une des conclusions de ces études mérite toute notre attention (Büchler *et al.* 2014) : *« l'emploi de populations d'abeilles domestiques locales procure aux colonies une chance accrue de survie ; les fortes pertes de colonies récemment observées dans de nombreuses régions peuvent être attribuées à l'emploi d'abeilles mal adaptées. Par conséquent, la sélection de races locales devrait être promue et encouragée sur la base de toute la gamme autochtone d'Apis mellifera »*. Ce que l'on entend par « races locales » reste un débat non tranché. De mon point de vue, il s'agit de celles qui se forment par accouplement sur place et sans achat de nouvelles reines. La sélection négative – qui ne supprime que les colonies les plus faibles – telle qu'elle est pratiquée par de nombreux apiculteurs suffit la plupart du temps à obtenir des colonies saines et adaptées.

Perspectives

J'ai montré dans cet article que l'apiculture respectueuse de la nature des abeilles, celle qui respecte leur nature, cherche à préserver trois caractéristiques fondamentales de la colonie. Il s'agit de la multiplication des colonies par l'instinct d'essaimage, de l'élaboration des rayons par construction naturelle et de l'abandon de l'élevage artificiel de reines. Il est évident qu'en les développant en 1923, Rudolf Steiner ne s'appuyait pas sur les résultats des recherches scientifiques de l'époque sur les abeilles mais sur une vision globale et spirituelle de la nature de la colonie d'abeilles. Ces trois caractéristiques ont été souvent stigmatisées à tort comme « ésotériques ».

Un aperçu certes incomplet de la bibliographie concernant la recherche actuelle sur les abeilles montre que ces comportements fondamentaux contribuent à améliorer considérablement la santé et le bien-être des abeilles. L'approche de la nature profonde de l'abeille et les découvertes en biologie se rejoignent ! Bien que les spécialistes de l'abeille insistent à juste titre sur le fait qu'ils ont obtenu leurs résultats sans avoir connaissance des propos de Steiner, cette correspondance donne matière à réflexion.

L'on peut en tirer plusieurs conclusions. La première concerne la conduite des abeilles au sens étroit du terme. Il me semble que tous ces résultats clairs et détaillés devraient

³ www.coloss.org

pénétrer les pratiques de l'apiculture conventionnelle. En cas d'urgence – lors de problèmes sanitaires dans les colonies par exemple – ils sont déjà appliqués. Selon moi et sur la base des résultats présentés, la multiplication des colonies par l'instinct d'essaimage, la construction naturelle des rayons et la reproduction de reines adaptées au site devraient devenir des normes en apiculture.

La seconde conclusion concerne la discussion sur l'éthique animale. Il est évident que des pratiques qui respectent la nature d'un animal sont aussi susceptibles d'améliorer durablement sa santé. Si l'on partage ce point de vue à, l'avenir, toutes les idées issues de l'observation de l'expression d'un animal devraient être considérées comme des impulsions de nouvelles recherches, sans attendre leur confirmation par la recherche analytique. Mais surtout, il faudra les comprendre et les intégrer. J'en attends deux choses : une accélération dans le développement de modes de gestion justes pour l'animal d'une façon générale, et l'élargissement des horizons de la recherche sur le milieu de vie des animaux, car c'est de lui que dépendent fondamentalement leur bien-être et leur santé. Il est très probable que les études, actuellement si controversées, et qui explorent sur le long terme les influences négatives que subissent les abeilles - telles qu'énoncées dans le rapport de l'UNEP - induiront à leur tour des recherches sur la réduction des divers facteurs de stress et donc sur les effets positifs. Elles contribueront à atteindre plus rapidement l'objectif d'une apiculture durable – ou, de manière plus générale – d'un aménagement du paysage et d'une agriculture plus durables.

Bibliographie

- Amsler, T., Charrière, J.-D. und Dettli M. (2013): Jungvolkbildung als Mittel zur Sauerbrutprävention? Schweizerische Bienen-Zeitung 4, S. 23-25
- Büchler, R. et al. (2014): The influence of genetic origin and its interaction with environmental effects on the survival of *Apis mellifera* L. colonies in Europe. Journal of Apicultural Research 53(2), S. 205-214
- Demeter e.V. (2011) : Richtlinien für «Demeter» und «biodynamisch» (Erzeugung). V5. Bienenhaltung und Imkereierzeugnisse. Download unter: www.demeter.de/sites/.../richtlinien/EZ_12-09_V-5%20
- Dettli, M. (2008). Überlebensforschung. <http://summ-summ.ch/bibl/for/ueberlebens.html>
- Dettli, M. (2009): Vergleich Naturbau-Mittelwand. Aus dem Schlussbericht zu den beiden Forschungsprojekten. 24 Seiten; Source : www.summ-summ.ch
- Fries, I. und Bonmarco, R. (2007): Possible host-parasite adaptations in honey bees infested by *Varroa destructor* mites. *Apidologie* 38, S. 525-533
- Fries, I., Camazine, S. (2001): Implications of horizontal and vertical pathogen transmission for honey bee epidemiology. *Apidologie* 32, S. 199–214
- Fries, I., Hansen, H., Imdorf, A. und Rosenkrantz, P. (2003): Swarming in honey bees (*Apis mellifera*) and *Varroa destructor* population development in Sweden. *Apidologie* 34, S 389–397
- Fries, I., Imdorf, A. und Rosenkranz, P. (2006): Survival of mite infested (*Varroa destructor*) honey bee (*Apis mellifera*) colonies in a Nordic climate. *Apidologie* 37, S. 1-7
- Girard, M.B., Mattila, H.R. und Seeley, T.D. (2011): Recruitment-dance signals draw larger audiences when bee colonies have multiple patrilines. *Insectes Soc.* 58, S. 77-86

- Graham, S., Myerscough, M.R., Jones, J.C. und Oldroyd, B. P. (2006): Modelling the role of intracolony diversity on the regulation of brood temperature in honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Insect. Soc.* 53, S. 226-232
- Hatjina, F. *Et al.* (2014): Population dynamics of European honey bee genotypes under different environmental conditions. *Journal of Apicultural Research* 53(2): S. 233-247
- Imdorf, A., Ruoff, K. und Fluri, P. (2008): Volkesentwicklung bei der Honigbiene. ALP forum Nr.68d
- Jones, J.C., Myerscough, M.R., Graham, S. und Oldroyd, B.P. (2004): Honey bee nest thermoregulation: diversity promotes stability. *Science* 305, 402-404
- Le Conte, Y., de Vaublanc, G., Crauser, D., Jeanne, F., Rousselle, J-C. und Bécard, J-M. (2007): Honey bee colonies that have survived *Varroa destructor*. *Apidologie* 38, S. 566-572
- Lehnherr, M. (2012): Monokultur im Insektenreich. *Schweiz. Bienenzeitung* 11, S. 29-31
- Lehnherr, B. und Duvoisin, N. (2001): Biologie der Honigbiene. In: *Der Schweizerische Bienenvater*, Band 2; Fachschriftenverlag des Vereins deutschschweizerischer und rätoromanischer Bienenfreunde, Winikon
- Locke, B., Le Conte, Y., Crauser, D. und Fries, I. (2012): Host adaptations reduce the reproductive success of *Varroa destructor* in two distinct European honey bee populations. *Ecology and Evolution* 2(6), S. 1144-1150
- Locke, B., Forsgren, E. und de Miranda, J.R. (2014): Increased tolerance and resistance to virus infections: A possible factor in the survival of *Varroa destructor*-resistant honey bees (*Apis mellifera*). *PLoS ONE* 9(6): e99998. doi:10.1371/journal.pone.0099998
- Lorentzen, I.T. (1938): Die geistigen Grundlagen der Bienenzucht. Eigenverlag, Hamburg
- Mattila, H.R. und Seely, T.D. (2007): Genetic diversity in honey bee colonies enhances productivity and fitness. *Science* 317, S. 362-364
- Mattila, H.R. und Seely, T.D. (2014): Extreme polyandry improves a honey bee colony's ability to track dynamic foraging opportunities via greater activity of inspecting bees. *Apidologie* 45, S. 347-363
- Mattila, H.R., Burke, K.M. und Seeley, T.D. (2007): Genetic diversity within honeybee colonies increases signal production by waggle-dance foragers. *Proc. R. Soc. B* 275, 809-816
- Mattila, H.R., Rios, D., Walker-Sperling, V.E., Roeselers, G. und Newton, I.L.G. (2012): Characterization of the Active microbiotas associated with honey bees reveals healthier and broader communities when colonies are genetically diverse. *PLoS ONE* 7(3), S. 1-11
- Meixner, D.M. *et al.* (2014): Occurrence of parasites and pathogens in honey bee colonies used in a European genotype-environment interactions experiment. *Journal of Apicultural Research* 53(2), S. 215-229
- Munawar, S.M., Raja, S., Waghchoure, E.S. und Barkat, M. (2010): Controlling American Foulbrood in honeybees by shook swarm method. *Pakistan J. Agric. Res.* 23(1-2), S. 53-58
- Münstedt, K., Fasolin, G. und Teichfischer, P. (2014): Mit Vielfalt zum Ziel. Brauchen wir eine Neuorientierung? *ADIZ*, Heft 1, S. 2
- Nitschmann, J. und Hüsing, J. (1987): *Lexikon der Bienenkunde*. Tosa Verlag, Wien (2002)
- Palmer, K.A. und Oldroyd, B.P. (2003): Evidence for intra-colony genetic variance in resistance to American foul brood of honey bee (*Apis mellifera*): Further support for the parasite / pathogene hypothesis for the evolution of polyandry. *Naturwissenschaften* 90, S. 265-268
- Rinderer, T.E., Harris, J.W., Hunt, G.J. und de Guzman, L.I. (2010): Breeding for resistance to *Varroa destructor* in North America. *Apidologie* 41(3), S.409-424

- Ritter, W. und Perschil, F. (1983): Die Prüfung der Wirkung von Folbex-VA (Isoprpyl-4,4-Dibrombenzilat) auf Varroamilben und der Verträglichkeit für Bienen. *Apidologie* 14, S. 9-27
- Seeley, T.D. (1995): *The Wisdom of the Hive*. Cambridge: Harvard University Press
- Seeley, T.D. (2002): The effect of drone comb on a honey bee colony's production of honey. *Apidologie* 33, S. 75-86
- Seeley, T. (2007): Honey bees of the Arnot Forest: a population of feral colonies persisting with *Varroa destructor* in the northeastern United States. *Apidologie* 38, S. 19–29
- Seeley, T.D. (2010): *Honeybee democracy*. Princeton University Press. In deutscher Sprache ist das Buch unter dem Titel «Bienendemokratie» (2014) im S. Fischer Verlag erschienen
- Seeley, T.D. und Morse, R.A. (1976): The nest of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Insectes Soc.* 23, S. 495-512
- Seeley, T.D. und Tarpy, D.R. (2007): Queen promiscuity lowers disease within honeybee colonies. *Proc. R. Soc. B* 274, S. 67-72
- Steiner, R. (1923): *Die Welt der Bienen*. Herausgegeben und kommentiert von Martin Dettli (2005) Dornach.
- Steiner, R. (1924): *Le cours aux agriculteurs*, Editions Novalis. GA 181
- Suchantke, A. (1965): *Metamorphosen im Insektenreich*. Beitrag zu einem Kapitel Tierwesenskunde. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart
- Tarpy, T.R. und Seeley, T.D. (2006): Lower disease infections in honeybee (*Apis mellifera*) colonies headed by polyandrous vs monandrous queens. *Naturwissenschaften* 93, S. 195-198
- Tarpy, D.R., Vanengelsdorp, D., Pettis, J.S. (2013): Genetic diversity affects colony survivorship in commercial bee colonies *Naturwissenschaften* 100, S. 723-726
- Tautz, J. (2007): *Phänomen Honigbiene*. Spektrum Akademischer Verlag
- UNEP (2010): *Emerging Issues: Global Honey Bee Colony Disorder and Other Threats to Insect Pollinators*. UNON/Publishing Services Section, 16 Seiten
- Uzunow, A. et al. (2014): Swarming, defensive and hygienic behavior in honey bee colonies of different genetic origin in a pan-European experiment. *Journal of Apicultural Research* 53(2), S. 248-260
- Waite, R.J., Brown, M.A., Thompson, H.M. und Medwin, H.B. (2003): Controlling European foulbrood with the shook swarm method and oxytetracycline in the UK. *Apidologie* 34, S. 569–575
- Wilde, J., Fuchs, S., Bratkowski, J. und Siuda, M. (2005): Distribution of *Varroa destructor* between swarms and colonies. *Journal of Apicultural Research* 44(4), S. 190–194

L'auteur :

Johannes Wirz

Institut de Recherche au Goetheanum

Hügelweg 59

CH-4143 Dornach

johannes.wirz@goetheanum.ch