

## La recherche apicole, c'est quoi exactement ?

Vincent Dietemann (CRA) et Gina Retschnig (ISA)

En particulier à l'ère des « fake news » ou fausses nouvelles, le rôle de la recherche dans notre société est important pour guider les décisions individuelles et politiques en fournissant des connaissances solides. La recherche scientifique prend beaucoup de temps et a un prix. Dans le système actuel, les demandes de financement – très exigeantes en termes de travail – sont nécessaires pour couvrir les coûts des essais. Ces essais sont complexes et exigent non seulement un échantillonnage suffisant en quantité et en représentativité, mais aussi une approche systématique pour produire des résultats fiables et en tirer des conclusions pertinentes. Par ailleurs, le chemin depuis les résultats jusqu'au transfert des connaissances acquises et une éventuelle mise en application des découvertes présente lui aussi de nombreux défis. Ainsi, si vous vous demandez ce que nous, chercheuses et chercheurs, faisons réellement de nos journées et pourquoi il faut tant de temps pour obtenir des résultats et de nouvelles connaissances, nous vous emmenons volontiers dans un voyage au centre de notre quotidien, au cœur de la recherche apicole.

La recherche de connaissances nouvelles, la curiosité et le besoin de comprendre le monde qui nous entoure font partie de l'essence même de l'être humain ; les humains sont des chercheurs par nature. Au fil des siècles, un concept s'est développé pour l'acquisition systématique et fiable de connaissances : la recherche scientifique. Son principal objectif est de répondre aux questions que l'on se pose grâce à une approche rationnelle qui exclut les biais. Les pierres angulaires pour y parvenir sont l'objectivité, la représentativité, la validité et la fiabilité ; ces notions sont expliquées dans le présent article. L'élément central de la recherche est une question à laquelle on veut trouver une réponse ; c'est le point de départ de toute étude (fig. 1).

### Énoncé de la question et conception de l'étude

Bien que ceci paraisse trivial, la question doit être énoncée avec le plus grand soin, afin de pouvoir concevoir une étude appropriée et déterminer quels facteurs et paramètres seront étudiés sur quel objet d'étude. Il convient d'abord de se demander quel type d'étude est nécessaire pour pouvoir répondre à la question posée.

### Études descriptives et expérimentales

Dans la recherche, on discerne deux catégories d'études : les études descriptives qui font un état des lieux et sont, comme leur nom l'indique, de nature descriptive. Un exemple de question correspondante est : quelle est la prévalence du parasite intestinal *Nosema ceranae* dans les colonies d'abeilles suisses ? Dans le cadre d'un monitoring, les colonies d'abeilles suisses font l'objet d'analyses pour détecter le parasite (voir RSA 07/2018, page 26-27). La deuxième catégorie comprend les études expérimentales. Dans ce cas, un scénario qui permette de répondre à la question posée est créé. Exemple de question correspondante : à quelle vitesse

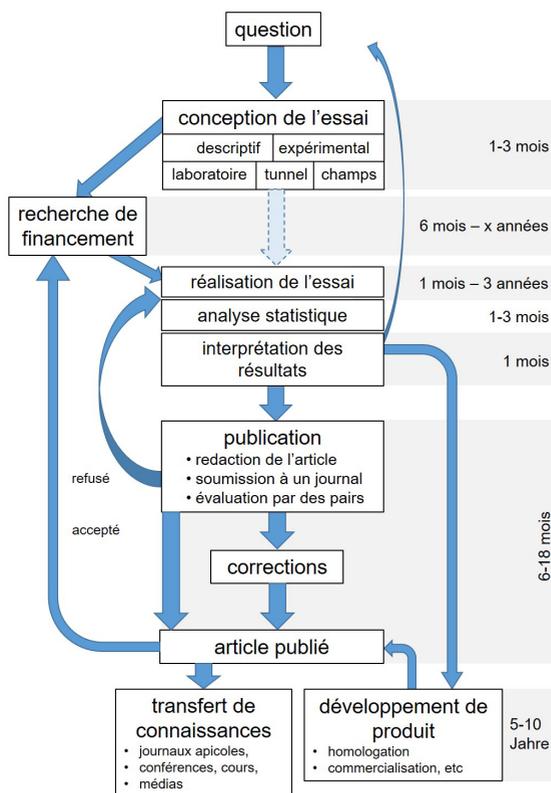


Figure 1 : Représentation schématique de la recherche apicole : élaboration étape par étape d'un projet de recherche jusqu'à la publication, transfert de connaissances et commercialisation de produit avec estimation de la durée des différentes étapes.

(un groupe testé vs. un groupe témoin), qui diffèrent exclusivement par leur exposition au facteur à examiner. Cette exclusivité permet d'exclure de possible biais dû à d'autres facteurs que celui étudié.

## Facteurs examinés dans une étude

Il existe de nombreux facteurs qui peuvent exercer une influence sur la vie d'une abeille et dont nous voulons étudier et mesurer les effets en fonction de la question posée : il peut s'agir d'un produit de lutte contre les varroas comme dans l'exemple 1, mais aussi d'un produit phytosanitaire, d'un ravageur, d'un parasite, d'un aspect relatif au mode de vie des abeilles ou de leur environnement (par exemple, le type de ruche). Il est donc important de considérer quels facteurs doivent être examinés dans le cadre d'une étude. Le fait que les facteurs peuvent s'influencer et interagir les uns avec les autres complique encore la recherche. En effet, ces interactions peuvent avoir des effets plus importants que ceux des facteurs individuels sur les

*Nosema ceranae* se propage-t-il d'une colonie d'abeilles à l'autre ? A cet effet, des colonies d'abeilles sans infection détectable de *Nosema* sont placées dans une tente de vol avec des colonies infectées artificiellement et l'infection progressive des colonies originellement saines est surveillée à intervalles réguliers. Ces deux exemples montrent que des études complètement différentes peuvent être nécessaires pour répondre à deux questions qui semblent similaires. Un autre exemple d'étude expérimentale consisterait à étudier les effets secondaires d'un nouveau produit de lutte contre les varroas sur la mortalité des abeilles (voir l'exemple 1 p. 51) : un groupe (test) d'abeilles est traité avec la substance active et un autre groupe (témoin) ne l'est pas, puis la durée de survie des abeilles des deux groupes est comparée. Les études expérimentales sont donc structurées de telle sorte que l'on compare deux groupes

abeilles mellifères. Un tel phénomène a été démontré par exemple lorsque *Nosema ceranae* est combiné avec divers insecticides. Ces possibles interactions doivent être prises en compte dans la conception de l'essai pour éviter les biais, si ce n'est examinées de façon systématique (voir l'exemple 2 p. 52). L'influence d'un ou de plusieurs facteurs sur le sujet d'étude est évaluée en mesurant différents paramètres.

## **Paramètres examinés dans une étude**

Une fois que le type d'étude et le(s) facteur(s) à étudier ont été définis, l'étape suivante consiste à décider quels paramètres doivent être mesurés. Ils peuvent être de nature très différente : conditions ou activités dans la colonie tels que la quantité du couvain, le nombre d'ouvrières, la taille des réserves de nourriture, les capacités et caractéristiques physiologiques des abeilles, telle leur faculté d'orientation ou leurs taux d'hormones. Les effets causés par divers facteurs de stress sur les abeilles mellifères sont particulièrement importants pour nous. A ce propos, une distinction fondamentale est faite entre les effets létaux (= mortels) et sublétaux (= non mortels). Alors que les effets létaux ne permettent pas de par leur nature de gradations (l'abeille vit ou est morte), il existe une large gamme d'effets pour les effets sublétaux (par exemple, le comportement, les paramètres physiologiques tels que le poids, etc.). Il faut donc définir exactement quels paramètres et combien d'entre eux peuvent être mesurés. Dans la plupart des cas, le choix de ceux-ci n'est pas seulement basé sur les intérêts des scientifiques, mais dépend aussi fortement du temps disponible, de la faisabilité et des possibilités financières. En outre, il faut s'assurer que les paramètres sélectionnés sont mesurés avec des méthodes appropriées et soient bien documentés. Pour s'assurer que la recherche apicole soit faite avec des méthodes fiables et standardisées au niveau international, le Liebefeld, avec d'autres partenaires, a édité Le *BEEBOOK* COLOSS (RSA 1-2/2012, <http://www.coloss.org/beebook/>), dont les deux premiers volumes compilent plus de 1700 méthodes de mesure destinées à la réalisation d'études sur les abeilles mellifères. Une fois les paramètres et leur méthode de mesure choisis, il est nécessaire de décider quel type d'essai privilégier.

## **Type d'essai : laboratoire, terrain ou quelque chose entre les deux ?**

La façon la plus efficace d'observer les effets des facteurs étudiés est de réduire au minimum les biais potentiels. Cet aspect est influencé de manière déterminante par le choix de l'environnement de l'essai. Afin d'obtenir un environnement totalement contrôlé dans lequel toutes les influences extérieures (température, humidité, nourriture, etc.) peuvent être standardisées et toutes les abeilles exposées à des conditions identiques, l'essai doit être effectué en laboratoire. En général, ces essais sont réalisés sous la forme de tests en cages dans lesquels les abeilles sont détenues en petits groupes et placées dans un incubateur (fig. 2). En raison du degré élevé de standardisation, un tel essai peut être facilement répété dans des conditions identiques et ainsi validé. De plus, grâce à la charge de travail relativement faible, de nombreuses cages peuvent être étudiées simultanément et un grand nombre d'échantillons obtenu. La standardisation et un nombre élevé d'échantillons sont des éléments importants pour obtenir des résultats pertinents (voir ci-après). Cependant, la détention d'abeilles dans des cages a l'inconvénient d'être très éloignée du mode de vie naturel des abeilles. Les résultats d'une



Figure 2 : Exemple d'une étude en laboratoire : des cages d'essai avec des ouvrières dans un incubateur.

étude en laboratoire ne peuvent donc pas être facilement transposés aux abeilles vivant en colonie en champs. Par conséquent, si l'on veut obtenir des résultats plus représentatifs de la situation du terrain, le type d'essai doit mieux correspondre aux conditions de vie naturelles des abeilles (fig. 3). Si l'essai est réalisé en champs, de nombreuses influences externes ne peuvent être ni contrôlées ni standardisées. En conséquence, les effets des facteurs étudiés peuvent être occultés par de telles influences et pourraient passer inaperçus. Exemple : les colonies d'un même rucher ne récoltent pas nécessairement le même type de pollen et leur régime alimentaire diffère donc, ce qui pourrait influencer leur susceptibilité à un pathogène, par exemple, et diluer l'effet de ce dernier, certaines colonies y étant moins sensibles. Un environnement intermédiaire entre les essais en laboratoire et les essais sur le terrain sont les essais sous tunnels dans lesquels des colonies sont placées dans de grandes tentes qui permettent de contrôler certains facteurs, tels que leur nutrition. Ces essais avec des colonies entières, comme ceux réalisés en plein champs, impliquent une grande quantité de travail avec, pour conséquence, une taille d'échantillonnage qui s'en trouve réduite. Le choix de l'environnement d'essai dépend



Figure 3 : Exemple d'une étude sur le terrain : contrôle du développement de colonies expérimentales dans des ruchettes de fécondation.

également fortement du « niveau social » auquel on souhaite réaliser l'essai. Alors que les abeilles prises individuellement peuvent être examinées sur le terrain, les expériences avec des colonies entières sont difficiles, voire impossible, à réaliser en laboratoire. En fournissant un espace de vol nécessaire au fonctionnement normal d'une colonie, la variante sous tunnel est dans ce cas utilisable. Cependant, cette solution s'écarte à nouveau considérablement des conditions réelles du terrain et réduit du même coup l'avantage d'un essai avec des colonies. Le bon compromis doit être trouvé pour chaque essai.

## L'abeille mellifère : un cas à part

Parmi les animaux de rente, les abeilles mellifères sont un cas particulier. Un grand nombre d'individus forment ensemble une colonie que l'on appelle un super-organisme au sein duquel les individus se comportent comme les cellules d'un organisme et qui, dans leur totalité, fonctionnent donc à un niveau supérieur. Il faut donc réfléchir au niveau que l'on souhaite examiner : des abeilles prises individuellement, qu'il faut en plus diviser en abeilles mâles et femelles ainsi qu'en castes (ouvrières et reines) ou bien la colonie entière. Il convient de noter que les résultats ne peuvent pas être transposés d'un niveau à l'autre : caste ou sexe ; un effet observé chez les ouvrières peut être très différent de celui observé chez les mâles (par exemple, les mâles ont une plus grande sensibilité à *Nosema ceranae* par rapport aux ouvrières, cf. Retschnig et al. 2014).

## Comment reconnaître une bonne étude ?

L'**objectivité** joue un rôle central dans l'obtention de résultats pertinents. Autrement dit, les résultats doivent être indépendants de la personne qui recueille les données et de ses potentiels biais ou attentes inconscientes sur les résultats. Pour s'en assurer, les essais sont souvent effectués à l'aveugle : lors de la mesure des paramètres, la personne ne sait pas à quel groupe d'essai (test ou témoin) appartient les sujets testés.

Un autre critère de qualité central pour une interprétation correcte des résultats est la **représentativité**. Dans les études, on examine toujours un petit groupe (l'échantillon), à partir duquel on extrapole ensuite à un groupe plus grand (la population). L'objectif est de constituer l'échantillon examiné de manière à ce qu'il représente au mieux la population totale. Si l'on veut par exemple faire une affirmation générale sur les abeilles mellifères en Suisse, il serait judicieux d'utiliser dans une étude non seulement des colonies d'*Apis mellifera mellifera* ou d'*Apis mellifera carnica*, mais aussi des colonies hybrides. Pour que les résultats soient aussi largement valables que possible, on tente généralement d'inclure des échantillons provenant de différentes colonies, ruchers, apiculteurs, régions, mais aussi de saisons et d'années différentes, etc.

Enfin, le critère de **validité** doit être pris en compte ; il s'agit de s'assurer que ce que l'on veut mesurer ne soit pas biaisé, en réduisant au minimum l'effet des éventuels facteurs d'influence. En ce sens, il est extrêmement important que les unités à comparer (les abeilles prises individuellement ou les colonies) doivent être similaires en termes d'origine, d'âge, de force de la colonie, etc., de même que le traitement (dose, mode d'administration du produit thérapeutique, etc.) soient similaires.

En outre, l'attribution des objets testés aux différents groupes devrait être complètement aléatoire, c'est ce qu'on appelle la **randomisation**. Grâce à elle, les facteurs d'influence inconnus éventuellement présents sont répartis uniformément entre les groupes et l'éventuel biais est similaire pour chaque groupe.

La prise en compte de tous les éléments mentionnés ci-dessus a pour but de satisfaire au quatrième critère de qualité, la **fiabilité**; elle stipule que les résultats doivent être similaires lorsque l'essai est **répété** en utilisant les mêmes méthodes. Ainsi, on choisit des instruments de mesure calibrés ainsi qu'une procédure la plus standardisée possible; à ce propos, le recueil de méthodes *BEEBOOK* déjà mentionné ci-dessus s'avère extrêmement utile. Les procédures standards ne sont pas seulement avantageuses pour la qualité de l'étude, elles permettent également une comparaison directe entre les résultats provenant de différents groupes de recherche.

La fiabilité et la répétabilité des résultats sont extrêmement importantes pour tirer des conclusions pertinentes et généralisables. Pour que les résultats de la recherche aient la meilleure fiabilité possible et soient généralisables, il serait donc souhaitable d'effectuer chaque étude plusieurs fois. Si des résultats similaires sont obtenus, la fiabilité des conclusions tirées est confirmée. Cependant, la comparaison peut aussi révéler des différences, dont l'origine doit être étudiée plus en détail. Loin d'être une faiblesse, ceci aide en fin de compte à mieux décrire et comprendre un phénomène. Les études sont toutefois rarement répétées car il est difficile de trouver des financements qui sont attribués en priorité à l'acquisition de nouvelles connaissances plutôt qu'à la confirmation d'anciennes connaissances.

## **Financement et réalisation**

Dès que l'hypothèse de travail est établie et la planification détaillée de l'essai correspondant achevée – en tenant compte de tous les critères de qualité – le financement du projet doit dans la majorité des cas encore être obtenu. Ni Agroscope ni les universités ne disposent de fonds propres suffisants pour mener des recherches approfondies sur toutes les questions pertinentes. C'est pourquoi de nombreux projets de recherche doivent être financés par des sources externes qui allouent ces fonds dits « tiers ». Pour les obtenir, les chercheurs-euses préparent une demande détaillée de financement et la soumettent à une fondation ou à un fonds de recherche (par exemple, le Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique). La récolte des fonds nécessaires à la réalisation d'une étude peut prendre plusieurs mois, voire années. Si le projet rencontre peu d'intérêt de la part des organismes de financement, il peut arriver que le projet de recherche ne puisse pas être réalisé. Si par contre, le financement est disponible, l'étude peut être lancée ! L'essai peut commencer et les mesures faites. Le temps requis pour une étude dépend du type d'essai nécessaire et peut varier considérablement. Certains essais sont réalisés en quelques semaines (par exemple, un essai en cage comparant la survie d'ouvrières avec et sans infection par *Nosema ceranae*), d'autres peuvent durer plusieurs années (par exemple, l'étude de l'efficacité et de la sécurité d'un nouveau varroacide dans les colonies d'abeilles). Pendant la réalisation de l'essai, il faut veiller à ce que tous les détails pertinents soient soigneusement documentés ainsi qu'à ce que la collecte et le

stockage des données recueillies soient assurés de façon fiable. Une fois que ceux-ci sont disponibles, leur évaluation peut débuter ; elle est effectuée au moyen d'analyses statistiques.

## **Evaluation statistique des données et interprétation des résultats**

Les statistiques sont généralement utilisées pour distinguer les observations dues au hasard des phénomènes réels ; à noter qu'il y a de nombreux tests et modèles statistiques pour toutes sortes de données et qu'il faut faire le bon choix. Pour ces analyses, la taille de l'échantillon est importante : les effets des facteurs étudiés ne peuvent être détectés de manière fiable que si plusieurs observations indépendantes sont disponibles. Deux observations ne fournissent pas de résultats fiables et on ne peut en déduire une règle ! Autrement dit, un grand nombre d'organismes doivent être systématiquement examinés. En principe, plus la taille de l'échantillon est grande, plus les effets, même faibles, deviennent identifiables. Lorsqu'on interprète les résultats, il faut faire preuve d'une certaine prudence ; des effets statistiquement significatifs ne signifient pas nécessairement que le facteur examiné est directement responsable de l'effet observé. Prenons l'exemple bien connu des cigognes et des bébés : un lien statistiquement significatif a été établi entre le nombre de cigognes et le nombre de naissances ; on pourrait en conclure que les cigognes amènent les bébés. En réalité cependant, le nombre de cigognes et le nombre de naissances sont liés à la taille des pays considérés et sans lien direct. En plus de l'interprétation appropriée des statistiques, les résultats ne devraient pas être trop généralisés. Si l'on a effectué un essai avec des abeilles domestiques suisses, les résultats ne peuvent a priori pas être appliqués à toutes les abeilles domestiques du monde, ou si l'on a examiné l'effet d'un pesticide, les observations faites se limitent à la dose utilisée et à la méthode d'application, et non à la substance quelle que soit la dose et le mode d'application. Après avoir soigneusement tiré les conclusions d'une étude, on pourrait penser que la plus grande partie du travail est terminée. Ce n'est pas encore le cas : dès que vous tenez les résultats entre vos mains, il faut les publier pour les valider et les faire connaître.

## **Processus de publication**

Dans le domaine de la recherche scientifique, le transfert des connaissances s'effectue par le biais de revues internationales traitant de thématiques spécifiques. Un point commun entre ces revues est la structure standardisée sur la base de laquelle sont produits les articles. Ainsi, un article consiste généralement en une introduction thématique exposant la problématique traitée et l'hypothèse de travail, suivie d'une partie consacrée au matériel et aux méthodes utilisées, dans laquelle tous les détails de la réalisation et de l'évaluation de l'essai sont décrits. Cette partie contient les informations nécessaires pour répéter par d'autres chercheurs l'essai dans les mêmes conditions et comparer les résultats obtenus avec ceux publiés et ainsi valider ces derniers (la souhaitable répétition mentionnée plus haut). Puis vient la partie décrivant les résultats ainsi qu'une discussion dans laquelle ceux-ci sont mis en contexte des connaissances disponibles et leur signification expliquée. Afin de s'assurer que les articles soumis aux revues répondent aux normes de qualité scientifique et d'éviter la publication d'études déficientes ou autrement inadéquates, chaque article fait l'objet d'un processus d'évaluation (peer-review ou revue par des pairs). Dès qu'un article est soumis à

une revue, l'éditeur évalue si l'article peut être publié dans la revue concernée. Outre la qualité de l'article, l'éditeur évalue si le sujet correspond à l'orientation thématique de la revue et s'il peut susciter de l'intérêt auprès du lectorat. Si tel est le cas, l'éditeur envoie l'article à deux ou trois pairs évaluateurs qui travaillent dans le domaine de recherche abordé dans l'article. Ceux-ci vérifient si la conception de l'essai convient au traitement de la problématique, si la réalisation de l'essai et l'analyse des données collectées sont correctes et si l'interprétation des résultats est compréhensible et justifiée. Les pairs peuvent alors faire une recommandation à l'éditeur quant à l'acceptation ou au rejet de la publication de l'article par la revue. S'ils recommandent la publication de l'article, ils peuvent également demander des changements aux auteurs pour améliorer le texte ou les analyses et donc les conclusions. Une fois que les corrections correspondantes effectuées par les auteurs, l'éditeur peut prendre une décision finale ou envoyer à nouveau la nouvelle version aux pairs pour évaluer les améliorations. Si l'article est accepté, il paraîtra dans la revue peu après. S'il est rejeté, il peut être soumis à une autre revue par les auteurs et le processus d'évaluation recommence depuis le début. Plusieurs mois, voire des années, peuvent s'écouler entre la soumission de l'article en tant que manuscrit et sa publication dans une revue scientifique (fig. 1). Les chercheuses et chercheurs investissent beaucoup de temps dans ces articles car ils sont jugés à l'aune du nombre d'articles publiés et du niveau des revues dans lesquelles ils publient. Plus on publie (autant d'articles que possible dans de bonnes revues), meilleures sont les chances d'obtenir des fonds tiers pour financer les nouvelles recherches. Comme les revues scientifiques ne publient des résultats que s'ils n'ont pas encore été publiés ailleurs, ils doivent être gardés confidentiels jusqu'à la publication définitive. Autrement dit, le transfert de nouvelles connaissances lors de conférences et de cours, mais aussi par le biais de journaux d'apiculture et de communiqués de presse à la communauté apicole et aux médias ne peut avoir lieu qu'après la publication officielle de l'article. Une fois la publication sortie, elle peut être mentionnée par les médias. Il faut faire preuve d'une certaine prudence lorsque des résultats de recherche sont thématiques dans la presse généraliste. Certains médias sont friands de titres accrocheurs et rédigent des articles en conséquence. Ainsi, les résultats scientifiques peuvent être simplifiés à tel point que des conclusions erronées sont tirées des études. Il est donc fortement recommandé aux lectrices et lecteurs de s'interroger de manière critique sur ce qu'ils lisent et, si nécessaire, d'obtenir des informations directement auprès de la source originale.

## **Le développement de produits : un cas particulier**

Il y a trois façons de développer des produits qui dérivent des résultats de la recherche : (1) les résultats sont publiés tôt, permettant à quiconque de travailler au développement d'un produit ; (2) les idées et méthodes pertinentes sont brevetées avant la publication des résultats ; (3) les données ne sont pas publiées avant que le groupe de recherche impliqué ou ses partenaires commerciaux aient développé un produit. Le chlorure de lithium, qui a été récemment découvert comme substance active efficace contre *Varroa destructor* (SBZ 03/2018) et annoncé comme tel, est un bon exemple du deuxième cas de figure. Par ailleurs, le développement de produits, en particulier dans la lutte contre les varroas, prend naturellement beaucoup de temps. En plus de la formulation (composition du produit avec les substances actives

et les adjuvants), le type d'application doit également être spécifié. Pour l'homologation officielle, le produit doit être testé selon des normes strictes afin de prouver les effets positifs et d'exclure les effets secondaires nocifs. Dans l'ensemble, ces processus peuvent durer des années. Le développement et les tests minutieux des produits prennent certes beaucoup de temps, mais servent une cause extrêmement importante : la protection des apicultrices et des apiculteurs, de la qualité des produits apicoles, de nos abeilles ainsi que d'autres êtres vivants potentiellement exposés et donc de notre environnement.

### **Ce que nous faisons d'autre...**

Bien qu'il soit tout à fait possible de remplir toutes nos journées par la recherche apicole, nous avons aussi d'autres tâches tout aussi chronophages à exécuter. Par exemple, donner des cours magistraux dans les universités, encadrer des travaux de diplôme et des stages, mais aussi transférer les connaissances aux apiculteurs-trices et aux cadres apicoles par le biais de conférences et de cours de formation ainsi qu'informer un plus large public (par exemple, journée portes ouvertes, RSA 09/2017). En tant que spécialistes, nous mettons également nos connaissances à disposition des politiques pour qu'ils puissent prendre des décisions en connaissance de cause et nous intervenons en tant qu'expert-e-s dans les comités de relecture des revues scientifiques et dans les comités d'attribution des fonds par les bailleurs potentiels.

### **Notre récompense**

Comme vous l'aurez constaté en lisant cet article, la recherche apicole est un domaine varié et complexe. De nombreuses interrogations sur les processus comportementaux, physiologiques, biochimiques et génétiques qui régissent les colonies d'abeille persistent et chaque réponse trouvée soulève de nouvelles questions. Comme nous évoluons à la limite des connaissances, les choses ne se passent pas toujours comme prévu et le travail dans la recherche apicole exige beaucoup de persévérance et de passion de la part de ceux et celles qui l'exercent. Toutefois, la perspective de faire, grâce à notre travail, quelque chose d'utile pour ces créatures fascinantes et pour ceux qui s'en occupent et en bénéficient est notre plus grande motivation. L'exploration et la mise en lumière du monde passionnant des abeilles est notre plus belle récompense.

### **Remerciements**

Nous remercions Peter Neumann et Jean-Daniel Charrière pour leur critique constructive d'une version antérieure de cet article.

## **Exemples d'essais dans la recherche apicole**

### **Essai avec des abeilles mellifères - Exemple 1**

Question: Est-ce que le produit X de lutte contre le varroa au dosage Y a un effet négatif sur la durée de vie et le poids corporel des ouvrières encagées ?

*Pour répondre à cette question, il faut effectuer un essai dans lequel le produit X (= facteur) de lutte contre les varroas est testé à la dose Y (par ex. 10 µg/ouvrière/jour) dans un test en laboratoire avec cagettes. La durée de vie (= effet léthal) et le poids corporel (= effet physiologique sublétal) des ouvrières sont les paramètres mesurés.*

*Pour les deux groupes, le groupe testé et le groupe témoin (conditions identiques au groupe testé, mais sans exposition au produit de lutte contre les varroas), 10 cages contenant chacune 30 ouvrières par cage sont examinées à trois reprises (c'est-à-dire 60 cages avec un total de 1800 ouvrières: 30 cages avec 900 ouvrières pour le groupe testé et 30 cages avec 900 ouvrières pour le groupe témoin). Les ouvrières testées proviennent de six colonies. Elles ont toutes éclos le même jour de cadres de couvains maintenus dans un incubateur et sont réparties aléatoirement dans les cagettes. On observe un effet léthal du produit de lutte contre les varroas avec un dosage de 10 µg/ouvrière/jour si, en moyenne, significativement plus (effet négatif) ou moins (effet positif) d'ouvrières traitées meurent que dans le groupe contrôle au cours du temps. Le produit possède un effet sub-létal négatif si elles ont un poids inférieur ou positif si elles ont un poids supérieur à celui des ouvrières du groupe témoin après quelques jours.*

## **Essai avec des abeilles mellifères - Exemple 2**

**Question:** Le néonicotinoïde thiaclopride et le parasite intestinal *Nosema ceranae* interagissent-ils pour affecter le comportement et la survie des ouvrières ?

*On peut répondre à cette question au moyen d'un essai en laboratoire dans lequel des ouvrières fraîchement écloses provenant de six colonies sont réparties aléatoirement en quatre groupes de traitement (1. *Nosema ceranae*, 2. thiaclopride, 3. *Nosema ceranae* et thiaclopride, 4. contrôle sans *Nosema ceranae* ni thiaclopride). Le traitement avec *Nosema ceranae* (groupes 1 et 3) est réalisé en nourrissant chaque ouvrière avec une solution contenant 100'000 spores de *Nosema ceranae*. Le thiaclopride (groupes 2 et 3) est également administré par le biais de l'alimentation à raison de 1 µg/ml d'eau sucrée. Les ouvrières des quatre groupes, marquées de façon spécifique au groupe, sont ensuite placées dans six ruches d'observation et le comportement (par ex. fréquence des soins donnés au couvain, âge à la première sortie de butinage, = effets sublétaux) et leur survie (= effet léthal) sont observés quotidiennement pendant plusieurs heures et documenté pendant une période définie (p. ex. 21 jours). La taille de l'échantillon est de 100 ouvrières par groupe et par ruche d'observation, soit 2400 individus au total. Cette étude est une combinaison d'essai en laboratoire (traitement par *Nosema ceranae* et thiaclopride) et d'essai sur le terrain (enregistrement des paramètres en ruche d'observation). En comparant le groupe combiné (3) avec les groupes traités avec un seul des deux facteurs (groupes 1 et 2), on peut déterminer si le parasite intestinal et le néonicotinoïde interagissent sur le plan comportemental. On parle d'effet de synergie si l'effet du traitement combiné (*Nosema ceranae* et thiaclopride) est statistiquement supérieur à la somme des effets des deux facteurs pris individuellement (seulement *Nosema ceranae* ou seulement thiaclopride).*