

VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

Étude des besoins des apiculteurs en Île de France pour la mise en place éventuelle d'un laboratoire de biologie moléculaire visant à identifier les pathogènes de l'abeille domestique

Marie TISSERAND

Option AEST

Année 2020-2021



VetAgro Sup

« L'étudiant conserve la qualité d'auteur ou d'inventeur au regard des dispositions du code de la propriété intellectuelle pour le contenu de son mémoire et assume l'intégralité de sa responsabilité civile, administrative et/ou pénale en cas de plagiat ou de toute autre faute administrative, civile ou pénale. Il ne saurait, en cas, seul ou avec des tiers, appeler en garantie VetAgro Sup. »

Résumé

L'important déclin des insectes pollinisateurs, en particulier les abeilles domestiques, génère de vives inquiétudes au sein de la communauté scientifique. Aujourd'hui, les études se multiplient pour tenter de comprendre les causes de ce déclin qui va progressivement mener à des problèmes d'ordre planétaire : diminution drastique du service de pollinisation, indispensable à la production végétale et à sa biodiversité. C'est dans ce contexte que le LRSFS a choisi d'étudier la potentialité de création d'un laboratoire régional de biologie moléculaire dédié à l'identification des agents pathogènes chez l'abeille domestique.

L'étude réalisée a pour objectif d'étudier les besoins des apiculteurs d'Île-de-France en termes d'analyses en laboratoire pour leurs ruches et les produits de la ruche, mais également d'identifier leurs pratiques apicoles. Ainsi, les apiculteurs de la région ont été sollicités pour réaliser des entretiens semi-directifs par téléphone. D'autres acteurs importants de la filière ont également été sollicités dans le but d'avoir une vision plus globale de l'organisation de la filière apicole.

Ce travail a montré que les pertes importantes au sein des ruchers sont très rares, et, lorsqu'elles surviennent, la cause n'est pas souvent d'ordre pathologique mais plutôt climatiques ou liée aux prédateurs. De plus, le coût assez important de l'analyse proposée par le laboratoire dissuade les apiculteurs de rechercher la cause de la mort des abeilles. Cependant, il est ressorti des enquêtes qu'une grande majorité d'entre eux seraient de potentiels clients pour un laboratoire d'analyse de miel et autres produits de la ruche : il s'agirait de valoriser leur production.

Mots clés : *Abeille – Apiculteur – Laboratoire – Pathogènes – Filière – Île-de-France*

Abstract

The significant decline of pollinators, especially honey bees, is causing great concerns in the scientific community. Nowadays, studies are increasing in an attempt to understand the causes of this decline which will gradually lead to global problems : drastic reduction of the pollination service, which is essential for plant production and its biodiversity. In this context, the LRSF chosed to study the potential for creating a regional molecular biology laboratory, dedicated to the identification of honey bees' pathogens.

The study aims to study the needs of beekeepers in Île-de-France in terms of laboratory analyzes for their hives and bee products, but also to identidy their practices. Thus, beekeepers in the region were asked to carry out semi-structured interviews, by phone. Other important stakeholders were also contacted in order to have a more global vision of the organization of the beekeeping sector.

This work has shown that significant losses in apiaries are very rare, and when they do occur, the cause is not often pathological but rather climatic or linked to predators. In addition, the high cost of the analysis proposed by the laboratory discourage beekeepers from investigating the cause of bees death. However, the surveys showed that a large majority of them would be potential customers for a laboratory that could analyze honey and other bee products : hence, they could enhance their products.

Key words : *Honey bees – Beekeeper – Laboratory – Pathogens – Sector – Île-de-France*

Table des matières

Remerciements	6
Liste des figures	7
Liste des tableaux	8
Liste des annexes.....	9
Liste des abréviations	10
Introduction	11
Etat de l'art.....	12
1) Abondance, diversité, santé : le déclin des abeilles	12
a) Les différentes causes possibles du déclin	12
i) L'utilisation des pesticides.....	12
ii) L'agriculture et l'urbanisation : la fragmentation / perte d'habitats.....	13
iii) La prédation et les agents biologiques infectieux.....	14
b) Le syndrome d'effondrement des abeilles ou Colony Collapse Disorder (CCD)	17
2) Un laboratoire de biologie moléculaire : quelle utilité pour les abeilles et les apiculteurs ?.....	18
a) L'identification d'agents pathogènes par tests PCR : une solution pour mieux anticiper ?.....	18
b) La sélection génétique pour une meilleure résistance aux pathogènes : un levier d'action pour limiter le déclin.....	19
c) La recherche de pesticides et contaminants : identifier une cause du déclin et valoriser les produits de la ruche.....	20
A retenir	21
Contexte du stage :	22
Élaboration d'une problématique :	22
Matériel et Méthode	23
1) Présentation de la zone d'étude : La Région Île-De-France.....	23
2) Identification des apiculteurs de la Région	23
3) Collecte d'informations via des entretiens semi-directifs téléphoniques (≈ 20 minutes)	24
4) Cartographie des acteurs de la filière	25
5) Le traitement des enquêtes	25
Résultats	27
1) Analyse descriptive des données récoltées pour dégager les grandes lignes	27
a) Les principales caractéristiques des apiculteurs enquêtés en Île-de-France.....	27

b) Comparaison entre les apiculteurs professionnels et « autres »	30
i) Le traitement contre le varroa	30
ii) L'intérêt pour le laboratoire de biologie moléculaire	30
iii) La localisation des ruches	31
2) Typologie des apiculteurs : Analyse Factorielle Multiple (AFM)	33
a) Description des dimensions : variables quantitatives	33
b) Étude des variables qualitatives.....	36
3) Des apiculteurs impuissants face aux menaces naturelles : les actions des acteurs de la filière apicole	39
a) Des conditions peu favorables à l'apiculture : un constat alarmant	39
b) Une vision globale de la filière apicole : cartographie des acteurs	40
Discussion	43
1) Sélection des apiculteurs enquêtés et identification des raisons du désintérêt des apiculteurs pour le projet	43
2) Une analyse statistique complexe.....	44
a) Un nombre d'individus inférieur à 30	44
b) Des valeurs qualitatives aux modalités nombreuses.....	44
3) Une réorientation du projet initial	45
Conclusion.....	47
Bibliographie.....	48
Sitographie	50
Annexes.....	51

Remerciements

Je tiens en premier lieu à remercier Karim DAOUD, mon maître de stage, directeur du Laboratoire Régional du Suivi de la Faune Sauvage à Bondy, pour avoir accepté ma candidature et m'avoir proposé un projet ambitieux.

Je remercie également Gaëlle MARLIAC et Véronique LAMBERT, mes tutrices de stage, pour m'avoir guidée et soutenue avec bienveillance tout au long de ce stage. Elles ont su être à l'écoute de mes interrogations et me fournir des solutions lorsque je me trouvais dans une impasse.

J'adresse également mes remerciements à Olivier AZNAR et Laurent LÉGER, enseignants chercheurs à VetAgro Sup, pour m'avoir accordé du temps lorsque j'en ai eu besoin pour le traitement des données statistiques.

Je remercie Mireille VASSEUR COGNET, chargée de recherche à l'UPEC ainsi que Nicolas MAZURAS, Ingénieur d'études à l'UPEC, pour m'avoir chaleureusement accordé de leur temps et fait découvrir le monde de la biologie moléculaire.

Enfin, merci aux apiculteurs d'Île-de-France et aux acteurs de la filière pour le temps qu'ils m'ont accordé et leur participation à cette étude.

Liste des figures

Figure 1 : Frelon asiatique <i>Vespa velutina</i> (Source : Wikipedia).....	14
Figure 2 : Le petit coléoptère des ruches, <i>Aethina tumida</i> (Source : Apiservices.biz)	15
Figure 3 : Photographie d'un <i>varroa destructor</i> parasitant une abeille adulte (Source : bee-elsass.com)	15
Figure 4 : Test de l'allumette sur les larves atteintes de Loque Européenne (A) ou de Loque Américaine (B) (Source : Anses, Confédération Suisse)	16
Figure 5 : A droite : abeille saine, à gauche : abeille atteinte de la maladie noire (Source : Wikipedia).....	17
Figure 6 : Répartition des ruches localisées en Île-de-France selon le département du déclarant et le nombre de ruches détenues (Source : DGAL, 2018)	24
Figure 7 : Nombre de ruches par apiculteur (Source personnelle).....	27
Figure 8 : Résultats de la déclaration des ruchers de 2019 (Source : DGAL)	27
Figure 9 : Quantité moyenne de miel produit par ruche (Source personnelle)	28
Figure 10 : Pourcentage d'apiculteurs qui nourrissent systématiquement, jamais ou occasionnellement leurs abeilles, en fonction de leur catégorie (Source personnelle)	29
Figure 11 : Principales causes de mortalité des abeilles rapportées par les apiculteurs enquêtés (Source personnelle).....	29
Figure 12 : Pourcentage des apiculteurs intéressés ou non par le laboratoire de BM selon leur catégorie (Source personnelle)	31
Figure 13 : Pourcentage d'apiculteurs ayant leurs ruches en milieu urbain ou rural selon leur catégorie (Source personnelle)	32
Figure 14 : Histogramme des proportions de variances expliquées par les différents axes de l'AFM (Source personnelle)	33
Figure 15 : Contribution des différents groupes de variables à la dimension 1 (A) et à la dimension 2 (B) (Source personnelle).....	34
Figure 16 : Diagramme de la contribution aux dimensions 1 et 2 des variables quantitatives de l'AFM (Source personnelle)	34
Figure 17 : Graphique représentant les individus en fonction des dimensions 1 et 2 (Source personnelle)	35
Figure 18 : Comparaison du graphique des individus classés selon le type de milieu (A) ou selon la cause de la mort (B) (Source personnelle).....	36
Figure 19 : Comparaison du graphique des individus classés selon la fréquence de nourrissage (A) ou selon la cause de la mort (B) (Source personnelle).....	37
Figure 20 : Comparaison du graphique des individus classés selon la race d'abeilles élevées (A) ou selon la cause de la mort (B) (Source personnelle)	37
Figure 21 : Comparaison du graphique des individus classés selon l'intérêt de l'apiculteur pour le laboratoire (A) ou selon la cause de la mort (B) (Source personnelle).....	38
Figure 22 : Schéma représentant une cartographie des acteurs de la filière apicole (Source personnelle).....	42
Figure 23 : Matrice S.W.O.T pour le projet d'installation du laboratoire de biologie moléculaire (Source personnelle).....	45

Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition des apiculteurs recensés en fonction du département (Source : personnelle)	24
--	----

Liste des annexes

Annexe I : Grille d'analyse pour le questionnaire dédié aux apiculteurs (source personnelle).....	52
Annexe II : Questionnaire soumis aux apiculteurs (Source personnelle).....	53
Annexe III : Données extraites lors des entretiens et exploitées pour l'analyse statistique sur le logiciel R (Source personnelle).....	55
Annexe IV : Liste et prix des équipements nécessaires à la création du laboratoire de BM (Source personnelle).....	56
Annexe V : Fiche technique du GDS France : Conseils d'utilisations du médicament Apivar..	57
Annexe VI : Fiche pratique du FNOSAD concernant la Nosémose.....	60

Liste des abréviations

ABPV : Acute Bee Paralysis Virus

ADA France : Fédération Nationale du Réseau de Développement Apicole

ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation de l'Environnement et du Travail

BM : Biologie Moléculaire

CBPV : Chronic Bee Paralysis Virus

CCD : Colony Collapse Disorder

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

DGAL : Direction Générale de l'Alimentation

EGCE : Évolution, Génome, Comportement et Évolution

FNOSAD : Fédération Nationale des Organisations Sanitaires Apicoles Départementales

GDS(A) : Groupement de Défense Sanitaire (Apicole)

INRA : Institut National de Recherche Agronomique

IDF : Île-de-France

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux

LRSFS : Laboratoire Régional du Suivi de la Faune Sauvage

OSAD : Organisation Sanitaire Apicole Départementale

UPEC : Université Paris-Est Créteil

Introduction

Les abeilles, sauvages ou domestiques, jouent aujourd'hui un rôle primordial à l'échelle mondiale. Il existe aujourd'hui 20 000 espèces d'abeilles dont 850 en France (Chiron et Hattenberger, 2008) qui contribuent fortement à l'alimentation humaine de manière directe via la production de miel ou indirecte en pollinisant les cultures. En France, on ne comptait pas moins de 1,5 millions de ruches en 2020 qui ont produit 31 800 tonnes de miel (« ADA FRANCE - Fédération nationale - Apiculture »). De plus, on estime que 84% des cultures de l'Union Européenne et 90% des plantes sauvages à fleurs dépendent de la pollinisation par les insectes (Potts et al. 2016). Ces plantes sont essentielles au bon fonctionnement des écosystèmes puisqu'elles constituent à la fois des habitats et des ressources alimentaires importantes pour de nombreuses espèces. L'apiculture constitue également une source importante de revenus pour de nombreuses populations rurales mais aussi urbaines puisque de plus en plus d'apiculteurs choisissent d'installer leurs ruches sur les toits d'immeubles pour s'affranchir des contaminations aux pesticides.

Mais depuis plusieurs années en France, les populations d'abeilles connaissent un déclin important et qui semble s'accélérer : aux États-Unis, on parle du syndrome d'effondrement des colonies ou CCD (colony collapse disorder), dont l'alerte a été donnée dès les années 2000 en Europe (Chagnon, 2008). Cette diminution de population, aux causes multifactorielles et parfois encore inconnues, préoccupent les scientifiques et agriculteurs tant sur le plan écologique qu'économique, d'une part en raison des pertes de productions de miel et de cultures engendrées et d'autre part de la perte de biodiversité. En effet entre 1995 et 2001, la profession apicole en France a estimé à 22% la baisse de production nationale de miel (Chiron et Hattenberger 2008). Pour ce qui est de la production agricole mondiale, 5 à 8% en est directement attribuable à la pollinisation animale, ce qui représente une valeur marchande annuelle de 235 à 577 milliards de dollars. Ainsi, un déclin trop important des populations de pollinisateurs impacterait fortement l'économie mondiale liée à la production agricole et irait même jusqu'à menacer sérieusement la sécurité alimentaire.

Le problème du déclin des insectes pollinisateurs, en particulier les abeilles, est relativement complexe puisqu'étroitement lié à de multiples facteurs que l'Homme ne peut pas toujours maîtriser ou comprendre. De fait, les conséquences à l'avenir ne sont pas à négliger et l'enjeu est de taille pour les écosystèmes et les sociétés. Il est nécessaire d'agir rapidement pour préserver au mieux l'abondance et la diversité des pollinisateurs. Aujourd'hui les études sur les abeilles domestiques et les éventuelles causes de leur déclin se multiplient. L'un des moyens envisageables pour mieux comprendre et ralentir le déclin des abeilles domestiques serait de mettre en place des laboratoires d'analyses afin d'identifier précisément les causes probables de ces pertes. On peut donc légitimement se demander **quels sont les besoins des apiculteurs d'Île-de-France en termes d'analyses en laboratoire ? Comment s'organise la filière apicole et quels outils sont mis en place pour lutter contre ce déclin d'abeilles domestiques ?**

Un état de l'art nous aidera tout d'abord à comprendre les enjeux derrière ce stage et à délimiter le sujet. Nous essayerons par la suite de répondre à ces questions à travers une étude statistiques portant sur les caractéristiques principales des apiculteurs en Île-de-France.

Etat de l'art

Afin de mieux cibler les enjeux de ce stage nous allons réaliser un état de l'art qui s'intéressera aux différentes causes possibles du déclin des abeilles domestiques (*Apis mellifera*) en France mais également aux différentes utilisations possibles d'un laboratoire de biologie moléculaire pour l'étude des pathogènes et dans l'objectif de contribuer à la conservation de cette espèce à l'échelle régionale.

1) Abondance, diversité, santé : le déclin des abeilles

L'abeille est considérée comme le pollinisateur commercial le plus important et fournit un service écosystémique essentiel : la pollinisation. D'après l'UNAF, elle est en effet capable de polliniser à elle seule 250 fleurs par heure. Sur les 35% de nos ressources alimentaires qui dépendent des insectes, 80% sont pollinisés par les abeilles. Pourtant, les populations d'abeilles sont menacées à l'échelle mondiale par de nombreux facteurs (McMahon et al. 2016). Nous allons donc, dans cette partie, étudier les différentes causes pouvant être à l'origine de cet effondrement des colonies et qui constitue une préoccupation majeure.

a) Les différentes causes possibles du déclin

i) L'utilisation des pesticides

Les abeilles mellifères sont grandement et facilement exposées aux pesticides puisque leur alimentation à base de pollen et de nectar fait qu'elles dépendent des cultures à fleurs telles que le tournesol, le colza ou encore le maïs. Ces cultures sont souvent traitées de manière préventive contre les insectes ravageurs à l'aide d'insecticides dont certains font partie de la famille des néonicotinoïdes (Henry et al. 2012). Ces pesticides sont systémiques et se diffusent dans tous les tissus de la plante : ils se retrouvent alors dans le nectar et le pollen. Ainsi, l'effet immédiat et subléta (c'est-à-dire qui n'entraîne pas de mortalité directe) des pesticides sur les abeilles est de plus en plus une préoccupation importante pour les scientifiques car les abeilles butineuses ne sont pas les seules à y être exposées : une fois retournées à la ruche, il s'y opère de nombreux échanges de « matériel » qui peut alors être contaminé. Rappelons que le risque que présentent les pesticides pour les abeilles est déterminé par la combinaison à la fois de la toxicité et du niveau d'exposition (Potts et al. 2016). Cependant, malgré de nombreuses études menées à ce sujet, les résultats quant aux réels effets sur la santé des abeilles mellifères sont parfois contradictoires. Cela s'explique en partie par le fait que les effets des néonicotinoïdes sont difficiles à évaluer : les doses appliquées aux champs ne sont pas toujours suffisantes, l'extrapolation des études à l'échelle de la colonie peut être biaisée par des conditions différentes.

La publication d'Henry et al. en 2012 a pu prouver que cet insecticide neurotoxique pouvait indirectement induire une hausse du taux de mortalité de la ruche car 10,2 à 31,6% des abeilles exposées au pesticide ne parviennent pas à retourner au sein de leur colonie. Rapporté à leur espérance de vie moyenne de 6,5 jours, cela représente un lourd fardeau à porter pour les colonies exposées aux cultures traitées.

Cependant, en parallèle, des études de surveillance ont conclu que les concentrations des résidus retrouvés dans les cultures après l'application de néonicotinoïdes aux taux recommandés seraient trop faibles pour causer des effets sub-létaux importants sur les abeilles, et que les effets

indésirables n'auraient été relevés que lors d'études en laboratoire, avec des doses supérieures à celle retrouvées sur le terrain (Fairbrother et al. 2014).

Jusqu'à récemment les travaux de recherches s'attachaient à des facteurs de mortalité pris séparément. Mais en réalité des études récentes ont su mettre en avant des interactions entre un insecticide, l'imidaclopride, et un agent pathogène fongique, le *Nosema*. En effet, ce néonicotinoïde aurait pour effet d'augmenter la sensibilité des abeilles à ce champignon microscopique unicellulaire (Alaux et al. 2010). Ainsi, les abeilles infectées par *Nosema* et exposées à l'imidaclopride consomment une quantité de saccharose beaucoup plus importante, ce qui les expose davantage au pesticide dans leur environnement naturel et présentent clairement un taux de mortalité beaucoup plus élevé que les abeilles témoins.

ii) L'agriculture et l'urbanisation : la fragmentation / perte d'habitats

Les ressources alimentaires des abeilles sont de nos jours de plus en plus altérées et réduites à cause de la destruction, fragmentation et dégradation de l'habitat ainsi que des pratiques conventionnelles intensives de gestion des terres (Potts et al. 2016). Ces pratiques agricoles incluent notamment une utilisation parfois massive de produits agrochimiques, ou encore des formes intensives de labour, fauchage ou pâturage, ainsi qu'une réduction des surfaces végétalisées en bordure de champs, ce qui participe à la diminution variétale des plantes. D'après un constat du CNRS, ces modifications du paysage sont à l'origine d'une accentuation des pertes de biodiversité à travers un amoindrissement des ressources mellifères qui sont indispensables à la survie de l'abeille. De plus, si certains agriculteurs favorisent la polyculture, d'autres préfèrent s'orienter vers la monoculture, en sélectionnant la culture la mieux adaptée à son environnement. De ce fait, ils maximisent l'utilisation efficace du sol et des conditions climatiques locales, mais cela contribue à la perturbation des écosystèmes. En effet, les pollinisateurs et en particulier les abeilles mellifères, recueillent habituellement des mélanges de pollen provenant de nombreuses espèces différentes, ce qui leur permet d'avoir une alimentation aussi bien équilibrée que variée (Brodtschneider et Crailsheim 2010). Ainsi la monoculture fournit aux abeilles un régime moins diversifié de pollen, ce qui ne permet pas de fournir tous les nutriments essentiels, causant alors un stress nutritionnel à l'origine d'une perte des colonies.

Une étude a été réalisée en 2020 par Henry et al. dans le Poitou-Charentes pour caractériser l'effet de la composition du paysage sur la dynamique des colonies d'abeilles domestiques, et démontrer l'importance des habitats semi-naturels. Les parcelles agricoles de la zone d'étude présentaient des cultures fleuries (colza, tournesol, maïs) ainsi que les ressources florales spontanées au sein des habitats semi-naturels (bords de champs, jardins, vergers...). Il s'avère que, du fait de leur mode de vie nécessitant de constituer d'importantes réserves de pollen et de nectar pour nourrir tous les occupants de la ruche, les abeilles se dirigent préférentiellement vers les cultures fleuries. Cependant, ces dernières ne sont disponibles qu'à un certain moment de l'année : ainsi, les habitats semi-naturels (aujourd'hui en forte diminution) peuvent jouer un rôle de compensation écologique indispensable au maintien des colonies.

Quant à l'urbanisation croissante partout dans le monde, elle participe à l'élimination massive de bande enherbées ou de sols fleuris, au profit de vastes zones bétonnées et réduisant ainsi les ressources alimentaires des abeilles. Cependant, les avis sont dispersés car l'apiculture urbaine, une pratique assez récente, est rapidement devenue populaire. Souvent considérée comme un désert biologique, la ville peut tout de même abriter une faune pollinisatrice abondante, notamment grâce à ses pratiques de gestions urbaines qui peuvent inclure des installations de

nichoirs à pollinisateurs, la gestion raisonnée des ressources florales ou encore l'abandon des pesticides dans les parcs. En effet, en ville les ressources florales sont gérées de manière à ce qu'elles soient présentes sur la plus grande partie de l'année, ce qui n'est pas le cas des plantes sauvages, surtout abondantes au printemps et en été. De ce fait, à Paris par exemple, plus de 700 ruches ont été implantées en moins de 10 ans et ce chiffre est amené à augmenter. Cependant, les scientifiques s'interrogent sur l'impact que pourrait avoir cette introduction d'abeilles domestiques dans les milieux urbains ainsi que dans les espaces naturels sensibles (Ropars, Dajoz, et Geslin 2017).

Ainsi l'urbanisation est à l'origine de multiples controverses : tantôt destructrice de milieux naturels, tantôt fournisseuse d'une ressource alimentaire « permanente » pour les abeilles. En parallèle, les parcs nationaux et autres aires protégées, en raison de leur précieux biotope, pourraient être sélectionnés pour préserver les abeilles indigènes des risques d'homogénéisation des populations (De la Rúa et al. 2009).

iii) La prédation et les agents biologiques infectieux

De nos jours, les abeilles sont de plus en plus menacées par un grand nombre de prédateurs et d'agents pathogènes divers. En effet, le commerce intercontinental intensif a pour conséquences d'introduire des virus ou prédateurs étrangers, induisant un risque et une vitesse de propagation de ravageurs beaucoup plus élevés (De la Rúa et al. 2009). De ce fait, des épidémies généralisées ainsi que d'importantes pertes de population ont eu lieu ces dernières années. Nous étudierons dans cette partie les effets des principaux agents biologiques sur les colonies d'abeilles. Ils seront classés par ordre de taille (prédateurs, parasites, champignons, bactéries et virus) et seuls les plus connus et fréquents seront traités.

• Prédateurs :



Figure 1 : Frelon asiatique *Vespa velutina*
(Source : Wikipedia)

A ce jour, le plus grand prédateur des abeilles est le frelon asiatique (*Vespa velutina*). Il a été récemment introduit accidentellement en Europe depuis l'Asie et observé pour la première fois en 2004 dans le sud-ouest de la France (Monceau, Bonnard, et Thiéry 2014). Ce prédateur implique de graves conséquences à plusieurs échelles puisqu'il perturbe le rôle écologique de l'abeille domestique et nuit aux activités apicoles. En effet, une étude épidémiologique menée en Dordogne a rapporté que 27% des ruches ont été affaiblies par ce prédateur en 2010. Le frelon asiatique se nourrit de fruits mais également d'insectes riches en protéines dont font partie les abeilles. Pour chasser, il se place à l'entrée des ruches en vol stationnaire et dépèce les abeilles qui rentrent à la ruche en formant une « boulette » qui lui servira à nourrir les larves de son nid (« Le frelon asiatique, un fléau redoutable pour les abeilles » 2016). Les dégâts ainsi causés aux ruches sont à leur paroxysme en fin d'été et peuvent subsister jusqu'à l'automne, ce qui entraîne une augmentation du taux de mortalité des colonies en hiver (Monceau, Bonnard, et Thiéry 2014). Cela démontre l'urgence d'établir des politiques européennes efficaces pour éviter de futures invasions biologiques.

Le second prédateur ayant le plus d'impact sur les colonies d'abeilles est le petit coléoptère des ruches, originaire d'Afrique subsaharienne. C'est un insecte coléoptère dont les adultes et les

larves se nourrissent du couvain, du pollen et du miel, ce qui aboutit généralement à l'effondrement total et à la désertion des abeilles (« Infestation par le petit coléoptère des ruches » 2008). Ce parasite peut être facilement disséminé notamment via le vol, les apiculteurs transhumants ou le transport des produits infestés de la ruche. En effet, plus de 1000 coléoptères adultes peuvent pénétrer dans la colonie et ainsi pondre plusieurs œufs dans les fissures, les cellules ou le couvain, qui se nourriront de pollen et de miel. En plus de détruire des populations entières d'abeilles, ce parasite est à l'origine d'énormes pertes financières pour de nombreux apiculteurs en induisant la fermentation du miel qui elle-même cause d'important dégâts aux cadres et provoque l'effondrement des rayons au sein de la ruche. Des traitements chimiques existent mais le problème de la résistance au pesticide et de résidus dans les produits de la ruche persiste.



Figure 2 : Le petit coléoptère des ruches, *Aethina tumida* (Source : Apiservices.biz)

• Parasites :



Figure 3 : Photographie d'un *varroa destructor* parasitant une abeille adulte (Source : beelsass.com)

En termes de parasites, le *Varroa destructor* est certainement le plus populaire et le plus dangereux pour les ruches : cet acarien s'est dispersé dans le monde entier et constitue aujourd'hui la principale menace pour l'apiculture en France. Au départ, il ne concernait que les abeilles *Apis cerana* mais il a aujourd'hui changé d'hôte et impacte fortement *Apis mellifera*. De ce fait, la relation hôte-parasite est encore mal connue et les apiculteurs manquent d'expérience à long terme concernant ce ravageur (Rosenkranz, Aumeier, et Ziegelmann 2010). Ces parasites s'installent dans les cellules du couvain et se nourrissent de l'hémolymphe des larves d'abeille. Les femelles pondent ensuite leurs œufs et après éclosion, seulement 5 à 7 jours sont nécessaires au développement des acariens. La perte d'hémolymphe implique une perte de poids de l'abeille, influençant alors ses performances de vol. Enfin, le varroa peut être malheureusement vecteur de plusieurs virus (virus de l'aile déformée, virus de la paralysie aiguë des abeilles...) ce qui pose alors un « double problème » pour les apiculteurs.

• Champignons :

Le champignon le plus fréquent dans les ruches d'abeilles est le *Nosema apis* ou *Nosema ceranae* à microsporidies. Il n'affecte généralement que les abeilles adultes qui se retrouvent alors avec des difficultés de vol, un abdomen gonflé et une capacité de ponte et de production de miel réduite (Chiron et Hattenberger 2008). Comme déjà dit précédemment dans cette synthèse, ce champignon est capable d'interagir avec un pesticide de la famille des néonicotinoïdes et de modifier la résistance immunitaire des abeilles (Alaux et al. 2010). Cette maladie a donc pour conséquences le dépeuplement et la diminution de la longévité de la colonie. Elle peut également être à l'origine de l'apparition de maladies secondaires et induit une mortalité hivernale anormalement élevée.

• Bactéries :

La bactérie la plus dévastatrice est la *Paenibacillus larvae* à l'origine de la Loque Américaine. C'est une bactérie présentant la capacité de produire des spores à très longue survie (plus de 5 ans) et très résistantes à la chaleur. C'est une infection mortelle du couvain qui constituait la plus grosse menace économique dans le monde pour les abeilles domestiques, avant l'arrivée du *Varroa destructor* (Genersch 2010). Cette pathologie n'affecte que le stage larvaire des abeilles : l'ingestion de spores n'induit pas d'infection chez les abeilles adultes. Cependant, une ingestion de seulement 10 spores est suffisante pour déclencher une infection mortelle. Une fois ingérées, les spores traversent l'intestin et germent pour coloniser l'intestin moyen. La bactérie vit alors de la nourriture ingérée par la larve et profite de ses enzymes capables de métaboliser les glucides : ainsi elle peut assurer sa croissance végétative. Cette maladie est très contagieuse car facilement transmissible par le matériel de ruches entre les colonies, c'est pourquoi elle est soumise à une déclaration obligatoire par l'apiculteur. Des tests simples sont réalisables pour repérer la maladie au sein de la ruche (larves mortes transformées en une masse visqueuse filante, cf figure 1 ci-dessous) (Chiron et Hattenberger 2008) mais bien souvent les traitements de cette maladie impliquent une destruction totale de la ruche cliniquement infectée (Genersch 2010).

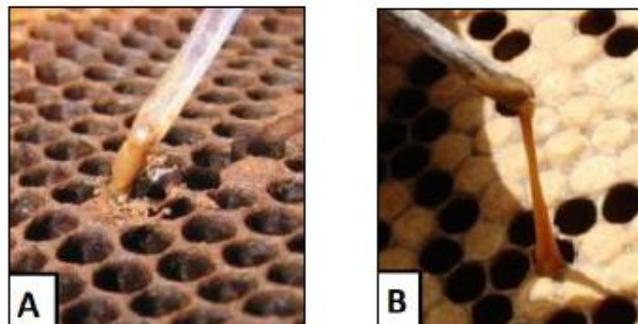


Figure 4 : Test de l'allumette sur les larves atteintes de Loque Européenne (A) ou de Loque Américaine (B) (Source : Anses, Confédération Suisse)

Le but de la recherche aujourd'hui est de développer des stratégies alternatives de traitement qui pourraient inclure de : sélectionner génétiquement les abeilles présentant une réponse immunitaire individuelle sociale ou individuelle accrue face à cette maladie, lutter par le biais de bactéries antagonistes ou encore utiliser des substances naturelles telles que l'huile essentielle de plantes ou la propolis. Spivak et Reuter en 2001 ont déjà pu démontrer le comportement hygiénique des abeilles : elles sont capables de détecter et déboucher les alvéoles infectées et ainsi d'éliminer les larves mortes, ce qui a pour conséquences de réduire significativement la transmission de la maladie.

Il existe également la Loque Européenne causée par la bactérie *Melissococcus plutonius* mais elle présente une faible prévalence dans la plupart des pays de l'Union Européenne (Anses confédération Suisse, 2018). De plus, il n'est pas impossible que les colonies se rétablissent à la suite d'une infection.

• Virus :



Figure 5 : A droite : abeille saine, à gauche : abeille atteinte de la maladie noire (Source : Wikipedia)

Les virus affectant l'abeille sont nombreux et d'origines variées. Nous pouvons citer en premier lieu le virus de la paralysie aiguë ou ABPV (pour acute bee paralysis virus) : c'est un virus découvert en 1963 qui serait étroitement associé au *Varroa destructor* (Chiron et Hattenberger 2008). En effet, les nombreuses piqûres de l'acarien participeraient à l'inoculation du virus dans l'hémolymphe de l'abeille. La maladie se développe aussi bien sur l'abeille adulte qu'au sein du couvain. Cette maladie se manifeste par une paralysie précoce avec des abeilles incapables de voler, des ailes asymétriques ou écartées ainsi qu'un couvain en mosaïque. La maladie noire autrement appelée CBPV pour chronic bee paralysis virus est un virus affectant le système nerveux de l'abeille, causant également une paralysie avec des ailes tremblantes, ainsi qu'une perte de pilosité. L'origine de cette maladie est encore inconnue. D'autres virus sont associés à l'activité du *varroa destructor*, tels que celui de la paralysie lente ou SBPV (pour slow bee paralysis virus), qui lui a été découvert plus tard en et dont les symptômes de paralysie seraient dans ce cas plus tardifs suivis d'une mortalité au bout d'une douzaine de jours. Nous pouvons également citer le virus du Cachemire ou le virus des ailes nuageuses qui n'induisent pas de symptômes mais une mortalité plus ou moins rapide.

b) Le syndrome d'effondrement des abeilles ou Colony Collapse Disorder (CCD)

Le syndrome d'effondrement est un phénomène relativement récent (depuis les années 2000 en Europe) et correspond à un phénomène de mortalité anormale et récurrente des colonies d'abeilles domestiques. En effet, en 2006 et 2007, neuf États Européens ont déclaré un taux de mortalité supérieur au seuil normal de 10% (Leroy 2019). Cette perte rapide des populations d'abeilles est très préoccupante puisqu'aucun cadavre n'est retrouvé, ni dans la colonie ni à proximité. En phase terminale, la ruche ne serait plus composée que de quelques jeunes abeilles ainsi que de réserves de nourriture et du couvain operculé (Chiron et Hattenberger 2008).

Du fait que les abeilles disparaissent totalement, et que les pertes sont brutales et sans signe avant-coureur apparent (Leroy 2019), ce phénomène est particulièrement difficile à étudier et ses causes sont encore mal connues. Cependant il est possible d'analyser les abeilles survivantes des ruches victimes de ce phénomène : ces études ont permis de mettre en lumière l'aspect multifactoriel de cette catastrophe tout en mettant en lumière que les causes et l'ampleur des pertes sont différentes selon les pays étudiés. Aucun facteur n'a pu être identifié comme la cause sous-jacente (Dainat, vanEngelsdorp, et Neumann 2012). Les résultats des études menées ne vont même pas toujours dans le même sens. Certaines d'entre elles ont montré que le CCD serait transmissible et donc par conséquent dû à un ou plusieurs agents pathogènes. D'autre part, en France certains apiculteurs estiment que ces pertes sont dues à l'utilisation massive de pesticides. En Belgique, le varroa est à l'origine de cet important déclin car il affaiblit les colonies en les rendant plus vulnérables aux virus et bactéries...

D'après l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, la plupart des laboratoires ont évoqué les causes suivantes pour expliquer ce phénomène :

- Les maladies parasitaires ou virale dans 69% des cas
- Des problèmes de gestion des ruches dans 14% des cas
- L'effet néfaste des pesticides dans 5% des cas.

2) Un laboratoire de biologie moléculaire : quelle utilité pour les abeilles et les apiculteurs ?

a) L'identification d'agents pathogènes par tests PCR : une solution pour mieux anticiper ?

La biologie moléculaire est aujourd'hui un réel atout pour l'épidémiologie : grâce aux méthodes qu'elle propose, de nombreux virus difficiles voire impossibles à identifier par les méthodes classiques de culture ou de recherche d'antigènes peuvent être mis en évidence. En particulier, l'amplification génique par PCR (polymerase chain reaction) est une technique rapide et très précise permettant d'identifier voire de quantifier des virus ou bactéries. Cette réaction de polymérisation en chaîne permet de dupliquer en très grand nombre une séquence d'acide nucléique (ADN ou ARN) à partir d'un tout petit échantillon, à l'aide d'amorces spécifiques et de nucléotides. Ainsi la détection d'agents pathogènes est possible et permet de réaliser des économies considérables de temps et d'efforts : le coût des réactifs est significativement réduit et un très grand nombre d'échantillons peuvent être analysés très rapidement.

Au Brésil, des études ont permis de développer des méthodes utilisant la PCR dans le but de détecter certains pathogènes (bactéries et champignons) dans le miel, pollen ainsi que dans la gelée royale (Guimarães-Cestaro et al. 2016). En effet, ces produits sont exposés à ce genre de contamination notamment du fait du mode de stockage en « nid » mais également à cause de la trophallaxie, un échange de nourriture préalablement ingérée entre les abeilles ouvrières et les autres occupants de la ruche (larves, reine). De plus, il n'est pas rare que les apiculteurs réutilisent ou échangent des rayons présentant des restes de couvées malades ou utilisent de la cire contaminée. Il a donc été mis en place un protocole expérimental appelé « PCR Multiplex » permettant de détecter plusieurs pathogènes en une seule réaction (champignons et bactérie). Une électrophorèse sur gel d'agarose permet de quantifier et identifier les pathogènes présents dans les échantillons étudiés. Le but serait, à terme, d'améliorer la surveillance épidémiologique pour mieux anticiper certaines infections et d'appliquer des mesures d'hygiène qui prennent ces facteurs de contamination en compte, dans la mesure du possible.

Les tests PCR peuvent également être effectués directement sur les abeilles pour vérifier si elles sont elles-mêmes infectées par un agent pathogène. L'expérience a été menée en Hongrie sur plusieurs ruchers (Bakonyi et al. 2002). La méthode utilisée a été celle de la PCR à transcriptase inverse (ou RT-PCR) qui a permis de détecter le virus de la paralysie aiguë des abeilles à la fois chez des abeilles *Apis mellifera* mais également chez le *Varroa destructor*. Cette technique moderne et très sensible est capable de mettre en évidence la présence d'un acide nucléique viral au sein d'un échantillon par le biais de l'ARN. Cette technique de biologie moléculaire démontre bien son utilité pour inciter les apiculteurs à agir plus rapidement et d'éviter les pertes

considérables. En effet, si les abeilles fraîchement écloses qui ont été prélevées pour l'étude étaient apparemment saines car sans symptômes, les analyses PCR ont démontré le contraire : il a été retrouvé un taux d'infection des colonies de 12,2% (Bakonyi et al. 2002).

Il faut cependant souligner que la connaissance de l'identité génétique et de la diversité des pathogènes est essentielle pour comprendre les facteurs à l'origine du déclin des espèces (McMahon et al. 2016).

b) La sélection génétique pour une meilleure résistance aux pathogènes : un levier d'action pour limiter le déclin

Si la répartition des sous espèces d'abeilles est très influencée par les activités apicoles, le commerce international des reines ainsi que les systèmes d'accouplements les ont exposés à des hybridations croissantes. Parfois, certaines sous-espèces non natives entraînent la perte de caractères importants créés par sélection naturelle (De la Rúa et al. 2009). Cette diminution de la biodiversité et cette similarité génétique entre les membres de sociétés d'abeilles les rend plus vulnérables et sensibles à des parasites semblables (Quaeghebeur 2019). C'est pourquoi l'analyse et la sélection génétique au sein des colonies d'abeilles domestiques sont aujourd'hui un excellent levier d'action pour limiter le déclin qui s'accélère avec notamment la mondialisation.

L'un des caractères remarquables de l'abeille mellifère est son comportement hygiénique, qui conduit progressivement à une immunité sociale au sein de la ruche. Cela repose sur la détection, par les abeilles ouvrières, des cellules présentant une larve morte ou infectée. Ces progénitures endommagées sont ensuite éjectées de la ruche, ce qui réduit considérablement la propagation de l'agent pathogène au sein de la ruche. Cette capacité des abeilles à « nettoyer » la ruche leur permet d'avoir une meilleure résistance sociale aux pathogènes, mais c'est en revanche un comportement assez rare. Cependant, les apiculteurs peuvent potentiellement augmenter ce taux en sélectionnant génétiquement les colonies sur des critères d'hygiène et de reproduction (Quaeghebeur 2019). Cette sélection peut se faire par plusieurs méthodes qui consistent généralement à tester l'efficacité du comportement hygiénique d'une colonie. Cette efficacité s'évalue en fonction de la vitesse à laquelle la colonie élimine les larves mortes au sein des cellules operculées. Mais ce caractère génétique héréditaire peut également être contrôlé par insémination artificielle : on parle de sélection par lignée, où les meilleures colonies de chaque lignée sont retenues pour devenir des reproductrices et dont les reines filles peuvent être accouplées avec de faux bourdons issus de lignées présélectionnées.

La sélection génétique présente cependant quelques difficultés pour l'apiculteur : choix des critères à évaluer pour qu'ils soient à la fois pertinents et compatibles avec l'activité de l'apiculteur mais aussi simples à mettre en œuvre et efficaces. Le *Varroa destructor* faisant l'objet de problèmes sanitaires récurrents pour les apiculteurs (« Diversité des pratiques de sélection apicoles en France » s. d.), un projet de recherche « BeeStrong » a été lancé par l'entreprise de sélection animale Evolution et deux de ses partenaires (ITSAP-Institut de l'Abeille et INRA). L'objectif à terme est de proposer des prestations de service de génotypage de colonies dans une démarche de sélection de reproducteurs plus résistants au *Varroa*.

c) La recherche de pesticides et contaminants : identifier une cause du déclin et valoriser les produits de la ruche

Étant donné que le déclin des colonies d'abeilles mellifères dans le monde peut s'expliquer en partie par une exposition croissante aux mélanges complexes de pesticides, des expériences en biologie moléculaire ont été menées pour tenter de détecter la présence de ces pesticides sur des échantillons d'abeilles et de produits de la ruche. Bien que la contribution relative des pesticides aux pertes de colonies reste inconnue, plusieurs protocoles ont été mis en place, avec différentes procédures d'extraction et de nettoyage, utilisant notamment la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie (Li et al. 2015). Un total de 11 pesticides (dont des acaricides utilisés contre le *Varroa*) a été sélectionné pour l'expérience, choisis en fonction de leur toxicité potentielle pour les abeilles, présents en faibles concentrations dans l'environnement. Les résultats de l'expérience montrent que les deux acaricides sont les pesticides les plus fréquemment détectés (dans 9 échantillons sur 12) et dans les concentrations les plus élevées. Également, la cire est l'élément étudié qui présentait un nombre et une concentration de pesticides les plus élevés : elle est alors considérée comme un véritable « réservoir de contaminants » dangereux puisqu'elle est réutilisée lors de la création de nouvelles ruches. L'accumulation de pesticides dans la cire peut donc être à l'origine d'un risque important pour la santé des abeilles mellifères d'une colonie (Li et al. 2015). La cire peut également être à l'origine d'une importante dissémination de différents agents infectieux tels que la Loque américaine. C'est pourquoi son utilisation est réglementée et un traitement est nécessaire pour éliminer les éventuelles spores présentes. En effet, la cire est au contact direct et permanent du miel et des abeilles et sa nature lipidique l'incite à retenir les molécules liposolubles tels que les pesticides ou les acaricides. Ainsi, les pesticides présents dans la cire constituent également un risque pour la santé des abeilles : il a été prouvé par plusieurs études que les cires fortement contaminées par des pesticides altèrent le développement de la larve et la longévité de l'abeille. La reine, si exposée de manière chronique, peut également avoir des problèmes de développement.

D'après Schryve (2016), les demandes d'analyse de cire concernent en grande majorité la recherche de résidus d'acaricides et de pesticides mais elles restent peu nombreuses en raison du prix de l'analyse. De plus, ces analyses ne sont pas reconnues au niveau national ou international et sont encore perfectibles. Cependant, elles permettraient d'assurer une conformité au niveau des cires dites « bio » et de les valoriser sur le marché, bien que les conditions réglementaires à respecter pour son utilisation en apiculture biologique soient encore floues. L'Institut National de l'Origine et de la Qualité (INAO) ne demande en effet qu'une « absence totale de résidus de contaminants chimiques dans la cire » mais il s'avère difficile de trouver réellement une cire vérifiant ce critère.

A retenir

Le déclin des abeilles mellifères est bien réel et de nombreux facteurs interviennent : l'agriculture et l'utilisation de pesticides, les agents biologiques infectieux ou les prédateurs, l'urbanisation dans certaines mesures... Il est ressorti de cette synthèse l'importance de prendre en compte et d'étudier certains effets synergiques, avec l'exemple d'une interaction entre un champignon microscopique *Nosema* et le néonicotinoïde imidaclopride. Ce type d'étude encore peu répandu pourrait permettre de découvrir de nouvelles causes du déclin des abeilles et de mieux contrôler cette perte de biodiversité.

S'il a été prouvé par de multiples études que les facteurs précédemment énoncés étaient bien à l'origine d'une perte d'abondance et de diversité des abeilles domestiques, la cause principale du syndrome de l'effondrement des colonies n'a pas encore été clairement déterminée du fait de la disparition totale des cadavres. Ce phénomène récent aussi appelé colony collapse disorder (CCD) a surtout été étudié aux États-Unis sans qu'aucun scientifique ne puisse tirer de conclusion claire sur la cause qui en est à l'origine. C'est pourquoi les laboratoires de biologie moléculaire peuvent avoir un rôle clé dans la recherche de pathogènes ou de sélection génétique pour préserver les populations d'abeilles. Mais bien que les méthodes utilisées (PCR notamment) permettent d'avoir des résultats quantifiés précis et fiables rapidement, les apiculteurs ne sont pas très demandeurs de ce genre d'analyse car ils se heurtent à un problème de budget. Pourtant, cela pourrait constituer une partie de la solution pour mieux anticiper les épidémies et avoir un meilleur contrôle des traitements aux acaricides ou antibiotiques.

Une conclusion se pose alors à l'échelle mondiale : au vu des enjeux liés au déclin des abeilles et des insectes pollinisateurs en général, il est nécessaire d'agir dans l'urgence et de mettre en place des mesures fortes pour contrer ce phénomène. Si rien n'est fait, les conséquences seront catastrophiques pour l'environnement et l'humanité : disparition d'espèces végétales et animales, sécurité alimentaire menacée, perte de revenus...

Contexte du stage :

Le laboratoire régional du suivi de la faune sauvage est une structure publique associative créée en 2009 à Bondy, en Seine-Saint-Denis. Il possède plusieurs partenariats notamment avec le Muséum National d'Histoire Naturelle, l'École nationale vétérinaire d'Alfort ou encore l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS). Il est également en collaboration avec différents établissements et réseaux nationaux tels que l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), le réseau SAGIR chargé de la surveillance des maladies infectieuses, ainsi que l'ELIZ, l'entente de lutte interdépartementale contre les zoonoses.

En 2019, une diminution des aides financières de la part du Département de la Seine-et-Marne a mis en péril la trésorerie du laboratoire. Cette année en 2021, le déficit budgétaire s'élève à 38 800€, ce qui rend incertain le devenir du laboratoire.

C'est dans ce contexte d'instabilité financière qu'est né le projet d'installation d'une unité de biologie moléculaire dédié à l'identification des agents pathogènes chez les abeilles domestiques. Ce service proposé aux apiculteurs d'Île-de-France professionnels comme amateurs, permettrait de dégager un bénéfice supplémentaire qui pourrait combler une partie du déficit budgétaire. Ce projet est né d'une volonté de collaboration entre le LRSFS (dirigé par Karim DAOUD) et l'IRD (représenté par Philippe LE GALL, chercheur en entomologie), et s'est monté parallèlement à un projet d'étude de la diversité des insectes pollinisateurs et le service de pollinisation dans l'Est parisien.

Les partenaires de ce projet sont au nombre de cinq : la Région Île-de-France, le Conseil Départemental de l'Essonne et celui de la Seine-Saint-Denis (CD91 et CD93), le Laboratoire Sols Savoirs Saveurs (LAB3S) ainsi que le laboratoire Evolution, Génomes, Comportement, Écologie (EGCE) du CNRS à l'Université Paris Sud. En fonction de l'évolution du projet, d'autres partenaires pourront participer, tels que des apiculteurs, associations naturalistes, PNR...

Pour réaliser ce projet, le LRSFS devrait bénéficier d'une aide de 150 000€ de la part de l'Agence Nationale pour la Rénovation Urbaine (ANRU). Il s'agira d'abord d'obtenir un fond d'amorçage d'une valeur de 8000€, afin de commencer à lancer l'activité.

Élaboration d'une problématique :

Face aux enjeux cités précédemment, nous tenterons de répondre à la problématique suivante : Quels sont les besoins des apiculteurs d'Île-de-France en termes d'analyses de laboratoire et quels outils sont mis en place pour lutter contre ce déclin ? Enfin, dans quelles mesures le Laboratoire Régional du Suivi de la Faune Sauvage est-il capable d'installer une unité de biologie moléculaire ?

Matériel et Méthode

1) Présentation de la zone d'étude : La Région Île-De-France

Le territoire d'étude choisie pour ce projet correspond à toute la Région Île-de-France, qui s'étend sur une superficie de 12 000 km² et qui compte 8 départements (Seine-et-Marne, Yvelines, Val-de-Marne, Seine-Saint-Denis, Essonne, Val d'Oise, Hauts-de-Seine et Paris). Sa géographie est marquée par sa situation au centre d'un bassin sédimentaire, le Bassin parisien, au relief relativement plat et irrigué par la Seine, un fleuve navigable. Ainsi le climat tempéré et la fertilité des sols se traduit par un surface agricole utile particulièrement élevée : 579 000 ha, ce qui représente 48% du territoire francilien (d'après la Chambre d'Agriculture d'Île-de-France). D'après la Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt d'Île-de-France, en 2016 la région comptait au total 4838 exploitations agricoles dont la majorité était orientée en grandes cultures. En parallèle, en 2018 on ne comptait pas moins de 62 400 apiculteurs dans cette région, produisant environ 600 tonnes de miel soit 2,2% de la production nationale (France AgriMer).

2) Identification des apiculteurs de la Région

Les apiculteurs sont les principaux acteurs concernés par le projet de mise en place du laboratoire. Ils peuvent être de catégories différentes : en effet, en France, on distingue habituellement trois catégories d'apiculteurs selon le nombre de ruches qu'ils exploitent (d'après ADA France). Il existe les apiculteurs producteurs familiaux ou dits « amateurs » dans cette étude, qui possèdent généralement entre 1 et 49 ruches. On peut également citer les apiculteurs dits pluri-actifs qui possèdent 50 à 149 ruches et qui très souvent présentent une autre activité professionnelle en plus de l'apiculture. Enfin, les apiculteurs possédant plus de 150 ruches sont normalement considérés comme appartenant à la catégorie « professionnels » et sont en principe adhérents à la Mutualité Sociale Agricole. Cependant il n'y a pas de catégorisation officielle. Dans cette étude, pour simplifier l'analyse des données, nous n'aurons que deux catégories différentes : les apiculteurs professionnels (qui parfois n'ont qu'une cinquantaine de ruches) et les apiculteurs « autres » dans lesquels sont comptabilisés les associations, les amateurs et les pluri-actifs.

Grâce à Google maps et à des sites internet qui recensent les apiculteurs par département, une liste de contacts (numéros de téléphone) de 45 apiculteurs a été créée. Aucun critère de sélection n'a été appliqué pour recenser ces 45 apiculteurs : amateurs ou professionnels, localisation urbaine ou rurale des ruches, producteur de miel ou vendeur d'essaims etc. Tous les départements de la région sont représentés mais de manière peu équitable (tableau 1).

Département	Nombre de contacts
Seine-et-Marne	18
Yvelines	1
Paris	3
Essonne	5
Hauts-de-Seine	3
Seine-Saint-Denis	9
Val-de-Marne	3
Val-d'Oise	3

Tableau 1 : Répartition des apiculteurs recensés en fonction du département (Source : personnelle)

Ces chiffres sont cependant cohérents avec la carte ci-dessous (Figure 1) : la Seine-et-Marne étant le département à la plus grande superficie, le nombre d'apiculteurs y est proportionnel.

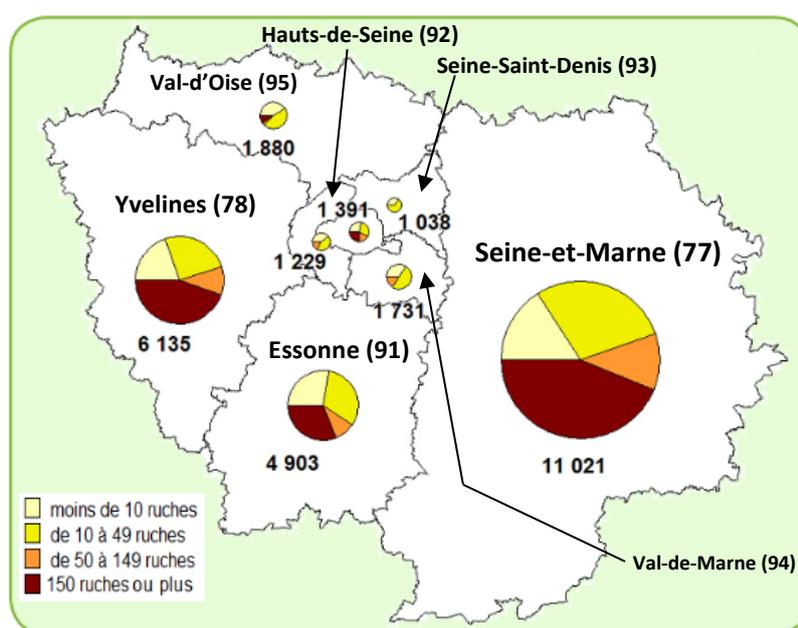


Figure 6 : Répartition des ruches localisées en Île-de-France selon le département du déclarant et le nombre de ruches détenues (Source : DGAL, 2018)

3) Collecte d'informations via des entretiens semi-directifs téléphoniques (≈ 20 minutes)

Afin d'obtenir des données précises et riches en informations, le moyen le plus efficace semblait être de réaliser des entretiens semi-directifs auprès des apiculteurs puisqu'ils ont une certaine liberté d'expression. Cette méthode permettait également d'utiliser un type d'enquête relativement peu chronophage. L'objectif de ces entretiens était, à terme, de réaliser une typologie des apiculteurs par le biais d'une analyse statistiques. Ainsi, un questionnaire semi-directif de 17 questions a été édité : une grille analytique scindée en 6 catégories a permis d'orienter précisément les questions posées (Annexe I).

Les 6 catégories sont les suivantes :

- Présentation des apiculteurs en Île-de-France (expérience, formation)
- Particularité des ruchers (taille, localisation, type de ruches)
- Production (quantité de miel, produits dérivés)
- Mortalité des abeilles (maladies ou autres)
- Gestion des ruches par les apiculteurs (nourrissement, traitements)
- Intérêt de l'apiculteur pour le laboratoire de biologie moléculaire (recueil des besoins et autres suggestions)

Une 7^{ème} catégorie a été créée spécialement pour les apiculteurs se trouvant dans les Parcs Naturels Régionaux, dans le but d'identifier les avantages et les contraintes liés à cette localisation. Un maximum de réponses était attendu dans le but de représenter au mieux l'intérêt ou non des apiculteurs pour le projet de laboratoire. Les entretiens semi-directifs ont été réalisés par téléphone. L'annexe II reprend le questionnaire utilisé lors des entretiens.

4) Cartographie des acteurs de la filière

Au vu des réponses obtenues lors du questionnaire auprès des apiculteurs de la Région Île-De-France, il était nécessaire d'aller plus loin dans l'étude afin de comprendre leur point de vue. Cela a également permis de voir si les visions entre acteurs sont cohérentes et si d'autres besoins spécifiques peuvent apparaître.

La cartographie a été réalisée sur *PowerPoint*, dans un premier temps à l'aide des connaissances déjà établies concernant la filière apicole ainsi que des sites internet de chaque acteur représenté. Dans un second temps, de très courts questionnaires spécifiques aux acteurs ont été élaborés dans le but d'avoir des précisions et de faire valider la cartographie établie préalablement. Le but de cette cartographie est de faire apparaître clairement les relations que les acteurs entretiennent entre eux : de quelle nature, qu'elles soient bonnes ou mauvaises (soutien, collaboration, opposition, concurrence...), mais surtout de mettre en lumière l'organisation de la gestion sanitaire apicole.

5) Le traitement des enquêtes

A cause du format variable des réponses fournies lors des entretiens téléphoniques (chiffres, phrases, mots seuls), toutes les réponses ont été regroupées sur un fichier *Excel*, dans un format exploitable par le logiciel *R x64 4.1.0*. Le but était de n'avoir qu'un seul support d'analyse (annexe III). La partie « statistique descriptive » a été réalisée directement sur *Excel* à l'aide d'histogrammes afin de dégager les premières tendances évidentes (nombre de ruches moyen, quantité de miel produite, localisation des ruches...) et de faire quelques distinctions entre les apiculteurs professionnels et les apiculteurs de la catégorie « autres ».

Le fichier regroupant 13 variables dont 9 qualitatives et 4 quantitatives a été importé sous R. Ces données reprennent les réponses aux questions posées lors de l'entretien semi-directif. Il s'agit de :

Pour les variables quantitatives :

- **Expérience** : le nombre d'années d'expérience
- **Nb_ruches** : le nombre de ruches possédées par l'apiculteur
- **Miel** : la quantité de miel produite (en kg/ruche)
- **Prix_analyse** : le prix qu'est prêt à mettre l'apiculteur pour une analyse proposée par le laboratoire (diagnostique d'une pathologie)

Pour les variables qualitatives, entre crochets les modalités possibles pour chacune des variables :

- **Type_api** : le type d'apiculteur, [Professionnel ; Autre] (la catégorie « Autre » regroupant les amateurs pour le loisir, les pluri-actifs ou les apiculteurs faisant partie d'une association)
- **Formation** : si l'apiculteur a suivi une formation avant de se lancer dans l'apiculture [Oui ; Non]
- **Milieu** : le milieu dans lequel se trouvent les ruches de l'apiculteur [Urbain ; Rural]
- **Type_ruche** : le type de ruches utilisé dans l'exploitation [Dadant ; Warré ; Dadant warré]
- **Race** : la race d'abeille utilisée par l'apiculteur [Noire ; Buckfast ; Hybrides ; Carnica ; Buckfast hybride]
- **Pain_epice** : Si l'apiculteur produit du pain d'épice avec le miel issu de ses ruches [Oui ; Non]
- **Cause_mort** : la/les principale(s) cause(s) de la mort des abeilles au sein du rucher [Multifactoriel ; Famine ; Bio agresseurs ; Pesticides]
- **Nourrissement** : si l'apiculteur nourrit ses abeilles de manière « artificielle » avec du sirop [Oui ; Non ; Très peu]
- **Int_lab** : l'intérêt de l'apiculteur pour la création du laboratoire d'analyse des pathologies [Oui ; Non]

L'Analyse Factorielle Multiple (AFM) a ensuite été réalisée, et cinq sous-groupes de variables ont été formés en tentant de respecter un thème bien précis. Les sous-groupes correspondent à :

- « apiculteur » regroupant les variables Type_api et Formation
- « rucher » regroupant les variables Nb_ruches et Miel
- « gestion » regroupant les variables Milieu, Type_ruche, Race et Nourrissement
- « labo » regroupant les variables Cause_mort et Int_lab
- « analyse » avec l'unique variable Prix_analyse

La contrainte principale pouvant parfois rendre les groupes difficiles à former était de ne pas pouvoir mélanger les variables qualitatives avec les variables quantitatives, malgré le fait qu'elles puissent toutes deux décrire le même « thème ».

Par la suite, les packages *FactoMineR* ainsi que *Factoextra* ont permis de visualiser les graphes lors de l'AFM : graphique des individus, graphique des variables qualitatives et quantitatives, graphique des variables expliquées par les différents axes, cercle des corrélations etc. La commande « gradient.cols » a permis d'appliquer un code couleur afin d'avoir des graphiques plus visuels quant à la contribution des variables aux différentes dimensions.

Résultats

1) Analyse descriptive des données récoltées pour dégager les grandes lignes

a) Les principales caractéristiques des apiculteurs enquêtés en Île-de-France

Le taux de réponse aux entretiens semi-directifs est de 55,5%, soit 25 réponses. La plupart des réponses ont été obtenues par téléphone mais certains apiculteurs ont préféré un envoi du questionnaire par mail, par manque de temps au moment de l'appel. Néanmoins, bien que ce chiffre corresponde à plus de la moitié des contacts de la liste initiale, il manquait tout de même 5 réponses pour atteindre un effectif minimal suffisant (≥ 30) pour une étude statistique réellement significative.

Dans un premier temps, des histogrammes ont permis d'illustrer les caractéristiques principales des apiculteurs, en termes de taille des ruchers ou de production de miel.

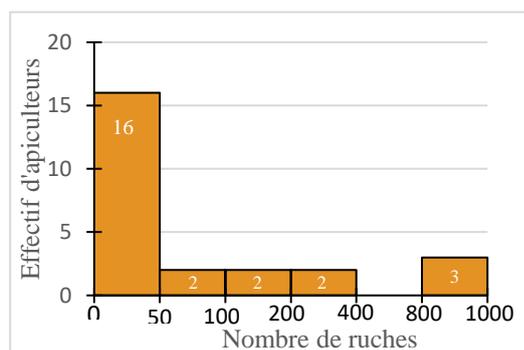


Figure 7 : Nombre de ruches par apiculteur (Source personnelle)

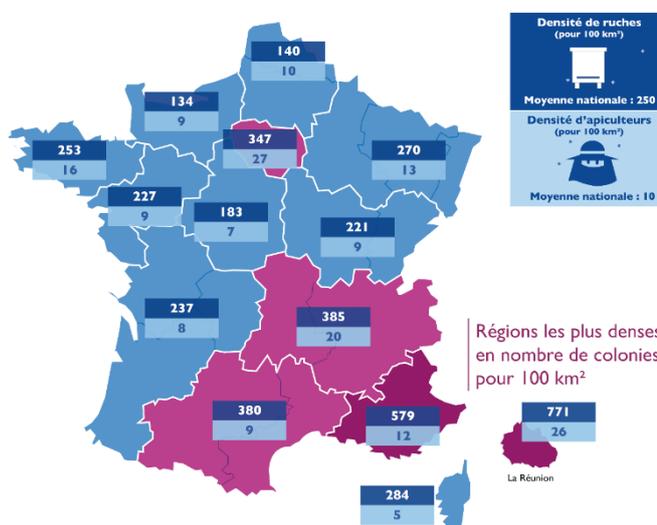


Figure 8 : Résultats de la déclaration des ruchers de 2019 (Source : DGAL)

La figure 7 ci-dessus témoigne du fait que la grande majorité des apiculteurs sondés possède entre 1 et 50 ruches. Rappelons que cela ne signifie pas pour autant qu'il s'agit uniquement d'apiculteurs amateurs : certains d'entre eux sont considérés comme professionnels car ils adhèrent à la mutualité sociale agricole (MSA) malgré un nombre de ruches inférieur à 50. Seulement trois des apiculteurs interrogés possèdent plus de 800 et jusqu'à 1000 ruches. Parmi eux, deux d'entre eux ne produisent pas de miel mais des essaims ou des reines, destinés à être revendus aux apiculteurs qui cherchent à agrandir ou remplacer leur cheptel. Il est notamment question de sélectionner génétiquement des reines qui présentent le comportement hygiénique afin d'assurer une meilleure résistance au varroa.

Si l'on met cet histogramme en parallèle avec la carte de la figure 8 reprenant la densité de ruches et d'apiculteurs pour chacune des régions de France, on retrouve une certaine cohérence entre les chiffres. En effet, bien que l'IDF soit la région qui présente la plus forte densité

d'apiculteurs pour 100km², elle n'est pas celle qui possède la plus grande densité de ruches. Avec « seulement » 347 ruches pour 100km², l'IDF a 40% de ruches en moins qu'en région PACA qui n'a pourtant qu'une densité de 12 apiculteurs aux 100km², soit plus de deux fois moins. Autrement dit, les apiculteurs d'Île-de-France possèdent en moyenne 13 ruches tandis qu'ils en possèdent en moyenne 48 dans la région PACA, soit 4 fois plus.

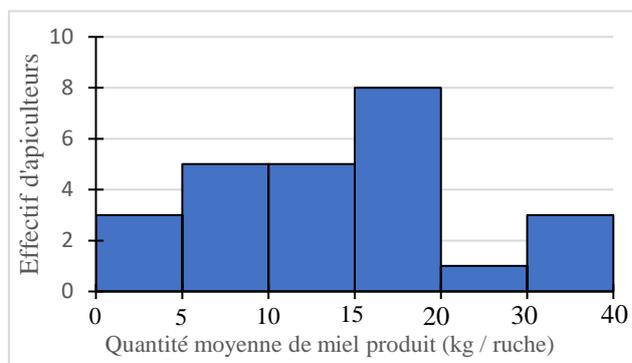


Figure 9 : Quantité moyenne de miel produit par ruche (Source personnelle)

La figure 9 ci-contre montre la quantité moyenne de miel produit par ruche, tous critères confondus (apiculture biologique, apiculteur professionnel ou non...). La majorité des apiculteurs semblent récolter entre 15 et 20kg de miel par ruche sur une année considérée comme plutôt « bonne », c'est-à-dire avec des conditions climatiques favorables au printemps et en été : une température moyenne sans gelées tardives, pas d'excès d'humidité et pas ou peu de conditions extrêmes qui pourraient

influencer sur la durée de floraison (grosses précipitations ou grêle pouvant faire tomber les boutons floraux). Ces données ne concernent donc pas l'année 2021 car cette année a été très meurtrière pour les abeilles. Si le mois de janvier très doux a pu favoriser la croissance du couvain, les quelques épisodes neigeux du mois de février ont empêché les abeilles de sortir de la ruche causant déjà une perte non négligeable. Par la suite, un « effet yoyo » des températures entre mars et mai ont fait geler de nombreuses plantes, imposant alors aux abeilles de consommer leur propre stock de miel et de pollen normalement nécessaire aux œufs pour éclore. Cela implique donc une récolte de miel moindre par la suite.

Les conditions climatiques étant quasiment identiques pour tous les apiculteurs de l'IDF, ce n'est donc pas l'argument qui permettrait de justifier ces différences de production de miel. En revanche, cela pourrait notamment s'expliquer par la fréquence de nourrissage « artificiel » par l'apiculteur : comme le montre la figure 10, tous les apiculteurs n'adoptent pas la même stratégie en termes de nourrissage. Sur les 11 apiculteurs professionnels enquêtés, plus de 60% d'entre eux nourrissent systématiquement leurs abeilles, que ce soit à l'aide de sirop qu'ils fabriquent eux-mêmes ou avec des plaques de Candi composées de saccharose, de fructose, de glucose et d'eau. 27,3% des professionnels et 35,7% des apiculteurs « autres » ne les nourrissent qu'occasionnellement, c'est-à-dire en cas de famine et de sortie d'hiver difficile.

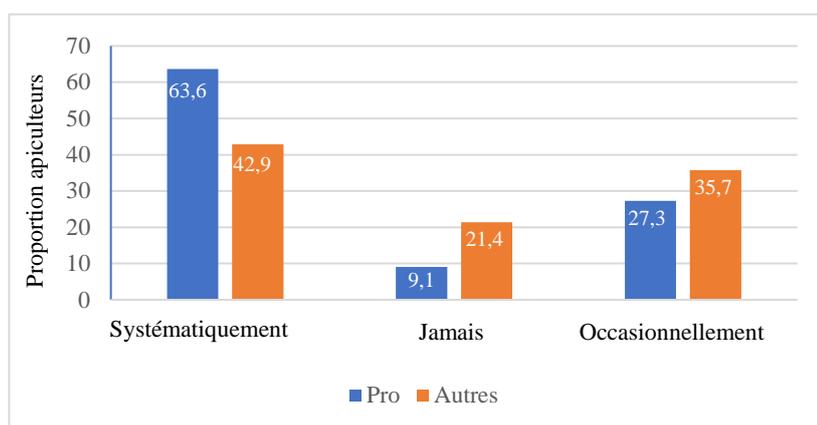


Figure 10 : Pourcentage d'apiculteurs qui nourrissent systématiquement, jamais ou occasionnellement leurs abeilles, en fonction de leur catégorie (Source personnelle)

On remarque également que dans la catégorie « jamais » on retrouve une proportion plus élevée d'apiculteurs appartenant à la classe « autres » : leur priorité est peut-être davantage la qualité du miel que la quantité, étant donné qu'ils exercent l'apiculture en tant que loisir ou, en tout cas, en tant qu'activité secondaire. On peut en effet valider cette hypothèse en regardant de plus près les données obtenues lors des enquêtes : les apiculteurs produisant entre 30 et 40kg de miel par ruche sont dans la catégorie « professionnels » et nourrissent tous les trois systématiquement leurs abeilles.

Ainsi, cette gestion des ruchers en termes de nourrissage peut influencer fortement sur la production de miel : des abeilles nourries systématiquement au sirop produiront forcément une quantité plus élevée de miel mais d'une qualité moindre que des abeilles qui se nourrissent naturellement grâce au nectar des fleurs et à leur propre miel.

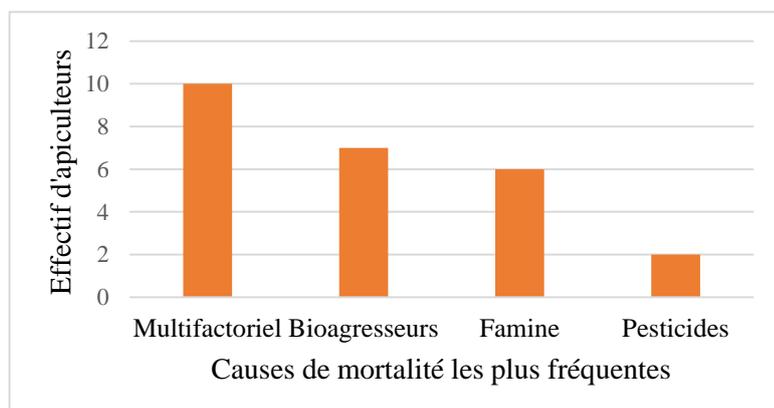


Figure 11 : Principales causes de mortalité des abeilles rapportées par les apiculteurs enquêtés (Source personnelle)

Un lien peut être fait avec les causes de mortalités les plus fréquentes : 6 des apiculteurs enquêtés ont rapporté avoir eu des pertes d'abeilles en lien avec la famine (figure 11). Dans la suite de l'étude, l'analyse statistique nous permettra d'approfondir le lien entre la fréquence de nourrissage et les mortalités liées à la famine. On peut également remarquer que la majorité des apiculteurs affirme

que la perte d'abeilles est d'origine multifactorielle et pas seulement causée par un seul facteur bien défini : on rejoint ici les hypothèses de l'effondrement des colonies. Les bio-agresseurs sont la seconde cause de mortalité la plus fréquente malgré les traitements systématiques anti-varroa (au sein de l'enquête, ils représentent à la fois le varroa, le frelon asiatique, mais aussi le petit coléoptère des ruches). Les mortalités causées par les pesticides semblent plutôt rares d'autant plus que c'est un facteur difficile à identifier.

b) Comparaison entre les apiculteurs professionnels et « autres »

i) Le traitement contre le varroa

Si certaines pratiques en termes de gestion des ruches peuvent parfois être différentes selon le statut professionnel ou non de l'apiculteur, d'autres sont cependant indispensables pour maintenir une bonne santé des abeilles. Notamment, contrairement à l'hypothèse émise au départ selon laquelle les professionnels auraient une plus forte tendance à traiter systématiquement afin d'éviter les pertes, les enquêtes ont démontré que 100% des apiculteurs appliquaient un traitement contre le varroa.

Le traitement le plus utilisé est « Apivar », qui se présente comme des lanières à placer dans les inter-cadres. Le traitement principal a généralement lieu à la fin de l'été juste après la dernière miellée (mi-août) même si la pression parasitaire est faible car il s'agit d'assurer un meilleur développement des abeilles durant l'hiver. Les lanières ne doivent pas être laissées plus de 12 semaines au sein de la ruche afin d'éviter tout risque de résistance (d'après « Fiche technique Apivar » du GDS, annexe V). Le principe actif du médicament est l'amitraze, un acaricide, qui se fixe sur le corps des abeilles lorsqu'elles se frottent à la lanière. Les varroas exposés à l'amitraze subissent alors une paralysie puis une mort par inanition. Si ce traitement est relativement efficace et qu'il ne nécessite plus d'ordonnance depuis 2018, il n'est pas utilisable en apiculture biologique.

Le médicament utilisé par les apiculteurs en bio est « Varromed », délivré sans ordonnance sous forme liquide et utilisé en dispersion. Il s'agit d'un mélange de substances naturelles dont les principes actifs sont l'acide formique et l'acide oxalique. Habituellement les apiculteurs appliquent deux traitements au cours de l'année (juillet-août et pendant l'hiver). La limite de ce médicament est qu'il n'a aucun effet sur les varroas se trouvant dans les cellules operculées car il ne traverse pas les opercules, ainsi il est conseillé de réaliser 3 applications sur une période de 21 jours afin de couvrir le cycle complet de développement du couvain.

ii) L'intérêt pour le laboratoire de biologie moléculaire

Préalablement à la réalisation des entretiens semi-directifs, une hypothèse avait été émise quant à l'intérêt des apiculteurs pour le laboratoire de biologie moléculaire selon leur catégorie : les apiculteurs professionnels seraient plus aptes à faire analyser leurs ruches en cas de pertes importantes car il s'agit de leur unique source de revenus et qu'ils ont les moyens de financer l'analyse. Ainsi, cette hypothèse sous-entend que le principal frein serait le coût du service proposé, trop élevé pour les apiculteurs amateurs qui ne vivent pas de cette activité mais qui en font un simple loisir.

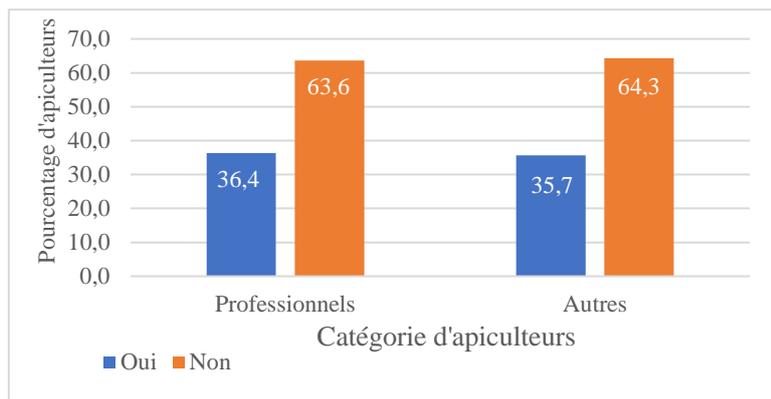


Figure 12 : Pourcentage des apiculteurs intéressés ou non par le laboratoire de BM selon leur catégorie (Source personnelle)

L'histogramme de la figure 12 ci-contre permet de démontrer qu'en termes de proportions, il n'y a pas de réelle différence de pourcentage concernant l'intérêt de l'apiculteur pour le laboratoire selon qu'il soit professionnel ou de la catégorie « autres ». Au sein des deux catégories, plus de 60% des apiculteurs annoncent ne pas être intéressés par la création du laboratoire. Ainsi l'hypothèse formulée avant l'enquête n'est pas validée : la grande majorité

des apiculteurs qui ne présentent pas d'intérêt pour ce service d'analyse des pathologies donnent comme premier argument le problème du prix : professionnels ou amateurs, ils estiment que c'est une opération sans réel intérêt une fois la ruche décimée. Les professionnels ont davantage insisté sur le côté non rentable étant donné le prix de l'analyse : « à quoi bon payer si la finalité reste la même ? Mes abeilles sont mortes ! » (apiculteur de Miel et Nature). En moyenne, ils sont prêts à dépenser 20 euros dans le diagnostic de pathologie. Or, en se basant sur les prix fixés par l'ANSES pour le laboratoire de Sophia Antipolis, le prix effectif d'une analyse ne pourrait pas être inférieur à 80 euros en moyenne (par exemple, 78,88€ pour l'identification de *Nosema* par PCR, ou 86,25€ pour la recherche et l'identification de *Paenibacillus larvae*, agent de la loque européenne, par PCR en temps réel ...). La partie de l'hypothèse pouvant être en partie validée est que les apiculteurs « autres » possèdent moins de moyens à dédier à ces analyses : ils sont prêts à dépenser 16€ seulement, soit 4€ de moins que les professionnels.

iii) La localisation des ruches

La localisation des ruches est souvent un choix arbitraire mais qui reste contraint par plusieurs critères importants : coût de l'achat ou de la location du terrain sur lequel l'apiculteur installe ses ruches, distance au lieu d'habitation, taille du terrain selon le nombre de ruches à installer, type de miel recherché. Lors de l'entretien semi-directif, j'ai pris soin de demander aux apiculteurs si leurs ruches étaient localisées en milieu urbain ou rural. Ces éléments permettent par la suite de faire d'éventuels liens entre le type de milieu et les différentes causes possibles à l'origine de la mort des abeilles. L'hypothèse pouvant être émise est la suivante : on relève davantage de morts causées par les pesticides si les ruches sont en milieu rural et davantage de pertes liées à la famine si elles sont en milieu urbain. Ces deux hypothèses pourront être validées ou réfutées dans la partie suivante grâce à l'analyse factorielle multiple.

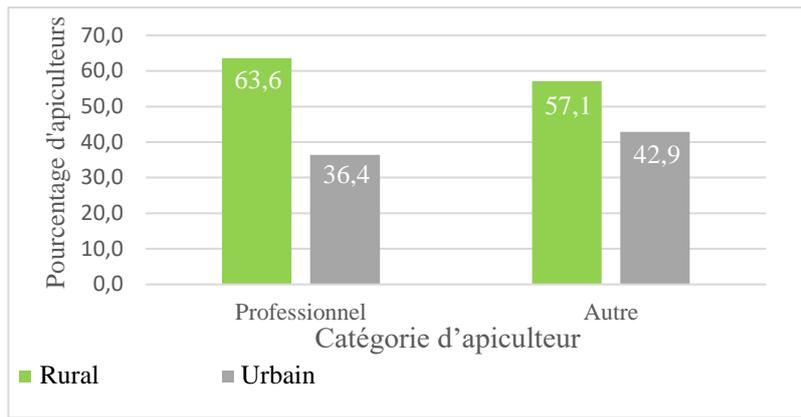


Figure 13 : Pourcentage d'apiculteurs ayant leurs ruches en milieu urbain ou rural selon leur catégorie (Source personnelle)

La figure 13 compare les proportions de ruches en milieu urbain et en milieu rural selon le type d'apiculteur. A première vue on remarque que chacune des deux catégories possède davantage de ruches en milieu rural : en effet cet environnement fournit une plus grande possibilité de variétés de miels de par les terres cultivées qui se trouvent autour mais aussi les forêts ou

les haies des bocages. Le milieu urbain a quant à lui l'avantage de fournir des ressources alimentaires sur une période plus étendue grâce à la gestion des plantes dans les parcs ou dans les jardinières de ville. En regardant les chiffres plus en détail on note une proportion légèrement plus élevée de ruches rurales chez les professionnels : 63,6% contre 57,1% pour les apiculteurs « autres ». Peut-être s'agit-il d'une stratégie permettant de diversifier la gamme de produits vendus en magasin, ce qui n'est pas nécessairement utile pour les amateurs ou apiculteurs qui ne vivent pas de la production de miel.

Bilan :

Cette première partie nous permet de dresser un « portrait type » d'un apiculteur de la région Île-de-France : possédant généralement une cinquantaine de ruches, il produit en moyenne 15 à 20kg de miel par ruche. Ses ruches sont principalement localisées dans un milieu rural. Pour ce qui est de la gestion apicole, le traitement anti-varroa est systématique et préventif à cause des pertes considérables qu'il peut occasionner, en particulier sur le plan économique en termes de rendement de production. Le nourrissage au sirop n'est pas toujours systématique et dépend grandement des conditions climatiques de la saison. Professionnel comme amateur, le projet du laboratoire de biologie moléculaire ne semble pas les intéresser.

2) Typologie des apiculteurs : Analyse Factorielle Multiple (AFM)

a) Description des dimensions : variables quantitatives

Tout d'abord il est possible d'analyser l'inertie totale du jeu de donnée en traçant le graphique des proportions de variances expliquées par les différents axes de l'analyse en composantes multiples.

Les deux premiers axes de l'analyse expriment respectivement 16,0% et 15,2% de l'inertie totale (figure 14), ce qui signifie que 31,2% de la variabilité totale du nuage d'individus est représentée dans ce plan. Ce pourcentage est assez peu élevé d'autant plus que les différences de variance expliquée pour chacun des axes sont relativement faibles. Ainsi il pourrait être intéressant d'analyser les dimensions 3 à 10 afin de pousser l'étude dans le détail. Par soucis de simplification, nous n'analyserons que les dimensions 1 et 2.

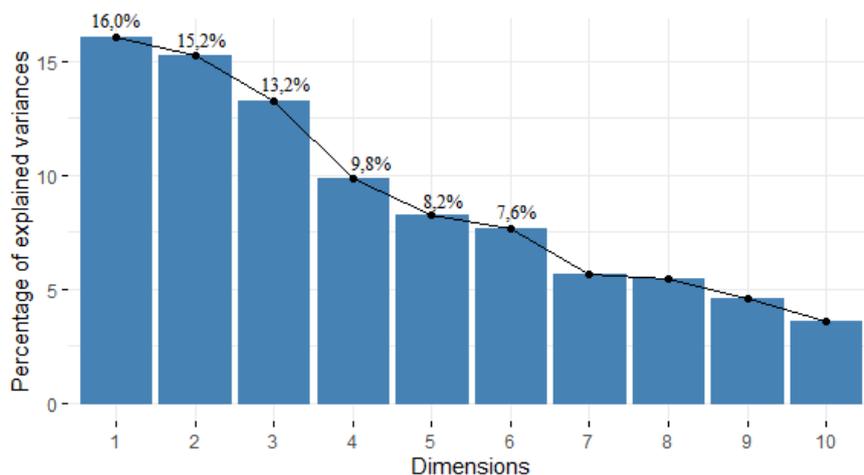


Figure 14 : Histogramme des proportions de variances expliquées par les différents axes de l'AFM (Source personnelle)

Pour poursuivre l'analyse factorielle multiple, 5 sous-groupes ont été formés en tenant compte de la nature qualitative ou quantitative des variables, comme indiqué dans la partie matériel et méthodes. Ces sous-groupes peuvent être utilisés afin d'illustrer le pourcentage correspondant à leur contribution aux différentes dimensions, notamment aux dimensions 1 et 2. La figure 15 illustre donc ces contributions des groupes aux différentes dimensions : c'est le groupe « gestion » regroupant 4 variables qualitatives (milieu, type de ruche, race d'abeille et fréquence de nourrissage) qui contribue le plus à la dimension 1 à hauteur de 39%, suivi du groupe « rucher » à presque 25%, qui regroupe les variables quantitatives concernant le nombre de ruches et la quantité de miel produite par ruche. Pour la dimension 2 c'est le groupe « labo » reprenant les variables de la cause de la mort ainsi que l'intérêt ou non pour le laboratoire de BM qui y contribue le plus à 39%, ainsi que le groupe « rucher » à 17%.

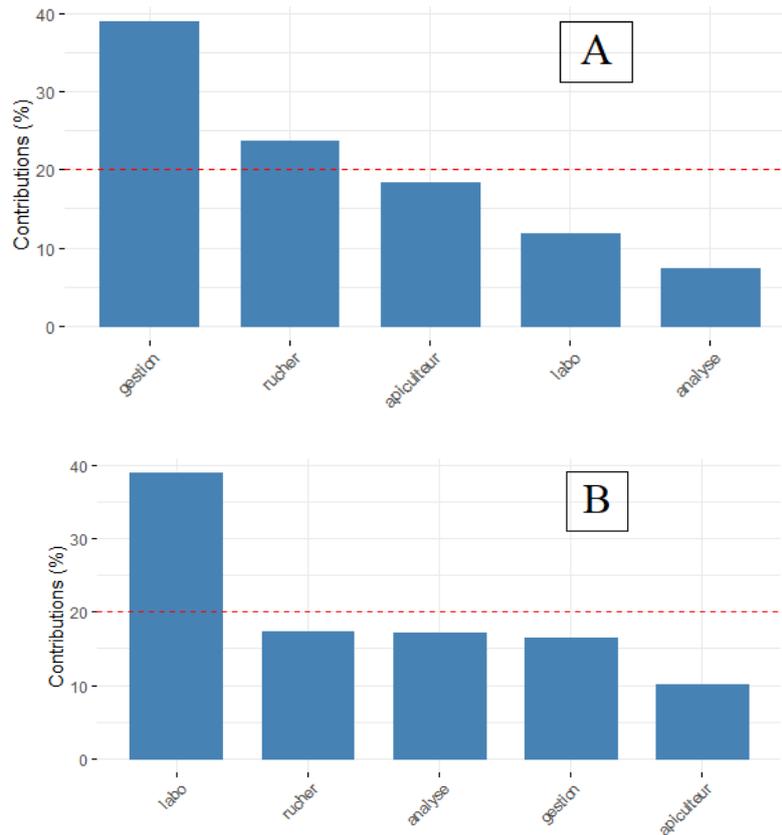
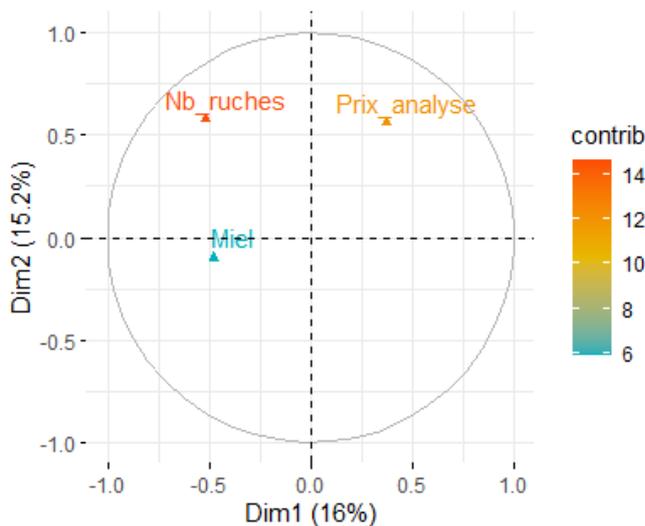


Figure 15 : Contribution des différents groupes de variables à la dimension 1 (A) et à la dimension 2 (B) (Source personnelle)

Pour tenter de définir quelles variables décrivent plus précisément les deux premières dimensions, nous pouvons créer le diagramme de contribution des variables (figure 16). Les variables quantitatives les plus contributives sont mises en évidence sur le graphique grâce à un gradient de couleur proportionnel à leur contribution, qui permet de simplifier la lecture.



Si l'interprétation de ce graphique n'est pas évidente, au vu de la distance des variables à l'origine, la dimension 1 (axe horizontal) semble être davantage représentée par la variable Nb_ruches et la dimension 2 (axe vertical) correspondrait plutôt à la variable Prix_analyse. Notons que la plus contributive des variables ne l'est qu'à 14%, ce qui est relativement faible. La variable Miel apparaît en bleu et de ce fait, elle très peu contributive aux dimensions 1 et 2. Le faible nombre de variables quantitatives et d'individus rend l'analyse difficile.

Figure 16 : Diagramme de la contribution aux dimensions 1 et 2 des variables quantitatives de l'AFM (Source personnelle)

Notons qu'un test de corrélation de Pearson a confirmé que les variables Nb_ruches et Miel ne sont pas corrélées (coefficient de corrélation égal à - 0,10 et p-value = 0,6 >> 0,05).

Le graphique des individus en figure 17 permet d'illustrer un peu plus clairement les dimensions avec des exemples concrets d'apiculteurs.

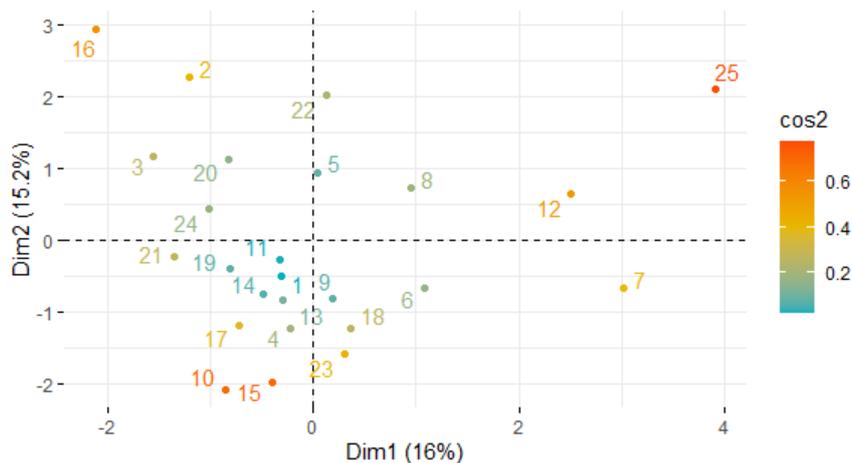


Figure 17 : Graphique représentant les individus en fonction des dimensions 1 et 2 (Source personnelle)

Sur ce graphique, la représentation des individus permet de mettre les variables quantitatives en évidence grâce aux valeurs du cosinus carré qui représente leur qualité de représentation. C'est-à-dire, si une variable est bien représentée par 2 dimensions, la somme des cosinus carrés est proche de 1. Ici on peut regrouper les individus :

- Individu 25 : sa position sur le graphique est assez particulière puisqu'il se situe presque aux extrêmes des 2 axes. Il correspond à un apiculteur ayant assez peu de ruches et produisant une faible quantité de miel (15 ruches pour 6kg de miel par ruche). Il est également prêt à déboursier 100€ pour l'analyse de pathogènes.
- Individu 16 : également très excentré par rapport aux autres, cet apiculteur possède quant à lui un grand nombre de ruches (850) et produit en moyenne 35kg de miel par ruche, ce qui l'oppose totalement à l'individu 25 sur l'axe de la dimension 1. Il se trouve lui aussi en haut de l'axe de la dimension 2 car il est prêt à dépenser 60€ pour une analyse, ce qui est un prix assez élevé par rapport aux autres apiculteurs.
- Individus 10 et 15 : avec un nombre de ruches plutôt faible (15 et 16 ruches) ils produisent en revanche une quantité de miel différente puisque l'individu 10 produit 30kg par ruche et l'individu 15 n'en produit que 30kg. Ils souhaitent tous deux une analyse gratuite, d'où leurs coordonnées quasi identiques sur l'axe vertical.

Ainsi la dimension 1 semble bien être représentée par la variable Nb_ruches : plus les individus se trouvent à droite de l'origine, moins ils possèdent de ruches et plus ils se situent à gauche de l'origine, plus le nombre de ruches est élevé. La dimension 2 est bien représentée par le prix que l'apiculteur est prêt à dépenser pour une analyse au laboratoire. En revanche il ne faut pas oublier que, même si la variable Miel ne contribue que très peu à ces deux dimensions, elle peut tout de même être à l'origine d'une variabilité dans le jeu de données.

b) Étude des variables qualitatives

Les entretiens semi-directifs ont permis d'obtenir un jeu de données riche en informations, mais surtout avec beaucoup de variables qualitatives. Ce type de donnée est difficile à analyser statistiquement de manière claire et précise, mais l'Analyse Factorielle Multiple permet d'obtenir des graphiques visuels des variables qualitatives permettant de réaliser une analyse. L'objectif est d'essayer de valider ou de réfuter les hypothèses suivantes :

- **Hypothèse n°1** : les ruches situées en milieu rural sont davantage exposées aux pesticides : ce sera la cause de la mort la plus fréquente pour les ruches de ce groupe.
- **Hypothèse n°2** : les apiculteurs qui nourrissent systématiquement leurs abeilles avec du sirop ont moins de pertes causées par la famine.
- **Hypothèse n°3** : les races hybrides, issues de croisements par sélection naturelle, sont plus résistantes aux bio-agresseurs (qui regroupent frelon asiatique, varroa, petit coléoptère des ruches etc.).
- **Hypothèse n°4** : les apiculteurs présentent un plus grand intérêt pour le laboratoire s'ils estiment que les causes de la mort des abeilles sont dues aux bio-agresseurs, potentiellement vecteurs de maladies.

Pour vérifier ces hypothèses, des graphiques d'individus colorés selon les variables qualitatives peuvent être mis côte à côte afin de faire des liens entre ces variables.

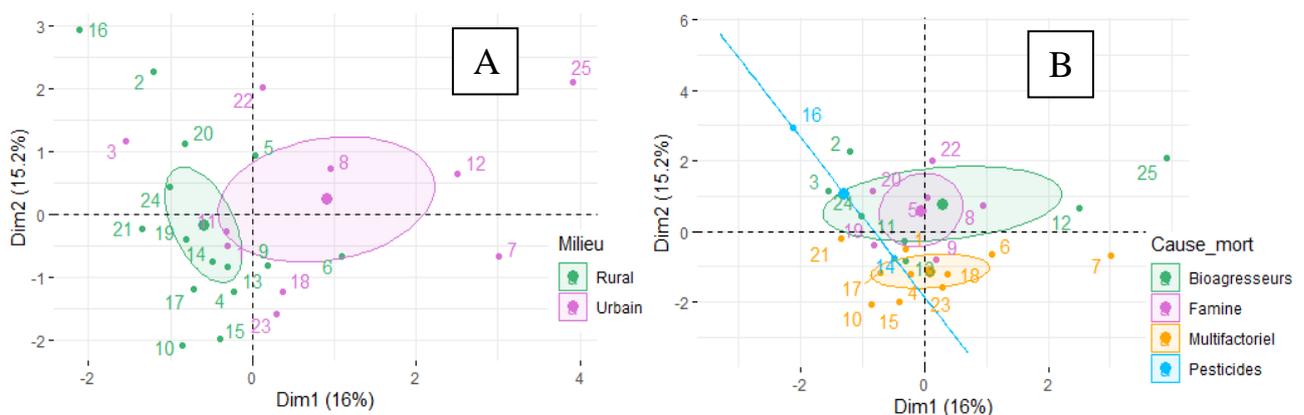


Figure 18 : Comparaison du graphique des individus classés selon le type de milieu (A) ou selon la cause de la mort (B) (Source personnelle)

La figure 18 ci-dessus permet, notamment grâce aux ellipses de confiance (ou de prévision), de faire un lien entre la modalité « Pesticides » de la variable « Cause_mort » et la modalité « Rural » de la variable « Milieu ». L'ellipse de confiance signifie que la probabilité qu'un nouvel individu se situe dans l'aire délimitée par cette ellipse est déterminée par la valeur du coefficient définissant l'ellipse (ici, 95%). Elle est tracée autour du barycentre (moyennes des coordonnées) des nuages de points correspondant à une modalité. Ici, les ellipses de « Rural » et de « Pesticides » se recoupent et on remarque que 100% des individus (au nombre de 2) ayant rapporté que les causes de morts les plus fréquentes étaient liées aux pesticides possèdent des ruches dans un milieu rural. En revanche, la réciproque n'est pas vraie. Bien que le nombre de 2 individus soit excessivement faible pour tirer une conclusion, en extrapolant nous pourrions

affirmer que l'hypothèse n°1 est partiellement validée. Notons qu'aucun individu ayant ses ruches en zone urbaine n'a rapporté de mort liée aux pesticides.

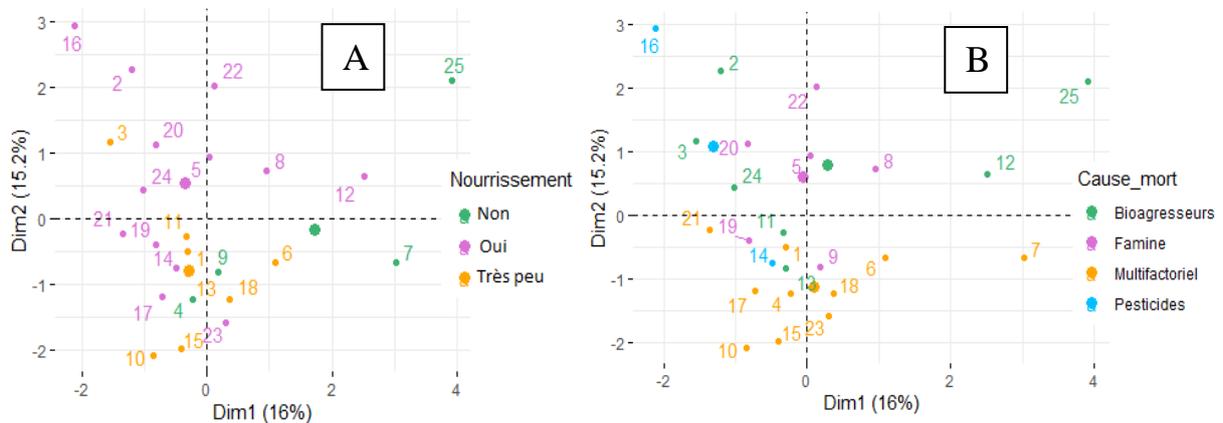


Figure 19 : Comparaison du graphique des individus classés selon la fréquence de nourrissage (A) ou selon la cause de la mort (B) (Source personnelle)

La figure 19 ne nous permet pas à première vue de valider ou de réfuter l'hypothèse n°2 car aucun « groupe » distinct n'est clairement formé. En revanche si l'on se penche plus attentivement sur les individus ayant rapporté la famine comme cause principal de mort, on remarque que tous nourrissent pourtant systématiquement leurs abeilles au sirop, sauf un, l'individu 9, qui ne les nourrit jamais. Si pour ce dernier individu la famine semble se justifier par aucune intervention humaine malgré les mauvaises conditions climatiques, les constats des apiculteurs 22, 20, 5, 8 et 19 en termes de cause principale de mortalité peuvent sembler incohérents. Toutefois, l'hypothèse n°2 n'est pas validée : le nourrissage systématique au sirop n'évite pas nécessairement la mort par famine.

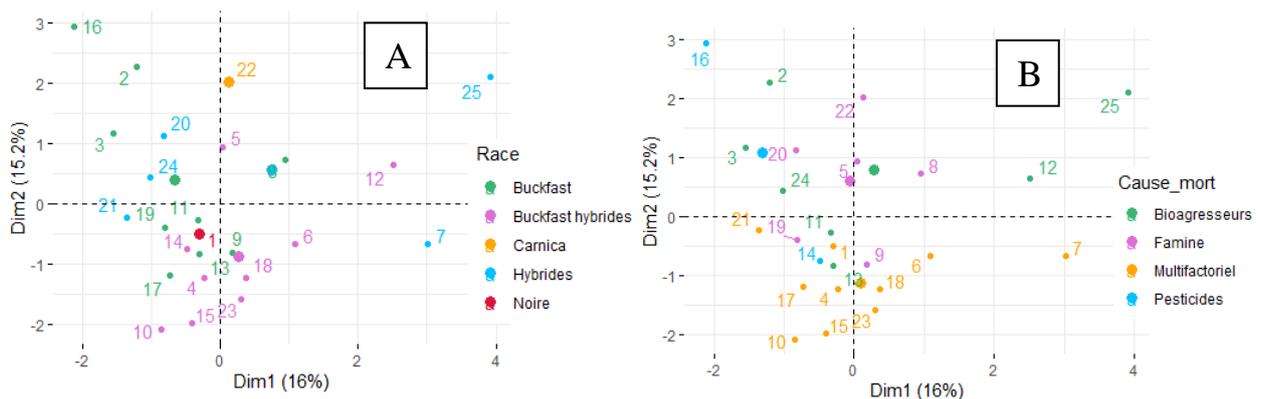


Figure 20 : Comparaison du graphique des individus classés selon la race d'abeilles élevées (A) ou selon la cause de la mort (B) (Source personnelle)

Le graphique A de la figure 20 montre tout d'abord la grande diversité de races élevées par les apiculteurs en Île-de-France : en fonction du caractère de l'abeille, de sa résistance à l'hiver, de sa capacité à faire des réserves etc., les apiculteurs font des choix de race différents en fonction de leur objectif. La mise en relation de ces deux graphiques A et B ne laisse apparaître aucune évidence concernant la résistance aux bio-agresseurs en fonction de la race des abeilles.

On peut souligner une fois de plus la difficulté à créer des liens entre les variables lorsque le nombre d'individus est relativement faible (<30) et que les données récoltées sont qualitatives.

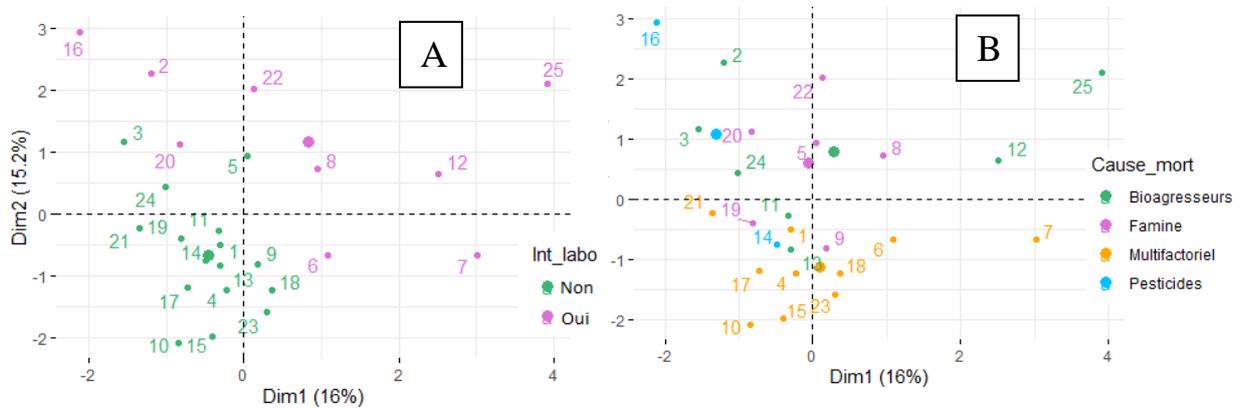


Figure 21 : Comparaison du graphique des individus classés selon l'intérêt de l'apiculteur pour le laboratoire (A) ou selon la cause de la mort (B) (Source personnelle)

Le graphique A de la figure 21 laisse apparaître plus clairement deux groupes distincts d'apiculteurs : ceux qui ne présentent pas d'intérêt pour le laboratoire de BM se trouvent davantage en dessous de l'axe de la dimension 1, ce qui est relativement cohérent avec la description des dimensions réalisée dans la partie précédente. En effet, la partie « négative » de la dimension 2 correspond aux apiculteurs qui ne souhaitent pas payer l'analyse de pathologie : à cause de ce frein d'ordre financier, ils estiment que la proposition de service par le LRSFS ne leur est d'aucun intérêt. Pour ce qui est de l'hypothèse n°4, on ne peut pas la valider non plus. Et pour cause, les individus intéressés par l'analyse de pathogènes présentent des causes de mortalité variées (bio-agresseurs, famine ou multifactoriel), ce qui ne nous permet pas de dégager un lien évident entre l'intérêt pour le laboratoire et la mort due aux bio-agresseurs.

Bilan :

L'Analyse Factorielle Multiple est un outil du logiciel R permettant d'analyser des jeux de données présentant à la fois du quantitatif et du qualitatif. Cependant, lorsque les données qualitatives sont plus nombreuses que les données quantitatives et que le nombre d'individus est inférieur à 30, il devient difficile de faire une analyse précise et significative. Voici ce que l'on peut retenir de l'analyse :

- Le nombre de ruches par apiculteur et la quantité de miel produite par ruche sont les deux variables quantitatives les plus contributives aux dimensions 1 et 2, qui expliquent seulement 31,2% du modèle.
- Les apiculteurs dont la cause de mortalité la plus fréquente est liée aux pesticides sont ceux qui ont placé leurs ruches en zone rurale.
- Les causes de mortalité rapportées n'ont de lien évident ni avec la race des abeilles, ni avec la fréquence de nourrissage et enfin ni avec l'intérêt ou non de l'apiculteur pour le laboratoire.

3) Des apiculteurs impuissants face aux menaces naturelles : les actions des acteurs de la filière apicole

a) Des conditions peu favorables à l'apiculture : un constat alarmant

Beaucoup d'apiculteurs m'ont fait parvenir un sentiment d'impuissance face aux différents problèmes qui les frappent. Relevons tout d'abord les conditions climatiques déplorables de cette année : comme déjà évoqué précédemment, les épisodes neigeux qui ont suivi un certain redoux en janvier ainsi que les températures instables en mars et avril ont causé des pertes non négligeables à l'échelle des ruchers. La récolte du miel de printemps a donc été fortement impactée, comme le témoigne Denis ROQUES, apiculteur des Abeilles de Pasloup dans l'Essonne : « Cette année le printemps est catastrophique dans ma région, je n'ai rien récolté pour le moment. Je n'aurai ni printemps, ni acacia. J'espère faire un peu d'été. ». L'été de cette année 2021 a quant à lui été marqué par beaucoup d'humidité et d'épisodes pluvieux parfois très violents, faisant tomber les fleurs et privant ainsi les abeilles de nectar et de pollen. Si la saison estivale n'était pas terminée au moment des entretiens téléphoniques, la récolte était déjà bien compromise. Les perspectives annoncées de changement climatique ne rassurent pas les apiculteurs qui ne peuvent rien faire contre cette menace mis à part tenter de sélectionner des races plus résistantes à l'hiver, comme c'est le cas par exemple de l'abeille Noire (*Apis mellifera mellifera*) ou de l'abeille carolienne (*Apis mellifera carnica*). Ces deux races d'abeilles sont celles qui hivernent le mieux car l'une est très résistante aux basses températures et l'autre a la capacité de se développer rapidement en sortie d'hiver (d'après apiculture.net). Cependant ces deux races sont loin d'être celles les plus représentées lors des enquêtes : la plus fréquente est la race Buckfast, une abeille hybride, connue pour être peu essaimeuse mais qui a tendance à consommer beaucoup de nourriture pendant l'hiver.

Les abeilles sont également victimes de pression par les bio-agresseurs et toutes sortes de maladies qui peuvent également impacter le couvain et ainsi compromettre le développement des générations futures. Les plus fréquemment rapportés lors des enquêtes sont le frelon asiatique et le varroa. La lutte contre le frelon asiatique consiste en la pose de pièges qui concentrent des phéromones censées attirer les frelons qui ne peuvent ensuite pas ressortir du piège. La difficulté de ce genre de piège est de veiller à ce qu'il soit sélectif et ne nuise pas à d'autres insectes. Pour lutter contre le varroa, il s'agit d'un traitement médicamenteux qui s'applique plusieurs fois par an selon l'état de la ruche, comme dit plus tôt dans la première partie des résultats. Mais les apiculteurs ne voient pas de réelle efficacité de ces deux méthodes de lutte et se sentent démunis. Plusieurs d'entre eux ont d'ailleurs suggéré, lors de l'enquête, d'ouvrir une unité de recherche dédiée à l'élaboration d'un « traitement anti-varroa qui fonctionne vraiment » (Franck SCHOLTES, Le Rucher des 3M's en Seine-et-Marne). Cet acarien est bel et bien vecteur de maladies mortelles que les apiculteurs ne parviennent pas toujours à déceler tant les causes possibles de mortalité sont diverses et variées. Quant au frelon asiatique, les conditions climatiques changeantes ne font que devenir de plus en plus favorables pour sa colonisation des milieux et les pièges deviennent peu à peu insuffisants face à la population grandissante de ces prédateurs.

Face à ce contexte peu favorable à la pratique de l'apiculture en Île-de-France mais aussi partout en France, il est très surprenant de voir que lors des enquêtes une large majorité des apiculteurs a affirmé n'avoir aucun intérêt au développement d'un laboratoire de biologie moléculaire. Ce dernier pourrait pourtant les aider à identifier certaines causes de leurs pertes et ainsi contribuer à la conservation de ces insectes pollinisateurs indispensables.

b) Une vision globale de la filière apicole : cartographie des acteurs

Afin d'approfondir les enquêtes menées par téléphone auprès des apiculteurs et d'essayer de comprendre la raison de leur désintérêt pour le laboratoire du LRSFS, plusieurs acteurs qui interviennent directement ou indirectement auprès des apiculteurs ont été modélisés : il s'agit d'une cartographie des acteurs, figure 22. L'objectif était de rendre compte de l'organisation générale du système, tout en portant une attention particulière à la gestion sanitaire en cas de suspicion ou de déclaration de maladie dans le rucher.

L'acteur qui se trouve au premier plan et qui intervient directement auprès des apiculteurs est le Groupement de Défense Sanitaire Apicole (GDSA). J'ai pu contacter Gérard BERNHEIM, apiculteur et membre du GDSA77 (Seine-et-Marne) afin de lui soumettre un très court questionnaire qui m'a permis d'en apprendre davantage sur les actions menées par cet organisme auprès des apiculteurs. Le GDSA est une Organisation Sanitaire Apicole Départementale (OSAD) qui a pour missions de suivre la bonne santé des ruchers, de distribuer des médicaments vétérinaires via un programme sanitaire d'élevage (PSE) et de renseigner les apiculteurs sur les maladies et autres dangers sanitaires en proposant des formations à l'utilisation des différents médicaments. Ils forment également des techniciens sanitaires apicoles qui visitent les ruchers régulièrement afin de détecter d'éventuels problèmes (mauvaise gestion, suspicion de maladie). Un TSA rend gratuitement visite à 5 apiculteurs par an, en moyenne. Toutefois, les apiculteurs sont libres de contacter le GDSA pour une visite de contrôle s'il a des doutes sur l'une de ses ruches. Selon la pathologie détectée, des analyses en laboratoire peuvent être faites (en cas de nosérose par exemple, plus difficile à identifier qu'une loque américaine) : c'est la DDPP qui met à disposition un laboratoire d'analyse. Le service est dans ce cas payant pour les apiculteurs qui souhaitent réaliser ces analyses. Le GDSA participe également à la destruction des nids de frelons.

Les GDSA départementaux sont fédérés par la Fédération Nationale des Organisations Sanitaires Apicoles (FNOSAD). Elle constitue une association (Loi 1901) qui contribue elle aussi au maintien du bon état sanitaire des ruchers français en élaborant des outils pédagogiques, réglementaires ou autres.

J'ai également pu contacter par mail Candice LAROCHE, conseillère en apiculture à la Chambre d'Agriculture d'Île-de-France. Le très court questionnaire que je lui ai soumis par mail m'a permis d'en apprendre davantage sur les actions menées auprès des apiculteurs. Cet établissement public placé sous la tutelle de l'État a pour rôle d'accompagner les apiculteurs en leur proposant une prestation de service : conseil individuel et collectif, conseil sanitaire, formations, recueil de données sur le terrain. De plus, l'année 2021 ayant été catastrophique pour la profession apicole, la Chambre d'Agriculture tente d'ouvrir le dispositif des « calamités agricoles » qui consisterait à fournir des subventions aux apiculteurs professionnels victimes de grosses pertes de production.

N'ayant pas pu contacter d'autres acteurs pour finaliser mon schéma de cartographie des acteurs (période estivale), j'ai consulté les sites internet de chacun des acteurs afin d'identifier leur rôle et les services qu'ils proposent aux apiculteurs. Les acteurs peuvent être regroupés par type :

- **Organisations professionnelles d'aide au développement de la filière apicole** : On y trouve ADA France, la Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles (FNSEA), le Syndicat National d'Apiculture (SNA), l'Union Nationale de l'Apiculture Française (UNAF) ainsi que l'Institut Technique et Scientifique de l'Apiculture et de la Pollinisation (ITSAP). Ces organismes ont pour objectif de concourir au développement de la filière apicole et de soutenir les apiculteurs. Pour cela, ils proposent plusieurs services tels qu'une assistance technico-économique à travers des formations ou des publications de bulletins d'informations. Ils interviennent également dans la lutte contre le varroa et le frelon en mettant en place des plans de lutte à l'échelle nationale. Enfin, ils peuvent parfois mener des actions d'expérimentation ou de recherche appliquée, comme le fait l'ITSAP.

- **Acteurs étatiques** : la Direction Générale de l'Alimentation joue un rôle dans la vérification de la qualité et de la sécurité des aliments mais également dans la protection de la faune et de la flore. Elle est la gestionnaire de l'Observatoire des Mortalités et des Affaiblissements de l'Abeille mellifère qui œuvre pour l'épidémio-surveillance des ruchers, à l'échelle régionale. Cet observatoire n'est cependant en place que dans 3 régions de France : Bretagne, Pays de la Loire et Auvergne-Rhône-Alpes. Tout apiculteur décelant une mortalité ou affaiblissement anormal de ses colonies est invité à le déclarer par téléphone auprès du « guichet unique régional » mis en place. Ce dispositif a pour but d'améliorer les connaissances des différents facteurs qui impactent l'état de santé du cheptel apicole.
On identifie également le ministère de l'Agriculture qui a mis en place le Programme Apicole Européen (PAE) 2020/2022 en collaboration avec France AgriMer. Par le biais de ce programme, la filière apicole bénéficie d'un soutien financier qui vise à améliorer la production et la commercialisation des produits de la ruche en proposant des analyses de miel, une assistance technique, mais aussi en aidant au repeuplement du cheptel. Elle crée également des fiches techniques en collaboration avec la FNOSAD (annexe VI) qui sont mises à disposition des apiculteurs, leur permettant d'avoir une aide à la détection de pathologies. C'est également le ministère de l'Agriculture qui régleme l'utilisation des pesticides et leur autorisation de mise sur le marché.

- **Scientifiques et associations écologistes** : les chercheurs appartenant aux centres de recherche tels que le CNRS ou l'INRA participent à la cause des abeilles en menant des études permettant soit de détecter de nouvelles causes de mortalité ou d'affaiblissement, soit de clarifier les causes existantes en approfondissant les recherches. Ils permettent notamment de rendre compte des effets réels des pesticides tels que les néonicotinoïdes. Cependant, les résultats des études se montrent parfois contradictoires d'une étude à une autre, cela s'expliquant par les conditions variables de réalisation des expériences. Les associations écologistes telles que la LPO agissent à leur échelle en encourageant les particuliers à installer des ruches dans de bonnes conditions ou à créer des « gîtes pour abeilles solitaires » en mettant à disposition des fiches techniques.

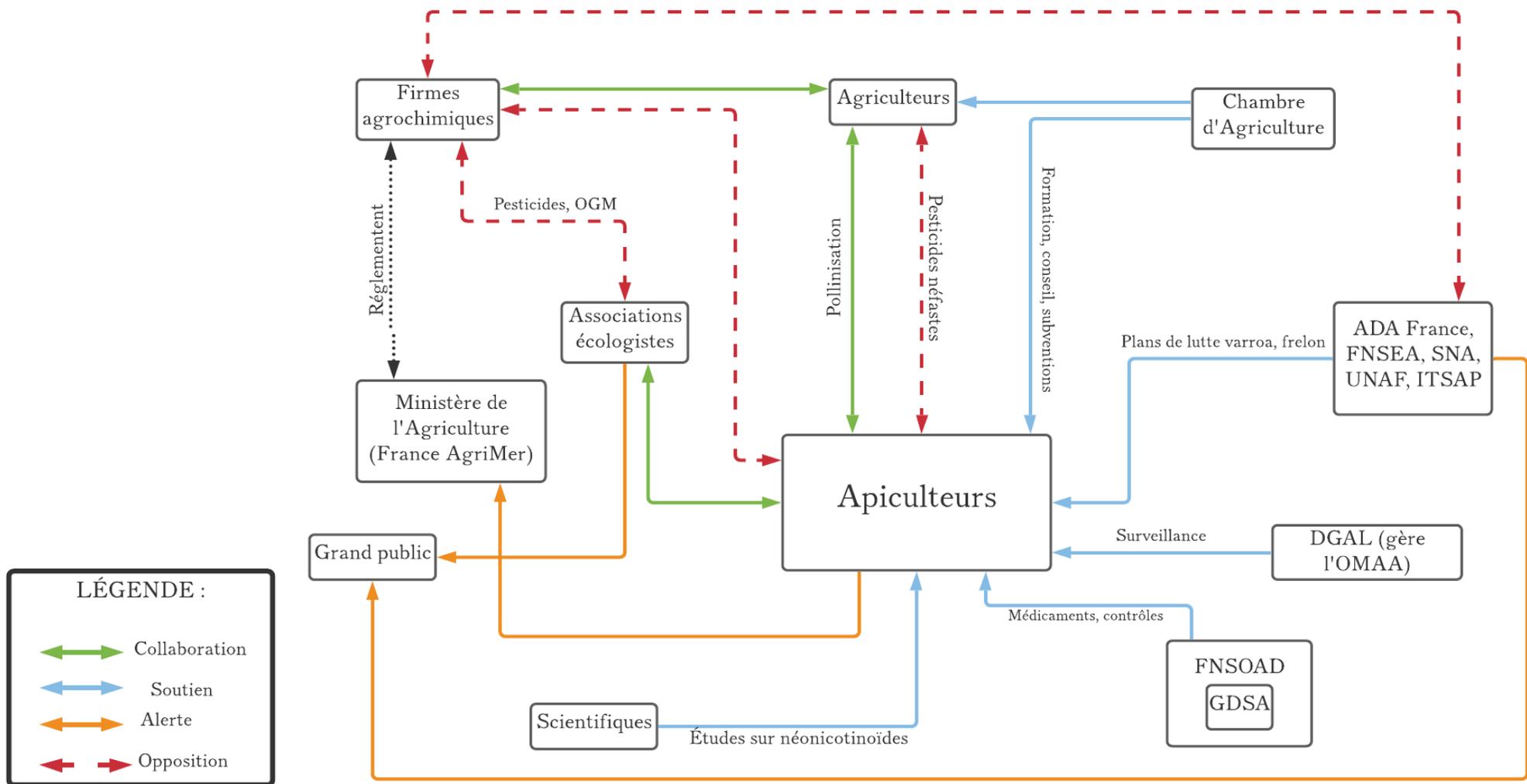


Figure 22 : Schéma représentant une cartographie des acteurs de la filière apicole (Source personnelle)

Discussion

Dans cette partie nous discuterons de la pertinence de la méthode utilisée pour mener l'étude. Nous porterons également un regard critique sur les résultats obtenus et aborderons les nouvelles pistes possibles pour poursuivre le projet au sein du LRSFS.

1) Sélection des apiculteurs enquêtés et identification des raisons du désintérêt des apiculteurs pour le projet

Comme précisé dans la partie matériel et méthodes, la liste des apiculteurs à enquêter a été créée sans appliquer aucun filtre. Le seul critère imposé était la localisation de l'exploitant : il devait impérativement se trouver dans la région Île-de-France. Peut-être aurait-il été plus pertinent de sélectionner davantage des apiculteurs spécialisés dans la vente d'essaims étant donné que leur objectif premier est de vendre aux apiculteurs producteurs de miel des colonies en bonne santé. Ainsi, s'adresser à ce type d'apiculteur aurait pu être plus approprié par rapport au sujet, et le taux de désintérêt lors des enquêtes aurait peut-être été moins élevé. De plus, tous les départements de l'IDF ne sont pas représentés dans l'étude : aucun apiculteur du Val d'Oise (95) ou de Paris (75) n'ont été contactés, tandis que plus de 70% des sondés sont basés en Seine-et-Marne. C'est l'une des limites de l'étude puisque les résultats ne représentent alors pas les besoins des apiculteurs de manière équilibrée entre les départements. Toutefois, cela s'explique notamment par l'importante superficie de la Seine-et-Marne (environ 6 000km² contre 1246km² pour le Val-d'Oise par exemple) : ce département accueille donc inévitablement un plus grand nombre d'apiculteurs.

En ce qui concerne les raisons du désintérêt face à l'offre de service du LRSFS, elles peuvent être multiples. Si la majorité des enquêtés argumente son choix par le manque de moyen ou le prix trop élevé de la prestation, d'autres ont souligné le fait que les pertes colossales de colonies, liées à des pathologies spécifiques des abeilles, restent très rares. Par conséquent, le laboratoire n'aurait pas de quoi se dégager un bénéfice. De mon point de vue, d'autres éléments pourraient justifier ce résultat :

- Beaucoup d'apiculteurs sont aujourd'hui formés pour la gestion sanitaire de leur rucher. De ce fait, ils sont capables d'identifier eux-mêmes les maladies les plus fréquentes : par exemple, le test simple de l'allumette dans les cellules atteintes de Loque Américaine ou Européenne (Chiron et Hattenberger 2008) suffit à un apiculteur expérimenté à effectuer un diagnostic et agir en conséquences. Il n'a donc nul besoin de dépenser de l'argent pour faire analyser des échantillons.
- En cas de suspicion de pathologie, de nombreux dispositifs déjà en place permettent de gérer le problème sanitaire. Les visites régulières et spontanées de techniciens sanitaires apicoles au sein des ruchers permettent aux apiculteurs de faire vérifier la santé de leurs abeilles. En cas de détection d'une quelconque maladie, l'apiculteur n'a presque aucune démarche à faire et tout est géré par les organismes de surveillance. Dans ce cas, il a le choix de faire analyser ou non un échantillon, et donc de payer ou non. La proposition de service du LRSFS apparaît alors comme redondante.

- En France, près d'une vingtaine de laboratoires d'analyse proposent déjà ce service de recherche d'agents pathogènes et de parasites chez les abeilles (d'après l'ITSAP). Bien qu'aucun de ces laboratoires ne se trouve en Île-de-France, il ne leur semblait pas incommode de se rendre au laboratoire le plus proche (Rouen) en cas de besoin indispensable de réaliser une analyse.

2) Une analyse statistique complexe

a) Un nombre d'individus inférieur à 30

Les données recueillies lors des entretiens téléphoniques n'ont pas réellement permis d'obtenir des conclusions claires lors de l'analyse statistique. En effet en statistiques, lorsque l'on observe un échantillon, on cherche à considérer que l'observation des quelques individus sélectionnés témoigne des caractéristiques de la population source (ici, les 25 apiculteurs enquêtés sont censés représenter les apiculteurs de toute la région Île-de-France). De ce fait, plus les échantillons sont grands et plus l'on a de chances de s'approcher des réelles caractéristiques de la population source ciblée (Lapidus, 2019).

Dans le cas de cette étude, un minimum de 30 individus aurait été nécessaire afin d'obtenir des résultats un tant soit peu significatifs. Or, je n'ai réussi à obtenir que 25 réponses auprès des apiculteurs, ce qui s'explique notamment par la période à laquelle je les ai contactés : au mois de juin où les conditions météorologiques étaient catastrophiques, ils se trouvaient en pleine saison et la gestion des ruches leur prenait beaucoup de temps. Un grand nombre d'entre eux a refusé de m'accorder du temps pour cause de « surcharge de travail » et « d'absence de temps libre ». D'autres ont préféré répondre au questionnaire par mail, ce qui a pu avoir un impact sur la précision des réponses car il m'était impossible de relancer la discussion lorsque la réponse n'était pas celle attendue ou qu'elle n'était pas assez précise.

b) Des valeurs qualitatives aux modalités nombreuses

Le format du jeu de données sur lequel je me suis basée pour réaliser l'analyse statistique n'a pas aidé à obtenir des résultats clairs et précis. En effet, sur 11 variables utilisées pour l'analyse factorielle multiple, seulement 3 étaient de nature quantitative. Toutes les autres étaient qualitatives et présentaient jusqu'à 5 modalités possibles pour une seule variable, ce qui est élevé par rapport au nombre d'individus. Ce format m'a contraint à réaliser une analyse plutôt descriptive qui n'a pas réellement permis de valider ou non les hypothèses préalablement émises. La trop grande diversité de réponses, due aux questions très ouvertes lors de l'entretien, ont compromis les résultats et de ce fait aucun lien entre les variables étudiées n'a pu être mis en évidence. Une question supplémentaire concernant le comportement hygiénique des abeilles aurait pu être pertinente.

3) Une réorientation du projet initial

Une matrice SWOT a été réalisée (Figure 23) dans le but d'identifier les points forts et points faibles du projet initial et d'éventuellement le réorienter dans une autre direction pour un futur projet. Pour cela quatre paramètres ont été examinés pour tenter de décrire au mieux l'environnement dans lequel s'inscrit le projet et de dégager les leviers et les freins potentiels. Ces paramètres sont :

- **S**trengths (Forces) : les caractéristiques du projet qui lui donnent un avantage sur les autres
- **W**eaknesses (Faiblesses) : les caractéristiques du projet qui le désavantagent face aux autres
- **O**pportunities (Opportunités) : les caractéristiques déjà présentes dans l'environnement que le projet pourrait utiliser à son avantage
- **T**hreats (Menaces) : les caractéristiques déjà présentes dans l'environnement qui pourraient ralentir le projet ou lui poser des problèmes

Les opportunités et les menaces correspondent à un diagnostic externe tandis que les forces et les faiblesses sont définies à partir d'une analyse interne.

L'utilisation de cet « outil d'analyse stratégique » permet de minimiser les répercussions des faiblesses et des menaces, s'il vient à se réaliser.

	FORCES	FAIBLESSES
Interne	<ul style="list-style-type: none"> • Local libre à disposition sur place • Soutien financier de la Région • LRSFS, IRD, EGCE : volonté commune de poursuivre une collaboration, allier les compétences du LRSFS sur le diagnostic des pathologies animales et la santé de l'abeille et celles de l'EGCE sur l'analyse moléculaire • Equipe pluridisciplinaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessité d'engager du personnel supplémentaire qualifié pour réaliser les analyses : coûts supplémentaires • Obligation de proposer des prix relativement élevés pour dégager une rentabilité (coût de fonctionnement)
	OPPORTUNITÉS	MENACES
Externe	<ul style="list-style-type: none"> • Premier laboratoire d'Île-de-France à proposer ce service aux apiculteurs (proximité avec les acteurs visés) • Création d'un partenariat solide avec l'IRD • Développer une meilleure connaissance des pathologies des abeilles • Constante augmentation des besoins en diagnostics basés sur l'ADN 	<ul style="list-style-type: none"> • Concurrence avec les autres laboratoires en France • Apiculteurs non intéressés car prix des services trop élevé

Figure 23 : Matrice S.W.O.T pour le projet d'installation du laboratoire de biologie moléculaire (Source personnelle)

Si la matrice SWOT semble faire apparaître de nombreuses forces et opportunités, les menaces sont trop importantes pour se lancer réellement dans le projet.

Les entretiens semi-directifs auprès des apiculteurs ont permis de récolter les différentes suggestions en termes de services qui pourraient leur être utilement proposés, en sus ou à la place du laboratoire de biologie moléculaire. Il en est ressorti que 16 des 25 apiculteurs sondés, soit 64% d'entre eux, seraient intéressés par la mise en place d'un laboratoire qui proposerait des analyses de miel. L'intérêt pour eux serait d'avoir une certaine traçabilité de leur miel notamment concernant l'origine du pollen utilisé par les abeilles pour produire leur miel ainsi que de faire vérifier la présence de contaminants (pesticides, antibiotiques ou métaux lourds). Cela permettrait indirectement de valoriser leurs produits et de mieux informer la clientèle sur le contenu et l'origine du miel. Certains ont également précisé que les analyses de miel sont parfois utiles pour déceler d'éventuelles fraudes de leurs concurrents (miel étranger étiqueté « Français », ou contenant des substances ajoutées de moindre qualité).

Si la demande pour ce type de laboratoire est bien présente du côté des apiculteurs, il ne sera aucunement possible pour le Laboratoire Régional du Suivi de la Faune Sauvage d'installer cette unité d'analyse dans le délai initialement prévu. En effet, les équipements nécessaires à ces analyses sont totalement différents puisqu'il s'agit de chromatographes en phase liquide ou gazeuse, et demandent une pièce supplémentaire fermée. Ces équipements ont également un coût plus élevé que les machines à PCR. De plus, la plupart des apiculteurs ayant soumis cette idée n'en ont pas nécessairement l'utilité puisqu'ils font déjà analyser leurs produits de la ruche auprès du Centre d'Études Techniques Apicoles de Moselle (CETAM). L'avantage des analyses de miel est que les échantillons peuvent être facilement envoyés par colis et l'intérêt d'avoir un laboratoire à proximité n'est pas forcément un avantage pour eux.

En revanche, depuis le commencement du projet de mise en place du laboratoire de biologie moléculaire, d'autres idées ont fait surface et le laboratoire s'est réorienté vers une autre perspective : il s'agirait de rechercher les pathogènes chez les insectes comestibles. C'est en effet une filière en pleine expansion puisqu'ils permettraient d'améliorer la sécurité alimentaire partout dans le monde (Van Huis et al. 2014). S'ils sont souvent récoltés dans leur habitat naturel forestier, de plus en plus de systèmes d'élevage se développent. La sécurité alimentaire des insectes dédiés à la consommation humaine et/ou animale se doit d'être assurée dans un cadre réglementaire, et le LRSFS pourrait participer à cette tâche en réalisant des analyses. L'intérêt de cette réorientation de projet est que le matériel nécessaire à ces analyses sur les insectes comestibles serait identique à celui prévu pour les analyses sur les abeilles domestiques : le budget prévisionnel serait a priori identique (Annexe IV). Les forces et opportunités de ce projet seraient sensiblement les mêmes, mais les menaces seraient amoindries puisqu'il semblerait que la demande dans ce domaine soit réelle.

Conclusion

Rappelons que l'objectif de ce projet était de recueillir et d'étudier les besoins des apiculteurs dans la région Île-de-France, dans le but éventuel d'installer une unité de biologie moléculaire dédiée à la recherche de pathologies chez les abeilles domestiques. Les recherches bibliographiques ont permis d'identifier les différentes causes du déclin des abeilles ainsi que de témoigner de l'efficacité de la biologie moléculaire pour déceler de nombreuses maladies.

La méthode utilisée, basée sur des entretiens semi-directifs auprès de 25 apiculteurs de la région concernée, a permis de faire ressortir plusieurs aspects concernant la gestion sanitaire des ruchers. Le varroa et le frelon asiatique semblent aujourd'hui être les bio-agresseurs les plus problématiques et bien que des traitements et des plans de lutte existent, les apiculteurs rapportent ne pas être pleinement satisfaits de leur efficacité. En ce qui concerne la proposition de prestation de service pour l'analyse de pathogènes, elle n'a pas su séduire les apiculteurs (amateurs comme professionnels) malgré l'absence de laboratoire proposant ce service dans toute la région. Plusieurs causes à cela : l'occurrence rare des maladies dévastatrices ainsi qu'un prix proposé trop élevé pour une « cause perdue ».

L'analyse factorielle multiple a pour avantage de pouvoir analyser des jeux de données variés mêlant à la fois du quantitatif et du qualitatif. Cependant elle ne permet pas de réaliser une analyse précise et significative : l'analyse seulement descriptive n'a pas mené à des résultats clairs puisque chacune des variables étudiées semblaient être indépendantes les unes des autres.

Néanmoins, la réalisation d'une cartographie des acteurs a permis de clarifier et de mettre en lumière le fonctionnement de la gestion sanitaire apicole, malgré le fait que certaines catégories d'acteurs n'aient pas donné suite à mes sollicitations pour un très court entretien. De nombreux organismes prennent en fait déjà part à l'épidémio-surveillance des ruchers en s'assurant de leur bonne gestion via des formations, conseils, fiches techniques etc. Leur but est d'accompagner au mieux les apiculteurs en leur permettant d'agir préventivement ou en conséquence, et ce de manière efficace et sans risque d'altération des produits de la ruche. De ce fait, la proposition de mise en place du laboratoire de biologie moléculaire apparaît comme redondante aux yeux des apiculteurs.

Si le projet initial n'a malheureusement pas abouti, les données récoltées ont permis d'avoir une plus ample connaissance du monde apicole et des menaces auxquelles il doit faire face dans ce contexte de changement climatique qui s'accélère. Les nombreux échanges avec les acteurs de la filière ont été riches et ont constitué une base de travail complète. L'étude des besoins des apiculteurs a permis au Laboratoire Régional du Suivi de la Faune Sauvage de ne pas se lancer dans un projet qui, à termes, se serait peut-être transformé en un gouffre financier. En revanche, ce projet lui a permis de rebondir sur une autre problématique qu'est la recherche de pathogènes chez les insectes comestibles, une filière en pleine expansion. Si la demande de financement auprès de l'ANRU n'est aujourd'hui pas aboutie, le LRSFS doit poursuivre ses efforts afin de mener à bien ce deuxième projet qui lui permettrait de dégager des revenus et, par conséquent, de maintenir à flot l'unique laboratoire d'épidémiologie de la région.

Bibliographie

- Alaux, Cédric, Jean-Luc Brunet, Claudia Dussaubat, Fanny Mondet, Sylvie Tchamitchan, Marianne Cousin, Julien Brillard, Aurelie Baldy, Luc P Belzunces, et Yves Le Conte. 2010. « Interactions between Nosema microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*) ». *Environmental Microbiology* 12 (3): 774-82.
- Anses confédération Suisse. 2018. « La Loque européenne ».
- Bakonyi, Tamas, Robert Farkas, Andrea Szendroi, Mihaly Dobos-Kovacs, et Miklos Rusvai. 2002. « Detection of Acute Bee Paralysis Virus by RT-PCR in Honey Bee and *Varroa Destructor* Field Samples: Rapid Screening of Representative Hungarian Apiaries ». *Apidologie* 33 (1): 63-74.
- Brodschneider, Robert, et Karl Crailsheim. 2010. « Nutrition and Health in Honey Bees ». *Apidologie* 41 (3): 278-94.
- Chagnon, Madeleine. 2008. « Causes et effets du déclin mondial des pollinisateurs et les moyens d'y remédier ». Fédération Canadienne de la Faune, Bureau régional du Québec.
- Chiron, Julie, et Anne-Marie Hattenberger. 2008. « Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles ».
- Dainat, Benjamin, Dennis vanEngelsdorp, et Peter Neumann. 2012. « Colony Collapse Disorder in Europe ». *Environmental Microbiology Reports* 4 (1): 123-25.
- De la Rúa, Pilar, Rodolfo Jaffé, Raffaele Dall'Olio, Irene Muñoz, et José Serrano. 2009. « Biodiversity, Conservation and Current Threats to European Honeybees ». *Apidologie* 40 (3): 263-84.
- « Diversité des pratiques de sélection apicoles en France ». s. d. *ITSAP* (blog). Consulté le 26 mai 2021.
- Fairbrother, Anne, John Purdy, Troy Anderson, et Richard Fell. 2014. « Risks of Neonicotinoid Insecticides to Honeybees ». *Environmental Toxicology and Chemistry* 33 (4): 719-31.
- Genersch, Elke. 2010. « American Foulbrood in Honeybees and Its Causative Agent, *Paenibacillus Larvae* ». *Journal of Invertebrate Pathology* 103 (janvier): S10-19.
- Guimarães-Cestaro, Lubiane, José Eduardo Serrão, Dejair Message, Marta Fonseca Martins, et Érica Weinstein Teixeira. 2016. « Simultaneous Detection of *Nosema* Spp., *Ascospaera Apis* and *Paenibacillus Larvae* in Honey Bee Products ». *Journal of Hymenoptera Research* 49 (avril): 43-50.
- Henry, Mickaël, Maxime Béguin, Fabrice Requier, Oriane Rollin, Jean-François Odoux, Pierrick Aupinel, Jean Aptel, Sylvie Tchamitchian, et Axel Decourtye. 2012. « A Common Pesticide Decreases Foraging Success and Survival in Honey Bees ». *Science (New York, N.Y.)* 336 (mars): 348-50.

- « Infestation par le petit coléoptère des ruches ». 2008. In *Manuel terrestre de l'OIE*.
- Lapidus, N. s. d. « Calcul du nombre de sujets nécessaires », 42.
- « Le frelon asiatique, un fléau redoutable pour les abeilles ». s. d. Pollinis. Consulté le 21 mai 2021.
- Leroy, Eric. 2019. *Syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles.: Colony Collapse Disorder*. BoD - Books on Demand.
- Li, Yuanbo, Rebecca A. Kelley, Troy D. Anderson, et Michael J. Lydy. 2015. « Development and Comparison of Two Multi-Residue Methods for the Analysis of Select Pesticides in Honey Bees, Pollen, and Wax by Gas Chromatography–Quadrupole Mass Spectrometry ». *Talanta* 140 (août): 81-87.
- McMahon, Dino P., Myrsini E. Natsopoulou, Vincent Doublet, Matthias Fürst, Silvio Weging, Mark J. F. Brown, Andreas Gogol-Döring, et Robert J. Paxton. 2016. « Elevated Virulence of an Emerging Viral Genotype as a Driver of Honeybee Loss ». *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 283 (1833): 20160811.
- Monceau, Karine, Olivier Bonnard, et Denis Thiéry. 2014. « Vespa Velutina: A New Invasive Predator of Honeybees in Europe ». *Journal of Pest Science* 87 (1): 1-16.
- Potts, Simon G, Vera Lúcia Imperatriz-Fonseca, Hien T Ngo, Jacobus C Biesmeijer, Thomas D Breeze, Lynn V Dicks, Lucas A Garibaldi, Rosemary Hill, Josef Settele, et Adam J Vanbergen. 2016. *The assessment report on pollinators, pollination and food production: summary for policymakers*.
- Quaegebeur, Hugo Simon. 2019. « Le comportement hygiénique chez l'abeille mellifère (apis mellifera) ».
- Ropars, Lise, Isabelle Dajoz, Colin Fontaine, Audrey Muratet, et Benoît Geslin. 2019. « Wild Pollinator Activity Negatively Related to Honey Bee Colony Densities in Urban Context ». *PLOS ONE* 14 (9): e0222316.
- Ropars, Lise, Isabelle Dajoz, et Benoit Geslin. 2017. « La ville un désert pour les abeilles sauvages ? » *Journal de Botanique* 79 (novembre): 29.
- Rosenkranz, Peter, Pia Aumeier, et Bettina Ziegelmann. 2010. « Biology and Control of Varroa Destructor ». *Journal of Invertebrate Pathology* 103 (janvier): S96-119.
- Schryve, Agnès. 2016. « État des lieux sur les cires à usage apicole utilisées en France Métropolitaine. Évaluation des points critiques ». VetAgro Sup Campus Vétérinaire de Lyon.
- Van Huis, A., J. Van Itterbeeck, H. Klunder, E. Mertens, A. Halloran, G. Muir, et P. Vantomme. 2014. « Insectes Comestibles: Perspectives Pour La Sécurité Alimentaire et l'alimentation Animale ». *Étude FAO: Forêts (FAO) Fre No. 171*. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2015004283>.

Sitographie

- *ITSAP – Institut de l’abeille* : <https://itsap.asso.fr/>, consulté le 11 août 2021
- *FNOSAD* : <https://www.fnosad.com/>, consulté le 11 août 2021
- *ADA France – Plan de filière apicole* :
https://adafrance.org/downloads/partage_documents/plan_filiere_apicole.pdf, consulté le 11 août 2021
- *France AgriMer – PAE* : <https://www.franceagrimer.fr/Accompagner/Dispositifs-par-filiere/Aides-apicoles/Programme-apicole-europeen-PAE-2020-2022>, consulté le 11 août 2021
- *STHDA – Statistical tools for high throughputs data analysis* :
<http://www.sthda.com/french/articles/38-methodes-des-composantes-principales-dans-r-guide-pratique/77-afm-analyse-factorielle-multiple-avec-r-l-essentiel/>, consulté le 9 août 2021
- *GDSA77* : <http://www.apiculture77.fr/gdsa/>, consulté le 6 août 2021
- *OMAA* : <https://www.plateforme-esa.fr/page/observatoire-des-mortalites-et-des-affaiblissements-de-l-abeille-mellifere-omaa>, consulté le 11 août 2021
- *UNAF* : <https://www.unaf-apiculture.info/>, consulté le 23 juillet 2021
- Sites de recensement des apiculteurs d’Île de France :
 - <https://made.inseinesaintdenis.fr/?app=agriculture&fiche=activite>
 - <https://www.acheteralasource.com/producteurs-en-france/apiculture/departement/77/page/1>

Annexes

Annexe I : Grille d'analyse pour le questionnaire dédié aux apiculteurs (Source personnelle)

Thématiques	Hypothèses de travail	Question que l'on se pose
Présentation des exploitations apicoles en Île de France	La majorité des apiculteurs en Île de France sont des professionnels	Quel est leur statut ? Combien d'année d'expérience ont-ils ? Ont-ils suivi une formation ?
La particularité des ruchers	La taille des « exploitations » apicoles ainsi que leur composition (ruche, race d'abeilles...) est variable d'un apiculteur à un autre et dépend de sa localisation	Combien y-a-t-il de ruches par exploitation ? Un type de ruche est-il plus utilisé que les autres ? Où sont situées les ruches et de quoi cela dépend ? Quelle importance de la race ?
La production	La production de miel est assez variable d'une année à l'autre et d'un apiculteur à un autre, de même que les types de produits vendus qui couvrent une large gamme	Quelle quantité de miel produite par an ? Quels types de produits sont vendus ?
La mortalité des abeilles	De nombreux apiculteurs ont déjà subi une importante perte d'abeilles (cause connue ou non)	Quelle maladie peut causer une mortalité importante ? Quelles autres causes peuvent être à l'origine d'une perte de ruches ?
La gestion des ruches par les apiculteurs	Les pratiques apicoles sont différentes selon la taille du rucher, l'objectif de l'apiculteur, et la race d'abeilles utilisées	Quelles pratiques apicoles sont mises en œuvres (traitement, nourrissage etc) ? Comment l'apiculteur renouvelle-t-il son cheptel (essaims et reines) ?
La création du laboratoire	L'identification des pathogènes n'est pas un service très demandé par les apiculteurs car trop cher et peu d'utilité une fois la ruche décimée	Les apiculteurs présentent-ils un intérêt pour un tel laboratoire ? Si oui, jusqu'à quel prix seraient-ils prêts à y mettre ? Aurait-ils d'autres besoins en termes d'analyses en laboratoire ?
Si parc naturel régional	La réglementation des Parcs Naturels Régionaux impose des contraintes de races aux apiculteurs qui y placent leur ruches	Quels avantages et inconvénients à placer des ruches dans un parc naturel Régional ?

Annexe II : Questionnaire soumis aux apiculteurs (Source personnelle)

Bonjour, je m'appelle Marie TISSERAND et je suis étudiante en dernière année d'école d'ingénieur agronome. Dans le cadre de mes études je réalise un stage au sein du Laboratoire Régional du Suivi de la Faune Sauvage à Bondy durant lequel je dois réaliser une étude de faisabilité pour la création d'un laboratoire de biologie moléculaire. Ce laboratoire aurait pour but de proposer un service aux apiculteurs (amateurs ou professionnels) : l'identification d'agents pathogènes infectieux chez les abeilles domestiques, par des tests PCR.

Je vous propose donc de répondre à ce petit questionnaire qui me permettra par la suite de réaliser des études statistiques et de mieux cibler les besoins et attentes des apiculteurs. Ce stage s'inscrit évidemment dans un enjeu de conservation des abeilles, pollinisateurs indispensables.

Les réponses aux questions que vous pourrez donner resteront bien évidemment confidentielles et ne seront pas diffusées au public. L'entretien ne prendra pas plus d'une vingtaine de minutes.

- 1- Êtes-vous un apiculteur amateur ? Professionnel ? Pluriactif ?
- 2- Depuis combien de temps êtes-vous apiculteur ?
- 3- Quelle formation d'apiculteur avez-vous eue ?
- 4- Combien de ruches avez-vous ? Où se localisent-elles exactement ? En milieu rural ou urbain ?
- 5- Quel type de ruches avez-vous ? Warré, Dadant, Langstroth...
- 6- Connaissez-vous la race des abeilles que vous élevez ?
- 7- Quelle quantité de miel produisez-vous par an en moyenne ?
- 8- Fabriquez-vous des produits dérivés du miel ou d'autres produits de la ruche ?
- 9- Avez-vous déjà eu des maladies/pathogènes à l'origine d'une mortalité importante au sein de vos ruches ?
- 10- D'autres causes ont-elles causé la mort de vos abeilles (conditions climatiques, intoxication aux pesticides, troubles de la reproduction...) ?
- 11- Avez-vous récupéré des essaims ces dernières années ? Qu'en avez-vous fait ?
- 12- Avez-vous renouvelé vos reines et si oui comment (commandé, récupéré) ? Pour quelles raisons ?
- 13- Quelles pratiques apicoles appliquez-vous en termes de traitement, nourrissage, nombre de visites... ?
- 14- Seriez-vous intéressé par la création d'un laboratoire vous proposant d'identifier les pathologies des abeilles ?

- 15- Quel prix seriez-vous prêt à mettre dans une telle analyse ?
- 16- Avez-vous des suggestions de services que le laboratoire pourrait vous proposer ?
(Reconnaissance de races, analyse du miel ou de la cire...)
- 17- Si localisé dans un parc Régional : Avez-vous des contraintes à respecter compte tenu de votre localisation ? (obligation d'avoir certaines races,...)

Annexe III : Donnée extraites lors des entretiens et exploitées pour l'analyse statistique sur le logiciel R (Source personnelle)

Numéro individu	Type_api	Formation	Nb_ruches	Miel	Milieu	Type_ruches	Race	Nourrissement	Cause_mort	Int_labo	Prix_analyse
1	Professionnel	Oui	200	7,5	Urbain	Dadant	Noire	Très peu	Multifactoriel	Non	30
2	Professionnel	Oui	1000	0	Rural	Dadant	Buckfast	Oui	Bioagresseurs	Oui	0
3	Professionnel	Oui	1000	8	Urbain	Dadant	Buckfast	Très peu	Bioagresseurs	Non	0
4	Professionnel	Oui	50	10	Rural	Dadant	Buckfast hybrides	Non	Multifactoriel	Non	0
5	Professionnel	Oui	50	6	Rural	Dadant	Buckfast hybrides	Oui	Famine	Non	75
6	Autre	Oui	20	17	Rural	Dadant warré	Buckfast hybrides	Très peu	Multifactoriel	Oui	20
7	Autre	Non	30	3	Urbain	Warré	Hybrides	Non	Multifactoriel	Oui	0
8	Autre	Non	30	15	Urbain	Dadant	Buckfast	Oui	Famine	Oui	25
9	Autre	Non	20	20	Rural	Dadant	Buckfast	Non	Famine	Non	0
10	Autre	Oui	16	30	Rural	Dadant	Buckfast hybrides	Très peu	Multifactoriel	Non	0
11	Professionnel	Non	50	20	Urbain	Dadant	Buckfast	Très peu	Bioagresseurs	Non	0
12	Autre	Non	20	2	Urbain	Dadant warré	Buckfast hybrides	Oui	Bioagresseurs	Oui	20
13	Autre	Non	90	20	Rural	Dadant	Buckfast	Très peu	Bioagresseurs	Non	0
14	Autre	Non	12	15	Rural	Dadant	Buckfast hybrides	Oui	Pesticides	Non	0
15	Autre	Oui	15	15	Rural	Dadant	Buckfast hybrides	Très peu	Multifactoriel	Non	0
16	Professionnel	Oui	850	35	Rural	Dadant	Buckfast	Oui	Pesticides	Oui	60
17	Autre	Oui	60	15	Rural	Dadant	Buckfast	Oui	Multifactoriel	Non	0
18	Autre	Oui	30	16	Urbain	Dadant	Buckfast hybrides	Très peu	Multifactoriel	Non	40
19	Autre	Non	50	40	Rural	Dadant	Buckfast	Oui	Famine	Non	20
20	Professionnel	Oui	50	40	Rural	Dadant	Hybrides	Oui	Famine	Oui	25
21	Professionnel	Oui	400	20	Rural	Dadant	Hybrides	Oui	Multifactoriel	Non	0
22	Professionnel	Oui	138	14,5	Urbain	Dadant	Carnica	Oui	Famine	Oui	30
23	Autre	Non	50	20	Urbain	Dadant	Buckfast hybrides	Oui	Multifactoriel	Non	0
24	Professionnel	Oui	250	17	Rural	Dadant	Hybrides	Oui	Bioagresseurs	Non	0
25	Autre	Non	15	6	Urbain	Dadant warré	Hybrides	Non	Bioagresseurs	Oui	100

Annexe IV : Liste des équipements nécessaires à la création du laboratoire de BM (Source personnelle)

1	Équipement	Prix	Référence
2	Machine PCR	31000	https://www.dutscher.com/frontoffice/article/865083
3	Extracteur d'ADN/ARN	40000	
4	Centrifugeuse	1500	https://www.laborantin.com/microcentrifugeuse-mikro-185-hettich-707008.html
5	Électrophorèse	15000	https://www.socimed.com/systeme-d-electrophorese-automatise-modele-giant-ife.html
6	Réfrigérateur	1000	https://www.fishersci.fr/shop/products/fkv2643x-model-forced-air-refrigerator/13588870
7	Congélateur	4000	https://www.dutscher.com/frontoffice/article/149904
8	Balance de précision	700	https://www.laborantin.com/balances-de-precision-modele-pr-ohaus-pr-254619.html
9	Portoirs tubes PCR	31,5	https://www.dutscher.com/frontoffice/product?produitId=0H-23-02
10	Pipeteur électronique	186	https://www.laborantin.com/pipeteur-electronique-universel-703413.html
11	Micropipette mécanique (volumes variables x3)	340	https://www.dutscher.com/frontoffice/product?produitId=0G-44-01
12	Portoirs pour tubes coniques (x2)	40	https://www.dutscher.com/frontoffice/product?produitId=0H-22-101
13	Tubes coniques 15mL	200	https://www.dutscher.com/frontoffice/product?produitId=0A-64-02
14	Tubes coniques 50mL	216	https://www.dutscher.com/frontoffice/product?produitId=0A-64-02
15	Mini cuve électrophorèse intégrée	605	https://www.labomoderne.com/gamme.mini-cuve-electrophorese-avec-generateur-integre.LN1200.html
16	Lecteur de microplaques	5150	https://www.labomoderne.com/gamme.lecteur-de-microplaques-96-puits.LM2000.html
17	Machine à Glace	3850	https://www.dutscher.com/frontoffice/product?produitId=0O-100-01
18	Boîtes pour tubes à centrifugeuse (x5)	60	https://www.dutscher.com/frontoffice/product?produitId=0I-08-04
19	500 tubes à centrifugeuses 15mL	117	https://www.fishersci.fr/shop/products/falcon-15ml-conical-centrifuge-tubes-5/p-193301
20	500 tubes à centrifugeuses 50mL	180	https://www.fishersci.fr/shop/products/falcon-50ml-conical-centrifuge-tubes-2/p-193321
21	Agitateur magnétique chauffant 3L	280	https://www.laborantin.com/agitateur-magnetique-chauffant-3-l-modele-ms-h280-pro-701572.html
22	Total	104455,5	

Annexe V : Fiche technique du GDS France : conseils d'utilisation du médicament Apivar®



FICHE
TECHNIQUE

APICULTURE
DÉCEMBRE 2017

APIVAR®

[Informations de base du médicament](#)

[Quand utiliser ce médicament](#)

[Administration](#)

[Mode de fonctionnement](#)

[Améliorer l'efficacité du traitement](#)

[Ce qu'il ne faut pas faire](#)

[Notions clefs / Bibliographie](#)

APIVAR®

En France, plusieurs médicaments sont homologués pour gérer la varroose chez l'abeille domestique. En 2017 il existe 11 Autorisation de Mise sur le Marché (AMM). Parmi ces médicaments l'Apivar® est le plus fréquemment utilisé par les apiculteurs.

Informations de base du médicament

- Numéro d'Autorisation de Mise sur le Marché : FR/V/3653206 7/1995
- Médicament produit et distribué par le laboratoire Vêto-pharma
- Actuellement conditionné sous la forme de paquets de 10 lanières en plastique (contrôlant la libération du principe actif), un paquet permet de traiter 5 ruches
- Une lanière contient 500mg d'amitrazé (principe actif du médicament)
- Ordonnance vétérinaire obligatoire (elle doit être conservée dans son registre d'élevage)
- Non utilisable en apiculture biologique
- Action par contact.



Photo 1 - Paquet d'APIVAR®



Quand utiliser ce médicament

Un traitement au printemps est envisageable si les populations de varroas du rucher sont trop importantes. Pour cela il faut vérifier les chutes naturelles de varroa sur lange graissée. Si elles sont trop élevées en février/mars, un traitement est conseillé pour tout le rucher. Les lanières doivent impérativement être retirées avant de poser les hausses (ce qui nécessite parfois de manquer le début de la miellée de colza).

Le traitement principal doit avoir lieu à la fin de l'été, au plus tôt après la dernière miellée, (entre fin juillet et début septembre en fonction des régions). Il est fortement recommandé de traiter avant le 15 septembre afin d'assurer le meilleur développement des futures abeilles d'hiver.

Pour les apiculteurs souhaitant laisser les hausses pour obtenir du miel lors de miellées tardives (ex : sarrasin, callune, ...) il est fortement conseillé d'effectuer une première intervention (biotechnique ou médicamenteuse) en tout début d'été afin de diminuer la pression parasitaire et pouvoir placer un traitement Apivar® un peu plus tardif (entre mi-septembre et début-octobre).

Administration

- Deux lanières par ruche dans les inter-cadres entourant le couvain (espacés d'au moins un cadre).
- Une seule lanière pour un petit essaim (moins de 3 cadres de couvain).
- Les laisser au minimum dix semaines (possible jusqu'à douze semaines).
- Les retirer impérativement à la fin du traitement pour éviter tout risque de résistance (il reste de la matière active en faible quantité dans les lanières usagées).
- Les ramener dans la structure qui vous a délivré les médicaments ou en pharmacie (sans clou) pour les éliminer correctement.



Photo 2 - Insertion d'une lanière Apivar®



Photo 3 - Bacs de déchets DASRI pour l'élimination des lanières usagées ou périmées.

© Guy Buisson

Mode de fonctionnement du médicament

Du fait de son mode de fonctionnement par contact il est impératif de placer les lanières d'APIVAR® au plus près dans le couvain.

Améliorer l'efficacité du traitement

- Espacer les cadres afin de faciliter l'insertion des lanières et éviter d'écraser la reine
- Après cinq ou six semaines de traitement, repositionner les lanières au plus près de la grappe et les gratter si elles sont propolisées
- Deux ou trois semaines avant d'enlever les lanières, vérifier la météo afin de trouver le bon moment pour ouvrir les ruches entre la 10^e et la 12^e semaine
- Suspendre les lanières avec un clou (ou autre) pour les descendre au plus près du couvain (il y a plus d'abeilles sur le couvain qu'en rive du cadre).

Ce qu'il ne faut pas faire

- Traiter en présence de hausses, au cours d'une miellée
- Réutiliser de vieilles lanières
- Sous-doser ou surdoser le traitement
- Laisser les lanières tout l'hiver (risque de résistance)
- Manipuler les lanières sans gants étanches (type Nitrile)
- Jeter les lanières dans la nature (l'amitraz est toxique pour l'environnement aquatique, entre autre). Votre structure sanitaire apicole s'occupe de leur élimination.



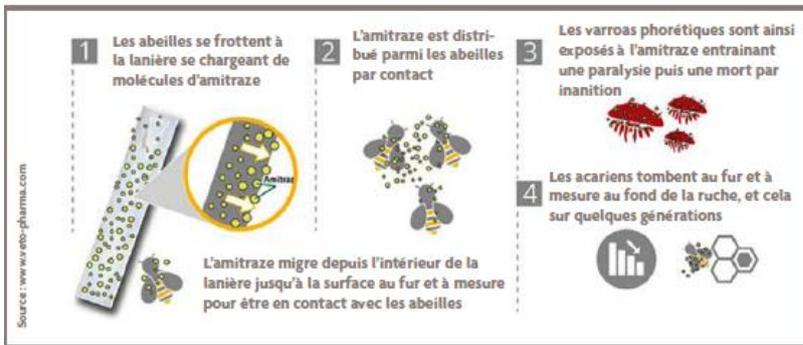
Photo 4 - Lanière d'APIVAR® au sein du couvain.



Photo 5 - Lanière d'APIVAR® centrée sur le couvain grâce à un fil de fer.

VÉTO-PHARMA MET EN GARDE :

« Il est recommandé par les bonnes pratiques apicoles de traiter hors période de miellée exploitée pour garantir l'image de qualité du miel. C'est pourquoi les lanières doivent être retirées avant la mise en place des hausses du printemps ».



Bibliographie

Les numéros renvoient aux références bibliographiques indiquées dans la fiche dédiée :

- ANMV. Index des Médicaments vétérinaires autorisés en France [en ligne]. Disponible sur www.ircp.anmv.anses.fr
- Vétopharma [en ligne]. Disponible sur www.veto-pharma.fr

NOTIONS CLEFS

Apivar® est actuellement fréquemment utilisé car il présente souvent la meilleure efficacité lors des tests spécifiquement menés. Il est toutefois conseillé, à la fin du traitement, de vérifier qu'il a été suffisant. Au besoin, il pourra être nécessaire d'envisager un traitement hivernal complémentaire.



FICHE TECHNIQUE - GDS FRANCE

APIVAR®

Annexe VI : Fiche pratique de la FNOSAD concernant la Nosémose

FICHE PRATIQUE 8

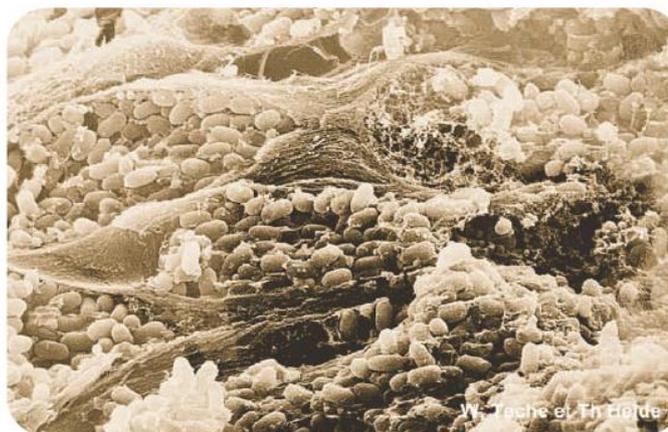


LA NOSÉMOSE

QU'EST-CE QUE LA NOSÉMOSE ?

C'est une maladie contagieuse de l'abeille mellifère, due à une microsporidie (champignon parasite) du genre *Nosema*, qui se multiplie dans les cellules de la paroi intestinale. Elle atteint toutes les castes d'abeilles adultes.

Deux espèces de *Nosema* ont été identifiées chez *Apis mellifera* : *N. apis* et *N. ceranae*. On peut les trouver simultanément ou séparément dans les colonies. L'infection par *N. ceranae* est la plus fréquente actuellement. Beaucoup de colonies hébergent ce parasite, en



Cellules de l'épithélium intestinal infestées de très nombreuses spores. (Gros. 1 : 920)

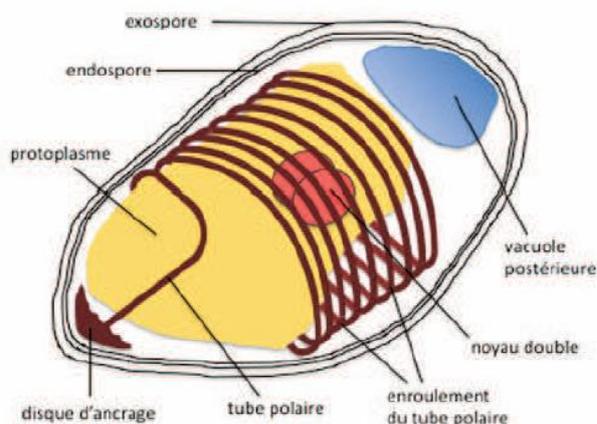


Schéma d'une spore de *Nosema*.

général sans aucun signe clinique, et l'apparition de la nosémose-maladie semble très liée à l'existence de causes favorisantes. L'action pathogène résulte de la destruction des cellules intestinales et des troubles de la digestion et de l'absorption qui en découlent. Elle conduit notamment à une réduction de la durée de vie des abeilles atteintes.

Lorsqu'une forme clinique apparaît, elle affaiblit la colonie et peut, dans les cas graves, aboutir à son effondrement.

Les scientifiques ne s'accordent pas tous sur l'impact réel de *Nosema* sur la santé des abeilles, mais certains le considèrent surtout comme un parasite opportuniste (comme la plupart des microsporidies), dont le développement serait favorisé par des facteurs environnementaux et/ou d'autres agents pathogènes.

OÙ TROUVE-T-ON CETTE MALADIE ?

Cette maladie est présente dans le monde entier.

N. apis semble se développer plus facilement dans les régions à hivers froids alors que la multiplication de *N. ceranae* paraît favorisée dans les régions à étés très chauds.

QUELLE RÉGLEMENTATION S'APPLIQUE À CETTE MALADIE ?

Actuellement (avril 2015), la nosémose à *N. apis* est classée en danger sanitaire de 1^{re} catégorie (anciennement Maladie Réputée Contagieuse) : elle donne lieu à une déclaration obligatoire, après confirmation par un laboratoire agréé, et obéit aux mesures de police sanitaire définies pour ce type de danger.

La nosémose à *N. ceranae* n'a pas de statut réglementaire en France.

COMMENT SE TRANSMET-ELLE ?

À la fin du cycle de multiplication qui s'effectue dans les cellules de l'intestin moyen (partie du tube digestif où s'effectue la digestion des aliments), le champignon produit des spores qui sont des éléments de résistance, de dissémination et de contamination. Elles sont émises en très grande quantité par les individus parasités, dans leurs déjections. Elles sont aussi présentes dans les glandes du tube digestif. Les abeilles se contaminent par voie orale, lors des travaux de nettoyage et/ou par trophallaxie, et les spores germent dans leur intestin moyen si les conditions sont favorables.

La multiplication du parasite entraîne des destructions de cellules et des lésions de la paroi intestinale qui se traduisent par une perturbation de la digestion (mauvaise assimilation des nutriments) et des troubles du métabolisme.

La propagation se fait par dérive, pillage, collecte d'eau dans des abreuvoirs souillés par des déjections d'abeilles, manipulations apicoles, échanges commerciaux.

Les spores sont pourvues d'une paroi qui les rend très résistantes : elles persistent plusieurs mois dans le miel et les cadavres, jusqu'à plus d'un an dans les excréments.

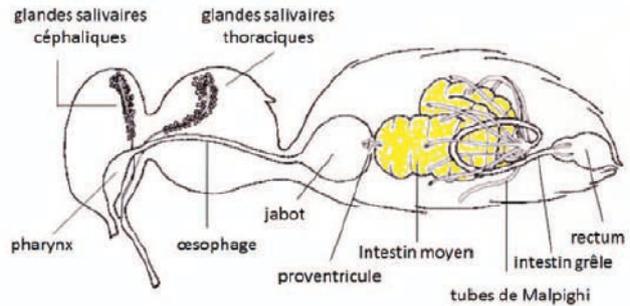


Schéma de l'appareil digestif de l'abeille.

QUELLES SONT LES CONDITIONS QUI FAVORISENT SON APPARITION ?

- Les mauvaises conditions climatiques : les hivers longs et humides, les épisodes neigeux et/ou pluvieux, en raison du confinement qui favorise la transmission au sein des colonies et empêche la bonne exécution des vols de propreté.
- La consommation de miellat pendant l'hiver (nourriture peu accessible, moins digestible et qui peut même avoir une action irritante sur la muqueuse de l'intestin moyen).
- Le pollen en quantité ou en qualité insuffisante (pour *N. ceranae*).
- Certains emplacements de ruchers propices au développement de la maladie, véritables « coins à nosémose » (bien démontré pour *N. apis*).
- La contamination des ressources alimentaires par certains fongicides ou insecticides (ex. : imidaclopride, thiaclopride, fipronil) qui augmente la mortalité.
- La sensibilité de certaines souches.

COMMENT LA RECONNAÎTRE ?

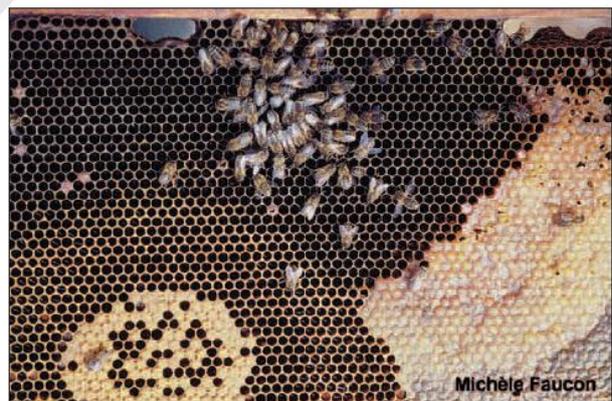
L'infection sans symptômes peut durer longtemps et **les signes cliniques ne sont pas caractéristiques**. Les abeilles les plus âgées (les butineuses ou les abeilles hivernantes à vie plus longue) sont les plus atteintes.

On peut observer :

- Des dépopulations (signe le plus constant avec les deux espèces de *Nosema*) et des mortalités étalées sur plusieurs jours ou semaines au pied de la ruche.

Ces troubles se manifestent surtout en fin d'hiver et au printemps avec *N. apis* : la durée de vie des abeilles d'hiver permet une augmentation du parasitisme (multiplication très importante) tandis qu'avec les abeilles à vie courte, même si les butineuses sont les plus atteintes, la maladie disparaît.

Avec *N. ceranae*, ces dépopulations peuvent se manifester en saison.



La colonie affaiblie par la nosémose a tenté en vain de reprendre l'élevage de couvain.

- Des troubles digestifs inconstants : souillures (seulement avec *N. apis*), sur le corps de ruche, le toit et la planche d'envol ainsi qu'à l'intérieur sur les cadres et le couvre-cadres, constipation (abdomen dilaté).
- Des comportements anormaux : abeilles traînantes, incapables de voler, grimant aux herbes.
- Une surconsommation de nourriture.

COMMENT CONFIRMER UNE SUSPICION ?

La présence de certains signes cliniques et de facteurs favorisants oriente vers une suspicion de nosérose mais il est indispensable d'effectuer une recherche et une quantification des spores à partir d'abeilles adultes pour avoir une aide au diagnostic.

Il faut prélever au moins 20 à 30 abeilles parmi les plus âgées, à l'entrée de la ruche, vivantes symptomatiques ou mortes depuis peu. Les prélèvements sont envoyés au plus vite au laboratoire dans un emballage papier ou en carton léger (type boîte d'allumette).

Il est toujours conseillé de se renseigner auprès du laboratoire pour connaître les modalités d'envoi (type d'emballage, date, etc.) ainsi que ses possibilités d'analyses.

Le laboratoire examinera au microscope un broyat des abdomens et donnera les résultats en nombre de spores par abeille (coût de l'ordre de 13 €) : leur interprétation reste délicate et doit toujours être rapprochée des données épidémio-cliniques.

Il est très difficile de définir un seuil (en millions de spores par abeille) à partir duquel on peut affirmer qu'il s'agit d'une nosérose maladie, compte tenu du fait que l'infection est opportuniste et qu'elle est très dépendante de facteurs favorisants. Aucun seuil ne serait applicable dans le cas d'une infection à *N. ceranae*.

Le typage *N. apis/N. ceranae*, n'est effectué qu'à la demande de l'expéditeur ou des services vétérinaires départementaux, et seulement dans certains laboratoires (coût de l'ordre de 40 €).

Si le diagnostic de nosérose à *N. apis* est confirmé, la DD(CS)PP mettra en place des mesures de police sanitaire spécifiques pour ce type de *danger*.



Dépopulation, avec une grappe extrêmement réduite en fin d'hiver.

AVEC QUOI PEUT-ON LA CONFONDRE ?

Très souvent la présence de *Nosema* est associée à d'autres agents pathogènes, mais il faut tenter de distinguer la nosérose de

- L'acariose des trachées qui peut se traduire par la présence d'abeilles traînantes et s'accompagner de traces de défécations dans et sur la ruche. L'examen microscopique des trachées des abeilles permet de révéler la présence du parasite. Cette maladie est devenue rare en France.
- L'amibiase (maladie de printemps, peu fréquente) qui peut se traduire par des dépopulations, des souillures par des déjections plutôt jaunes (et peut aussi être associée à la nosérose).
- Une intoxication (chronique) : atteinte des abeilles adultes, abeilles traînantes, dépopulation sont aussi des symptômes rencontrés lors d'intoxications. Les données épidémiologiques (facteurs favorisants, contexte environnemental, saison, etc.) et l'analyse de laboratoire permettent parfois d'écarter l'origine toxique des troubles.



Paroi externe de ruche présentant de nombreuses traces de déjections pouvant être dues à une nosérose (*N. apis*).

Remarque : Lorsque les symptômes apparaissent en fin d'hiver, début de printemps, la rémission peut se faire spontanément avec l'apparition des abeilles à vie courte si les conditions climatiques et environnementales sont favorables.

COMMENT TRAITER ?

Il n'existe actuellement aucun traitement médicamenteux. L'usage du Fumidil® B est désormais interdit en France.

Éliminer les colonies atteintes les plus faibles.

Détruire les cadres de réserves qui sont très souillés par des déjections.

Bien nourrir les colonies ayant des déficits.

L'efficacité réelle de l'acidification de la nourriture ou de l'apport de compléments alimentaires n'a pas toujours été évaluée objectivement et ne fait pas consensus.

Désinfecter soigneusement tout le matériel contaminé (spores très résistantes) (voir articles sur la désinfection dans LSA n°s 263 et 264, et sur http://www.apiservices.com/sante-de-labeille/articles/desinfection_264.pdf).

QUELLE PROPHYLAXIE ?

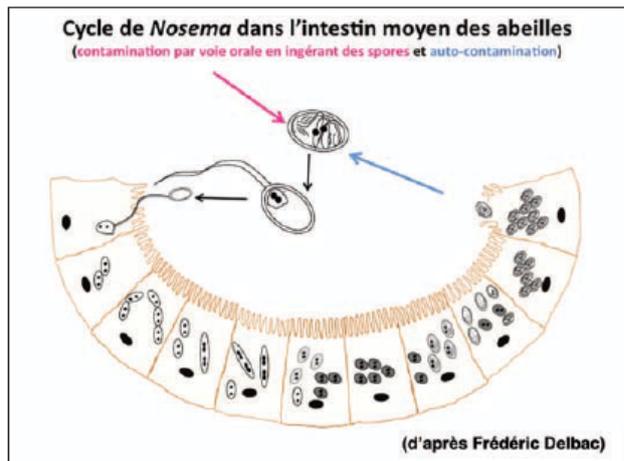
- Choisir un bon emplacement de rucher : pas trop humide avec une bonne disponibilité et diversité de pollens. En hiver les abeilles doivent pouvoir effectuer des vols de propreté lors des belles journées.
- Éviter d'hiverner sur miellat ou avec un nourrissage peu digestible.
- Veiller à avoir toujours des reines jeunes, et changer de souche si elle paraît sensible.
- Renouveler régulièrement les cires pour éviter l'accumulation de spores.
- Bien traiter contre le varroa.
- Déplacer les ruches en cas de risque toxique (pas seulement pour la nosérose !!!)

POUR PLUS D'INFORMATIONS

Articles « Quoi de neuf pour *Nosema ceranae* ? », LSA n° 252, pp. 553 à 560, et « Des Insectes à l'homme : la formidable réussite infectieuse des microsporidies », LSA n° 232, pp. 285 à 293.

Lu pour vous : « Nosérose : certains l'aiment chaud », LSA n° 255, pp. 285 à 289.

N'hésitez pas à contacter les acteurs sanitaires de votre département ou votre OSAD.



Cycle de *Nosema* dans l'intestin moyen (d'après F. Delbac).

En bref,

- *La nosérose est une maladie parasitaire touchant les trois castes d'abeilles adultes.*
- *Les signes cliniques sont inconstants et non spécifiques. Les mortalités d'abeilles sont parfois importantes et peuvent conduire dans les cas graves à un effondrement de la colonie.*
- *Il n'existe pas de traitement : les mesures hygiéniques et les bonnes pratiques apicoles sont à privilégier.*
- *Le diagnostic de cette maladie est toujours délicat même avec l'aide des analyses de laboratoire.*

Tous droits réservés pour tous pays. Il est interdit, sauf accord préalable et écrit de la FNOSAD, de reproduire (notamment par photocopie) partiellement ou totalement la présente fiche, de la stocker dans une banque de données ou de la communiquer au public, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit.



Cette fiche a été réalisée avec le soutien de FranceAgriMer et de l'Union Européenne.

Mai 2015





TISSERAND Marie, 2021, « Étude des besoins des apiculteurs en Île-de-France pour la mise en place éventuelle d'un laboratoire de biologie moléculaire visant à identifier les pathogènes de l'abeille domestique », 64 pages, mémoire de fin d'études, soutenu le 2 septembre 2021 à VetAgro Sup.

STRUCTURE D'ACCUEIL ET INSTITUTIONS ASSOCIÉES :

- Laboratoire Régional du Suivi de la Faune Sauvage, Bondy (93)

ENCADRANTS :

- Maître de stage : DAOUD Karim, Directeur du LRSFS
- Tuteurs pédagogiques : MARLIAC Gaëlle et LAMBERT Véronique (VetAgro Sup)

OPTION : Agriculture, Environnement, Santé, Territoire

RÉSUMÉ

L'important déclin des insectes pollinisateurs, en particulier les abeilles domestiques, génère de vives inquiétudes au sein de la communauté scientifique. Aujourd'hui, les études se multiplient pour tenter de comprendre les causes de ce déclin qui va progressivement mener à des problèmes d'ordre planétaire : diminution drastique du service de pollinisation, indispensable à la production végétale et à sa biodiversité. C'est dans ce contexte que le LRSFS a choisi d'étudier la potentialité de création d'un laboratoire régional de biologie moléculaire dédié à l'identification des agents pathogènes chez l'abeille domestique.

L'étude réalisée a pour objectif d'étudier les besoins des apiculteurs d'Île-de-France en termes d'analyses en laboratoire pour leurs ruches et les produits de la ruche, mais également d'identifier leurs pratiques apicoles. Ainsi, les apiculteurs de la région ont été sollicités pour réaliser des entretiens semi-directifs par téléphone. D'autres acteurs importants de la filière ont également été sollicités dans le but d'avoir une vision plus globale de l'organisation de la filière apicole.

Ce travail a montré que les pertes importantes au sein des ruchers sont très rares, et, lorsqu'elles surviennent, la cause n'est pas souvent d'ordre pathologique mais plutôt climatiques ou liée aux prédateurs. De plus, le coût assez important de l'analyse proposée par le laboratoire dissuade les apiculteurs de rechercher la cause de la mort des abeilles. Cependant, il est ressorti des enquêtes qu'une grande majorité d'entre eux seraient de potentiels clients pour un laboratoire d'analyse de miel et autres produits de la ruche : il s'agirait de valoriser leur production.

Mots clés : Abeille – Apiculteur – Laboratoire – Pathogènes – Filière – Île-de-France

ABSTRACT

The significant decline of pollinators, especially honey bees, is causing great concerns in the scientific community. Nowadays, studies are increasing in an attempt to understand the causes of this decline which will gradually lead to global problems : drastic reduction of the pollination service, which is essential for plant production and its biodiversity. In this context, the LRSF chosed to study the potential for creating a regional molecular biology laboratory, dedicated to the identification of honey bees' pathogens.

The study aims to study the needs of beekeepers in Île-de-France in terms of laboratory analyzes for their hives and bee products, but also to identidy their practices. Thus, beekeepers in the region were asked to carry out semi-structured interviews, by phone. Other important stakeholders were also contacted in order to have a more global vision of the organization of the beekeeping sector.

This work has shown that significant losses in apiaries are very rare, and when they do occur, the cause is not often pathological but rather climatic or linked to predators. In addition, the high cost of the analysis proposed by the laboratory discourage beekeepers from investigating the cause of bees death. However, the surveys showed that a large majority of them would be potential customers for a laboratory that could analyze honey and other bee products : hence, they could enhance their products.

Key words : Honey bees – Beekeeper – Laboratory – Pathogens – Sector – Île-de-France