



HAL
open science

Durabilité des exploitations apicoles et interactions avec les stratégies de renouvellement du cheptel

Coline Kouchner

► **To cite this version:**

Coline Kouchner. Durabilité des exploitations apicoles et interactions avec les stratégies de renouvellement du cheptel. Sciences agricoles. Université d'Avignon, 2019. Français. NNT : 2019AVIG0718 . tel-02901053

HAL Id: tel-02901053

<https://theses.hal.science/tel-02901053>

Submitted on 16 Jul 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



THESE POUR L'OBTENTION DU GRADE DE DOCTEUR
DE L'UNIVERSITE D'AVIGNON

École Doctorale 536 Agrosociétés & Sciences

DURABILITÉ DES EXPLOITATIONS APICOLES ET INTERACTIONS AVEC LES STRATÉGIES DE RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL

Présentée et soutenue publiquement par

Coline Kouchner

Le 12 décembre 2019 à Avignon

Direction de thèse Marc Tchamitchian – INRA, UR Ecodéveloppement
Yves Le Conte – INRA, UR Abeilles & Environnement, UMT PrADE

Co-encadrement Cécile Ferrus – ITSAP-Institut de l'abeille, UMT PrADE
Benjamin Basso – ITSAP-Institut de l'abeille, UMT PrADE
Axel Decourtye – ITSAP-Institut de l'abeille, UMT PrADE

Devant le jury composé de

| | | |
|----------------------|---|--------------------|
| Charles-Henri Moulin | Montpellier SupAgro, Prof. associé, HDR | Rapporteur |
| Pierre Giovenazzo | Université Laval, Québec, Prof. adjoint | Rapporteur |
| Nathalie Hostiou | INRA Clermont-Ferrand, UMR Territoires, chargée de recherche | Examinatrice |
| Alban Maisonnasse | ADAPI, chargé de mission scientifique en apiculture | Examineur |
| Yves Le Conte | INRA Avignon, UR Abeilles & Environnement directeur de recherche | Directeur de thèse |
| Marc Tchamitchian | INRA Avignon, UR Ecodéveloppement directeur de recherche | Directeur de thèse |

Résumé : Variabilité du contexte de production, pertes de colonies : les exploitations apicoles font aujourd'hui face à différentes problématiques environnementales et socio-économiques. Enjeu majeur pour la filière, la durabilité des exploitations reste aujourd'hui difficile à caractériser en l'absence de références et d'un cadre d'évaluation adapté à l'apiculture. Cette thèse propose une définition de la durabilité adaptée aux spécificités des exploitations apicoles, élaborée avec un ensemble d'acteurs de la filière apicole en France métropolitaine. Cette définition met notamment en lumière l'importance de la capacité d'adaptation des exploitations, dans un contexte de fortes incertitudes sur les ressources alimentaires du cheptel comme sur les pertes de colonies.

En l'absence de leviers directs de gestion des ressources, la gestion du cheptel occupe une place centrale dans le fonctionnement de l'exploitation. Pour assurer le maintien de ce cheptel malgré les pertes de colonies, différentes stratégies de renouvellement des colonies et des reines sont mises en place par les apiculteurs. En s'appuyant sur des enquêtes auprès d'apiculteurs professionnels, la deuxième partie de cette thèse caractérise ces différentes stratégies et les pratiques qui les composent, ainsi que leur variabilité d'une exploitation à l'autre. Ces stratégies de renouvellement contribuent directement à la durabilité de l'exploitation par le maintien du cheptel, mais sont aussi en interaction avec d'autres aspects du fonctionnement de l'exploitation, qui sont abordés par la troisième partie de cette thèse. Les choix techniques de gestion du renouvellement peuvent ainsi générer différentes contraintes dans le temps et l'organisation du travail, et contribuent à l'adaptabilité des pratiques et à la capacité d'adaptation de l'exploitation apicole dans un contexte d'incertitudes.

Cette thèse contribue à mieux cerner les enjeux actuels de la durabilité des exploitations apicoles, et les interactions possibles entre les stratégies de renouvellement du cheptel et cette durabilité.

Mots-clefs : apiculture, système d'élevage, capacité d'adaptation, organisation du travail, gestion des reines, théorie de la viabilité

Abstract: Floral resources availability, annual climatic conditions or colony losses: professional beekeepers have to cope with several economic and environmental challenges to ensure the sustainability of their farm. Through a collective work with French professional beekeepers and other stakeholders from the apicultural sector, this thesis defines the sustainability of bee farming systems. The adaptive capacity of the farm appears as a central issue to ensure the beekeeper's sustainability goals, as beekeepers have to face an uncertain environment.

To cope with the annual colony losses, the colony and queen replacement strategy is a key aspect in a bee farming operation management, and can interact with other sustainability goals. The replacement strategies of professional beekeepers are formalised and some of their main technical or socio-economic consequences are studied. The beekeeper's replacement strategy appears to affect their work organisation, as well as the flexibility of their practices, which both contribute to the adaptive capacity of the farm.

This thesis provides an outlook on the current issues of bee farming system sustainability, and on the main interactions between the beekeeper's replacement strategy and their farm sustainability.

Keywords: beekeeping, farming systems research, adaptive capacity, work organisation, queen replacement strategy, viability theory

Merci

Après un temps certain de rédaction et réflexion sur ce manuscrit, me voici aux dernières pages à écrire, certainement pas les plus simples tant les personnes à remercier sont nombreuses sur ces presque quatre ans de thèse et mes qualités pour résumer en quelques mots tout ce qu'elles m'ont apportées incertaines. Avant de m'essayer à une liste à la Prévert qui oublierait certainement certains ou certaines d'entre vous (ne vous en formalisez pas), **je voudrais donc remercier tous ceux et toutes celles d'entre vous qui vous sentez concerné(e)s par cette page : c'est certainement pour une bonne raison.**

A vous toutes et vous tous qui avez contribué à rendre ces quatre années productives scientifiquement mais aussi (mais surtout) enrichissantes et agréables humainement, par des discussions scientifiques ou apicoles comme par des discussions ni scientifiques ni apicoles, par votre accueil, votre patience ou encore votre bonne humeur dans nos échanges, réguliers ou d'un jour, je vous remercie donc ici sincèrement pour tout ce que vous m'avez apporté.

Et en particulier, merci bien sûr à mes encadrants pour m'avoir fait confiance pour embarquer dans ce projet de thèse, qui m'aura fait découvrir le vaste monde de l'apiculture, puis pour m'avoir fait confiance tout au long de ces travaux, même quand le chemin à prendre ne m'apparaissait pas toujours évident.

Merci Marc pour nos discussions philosophico-scientifiques, pour la liberté d'explorer que tu m'as laissé au long de cette thèse tout en m'indiquant quand parfois, je me posais (un peu) trop de questions et pour les réponses que tu as pu apporter à ces nombreuses questions.

Merci Cécile pour ton appui au quotidien depuis Paris puis Avignon, ta patience et pour le plaisir que j'ai eu de travailler avec toi.

Merci Benjamin pour ta confiance dans la gestion de l'expé et du travail sur le renouvellement du cheptel, tout en assurant une présence continue pour répondre à mes nombreuses questions expérimentales ou apicoles.

Merci Axel pour ton enthousiasme tout au long de ces travaux, et pour tes contributions précieuses pour raccrocher ensemble tous les fils de ma thèse malgré leurs divergences possibles.

Merci Yves pour t'être aventuré avec cette thèse dans le terrain peu familier de l'agronomie système.

Merci Rodolphe pour ces premiers pas en modélisation, pour tes retours toujours constructifs, et pour ton accueil et ton soutien au long de la rédaction.

Merci à toute l'équipe de l'ITSAP d'aujourd'hui et d'hier, pour votre accueil et pour toutes vos qualités humaines dans le contexte compliqué de ces dernières années, en vous souhaitant de pouvoir poursuivre plus sereinement vos travaux et chemins respectifs.

Cette thèse repose en grande partie sur les entretiens et échanges que j'ai pu avoir avec les nombreux apiculteurs et apicultrices professionnels, dans l'ensemble des régions de France, qui ont accepté volontiers de donner de leur temps et de leurs connaissances pour discuter de durabilité, de gestion de leur cheptel ou encore essayer patiemment de reconstituer leur agenda de l'année passée. Leur contribution à ces travaux a donc été essentielle, qu'ils en soient sincèrement remerciés.

Merci également à ceux d'entre vous qui m'avez accueillie sur vos exploitations lors de mes premiers pas apicoles, et qui m'avez grandement aidée à appréhender les enjeux et les réalités de l'apiculture professionnelle.

La partie expérimentale a reposé notamment sur la collaboration de plusieurs apiculteurs professionnels, merci pour vos avis et votre implication.

Merci à Guillaume Martin, Aude Alaphilippe, Laurent Gauthier et Marie-Pierre Chauzat pour leur écoute et leurs conseils avisés au sein du comité de thèse.

Merci à Charles-Henri Moulin, Pierre Giovenazzo, Alban Maisonnasse et Nathalie Hostiou, d'avoir accepté d'évaluer mon travail en tant que jurys et pour tous vos retours sur celui-ci.

Cette thèse a été réalisée dans le cadre du projet Durapi, dont je tiens à remercier l'ensemble des membres pour les interactions nombreuses et enrichissantes que nous avons pu avoir tout au long de ce travail. Merci notamment à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation des enquêtes auprès des apiculteurs de leur région ou association : Cécile Riffard, Hélène Frey, Alicia Teston, Marie Mior, Estelle Feschet-Delestra, Mickaël Mage, Damien Decante, Virginie Britten, Tommy Gerez, Ismaïl Zaimia Hani.

Merci à Sophie Chauvat pour ton appui indispensable sur les questions de travail en apiculture, et pour ta gentillesse et ta bonne humeur constantes.

La partie expérimentale de ce travail a été rendue possible par l'existence, la gestion et le suivi du cheptel de l'ITSAP-Institut de l'abeille, pilotés par Benjamin Basso et assurés consciencieusement par Anne-Laure Guirao et Antoine Sudan. Merci à vous pour votre implication, votre bonne humeur et toutes les discussions que l'on a pu avoir sur les routes des ruchers, en vous souhaitant de belles prochaines années apicoles.

Merci aussi à Maxime Béguin, Pierre Lamy, Céline Gaillard, Pascal Basselet et à toutes les autres personnes qui ont donné un coup de main à un moment ou un autre sur ces expés, qui ont prêté du matériel ou fourni des conseils apicoles précieux.

Merci Félicie pour tous les agréables échanges que l'on a pu avoir.

Merci à Auréline, Sophie et Samuel, en stage au cours de cette thèse, pour votre implication et votre enthousiasme.

Merci au pôle Abeilles pour votre accueil, et à tous mes collègues de bureau successifs pour votre bonne humeur et nos discussions sérieuses ou non.

Merci à tous les collègues d'Ecocodev pour l'ambiance de qualité du labo, pour vos conseils et retours avec la diversité de vos approches des systèmes agricoles ou apicoles et pour avoir délaissé la pétanque du midi pour la belote.

Merci Servane pour m'avoir fait découvrir il y a quelques années que l'on peut faire de la recherche ancrée dans des questions de terrain et sans être tout seul dans un labo, sans quoi je ne me serais certainement pas lancée dans une thèse un peu plus tard.

Merci en particulier à toutes les personnes qui m'ont encouragée tout au long de cette thèse et plus particulièrement lorsque la fin approchait mais n'était pas encore là, qui ont relu ma prose ou écouté mes soutenances blanches avec des retours constructifs et bienveillants.

Merci également à toutes les (nombreuses) personnes venues assister à ma soutenance, parfois de loin, et à toutes celles qui m'ont aidée à l'organiser et à assurer la logistique et le pot.

Merci aux prédécesseurs et copains de thèse, qui ont soutenu ou soutiendront bientôt, pour le partage de nos questions existentielles de thèse respectives et d'autres choses.

Merci à tous les copains d'Avignon et d'ailleurs, aux Choux, aux copains de l'Agro, aux Moonsheep d'avoir toujours été là et de toujours y être encore.

Enfin merci bien sûr à mes parents Jean et Françoise, à Laurent, Ilan et Lily, mes grands frères et petite sœur préférés, de m'avoir soutenue au long de cette thèse et d'être là depuis vingt-huit ans précisément jusqu'au jour de ma fin de thèse (et un peu plus depuis).

Merci à Alex de m'avoir fait découvrir que le monde des oiseaux ne se résumait pas à distinguer les corneilles des moineaux, et pour tout le reste.

Avant-propos

Cette thèse a été réalisée à l'Institut Technique et Scientifique de l'Apiculture et de la Pollinisation (ITSAP-Institut de l'abeille) et de l'Unité Mixte Technologique Protection des abeilles dans l'environnement (UMT PrADE), dans le cadre d'un partenariat CIFRE avec les unités Écodéveloppement et Abeilles & Environnement de l'INRA d'Avignon (CIFRE n°2016/0304). Elle s'inscrit dans le projet Durapi, projet Casdar 2016-19 (Casdar n°5567) qui a rassemblé de nombreux partenaires de la recherche et du développement apicole et agricole.

Cette thèse a été dirigée par Marc Tchamitchian (INRA Écodéveloppement) et Yves Le Conte (INRA Abeilles et Environnement), et encadrée à l'ITSAP-Institut de l'abeille par Cécile Ferrus, Benjamin Basso et Axel Decourtye. Elle a bénéficié des avis et conseils avisés de Guillaume Martin, Aude Alaphilippe, Laurent Gauthier et Marie-Pierre Chauzat, membres du comité de thèse.

Les différentes parties de cette thèse s'appuient sur des collaborations variées, notamment avec des organisations de développement apicole. Mickaël Mage, Marie Mior et Ismail Zaimia Hani (ADA AURA), Alicia Teston (ADA NA), Hélène Frey et Virginie Britten (ADA Occitanie), Damien Decante (ADAPI), Estelle Feschet (ADAPIC), Cécile Riffard et Tommy Gerez (GPGR) ont contribué à la réalisation des entretiens sur les stratégies de renouvellement du cheptel et sur l'organisation du travail en exploitations apicoles. L'adaptation à l'apiculture de la méthode Bilan Travail a été réalisée grâce à l'appui de Sophie Chauvat (Institut de l'Élevage).

La mise en œuvre de l'expérimentation sur la gestion de reines a été permise par l'implication des différentes personnes de la station expérimentale de l'ITSAP-Institut de l'élevage au long des trois années de suivi, et en particulier d'Antoine Sudan, Anne-Laure Guirao, Céline Gaillard, Pierre Lamy, Maxime Béguin et Pascal Basselet.

L'élaboration du cadre d'évaluation de la durabilité apicole a bénéficié des échanges et conseils du RMT ERYTAGE. Enfin, le développement du modèle de viabilité des exploitations apicoles est le fruit d'une collaboration avec Rodolphe Sabatier (INRA Ecodéveloppement), avec un appui de Félicie Aulanier (ITSAP-Institut de l'abeille) pour la partie économique.

Communications scientifiques : article dans une revue à comité de lecture

Kouchner, C., Ferrus, C., Blanchard, S., Decourtye, A., Basso, B., Le Conte, Y., Tchamitchian, M., 2019. Bee farming systems sustainability: an assessment framework in France. *Agricultural Systems* 176: 102653.

Autres communications scientifiques

Colloques avec publication d'actes

Kouchner, C., Ferrus, C., Blanchard, S., Decourtye, A., Basso, B., Le Conte, Y., Tchamitchian, M., 2018. Sustainability of beekeeping farms: development of an assessment framework through participatory research. In: *13th European IFSA Symposium*. Chania, Greece.

Kouchner C., Sabatier R., Basso B., Decourtye A., Ferrus C., Le Conte Y., Tchamitchian M., 2019. Intégrer l'adaptabilité dans l'analyse de la durabilité des exploitations apicoles. *Innovations Agronomiques* 77, 31-43

Présentations ou posters sans publication d'actes

Kouchner, C., Ferrus, C., Blanchard, S., Decourtye, A., Basso, B., Le Conte, Y., Tchamitchian, M., 2018. Sustainability of beekeeping farms: a definition proposal. In: Eurbee 8, Ghent, Belgium. **Poster.**

Kouchner, C., Basso, B., Decourtye, A., Tchamitchian, M., Ferrus, C., Le Conte, Y., 2018. Colonies and queen replacement strategies: a systems experiment. In: Eurbee 8, Ghent, Belgium. **Poster.**

Kouchner, C., Ferrus, C., Blanchard, S., Decourtye, A., Basso, B., Le Conte, Y., Tchamitchian, M., 2019. Quelle définition de la durabilité pour les exploitations apicoles ? In: Sociétés d'abeilles - sociétés humaines, une interdépendance de la préhistoire au futur. CNRS, Paris, France. **Poster.**

Communications auprès de professionnels de la filière apicole, autres communications

Diversité des pratiques actuelles de gestion du cheptel dans les exploitations apicoles professionnelles. Félicie Aulanier & Coline Kouchner, Journées du Syndicat des Producteurs de Miel Français, Marciac, janvier 2018.

Publié par la suite dans l'Abeille de France et le bulletin de l'ADA Occitanie.

Temps et organisation du travail en exploitation apicole : comment l'évaluer, pourquoi ? Coline Kouchner, journée de restitution de l'Association de Développement de l'Apiculture Provençale, février 2019.

Renouvellement des colonies et des reines : pratiques des apiculteurs français. Article en ligne, janvier 2018. http://itsap.asso.fr/pages_thematiques/gestion-du-cheptel-et-production/renouvellement-colonies-reines-pratiques-apiculteurs-francais/

Activités d'encadrement

Encadrement du stage de césure de Samuel Blanchard (AgroParisTech) : *Construction d'une méthode d'évaluation de la durabilité des exploitations apicoles par une méthode participative : organisation des objectifs de durabilité, élaboration et adaptation d'indicateurs*. Ce stage a contribué à l'organisation de la définition de la durabilité apicole, et à l'élaboration d'indicateurs mobilisables pour le développement d'un futur outil d'évaluation basé sur cette définition.

Contribution à l'encadrement des stages de fin d'études de Sophie Hache (Université de Picardie – Jules Verne – *Fécondation de reines d'abeilles, Apis mellifera : influence de la position de ruches à mâles*) et Auréline Burc (Montpellier SupAgro – *Mise en place d'une méthode pour le suivi et l'identification électronique des reines d'abeille mellifère, Apis mellifera*). Ces stages ont contribué à une étude menée dans le cadre du projet Durapi, sur les impacts sur la qualité de la fécondation des reines de différentes pratiques de gestion de la fécondation. Cette étude n'est pas incluse dans cette thèse.

Note sur l'emploi des termes apicoles

Pour désigner une même pratique ou un même matériel apicole, le vocabulaire employé peut varier d'une personne à l'autre. Un même terme peut également désigner des choses différentes d'un apiculteur à l'autre voire, pour une même personne, d'un contexte à l'autre. Le choix des termes employés ici vise donc à limiter les confusions possibles en désignant différentes pratiques, techniques ou type de cheptel par des termes différents. La définition retenue pour chacun des termes apicoles employés dans ce manuscrit est indiquée dans le Glossaire (page XVII).

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| GLOSSAIRE DES TERMES APICOLES | XVII |
| INTRODUCTION | 1 |
| CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE | 3 |
| 1. Filière apicole et principales problématiques actuelles | 3 |
| 1.1 Contexte actuel de l'apiculture professionnelle | 3 |
| 2. Pertes de colonies et renouvellement du cheptel apicole | 6 |
| 2.1 Pertes de colonies d'abeilles : de quoi parle-t-on ? | 6 |
| 2.2 Gestion des pertes par l'apiculteur : biologie de l'abeille et renouvellement du cheptel apicole | 7 |
| 3. Gestion du renouvellement et durabilité des exploitations apicoles : recherches actuelles et intérêts des approches de la zootecnie système | 10 |
| 3.1 Considérer conjointement des enjeux économiques, sociaux et environnementaux : systèmes d'élevage et évaluation de la durabilité des exploitations | 10 |
| 3.2 L'analyse des pratiques, élément central de la compréhension des systèmes d'élevage | 13 |
| 4. Questions de recherche, démarche et contexte de la thèse | 16 |
| 4.1 Contexte : le projet Durapi | 16 |
| 4.2 Questions de recherche | 18 |
| 4.3 Démarche | 19 |
| PARTIE I DURABILITE DES EXPLOITATIONS APICOLES | 23 |
| A. COMMENT DÉFINIR LA DURABILITÉ D'UNE EXPLOITATION APICOLE ? | 24 |
| Bee farming system sustainability: an assessment framework in metropolitan France | 25 |
| Abstract | 25 |
| 1. Introduction | 26 |
| 2. Methodology | 27 |
| 2.1 Definition of goals | 27 |
| 2.2 Methodological choices for stakeholder involvement | 28 |
| 2.3 Design methodology for sustainability specification | 29 |
| 3. Results: A six-dimensional framework | 32 |
| 4. Discussion | 34 |
| 4.1 Adaptive capacity, a key factor in bee farming system sustainability..... | 35 |
| 4.2 Uncertainty of feed resources, a common issue in pastoral systems | 36 |
| 4.3 Issues and opportunities in floral resource management | 37 |
| 5. Conclusion | 39 |
| 6. Acknowledgments & funding | 39 |

PARTIE II STRATEGIES DE RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL EN EXPLOITATION APICOLE 41

B. STRATÉGIES DE RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL EN EXPLOITATION APICOLE 43

| | |
|--|-----------|
| 1. Introduction | 43 |
| 1.1 Connaissances actuelles des pratiques de renouvellement du cheptel | 43 |
| 1.2 Caractérisation des pratiques d'élevage : enquêtes et typologies | 44 |
| 2. Méthodologie | 45 |
| 2.1 Enquêtes présentiels | 45 |
| 2.2 Enquête en ligne | 52 |
| 3. Résultats | 53 |
| 3.1 Typologies de pratiques de renouvellement par catégories de pratiques | 53 |
| 3.2 Typologie des stratégies de renouvellement | 73 |
| 3.3 Gestion de crise : renouvellement du cheptel lors de fortes mortalités | 81 |
| 3.4 Principales limites et avantages perçus aux différentes stratégies de renouvellement par les apiculteurs | 82 |
| 4. Discussion | 85 |
| 4.1 Caractérisation des stratégies de gestion du renouvellement et place dans le système apicole | 85 |
| 4.2 Variabilité des pratiques et gestion des pertes exceptionnelles | 86 |
| 5. Conclusion | 87 |

PARTIE III STRATEGIES DE RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL ET DURABILITE DES EXPLOITATIONS

C. PLACE DES STRATÉGIES DE RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL DANS LE TEMPS ET

L'ORGANISATION DU TRAVAIL APICOLE 93

| | |
|---|------------|
| 1. Introduction | 93 |
| 1.1 Le temps et l'organisation du travail, enjeux de durabilité en élevage..... | 95 |
| 1.2 Place de l'organisation du travail agricole dans la littérature scientifique | 96 |
| 1.3 Organisation du travail en élevage et interactions avec les choix techniques : méthodes d'analyse | 97 |
| 2. Méthodologie | 99 |
| 2.1 Méthode Bilan Travail et adaptation à l'apiculture..... | 99 |
| 2.2 Résumé des principales étapes de la démarche | 110 |
| 3. Résultats | 111 |
| 3.1 Répartition des exploitations dans l'échantillon..... | 111 |
| 3.2 Variabilité du temps de travail en exploitation apicole | 112 |
| 3.3 Efficience de la gestion du renouvellement et impacts sur le temps total de travail à l'échelle de la stratégie de renouvellement | 114 |
| 3.4 Concomitance de la gestion du renouvellement et d'autres activités de gestion du cheptel..... | 116 |
| 3.5 Efficience de la gestion du renouvellement et impacts sur le temps de travail des principales pratiques de renouvellement | 119 |
| 3.6 Bilan des conséquences des stratégies et pratiques de renouvellement sur le temps de travail sur l'exploitation | 122 |
| 3.7 Répartition sur l'année du temps de gestion du renouvellement du cheptel..... | 122 |
| 3.8 Contraintes d'organisation liées au renouvellement du cheptel : activités reportables et non reportables | 127 |
| 3.9 Adéquation entre le temps de travail et les attentes des apiculteurs : équilibre perçu entre vie personnelle et professionnelle | 130 |
| 4. Discussion | 131 |
| 4.1 Impacts des choix techniques sur l'organisation du travail | 131 |
| 4.2 L'organisation du travail, enjeu de la qualité de vie des apiculteurs | 132 |
| 4.3 Les choix de gestion du renouvellement : conciliation entre objectifs techniques et organisation du travail ... | 133 |

| | |
|---|------------|
| 4.4 Retours sur l'adaptation de la méthode à l'apiculture | 135 |
| 5. Conclusion | 136 |
| | |
| D. CONSÉQUENCES DE MODALITÉS DE GESTION DES REINES SUR LE MAINTIEN D'UN CHEPTEL PRODUCTIF | 137 |
| 1. Introduction..... | 139 |
| 1.1 Place de la gestion des reines dans le maintien d'un cheptel apicole | 139 |
| 1.2 Étudier les conséquences d'un ensemble de pratiques : principes et intérêts de l'expérimentation système .. | 140 |
| 1.3 Objectifs de l'expérimentation..... | 141 |
| 2. Matériel & méthodes..... | 142 |
| 2.1 Dispositif expérimental | 142 |
| 2.2 Mise en place et gestion..... | 145 |
| 2.3 Suivi et évaluation de l'expérimentation | 149 |
| 3. Résultats | 151 |
| 3.1 Maintien du nombre de colonies..... | 151 |
| 3.2 Temps de gestion de différents lots..... | 155 |
| 3.3 Production et qualité du cheptel | 155 |
| 4. Discussion | 159 |
| 4.1 Principaux résultats de l'expérimentation et applications possibles | 159 |
| 4.2 Limites et perspectives..... | 162 |
| 5. Conclusion | 163 |
| | |
| E. INTÉGRER L'ADAPTABILITÉ DANS L'ANALYSE DE LA DURABILITÉ DES EXPLOITATIONS APICOLES | 165 |
| Intégrer l'adaptabilité dans l'analyse de la durabilité des exploitations apicoles | 167 |
| Résumé..... | 167 |
| Abstract | 167 |
| 1. Introduction..... | 168 |
| 2. Méthodologie | 169 |
| 2.1 Modèle : états, options de gestion et dynamiques considérées | 169 |
| 2.2 Viabilité du système : contraintes considérées | 171 |
| 2.3 Cas d'étude et paramétrage | 171 |
| 2.4 Simulations réalisées | 172 |
| 3. Résultats | 172 |
| 3.1 Viabilité des exploitations et disponibilité en reines | 172 |
| 3.2 Contrainte d'adaptabilité | 174 |
| 4. Discussion | 174 |
| 4.1 Impacts de choix techniques et adaptabilité des exploitations | 174 |
| 4.2 Limites et perspectives..... | 175 |
| 5. Conclusion | 176 |
| 6. Remerciements..... | 176 |

| | |
|---|------------|
| DISCUSSION GENERALE | 177 |
| 1. Principaux apports de la thèse | 177 |
| 2. La gestion des reines, élément central dans les conséquences des stratégies de renouvellement sur la durabilité de l'exploitation ? | 178 |
| 3. Renouvellement du cheptel et adaptation aux incertitudes..... | 180 |
| 3.1 Adaptation de la stratégie de renouvellement aux variations usuelles du contexte de production..... | 180 |
| 3.2 Adaptation de la stratégie de renouvellement lors d'évènements exceptionnels | 182 |
| 4. Intégration de la stratégie de renouvellement dans la capacité d'adaptation et la durabilité de l'exploitation..... | 184 |
| 5. Perspectives scientifiques et pour le développement apicole | 185 |
| CONCLUSION | 187 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 189 |
| ANNEXES | 203 |

Liste des tableaux

CHAPITRE B : STRATEGIES DE RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL EN EXPLOITATION APICOLE

| | |
|--|----|
| Tableau B.1 : Principales étapes réalisées pour l'analyse des stratégies de renouvellement du cheptel et résultats par étape | 52 |
| Tableau B.2 : Description statistique des types de réalisation et de gestion d'un élevage de reines. | 56 |
| Tableau B.3 : Description statistique des types de création et gestion d'essaims sur cadre..... | 60 |
| Tableau B.4 : Description statistique des types de création et gestion de paquets d'abeilles. | 63 |
| Tableau B.5 : Description statistique des types de renouvellement des colonies..... | 65 |
| Tableau B.6 : Description statistique des types de gestion des reines au sein des colonies. | 68 |
| Tableau B.7 : Description statistique des types de définition et gestion des non-valeurs. | 70 |
| Tableau B.8 : Description statistique des types de pratiques de sélection..... | 72 |
| Tableau B.9 : Principaux éléments des stratégies de renouvellement pour chacune des catégories de pratiques considérées.. | 76 |
| Tableau B.10 : Description statistique des stratégies de renouvellement du cheptel..... | 80 |

CHAPITRE C : PLACE DES STRATEGIES DE RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL DANS LE TEMPS ET L'ORGANISATION DU TRAVAIL APICOLE

| | |
|---|-----|
| Tableaux C.1 : Exemple de caractérisation des périodes de l'année selon leur niveau de charge de travail pour une exploitation apicole..... | 103 |
| Tableau C.2 : Principales étapes de l'adaptation à l'apiculture de la méthode Bilan Travail et de l'analyse des conséquences de la gestion du renouvellement sur le temps et l'organisation du travail..... | 110 |
| Tableau C.3 : Exemple d'organisation de l'élevage de reines | 129 |

CHAPITRE D : CONSEQUENCES DE DEUX MODALITES DE GESTION DES REINES SUR LE MAINTIEN D'UN CHEPTEL PRODUCTIF

| | |
|---|-----|
| Tableau D.1 : Synthèse des quatre lots de l'expérimentation, définis par l'origine génétique des colonies et par la modalité de gestion de leurs reines. | 143 |
| Tableau D.2 : Bilan des pratiques de gestion des deux modalités de l'expérimentation | 144 |

Liste des encadrés

CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

| | |
|--|----|
| Encadré 1 : Exploitation apicole, de quoi parle-t-on ?..... | 5 |
| Encadré 2 : Principales étapes de la mise en œuvre d'un élevage de reines | 9 |
| Encadré 3 : Principales approches méthodologiques mobilisées dans la recherche système en agriculture..... | 12 |

CHAPITRE C : PLACE DES STRATEGIES DE RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL DANS LE TEMPS ET L'ORGANISATION DU TRAVAIL APICOLE

| | |
|--|-----|
| Encadré C.1 : La méthode Bilan Travail..... | 100 |
| Encadré C.2 : Liste des catégories de tâches considérées et tâches relevant de la gestion du renouvellement..... | 104 |

Liste des figures

CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Représentation d'un système d'élevage comme deux sous-systèmes en interaction. | 14 |
| Figure 2 : Place de la thèse dans les trois actions du projet Durapi et principaux liens entre les actions. | 17 |
| Figure 3 : Régions dont les ADA sont partenaires du projet Durapi..... | 18 |
| Figure 4 : Méthodes mobilisées pour les questions de recherche traitées et articulation entre les parties de la thèse. | 21 |

CHAPITRE A : COMMENT DEFINIR LA DURABILITE D'UNE EXPLOITATION APICOLE ?

| | |
|---|----|
| Figure A.1: Successive steps (from A to G, see the framed letters) followed to obtain the sustainability specification for bee farming systems..... | 30 |
| Figure A.2: Terminology used to refer to the successive levels of the assessment framework, from the broadest (dimension) to the most detailed (criteria). | 30 |
| Figure A.3: Dimensions and themes of bee farming system sustainability as defined by stakeholders from the French beekeeping sector. | 32 |

CHAPITRE B : STRATEGIES DE RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL EN EXPLOITATION APICOLE

| | |
|---|----|
| Figure B.1 : Nombre total d'enquêtes réalisées par région. | 47 |
| Figure B.2 : Combinaison entre les principales pratiques de création de nouvelles colonies, de gestion des reines et d'approvisionnement en reines au sein des stratégies de renouvellement identifiées. | 79 |
| Figure B.3 : Avantages et inconvénients cités à l'utilisation de reines d'élevage et à la gestion d'un atelier d'élevage de reines sur l'exploitation pour les apiculteurs gérant 150 colonies et plus..... | 84 |

CHAPITRE C : PLACE DES STRATEGIES DE RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL DANS LE TEMPS ET L'ORGANISATION DU TRAVAIL APICOLE

| | |
|--|-----|
| Figure C.1: Répartition des exploitations de l'échantillon dans les différentes stratégies de renouvellements et types de pratiques considérés..... | 111 |
| Figure C.2 : Temps de travail total selon a. la taille du cheptel de l'exploitation ; b. le nombre de personnes dans la cellule de base de l'exploitation | 112 |
| Figure C.3 : Exemples de répartition du travail au long de l'année par catégories de tâches..... | 113 |
| Figure C.4 : Temps passé à la gestion du renouvellement du cheptel pour 100 colonies selon les stratégies de renouvellement du cheptel..... | 115 |
| Figure C.5 : Part du temps total de travail aux ruchers consacré à la gestion du renouvellement selon les stratégies de renouvellement du cheptel..... | 115 |
| Figure C.6 : Temps passé à l'ensemble de la gestion du cheptel (temps passé sur les ruchers) selon la stratégie de renouvellement, en considérant le temps passé : a. par personne de la cellule de base; b. pour 100 colonies. | 116 |
| Figure C.7 : Distribution des exploitations de l'échantillon selon la part du temps passé qui est concomitante d'autres tâches sur les ruchers pour : a. Création d'essaims et de paquets d'abeilles ; b. Suivi des essaims et paquets d'abeilles ; c. Remérage de colonies..... | 117 |
| Figure C.8 : Distribution des exploitations de l'échantillon selon la part du temps passé au renouvellement concomitante d'autres tâches sur les ruchers..... | 118 |
| Figure C.9 : Temps passé à l'élevage de reines pour 100 colonies (greffage, gestion de nuclei, insémination) selon le type d'élevage..... | 120 |
| Figure C.10 : Temps passé à l'élevage de reines pour 100 colonies selon le stade d'élevage de reines réalisé.. | 120 |
| Figure C.11 : Temps passé à la gestion du renouvellement du cheptel pour 100 colonies, selon le stade d'élevage de reines sur l'exploitation. | 121 |
| Figure C.12 : Temps passé à la gestion du cheptel pour 100 colonies, selon le stade d'élevage de reines sur l'exploitation.. | 121 |
| Figure C.13 : Nombre de jours avec gestion du renouvellement pour 100 colonies au cours de l'année.. | 123 |
| Figure C.14 : Nombre de jours avec gestion du renouvellement par personne de la cellule de base au cours de l'année.124 | |

| | |
|--|-----|
| Figure C.15 : Nombre de jours avec gestion du renouvellement par personne de la cellule de base au cours de l'année. | 124 |
| Figure C.16 : Répartition sur l'année des périodes plus ou moins chargées (par quinzaine).. | 125 |
| Figure C.17 : Part du temps de travail sur les périodes chargées étant consacrée au renouvellement du cheptel selon la stratégie de renouvellement mise en place dans l'exploitation.. | 127 |
| Figure C.18 : Part du temps de travail sur les périodes chargées étant consacrée au renouvellement du cheptel selon la présence ou non d'un atelier d'élevage de reines dans l'exploitation et le stade d'élevage réalisé. | 127 |
| Figure C.19 : Nombre de jours de travail non reportable liés à la gestion du renouvellement par personne de la cellule de base, selon la stratégie de renouvellement mise en place. | 128 |
| Figure C.20 : Part du renouvellement du cheptel dans le temps de travail non reportable des membres de la cellule de base, selon la stratégie de renouvellement mise en place. | 128 |

CHAPITRE D : CONSEQUENCES DE MODALITES DE GESTION DES REINES SUR LE MAINTIEN D'UN CHEPTTEL PRODUCTIF

| | |
|--|-----|
| Figure D.1 : Zone de l'expérimentation et parcours de transhumance suivi par les ruchers | 146 |
| Figure D.2 : Synthèse de la répartition des colonies entre les ruchers selon leur origine génétique et leur modalité de gestion | 147 |
| Figure D.3 : Principales pratiques apicoles et suivis expérimentaux mis en place. | 148 |
| Figure D.4 : Nombre d'essais créés par lot de colonies et part des essais survivants en fin de saison apicole. | 152 |
| Figure D.5 : Évolution du nombre de colonies (hors essais en ruchettes) au cours de l'expérimentation | 153 |
| Figure D.6 : Répartition des colonies selon le nombre de remérages naturels survenus entre 2016 et 2018. | 154 |
| Figure D.7 : Récolte de miel par colonie et par lot sur les miellées successives au cours de l'expérimentation | 156 |
| Figure D.8 : Récolte totale de miel (hausse et corps) par lot de colonie sur les miellées successives au cours de l'expérimentation. | 156 |
| Figure D.9 : Quantité de varroas phorétiques rapportés à 10 g d'abeilles présents dans les colonies de 2016 à 2018. | 158 |

CHAPITRE E : INTEGRER L'ADAPTABILITE DANS L'ANALYSE DE LA DURABILITE DES EXPLOITATIONS APICOLES

| | |
|--|-----|
| Figure E.1 : Modélisation des dynamiques du renouvellement du cheptel apicole considérées. | 170 |
| Figure E.2 : Noyaux de viabilité pour deux exploitations et trois niveaux de disponibilité en reines | 173 |

Liste des acronymes

- ADA AURA : Association de Développement de l'Apiculture en Auvergne-Rhône-Alpes
- ADA France : Réseau national des Associations de Développement de l'Apiculture
- ADA NA : Association de Développement de l'Apiculture en Nouvelle-Aquitaine
- ADA Occitanie : Association de Développement de l'Apiculture en Occitanie
- ADAPI : Association pour le Développement de l'Apiculture Provençale
- ADAPIC : Association de Développement de l'Apiculture du Centre
- Casdar : Compte d'affectation spécial « Développement Agricole et Rural »
- CIFRE : Convention Industrielle de Formation par la Recherche
- FADEAR : Fédération des Associations pour le Développement de l'Emploi Agricole et Rural
- GPGR : Groupement des Producteurs de Gelée Royale
- IDEA : Indicateurs de Durabilité des Exploitation Agricoles
- IDELE : Institut de l'Élevage
- INRA : Institut National de la Recherche Agronomique
- IRSTEA : Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture
- ITSAP-Institut de l'abeille : Institut Technique et Scientifique de l'Apiculture et de Pollinisation

Glossaire des termes apicoles

Pour désigner une même pratique ou un même matériel apicole, le vocabulaire employé peut varier d'une région et d'une personne à l'autre. Un même terme peut également désigner des choses différentes d'un apiculteur à l'autre voire, pour une même personne, d'un contexte à l'autre. Le choix des termes employés ici vise donc à limiter les confusions possibles en désignant différentes pratiques, techniques ou type de cheptel par des termes différents. Pour la plupart des termes, plusieurs définitions sont possibles : les définitions proposées ici sont celles qui sont adoptées dans ce manuscrit.

Banque à reines (ou banque de reines) : une banque à reines est une ruche organisée de manière à ce que la colonie prenne soin de plusieurs reines, jusqu'à quelques dizaines, en même temps. Cela permet de conserver des reines disponibles pour une introduction dans des colonies sans avoir besoin d'entretenir autant de nuclei.

Bourdonneuse : se dit d'une colonie où seuls des œufs non fécondés et donc de mâles (faux-bourçons) sont pondus, ce qui peut être le fait d'un défaut de ponte de la reine ou d'une absence de reine (ce qui permet alors aux ouvrières de pondre, mais des œufs qui ne seront pas fécondés). La population d'ouvrières n'est alors plus entretenue et en l'absence d'œufs fécondés, il n'est pas possible pour les ouvrières restantes d'élever une nouvelle reine.

Cire gaufrée : feuille de cire où les amorces des alvéoles sont imprimées en relief (gaufrées), qui est positionnée sur un cadre puis introduite dans une colonie où les ouvrières bâtiront de cire le reste du cadre.

Colonie orpheline : colonie sans reine. Une colonie orpheline peut être utilisée pour un élevage de reines (les ouvrières y élèvent les cellules royales introduites). Ce terme peut aussi désigner des colonies devenues orphelines suite à une défaillance de la reine, qui peuvent être comptées parmi les non-valeurs et ne pourront pas survivre en l'absence d'une nouvelle reine.

Colonie : le terme de colonie d'abeilles, unité de base d'un cheptel apicole, a été utilisé ici pour désigner à la fois les colonies en ruches et celles en ruchettes.

Corps : le corps de la ruche désigne l'élément principal d'une ruche, où se situent généralement les larves (couvain) et la reine. Lorsque la place n'est plus suffisante par rapport à la population d'abeilles de la colonie ou pour le stockage de réserves (en période de miellée), une ou plusieurs hausses peuvent être ajoutées au corps de la ruche pour augmenter l'espace disponible.

Couvain : ensemble des larves de la colonie. Le couvain est une zone spécifique au sein des cadres, où des larves ou nymphes se situent.

Cupule : support des cellules royales élevées par un élevage de reines. Ce support étant mobile, l'apiculteur peut ainsi déplacer la cellule royale pour l'introduire dans une autre colonie.

Élevage de reines : procédé d'obtention de reines élevées à partir des larves d'une colonie choisie (souche). L'élevage de reines comprend les différentes étapes à minima jusqu'à l'obtention d'une cellule royale, et peut dans certaines exploitations inclure les étapes suivantes (voir Encadré 2 page 9).

Emplacement : un emplacement désigne un lieu où un rucher est ou peut être situé. Un emplacement n'est pas forcément occupé par des colonies, par exemple dans le cas des ruchers transhumants, les emplacements sur certaines miellées ne sont occupés qu'une partie de l'année.

Essaim (essaim sur cadre) : nouvelle colonie créée par l'apiculteur à partir d'abeilles et de cadres de couvain issus d'une autre colonie. Lors de sa création, un essaim comprend le plus souvent deux cadres de couvain. Il peut être laissé en remérage naturel (la colonie élèvera une reine à partir des larves disponibles) ou l'apiculteur peut y introduire une reine lors de sa création (sous forme de cellule royale, de reine vierge, ou de reine fécondée).

Essaim nu naturel : essaim composé d'abeilles et d'une reine, issu d'un essaimage d'une autre colonie.

Essaimage : division naturelle d'une colonie au printemps (période d'essaimage) : dans une colonie où la population d'abeilles est forte, la reine et une partie des ouvrières (qui constituent un essaim nu naturel) quittent la colonie pour en amorcer une nouvelle. La colonie amorce l'élevage d'une nouvelle reine peu avant le départ de l'ancienne. Étant donné la perte de population que cela occasionne, l'apiculteur fait en général en sorte d'éviter la survenue d'un essaimage.

Faux-bourdon : mâle. La fonction connue des faux-bourdons est la fécondation de la reine lors du vol de fécondation.

Greffage : l'une des étapes principales de l'élevage de reines, qui consiste à prélever une jeune larve au sein d'un cadre de couvain d'une colonie sélectionnée (souche) pour la placer au centre d'une cupule qui servira de support à la cellule royale.

Hausse : élément mobile de la ruche, qui permet d'agrandir l'espace laissé aux colonies lorsque la population est forte en ajoutant un étage supplémentaire où les abeilles stockeront le miel lors de miellées. En fin de miellée, la récolte se fait en récupérant les hausses.

Hivernage : période où les colonies ne sortent pas ou peu, de la fin de l'automne à la fin de l'hiver. La durée de l'hivernage varie selon les régions et le climat.

Miellée : période de floraison d'une espèce végétale, lors de laquelle du nectar est sécrété et butiné par les abeilles. Par extension, période de production du miel correspondant (ex. miellée de lavande).

Non-valeur : le terme de non-valeur désigne différentes sortes de colonies d'un apiculteur à l'autre : colonies bourdonneuses qui sont condamnées à courte échéance faute de renouvellement des ouvrières, colonies affaiblies ou qui ne se développent pas correctement dans le cas d'un essaim, colonies qui ne remplissent pas les critères de sélection de l'apiculteur. Le terme non-valeur est ici employé pour désigner les colonies d'une exploitation qui correspondent à la définition qu'en fait l'apiculteur, quelle que soit cette définition (voir partie I.A.3.1.4).

Nucleus / nuclei : ruche de petite taille, qui permet de maintenir une petite colonie avec une reine. Une cellule royale ou reine vierge issue d'un élevage de reines est introduite dans le nucleus pour la période de fécondation, puis la reine fécondée peut y être laissée en attendant jusqu'au moment où l'apiculteur en a besoin pour l'introduire dans une autre colonie (essaim, colonie de production...). Il est possible de maintenir des nuclei pendant l'hiver pour disposer de reines fécondées dès le début du printemps.

Opercule / operculation : l'opercule de cire bouche les alvéoles lors de la nymphose des larves en abeilles. L'operculation désigne la mise en place de cet opercule par les ouvrières, que ce soit pour des larves d'ouvrières ou pour une reine (l'operculation correspond alors au stade où la cellule royale est fermée).

Paquet d'abeille : nouvelle colonie créée à partir d'abeilles et d'une reine, sans couvain. Étant donné l'absence de larves qui permettraient aux ouvrières d'élever une nouvelle reine, une reine

doit toujours être introduite lors de la création d'un paquet d'abeilles, qui est souvent réalisée par prélèvement d'ouvrières dans des colonies où la population est forte.

Reméragage : le reméragage désigne le remplacement d'une reine par une nouvelle. Il peut être naturel (la nouvelle reine est élevée par les ouvrières au sein de la colonie) ou contrôlé par l'apiculteur, qui supprime alors l'ancienne reine puis introduit une nouvelle reine (qui peut être sous forme de cellule royale, de reine vierge, ou de reine fécondée) ou regroupe la colonie avec un essaim ou paquet d'abeilles contenant une reine. Il est aussi possible pour l'apiculteur de supprimer l'ancienne reine pour provoquer un reméragage naturel (ex. cas de colonies faibles et en l'absence de reines disponibles pour une introduction).

Ruche / ruchette : les termes de ruche et ruchette désignent les caisses de différents formats possibles qui abritent les colonies. Il a été utilisé dans ce manuscrit sous ce sens de contenant, pour éviter les recouvrements avec le terme de colonie (« ruche » pouvant aussi être utilisé pour désigner la colonie à l'intérieur). Les nouvelles colonies sont fréquemment installées en ruchettes (6 cadres) puis transférées en ruches (10 cadres) une fois développées.

Rucher de fécondation : rucher utilisé par l'apiculteur pendant les périodes de fécondation, pour y regrouper les nuclei ou essaims en attendant la fécondation de la reine. Un rucher de fécondation peut être entouré des colonies de l'exploitation ou d'autres ruchers, voire abriter des ruches à mâles pour améliorer les chances de fécondation des reines par des faux-bourdon issus du cheptel de l'apiculteur.

Rucher : dans l'usage apicole, le mot « rucher » peut parfois recouvrir celui d'« emplacement » en désignant un emplacement occupé par des colonies. Il est ici utilisé pour désigner l'ensemble de colonies situées sur un même emplacement et pouvant être déplacées conjointement d'un emplacement à l'autre, par exemple lors de transhumances. Un même rucher peut donc occuper plusieurs emplacements successifs, et les colonies peuvent être transférées d'un rucher à l'autre lors des tris réalisés par l'apiculteur (ex. entre plusieurs miellées).

Ruches à mâles : colonies élevées de manière à ce qu'un grand nombre de faux-bourdon y soient élevés. Ce sont des colonies sélectionnées au sein du cheptel de l'apiculteur, dont le but est d'augmenter dans l'environnement la proportion de mâles issus de colonies sélectionnées lors des vols de fécondation (pour améliorer les chances de fécondation de la reine par ces mâles). Une ruche à mâle est souvent créée en introduisant (au printemps) dans les colonies choisies des cadres de cire gaufrée dont les alvéoles sont à la taille d'alvéoles de mâles (plus grandes que celles des ouvrières), ce qui incitera la reine à pondre des œufs non fécondés qui donneront naissance à des mâles.

Souche : reine sélectionnée dont les larves sont greffées lors d'un élevage de reines, et par extension la colonie de cette reine.

Starters-finisseries : colonies utilisées pour l'élevage de reines. Le starter est utilisé en début d'élevage des cellules royales pour faciliter leur acceptation, et le finisseur pour la suite de l'élevage jusqu'à operculature des cellules royales.

Transhumance : déplacement d'un rucher ou de colonies d'un emplacement à l'autre.

Introduction

Miel, autres produits de la ruche, pollinisation des cultures : les apiculteurs professionnels sont les principaux fournisseurs des différents produits et services apicoles. Aujourd'hui, la filière apicole est confrontée à des problématiques diverses : forte variabilité des productions liée aux conditions climatiques, fluctuations du marché du miel, mortalités et affaiblissements de colonies.

Face à ces incertitudes, la durabilité des exploitations apicoles et l'installation de porteurs de projet sont aujourd'hui des enjeux majeurs pour la filière. Cependant, il n'existe que peu de références techniques et de supports de conseil pour l'apiculture, qui s'est développée dans les dernières décennies à la marge d'autres filières agricoles. En lien avec les pertes élevées de colonies, la recherche s'est jusqu'à récemment focalisée sur la compréhension de ces mortalités et de leurs différents facteurs, en laissant relativement de côté les autres dimensions des systèmes de production apicoles, notamment leur dimension sociotechnique. La gestion de ces pertes par les apiculteurs *via* les pratiques de renouvellement est pourtant un levier essentiel du pilotage de ces systèmes. Ce levier occupe une place d'autant plus centrale que la ressource alimentaire, deuxième grand levier des systèmes d'élevage, n'est ici que faiblement maîtrisable.

Cette spécificité des systèmes apicoles limite également la possibilité de mobiliser directement des outils d'évaluation de la durabilité et les supports de conseil développés pour d'autres filières agricoles, bien que les concepts et approches méthodologiques développés dans les recherches sur d'autres systèmes d'élevage restent d'intérêt.

Dans ce contexte, la durabilité des exploitations apicoles et ses déterminants ont été au centre d'un projet porté par un ensemble d'acteurs de la recherche et du développement apicole, et dans lequel s'inscrit cette thèse. Elle s'est déroulée en partenariat entre l'INRA d'Avignon d'une part, en associant les unités de recherche Abeilles & Environnement et Écodéveloppement, et l'Institut Technique et Scientifique de l'Apiculture et de la Pollinisation (ITSAP-Institut de l'abeille) d'autre part dans le cadre d'une Convention Industrielle de Formation par la Recherche (CIFRE). En partenariat avec différents acteurs du développement apicole (Associations de Développement Apicole, Groupement des Producteurs de Gelée Royale), cette thèse explore donc les composantes de la durabilité des exploitations apicoles et la place qu'y tient la stratégie de renouvellement mise en place, en tant qu'élément clef de la gestion du cheptel pour faire face aux pertes de colonies. Elle vise à contribuer à une meilleure compréhension des systèmes apicoles, de leurs problématiques et fonctionnement actuels, et au développement de références et d'outils pour l'appui aux apiculteurs et futurs installés.

Pour aborder ces questions, différents concepts et méthodes de la recherche en agronomie et en zootechnie système ont été mobilisés dans le cas des systèmes apicoles. Ces travaux de thèse reposent notamment sur un travail collectif impliquant des apiculteurs et d'autres acteurs de la filière, pour proposer une définition des spécificités de la durabilité des exploitations apicoles, ainsi qu'une catégorisation des pratiques de renouvellement du cheptel mises en place par les apiculteurs. Plusieurs conséquences possibles de la gestion du renouvellement du cheptel sur la durabilité de l'exploitation sont ensuite explorées, en étudiant les performances techniques de plusieurs types de gestion du renouvellement et leurs liens avec le temps et l'organisation du travail, ainsi qu'avec l'adaptabilité de l'exploitation.

Contexte et problématique

1. FILIERE APICOLE ET PRINCIPALES PROBLEMATIQUES ACTUELLES

1.1 Contexte actuel de l'apiculture professionnelle

Basée sur l'élevage de l'abeille domestique *Apis mellifera* L. (en Europe) ou d'autres abeilles mellifères, l'apiculture est une activité d'élevage documentée depuis plusieurs siècles voire millénaires en France comme dans de nombreux pays du monde (Kritsky, 2017). Cette activité a visé en premier lieu à fournir du miel et de la cire, puis s'est élargie à d'autres produits de la ruche : gelée royale, propolis ou pollen. Parallèlement à ces productions directement issues de l'apiculture, c'est le service de pollinisation rendu par l'abeille domestique (parmi un grand nombre d'autres pollinisateurs) qui est souvent mentionné comme enjeu actuel de sa présence sur les territoires. Les cultures alimentaires reposant sur une pollinisation animale représentent en effet plus d'un tiers de la production alimentaire végétale (Klein et al., 2007), et la valeur de la pollinisation entomophile a été estimée en 2009 à 15 milliards d'euros pour l'Union Européenne et plus de 150 milliards à l'échelle mondiale (Gallai et al., 2009). La contribution de l'abeille domestique, en tant que pollinisateur, à une grande part des productions agricoles est fréquemment mise en avant par rapport aux produits et services de l'apiculture en tant qu'élevage, dont les produits de la ruche (en premier lieu le miel) mais aussi la production de cheptel à l'usage de la filière apicole (Chauzat et al., 2013). La pollinisation des cultures, souvent considérée comme un service écosystémique, est aussi une activité agricole à part entière via les prestations de service de pollinisation que peuvent réaliser les apiculteurs pour d'autres agriculteurs, principalement arboriculteurs ou semenciers (Rucker et al., 2012).

Comme d'autres activités agricoles, l'apiculture peut être une activité de loisir ou professionnelle. En France, les 2100 apiculteurs pouvant être considérés comme professionnels en 2017 (plus de 150 colonies ¹) représentaient moins de 4% de l'ensemble des 54 000 apiculteurs déclarés en France, dont la grande majorité gèrent moins de 50 colonies (FranceAgriMer, 2018a). La production apicole repose sur l'exploitation de ressources fourragères (principalement des ressources florales) par des colonies d'abeilles, pour produire les différents services et produits apicoles (voir Encadré 1). Malgré leur petit nombre, les apiculteurs professionnels sont les principaux fournisseurs de ces différents services et produits : en 2017, les deux tiers environ de la production annuelle de miel en étaient issus (FranceAgriMer, 2018a), ainsi que la majorité des prestations de service de pollinisation (FranceAgriMer, 2012a).

¹ Le seuil de 150 colonies correspond à la catégorisation des données disponibles pour la filière apicole (données France AgriMer), le statut professionnel agricole étant déterminé par l'activité minimale d'assujettissement qui correspond à 200 colonies « en production » en France continentale, à un temps de travail apicole annuel minimum ou à un revenu apicole annuel minimum (ADA France, 2017). Dans la pratique, le nombre de colonies correspondant à une activité professionnelle varie selon les productions (la gelée royale demandant un plus petit nombre de colonies) et la valorisation des produits liée au mode de commercialisation. Dans ce travail de thèse, le caractère professionnel de l'activité apicole a été laissé à l'appréciation des apiculteurs rencontrés, qui considèrent tous leur activité apicole comme professionnelle.

L'apiculture professionnelle s'est développée à partir des années 70, relativement à l'écart du reste du monde agricole. Les activités et services de la plupart des chambres d'agriculture laissent en effet de côté l'apiculture, et sa représentation au sein des syndicats agricoles est récente (Aureille, 2014). À partir de la fin des années 80 et surtout dans les années 2000, des structures de développement spécifiques à l'apiculture, les associations de développement apicole (ADA), se développent par région avec des missions d'expérimentations, d'appui technique et de formation. Aujourd'hui, l'apiculture professionnelle n'occupe toujours qu'une petite place dans le paysage agricole. En 2016, une activité apicole était déclarée dans un peu plus de 2 % des fermes françaises (en considérant l'ensemble des exploitations déclarant une activité apicole, quel qu'en soit le nombre de colonies), mais l'apiculture en tant qu'activité professionnelle représentait moins de 0,5 % des exploitations (Agreste, 2018).

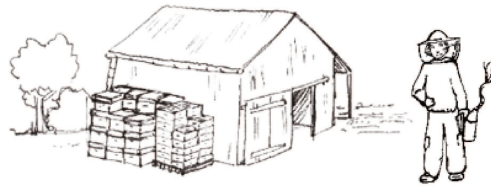
L'apiculture professionnelle est cependant en pleine évolution. Depuis les dernières décennies, les problématiques et les pratiques apicoles ont évolué, de même que le paysage de la filière apicole (Aureille, 2014) : développement de structures nationales de recherche technique (ITSAP-Institut de l'abeille) et de développement apicole (ADA France), organisation récente de la filière à travers la création d'une interprofession (INTERAPI, en janvier 2018). Ces évolutions sont appuyées par une volonté politique d'une meilleure structuration de la filière apicole et de développement de références technico-économiques pour la formation et le conseil (peu développé en apiculture), parmi d'autres enjeux identifiés dans le Plan de Développement Durable de l'Apiculture mis en place en 2013 par le Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (MAAF, 2013). Dans ce contexte d'évolutions du métier d'apiculteur et de son environnement, le développement de références et d'outils pour l'appui aux apiculteurs demande en premier lieu d'identifier les enjeux actuels de durabilité pour les exploitations apicoles.

Les apiculteurs professionnels font en effet face à différentes problématiques et à un contexte d'incertitudes fortes, qui peuvent menacer la viabilité des exploitations et plus particulièrement des installations de nouveaux apiculteurs dont la situation peut être encore plus fragilisée par les mauvaises années (pertes de cheptel, faible production de miel...). Très liée aux conditions météorologiques annuelles, la production de miel peut être très variable d'une année à l'autre : d'environ 18 Kg/ruche en 2014, la production annuelle moyenne pour les apiculteurs professionnels est passée à plus de 30 Kg/ruche en 2015 puis redescendue sous les 20 Kg/ruche en 2016 (FranceAgriMer, 2018a). Dans un marché mondialisé, le prix du miel en vrac connaît lui aussi de fortes variations. Les mortalités du cheptel apicole sont également difficiles à anticiper et peuvent être élevées, de nombreux apiculteurs datant la survenue de fortes mortalités et pertes de production à partir des années 90. Depuis, les apiculteurs professionnels soulignent le contexte de plus grande incertitude auquel ils doivent faire face et les questionnements que cela entraîne quant à leurs pratiques apicoles et à la gestion de leur exploitation (Aureille, 2014). L'augmentation des pertes de colonies a entraîné des évolutions dans la gestion du cheptel et plus particulièrement dans la gestion de son renouvellement, pour assurer aux apiculteurs le maintien d'un cheptel productif (Aureille, 2014). Sans levier direct sur les ressources florales nécessaires à la production de miel et d'autres produits de la ruche, le maintien d'un cheptel productif est en effet un élément majeur de la gestion des moyens de production de l'apiculteur.

Encadré 1 : Exploitation apicole, de quoi parle-t-on ?

Une exploitation apicole comprend :

- **Un siège d'exploitation**



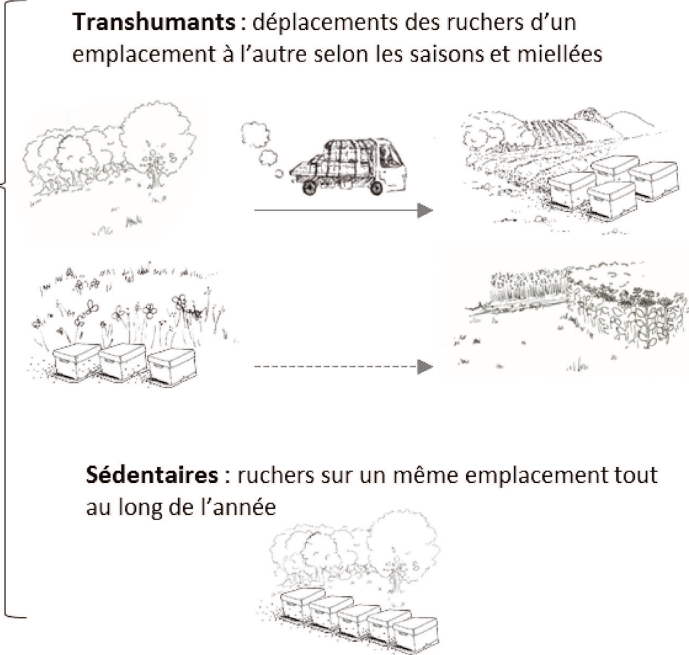
Miellerie

Extraction du miel, mise en pot éventuelle

Stockage

Ruches et hausses vides, cadres...

- **Un ensemble d'emplacements où peuvent se situer des ruchers :**



Différents produits et services apicoles peuvent en être issus :

Produits de la ruche

- Miel
- Gelée royale
- Pollen, propolis, cire
- Produits transformés (pain d'épices...)

Commercialisation

En vrac (miel : en fûts)

Grossistes, coopératives

Conditionné (miel : en pots)

Vente directe, divers intermédiaires (commerces locaux...)

Directement à d'autres apiculteurs

Vente de cheptel

- **Reines** : cellules royales, reines vierges, fécondées, inséminées
- **Colonies** : paquets d'abeilles, essaims sur cadre

Commercialisation

Via un grossiste

Prestations de pollinisation

(auprès d'arboriculteurs, semenciers...)

Une exploitation apicole comprend d'une centaine de colonies (production de gelée royale, vente directe...) à plusieurs milliers, selon le nombre de personnes travaillant sur l'exploitation, les productions réalisées et leur mode de commercialisation.

Selon les productions apicoles visées, elle peut aussi comprendre un atelier d'élevage de reines (comprenant généralement un local au siège de l'exploitation et un rucher situé sur un emplacement proche), un laboratoire pour la gelée royale (extraction, conditionnement...), ou encore un local pour la transformation et/ou la vente.

Le travail sur l'exploitation est très saisonnier, la gestion des colonies et la production étant concentrées sur la saison apicole (février/mars à septembre/novembre selon les régions et les productions). L'hiver peut notamment être consacré à la fabrication ou à l'entretien de matériel (ruches...), à la commercialisation (vente directe principalement) ou à d'autres activités.

2. PERTES DE COLONIES ET RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL APICOLE

2.1 Pertes de colonies d'abeilles : de quoi parle-t-on ?

Relayées dans la littérature scientifique et les médias depuis plusieurs décennies, les pertes de colonies d'abeille domestique sont aujourd'hui relativement bien documentées dans de nombreuses régions du monde (Neumann and Carreck, 2010; vanEngelsdorp and Meixner, 2010) et notamment en Europe (Brodtschneider et al., 2018; Gray et al., 2019; Potts et al., 2010).

Derrière ce terme générique de « pertes de colonies » sont regroupées plusieurs situations : les colonies où il ne reste plus d'abeilles vivantes ou très peu (quelques centaines, ce qui ne permet pas à la colonie de survivre), les colonies condamnées à brève échéance en raison d'un problème lié à la reine et ne pouvant pas être résolu (colonie bourdonneuse où seuls des œufs de mâles sont pondus, absence de reine et de couvain), les colonies mortes et enfin celles disparues en raison d'autres événements comme un vol ou un incendie (van der Zee et al., 2013). Ces pertes de colonies ne regroupent pas que les colonies mortes ou en passe de l'être. Par exemple, plusieurs colonies faibles peuvent être regroupées pour en former de plus fortes : bien que ces colonies ne soient pas mortes, cela aboutit à une diminution du nombre de colonies, qui contribue aux pertes (van Engelsdorp et al., 2013). Si des pertes peuvent survenir en saison apicole, la majorité des pertes et des études scientifiques concernent la période hivernale (van der Zee et al., 2013), où les pertes sont aussi plus simples à analyser à grande échelle : les regroupements et créations de colonies durant l'été par les apiculteurs peuvent compliquer l'estimation des pertes dans l'étude de l'évolution du nombre de colonies.

La littérature scientifique sur les affaiblissements et mortalités de colonies d'abeilles domestiques est aujourd'hui importante (Decourtye et al., 2019), et différents facteurs biotiques et abiotiques sont identifiés comme participant à ces pertes : pathogènes et autres ravageurs, produits phytosanitaires, problèmes de ressources et de nutrition, gestion des colonies (Steinhauer et al., 2018).

Parmi les principaux ravageurs de l'abeille domestique, l'acarien ectoparasite *Varroa destructor* (Anderson and Trueman, 2000) peut entraîner des affaiblissements et mortalités élevées (Le Conte et al., 2010; Rosenkranz et al., 2010). Au-delà des dommages directs causés aux abeilles et larves parasitées, *Varroa* peut également être vecteur de virus (Boecking and Genersch, 2008; Wilfert et al., 2016), et notamment le Virus des Ailes Déformées (Deformed Wing Virus ou DWV, de Miranda and Genersch, 2010) qui contribue, avec de nombreux autres virus, aux affaiblissements de colonies (McMenamin and Genersch, 2015). Le champignon parasite *Nosema ceranae*, initialement identifié sur l'abeille asiatique *Apis cerana* mais présent depuis plusieurs décennies parmi les espèces de microsporidies infectant *Apis mellifera*, peut également contribuer aux affaiblissements et mortalités des colonies infectées (Paris et al., 2018).

Parallèlement à ces différents bioagresseurs, les impacts de produits phytosanitaires sur les mortalités et affaiblissements sont l'objet de nombreuses études (Decourtye et al., 2019). Parmi ces produits, l'emploi d'insecticides peut avoir des impacts létaux mais aussi sublétaux : désorientation, diminution du succès de reproduction... (Henry et al., 2012; Sanchez-Bayo and Goka, 2014). La disponibilité des ressources alimentaires de l'abeille (nectar et pollen) est aussi impactée par les pratiques agricoles, qui contribuent directement à la présence de différentes

espèces végétales au sein des parcelles et dans leurs environs (Bretagnolle and Gaba, 2015; Decourtye et al., 2010).

Les risques d'affaiblissements et de mortalités des colonies résultent non seulement de chacun de ces facteurs mais également de leurs interactions : entre ravageurs (ex : Doublet et al., 2015; Francis et al., 2013), entre ravageurs et produits phytosanitaires (ex : Alaux et al., 2010; Blanken et al., 2015; Sánchez-Bayo et al., 2016), ou encore avec le régime alimentaire (ex : Di Pasquale et al., 2013).

Ces pertes présentent une forte variabilité annuelle comme régionale (Brodschneider et al., 2018; vanEngelsdorp and Meixner, 2010). Ainsi en 2010-2011, les pertes hivernales ont varié de 19 à 38 % aux États-Unis (VanEngelsdorp et al., 2012), et de 8 à 28 % dans les différentes régions d'Europe (Chauzat et al., 2013). Au sein d'une même région, les pertes peuvent également varier d'une exploitation à l'autre : pour l'hivernage 2017-18 en France métropolitaine, les mortalités pouvaient ainsi aller de moins de 10 % à plus de 50 % (ESA, 2019). À ces mortalités s'ajoutent des affaiblissements de colonies, qui participent à la diminution du cheptel productif. Étant donné la variabilité de ces différents types de pertes et la difficulté pour les apiculteurs à les limiter à cause notamment des nombreux facteurs en interaction, le renouvellement du cheptel demeure le principal levier pour le maintien d'un cheptel apicole productif.

2.2 Gestion des pertes par l'apiculteur : biologie de l'abeille et renouvellement du cheptel apicole

Le renouvellement d'un cheptel apicole comprend différentes pratiques, qui s'appuient sur le fonctionnement et le comportement des colonies d'abeilles. L'abeille domestique est en effet un insecte eusocial qui vit en colonie pouvant être constituée de plusieurs dizaines de milliers d'individus (Winston, 1987). Les femelles, diploïdes, sont issues d'œufs fécondés quand les mâles haploïdes sont issus d'œufs non fécondés. Au sein de ces colonies, plusieurs types d'individus sont distingués. En étant le seul individu à pondre des œufs fécondés, la reine assure le renouvellement des générations d'ouvrières. Celles-ci assurent le fonctionnement de la colonie, principalement par le soin et le nourrissage des larves, l'approvisionnement en eau et en ressources alimentaires (pollen, nectar) et la défense de la colonie. Le seul rôle actuellement connu des mâles, appelés faux-bourçons, dans la vie de la colonie est la fécondation de la reine. Cette fécondation a lieu quelques jours après l'émergence de la reine, lors d'un vol de fécondation au cours duquel la reine est fécondée par plusieurs faux-bourçons. Elle constitue à cette occasion une réserve de sperme qui permettra par la suite la fécondation des œufs tout au long de sa vie. Au sein de la colonie, la reine est régulièrement renouvelée. Ce remérage peut être un simple remplacement de l'ancienne reine, ou lié à un essaimage lors duquel l'ancienne reine et une partie des ouvrières quittent la colonie et donneront lieu à une nouvelle colonie. La durée de vie d'une colonie est ainsi indéfinie (elle peut perdurer tant qu'une reine assure le renouvellement des ouvrières) et directement liée aux différents facteurs de pertes et d'affaiblissements existants.

Les pratiques de gestion apicole et de renouvellement du cheptel, qui visent à limiter et à compenser ces pertes et affaiblissements, s'appuient sur ce fonctionnement biologique. Deux échelles peuvent être distinguées dans la gestion du renouvellement : celle de la colonie, et celle de la reine, dont le renouvellement vise notamment à assurer la pérennité de la colonie.

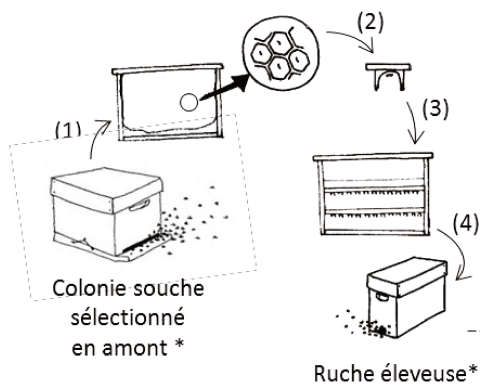
Le renouvellement des colonies est en partie lié à la gestion de l'essaimage, et le recueil d'essaims formés naturellement ou le piégeage d'essaims en période d'essaimage sont ainsi parmi les premières pratiques documentées de renouvellement des colonies (Brocchi, 1886). L'apiculteur peut également créer lui-même une nouvelle colonie, par le prélèvement d'abeilles et de cadres de couvain (essaim sur cadre) ou par le prélèvement d'abeilles uniquement (paquet d'abeilles). Dans le cas d'un essaim sur cadre, la présence de couvain peut permettre à la colonie d'élever une nouvelle reine, et l'apiculteur peut également en introduire une : c'est toujours le cas lors de la création d'un paquet d'abeilles, où l'absence de larves ne permettra pas à la colonie d'élever naturellement sa reine. Le renouvellement des reines peut aussi être géré par l'apiculteur, qui peut devancer ou empêcher la survenue d'un remérage naturel par la suppression de l'ancienne reine suivie ou non de l'introduction d'une nouvelle reine. Dans ce dernier cas, l'approvisionnement en reines peut se faire par un achat mais aussi par la mise en place d'un élevage de reines sur l'exploitation, ce qui demandera du temps supplémentaire et un savoir-faire spécifique (voir Encadré 2).

D'un apiculteur à l'autre, ces pratiques apicoles de gestion du renouvellement peuvent être très diversifiées, en lien avec les objectifs mais aussi avec les savoir-faire, les contraintes et la vision de l'apiculture de chaque apiculteur, de loisir comme professionnel (Bernier and Giovenazzo, 2018; Fortier et al., 2019). Le contexte actuel de pertes de colonies d'abeilles entraîne un besoin important de renouvellement du cheptel afin de maintenir un nombre suffisant de colonies productives. Les apiculteurs professionnels ayant dû faire face à de fortes mortalités indiquent ainsi avoir fait évoluer leurs pratiques de gestion du renouvellement en réponse à ces mortalités (Aureille, 2014), par exemple par la mise en place d'un élevage de reines pour disposer de reines disponibles sur l'exploitation. Cependant, les choix techniques de gestion du renouvellement et leurs interactions avec les autres aspects de la gestion d'un cheptel apicole au sein d'une exploitation sont aujourd'hui peu documentés.

Encadré 2 : Principales étapes de la mise en œuvre d'un élevage de reines, qui permet de disposer de cellules royales, reines vierges ou reines fécondées (voire inséminées). Ces reines pourront ensuite être utilisées par l'apiculteur au sein de son cheptel (introduction dans un essaim sur cadre ou un paquet d'abeilles, remérage de colonie) ou vendues à un autre apiculteur. Différentes techniques existent pour chacune des étapes, notamment plusieurs types de ruches élèveuses (plus ou moins complexes). Les étapes et le matériel nécessaires varient selon le stade visé. Les étapes spécifiques à l'insémination artificielle de reines (principalement utilisée dans des programmes de sélection) ne sont pas représentées.

Jour 0 : Greffage

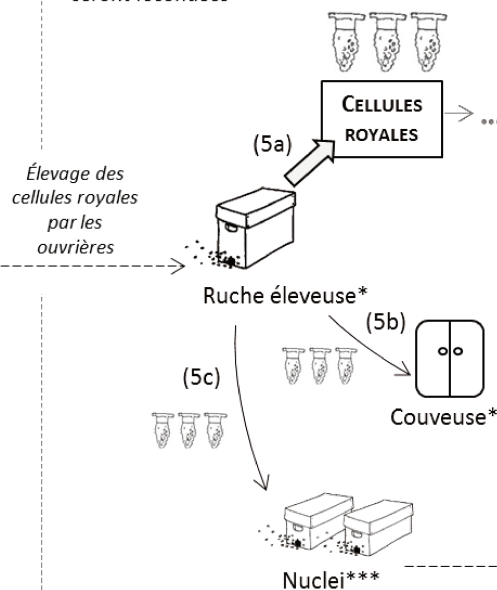
Au sein d'une colonie souche sélectionnée en amont par l'apiculteur, un cadre de couvain est prélevé (1). De jeunes larves sont transférées (greffées) de ce cadre de couvain à des cupules (2) qui sont ensuite placées dans un cadre spécifique (3), introduit dans une ruche élèveuse (4). Cette ruche élèveuse, qui est orpheline (sans reine) ou qui comprend un compartiment sans reine, élèvera les cellules royales à partir des cupules.



Jour 10 : Transfert des cellules royales

Les cellules royales operculées sont récupérées et peuvent être :

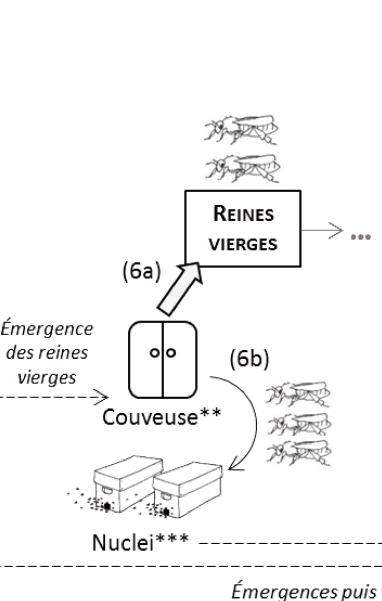
- (5a) introduites dans une colonie (lors de la création d'un essaim ou d'un paquet d'abeilles, ou pour remérer une autre colonie)
- (5b) transférées dans une couveuse où les reines vierges émergeront
- (5c) transférées dans des nuclei où les reines vierges émergeront, et à partir desquels elles seront fécondées



Jours 11 à 13 : Récupération des reines vierges

Les reines vierges ayant émergé en couveuse peuvent être :

- (6a) introduites dans une colonie (lors de la création d'un essaim ou d'un paquet d'abeilles, ou pour remérer une autre colonie)
- (6b) transférées dans des nuclei à partir desquels elles seront fécondées

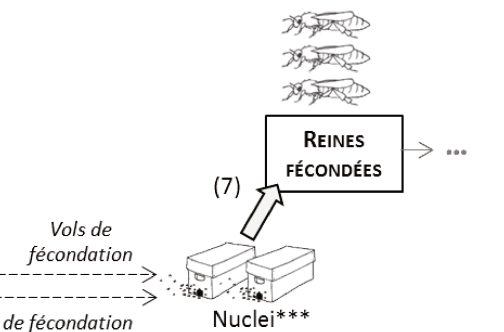


A partir du jour 25 : Récupération des reines fécondées

Après avoir contrôlé que la ponte était correcte, les reines fécondées en nuclei peuvent être récupérées (7) puis introduites lors de la création d'un essaim ou d'un paquet d'abeilles, ou pour remérer une autre colonie. Elles peuvent rester dans les nuclei jusqu'au moment opportun (le nuclei pourra alors être réutilisé pour la fécondation d'une nouvelle reine), voire être hivernées en nuclei jusqu'au printemps suivant.

Note : insémination des reines

Après leur émergence et leur introduction en nuclei, certaines reines vierges peuvent également être inséminées de manière artificielle avant qu'elles réalisent leur vol de fécondation. Cela permet d'assurer la maîtrise de la lignée mâle dans un objectif de sélection. Cela peut être fait par l'apiculteur s'il y est formé, ou par un prestataire extérieur.



Jour 0

Jour 10

Jour 11 à jour 13

Jour ~ 20 à 25 (vols de fécondation)

Légende du matériel correspondant aux étapes nécessaires :

** quel que soit le stade visé*

*** pour obtenir des reines vierges*

**** pour obtenir des reines fécondées (ou inséminées)*

Récupération des reines en nuclei : au plus tard au printemps suivant, selon les régions et formats de nuclei

3. GESTION DU RENOUVELLEMENT ET DURABILITE DES EXPLOITATIONS APICOLES : RECHERCHES ACTUELLES ET INTERETS DES APPROCHES DE LA ZOOTECHNIE SYSTEME

3.1 Considérer conjointement des enjeux économiques, sociaux et environnementaux : systèmes d'élevage et évaluation de la durabilité des exploitations

La question de la durabilité des systèmes apicoles dépasse le seul cadre de ces questions techniques liées au renouvellement du cheptel en intégrant des dimensions aussi bien économiques que sociales se posant à l'échelle du système d'exploitation. Cependant, peu de travaux sont menés à cette échelle de l'exploitation apicole, là où la recherche système en agriculture (*Farming Systems Research*) sont développées dans d'autres filières agricoles depuis les années 80 (Collinson, 1987; Darnhofer et al., 2012; Gibon et al., 1999). La recherche en zootechnie système s'est ainsi développée avec comme objectifs l'amélioration des connaissances sur les systèmes d'élevage, le développement de supports et d'outils pour les éleveurs et les conseillers et le développement d'outils de concertation entre acteurs sur des questions d'élevage et de développement rural (Gibon et al., 1999). Elle mobilise différentes disciplines et approches méthodologiques, avec une place importante laissée à la participation des agriculteurs et autres acteurs du développement agricole dans ces démarches (voir Encadré 3).

Parmi ces travaux, le développement des méthodes d'évaluation de la durabilité permet de considérer conjointement les enjeux techniques, sociaux, économiques et environnementaux des systèmes agricoles. À l'échelle de l'exploitation, différentes définitions de la durabilité existent, et ont en commun le regroupement d'objectifs sociaux, économiques et environnementaux (Zahm et al., 2015). Parmi les définitions les plus courantes, Gips (1984, cité par Zahm et al., 2015) définit une exploitation durable comme socialement juste et humaine, économiquement viable et écologiquement saine. Ces trois dimensions de la durabilité sont déclinées en une diversité de méthodes d'évaluation : à l'échelle de l'exploitation mais aussi du système de culture ou du territoire, spécifiques à certaines filières ou plus généralistes (Binder et al., 2010; Bockstaller et al., 2009). Ces méthodes d'évaluation peuvent répondre à différents objectifs : de conseil aux agriculteurs, d'analyse et d'échanges entre agriculteurs, de recherche (ex. sur les conséquences de changements de systèmes), d'appui aux politiques publiques ou encore de formation (Schader et al., 2014).

Si les systèmes apicoles répondent également à un ensemble d'objectifs économiques, sociaux et environnementaux, les méthodes d'évaluation développées dans d'autres filières ne peuvent pas être mobilisées directement, ou ne seront qu'en partie adaptées. L'absence de foncier, l'absence de contrôle des ressources alimentaires du cheptel, ou encore une saisonnalité de la production particulièrement forte contribuent en effet à limiter la pertinence pour l'apiculture des définitions de la durabilité utilisées pour d'autres filières.

Parmi les outils actuellement utilisés, le Diagnostic de l'Agriculture Paysanne (outil d'évaluation de la durabilité développé par la Fédération des Associations pour le Développement de l'Emploi Agricole et Rural) a été en partie modifié pour l'apiculture, mais seuls les enjeux

environnementaux ont été adaptés et les conseillers agricoles l'utilisant indiquent qu'un certain nombre d'éléments de ce diagnostic restent peu adaptés (FADEAR, 2014). Lors de leurs formations professionnelles, les porteurs de projet en apiculture s'appuient généralement sur des méthodes issues d'autres filières et majoritairement adaptées à des exploitations en polyculture-élevage (ex. méthode IDEA fréquemment utilisée en formation ; Vilain et al., 2008), qui peuvent ou non être adaptées à la marge par les formateurs ou les porteurs de projets pour y intégrer certains enjeux spécifiques à l'apiculture.

À l'heure actuelle, les travaux de recherche portant sur la durabilité des exploitations en général et des systèmes d'élevage en particulier n'intègrent donc pas les systèmes apicoles, et les travaux existants sur le fonctionnement et la durabilité des exploitations apicoles, principalement issus de travaux d'organismes de formation et de développement agricole ou apicole, restent incomplets.

Encadré 3. Principales approches méthodologiques mobilisées dans la recherche système en agriculture

Dans les déterminants et le fonctionnement d'un système de production agricole se trouvent entremêlées des questions techniques, économiques, sociales, environnementales ou encore politiques (Collinson, 1987; Darnhofer et al., 2012). Historiquement, la recherche système en agriculture emprunte ainsi à un ensemble de disciplines, des sciences biotechniques comme des sciences humaines (Cochet, 2011; Darnhofer et al., 2012).

La représentation des dimensions humaine et biotechnique d'un système de production et de leurs interactions à travers les pratiques de gestion est ainsi permise par la complémentarité de différentes approches, issues principalement de l'agronomie et de la sociologie (Darré, 2004; Mathieu et al., 2004). Les connaissances scientifiques des agronomes et des zootechniciens et celles des agriculteurs ne se construisent pas de la même manière, et les conceptions qu'ont les uns et les autres des pratiques et des conséquences techniques de ces pratiques diffèrent aussi. Pour aboutir à une meilleure compréhension des systèmes de production et développer des outils et supports qui soient pertinents pour les agriculteurs et pour le développement agricole et rural, l'enjeu est donc d'aboutir à une représentation qui ait du sens à la fois scientifiquement et pour les agriculteurs (Darré et al., 2004). Cela nécessite pour les chercheurs d'accéder à la représentation qu'ont les agriculteurs de leur système, au sens qu'ils donnent à leurs pratiques, ce qui est le plus souvent permis par la conduite d'entretiens auprès des agriculteurs (Mathieu et al., 2004; Sumberg et al., 2003). La représentation des pratiques agricoles qui en résulte reflète les objectifs et contraintes des agriculteurs ainsi que les moyens qu'ils déploient pour y répondre. Cela permet aussi de mieux identifier les problématiques pertinentes à considérer dans la recherche scientifique, ainsi que d'éventuelles solutions ou pistes à creuser pour répondre à ces problématiques (Faugère et al., 2010; Girard et al., 2008).

À partir de telles représentations, l'élaboration de typologie est un moyen courant d'analyser un ensemble de systèmes (qui présentent à la fois des spécificités et des traits communs). Ces typologies permettent de décrire et de caractériser la diversité des pratiques agricoles et des systèmes de production, mais aussi d'identifier les forces et faiblesses de différents types de systèmes et par là d'envisager les pistes de développement et marges de progrès possibles (Köbrich et al., 2003; Madry et al., 2013). Elles sont aussi sources de références sur les systèmes considérés, utilisables pour la recherche comme pour le développement agricole (Madry et al., 2013; Perrot and Landais, 1993).

L'implication des agriculteurs et d'autres acteurs du développement agricole a ainsi été centrale dans le développement de la recherche système en agriculture (Thompson and Scoones, 1994; Whitfield et al., 2015). De la récolte d'informations par des enquêtes à l'élaboration collective de recherches et d'action, différents niveaux d'implication des agriculteurs et autres acteurs du développement sont possibles (Gibbon, 2012). L'intérêt de l'intégration de connaissances scientifiques et de connaissances d'autres acteurs sur un même système de production est alors non seulement de pouvoir aboutir à un cadre d'analyse partagé, mais aussi à des solutions de développement adaptées au contexte dans lequel se situent les acteurs impliqués dans la démarche. Étant donnée la complexité des processus en jeu, la diversité des savoirs impliqués et des approches méthodologiques favorise en effet le développement et l'adoption de solutions adaptées aux différentes échelles spatiales considérées et au contexte dans lequel les recherches se situent (Jollivet and Lhoste, 1993; Whitfield et al., 2015). À partir d'une diversité de connaissances issues de différents processus, l'enjeu est donc d'aboutir à un ensemble formalisé de connaissances qui soit pertinent par les différents acteurs impliqués, et de formaliser les connaissances des acteurs pour aboutir à des connaissances opérationnelles et à des outils mobilisables dans la recherche ou dans le développement agricole (Faugère et al., 2010).

Encadré 3 - suite

Pour intégrer les différentes dimensions du système et considérer conjointement l'ensemble d'objectifs (techniques, économiques, sociaux...) auquel il répond, d'autres approches participent à ces recherches (Dedieu et al., 2008; Whitfield et al., 2015). L'expérimentation système vise ainsi à étudier les performances d'un système de culture ou d'élevage (défini par un ensemble de règles de décision de pilotage) en se rapprochant des fonctionnements des exploitations agricoles (Coventry et al., 2013; Deytieux et al., 2012). À l'échelle de l'exploitation ou d'un système de production, la modélisation facilite par ailleurs l'exploration des évolutions possibles de systèmes dans différentes conditions et des conséquences possibles de changements (technique, économiques...) sur cette évolution (Hervé et al., 2002; Keating and McCown, 2001).

3.2 L'analyse des pratiques, élément central de la compréhension des systèmes d'élevage

3.2.1 Intérêts de l'analyse des pratiques d'élevage

Les travaux de recherche sur les systèmes d'élevage s'appuient notamment sur la représentation d'un système d'élevage comme un ensemble de relations entre l'éleveur, le cheptel et le territoire (qui fournit entre autres les ressources fourragères ; Landais, 1987; Lhoste, 1984). Le système d'élevage regroupe donc deux sous-systèmes : un sous-système de gestion et de prise de décision, centré sur l'éleveur, et un sous-système biotechnique d'élaboration de la production (Dedieu et al., 2008; Keating and McCown, 2001). Les décisions de gestion résultent des objectifs et contraintes de l'éleveur, de la représentation qu'il a de son système, des informations disponibles. L'élaboration de la production est liée au fonctionnement animal en interaction avec son milieu (conditions environnementales, ressources disponibles ; Dedieu et al., 2008).

Entre ces deux dimensions, les informations que l'éleveur retire de son système alimentent la prise de décision. Cette prise de décision se traduit par la mise en œuvre des pratiques d'élevage (Figure 1). D'une part, ces pratiques reflètent les objectifs et contraintes de l'éleveur et permettent de représenter son système d'information et de prise de décision. D'autre part, elles ont des conséquences directes sur le fonctionnement biotechnique du système et comptent donc parmi les facteurs qui influencent son évolution. L'analyse des pratiques d'élevage permet donc de faire un lien entre la dimension humaine et la dimension biotechnique du système, entre sa gestion et ses performances, et constitue à ce titre un élément majeur de l'étude des systèmes d'élevage (Dedieu et al., 2008; Gibon et al., 1999; Landais et al., 1988). De manière directe ou en interaction avec le contexte de l'exploitation (ex. conditions pédoclimatiques), les pratiques agricoles sont aussi parmi les facteurs dont dépend la durabilité de l'exploitation (Lebacqz et al., 2013).

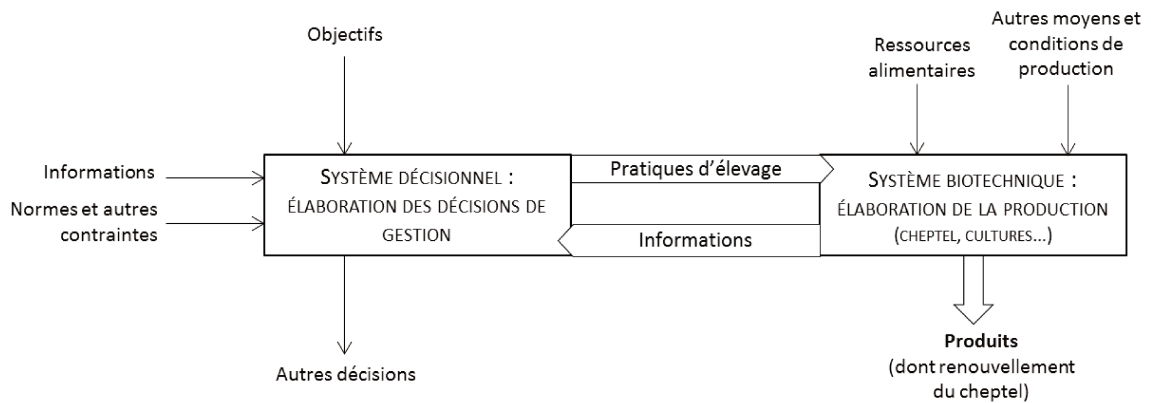


Figure 1 : Représentation d'un système d'élevage comme deux sous-systèmes en interaction. Adapté de Dedieu et al. (2008).

3.2.2 Place des pratiques apicoles dans la recherche actuelle en apidologie et en apiculture

En apiculture, les pratiques de gestion du cheptel sont de même un élément clef du fonctionnement de l'exploitation, en lien avec les objectifs de l'apiculteur. Si la dimension biologique des systèmes est l'objet de nombreux travaux en apidologie, ces pratiques restent cependant relativement peu explorées. Depuis le développement de la recherche agronomique dans les années 60, l'abeille domestique a en effet été étudiée principalement en termes de biologie à l'échelle de l'individu ou de la colonie, et par son rôle au sein de l'agroécosystème (Fert, 2015). Les menaces pesant actuellement sur les abeilles constituent une grande place dans les recherches actuelles : impacts des produits phytosanitaires, ravageurs et pathogènes, disponibilité des ressources dans un contexte de changement climatique... (Decourtye et al., 2019). Les pratiques de l'apiculteur et leurs conséquences sur l'évolution des colonies et plus largement du système de production restent bien souvent hors du champ de ces études, dont la majorité sont menées à l'échelle de l'abeille ou de la colonie. Les modèles de fonctionnement des colonies d'abeilles intègrent par exemple peu d'éléments liés aux pratiques apicoles et aux interventions possibles de l'apiculteur sur la colonie (Becher et al., 2014, 2013).

Les recherches portant sur la dimension humaine des systèmes apicoles commencent en revanche à se faire plus fréquentes. Depuis quelques années, les travaux en sciences sociales portant sur l'apiculture se développent, avec ou sans focus sur l'apiculture professionnelle. En géographie sont notamment explorées les questions de mobilité et d'accès aux ressources florales (Durant, 2019), ainsi que de place et d'évolution de l'apiculture dans le territoire (Adam, 2019). Les pratiques et visions des apiculteurs de transhumances (Phillips, 2014), l'élaboration et la circulation des connaissances en apiculture de loisir (Adams, 2018) ou professionnelle (Adam et al., 2017) sont l'objet de travaux récents en sociologie. En France, le réseau Abeilles et Sociétés s'est structuré en 2016 et vise à étudier les mondes apicoles et leurs évolutions par différentes approches de sciences sociales (anthropologie, sociologie, géographie...).

À l'interface entre ces aspects humains et biologiques des systèmes apicoles, les pratiques apicoles et leurs conséquences sont l'objet d'une minorité de travaux récents. Les travaux d'Adam (2019) s'intéressent notamment à la gestion des transhumances et aux liens de l'apiculture au territoire, par des approches de géographie mais aussi d'agriculture comparée (Cochet, 2011). Les

pratiques apicoles de gestion sanitaire de l'acarien parasite *Varroa* apparaissent les plus fréquemment considérées, avec d'autres indicateurs globaux de gestion des colonies (achat ou non d'essaims, ruchers transhumants ou sédentaires, remplacement ou non de reines...) qui peuvent être intégrés parmi les facteurs potentiels de pertes de colonies (Beyer et al., 2018; Brodschneider et al., 2019; Giacobino et al., 2017; Jacques et al., 2017). Cependant, les distinctions souvent soulignées entre les pratiques de gestion des apiculteurs de loisir et professionnels (considérés conjointement dans une majorité des études sur les pratiques sanitaires et sur les pertes de colonies) peuvent masquer la diversité des pratiques existant parmi les apiculteurs professionnels. Ces pratiques apicoles des professionnels, qui restent relativement mal connues (Phillips, 2014), doivent répondre à des objectifs et contraintes spécifiques liées au caractère professionnel de leur activité : nécessité d'en retirer un revenu, contraintes d'organisation dans le fonctionnement de l'exploitation, attentes en termes de qualité de vie...

Les conséquences techniques de certaines pratiques apicoles, plus fréquemment l'objet de recherches menées dans des structures de développement apicole ou agricole, peuvent aussi être présentes dans la littérature grise. En France, le réseau des Associations de Développement Apicoles régionales, le Groupement des Producteurs de Gelée Royale (GPGR) ou des Centres d'Études Techniques Apicoles (CETA) locaux réalisent ainsi des expérimentations et suivis techniques chez leurs adhérents ou sur leur propre cheptel, éventuellement en association avec des unités de recherche INRA ou avec l'ITSAP-Institut de l'abeille. Comme dans le cas de la recherche en apidologie, l'étude des facteurs de mortalités des colonies et de leur gestion sanitaire occupe aussi une place importante dans ces travaux.

3.2.3 Pratiques de renouvellement du cheptel apicole et place dans le fonctionnement de l'exploitation apicole

Dans le fonctionnement d'une exploitation apicole, les pratiques de gestion du cheptel et leurs relations avec l'aspect biotechnique du système et avec sa durabilité restent donc à explorer dans une large part. Parmi les pratiques d'élevage, trois types d'actions de l'éleveur sur son système peuvent être distingués : la gestion du cheptel et de sa reproduction, la gestion des ressources et la gestion de l'adéquation entre le cheptel et les ressources disponibles dans le temps (Dedieu et al., 2008). En apiculture, la gestion du renouvellement du cheptel prend une place d'autant plus centrale que la gestion des ressources ne peut pas être directe (l'apiculteur ne maîtrise pas les ressources florales dont dépendent ses colonies) et que les pertes de colonies sont aujourd'hui élevées et variables.

Dans les échanges et travaux des structures de développement apicole, la gestion du renouvellement est notamment abordée par la présentation d'exemples d'exploitations considérées comme performantes, avec un focus fréquent sur l'élevage de reines. Cependant, la diversité des pratiques de renouvellement du cheptel parmi les apiculteurs professionnels, dont les pratiques et objectifs sont distincts de ceux des apiculteurs de loisir (Fortier et al., 2019), est aujourd'hui difficile à appréhender alors que ces pratiques peuvent avoir des conséquences sur l'évolution possible du nombre de colonies dans le cheptel et sur les résultats économiques attendus pour l'exploitation (Maucourt et al., 2018).

Les pratiques de renouvellement s'inscrivent plus largement dans un ensemble de pratiques de gestion du cheptel, et les choix techniques de renouvellement peuvent donc avoir des conséquences sur cette gestion dans son ensemble. La mise en place d'un atelier d'élevage de reines par exemple demande de disposer d'un temps suffisant au printemps, période qui est aussi celle de la gestion de l'essaimage, des prestations éventuelles de pollinisation et des premières miellées. Les conséquences des choix de renouvellement du cheptel sont donc à explorer à l'échelle de l'ensemble de l'exploitation.

4. QUESTIONS DE RECHERCHE, DEMARCHE ET CONTEXTE DE LA THESE

4.1 Contexte : le projet Durapi

Cette thèse a été réalisée dans le cadre d'une Convention Industrielle de Formation par la Recherche (CIFRE), au sein de l'Institut Technique et Scientifique de l'Apiculture et de la Pollinisation (ITSAP-Institut de l'abeille). Elle s'inscrit dans le cadre d'un projet Casdar Innovation et Partenariat, le projet Durapi : « Durabilité des exploitations apicoles : méthode d'évaluation multicritère, impact des stratégies de renouvellement du cheptel et accompagnement technique des professionnels ». Porté par l'ITSAP-Institut de l'abeille, il a rassemblé des partenaires de la recherche et du développement apicole et agricole de 2016 à 2019 :

- **Instituts de recherche** : INRA Écodéveloppement, INRA Abeilles et Environnement, IRSTEA,
- **Acteurs du développement apicole** :
 - **Nationaux** : Fédération Nationale du Réseau de Développement Apicole (ADA France), Groupement des Producteurs de Gelée Royale (GPGR)
 - **Régionaux** : ADA Occitanie, ADA Nouvelle-Aquitaine (ADA NA), ADA Auvergne-Rhône-Alpes (ADA AURA), ADA Provence (ADAPI), ADA Centre (ADAPIC),
- **Instituts techniques** : Institut de l'élevage (IDELE), ITSAP-Institut de l'abeille
- **Enseignement agricole** : Établissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricole Toulouse-Auzeville (uniquement durant le début du projet).

Le projet Durapi porte sur la durabilité des exploitations apicoles, et sur les conséquences de leurs stratégies de renouvellement sur cette durabilité. Il s'est structuré en trois actions :

- **Action 1** : élaboration d'une méthode d'évaluation de la durabilité des exploitations apicoles (prenant en compte leurs performances économiques, environnementales et sociales, action coordonnée par l'ITSAP-Institut de l'abeille) ;
- **Action 2** : analyse des stratégies de renouvellement du cheptel mises en place par les apiculteurs et de leurs impacts sur la durabilité des exploitations (action coordonnée par l'ITSAP-Institut de l'abeille) ;
- **Action 3** : élaboration d'outils d'accompagnement technique et pédagogique pour le conseil et la formation en apiculture, qui porteront sur la durabilité des exploitations apicoles et sur les stratégies de renouvellement du cheptel, en lien avec les autres actions du projet (action coordonnée par ADA France).

Les travaux réalisés dans le cadre de cette thèse correspondent aux deux premières de ces actions (Figure 2).

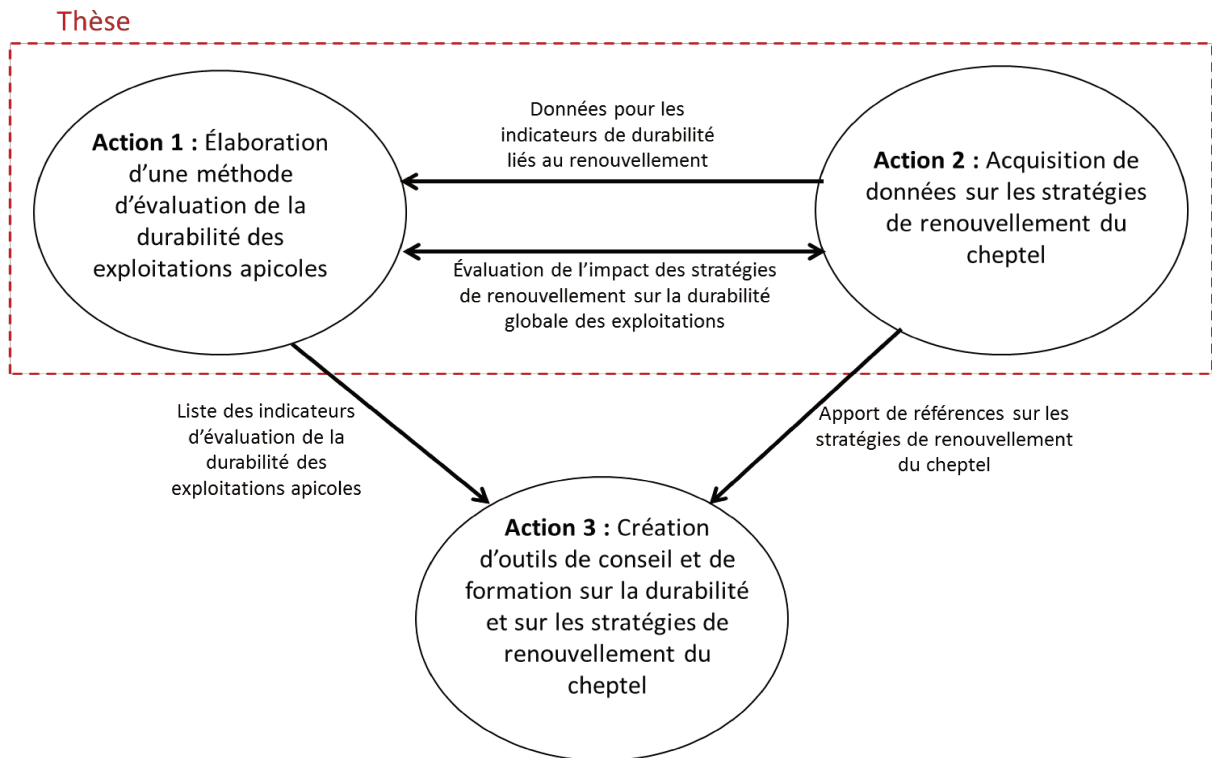


Figure 2 : Place de la thèse dans les trois actions du projet Durapi et principaux liens entre les actions.

Ces travaux ont donc été réalisés en interaction directe avec les différents partenaires du projet, et plus particulièrement les acteurs du développement apicole impliqués dans l'Action 2 du projet. Les animateurs des ADA partenaires et du GPGR ont été impliqués dans la mise en place et dans la réalisation des enquêtes visant à identifier les stratégies de renouvellement du cheptel apicole, puis de nouveau dans l'étude des conséquences des stratégies de renouvellement du cheptel sur le temps et l'organisation du travail en exploitation. La méthode Bilan Travail (méthode d'analyse du temps et de l'organisation du travail en élevage) a été adaptée à l'apiculture grâce à l'appui de l'Institut de l'Élevage. Les travaux de cette thèse et du projet Durapi ont été réalisés en France métropolitaine (Figure 3).

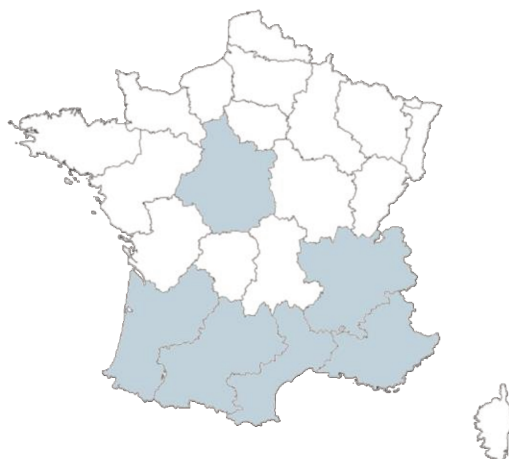


Figure 3 : Régions dont les ADA sont partenaires du projet Durapi. Le GPGR est un groupement national et non représenté sur la carte. Le projet ayant commencé avant la fusion administrative des Régions et les fusions d'ADA en résultant, les territoires concernés par les actions où les ADA ont été directement impliquées sont ceux des anciennes régions administratives et sont ceux représentés sur cette carte.

4.2 Questions de recherche

Dans le contexte actuel de la filière apicole et de la recherche sur les systèmes apicoles, plusieurs enjeux principaux peuvent être identifiés.

En premier lieu, les exploitations apicoles font aujourd'hui face à un ensemble de problématiques, dont la variabilité des pertes de colonies et de la production de miel. Dans ce contexte, la durabilité des exploitations actuelles et des projets d'installation est un enjeu majeur, sans qu'il existe d'outils de conseil ou de formation sur cette thématique qui soient adaptés à l'apiculture. Les cadres d'évaluation de la durabilité actuellement disponibles, développés pour d'autres filières agricoles, ne sont en effet pas transposables directement aux systèmes apicoles. Le développement d'outils d'appui aux exploitations apicoles et aux porteurs de projet passe donc par une meilleure compréhension de cette durabilité. Cette thèse propose donc des éléments de réponse aux questions de recherche suivantes :

1. Comment définir la durabilité pour une exploitation apicole ? Quels en sont les principales composantes ?

Dans le fonctionnement d'une exploitation apicole, l'absence de leviers directs de gestion des ressources fourragères donne une place centrale à la gestion du cheptel dans l'élaboration de la production apicole, d'autant plus dans le contexte de pertes élevées de colonies d'abeilles. Si ces pertes sont l'objet de nombreux travaux de recherche, les moyens mis en place par les apiculteurs pour y faire face et les conséquences possibles sur le fonctionnement et la durabilité de l'exploitation sont peu explorés. Cette survenue de pertes de colonies difficiles à prévoir et à anticiper fait pourtant de la stratégie de renouvellement un élément clef de la gestion d'une exploitation apicole, qui doit permettre d'assurer le maintien d'un cheptel productif suffisant tout en satisfaisant les objectifs et contraintes de l'apiculteur. Les pertes de colonies d'abeilles sont donc abordées ici par le biais de leur gestion au sein des exploitations apicoles, via les stratégies de renouvellement du cheptel mises en place. L'hypothèse est faite que la stratégie de gestion du

renouvellement, au-delà du maintien du cheptel, a des conséquences sur le fonctionnement de l'exploitation dans son ensemble et sur sa durabilité.

Pour mieux appréhender les conséquences possibles des différentes stratégies de renouvellement du cheptel sur la durabilité des exploitations apicoles, une meilleure connaissance de la diversité de ces stratégies apparaît une étape nécessaire. La place de la gestion du renouvellement dans la durabilité des exploitations apicoles est donc analysée dans cette thèse à travers plusieurs questions :

2. Comment définir les stratégies de renouvellement du cheptel apicole ? Quelles sont les stratégies actuelles de gestion du renouvellement dans les exploitations apicoles ?

3. Quelles conséquences les stratégies de renouvellement du cheptel peuvent-elles avoir sur la durabilité des exploitations apicoles ?

4.3 Démarche

Ces questions de recherche sont explorées en s'appuyant sur plusieurs approches méthodologiques, en interaction avec les acteurs de la filière apicole (apiculteurs, développement apicole) pour les premières parties de la thèse.

La première partie de ce manuscrit (Chapitre A) propose une définition de la durabilité d'une exploitation apicole dans le contexte actuel de la France métropolitaine, co-construite avec des apiculteurs professionnels et d'autres acteurs de la filière apicole.

La seconde partie (Chapitre B) propose une typologie des stratégies de renouvellement du cheptel actuellement mises en œuvre au sein d'exploitations en France métropolitaine, sur la base d'enquêtes menées auprès d'apiculteurs professionnels en partenariat avec des personnes issues du développement apicole (ADA, GPGR). Cette typologie permet de définir les pratiques participant à la stratégie de renouvellement du cheptel et de représenter leur diversité. Ces travaux ont aussi permis d'envisager les conséquences possibles de la gestion du renouvellement sur la durabilité de l'exploitation, et de formuler ou préciser les hypothèses qui sous-tendent les chapitres C, D et E qui explorent les conséquences possibles de la gestion du renouvellement sur différents éléments de durabilité de l'exploitation.

La troisième partie regroupe donc des études sur les liens entre la gestion du renouvellement et plusieurs composantes de la durabilité : le temps et l'organisation du travail (Chapitre C), le maintien d'un cheptel productif (Chapitre D), et l'adaptabilité de l'exploitation (Chapitre E).

Le chapitre C concerne les conséquences possibles de stratégies de renouvellement en termes de temps et d'organisation du travail. Il présente une adaptation à l'apiculture de la méthode Bilan Travail (développée par l'IDELE-Institut de l'élevage et par l'INRA), et l'application de cette méthode pour estimer les conséquences majeures de certains choix de gestion du renouvellement en termes de temps et d'organisation du travail. L'adaptation de la méthode à l'apiculture a été réalisée en collaboration avec l'IDELE, et la réalisation des Bilans Travail menés auprès d'apiculteurs a de nouveau mobilisé les différentes personnes des ADA et du GPGR impliqués dans le projet Durapi.

Le chapitre D se base sur le suivi d'une expérimentation comparant deux types de gestions des reines, pour identifier les principales conséquences de ces gestions sur le maintien du cheptel et ses performances techniques (production de miel, apports alimentaires, état sanitaire...). Cette expérimentation a été mise en œuvre sur le cheptel expérimental de l'ITSAP-Institut de l'abeille, en lien avec l'unité Abeilles et Environnement de l'INRA.

Enfin, le chapitre E. présente une modélisation dans le cadre théorique de la viabilité de différentes stratégies de renouvellement du cheptel en lien avec des contraintes économiques, de temps de travail et d'adaptabilité de l'exploitation. Le modèle élaboré, issu d'une collaboration au sein de l'INRA Écodéveloppement, se base sur les résultats développés dans les chapitres précédents. Cette modélisation a permis d'explorer les effets de certains choix techniques sur la capacité de l'exploitation à assurer un revenu suffisant dans un temps de travail donné, tout en conservant une marge de manœuvre dans les itinéraires techniques possibles (adaptabilité de la gestion).

La discussion générale de la thèse revient sur la place de la gestion du renouvellement dans le fonctionnement d'une exploitation apicole et dans sa durabilité, sur les intérêts et limites de la démarche présentée et sur les applications possibles et perspectives qu'ouvrent ces résultats pour la recherche comme pour le développement apicole.

Les différentes approches mobilisées et l'articulation entre les parties de la thèse sont synthétisées par la Figure 4.

Questions de recherche

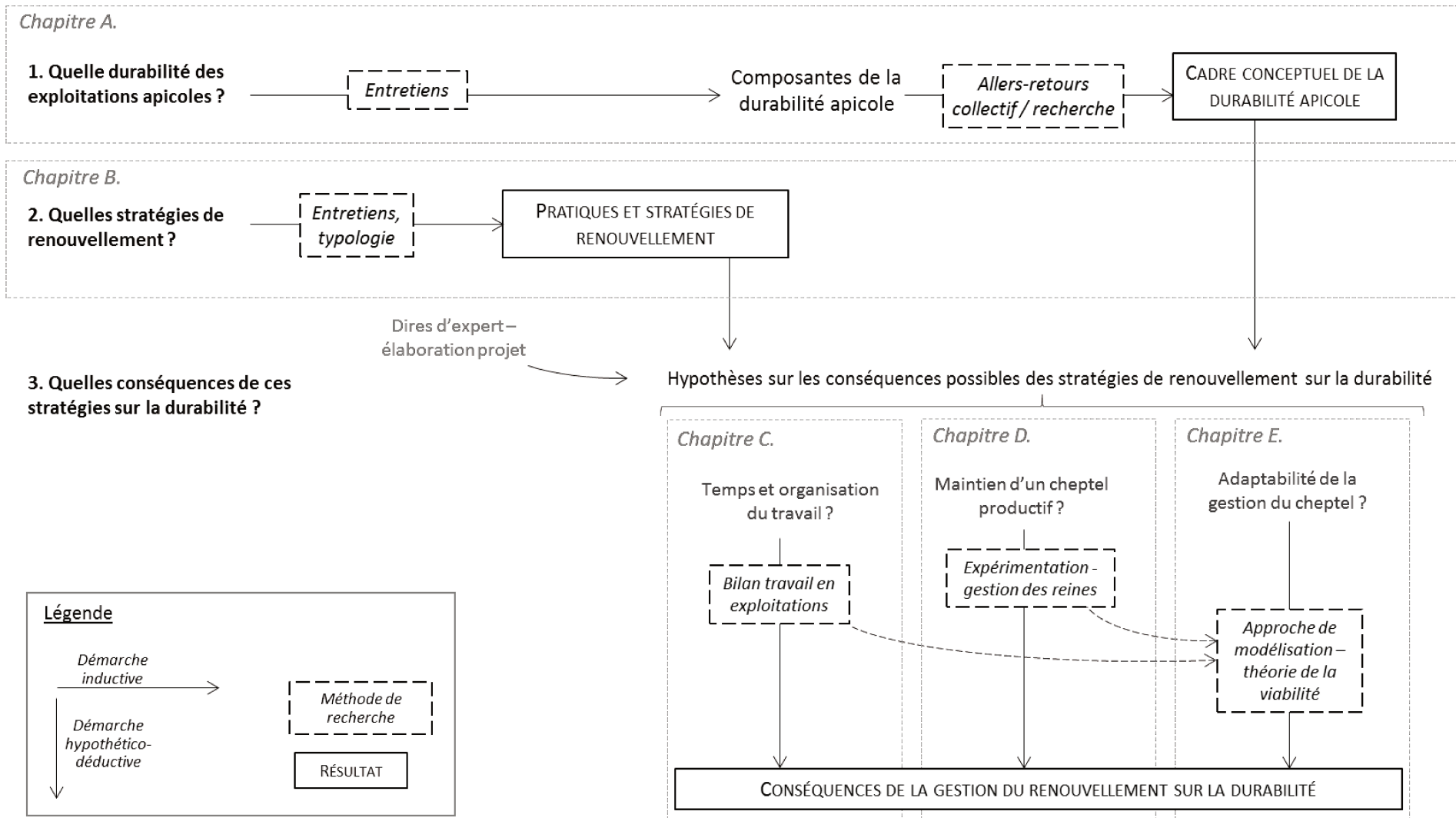


Figure 4 : Méthodes mobilisées pour les questions de recherche traitées et articulation entre les parties de la thèse. Cette figure est reprise par la suite pour aider à situer chaque chapitre dans l'ensemble du manuscrit.

Partie I
Durabilité des exploitations apicoles

A. COMMENT DEFINIR LA DURABILITE D'UNE EXPLOITATION APICOLE ?

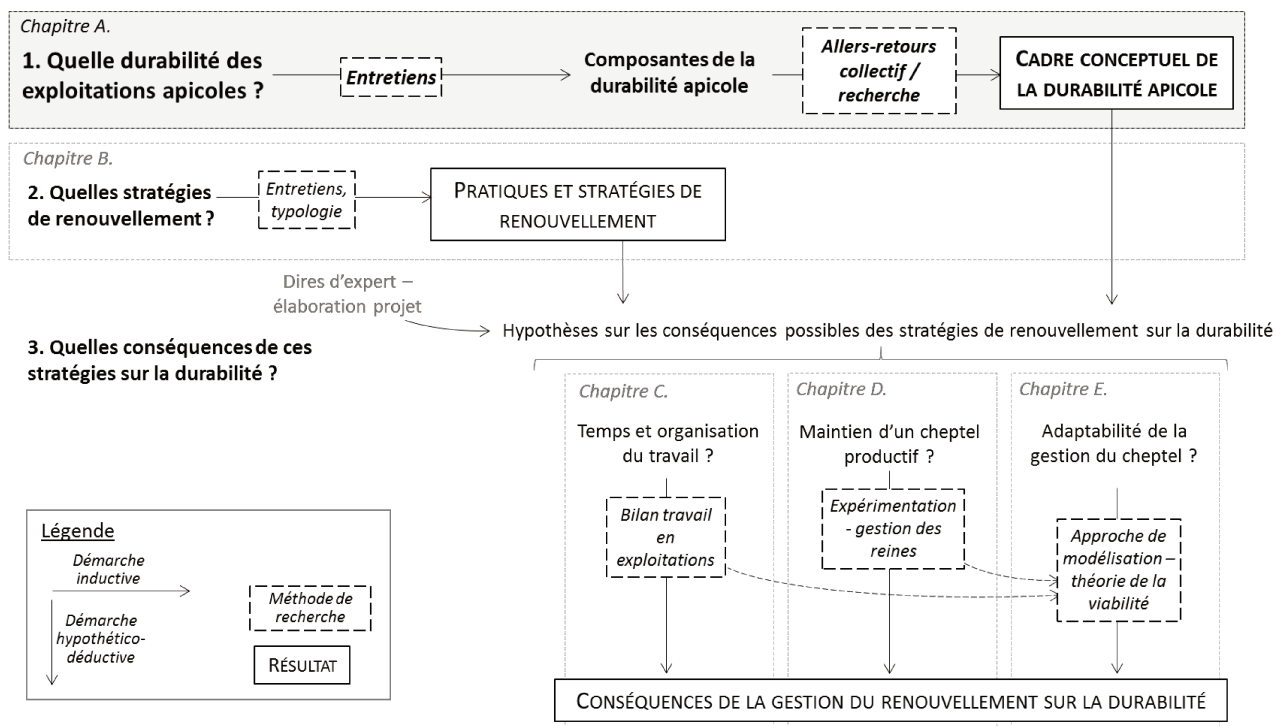
Pour mieux cerner les enjeux actuels de durabilité des exploitations apicoles, une démarche participative a été mise en place, et a impliqué différents acteurs de la filière apicole. La conduite d'entretiens individuels puis l'organisation d'ateliers collectifs ont permis d'identifier puis d'organiser les nombreuses composantes de la durabilité apicole en une définition commune.

Ces composantes de la durabilité apicole ont été organisées en six dimensions, qui reflètent à la fois des enjeux de durabilité communs à la plupart des filières agricoles (notamment sur des aspects économiques ou sociaux, comme les questions de qualité de vie de l'apiculteur) et des aspects plus spécifiques à l'apiculture. En particulier, cette définition souligne l'importance de la capacité d'adaptation des exploitations apicoles pour composer avec un contexte de fortes incertitudes, et en l'absence de leviers directs sur la ressource florale.

Ces résultats ont fait l'objet d'un article publié en 2019 dans *Agricultural Systems* (n°176 : 102653), qui constitue ce chapitre.

Cette définition est par la suite mobilisée pour identifier la place de la gestion du renouvellement du cheptel dans la durabilité de l'exploitation, et les différentes composantes qui pourraient être liées à cette gestion du renouvellement.

Questions de recherche



BEE FARMING SYSTEM SUSTAINABILITY: AN ASSESSMENT FRAMEWORK IN METROPOLITAN FRANCE

Coline Kouchner^{a,b,c,d,*}, Cécile Ferrus^{a,b}, Samuel Blanchard^{a,b}, Axel Decourtye^{a,b,e}, Benjamin Basso^{a,b}, Yves Le Conte^{b,c}, Marc Tchamitchian^d

^a *ITSAP-Institut de l'abeille, 84000, Avignon, France.*

^b *UMT PrADE, 84000, Avignon, France*

^c *Abeilles et Environnement, INRA, 84000, Avignon, France*

^d *ECODEVELOPPEMENT, INRA, 84000, Avignon, France*

^e *ACTA, 84000, Avignon, France*

* Corresponding author. Email address: coline.kouchner@inra.fr

ABSTRACT

Beekeeping is a long-standing production of livestock, which currently faces several technical and economic challenges such as high colony losses and highly variable honey yields. While the sustainability of current and future bee farms is at stake, the current research on agricultural sustainability assessment poorly considers the technical and management specificities of bee farming systems, systems that remain poorly understood. To fill this gap, we designed a sustainability assessment framework, in other words, a detailed and organised definition of the sustainability of bee farming systems, that identifies the current sustainability issues of these systems at the farm level. Through interviews and workshops, beekeepers and other stakeholders were involved in the design process to include a diversity of viewpoints on the definition of sustainability for bee farming systems, and to ensure the relevance of this assessment framework. The resulting framework highlights the current economic, social and environmental issues of bee farming systems and is organised into six dimensions. Three dimensions are farm-focused, and the three others consider the interactions of the farm with its environment, its territory and the beekeeping sector. That framework reveals the sustainability issues and factors that bee farming systems share with other agricultural sectors as well as their specific issues. In particular, the adaptive capacity of bee farming systems, including their flexibility, their diversity and the learning capacity of the beekeeper, appeared to be a key factor in their sustainability, as is the case for other pastoral systems that have to cope with unpredictable changes in the availability of their feed resources on which they have little direct control. In addition, land management practices partly determine the quality and availability of floral resources, which are hard to estimate, and thus present specific concerns and opportunities in their management. This work provides the first sustainability assessment framework that properly considers the current issues and specificities of bee farming systems, thus providing an outlook on the sustainability challenges of these systems and a basis for the development of an on-farm sustainability assessment tool.

Keywords (max 6): apiculture, beekeeping, forage resource management, adaptive capacity, participatory design, multicriteria assessment

1. INTRODUCTION

While beekeeping is a livestock production that has provided honey and other bee products for thousands of years (Kritsky, 2017), it is poorly understood and studied as a professional agricultural activity. Beekeeping produces a diversity of products and services. In addition to producing agricultural goods (honey, royal jelly, propolis, pollen, wax...), beekeeping provides livestock to the beekeeping sector (queens, packaged bees, artificial swarms) and pollination services to crop farmers and society (Chauzat et al., 2013; Rucker et al., 2012). Around the world, these outputs and services depend on both non-professional and professional beekeepers, with the latter representing about 9 % of European beekeepers, for whom beekeeping activity is the main source of revenue (Chauzat et al., 2013). While professionals usually represent a small part of the total number of beekeepers, they often play a major role in the sector's economy. In 2012 in France, professional beekeepers were the main providers of pollination services (FranceAgriMer, 2012a), and although they represented only 4 % of the total number of beekeepers in 2016, they produced 65 % of the annual honey (FranceAgriMer, 2018a).

In spite of these essential outputs and services, beekeeping is rarely considered in livestock sciences. However, the three dimensions of livestock systems as defined by Gibon et al. (1999) and Landais (1987) are relevant when describing bee farming systems: the farmer; the livestock; and the resources, including feed resources, energy, information or material. In bee farming systems, livestock refers to the beekeeper's honey bee stocks, which feed on surrounding floral and other feed resources (e.g. honeydew). The farm usually consists of a farmstead with storage and processing facilities, along with a variable number of apiary sites where colonies are located and which are usually rented to beekeepers by the landowners. Colony management mainly consists of queen and colony replacement, sanitary practices, feed management and the technical practices related to the different productions (e.g. honey harvesting or queen breeding). As in pastoral livestock systems², feed management is mainly based on the mobility of honey bee stocks, as the beekeeper has little control over the feed resources. Colony management also has to make up for the annual colony losses that beekeepers experience: high rates of colony losses have been reported around the world in recent years, with a strong variability across regions and years (Brodschneider et al., 2018; vanEngelsdorp and Meixner, 2010). In 2010-11, winter losses varied from 8 to 28 % in Europe (Chauzat et al., 2013), and from 19 to 38 % for professional beekeepers in the United States (vanEngelsdorp et al., 2012). Compensating for these losses to maintain a sufficient number of productive colonies requires the use of potentially time-consuming practices (e.g. colony splits). Besides this technical issue, the beekeeping sector also suffers from economic issues including a significant variability in honey production: in France, the annual average honey production for professional beekeepers varied from 14.4 kg/hive in 2014 to more than 30 kg/hive in 2015, due to climatic conditions (FranceAgriMer, 2016).

In this context, the sustainability of current and future bee farms is a central challenge for the beekeeping sector. As in other agricultural systems, a better understanding of the main issues and

² According to Ayantunde et al. (2011), pastoralism includes several dimensions: an agricultural production system, a livestock-based livelihood strategy and a way of life. We here consider the agricultural dimension of pastoral systems, i.e. agricultural production systems which are characterised by mobility of animals.

factors of this sustainability could be provided by the use of sustainability assessment tools. Such tools allow the assessment of the performance of an agricultural system within a sustainability assessment framework, i.e. a detailed and organised definition of sustainability. A large number of these tools are already available, each of them including its own sustainability specification that depends on the agricultural sector, on the organisational level to assess (from cropping system to farm or regional level) and on the goals of the assessment (Binder et al., 2010; Bockstaller et al., 2009; Diazabakana et al., 2014). They cover a wide range of purposes: on-farm advice, self-assessment by farmers, research, policy advice, education, and certification (Schader et al., 2014). Among this diversity of scopes, farm-level tools can be used by farmers or extension services to identify the strengths and weaknesses of the farm, to consider possible developments and improvements in farm management or to assess and discuss the sustainability of a farm establishment project (de Olde et al. 2016). Despite this potential, to our knowledge, there is currently no suitable tool to assess the sustainability of bee farming systems. Sustainability assessment tools from other agricultural sectors are sometimes used by students or extension services, but according to their feedback, they frequently find that these tools lack relevance given the differences in management of bee farming systems compared to most agricultural systems, e.g. no land management and little control over feed resources, which thus confirms an interest in a sustainability assessment tool for the beekeeping sector.

The first step in designing a sustainability assessment tool for bee farming systems is to define what sustainability means in these systems, i.e. to develop the sustainability assessment framework that will underlie the sustainability assessment tool (de Olde et al., 2017; Lairez et al., 2015). Here we present the development and main components of a sustainability assessment framework for beekeeping. This framework was developed along with professional beekeepers and other stakeholders from the beekeeping sector, in order to ensure a proper consideration of the current issues of bee farming system sustainability. This work was conducted in metropolitan France from 2016 to 2018.

2. METHODOLOGY

To design a sustainability assessment framework, preliminary choices have to be made, as detailed below: first, clarify the goals of the assessment framework, and second, define the design methodology.

2.1 Definition of goals

Intended uses and users, scopes and level of assessment, and system boundaries have to be defined before designing a sustainability assessment framework (Binder et al., 2010; Lairez et al., 2016). We made these choices jointly with coordinators of professional beekeeper groups during a workshop in April 2016. The possible choices were listed and ordered according to the identified needs of the beekeeping sector and professional beekeepers. The main choices were:

- **Objectives:** to provide a detailed and organised definition of sustainability of bee farming systems. This framework should allow the development of a tool that could be used to assess the strengths and weaknesses of a farm or a farm establishment project,

and/or to provide a basis for reflection on possible developments and improvements of the farm through an on-farm assessment.

- **Considered systems:** we focused on current and future professional beekeepers, as sustainability becomes a central issue when beekeeping is a way to earn a living and not a hobby. The definition of a professional beekeeper varies from one country to another and usually establishes beekeepers as professional when they manage a minimal number of colonies or when beekeeping is their main source of income (Chauzat et al., 2013). Our sustainability assessment framework was designed for beekeepers for whom beekeeping is a significant economic activity, regardless of the specific number of colonies or level of income.

- **System boundaries and level of assessment:** farms where beekeeping is a commercial activity, including all apicultural activity generating revenue such as honey production, sale of other bee products (royal jelly, propolis, etc.), pollination services, or sale of queen or colonies. The level of organisation is the farm, including its apiary sites, regardless of their distance to the farmstead. Consequently, the territory of the farm includes the geographical and social environment of both the farmstead and the apiary sites. The farm's interactions with its territory and other stakeholders of the beekeeping sector are considered (e.g. in relation to the availability of floral resources or the susceptibility of the farm to fluctuations in the honey market).

2.2 Methodological choices for stakeholder involvement

To develop sustainability assessment frameworks, participatory design methodologies are recommended by many authors to include a diversity of viewpoints (Binder et al., 2010; Lairez et al., 2015; Triste et al., 2014) and to gather a heterogeneous group to explore a diversity of opinions (van Asselt et al., 2001). Additionally, stakeholder involvement enhances the suitability of resulting frameworks to their intended uses and users, as the adaptation of the framework to the characteristics of the farm and to the goals and values of the farmer is among the key factors that make the assessment results relevant (Binder and Wiek, 2007; de Olde et al., 2016; Marchand et al., 2014). According to these recommendations, our assessment framework was designed along with beekeepers and other stakeholders involved with the beekeeping sector. Moreover, as bee farming systems are still poorly understood, a participatory design methodology seemed essential to properly identify the current issues in their sustainability.

We identified several types of relevant stakeholders:

- **From the beekeeping sector:** professional beekeepers; diversified beekeepers (professional beekeepers also having another agricultural or professional activity); coordinators of professional beekeeper groups; beekeeping teachers; beekeeper unions; representatives from the downstream beekeeping sector (honey selling cooperatives, bee product traders); veterinarians; and experts from apicultural development or research
- **Affiliated with the beekeeping sector indirectly:** national park managers and land managers
- Researchers or experts **from other agricultural sectors** working on sustainability assessment issues.

Among these identified stakeholders, the downstream beekeeping sector could not be involved due to the unavailability of representatives.

To identify the strengths and weaknesses of the different possible participatory design methodologies, we interviewed designers of other agricultural sustainability assessment frameworks that were set up in France in the last decade (Alaphilippe et al., 2017; FADEAR, 2014; Fourrié et al., 2013; Litt et al., 2014; Pottiez et al., 2013; Protino et al., 2015). The six telephone interviews were semi-structured and were conducted in May and June 2016. This allowed us to identify the design methodologies of these projects, the involved stakeholders and the respective roles of researchers and stakeholders in the design methodologies, e.g. decision-making processes. These results were used to choose the way in which to involve the stakeholders in our design methodology for the specification of the term sustainability, and to plan the successive steps of the methodology described below.

2.3 Design methodology for sustainability specification

The methodology unfolds in seven steps (from A to G) alternating research work and interactions with stakeholders. The stakeholders were involved at the three key steps of our design methodology (B, D, G, Figure A.1): collecting as many suggestions as possible on the sustainability of bee farming systems through individual interviews, and building and validating an organised framework during two collective workshops. These three steps needed to be prepared and their results processed, thus defining steps A, C, E and F. The successive steps are described below.

Step A. We first established a list of common sustainability items appearing in several sustainability assessment tools used in other agricultural sectors, namely crop-livestock farming (IDEA version 3: Zahm et al., 2008; “Diagnostic de l’agriculture paysanne”: FADEAR, 2014); fruit production systems (DEXi Fruits: Alaphilippe et al., 2017) and organic farming (RefAB: Fourrié et al., 2013). This list contained all of the dimensions of the considered tools, as well as their themes and subthemes (see Figure A.2) when they could be relevant to beekeeping: we excluded some themes and subthemes that were obviously irrelevant due to management specificities, e.g. land or crop management: nitrogen balance, soil erosion risks, etc.

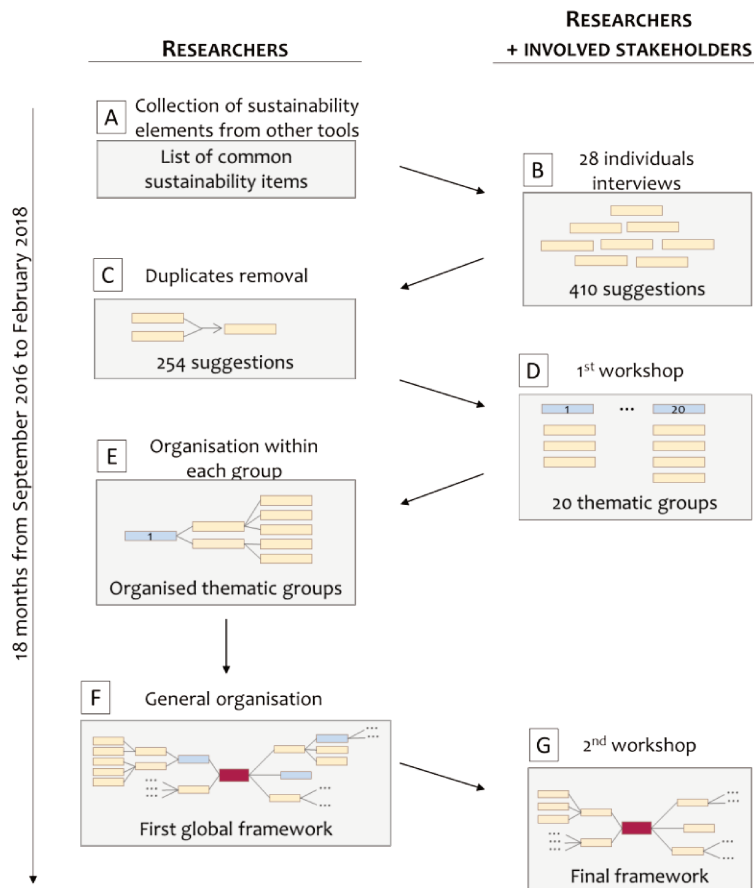


Figure A.1: Successive steps (from A to G, see the framed letters) followed to obtain the sustainability specification for bee farming systems. The steps on the left were conducted by the researchers alone, and the steps on the right involved researchers, beekeepers and other stakeholders. At each step, the consequent achievement is mentioned in the grey frame.

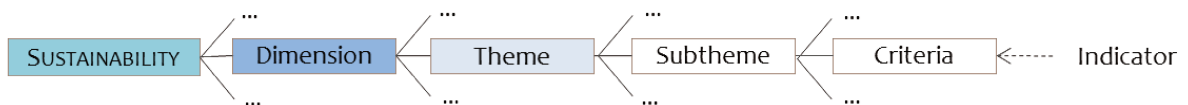


Figure A.2: Terminology used to refer to the successive levels of the assessment framework, from the broadest (dimension) to the most detailed (criteria). Sustainability assessment frameworks are commonly organised as a hierarchical tree, with various possible terminologies for the successive levels: dimension, domain, pillar, issue... (see de Olde et al. 2016). We follow here the SAFA guidelines for referring to the different components of sustainability assessment, from dimension to subthemes (FAO, 2014). Indicators are the measurement variables used to assess the performance level for the criteria (the most detailed level of the framework).

Step B. The second step of sustainability specification consisted of individual interviews that allowed stakeholders to consider the sustainability issues in bee farming systems and to express their own viewpoint about them (Figure A.1, step B). Twenty-eight interviews took place from October 2016 to February 2017, in different parts of France according to the location of the interviewee. Interviews were conducted in two parts. We first carried out an open discussion about the sustainability issues in bee farming, based on the definition of “sustainable” as “economically viable, socially acceptable and environmentally sound”. We then conducted a semi-structured interview during which the interviewee had to classify the common sustainability items (previously listed during step A) as: well adapted to the situation of beekeeping, not adapted but adaptable, or neither adaptable nor relevant.

Step C. The 410 suggestions for beekeeping sustainability items resulting from the interviews were reduced to 254 by removing the duplicates (Figure A.1, step C).

Step D. The remaining 254 suggestions for sustainability were organised into thematic groups through a workshop gathering researchers and involved stakeholders in February 2017 in Paris, France (Figure A.1, step D). The objective of the workshop was to gather into thematic groups the suggestions that were related to the same aspect of sustainability. In practice, a first suggestion, randomly chosen out of 254, was placed on a board, and the following 253 suggestions were picked one by one by the participants of the workshop and placed in relation to the previous ones on the board: either close to a previously picked, related suggestion, or alone if not related to any of the previous ones. When all of the suggestions had been placed, the resulting groups of suggestions were discussed collectively, modified when needed (reassignment of specific suggestions, group merging or splitting) and validated. A title was chosen for each group once it was validated.

Steps E-F. We organised the different suggestions in relation to each other, from the broadest to the most detailed, within each of the 20 groups resulting from step D (step E), before organising all of the groups into a single framework (step F). During this organisation, we merged some suggestions that were closely related, and some groups when they depicted directly related aspects of the farm (Figure A.1, steps E-F).

Step G. The global framework was discussed in small groups of participants during a second workshop in February 2018 in Montpellier, France. The title and organisation of some themes or subthemes were modified when suggested by the participants, so as to reach a consensus among all the participants on the overall organisation and contents of the framework (Figure A.1, step G).

3. RESULTS: A SIX-DIMENSIONAL FRAMEWORK

The resulting framework for bee farming system sustainability is structured in six dimensions. Three of which are farm-focused dimensions, according to the definition of “farm-focused sustainability” or “restricted sustainability” as sustainability of a farm “by and for itself through the use of sustainable practices” (Zahm et al., 2018, 2015): *Quality of life*, *Economic viability*, and *Ability to ensure production*. The other three dimensions consider the contribution of the farm to sustainable development at a larger scale, i.e. “extended sustainability” (Zahm et al., 2018, 2015), and the interactions of the farm with its social, environmental and economic environment: *Beekeeping sector and society issues*, *Environmental impacts* and *Local development and integration*. Each dimension includes three to four themes and a variable number of subthemes, possibly deeper subthemes, and criteria (see Figure A.2). These six dimensions and their respective themes are presented in Figure A.3 and detailed in the next paragraph. The complete framework is available as Supplementary material (Annexe 1).

The usual economic, social and environmental dimensions are represented across these six dimensions, at the farm scale or at a larger scale.

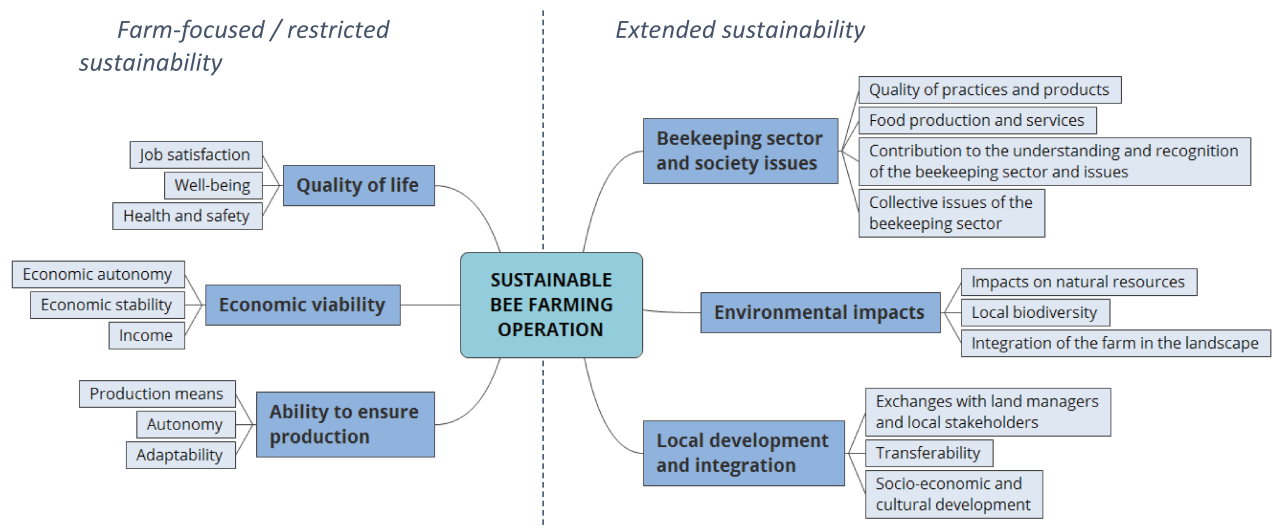


Figure A.3: Dimensions and themes of bee farming system sustainability as defined by stakeholders from the French beekeeping sector. The six dimensions are either farm-focused or related to extended sustainability (Zahm et al., 2018, 2015).

Among the three farm-focused dimensions, our *Quality of life* dimension is quite similar to liveability, quality of life or other farmer-focused components than can be found in other sectors: job satisfaction, well-being, health and safety issues. *Job satisfaction* mainly consists of the match between the beekeeper’s expectations and his/her work, in terms of farm management, exchanges, recognition, or pleasure at work. *Well-being* considers the beekeeper’s work-life balance, including the possibility of taking vacations, and *health and safety* includes possible health issues (arduousness, stress, workload) and safety issues (fire and other on-farm risks).

Economic viability includes the *Economic autonomy* of the farm (investment capacity, treasury) and its *Economic stability*, which mainly refers to the potential limiting of variability in economic results (via diversity of productions, guaranteed outlets, capacity to resist price variability). The

Income subtheme considers the match between the beekeeper's income and his/her expectation and between the income and the time spent working.

The *Ability to ensure production* dimension includes several components that were identified as helpful to the beekeeper to ensure his/her production: suitable production means, autonomy of the farm, and adaptability of the farm. *Production means* includes livestock management issues, in particular the need to ensure a sufficient number of healthy colonies (selection, sanitary and loss management, suitability of the genetic background of the colonies), the access to feed resources for the colonies in suitable quality and sufficient quantity and the other main means of production (inputs, buildings and equipment, and workforce). *Autonomy* of the farm is made up of decision-making autonomy, technical autonomy (skills and knowledge, information, access to technical advice) and the integration into a professional network as a possible support. *Adaptability* includes long-term adaptive capacity (e.g. if the main nectar flow becomes too uncertain) and annual adaptive capacity (flexibility of the management and practices to cope with annual environmental variability). This dimension reflects the challenges that beekeepers face to ensure sufficient production in the context of losses and production variability. It is related to *Economic viability* as production is the main economic outcome of the farm, but also includes technical and social issues (skills and knowledge, annual flexibility of the practices, etc.).

The other three dimensions are related to extended sustainability, and to the relationships between the farm and its territory and sector. As apiary sites can be set up far from the farmstead, several geographic areas may have to be considered in these dimensions.

First of the four themes of the *Beekeeping sector and society issues* dimension, *Quality of practices and products* includes three subthemes: the quality of practices (e.g. colony welfare), the traceability and transparency in the selling process, and the quality of products in terms of contamination risks, food safety and honey quality. *Food production and services*, through pollination and production of bee products, underscores the role of beekeeping in agricultural production. *Contribution to the understanding and recognition of the beekeeping sector and issues* reflects the common misinterpretation of professional beekeeping issues, both in society and in the agricultural world: while professional beekeepers feel to be viewed by society mainly as "protectors of biodiversity and honey bees", they also want to be recognised as food producers, both by society and other agricultural sectors. This theme also integrates the putative role of the beekeeper in raising awareness about the principal issues in beekeeping and biodiversity. *Collective issues of the beekeeping sector* refers to issues that affect the entire beekeeping sector but that also depend on individual management and practices. These issues include the preservation of the genetic diversity of the honey bee, collective sanitary issues (mainly risks of introduction or spread of invasive pests) and professional issues (professional commitment and relations within the agricultural world).

Environmental impacts is a common sustainability dimension. As in other sectors, the stakeholders involved in the sustainability specification highlighted the *Impacts on natural resources* that are mainly related to greenhouse gas emissions (primarily due to trips to the apiaries, transhumance, and the geographical origin of the inputs). These potential impacts could also be due to the use of inputs (e.g. contamination risk due to the use of veterinary products) and to waste management. Even if they are difficult to quantify, possible impacts of beekeeping on *local biodiversity* were also mentioned: either positively through the pollination of wild and

cultivated plants, or negatively in which a high density of honey bee colonies at a landscape scale may lead to competition for resources with local wild bees. The *Integration of the farm in the landscape*, which includes the integration of the farmstead and apiary sites and is mainly the integration of the buildings into their environment through their architecture or choice of material, is also considered in this environmental dimension.

Lastly, the *Local development and integration* dimension (Figure A.3) considers the contribution of the farm to the sustainable development of its territory through *Socio-economic and cultural development* (valorisation and local sale of products, employment, local-level dynamics) and through the *Transferability* of the farm, i.e. the possibility to transfer the farm from one generation to another, and the transfer of knowledge and skills. Through the theme *Exchanges with land managers and local stakeholders*, this dimension also includes the need to raise awareness about the floral resource quality and availability among the land managers who have direct impacts on these resources through their management practices. If they are better informed and aware of their potential impacts, this could eventually lead to an improvement in the availability and quality of floral resources for beekeepers. Local stakeholders also include apiary neighbours, who should be made aware of possible risks and precautions to be taken with honey bees (e.g. risk of sting and possible allergic reactions) and be able to contact the beekeeper if needed (e.g. so that farmers can notify the beekeeper of a planned pesticide treatment). Finally, beekeepers who share the same territory should communicate about sanitary and genetic issues, such as the risk of invasive pests or the possible organisation of fertilisation areas, or other shared concerns.

4. DISCUSSION

The collective work conducted with beekeepers and other stakeholders involved with the beekeeping sector resulted in a six-dimensional framework that highlights the current issues of bee farming system sustainability. This definition of sustainability includes both sustainability elements that are shared with other agricultural sectors and elements that are specific to bee farming systems (Kouchner et al., 2018). Bee farming systems share their main social and economic issues with other agricultural systems, such as well-being or the need for a sufficient income, and some of their contributions to the sustainable development of their territory and sector, such as the transferability of the farm and the quality of their products. Conversely, a number of issues that are quite common in agricultural sustainability are absent from our framework, mainly the items related to land management and to common environmental impacts of agricultural practices on soil and water, e.g. nitrogen leaching risks.

Among the wide diversity of shared or specific sustainability items that make up our framework, here we focus on some key issues and factors of bee farming system sustainability. First, the adaptive capacity of the farm appeared to be essential for bee farming systems to be sustainable. In addition, we focus on forage management issues, such as forage availability and quality that are among the main sources of uncertainty in bee farming systems. These issues are partly shared with pastoral livestock systems, but with some specific issues and opportunities related to floral resource management.

4.1 Adaptive capacity, a key factor in bee farming system sustainability

Throughout our framework, many items at different levels (from themes to criteria, see Figure A.2) highlight the importance of adaptive capacity for bee farming systems to be sustainable. In other agricultural systems, the level of resilience and adaptation also appear to be essential for a farm to achieve sustainability, given the dynamics and complexity of farming systems and the unpredictable changes they have to face (Darnhofer et al., 2010b; Scoones et al., 2007). Among the existing concepts related to the ability of farming systems to adapt and to cope with changes, the “adaptive capacity” can be defined as the ability to adapt the developmental trajectory of the farm and its management in order to address changing conditions, through a continuous integration of new knowledge (Milestad et al., 2012; based on Rammel, 2003). The three main properties that allow farming systems to increase this adaptive capacity according to Darnhofer et al. (2010) are embedded in our framework: the ability of the manager to learn and to integrate new knowledge into the farm management choices, the flexibility of the system and its diversity.

Among these three properties, our framework reflects the need for beekeepers to access information to maintain sufficient and up-to-date technical knowledge that can be integrated into their management practices. Regular exchanges with other beekeepers, a good information network and the availability of technical support are the diverse and complementary sources of information and learning mentioned by stakeholders that also appear in other agricultural sectors (Coquil et al., 2018; Thompson and Scoones, 1994). Exchanges and networks provide the needed information for long-term and short-term adaptations of practices, e.g. exchanges with other beekeepers can provide information on possible advantages of emerging beekeeping practices that could be implemented on the farm. In the short-term, transhumance dates for a remote migratory apiary can be adapted using information about the local weather conditions or connected hive scales that allow the beekeeper to remotely follow honey production (Lecocq et al., 2015). Such short-term changes in management practices also require decision-making autonomy of the beekeeper. All of these components of the sustainability of bee farming systems contribute to the *Ability to ensure production* dimension of farm sustainability, mainly through the *Autonomy* theme.

Flexibility refers to the ability to implement changes in farm management to face short-term or long-term changes. Operational flexibility, defined as the ability to implement short-term changes when facing unexpected events (Darnhofer et al., 2010a), is mainly based on farm management. In our framework, several items highlight that to face climatic uncertainties and colony loss variability, the beekeeper has to adapt his/her annual practices to the annual climatic conditions and to the needed replacement rate. For example, if the number of annual artificial swarms or package bees has to be increased to compensate for high winter losses, the beekeeper may choose to create additional swarms by splitting some colonies that would usually be dedicated to honey production. Climatic adaptation in a long-term perspective is also a necessity for beekeeping, as for other agricultural sectors (Altieri et al., 2015). For example, if one of the main harvested nectar flows becomes too uncertain or if the control of a new invasive pest requires major changes in livestock management, can the beekeeper reconsider his or her current system and implement the needed changes in farm management? This long-term flexibility or strategic flexibility (Darnhofer et al., 2010) is based on the possibility of changing the competences, the resources, or the structure of farm management in order to adapt to future or ongoing changes in its environment.

The diversity of a farming system, – including the diversity of its resources, products and production processes – strengthens the capacity of the farm to face variable conditions by spreading risks and providing alternative options (Darnhofer et al., 2010a; Martin and Magne, 2015). This diversity of resources, products and processes contributes to the *Economic viability* and *Ability to ensure production* dimensions of our framework. For example, selling livestock or pollination services in addition to honey production can secure the beekeeper's income as prices for these services are more stable than honey prices. As in other agricultural sectors (Chia, 2008), a diversity of marketing channels, can secure the sale of the products within the context of price fluctuations, and thereby contribute to the sustainability of the farm. Nevertheless, annual adjustments and the diversity of products and services may not be enough to ensure a sufficient income for the beekeeper every year. Thus, the economic activity of the farm should be structured such that the economic viability of the farm is not threatened by a few bad years, as it appears in our results.

4.2 Uncertainty of feed resources, a common issue in pastoral systems

Elevated uncertainty of the availability of feed resources and no direct control over these resources are among the reasons for which bee farming systems, like pastoral livestock systems, need to be highly adaptive. Adaptive capacity also appears as a major factor in pastoral system sustainability, for a wide range of environments and livestock species: sheep and cattle pasture-based systems in the European Mediterranean basin (Bernués et al., 2011); small and large ruminant husbandry in arid and semiarid rangelands of Iran (Karimi et al., 2018), East and West Africa (Ayantunde et al., 2011) or Mongolia (Kakinuma et al., 2014); reindeer herding in Alaska (Rattenbury et al., 2009) and Scandinavia (Turunen et al., 2016; Tyler et al., 2007); yak and cow transhumance systems in the Himalaya (Aryal et al., 2014). If the ability to access feed resources is a major shared issue, pastoral and bee farming systems also share some key factors that enhance their adaptive capacity and sustainability.

Without direct control over feed resources, pastoral system management is mainly based on mobility in order to ensure sufficient feed for the livestock. This mobility is the main tool for optimising the use of feed resources in the territory, for adapting to the phenological stages of feed plants and for managing environmental variability in these systems (Aryal et al., 2014; Koocheki and Gliessman, 2005; Scoones et al., 2007). The mobility of the colonies is also the main component of the management of transhumant bee farming systems. In our framework, a sufficient number of available apiary sites and a suitable means of transport for the beehives are needed by the beekeeper to adapt the livestock location to the environmental conditions.

To allow this livestock mobility, the experience-based knowledge and skills of the farmer are emphasised as a decisive factor by many authors (among others Ayantunde et al., 2011; Tessema et al., 2014; Turunen et al., 2016). In our definition of bee farming system sustainability, the knowledge of the beekeeper about its territory, including all of the areas where apiaries may be located, and about the characteristics of the targeted nectar flows is essential for ensuring the choice of suitable location for the apiaries. Furthermore, the experience and skills of the beekeeper when starting his/her operation and the transfer of his/her knowledge and skills to future beekeepers before retirement contribute to farm-focused and extended sustainability, respectively. The importance of experience-based knowledge and the transfer of this knowledge

to future beekeepers could be due both to the need for local knowledge, which is specific to the territory and environment of the farm, and within the context of France, as the French beekeeping sector currently offers little on-farm advice to beekeepers.

4.3 Issues and opportunities in floral resource management

Despite the challenges and sustainability factors they share with pastoral grazing systems, bee farming systems also encounter specific issues regarding the availability and quality of their forage resources. As floral resources are a co-product of crops and wild flowers, beekeepers do not have any direct control over these resources, and land management and agricultural practices are major factors in their availability and quality (Decourtye et al., 2010; Wratten et al., 2012). Among the consequences of land management practices on the quality of floral resources, the use of pesticides can have an impact on colony losses (vanEngelsdorp and Meixner, 2010) and is among the main topics of the scientific publications in apidology; between 2013 and 2016, 27 % of publications were related to pesticides (Decourtye et al., in press). However, the impacts of these agricultural practices are not directly mentioned in our results, but instead are included in the issues of colony losses, forage quality and the uncertainty of forage availability that demand a strong adaptive capacity on the part of bee farming systems. Despite differences in the operation size and management compared to the French context of our study, professional beekeepers in the United States encounter the same issues and adapt their management choices accordingly. In order to provide sufficient quality forage to their honey bees, they adjust their migration schedules so as to avoid certain mono-cropped areas and to limit the exposure to some pesticides, resulting in an indirect exclusion of beekeepers from some areas (Durant, 2019). In our framework, an indirect means for beekeepers to improve the availability and quality of floral resources is by communicating with land managers and farmers about the impacts of their practices on the beekeepers' floral resource needs (Allier and Gourrat, 2016).

Besides floral resource availability in the landscape, the quantity of forage that honey bee colonies can access in a given area also depends on the colony density, which may be difficult to estimate (many beekeepers share a same area, without sharing the location and number of their apiary sites which are often hidden in the landscape). The optimal density for a floral landscape is poorly documented but can be a concern (Ausseil et al., 2018). In some areas, hive overstocking has been reported to lead to a competition for floral resources, both between honey bee hives and between honey bees and wild bees (Al-Ghamdi et al., 2016; Henry and Rodet, 2018). In pastoral grazing systems, the management of carrying capacity may depend on a group of resource-users through common use, common management or regulation (Eychenne, 2008), and is central for optimising the use of resources and limiting the risk of overgrazing (Fratkin and Mearns, 2003). In contrast, within bee farming systems apiary locations are neither coordinated between beekeepers nor regulated, apart from a few countries or land managers (e.g., West Australia: Department of Parks and Wildlife, 2013); only the owner of the site has to agree. While the access to sufficient quality forage appears to be a key issue for bee farming systems to be sustainable, there are currently no tools or collective organisations to manage these resources. In our framework, the usefulness of a dialogue with other beekeepers in the same area is observed without any suggested practical action, and the management of the overall colony density of a given area is not mentioned. The need to adapt the colony number to the available resources is

only discussed at the farm scale, within the beekeeper's own livestock. In the context of the U.S. with decreasing suitable forage areas due to agricultural and conservation practices, the competition between beekeepers for the access to foraging areas is also one of the mechanisms of exclusion of beekeepers from floral resources (Durant, 2019). Thus, our results highlight the lack of practical knowledge and the lack of collective management tools for beekeepers to manage the carrying capacity of floral landscapes and to optimise the use of floral resources. The possible competition with wild bees is identified in our framework as an environmental issue, inasmuch as there is an underlying conflict between beekeepers and wild bee advocates over access to pollinator habitat despite their common interests (Alaux et al., 2019; Durant, 2019). The position of these questions could therefore evolve with advances in knowledge and management tools.

5. CONCLUSION

Due to a participatory design methodology that involved professional beekeepers and other relevant stakeholders, our work resulted in a definition of bee farming system sustainability that properly considers the current issues of these systems and reflects the viewpoints of the involved stakeholders. The six dimensions of the designed framework include economic and social issues that are shared with other agricultural sectors, at the farm, sector and territory levels, as well as elements that are specific to the beekeeping sector. Among the main economic, social and environmental issues of bee farming systems, our six-dimensional sustainability assessment framework reveals the importance of their adaptive capacity, which depends on the flexibility of their management practices, on the ability of the beekeeper to learn, and on the diversity of the system. As pastoral livestock systems, bee farming systems have to cope with uncertainties as their forage resources are highly dependent on climatic conditions and land management practices, and for migratory beekeepers, the mobility of the livestock is an essential component of their feed management. Besides quality issues that are mainly related to agricultural practices, the availability of floral resources also depend on colony density, which is currently hard to estimate, while there is no collective management tool of floral resources.

Although this sustainability assessment framework was designed in France, most of its elements appeared to be related to the management and technical issues of bee farming systems in general and should be readily adaptable to other contexts. This framework will be the basis for a future sustainability assessment tool, as indicators still need to be developed and reference values provided. It provides a better understanding of bee farming systems, their current challenges and their future research needs: as the livestock management practices to cope with colony losses or on-farm work organisation, many of their sustainability issues at the farm level remain poorly studied.

6. ACKNOWLEDGMENTS & FUNDING

We greatly thank all of the partners of the project and all of the beekeepers and other stakeholders that were involved in this project, as well as Rodolphe Sabatier for his helpful comments on an earlier version of the manuscript. We are also grateful to the anonymous reviewers for their helpful comments, and to Cynthia McDonnell for the English revision and her great help to translate the complete framework.

This work was supported by the French Ministry of Agriculture program [CASDAR, Durapi program n°5567]; and the Association Nationale Recherche Technologie [CIFRE n°2016/0304]. The funding sources had no involvement in conducting the research.

Declarations of interest: none.

Partie II

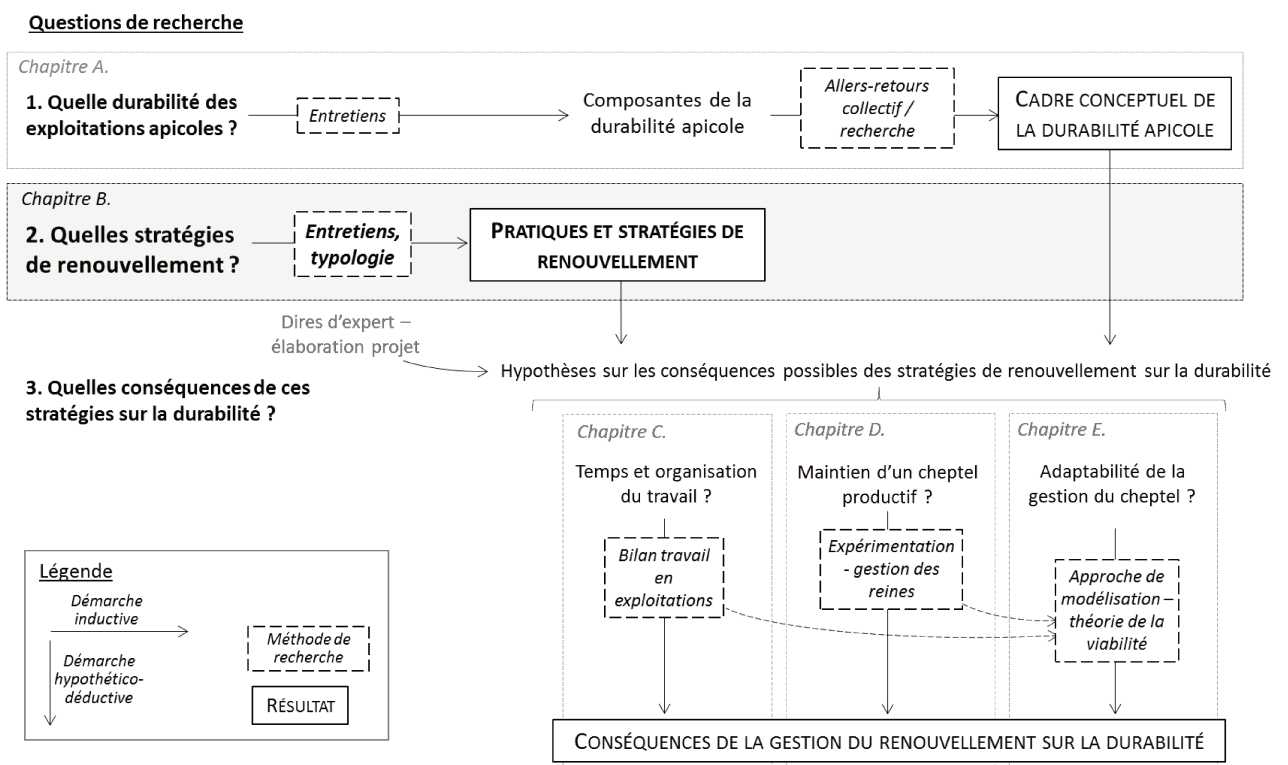
Stratégies de renouvellement du cheptel en exploitation apicole

Pour maintenir et développer leur cheptel, les apiculteurs mettent en place différentes pratiques : création d'essaims, renouvellement des reines... Les pratiques existantes sont nombreuses. La diversité de ces pratiques, leurs interactions ainsi que leurs avantages et inconvénients principaux sont ici analysés au travers d'une enquête auprès d'apiculteurs professionnels, mise en place en partenariat avec les acteurs du développement apicole impliqués dans le projet Durapi.

Les résultats de ces entretiens ont permis de préciser les pratiques à considérer dans les stratégies de renouvellement et leur articulation les unes par rapport aux autres, ainsi que leurs principales modalités existantes. Une typologie de stratégies de renouvellement mises en place dans les exploitations apicoles en France métropolitaine est proposée. Les principaux intérêts et contraintes perçus par les apiculteurs à leurs stratégies de renouvellement permettent de préciser les conséquences éventuelles de la gestion du renouvellement sur la durabilité de l'exploitation ; qui seront explorées par la suite.

Note sur l'emploi des termes apicoles

Pour désigner une même pratique ou un même matériel apicole, le vocabulaire employé peut varier d'une personne à l'autre. La définition retenue pour chacun des termes apicoles employés dans ce manuscrit est indiquée dans le Glossaire (page XVII).



B. STRATEGIES DE RENOUVELLEMENT DU CHEPTTEL EN EXPLOITATION APICOLE

1. INTRODUCTION

1.1 Connaissances actuelles des pratiques de renouvellement du cheptel

Pour compenser les pertes annuelles de colonies auxquelles ils doivent faire face, les apiculteurs mettent en œuvre différentes pratiques de renouvellement du cheptel. À l'échelle d'une exploitation apicole, l'unité de base du cheptel est la colonie d'abeilles, et le maintien du cheptel passe en premier lieu par le renouvellement de ces colonies. À l'échelle de la colonie, la reine étant le seul individu pouvant pondre des œufs fécondés, donc d'ouvrières (Winston, 1987), le renouvellement des ouvrières et donc le maintien de la population de la colonie reposent de façon importante sur la présence et la capacité de ponte de cette reine. Différentes pratiques de gestion des reines peuvent être mises en œuvre lors de la création de colonies (ex. introduction ou non d'une reine dans un essaim sur cadre), et en prévision ou réaction à un affaiblissement de colonies (remérage des colonies faibles, ou systématique selon l'âge des reines). Cette gestion des reines contribue ainsi directement au maintien et au développement du cheptel. Le renouvellement du cheptel apicole peut donc être considéré via deux aspects majeurs : le renouvellement des colonies, afin de maintenir le nombre de colonies visé, et la gestion des reines au sein de ces colonies.

Actuellement, les études considérant les pratiques apicoles de gestion du renouvellement et leurs impacts potentiels sur le maintien ou la santé du cheptel sont pour la plupart centrées sur certaines pratiques, notamment de gestion des reines. Le remérage ou non des colonies apparaît comme la pratique de renouvellement la plus présente dans la littérature scientifique, en lien notamment avec les pertes hivernales de colonies (Genersch et al., 2010; Giacobino et al., 2016), avec leur dynamique de développement (Harris, 2016) ou avec la prévalence de certains bioagresseurs (Botías et al., 2012; Muñoz et al., 2014). D'autres pratiques de gestion du renouvellement sont parfois étudiées (création et gestion d'essaims sur cadres : Maucourt et al., 2018), ou considérées parmi les facteurs possibles de pertes de colonies (ex. renforcement des colonies faibles par des cadres de couvain issus de colonies fortes : van Engelsdorp et al., 2013b). Cependant, ces pratiques sont souvent considérées de manière isolée par rapport au reste de la gestion du cheptel et plus particulièrement par rapport à la stratégie de renouvellement dans son ensemble : l'articulation des différentes pratiques de renouvellement entre elles et avec les autres aspects du fonctionnement de l'exploitation apicole reste aujourd'hui mal documentée.

Incontournable pour compenser les pertes de colonies, la gestion du renouvellement du cheptel est pourtant un élément majeur du fonctionnement d'une exploitation apicole. À ce titre, une meilleure connaissance des pratiques et stratégies de renouvellement et de leurs conséquences possibles sur le fonctionnement de l'exploitation et sur sa durabilité apparaît comme un enjeu actuel pour la recherche et le développement apicole. L'identification des pratiques et stratégies de gestion du renouvellement du cheptel et de leur diversité au sein des

apiculteurs professionnels est une première étape nécessaire à la caractérisation de leurs possibles conséquences et fait l'objet de ce chapitre de thèse.

1.2 Caractérisation des pratiques d'élevage : enquêtes et typologies

Les pratiques d'élevage sont couramment étudiées via des enquêtes auprès d'éleveurs, qui permettent de recueillir les informations nécessaires pour les décrire et les caractériser (Gibon et al., 1999; Landais et al., 1988). Les informations recueillies peuvent ensuite servir de base à l'élaboration de typologies de pratiques (Perrot and Landais, 1993). Parmi les objectifs possibles, ces classifications de systèmes de production permettent en premier lieu d'identifier les contraintes et intérêts de différents fonctionnements et leurs marges de manœuvre et développements possibles (Köbrich et al., 2003; Madry et al., 2013). Elles peuvent aussi constituer un support pour le conseil et le développement, en permettant de replacer les situations d'éleveurs ou de porteurs de projet (pratiques, objectifs, priorités) par rapport aux types identifiés (Gibon et al., 1999; Girard et al., 2008).

Parmi les méthodes possibles de construction de ces typologies, l'analyse des situations recueillies lors des enquêtes peut se faire de manière itérative en collaboration avec des experts ou acteurs de la filière (Clavel et al., 2011; Girard, 2006), ou plus fréquemment par des analyses multivariées et classifications statistiques (Köbrich et al., 2003; Lesschen et al., 2005). Les choix méthodologiques pour la construction de la typologie mais aussi pour le recueil des données en amont (niveau de détail des informations, constitution de l'échantillon) se font alors selon les moyens et connaissances déjà disponibles, et selon les objectifs de la typologie (Madry et al., 2013). Dans le cas présent, l'analyse des pratiques de renouvellement a visé à répondre à plusieurs objectifs. Le premier était de mieux définir les stratégies de renouvellement du cheptel en apiculture (quelles pratiques participent ces stratégies ?) et d'en caractériser la diversité existante. Le second objectif était de cerner la place possible de ces stratégies dans la durabilité des exploitations, pour préciser les aspects de cette durabilité à explorer par la suite en lien avec les stratégies de renouvellement.

Pour répondre à ces objectifs, une typologie des stratégies de renouvellement a été élaborée en s'appuyant sur des enquêtes menées auprès d'apiculteurs professionnels, qui ont visé à recueillir la plus grande diversité possible de situations. L'analyse de ces enquêtes a permis d'établir plusieurs catégories de pratiques de renouvellement participant à une stratégie globale de renouvellement du cheptel, et la stratégie de renouvellement a été considérée comme l'ensemble cohérent de ces différentes catégories de pratiques.

Parallèlement à ces enquêtes présentiels, une enquête en ligne a été diffusée pour recueillir un plus grand nombre de réponses sur la mise en œuvre de certaines pratiques de renouvellement (par les apiculteurs de loisir comme professionnels). Les résultats présentés dans ce chapitre sont très majoritairement issus de l'enquête présentielle, et sont complétés par certains éléments issus de l'enquête en ligne.

2. METHODOLOGIE

2.1 Enquêtes présentielle

L'identification des pratiques et stratégies de renouvellement du cheptel a été permise par la réalisation d'entretiens semi-directifs auprès d'apiculteurs professionnels en France métropolitaine durant l'hiver 2016-17 (pour la majorité) ou à l'automne 2017. Ces entretiens ont en partie été menés par les animateurs des ADA et du GPGR partenaires du projet Durapi. Afin de limiter au mieux le possible biais lié au nombre de personnes réalisant ces enquêtes, le questionnaire d'enquête ainsi que la trame de saisie ont été discutés et testés en amont de manière à inclure le plus de précisions possibles sur les informations à recueillir.

Les principales étapes de la mise en œuvre de ces enquêtes sont expliquées dans les paragraphes suivants :

- Élaboration du questionnaire
- Échantillonnage
- Réalisation des enquêtes
- Saisie des données
- Regroupement et traitement des données
- Analyse des données

2.1.1 Élaboration du questionnaire

Peu de données étant disponibles sur les stratégies de renouvellement du cheptel mises en œuvre par les apiculteurs français, les éléments les plus pertinents pour décrire ces stratégies n'ont pas pu être identifiés en amont de l'enquête. Le questionnaire d'enquête a donc été élaboré avec l'objectif de recueillir un jeu d'informations le plus large possible en lien avec la gestion du renouvellement du cheptel : renouvellement des colonies, des reines, sélection.... Une première version du questionnaire d'enquête a été élaborée au printemps 2016, puis s'est étoffée et précisée via des enquêtes tests et des allers-retours avec les personnes des structures partenaires du projet Durapi impliquées dans ce travail d'enquête. À l'automne 2016, les retours suite à la réalisation d'enquêtes tests par ces partenaires du projet Durapi ont entraîné les dernières modifications du questionnaire, notamment dans la formulation et dans l'ordre des questions.

Étant donné l'implication de plusieurs personnes dans la réalisation des enquêtes, le questionnaire est relativement détaillé, avec des questions de relance prévues sur différents points. Ce questionnaire ainsi qu'une liste synthétique des aspects abordés lors de l'entretien sont disponibles en Annexe 2.

2.1.2 Échantillonnage

L'échantillonnage a été construit pour recueillir une diversité de situations la plus large possible, en premier lieu en termes de pratiques de renouvellement. Pour assurer la représentation, parmi les apiculteurs interrogés, des différents choix techniques majeurs de renouvellement du cheptel, un pré-questionnaire a été diffusé au sein d'une partie des associations de développement apicole impliquées dans le projet, lorsque les animateurs de ces structures ne pouvaient pas identifier en amont les pratiques principales de renouvellement de leurs adhérents. Ce pré-questionnaire visait à pouvoir identifier au sein de chaque association des apiculteurs réalisant ou non un élevage de reines, ainsi que les achats et ventes éventuelles de cheptel (reines pour introduction ou greffage, essaims, paquets d'abeilles). Les 104 réponses

recueillies sur l'ensemble des associations partenaires dans les différentes régions du projet ont permis d'identifier des apiculteurs aux pratiques variées, afin de diversifier au mieux l'échantillon.

D'autres critères de fonctionnement d'exploitation ont été considérés. En effet, la diversité des exploitations intégrées dans l'échantillon en termes de zone géographique, de structure économique, de fonctionnement d'exploitation contribue à la construction d'une typologie pertinente par rapport au système étudié (Madry et al., 2013). Certains aspects du fonctionnement de l'exploitation sont aussi apparus lors des échanges pour construire le questionnaire d'enquête comme ayant un lien possible avec le choix de pratiques de renouvellement. C'est le cas du circuit de vente des produits de la ruche, pouvant demander un temps plus ou moins important selon le type de conditionnement (vrac ou en pots) et le type de débouchés (vente directe ou non), ce temps pouvant a priori entrer en concurrence avec celui alloué à certaines pratiques de gestion du cheptel. C'est aussi le cas de la certification en apiculture biologique, qui limite les possibilités d'achat de cheptel à du cheptel certifié biologique et peut donc compliquer un approvisionnement extérieur en cheptel (avec une dérogation équivalente à 10 % du cheptel, J.O. de l'Union Européenne, 2008). Les apiculteurs rencontrés recouvrent donc une diversité de situations géographiques, de taille d'exploitation, de choix techniques et économiques et de productions apicoles.

Enfin, les enquêtes visaient des apiculteurs professionnels dont le fonctionnement d'exploitation devait être relativement stable, donc en évitant les personnes en cours d'installation.

Les différents critères pris en compte dans l'élaboration de l'échantillon ont donc été :

- Apiculture comme activité professionnelle hors période d'installation,
- Principales pratiques de renouvellement :
 - Élevage de reines ou non,
 - Réalisation ou achat d'essaims ou de paquets d'abeilles,
 - Vente de cheptel ou non,
- Circuits de vente (conditionnement ou vente en vrac, vente directe ou non),
- Exploitation en apiculture biologique ou non.

La représentation de régions variées, aux problématiques et contraintes climatiques différentes, a été assurée par la réalisation d'enquêtes dans plusieurs régions de France par les différents partenaires du projet. La diversité des productions apicoles a notamment été assurée par l'implication du GPGR et donc par l'intégration dans l'échantillon d'apiculteurs producteurs de gelée royale.

Les apiculteurs rencontrés ont été identifiés et sollicités via l'intermédiaire des ADA et du GPGR, par connaissances interposées ou via l'annuaire téléphonique pour les premières enquêtes tests.

2.1.3 Réalisation des enquêtes

Cinquante-huit enquêtes ont été conduites entre le printemps 2016 (pour les premières enquêtes tests) et l'automne 2018, dont la grande majorité lors l'automne-hiver 2016-17. La répartition de ces enquêtes en France métropolitaine est présentée par la Figure B.1.

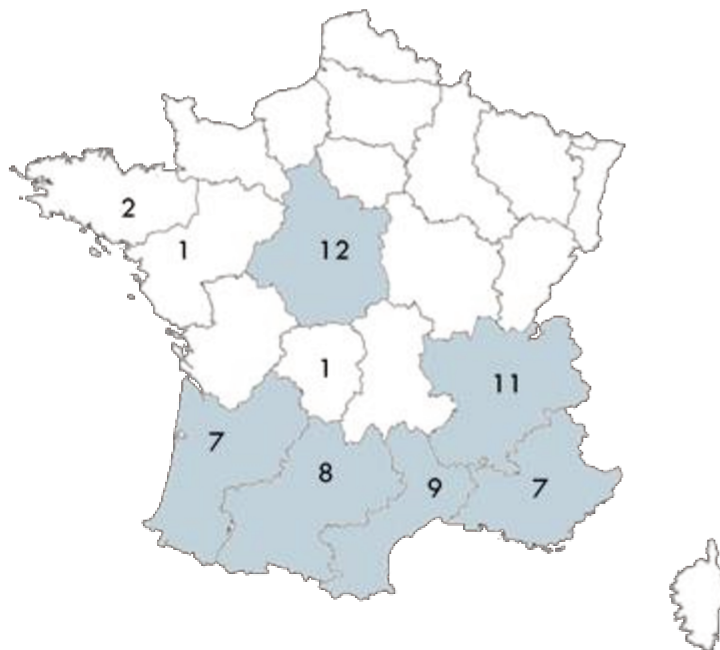


Figure B.1 : Nombre total d'enquêtes réalisées par région. En grisé : régions avec association de développement apicole partenaire du projet

La majorité des entretiens ont été conduits sur le siège de l'exploitation ou au domicile de l'apiculteur. Un entretien a été réalisé dans un autre lieu (locaux associatifs), et un par téléphone. Une partie des entretiens a été enregistrée, selon le matériel dont disposait la personne ayant mené l'enquête et l'accord ou non de l'apiculteur.

Parmi ces enquêtes, trois correspondent à des enquêtes test en début d'élaboration du questionnaire. J'en ai par la suite menées onze en binôme avec les différentes personnes des ADA et du GPGR impliquées dans le projet (sauf dans la région Aquitaine où cela n'a pas été possible pour des raisons pratiques). Ces enquêtes en binôme ont notamment permis d'échanger sur la trame de l'enquête et sur certains points du questionnaire, et de limiter les différences d'interprétation et de mise en œuvre de l'enquête entre les différentes personnes. Les autres enquêtes de l'échantillon ont ensuite été menées par les personnes des ADA et du GPGR impliqués dans le projet.

2.1.4 Regroupement et synthèse des données

La saisie initiale des données de chaque enquête a été effectuée par la personne ayant réalisé l'enquête. Afin d'homogénéiser au mieux la saisie des informations recueillies, un formulaire de saisie a été utilisé : il correspond au questionnaire d'entretien avec un champ de réponse pour chaque question. Les entretiens n'ont pas été retranscrits intégralement, mais certains ont pu être réécoutés pour compléter ou vérifier des informations lorsque l'enregistrement était disponible.

Les compte-rendu des enquêtes ont ensuite été regroupés et les informations retranscrites dans un fichier commun. Ce cadre de description des stratégies de renouvellement et de la structure de l'exploitation, basé initialement sur le questionnaire d'entretien, a été remanié et complété lors de l'analyse des entretiens. Ces modifications ont permis une meilleure correspondance entre les variables utilisées et les informations effectivement disponibles dans les compte-rendu d'entretiens, ainsi que l'ajout de variables décrivant des aspects de la stratégie de renouvellement qui n'apparaissent pas directement au travers du guide d'entretien mais sont apparus lors des entretiens et de leur analyse. L'ensemble de ces variables a été renseignée pour tous les entretiens menés, en ne se plaçant pas à l'échelle de l'exploitation mais de la stratégie de gestion d'un lot de cheptel. Certaines exploitations gèrent en effet de manière indépendante et différente plusieurs lots de cheptel, et la gestion de chaque lot correspond alors à un ensemble cohérent de pratiques en lien avec les objectifs spécifiques de l'apiculteur dans la gestion de ce lot de cheptel. Pour ces exploitations, chaque lot géré distinctement a été considérée comme une situation différente et cela a donc donné lieu à autant individus dans l'analyse. En pratique, cela concerne sept exploitations produisant à la fois du miel et de la gelée royale, dont les cheptels pour la production de miel et de gelée royale sont gérés de manière distincte et séparée avec des objectifs différents, et pour lesquelles les données recueillies en entretien étaient suffisamment complètes et précises pour distinguer les pratiques de gestion des deux lots. Soixante-cinq situations de gestion du renouvellement ont donc été identifiées et analysées.

Les différents usages des termes apicoles d'un apiculteur voire d'un enquêteur à l'autre ont pu conduire à des confusions entre certaines pratiques, ces différences de pratiques et de vocabulaire n'ayant pas toujours pu être identifiées en amont et plusieurs personnes ayant mené des enquêtes en parallèle. Par exemple, le fait de réunir un essaim de l'année avec une autre colonie dont la reine a été supprimée peut être considéré soit comme un remérage, soit comme un regroupement de colonies. La formalisation des variables et des modalités a donc aussi visé à homogénéiser au mieux ces possibles différences.

2.1.5 Choix des variables et échelle d'analyse des stratégies

La même information pouvant être représentée de manière différente par différents descripteurs, une sélection des variables à conserver dans l'analyse a été effectuée de manière itérative. Cette sélection a visé à limiter la redondance entre les variables utilisées tout en représentant correctement l'ensemble de l'information permettant de décrire les stratégies de renouvellement, et à représenter correctement la diversité des pratiques tout en limitant le nombre de modalités par variable, dans un contexte de forte variabilité des pratiques apicoles d'une exploitation à l'autre. Les variables et modalités retenues sont donc le résultat d'allers-retours entre les situations décrites lors des entretiens et les variables et modalités possibles pour

les formaliser. Cela peut donner lieu à l'émergence d'éléments à considérer qui n'étaient pas envisagées au départ comme construisant les stratégies de renouvellement (Girard, 2006).

Certaines variables ont pu être écartées lorsque l'information était manquante ou incertaine pour un nombre élevé d'exploitations.

Les modalités des variables qualitatives ont été définies de manière abductive selon les pratiques identifiées dans les enquêtes, pour représenter les différentes possibilités pour chaque variable tout en limitant le nombre de modalités. En pratique, au fur et à mesure du codage des stratégies de renouvellement, une nouvelle modalité a été ajoutée si la pratique de la stratégie considérée était éloignée de toutes les modalités déjà existantes. Les modalités prises par les stratégies déjà codées ont donc aussi pu être revues lors de l'ajout d'une nouvelle modalité pour la variable considérée.

Les variables quantitatives ont été transposées en variables qualitatives via la création de plusieurs classes pour chaque variable. Ces classes ont été déterminées soit pour représenter certaines pratiques ou choix techniques (ex. totalité des colonies en remérage naturel), soit selon la distribution de la variable lorsqu'aucune distinction technique n'apparaissait nettement (ex. remérage d'une partie des colonies : distinction entre les parts du cheptel concernées). La distribution des variables quantitatives et les classes retenues pour ces variables sont disponibles en Annexe 3.

La stratégie de renouvellement du cheptel d'une exploitation apicole recouvre de nombreux aspects, qui sont représentés par un grand nombre de variables : renouvellement des colonies via des essaims ou des paquets d'abeilles, gestion des reines... Afin de mieux identifier les différentes pratiques qui composent les stratégies de renouvellement et leurs interactions, l'analyse a d'abord été réalisée en considérant plusieurs catégories des pratiques : la sélection des variables à conserver et l'analyse ont donc été effectuées pour chacune de ces catégories de pratiques, avant d'analyser la stratégie de renouvellement dans son ensemble, c'est-à-dire la combinaison de ces différentes catégories. Ces catégories peuvent correspondre à des thématiques ayant été identifiées lors de l'élaboration du questionnaire d'entretien, ou ont pu être ajoutées lors de l'analyse pour considérer certains aspects de la gestion du renouvellement apparus lors des entretiens. Sept catégories de pratiques ont ainsi été considérées dans l'analyse.

2.1.6 Catégories de pratiques de renouvellement considérées

Les différentes catégories de pratiques de renouvellement considérées correspondent à des ensembles d'objectifs et de techniques différents : renouvellement des colonies (essaims sur cadre, paquets d'abeilles et essaims nus naturels, gestion globale du renouvellement des colonies), gestion des reines, mise en place d'un élevage de reines, gestion des colonies dites « non-valeurs » et pratiques de sélection du cheptel. Les principaux aspects de ces différentes catégories sont indiqués ci-dessous, et la liste complète des variables et de leurs modalités intégrées dans l'analyse des différents ensembles de pratiques est disponible en Annexe 3.

Élevage de reines. La mise en place ou non d'un élevage de reines, le stade de reine élevée (cellule royale, reine vierge, reine fécondée...) et la place de l'atelier d'élevage de reines dans l'exploitation sont considérés ici : priorité donnée ou non à cet atelier, période sur laquelle il

s'étend, régularité de l'élevage... L'importance du cheptel de nuclei et la part de reines fécondées sont également considérés.

Essaims sur cadre. Cette catégorie intègre les différentes pratiques liées à la création d'essaims sur cadre et à leur gestion par la suite : achat et/ou création d'essaims sur l'exploitation, méthode et période de création, choix des colonies à partir desquelles les essaims sont créés, introduction ou non de reine lors de la création d'un essaim, organisation du cheptel en lot en lien avec la création d'essaims, nombre d'essaims créés par rapport à la taille du cheptel en sortie d'hivernage (« intensité de création d'essaims »), et origine de la reine s'il y a introduction de reine.

Paquets d'abeilles et essaims nus naturels. En dehors de la création d'essaims sur cadre, certaines exploitations mettent en œuvre d'autres pratiques de renouvellement des colonies (très souvent complémentaires de la création d'essaims sur cadre). Cette catégorie regroupe deux pratiques bien distinctes de création de colonies, ce regroupement visant notamment à simplifier l'élaboration de la classification générale en limitant le nombre de catégories étudiées (ces deux pratiques sont peu répandues l'une comme l'autre au sein de l'échantillon, ne sont pas mises en œuvre sur les mêmes exploitations et sont dans la quasi-totalité des exploitations mises en œuvre en plus d'une création d'essaims sur cadre, et donc à considérer dans une autre catégorie pour être mieux distinguées de cette création d'essaims sur cadre). Ces deux pratiques se distinguent nettement en termes d'objectifs et de moyens : la création de paquets d'abeilles, c'est-à-dire le prélèvement d'abeilles sans cadres de couvain dans des colonies de l'apiculteur suivi d'une introduction d'une reine, et la récupération d'essaims nus naturels, c'est-à-dire issus d'un essaimage naturel dans une colonie des environs. Ces deux pratiques sont différentes en termes de maîtrise de la génétique (maîtrise ou non de la reine) et de gestion de l'essaimage, étant donné que le prélèvement d'abeilles dans les colonies au printemps permet de limiter les risques d'essaimage.

Fonctionnement global du renouvellement des colonies. Si plusieurs types de colonies peuvent être utilisés pour le renouvellement (création d'essaims sur cadre, de paquets d'abeilles, récupération d'essaims nus naturels), certains aspects de leur gestion sont communs à ces différents types, comme le devenir de ces nouvelles colonies : sont-elles vendues, réintroduites dans d'autres colonies à renforcer, divisées de nouveaux ? Certains aspects méritent également d'être considérés à l'échelle de l'ensemble des colonies créées, comme le nombre de ces nouvelles colonies (totalisant les essaims sur cadre et les paquets d'abeilles) et la part des colonies laissées en remérage naturel.

Gestion des reines. Les pratiques de gestion du renouvellement des reines au sein des colonies, hors création d'essaims sur cadre ou paquets d'abeilles, diffèrent principalement d'une situation à l'autre en termes de part du cheptel concerné et de type de remérage : suppression de l'ancienne reine puis introduction de cellule royale ou reine vierge, de reine fécondée ou regroupement avec un essaim ou d'un paquet d'abeilles, ou encore remérage naturel. En cas d'introduction de reine, l'origine de la reine peut aussi varier (élevage sur l'exploitation, achat ou autre), ainsi que le choix des colonies qui seront remérées.

Gestion des colonies dites « non-valeurs ». Lorsque le terme « non-valeur » est utilisé, il peut désigner différentes sortes de colonies (colonies affaiblies, bourdonneuses...). La gestion qui en sera faite dépend de la définition utilisée par l'apiculteur. Cette catégorie intègre donc à la fois le

type de colonies désignée par ce terme et la gestion qui en est faite : remérage des colonies, regroupements, destruction (colonie « secouée »).

Pratiques de sélection. Les pratiques de sélection et les choix de génétique sont considérés via l'origine de la génétique utilisée par l'apiculteur (interne à l'exploitation ou externe), et via les pratiques pouvant être mises en œuvre pour sélectionner le cheptel selon les objectifs de l'apiculteur. Les objectifs eux-mêmes (ex. comportement, dynamique des colonies...) ne sont pas considérés ici.

2.1.7 Analyse multivariée et classification

À l'échelle des catégories de pratiques de renouvellement. Pour identifier les différentes combinaisons possibles entre modalités pour les différentes catégories de pratiques de renouvellement du cheptel, une classification ascendante hiérarchique a été réalisée suite à une analyse des correspondances multiples (ACM) pour chacune des catégories de pratiques, via le logiciel R (R Core Team, 2016) et le package FactoMineR (Lê et al., 2008).

Pour chaque ensemble de variables étudiées, le nombre de dimensions de l'ACM à conserver pour la classification hiérarchique a été choisi selon l'évolution de la part d'inertie expliquée par les axes, et pour assurer une représentation correcte des différentes variables et modalités (Husson et al., 2009). Pour chaque classification, plusieurs nombres de classes ont été considérés. Le nombre de classes retenu a été choisi de manière à ce que les classes retenues soient cohérentes d'un point de vue technique, et à maximiser la différence inter-classes tout en minimisant la différence intra-classes.

À l'échelle de la stratégie de renouvellement. Une ACM a été réalisée en incluant comme variables les sept catégories analysées précédemment, et comme modalités les types identifiés pour chacune de ces catégories, ou dans certains cas les regroupements de deux types proches.

2.1.8 Gestion des données manquantes

Les données manquantes ont été complétées autant que possible, via des échanges avec les personnes ayant réalisé les enquêtes lorsque cela a été possible, et principalement par triangulation entre les informations disponibles. Une exploitation pour laquelle la quantité de données manquantes était trop élevée a été écartée de l'analyse. Quatre exploitations ont été exclues de l'une des classifications (Gestion des non-valeurs), étant donné leur nombre important de données manquantes dans cet ensemble spécifique de variables.

Afin de limiter l'impact de ces données manquantes sur les résultats des analyses de correspondances multiples, une procédure d'imputation de ces données a été réalisée préalablement à l'ACM (package missMDA; Josse and Husson, 2016). Cette imputation permet d'éviter que les données manquantes soient considérées comme des modalités à part entière des variables concernées, et donc qu'elles aient un poids dans la construction des dimensions de l'ACM.

Les grandes étapes de la démarche d'analyse mise en place dans cette partie sont résumées dans le Tableau B.1.

Tableau B.1 : Principales étapes mises en œuvre pour l'analyse des stratégies de renouvellement du cheptel et résultats par étape

| ÉTAPE | METHODOLOGIE | RESULTAT |
|---|---|---|
| Élaboration du questionnaire | Tests en exploitation, aller-retours entre les personnes impliquées dans le projet Durapi | Questionnaire d'entretien |
| Réalisation des enquêtes et rédaction des compte-rendu | Entretiens avec les apiculteurs (présentiel) puis rédaction du compte-rendu selon la trame commune | 58 compte-rendu d'enquête |
| Regroupement des compte-rendu et analyse des enquêtes | <ul style="list-style-type: none"> - Synthèse des informations disponibles pour les 58 enquêtes, bilan des données manquantes pouvant ou non être renseignées - Identification des variables et modalités descriptives des stratégies de renouvellement | <p>64 situations analysées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 57 enquêtes exploitables, - 7 exploitations avec deux situations de gestion du renouvellement distinguées : cheptel pour la production de gelée royale / cheptel pour la production de miel <p>Grille d'analyse pour ces 64 situations :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 63 variables retenues pour décrire les stratégies de renouvellement - Variables descriptives de l'exploitation et des autres aspects de la gestion du cheptel |
| Catégorisation des pratiques de renouvellement | <ul style="list-style-type: none"> - Catégories identifiées en amont complétées par les aspects apparus lors de l'enquête - Répartition des variables descriptives dans les catégories identifiées | Sept catégories de pratiques de renouvellement |
| Classification à l'échelle de la catégorie de pratiques | Analyse de correspondances multiples et classification hiérarchique par catégorie de pratiques | Typologie par catégorie de pratiques de renouvellement |
| Classification à l'échelle de la stratégie de renouvellement | Analyse de correspondances multiples et classification hiérarchique sur les types identifiés par catégorie de pratiques | Typologie de stratégies de renouvellement |

2.2 Enquête en ligne

L'enquête en ligne a visé à identifier d'éventuelles pratiques de renouvellement qui ne seraient pas représentées dans l'échantillon des enquêtes présentiels, par exemple des spécificités de régions de France métropolitaine avec peu ou pas d'entretiens menés en présentiel. Elle a été diffusée de l'automne 2016 à la fin de l'hiver 2016-17 et a recueilli 348 réponses dont 165 d'apiculteurs gérant 150 colonies et plus (seuil correspondant à celui d'apiculteur professionnel dans les données disponibles sur la filière apicole, ex. FranceAgriMer).

L'analyse des réponses n'a pas mis en lumière de spécificités de certaines régions ou exploitations qui n'auraient pas été intégrées dans l'analyse présentielle, et n'a donc pas conduit à la réalisation d'enquête présentielle supplémentaire. Le questionnaire et les résultats de cette

enquête en ligne ne sont donc pas détaillés dans ce chapitre, à l'exception des réponses sur les avantages et inconvénients perçus à la mise en place d'un élevage de reines et à l'utilisation de reines d'élevage (partie 3.4 de ce chapitre). Les autres résultats de cette enquête ont donné lieu à une synthèse disponible en Annexe 4.

Les résultats présentés ici sont issus d'une question ouverte portant sur les avantages et inconvénients perçus à l'élevage de reines, qu'un élevage soit ou non mis en place par l'apiculteur. Seules les réponses des apiculteurs gérant 150 colonies et plus ont été analysées ici. Elles ont été catégorisées en fonction des avantages et inconvénients fréquemment cités, chaque apiculteur pouvant citer plusieurs avantages et inconvénients à l'élevage de reines et à l'usage de reines d'élevage.

3. RESULTATS

3.1 Typologies de pratiques de renouvellement par catégories de pratiques

Pour chacune des catégories étudiées, de quatre à neuf types ont été distingués, qui reflètent la diversité des pratiques représentées dans l'échantillon. Les principales différences et caractéristiques de ces types sont décrites pour chaque catégorie, et les descriptions détaillées issues de la caractérisation statistique de chaque type sont disponibles en Annexe 3.

3.1.1 Élevage de reines

Huit types d'élevage de reines ont été identifiés, leur description statistique par les variables considérées étant disponibles dans le Tableau B.2. L'interprétation détaillée, pour chacun des huit types, de cette description statistique est disponible en Annexe 3.

Ces huit types se distinguent principalement par le stade d'élevage réalisé. Les types 1 à 5 sont ainsi caractérisés par la mise en place d'un atelier d'élevage de reines avec fécondation d'au moins une partie de ces reines en nuclei, voire par insémination artificielle pour une partie de ces reines (type 3). Ces différents groupes se distinguent principalement par la place et le fonctionnement de l'atelier d'élevage au sein de l'exploitation : l'étendue de la période de l'élevage va de quelques semaines (type 5) à plusieurs mois (type 2). Le cheptel de nuclei peut représenter une part plus ou moins importante du cheptel de l'exploitation, et peut parfois être mutualisé entre plusieurs exploitations au sein d'un atelier d'élevage en commun (type 4). Le type 1 se distingue par la gestion de banques à reines, qui permet de maintenir des reines fécondées jusqu'à leur introduction tout en diminuant le nombre de nuclei à gérer par rapport au nombre de reines fécondées. La part des reines fécondées en nuclei est variable également. La majorité ou totalité des reines élevées peut être fécondée en nuclei (types 1 à 3), mais les reines fécondées peuvent également ne représenter qu'une part minoritaire des reines élevées (types 4 et 5), le reste étant alors utilisé au stade de cellule royale ou reine vierge. Dans la majorité des cas où il y a gestion de nuclei, le greffage est effectué de manière régulière et l'élevage de reines est considéré comme prioritaire sur les autres activités de l'exploitation (types 1 à 4). Parmi les situations où des reines fécondées sont élevées, le type 5 se distingue donc par la moindre place accordée à l'atelier

d'élevage de reines au sein de l'exploitation : période plus courte, greffage ponctuel, élevage non prioritaire sur les autres activités et part minoritaire des reines étant fécondées en nuclei.

Le type 7 permet également à l'apiculteur de disposer de reines fécondées, mais sans que le début de l'élevage (greffage et gestion des ruches éleveuses) soit réalisé sur l'exploitation : des cellules royales ou reines vierges sont achetées ou obtenues via un accord avec un autre apiculteur (entraide...), et seront en partie ou totalité fécondées en nuclei sur l'exploitation. L'apiculteur ne gère donc ici que la fécondation, avec une place variable de cet atelier dans l'exploitation en termes de nombre de nuclei, de période et de priorité.

Dans le cas du type 6, l'élevage n'est réalisé que jusqu'au stade de cellule royale ou reine vierge. Ce type est aussi caractérisé par une période d'élevage de reines courte (1 à 2 mois), et un greffage réalisé de manière ponctuelle et non prioritaire sur le reste des activités de l'exploitation, même si dans certaines exploitations de ce type cet atelier peut tout de même être régulier et s'étaler sur une période plus longue.

Enfin, le type 8 regroupe les situations où il n'y a pas d'élevage de reines sur l'exploitation. La plupart des variables utilisées dans cette catégorie, qui précisent les modalités de mise en œuvre d'un élevage de reines, sont donc sans objet pour les exploitations de ce type.

La méthode d'élevage comprend en trois modalités, ces différentes techniques pouvant demander un matériel et un temps variable : utilisation de colonies orphelines, de starters-finisateurs, et de ces deux techniques en parallèle. Elle varie entre les types mais sans les distinguer fortement, et sans apparaître liée à la place accordée à l'atelier d'élevage dans l'exploitation. Si le type 5, qui se caractérise par un atelier d'élevage ponctuel et sur une courte période, correspond aussi à une utilisation de colonies orphelines, des starters-finisateurs sont utilisés dans d'autres situations où l'atelier d'élevage est peu étendu et ponctuel (type 6) et l'élevage peut être mis en œuvre par des colonies orphelines dans des situations où il occupe une place importante (période étendue, greffage régulier...) dans le type 2. Le nombre de souches sur lesquelles un greffage est effectué est variable au sein de la plupart des types, et seul le type 2 se distingue par une forte proportion de situations où le nombre de souches utilisées est élevé (jusqu'à plus de 10). Cette variable apparaît donc moins informative que les autres variables utilisées dans la classification.

Ces différents types se distinguent donc par le stade d'élevage de reines réalisé au sein de l'exploitation, et par la place accordée à cet élevage, qui peut s'étaler sur une période plus ou moins longue, et être ou non une priorité pour l'apiculteur. Ces différences ont des conséquences directes sur la disponibilité en reines pour les apiculteurs : stade des reines disponibles (de cellule royale à reine fécondée voire inséminée), période de disponibilité. L'élevage de reines peut aller d'une activité ponctuelle sur quelques semaines à une activité régulière et prioritaire sur plusieurs mois, à laquelle une part plus ou moins élevée du cheptel peut être consacrée pour la création des nuclei. L'approvisionnement en reines ne repose cependant pas que sur la mise en place d'un atelier d'élevage au sein de l'exploitation ou en commun à plusieurs exploitations, mais peut aussi passer par de l'achat ou de l'entraide entre apiculteurs. Ces types ne représentent pas non plus l'usage qui peut être fait par la suite de ces reines élevées, et leur place dans la gestion du renouvellement des colonies : introduction dans des essaims, remérage de colonies... Cet aspect est représenté via les typologies des autres catégories de pratiques de gestion du renouvellement.

Les types 1 et 2 se distinguent principalement par l'usage d'une banque à reines pour le type 1, mais sont relativement semblables pour les autres aspects étudiés. Ils ont donc été regroupés pour

l'analyse globale des stratégies, en considérant que ces deux types correspondaient à une place de l'élevage dans l'exploitation et à une disponibilité en reines semblables. De la même façon, les types 4 et 5 ont été regroupé pour l'analyse globale, étant relativement proches et ne se distinguant que par la durée de la période d'élevage et la moindre place de cet atelier dans l'organisation de l'exploitation.

Tableau B.2 : Description statistique des types de réalisation et de gestion d'un élevage de reines. Les modalités des différentes variables de la classification qui caractérisent les différents types par leur surreprésentation sont indiquées (p-value <0.001 : * ; <0.01 : ** ; <0.05 : * ; <0.1 : .). Les variables sont présentées dans leur ordre d'importance dans la construction de la classification. L'interprétation des modalités surreprésentées dans chaque groupe au seuil de p < 0.1 est indiquée en bas de chaque colonne.**

| Variable | Modalités | Types 1 à 5 : reine fécondée et/ou inséminée | | | | | Type 6 : cellule royale / reine vierge | Type 7 : fécondation | Type 8 : pas d'élevage |
|--|---|--|--|--|--|---|---|--|--------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| Stade le plus élevé d'élevage réalisé sur l'exploitation | Reine inséminée | | | *** | | | | | |
| | Reine fécondée et banque à reines | * | | | | | | | |
| | Reine fécondée | | ** | | *** | | | | |
| | Reine vierge | | | | | | ** | | |
| | Cellule royale | | | | | | *** | | |
| | Fécondation | | | | | | | *** | |
| Part des reines élevées étant fécondées en nuclei | Pas d'élevage de reines | | | | | | | | *** |
| | 0 % | | | | | | *** | | |
| | Moins de 50 % | | | | | *** | | | |
| | Plus de 50 % | | | . | | | | | |
| Priorité donnée à l'élevage | 100 % | | ** | | | | | | |
| | Non concerné – pas d'élevage | | | | | | | | *** |
| | Oui | | | | *** | | | | |
| Nombre de souches sur lesquelles le greffage est réalisé | Non | | | | | * | * | | |
| | Non concerné – pas d'élevage | | | | | | | | *** |
| | 1 à 2 colonies souches | | | | | | | | |
| | 3 à 5 colonies souches | | | | * | | | | |
| | 6 à 9 colonies souches | | | | . | | | | |
| Importance du cheptel de nuclei : nombre de nuclei en saison par rapport au nombre de colonies hivernées | Plus de 10 colonies souches | | *** | | | | | | |
| | Non concerné – pas d'élevage | | | | | | | | *** |
| | 0 %: pas de nuclei | | | | | | *** | | *** |
| | Moins de 15 % | | | | *** | | | | |
| Étalement de la période d'élevage | De 15 % à 50 % | | *** | | | | | | |
| | Plus de 50 % | | | * | | | | | |
| | Atelier d'élevage commun | | | | * | | | | |
| | Pas de période d'élevage | | | | | | | | *** |
| | 1 à 2 mois | | | | | | * | | |
| Méthode d'élevage utilisée | 3 mois | | | | | | | | |
| | 4 mois | | | | ** | | | | |
| | 5 mois et plus | | *** | | | | | | |
| | Starter-finiisseur | | | | . | | ** | | |
| Fréquence de l'élevage | Colonie orpheline | | * | | | | | | |
| | Starter-finiisseur et colonie orpheline | | | | | | | | *** |
| | Non concerné – pas d'élevage | | | | | | | | *** |
| Fréquence de l'élevage | Régulier | | * | | * | | | | |
| | Ponctuel | | | | | | * | | |
| | Non concerné – pas d'élevage | | | | | | | | *** |
| | | Élevage jusque reine fécondée, utilisation d'une banque à reines | Majorité ou totalité des reines élevées fécondées en nuclei, période d'élevage étendue, nombre de nuclei important. Élevage régulier. Nombre élevé de souches utilisées, éleveuses orphelines. | Élevage jusque reine fécondée et insémination. Nombre important de nuclei. | Élevage de reines et fécondation en nuclei d'une part minoritaire de ces reines, nombre de nuclei peu important. Élevage étalé, régulier et prioritaire sur autres activités. Élevage réalisé sur l'exploitation ou via un atelier d'élevage en commun, en starters-finiisseurs. | Élevage de reines en partie fécondées en nuclei, mais sur une période courte et sans être prioritaire sur les autres activités de l'exploitation. | Élevage de reines sans gestion de nuclei : jusque cellule royale ou reine vierge, sur une période courte et de manière ponctuelle non prioritaire. Starters-finiisseur. | Pas de greffage mais gestion de la fécondation en nuclei de cellules royales issues d'achat ou d'entraide. | Pas d'élevage de reines. |

3.1.2 Renouveau et création de colonies

Parmi les catégories de pratiques considérées, trois sont liées au renouvellement des colonies et à la création de nouvelles colonies : la création et gestion d'essaims, la création et gestion de paquets d'abeilles, et les pratiques liées au fonctionnement global du renouvellement des colonies. Ces trois catégories ont été distinguées les unes des autres pour mieux considérer la réalisation possible en parallèle d'essaims et de paquets d'abeilles avec des modalités pouvant être différentes, et la gestion de ces nouvelles colonies par la suite quel que soit le type de colonies choisies.

3.1.2.a Essaims sur cadre

Au sein de l'échantillon, la création et la gestion d'essaims apparaît de loin comme la principale méthode de renouvellement des colonies, avec des pratiques variables : neuf types différents ont été identifiés parmi les situations analysées. La description statistique de ces types est indiquée dans le Tableau B.3, l'interprétation complète de ces éléments statistiques est disponible en Annexe 3.

Si les types 1 à 8 distinguent différentes pratiques de création et gestion d'essaims, il n'y a pas de création d'essaims sur cadre dans le cas du type 9 : les autres variables de cette catégorie ne sont donc pas pertinentes pour ce type.

Les huit types pour lesquels il y a création et gestion d'essaims sur cadre se distinguent en premier lieu par les pratiques de gestion de la reine lors de la création des essaims : introduction ou non de reine fécondée, de cellule royale ou reine vierge, remérage naturel. Pour les types 1, 2 et 4, il y a introduction de cellules royales ou reines vierges dans la majorité ou totalité des essaims. Dans certaines situations, cela peut être complété par l'introduction de reines fécondées dans le reste des essaims (types 1 et 2) ou par un remérage naturel dans une partie des essaims (type 4). Ces cellules royales ou reines introduites peuvent provenir d'un élevage sur l'exploitation (types 1 et 4) ou d'un achat (type 2). La méthode de création des essaims sur cadre, hors gestion de la reine, et le choix des colonies qui fourniront les cadres de couvain peuvent également varier. Les essaims peuvent être issus principalement de prélèvements de cadres sur une ou plusieurs colonies, comme dans les types 2 et 4, ou d'une division de colonie en plusieurs essaims (type 1). Dans ce dernier cas (type 1), un lot de colonies, déterminé en amont, est dédié à la création d'essaims, là où les colonies où les cadres sont prélevés sont majoritairement choisies selon leur taille au printemps (type 2), et éventuellement selon d'autres critères de sélection complémentaires (type 4). La création des essaims se fait au moins en partie au printemps pour tous les types, avec une création d'essaims complémentaires en milieu de saison (types 1, 2 et 4) voire en fin de saison lorsque des reines fécondées sont introduites dans une partie des essaims (type 2). Le nombre d'essaims créés par rapport à la taille du cheptel en sortie d'hiver est ici relativement élevé (plus de 0.4 pour les types 1 et 4).

Dans le cas des types 5, 7 et 8, c'est une reine fécondée qui est introduite dans la majorité des essaims créés. Dans le type 8, cette reine fécondée est la reine hivernée dans la colonie : les essaims sont créés avec l'ancienne reine de la colonie, pour la totalité des essaims créés (un remérage étant alors nécessaire dans la colonie dont les cadres de couvain et la reine sont issus). Pour les types 5 et 7, ces reines fécondées sont issues de nuclei de fécondation, qu'elles soient achetées ou élevées sur l'exploitation. Ces introductions de reines fécondées peuvent concerner la totalité des essaims créés (une partie du type 5) ou peuvent être complétées par des cellules royales ou reines vierges

pour une partie des essaims (types 5 et 7). Ces reines proviennent d'un élevage sur l'exploitation ou d'un atelier d'élevage commun à plusieurs exploitations (type 5), de manière exclusive (type 5) ou en étant complétées par des reines d'achat (type 7). Dans ces trois types, il n'y a pas d'essaims qui soient laissés en remérage naturel. Comme dans les types où ce sont plutôt des cellules royales ou reines vierges qui sont introduites, deux méthodes de création des essaims apparaissent : par prélèvement de cadres sur les belles colonies, parfois complété par de la division de colonies (type 5) ou majoritairement par division de colonies avec gestion du cheptel en lots déterminés en amont, dont certains sont dédiés à la création d'essaims (type 7). Ces deux méthodes de création d'essaims se distinguent par leur impact sur la colonie initiale : dans le cas d'un prélèvement de cadres, un à trois cadres de couvain sont généralement prélevés. La colonie conserve alors une taille et une dynamique plus importante que dans le cas d'une division de colonie, qui aboutit à plusieurs petites colonies pouvant être considérées comme autant d'essaims à développer par la suite. Ces essaims sont créés au printemps ou en milieu de saison apicole, et en partie en fin de saison pour le type 5.

Enfin, dans le cas des types 3 et 6, les essaims sont en majorité (type 3) ou totalité (type 6) laissés en remérage naturel. Pour le type 3, il y a introduction de reines fécondées issues d'un achat dans la part (minoritaire) des essaims qui n'est pas laissée en remérage naturel, ces essaims pouvant en partie être créés en fin de saison. Les essaims peuvent être créés par prélèvement de cadres de couvain comme par division de colonies, éventuellement sur un lot de cheptel dédié issu d'un tri en début de saison (type 3). Le nombre d'essaims créés est variable, et n'est pas très important pour le type 6 (de 0.2 à 0.4 par rapport au nombre de colonies en sortie d'hivernage).

L'achat ou non d'essaims apparaît comme une variable qui distingue peu les différents types, un achat d'essaims étant possible de manière secondaire (régulière mais en petit nombre) ou ponctuelle (irrégulière, ex. une année où il y a un besoin d'essaims plus important) dans différentes situations réparties dans les différents types. La période de création des essaims ne distingue pas non plus fortement les types, notamment car il n'y a que dans le cas du type 6 qu'il n'y a pas de création d'essaims en milieu de saison mais uniquement au printemps. La période de création d'essaims peut dans tous les autres cas s'étendre du printemps au milieu de la saison apicole, voire parfois jusqu'en fin de saison. Ces essaims en fin de saison se retrouvent principalement dans les cas où il y a au moins en partie introduction de reines fécondées, mais, plus rarement, cette pratique est aussi possible dans des situations où il y a introduction de cellule royale ou reine vierge ou remérage naturel.

Si les essaims sont le plus souvent issus de colonies fortes, éventuellement en considérant d'autres critères de sélection (production, comportement...), ils peuvent également être issus dans certains cas de colonies dites « non-valeurs ». Cette variable distingue peu les types identifiés : cela peut être le cas parmi tous les types excepté le type 5, et principalement dans les situations où il y a introduction de cellule royale ou reine vierge, éventuellement de reine fécondée, dans la majorité des essaims. Selon ce qui est défini comme une colonie « non-valeur » (colonie faible, qui ne produit pas assez...), ces essaims pourront être créés en divisant la colonie, ou en répartissant les cadres dans plusieurs essaims. Cette création éventuelle d'essaims est donc liée aux pratiques de gestion des non-valeurs, qui fait l'objet d'une typologie spécifique.

Parmi les différentes pratiques qui distinguent ces types, certaines peuvent varier d'une année à l'autre. Par exemple, la proportion d'essaims où une cellule royale est introduite peut être

variable selon la disponibilité en cellules royales. Dans une situation où les essaims sont laissés en remérage naturel ou avec une introduction sous forme de cellule royale, une opportunité d'achat qui se présente peut aussi entraîner une introduction de reines fécondées dans une partie des essaims.

Les pratiques de création d'essaims apparaissent ici liées à d'autres éléments de la gestion du cheptel, notamment en termes d'organisation du cheptel. Au sein de plusieurs types (type 1 et 7), le cheptel est ainsi organisé en lots dont certains sont dédiés en amont à la création d'essaims : ce peuvent être les colonies dont les reines sont les plus âgées, celles qui étaient sur une miellée particulière l'année précédente ou encore des colonies dans un format de ruches spécifique (ex. en ruchettes). La création d'essaims sera alors effectuée sur ces colonies, qui sont généralement situées sur un ou plusieurs emplacements spécifiques, et principalement par division. Dans d'autres cas, un tri effectué en début de saison permet de sélectionner les colonies qui serviront à la création d'essaims par la suite. Par exemple, les colonies peuvent être classées en plusieurs catégories en sortie d'hivernage, et des essaims seront réalisés sur les colonies identifiées comme appartenant à l'une de ces catégories, sans que les colonies soient toujours regroupées sur un même emplacement. Cela peut être aussi lié aux miellées sur lesquelles iront certains ruchers, qui pourront alors être privilégiés pour la création d'essaims ou au contraire exclus de cette dernière. Enfin, il peut n'y avoir aucun lot spécifique. Les colonies servant à la création des essaims sont alors choisies parmi l'ensemble du cheptel au fur et à mesure de leur développement et de l'avancement de la saison, ou bien peuvent représenter l'intégralité du cheptel.

Tableau B.3 : Description statistique des types de création et gestion d'essaims sur cadre. Les modalités des différentes variables de la classification qui caractérisent les différents types par leur surreprésentation sont indiquées (p-value <0.001 : *** ; <0.01 : ** ; <0.05 : * ; <0.1 : .). Les variables sont présentées dans leur ordre d'importance dans la construction de la classification. L'interprétation des modalités surreprésentées dans chaque groupe au seuil de p < 0.1 est indiquée en bas de chaque colonne.

| Variable | Modalité | Type 1 | Type 2 | Type 3 | Type 4 | Type 5 | Type 6 | Type 7 | Type 8 | Type 9 |
|---|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Introduction de reines fécondées dans les essaims | Majoritaire | | | | | *** | | . | | |
| | Secondaire | ** | | . | | | | | * | |
| | Reine de la colonie | | | | | | | | | |
| | Pas d'introduction de ce type | | | | ** | | *** | | | |
| Introduction de cellule royale ou reine vierge dans les essaims | Majoritaire | . | | | *** | | | | | |
| | Secondaire | | | | | *** | | * | | |
| | Reine de la colonie | | | | | | | | * | |
| | Pas d'introduction de ce type | | | . | | * | *** | | | |
| Part des essaims laissés en remérage naturel | Non concerné – pas d'essaims | | | | | | | | | * |
| | 0 % | | | | | * | | | | |
| | Moins de 50 % | | | | . | | | | | |
| | Plus de 50 % | | | *** | | | | | | |
| Choix des colonies sources pour les essaims selon leur taille | 100 % | | | | | | *** | | | |
| | Non concerné – pas d'essaims | | | | | | | | | * |
| | Taille et lot de cheptel | * | | . | | | | | | |
| | Taille et autre critère de sélection | | | | . | | | | | |
| Origine de la reine : atelier d'élevage sur l'exploitation | Taille comme critère principal | | | | | | | | | |
| | Essaims sur toutes les colonies | | | | | | | | * | |
| | La taille n'est pas le critère principal | *** | | | | | | | | |
| | Non concerné – pas d'essaims | | | | | | | | | * |
| Origine de la reine : achat | Majoritaire | | *** | | *** | | | | | |
| | Secondaire | | . | | | | | | | |
| | Reine issue d'un élevage commun | | | * | | | *** | | | |
| | Reine issue d'un remérage naturel | | | | *** | | | | | * |
| Création d'essaims sur des colonies considérées comme non-valeurs | Reine non issue de l'exploitation | | | | | | | | | |
| | Non concerné – pas d'essaims | | | | | | | | | * |
| | Majoritaire | | *** | | | | | | | |
| | Secondaire | | . | | | | | | | |
| Création d'essaims par prélèvement de cadres | Reine non issue de l'exploitation | | | * | | | *** | | | |
| | Non concerné – pas d'essaims | | | | | | | | | * |
| | Majoritaire | | *** | | | ** | | | | |
| | Secondaire | | | | | | | | | * |
| Lot dédié à la création d'essaims dans la gestion du cheptel | Non | | | | | | | . | | * |
| | Non concerné – pas d'essaims | | | | | | | | | * |
| | Majoritaire | ** | | | | | | ** | | |
| | Secondaire | | | * | | | | | * | |
| Création d'essaims par division de colonies | Essaims sur toutes les colonies | | | | | | | | * | |
| | Non | | | | | | | | | * |
| | Non concerné – pas d'essaims | | | | | | | | | * |
| | Majoritaire | *** | | | | | | | * | |
| Intensité de création d'essaims : importance du nombre d'essaims par rapport à la taille du cheptel | Secondaire | | | | | | | | | |
| | Non | | . | | | | | | | * |
| | Moins de 0.2 | | | | | | | | | * |
| | 0.2 à 0.4 | | | | | | ** | | | |
| Période de création : en saison | 0.4 à 0.6 | * | | | | | | | | |
| | Plus de 0.6 | | | | | | | | | |
| | Oui | | | | | | ** | | | |
| | Non | | | | | | | | | |
| Période de création : en fin de saison | Oui | | | | | * | | | | |
| | Non | | | | | | | | | |
| | Secondaire | | | | | | | | | |
| | Ponctuel | | | | | | | | | |
| Achat d'essaims | Non | | | | | | | | | |
| | Non | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|--|--|--|--|
| Nombre important d'essaims, créés principalement par division complétée par du prélèvement de cadres, avec un lot de colonies dédié à la création d'essaims. Introduction majoritaire de cellules royales ou reines vierges, secondaire de reines fécondées. | Essaims réalisés par prélèvements de cadres sur les belles colonies et non par division, introduction de reines issues principalement d'achat. | Organisation du cheptel en lots selon un tri effectué en sortie d'hiver avec certains lots dédiés à la création d'essaims, par division et/ou prélèvement de cadres. Majorité des essaims en remérage naturel, introduction de reines fécondées issues d'un achat possible. | Création d'essaims par prélèvement de cadres selon la taille des colonies et d'autres critères de sélection. Une part minoritaire des essaims est laissée en remérage naturel, introduction dans le reste de cellules royales ou reines vierges issues d'un élevage sur l'exploitation. | Essaims réalisés en partie en fin de saison, avec introduction majoritaire de reines fécondées. Pas de remérage naturel des essaims, pas ou peu d'introduction de cellules royales ou reines vierges. | Nombre relativement peu important d'essaims réalisés, au printemps et en totalité laissés en remérage naturel. | Essaims réalisés par division de colonies avec organisation du cheptel en lots dont certains dédiés à la création d'essaims. Introduction majoritaire de reines fécondées, secondaire de cellules royales ou reines vierges. | Nombre important d'essaims créés par division de l'ensemble du cheptel au printemps, la reine hivernée de la colonie est introduite dans l'essaim. | Pas de création d'essaims sur cadres sur l'exploitation. |
|--|--|---|---|---|--|--|--|--|

3.1.2.b Paquets d'abeilles et essaims nus naturels

La réalisation et la gestion de paquets d'abeilles, c'est-à-dire sans cadres de couvain, est une autre possibilité de création de nouvelles colonies. De même que pour la création d'essaims sur cadre, plusieurs pratiques interviennent et interagissent : la gestion des reines au sein de ces paquets d'abeilles, le choix des colonies utilisées pour les créer... La gestion de la reine est cependant une différence majeure avec le cas des essaims sur cadre : étant donné l'absence de couvain, il n'est pas possible de laisser un paquet d'abeilles en remérage naturel. Certains apiculteurs assurent également le renouvellement de leurs colonies par la récupération ou le piégeage d'essaims nus naturels, qui ont aussi été considérés ici.

Bien que la grande majorité des apiculteurs de l'échantillon ne réalisent pas de paquets d'abeilles, les modalités de réalisation et gestion restent diversifiées et sept types se distinguent dans cette catégorie. Parmi ces types, le type 1 regroupe les exploitations qui n'ont pas recours à des paquets d'abeilles et ne récupèrent pas d'essaims nus naturels : le renouvellement des colonies est alors intégralement assuré par la création d'essaims sur cadre. Les autres types distinguent la récupération d'essaims nus naturels (types 2 et 3), et la création de paquets d'abeilles sur l'exploitation (types 4 à 7), qui intervient toujours en parallèle de la création d'essaims sur cadre. La description statistique de ces types est donnée en Tableau B.4, et la description complète de ces caractéristiques en Annexe 3.

La création de paquets d'abeilles peut répondre à plusieurs objectifs : limiter les risques d'essaimage en réalisant des paquets d'abeilles au printemps sur les colonies les plus fortes (types 4 et 5), faciliter le renouvellement des cires, ou disposer de colonies qui pourront être facilement réunies par la suite à d'autres colonies, pour les renforcer ou les remérer (ex. réalisation de paquets d'abeilles en hausses). Cette création de paquets d'abeilles peut également être liée à des pratiques sanitaires : certains apiculteurs réalisent un traitement hors couvain contre le varroa à cette occasion.

Dans les types 2 et 3, des essaims nus issus d'essaimage sont récupérés soit par piégeage (type 2), c'est-à-dire via l'installation de ruches sans colonie où des essaims nus naturels viendront s'installer, soit par récupération d'essaims nus dans les environs par l'apiculteur qui les installera ensuite dans une ruche ou ruchette (type 3). La reine issue de l'essaimage, et donc déjà présente au sein de la colonie, y est généralement laissée. Ces deux types se distinguent également par le nombre de colonies nouvelles issues de ces essaims nus : dans le cas du type 2 (piégeage), ces colonies peuvent représenter 0.25 à 0.5 par rapport au cheptel en sortie d'hivernage et donc constituer une part importante du renouvellement des colonies, là où les colonies issues d'une récupération par l'apiculteur (type 3) ne sont qu'un petit nombre, selon les occasions de récupération qui se présentent.

Au sein des types 4 à 7, des paquets d'abeilles sont réalisés par prélèvement d'abeilles sur les colonies de l'exploitation. Au sein de ces paquets d'abeilles, il peut y avoir introduction de reines fécondées (type 4), de cellule royale ou reine vierge (types 5 et 6), ou de l'une ou l'autre selon les situations (type 7). Ces paquets d'abeilles sont généralement créés sur les colonies les plus fortes, soit au printemps (types 4 et 5), ce qui contribue alors à la gestion des risques d'essaimage, soit en milieu de saison apicole (type 6), soit sur ces deux périodes (type 7). Le nombre des paquets d'abeilles créés est variable mais ne représente généralement pas une part importante par rapport au cheptel en sortie d'hivernage (de 0.1 à 0.25 pour les types 5 et 6), sauf dans le cas du

type 7 où ces paquets d'abeilles peuvent représenter de 0.25 à plus de 0.5 par rapport au cheptel en sortie d'hivernage.

La période de création des paquets d'abeilles (au printemps ou en saison) peut ainsi refléter différents objectifs : la création de paquets d'abeilles dans la gestion du cheptel peut correspondre principalement à une méthode de création de colonies (types 6 et 7, paquets d'abeilles créés en milieu de saison) ou à un moyen de lutte contre l'essaimage (types 4, 5 et 7, paquets d'abeilles au printemps).

Tableau B.4 : Description statistique des types de création et gestion de paquets d'abeilles et récupération d'essaims nus naturels. Les modalités des différentes variables de la classification qui caractérisent les différents types par leur surreprésentation sont indiquées (p-value <0.001 : * ; <0.01 : ** ; <0.05 : * ; <0.1 : .). Les variables sont présentées dans leur ordre d'importance dans la construction de la classification. L'interprétation des modalités surreprésentées dans chaque groupe au seuil de p < 0.1 est indiquée en bas de chaque colonne.**

| | | Type 1 : Pas de création de paquets d'abeilles ni de récupération d'essaims nus naturels | Types 2 et 3 : récupération ou piégeage d'essaims nus naturels | | Types 4 à 7 : création de paquets d'abeilles sur l'exploitation | | | |
|---|--|--|--|---|---|--|--|--|
| Variable | Modalités | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Période de création | Printemps | | | * | *** | ** | | |
| | Printemps et milieu de saison | | | | | | | *** |
| | Milieu de saison | | | | | | * | |
| | Non concerné | *** | | | | | | |
| Type d'introduction dans les paquets d'abeilles créés ou essaims nus naturels récupérés | Cellule royale ou reine vierge | | | | | *** | . | ** |
| | Reine fécondée | | | | *** | | | |
| | Pas d'introduction | | * | ** | | | | |
| | Non concerné | *** | | | | | | |
| Choix des colonies sources | Selon la taille | | | | *** | | | * |
| | Taille et autres critères de sélection | | | | | ** | | |
| | Pas de choix des colonies sources | | * | ** | | | | |
| | Autre | | | | . | | | |
| Intensité de création de paquets d'abeilles : importance du nombre de paquets d'abeilles créés ou d'essaims nus naturels récupérés par rapport à la taille du cheptel | 0 | *** | | | | | | |
| | Moins de 0.1 | | | | *** | | | |
| | 0.1 à 0.25 | | | | | *** | . | |
| | 0.25 à 0.5 | | * | | | | | . |
| Récupération ou piégeage d'essaims nus naturels | Plus de 0.5 | | | | | | | * |
| | Non | ** | | | | | | . |
| | Récupération | | | ** | | | | |
| Création de paquets d'abeilles sur l'exploitation | Piégeage | | * | | | | | |
| | Oui, par prélèvement d'abeilles | *** | | | *** | ** | | * |
| | Non | *** | | | | | | |
| | | Ni création de paquets d'abeilles, ni récupération ou piégeage d'essaims nus naturels | Piégeage d'essaims nus naturels, la reine naturelle y est laissée. Nombre moyen. | Récupération d'essaims nus naturels au printemps, la reine naturelle y est laissée. | Création d'un petit nombre de paquets d'abeilles au printemps, sur les belles colonies ou selon autre critères, avec introduction de reine fécondée | Création d'un nombre moyen de paquets d'abeilles au printemps, sur belles colonies avec autres critères de sélection possibles, introduction cellules royales ou reines vierges. | Création d'un nombre moyen de paquets d'abeilles en saison introduction de cellule royale ou reine vierge. | Création d'un nombre important de paquets d'abeilles sur les belles colonies, au printemps et en saison, introduction de cellule royale ou reine vierge. |

3.1.2.c Fonctionnement global du renouvellement des colonies

En regroupant les différentes méthodes de création de nouvelles colonies, les différentes situations analysées se distinguent principalement par la part de ces nouvelles colonies laissées en remérage naturel, le type de nouvelles colonies (essaims sur cadre, paquets d'abeilles, essaims nus), le devenir de ces nouvelles colonies (usage interne à l'exploitation ou vente) et leur importance par rapport à la taille du cheptel en fin d'hivernage. Quatre types ont été identifiés (Tableau B.5). Parmi les types 1 à 3, il y a création d'essaims sur cadre dans toutes les situations, éventuellement complétés par la création de paquets d'abeilles ou par la récupération occasionnelle d'essaims nus naturels. Le type 1 se distingue par une introduction de reines dans l'intégralité des colonies créées et un nombre relativement élevé de nouvelles colonies (de 0.4 à 0.6 principalement, mais jusqu'à plus de 0.8 par rapport au cheptel en sortie d'hivernage dans certaines situations), qui pourront être en partie vendues. Celles qui ne seront pas vendues rejoindront les colonies en production, et ne seront que peu ou pas redivisées en essaims (ex. essaims sur cadre installés en ruchettes qui sont de nouveau divisées en deux essaims une fois développées) ou réintroduites dans d'autres colonies (ex. pour remérer une colonie suite à la suppression de la reine de cette colonie).

Au sein des types 2 et 3, une partie des nouvelles colonies est laissée en remérage naturel : la majorité ou totalité pour le type 2, moins de la moitié pour le type 3. Ces colonies ne sont destinées qu'à un usage interne à l'exploitation et non à la vente, et pourront au sein du type 2 être redivisées en essaims ou réintroduites au sein d'autres colonies de l'exploitation. L'intensité de création de nouvelles colonies est plus faible dans le type 2 (0.2 à 0.4) que dans le type 3 (0.4 à 0.6 principalement), et ces nouvelles colonies sont majoritairement des essaims sur cadre, complétés éventuellement par des paquets d'abeilles dans le cas du type 2.

Le type 4 se distingue notablement par l'absence de création d'essaims sur cadre : le renouvellement des colonies ne se fait que via des essaims nus naturels, qui ne seront destinés qu'à un usage interne à l'exploitation et représentent une part relativement faible du cheptel en sortie d'hivernage (intensité de création de nouvelles colonies de 0.2 à 0.4).

La création de nouvelles colonies peut donc répondre à plusieurs objectifs : le renouvellement des colonies de production du cheptel mais également la vente de cheptel. Ces objectifs sont cependant difficilement séparables, étant donné que les méthodes mises en œuvre sont généralement les mêmes et que la part des nouvelles colonies qui seront vendues peut varier selon les années et les besoins de colonies de l'exploitation. À l'exception du type 4, le renouvellement des colonies est principalement basé sur la création d'essaims sur cadre, éventuellement complétés par des paquets d'abeilles créés par certains apiculteurs.

Tableau B.5 : Description statistique des types de renouvellement des colonies. Les modalités des différentes variables de la classification qui caractérisent les différents types par leur surreprésentation sont indiquées (p-value <0.001 : * ; <0.01 : ** ; <0.05 : * ; <0.1 : .). Les variables sont présentées dans leur ordre d'importance dans la construction de la classification. L'interprétation des modalités surreprésentées dans chaque groupe au seuil de p < 0.1 est indiquée en bas de chaque colonne.**

| Variable | Modalités | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|--|---|--|---|
| Part du renouvellement en remérage naturel | 0 % | *** | | | |
| | Moins de 50 % | | | *** | |
| | Plus de 50 % | | * | | |
| | 100 % | | *** | | |
| Méthode de renouvellement du cheptel | Non concerné | | | | * |
| | Essaims sur cadre | | | | |
| | Essaims nus naturels | | | | * |
| Devenir des nouvelles colonies : vente | Essaims sur cadre et paquets d'abeilles | | | | |
| | Oui | *** | | | |
| Intensité de création de nouvelles colonies : part des nouvelles colonies par rapport aux colonies disponibles | Non | | *** | ** | |
| | 0.2 à 0.4 | | *** | | |
| | 0.4 à 0.6 | ** | | | |
| | 0.6 à 0.8 | | | | |
| Devenir des nouvelles colonies : réintroduction | Plus de 0.8 | | | | |
| | Oui | | | | |
| Devenir des nouvelles colonies : redivision | Non | . | | * | |
| | Oui | | | | * |
| | | Réalisation d'essaims et/ou paquets d'abeilles, intensité de création de nouvelles colonies relativement élevée, en partie destinées à la vente. Pas de remérage naturel au sein des nouvelles colonies. Réintroduction possible de ces nouvelles colonies mais pas majoritaire. | Réalisation d'essaims et/ou paquets d'abeilles, intensité plutôt faible de création de colonies, qui sont en majorité ou totalité laissées en remérage naturel, pour un usage interne à l'exploitation. | Réalisation d'essaims et/ou paquets d'abeilles, nouvelles colonies en partie en remérage naturel mais introduction de reines majoritaire. Colonies destinées à un usage interne à l'exploitation comme futures colonies de production (pas de réintroduction ni de redivision de ces colonies) | Renouvellement des colonies via essaims nus naturels sans introduction de reines (la reine présente dans les essaims naturels est laissée). |

3.1.3 Gestion des reines

Les pratiques de gestion du renouvellement des reines au sein des colonies, hors création d'essaims sur cadre ou paquets d'abeilles, diffèrent principalement d'une situation à l'autre en termes de part du cheptel concerné et de type de remérage réalisé : suppression de l'ancienne reine puis introduction de cellule royale ou reine vierge, de reine fécondée, regroupement avec un essaim ou paquet d'abeilles, ou remérage naturel. En cas d'introduction de reine, l'origine de la reine peut aussi varier (élevage sur l'exploitation, achat ou autre), ainsi que le choix des colonies qui seront remérées. Ces différentes pratiques ont permis de distinguer les situations étudiées en sept types, qui sont décrits statistiquement dans le Tableau B.6 et dont la description plus détaillée est donnée en Annexe 3.

Au sein du type 1, plus de 75 % des colonies sont remérées chaque année, en utilisant l'âge des reines comme critère principal de remérage (les reines sont marquées par année). D'autres critères de sélection peuvent contribuer au choix de remérer une colonie, ou au contraire de garder une reine âgée mais dont la colonie serait particulièrement performante, dans une optique de sélection. Les remérages peuvent avoir lieu au printemps, mais aussi tout au long de la saison apicole jusqu'en fin de saison. Suite à la suppression de l'ancienne reine, il peut y avoir introduction de cellule royale ou reine vierge, de reine fécondée ou regroupement avec un essaim ou paquet d'abeilles.

Pour les types 2 et 3, les remérages ont lieu principalement via l'introduction de reines fécondées à la suite de la suppression de l'ancienne reine. Une introduction de cellules royales ou reines vierges est également effectuée dans une partie des colonies remérées pour le type 3, de façon secondaire par rapport aux introductions de reines fécondées. Dans le type 2, le remérage peut également avoir lieu via un regroupement avec un essaim ou un paquet d'abeilles. Dans les deux cas, ces reines introduites sont issues d'un élevage de reine sur l'exploitation, ou éventuellement d'un atelier d'élevage en commun à plusieurs apiculteurs dans le cas du type 3. Ces remérages peuvent avoir lieu tout au long de la saison, y compris en fin de saison, surtout dans le cas du type 2. Au sein des colonies, les reines sont suivies et marquées par année dans le type 2 comme dans le type 3. La part du cheptel concerné et les critères de choix des colonies à remérer distinguent ces deux types. Entre la moitié et les trois-quarts des colonies sont concernées dans le type 2, principalement selon des critères d'âge de la reine et d'état de la colonie, parfois sur des critères de sélection (production, comportement...). Dans le cas du type 3, il n'y a qu'un quart à la moitié des colonies qui sont concernées, et ces colonies sont choisies selon des critères de sélection principalement et non selon l'âge de la reine.

Au sein du type 4, les colonies remérées le sont via la suppression de l'ancienne reine suivie de l'introduction d'une cellule royale ou reine vierge issue d'un élevage sur l'exploitation, au printemps ou en milieu de saison apicole mais pas en fin de saison. Ces remérages, qui peuvent représenter d'un quart aux trois-quarts des colonies selon les situations, sont principalement réalisés selon l'état des colonies et plus rarement selon l'âge des reines, qui sont majoritairement suivies et marquées par année. Dans certaines situations, il peut également y avoir suppression de l'ancienne reine sans introduction : la colonie est alors laissée en remérage naturel.

La part des colonies laissées en remérage naturel est plus importante pour les types 5 et 6. Dans le type 5, les remérages ne concernent que moins d'un quart des colonies, et sont effectués via la suppression de l'ancienne reine suivie d'un remérage naturel ou de l'introduction d'une

reine fécondée (généralement issue d'un achat, plus rarement d'un élevage sur l'exploitation), ou via le regroupement avec un essaim ou paquet d'abeilles. Au sein du type 6 où la part de colonies remérées est plus variable, il n'y a pas de remérage via l'introduction de reines isolées : les colonies remérées le seront via un regroupement avec un essaim ou un paquet d'abeilles, et parfois via la suppression de l'ancienne reine suivie d'un remérage naturel de la colonie. Dans ces deux types, les colonies à remérer sont choisies selon leur état, les reines n'étant pas suivies ni marquées dans le cas du type 5. Ces remérages ont lieu au printemps ou en cours de saison, et peuvent également avoir lieu en fin de saison dans le cas du type 6 (rarement en fin de saison pour le type 5).

Enfin, le type 7 regroupe les situations où il n'y a pas de remérage des colonies : les reines ne sont pas suivies et toutes les colonies sont laissées en remérage naturel.

Tableau B.6 : Description statistique des types de gestion des reines au sein des colonies. Les modalités des différentes variables de la classification qui caractérisent les différents types par leur surreprésentation sont indiquées (p-value <0.001 : *** ; <0.01 : ** ; <0.05 : * ; <0.1 : .). Les variables sont présentées dans leur ordre d'importance dans la construction de la classification. L'interprétation des modalités surreprésentées dans chaque groupe au seuil de p < 0.1 est indiquée en bas de chaque colonne.

| Variable | Modalité | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---------------------------------|---|--|--|---|--|--|--|
| Type d'introduction lors d'un remérage : cellules royales ou reines vierges | Majoritaire | | | | *** | | | |
| | Secondaire | | | *** | | | | |
| | Non | | *** | | | | | |
| | Remérage naturel | | | | | | *** | *** |
| Part des colonies remérées par l'apiculteur | 0 % | | | | | *** | | *** |
| | Moins de 25 % | | | | | | | |
| | De 25 à 50 % | | | *** | | | | |
| | De 50 à 75 % | | * | | | | | |
| Colonies en remérage naturel | Plus de 75 % | *** | | | | | | |
| | Toutes | | | | | | | *** |
| | Majoritaire | | | | | *** | | |
| | Secondaire | | *** | | ** | | | |
| Type d'introduction lors d'un remérage : reines fécondées | Faible (« le moins possible ») | *** | | | | | | |
| | Majoritaire | | *** | * | | | | |
| | Secondaire | | | | | | | |
| | Non | | | | *** | | | |
| Suppression de reines puis intro d'une reine d'élevage | Remérage naturel | | | | | | *** | *** |
| | Majoritaire | | * | | *** | | | |
| | Secondaire | | | | | *** | | |
| | Non | | | | | | *** | *** |
| Origine des reines utilisées pour le remérage | Remérage naturel | | | | | | | *** |
| | Élevage sur l'exploitation | | | | * | | | |
| | Atelier d'élevage en commun | | | ** | | | | |
| | Achat | | | | | *** | | |
| Choix des colonies à remérer via leur état ou qualité | Accord avec un éleveur | | | | | | | |
| | Selon des critères de sélection | | | * | | | | |
| | Selon l'état de la colonie | | | | | * | | |
| | Non | * | | | | | | |
| Choix des colonies à remérer via l'âge des reines | Remérage naturel | | | | | | | *** |
| | Oui | * | | | | | | |
| | Non | | | * | | | | |
| | Remérage naturel | | | | | | | *** |
| Suivi des reines dans les colonies | Reines marquées par année | | | | | | | |
| | Reines marquées | | | | | | | |
| | Reines non marquées | | | | | * | | * |
| | Aucun | | | | | | | |
| Remérage via l'introduction d'un essaim ou paquet d'abeilles | Majoritaire | | | | | | * | |
| | Secondaire | | | | | | | |
| | Non | | | | | | | |
| Suppression de reines puis remérage naturel | Secondaire | | | | | . | | |
| | Non | | | | | | | |
| Renouvellement de reines au printemps | Oui | | | | | | | * |
| | Non | | | | | | | |
| Renouvellement de reines en milieu de saison | Oui | | | | | | | * |
| | Non | | | | | | | |
| Renouvellement de reines en fin de saison | Oui | | * | | | | | |
| | Non | | | | | | | |
| | | Remérage annuel de plus de 75 % des colonies, selon l'âge de la reine. Le moins possible de colonies sont laissées en remérage naturel. | Remérage annuel de 50 à 75 % des colonies avec introduction de reines fécondées, en partie en fin de saison. | Remérage annuel de 25 à 50 % des colonies selon critères de sélection, avec introduction majoritaire de reines fécondées et secondaire de cellule royales ou reines vierges. Les reines peuvent être issues d'un élevage commun. | Remérage possible de colonies avec introduction de cellules royales ou reines vierges issues d'un élevage sur l'exploitation. Pas de remérage de fin de saison. | Remérage annuel de moins d'un quart des colonies, suppression possible de reines suivies d'un remérage naturel. Le remérage peut aussi être réalisé via l'introduction d'un essaim ou paquet d'abeilles, ou d'une reine fécondée d'achat, selon l'état des colonies (pas de suivi des reines dans les colonies). | Colonies majoritairement laissées en remérage naturel, remérages possibles via l'introduction d'un essaim ou d'un paquet d'abeilles, pas d'introduction de reines. | Toutes les colonies sont laissées en remérage naturel, il n'y a pas de suivi des reines. |

3.1.4 Définition et gestion des colonies « non-valeurs »

Le terme de « non-valeur » n'est pas utilisé de la même façon par tous les apiculteurs : il peut désigner des colonies considérées comme mortes même si elles ne le sont pas encore, des colonies faibles, ou encore des colonies ne satisfaisant pas les critères de sélection de l'apiculteur. Dans certaines exploitations, aucune colonie n'est considérée comme « non-valeur ». La gestion de ces colonies ne dépend donc pas uniquement de choix techniques mais également du type de colonies désignées sous le terme de non-valeur : ces deux aspects sont ici considérés conjointement, et contribuent tous les deux à distinguer les sept types identifiés. Seulement 60 situations ont été analysées pour cette catégorie, les données manquantes sur les variables considérées étant trop nombreuses pour les quatre autres situations. La description statistique des types est indiquée dans le Tableau B.7 et la description plus détaillée pour chaque type est donnée en Annexe 3.

Au sein des types 1, 2 et 5, les colonies dites « non-valeurs » sont des colonies valorisables. Elles pourront être renforcées par l'introduction de cadres de couvain issus d'autres colonies (« rééquilibrage entre colonies », type 1), regroupées avec des essaims ou paquets d'abeilles (type 2, plus rarement type 5), ou parfois regroupées entre (type 5). Ces colonies pourront également être remérées via la suppression de la reine, suivie d'une introduction de reine (types 1, 2 et 5) ou d'un remérage naturel dans certains cas (type 1). Si sa taille le permet, ce remérage peut avoir lieu à l'occasion de la division de la colonie pour former plusieurs essaims, dans le cas des types 2 et 5.

Les colonies « non-valeurs » des types 3 et 6 sont majoritairement des colonies condamnées. Dans le cas du type 3, il peut y avoir suppression de la reine suivie d'un remérage naturel mais ces colonies seront majoritairement secouées ou supprimées, ou parfois simplement laissées telles quelles jusqu'à leur mort. Dans le cas du type 6, ces colonies pourront également être supprimées, ou éventuellement regroupées avec des essaims ou paquets d'abeilles voire remérées, mais sans être divisées en essaims. Au sein de ces deux types, si la définition donnée à « non-valeur » est donc une colonie condamnée, certaines d'entre elles seront donc tout de même valorisées.

Au sein du type 4, les colonies sont dites « non-valeurs » selon des critères de sélection (ex. colonies pas assez productives par rapport aux autres). Elles ne seront pas supprimées, mais pourront être regroupées entre elles, éventuellement remérées via l'introduction d'une nouvelle reine suite à la suppression de l'ancienne, avec ou sans division de la colonie à cette occasion.

Enfin, le type 7 regroupe les situations où il n'y a pas de colonie dite « non-valeur ».

Sur l'ensemble de l'année, la part des colonies dites « non-valeurs » peut aller : de 5 à 40 % du cheptel pour la plupart des exploitations, et jusqu'à plus de 70 % dans certains cas. La majorité de ces non-valeurs sont déclarées pendant la période hivernale. Cependant, cela recouvre des colonies bien différentes d'une situation à l'autre, de colonies bourdonneuses condamnées à disparaître (ou supprimées avant), à des colonies peu productives mais avec une reine en ponte voire une population d'abeilles suffisante pour que la colonie soit divisée en essaims. Les pratiques de gestion des colonies non-valeurs sont donc à considérer conjointement avec la définition de ces colonies pour l'apiculteur. Par ailleurs, les différentes visions des colonies non-valeurs peuvent aussi influencer les décomptes de pertes et d'évolutions du cheptel : par exemple, les colonies bourdonneuses sont parfois comptées directement avec les colonies mortes par certains apiculteurs, et non parmi les colonies dites « non-valeurs » (où ils ne compteront alors que des colonies affaiblies mais valorisables).

Tableau B.7 : Description statistique des types de définition et gestion des non-valeurs. Les modalités des différentes variables de la classification qui caractérisent les différents types par leur surreprésentation sont indiquées (p-value <0.001 : *; <0.01 : **; <0.05 : *; <0.1 : .). Les variables sont présentées dans leur ordre d'importance dans la construction de la classification. L'interprétation des modalités surreprésentées dans chaque groupe au seuil de p < 0.1 est indiquée en bas de chaque colonne.**

| Variable | Modalités | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|--|---|--|--|--|--|--|---|
| Regroupement des non-valeurs avec d'autres colonies | Regroupement de colonies faibles | | | | . | | | |
| | Regroupement avec un essaim ou PA | | | | | | . | |
| | Renforcement via des cadres de couvain | *** | | | | | | |
| | Regroupement entre faibles et/ou avec un essaim | | *** | | | | | |
| | Regroupement avec une colonie forte | | | | | | | |
| | Pas de regroupements Pas de colonies dites « non-valeur » | | | | . | | | * |
| Définition des non-valeurs : valorisables | Oui | | | | | . | | |
| | Non | | | *** | | | | |
| | Pas de colonie dite « non-valeur » | | | | | | | * |
| Définition des non-valeurs : condamnées | Oui | | | ** | | | *** | |
| | Non | | | | ** | *** | | |
| | Pas de colonie dite « non-valeur » | | | | | | | * |
| Définition des non-valeurs : sélection | Oui | | | | *** | | | |
| | Non | | | | | ** | . | |
| | Pas de colonie dite « non-valeur » | | | | | | | * |
| Division des non-valeurs en essaims | Oui | | | | | *** | | |
| | Non | | | * | | | * | |
| | Pas de colonie dite « non-valeur » | | | | | | | * |
| Remérage des non-valeurs avec introduction d'une reine | Oui | | | | | ** | | |
| | Non | | | * | | | | |
| | Pas de colonie dite « non-valeur » | | | | | | | * |
| Suppression des colonies non-valeurs | Oui | | | | | | | |
| | Non | | | | ** | | | |
| | Pas de colonie dite « non-valeur » | | | | | | | * |
| Suppression de la reine dans les non-valeurs puis remérage naturel | Oui | | | * | | | | |
| | Non | | | | | | | |
| | Pas de colonie dite « non-valeur » | | | | | | | * |
| | | Les colonies « non-valeurs » sont gérées par des rééquilibrages entre colonies, ou des renforcements par des cadres de couvain issus d'autres colonies. | Regroupement des colonies « non-valeurs » avec des essaims ou paquets d'abeilles | Les colonies « non-valeurs » sont des colonies condamnées, les reines peuvent être supprimées pour accélérer un remérage naturel. Pas d'introduction de reines, de division ni de regroupements. | Colonies dites « non-valeurs » selon des critères de sélection. Elles ne seront pas supprimées, et pourront notamment être regroupées entre elles. | Les colonies dites « non-valeurs » sont des colonies valorisables, qui seront remérées ou divisées en essaims. | Les colonies « non-valeurs » sont des colonies condamnées, qui pourront éventuellement être regroupées avec un essaim ou paquet d'abeilles, et ne seront pas divisées. | Il n'y a pas de colonies dites « non-valeurs ». |

3.1.5 Sélection

Les objectifs de sélection du cheptel peuvent être très différents d'un apiculteur à l'autre, de même que les pratiques mises en œuvre pour les assurer. L'intégration ou non de génétique extérieure à l'exploitation dans la sélection, le niveau visé de maîtrise de la génétique (notamment de la voie mâle) et les pratiques de suivi et de sélection des colonies en lien avec les critères de sélection de l'apiculteur sont les variables qui distinguent le plus les six types identifiés. Ces différentes pratiques de sélection apparaissent notamment liées à l'usage ou non de reines d'élevage, et à l'approvisionnement en reines le cas échéant : mise en œuvre d'un élevage au sein de l'exploitation avec différents niveaux possibles de sélection des colonies souches en amont et de maîtrise de la fécondation, achat, élevage à façon ou en commun entre plusieurs exploitations. Ces types sont décrits statistiquement par le Tableau B.8 et la description par type est disponible en Annexe 3.

Pour les types 1, 2 et 4, la mise en œuvre des objectifs de sélection passe principalement par l'intégration d'une génétique extérieure à l'exploitation. Cette intégration peut se faire par un achat de reines fécondées ou inséminées qui serviront de souches pour le greffage (types 1 et 2), et par la participation à un groupe de sélection ou schéma collectif de sélection (type 1). Pour ces deux types, les performances des colonies en termes de production et parfois d'autres critères de sélection sont suivies. Le choix des reines souches sur lesquelles le greffage sera effectué s'appuie alors sur ce suivi important des filles des reines achetées (type 1) ou sur des reines achetées elles-mêmes sur une ou plusieurs années (type 2). Si dans le type 1 une sélection interne à l'exploitation peut également être effectuée par le choix de souches pour le greffage au sein des colonies de l'exploitation, dans le type 2 le greffage ne sera effectué que sur les souches achetées. Un rucher de fécondation avec gestion de ruches à mâles est mis en place dans le type 2. Cela peut également être le cas dans le type 1, mais sans qu'il y ait toujours gestion de ruches à mâles : le rucher de fécondation peut être simplement proche d'autres ruchers de l'exploitation.

Dans le type 4, cette intégration de génétique extérieure se fait majoritairement via l'achat de reines qui seront directement introduites dans les colonies, ainsi que par l'achat de reines fécondées ou inséminées qui pourront servir de souches pour le greffage. Dans ce dernier cas, le greffage sera réalisé sur toutes ces souches, sans qu'il y ait sélection sur l'exploitation parmi celles-ci. Il n'y a pas de sélection interne à l'exploitation ni de suivi des performances des colonies, et pas de rucher dédié à la fécondation. Quand les objectifs de sélection sont intégrés dans le choix des achats, la sélection repose donc sur l'éleveur à qui sont achetées les reines, ou les souches pour le greffage.

Dans les types 3, 5 et 6, la sélection de fait principalement (type 3) ou exclusivement (types 5 et 6) de manière interne à l'exploitation. Cette sélection passe par le choix des souches pour le greffage au sein des colonies de l'exploitation pour les types 3 et 5, complété pour le type 3 par un achat de souches (reines inséminées) ou par la participation à un groupe de sélection ou schéma collectif de sélection. La production par colonie est suivie dans les situations du type 5, et peut également l'être parmi celles du type 3, parfois avec d'autres critères de sélection. Un rucher de fécondation est mis en place, avec (type 3) ou sans (type 5) gestion de ruches à mâles.

Dans le type 6, la sélection se fait via le choix des colonies dont seront issus les essaims (qui seront laissés en remérage naturel). Il y a peu ou pas de suivi des performances des colonies, et pas de mise en place de rucher de fécondation.

Tableau B.8 : Description statistique des types de pratiques de sélection. Les modalités des différentes variables de la classification qui caractérisent les différents types par leur surreprésentation sont indiquées (p-value <0.001 : * ; <0.01 : ** ; <0.05 : * ; <0.1 : .). Les variables sont présentées dans leur ordre d'importance dans la construction de la classification. L'interprétation des modalités surreprésentées dans chaque groupe au seuil de p < 0.1 est indiquée en bas de chaque colonne.**

| Variables | Modalités | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Intégration d'une génétique extérieure à l'exploitation dans la sélection | Majoritaire - achat | | *** | | ** | | |
| | Via un schéma collectif de sélection | | | ** | | | |
| | Plusieurs types d'apports extérieurs, dont schéma collectif | *** | | | | | |
| | Secondaire - achat | | | *** | | | |
| | Non | | | | | *** | ** |
| Niveau de contrôle de la génétique via l'élevage de reines | Haut (greffage sur reines inséminées) | | | ** | | | |
| | Intermédiaire (greffage pour partie sur reines inséminées) | . | | | * | | |
| | Bas (greffage sur reines fécondées naturellement) | | | | | *** | |
| | Non concerné – pas d'élevage de reines | | | | | | *** |
| | Variable - pas de greffage mais achat de reines | | | | *** | | |
| Intégration des objectifs de sélection dans les pratiques de gestion | Via le choix des souches avec suivi important | * | ** | | | | |
| | Via le choix des souches | | | ** | | ** | |
| | Via le choix des colonies pour création d'essaims | | | | | | *** |
| | Via le choix des souches pour greffage + des colonies pour création d'essaims | | | | | | |
| | Choix des souches réalisé par un éleveur partenaire | | | | | * | |
| | Via le choix des reines achetées | | | | | * | |
| | Pas d'intégration des objectifs de sélection | | | | ** | | |
| Sélection sur l'exploitation des reines achetées comme souches | Suivi sur plusieurs années | | * | | | | |
| | Suivi des reines filles | * | | | | | |
| | Suivi sur un an des souches potentielles | | ** | | | | |
| | Greffage sur toutes les souches achetées | | | | . | | |
| | Non concerné – pas d'achat ou pas de greffage | | | * | * | *** | ** |
| Intégration de la génétique du cheptel dans la sélection | Majoritaire | | | *** | | ** | . |
| | Secondaire | | | | | | |
| | Non | | ** | | ** | | |
| Gestion de la fécondation | Rucher de fécondation avec ruches à mâles | | *** | | | | |
| | Rucher de fécondation sans ruches à mâles | | | | | * | |
| | Pas de rucher de fécondation | | | | . | | * |
| Suivi des performances des colonies et/ou des reines | Suivi de la production et d'autres critères de sélection | | | | | * | |
| | Suivi de la production | | | | | | . |
| | Pas de suivi | | | . | * | | . |

| | | | | | |
|--|---|---|--|---|---|
| Intégration de génétique extérieure via achat et schéma collectif de sélection (reines fécondées et inséminées). Sélection par le choix des souches, avec test des souches potentielles et suivi des filles. | Sélection reposant uniquement sur une génétique extérieure par achat de souches, avec sélection au sein des souches achetées via suivi important sur une ou plusieurs années. Rucher de fécondation, gestion de ruches à mâles. | Sélection interne à l'exploitation majoritaire, complétée par génétique extérieure via achats pour greffage ou schéma collectif de sélection. Greffage sur reines inséminées. | Sélection repose sur génétique extérieure via achat de reines pour introduction, parfois de souches pour le greffage. Pas de sélection interne à l'exploitation ni de suivi des performances des colonies, pas de rucher de fécondation, la sélection repose sur l'éleveur à qui seront achetées les reines et/ou les souches. | Sélection interne à l'exploitation via choix des colonies souches pour greffage, pas d'achat. Suivi de la production des colonies. Rucher de fécondation sans ruches à mâles. | Sélection interne à l'exploitation, via choix des colonies dont sont issus les essaims en remérage naturel. Peu de suivi des reines, pas de rucher dédié à la fécondation |
|--|---|---|--|---|---|

3.2 Typologie des stratégies de renouvellement

3.2.1 Stratégies de renouvellement identifiées

À l'échelle de l'ensemble de la stratégie de renouvellement du cheptel, la combinaison des sept catégories de pratiques considérées a permis d'identifier neuf stratégies différentes, qui se distinguent notamment par la gestion des reines lors de la création d'essaims ou de paquets d'abeilles et au sein des colonies : introduction ou non de reines, issues d'un élevage sur l'exploitation ou d'un achat. Au sein de chacune des stratégies identifiées, la diversité des pratiques reste importante : malgré la surreprésentation, au sein de chaque stratégie, de certains types pour les différentes catégories de pratiques de renouvellement, d'autres types sont souvent représentés dans cette même stratégie. La plupart des situations étudiées ne correspondent donc pas tout à fait à la caractérisation statistique de la stratégie à laquelle elles appartiennent, et y correspondent seulement sur une partie des catégories considérées.

Les principaux éléments qui caractérisent et distinguent ces stratégies sont indiqués dans cette partie, leur description détaillée étant disponible en Annexe 3. Le Tableau B.10 indique la description statistique des neuf stratégies.

Les stratégies 1 à 4 sont notamment caractérisées par l'introduction dans une partie des colonies ou lors de la création d'essaims de reines fécondées, qui sont élevées sur l'exploitation via la mise en place d'un atelier d'élevage de reines et d'un cheptel de nuclei. La place de cet élevage au sein de l'exploitation et l'importance de l'usage de reines fécondées varient entre ces stratégies.

Les stratégies 1 et 4, relativement proches l'une de l'autre, se distinguent des autres par une plus forte maîtrise des reines dans les colonies : il n'y a pas de remérage naturel dans les essaims réalisés, et peu dans les colonies de production dont plus de 75 % sont remérées chaque année par l'apiculteur. Un grand nombre d'essaims sont créés. Cette création peut être par division ou prélèvement de cadres de couvain au printemps avec introduction d'une reine fécondée ou en y laissant la reine hivernée dans la colonie (stratégie 1), mais aussi en fin de saison avec introduction d'une reine fécondée (stratégie 4). Les essaims pourront être en partie vendus. Les colonies remérées le sont selon l'âge de la reine, avec introduction d'une cellule royale, reine vierge ou reine fécondée issue d'un élevage sur l'exploitation. Pour répondre à ces besoins en reines, un élevage de reines est mis en place sur l'exploitation avec un cheptel de nuclei relativement important, qui permet la fécondation de la majorité voire de la totalité des reines élevées. Cet élevage peut également n'être qu'un atelier de fécondation : des cellules royales ou reines vierges sont achetées, et fécondées en nuclei au sein de l'exploitation. Dans les deux cas, la gestion de nuclei ou d'une banque à reines permet de disposer de reines tout au long de la saison. La sélection se fait principalement par le choix des souches pour le greffage, qui peuvent être issues d'une sélection au sein du cheptel de l'exploitation, avec un apport possible de génétique extérieure via un achat ou la participation à un groupe de sélection (stratégie 1), ou être issues d'un achat de reines parmi lesquelles les souches pour le greffage seront sélectionnées après un suivi au sein de l'exploitation (stratégie 4). Au sein de ces stratégies, un rucher de fécondation est généralement mis en place, avec gestion de ruches à mâles. Si une partie des colonies est dite « non-valeur », sur des critères de sélection, elles pourront être regroupées entre elles ou remérées (stratégie 4).

Au sein de la stratégie 3, s'il n'y a pas non plus d'essaims laissés en remérage naturel, ce sont majoritairement des reines vierges et cellules royales qui sont introduites, et la création d'essaims en fin de saison avec introduction de reines fécondées y est plus rare. Ces essaims peuvent être complétés par la création de paquets d'abeilles au printemps, avec introduction de reines fécondées. Ces nouvelles colonies sont là encore relativement nombreuses et pourront en partie être vendues. La part des colonies remérées peut être de 50 à 75 %, majoritairement via l'introduction de reines fécondées suite à la suppression de la reine, et ces remérages peuvent en partie être effectués en fin de saison. Une partie des colonies dites « non-valeurs » peut être remérée ou regroupée avec un essaim ou paquet d'abeilles, mais la majorité d'entre elles sont des colonies qui sont considérées comme condamnées et ne seront pas valorisées. Les besoins en reines de l'exploitation sont assurés par la mise en place d'un atelier d'élevage de reines, qui peut être commun à plusieurs exploitations, avec un cheptel de nuclei peu important et la fécondation d'une partie minoritaire des reines élevées. La sélection du cheptel repose principalement sur une génétique extérieure à l'exploitation, via l'achat de reines parmi lesquelles seront choisies les souches pour le greffage, mais ce choix de souches peut également se faire au sein du cheptel de l'exploitation.

La stratégie 2 est relativement proche de la 3, avec un moindre usage de reines d'élevage. Des cellules royales ou reines vierges sont introduites dans une partie des essaims créés, mais l'autre partie de ces essaims est laissée en remérage naturel. Le nombre d'essaims créés peut être relativement élevé et permettre la vente d'une partie de ces essaims. La part de colonies remérées est aussi moins importante que dans la stratégie 3 : 25 à 50 % des colonies sont remérées chaque année, selon des critères de sélection, principalement par l'introduction de reines fécondées (parfois de cellules royales ou reines vierges) suite à la suppression de l'ancienne reine. Les colonies « non-valeurs » pourront ainsi être remérées, ou regroupées avec un essaim. Comme pour la stratégie 3, un atelier d'élevage de reines permet de répondre aux besoins en reines de l'exploitation, avec un petit cheptel de nuclei qui permettra de féconder une part minoritaire des reines élevées. Cet atelier d'élevage peut être au sein de l'exploitation ou commun à plusieurs exploitations proches. La sélection a lieu principalement par le choix de souches pour le greffage au sein du cheptel de l'exploitation, avec un apport possible de génétique extérieure (achat ou participation à un groupe de sélection).

Dans les stratégies 5 et 6, les reines introduites dans les essaims ou pour remérer des colonies sont majoritairement des cellules royales ou reines vierges. Les essaims sont créés au printemps et peuvent être en partie laissés en remérage naturel (stratégie 5), une cellule royale ou reine vierge pouvant être introduite dans l'autre partie (stratégie 5) ou dans la totalité des essaims créés (stratégie 6). Au sein de la stratégie 6, des reines fécondées sont parfois aussi introduites, et une partie des essaims peuvent être créés en fin de saison. La récupération occasionnelle d'essaims nus naturels complète parfois les essaims sur cadre (stratégie 5). Pour la stratégie 5, les colonies créées ne sont destinées qu'à un usage interne à l'exploitation. En-dehors de la création d'essaims, la majorité des colonies est laissée en remérage naturel, mais une part variable de colonies (choisies selon leur état) peut être remérée au printemps ou en saison. Ces remérages ont lieu par l'introduction d'une cellule royale ou reine vierge (stratégie 5), ou pour la stratégie 6 par une introduction de reine fécondée ou un remérage naturel suite à la suppression de l'ancienne reine, ou par un regroupement avec un essaim ou paquet d'abeilles. Les colonies dites

« non-valeurs » pourront être remérées via la suppression de l'ancienne reine suivie d'une introduction de reine (stratégie 5), ou d'un remérage naturel (stratégie 6).

Ces deux stratégies sont distinguées par leur approvisionnement en reines, ainsi que par leurs pratiques de sélection du cheptel. Au sein de la stratégie 5, les cellules royales et reines vierges introduites sont issues d'un élevage sur l'exploitation, sans gestion de nuclei : l'élevage a lieu de manière ponctuelle selon les besoins, et seules des cellules royales et reines vierges sont élevées, sans fécondation en nuclei. Un rucher de fécondation peut être mis en place, mais sans gestion de ruches à mâles. La sélection a lieu via le choix des souches pour le greffage au sein du cheptel de l'exploitation, avec un suivi de la production par colonie. Il n'y a pas d'achat de reines, ni de souches pour le greffage. Pour la stratégie 6, les reines utilisées sont issues d'un achat, et la sélection repose donc principalement sur le choix de l'éleveur à qui les reines sont achetées.

Les stratégies 7 et 8 sont proches l'une de l'autre, et sont notamment caractérisées par la place importante du remérage naturel dans la gestion des reines. Le renouvellement des colonies se fait principalement par la réalisation d'essaims en remérage naturel au printemps. Ces essaims peuvent être réalisés via la division de colonies d'un lot dédié à la création d'essaims dans le cas de la stratégie 8, et des reines fécondées achetées peuvent être introduites dans une partie de ces essaims. Le nombre de colonies créées est plutôt faible, et ces colonies sont destinées à un usage interne à l'exploitation. Dans le cas de la stratégie 7, les essaims sur cadre sont complétés par la création de paquets d'abeilles en milieu de saison, avec introduction de cellules royales ou reines vierges. Les colonies ne sont pas remérées, ou ces remérages concernent moins de 25 % d'entre elles. Dans ce dernier cas, les remérages ont lieu selon l'état de la colonie, via la suppression de la reine suivie d'un remérage naturel ou de l'introduction d'une reine fécondée achetée, ou via le regroupement avec un essaim ou paquet d'abeilles. Les colonies dites « non-valeurs » sont principalement des colonies considérées comme condamnées. Leur remérage peut éventuellement être accéléré via la suppression de la reine sans introduction ensuite (stratégie 7) ou via le regroupement avec un essaim (stratégie 8). Les besoins en reines de ces stratégies sont donc faibles : introduction dans les paquets d'abeilles pour la stratégie 7, dans une partie des essaims pour la stratégie 8, remérage éventuel d'une petite partie des colonies. Dans le cas de la stratégie 7, ces besoins sont couverts par la mise en place d'un élevage de reines ponctuel jusqu'au stade de la cellule royale ou reine vierge, sans gestion de nuclei. Pour la stratégie 8, les reines utilisées sont issues d'un achat. Les essaims étant laissés pour la plupart en remérage naturel dans ces deux stratégies, la sélection se fait via le choix des colonies à partir desquelles ces essaims sont réalisés, ainsi que via le choix des souches pour le greffage parmi les colonies de l'exploitation dans le cas de la stratégie 7 où un élevage de reines ponctuel est mis en place.

La dernière stratégie identifiée, la stratégie 9, se distingue par l'absence de réalisation d'essaims sur cadre : le renouvellement des colonies est assuré par le piégeage d'essaims nus naturels. Il n'y a pas d'élevage de reines et les colonies sont laissées en remérage naturel.

Le Tableau B.9 récapitule les grandes lignes de chacune des neuf stratégies identifiées.

Tableau B.9 : Principaux éléments des stratégies de renouvellement (de 1 à 9) pour chacune des catégories de pratiques considérées. Les éléments majoritaires mais qui ne discriminent pas statistiquement les stratégies sont indiqués en italique, les éléments qui discriminent statistiquement les stratégies sont indiqués en caractères normaux.

| | Élevage de reines | Sélection | Essaims sur cadre | Paquets d'abeilles / essaims nus naturels | Fonctionnement global du renouvellement des colonies | Renouvellement des reines au sein des colonies | Gestion des non- valeurs |
|---|---|---|---|---|---|---|--|
| 1 | Reine fécondée ou inséminée | Interne avec apport extérieur (achat) | Division de toutes les colonies au printemps, pas de remérage naturel | <i>Pas de création de paquets d'abeilles</i> | Vente possible de colonies | Remérage annuel de plus de 75 % des colonies, selon l'âge des reines | Pas de colonies dites « non-valeurs » |
| 2 | Reine fécondée, peu de nuclei. Élevage en propre ou commun | Sélection interne avec apport extérieur (achat ou sélection collective) | Prélèvement au printemps selon la taille des colonies et autres critères, introduction de cellule royale ou reine vierge élevée sur l'exploitation dans la majorité, reste en remérage naturel | <i>Pas de création de paquets d'abeilles</i> | <i>Vente possible de colonies</i> | Remérage de 25 à 50 % des colonies via reine fécondée (cellule royale/reine vierge possible), selon critères de sélection | Regroupements avec essaims ou paquets d'abeilles |
| 3 | Reine fécondée, peu de nuclei | Externe via achat de souches pour greffage, puis sélection au sein des souches, rucher de fécondation avec ruches à mâles | Grand nombre d'essaims sur lots de colonies déterminés en amont, intro cellule royale ou reine vierge | Création de paquets d'abeilles au printemps, introduction de reine fécondée | Nombre important de colonies créées, peu de réintroduction, vente possible | Remérage de 50 à 75 % des colonies via reine fécondée, possiblement fin de saison | « Condamnées » - regroupements avec essaims ou paquets d'abeilles |
| 4 | Reine fécondée, nuclei ou banque à reines. Élevage en propre ou commun <i>ou Fécondation uniquement</i> | Externe via achat de souches pour greffage, puis sélection au sein des souches, rucher de fécondation avec ruches à mâles | Prélèvement selon la taille des colonies ou division, au printemps et en fin de saison. Introduction de reine fécondée élevée sur l'exploitation ou par un élevage commun (introduction de cellules royales ou reines vierges possible aussi) | <i>Pas de création de paquets d'abeilles</i> | <i>Vente possible de colonies si nombre d'essaims élevé</i> | Remérage annuel de plus de 75 % des colonies, selon l'âge des reines | Selon critères de sélection – remérage ou regroupements entre non-valeurs |
| 5 | Élevage ponctuel jusque CR ou reine vierge sur période courte, pas de nuclei | Interne via le choix des souches pour le greffage, pas d'achat, suivi des colonies a minima (production), rucher de fécondation sans ruches à mâles | Prélèvement sur belles colonies au printemps, introduction de cellule royale ou reine vierge, remérage naturel possible (minoritaire) | <i>Création possible d'un petit nombre de paquets d'abeilles</i> Récupération possible d'un petit nombre d'essaims nus naturels | Pas de redivision, peu de réintroduction, pas de vente : passage en ruche, usage interne à l'exploitation | Remérages possibles (part variable) via cellule royale ou reine vierge, pas de remérages en fin de saison | Remérage ou division en essaims des non- valeurs avec introduction de cellule royale ou reine vierge |

| | Élevage de reines | Sélection | Essaims sur cadre | Paquets d'abeilles / essaims nus naturels | Fonctionnement global du renouvellement des colonies | Renouvellement des reines au sein des colonies | Gestion des non- valeurs |
|---|---|---|--|--|---|--|---|
| 6 | Pas d'élevage de reines (<i>ou peu</i>) | Achat de reines pour introduction dans les colonies ou greffage si un peu d'élevage, pas de sélection interne, pas de rucher de fécondation | Prélèvement au printemps selon la taille des colonies, introduction de reine achetée (principalement cellule royale ou reine vierge, éventuellement reine fécondée) | <i>Pas de création de paquets d'abeilles</i> | <i>Nombre d'essaims variable, vente possible de colonies</i> | <i>Remérage possible d'un faible nombre de colonies (suppression de la reine sans introduction, regroupement avec essaim ou paquet d'abeille ou introduction de reine fécondée achetée)</i> | Suppression de la reine suivie d'un remérage naturel ou suppression de la colonie, rares remérages avec introduction de reine |
| 7 | <i>Élevage ponctuel jusque CR ou reine vierge</i> | <i>Interne EA via choix souches pour le greffage, pas de rucher fécondation</i> | <i>Création essaims au printemps en remérage naturel</i> | Création de paquets d'abeilles en milieu de saison avec introduction de cellule royale ou reine vierge | <i>Faible nombre de colonies créées, usage interne à l'exploitation</i> | <i>Remérage possible d'un faible nombre de colonies, selon l'état des colonies</i> | Suppression de la reine suivie d'un remérage naturel |
| 8 | Pas d'élevage de reines. | Interne via le choix des colonies sources pour les essaims, peu de suivi des colonies, pas de rucher de fécondation | Lots de cheptel déterminés en amont pour création d'essaims par division, ou prélèvement sur belles colonies au printemps. Remérage naturel, introduction possible de reines fécondées achetées de manière très ponctuelle | <i>Pas de création de paquets d'abeilles</i> | Faible nombre de colonies créées, usage interne à l'exploitation | Pas de remérage des colonies ou moins de 25 % du cheptel, selon l'état des colonies (suppression de la reine sans introduction, introduction de reine fécondée achetée, regroupement avec essaim ou paquet d'abeilles) | Regroupements possibles avec essaims ou paquet d'abeilles, ou suppression de la colonie |
| 9 | <i>Pas d'élevage de reines</i> | Pas de sélection sur les colonies | Pas de création d'essaims sur cadre | Piégeage d'essaims nus naturels | Pas de création d'essaims sur cadre | Pas de remérage | <i>Regroupements possibles entre non-valeurs</i> |

3.2.2 Place de la gestion des reines dans la définition des différentes stratégies

Ces neuf stratégies se distinguent donc principalement dans leur gestion des reines (lors de la création de nouvelles colonies comme au sein des colonies existantes), par la place laissée au remérage naturel et le niveau de maîtrise des reines présentes dans les colonies. Parmi les stratégies 7, 8 et 9, la majorité voire totalité des essaims et autres colonies sont laissées en remérage naturel. À l'inverse pour les stratégies 1 et 4, la grande majorité des colonies (colonies en production et non-valeurs, sans considérer les colonies créées dans l'année) sont remérées annuellement et les essaims créés ne sont pas laissés en remérage naturel. Parmi les stratégies « intermédiaires » (2, 3, 5, 6), les essaims sont majoritairement créés avec une introduction de reine mais les colonies sont ensuite en partie laissées en remérage naturel, la part des colonies susceptible d'être remérée étant variable.

Le recours à des reines d'élevage intervient donc en premier lieu lors la création de nouvelles colonies, et non pour le remérage du reste du cheptel (Figure B.2). Cela peut correspondre à une plus grande facilité pour se procurer des reines d'élevage en période de création d'essaims : la période peut être prévue en amont et les reines commandées en cas d'achat, et un élevage sur l'exploitation peut s'arrêter au stade de cellules royales ou de reines vierges, sans nécessiter de gestion de nuclei (stratégies 5, 6 et 7). Dans les stratégies où les essaims sont en majorité ou totalité laissés en remérage naturel, l'usage de reines pour un remérage de colonies est ponctuel et concerne principalement les colonies dites « non-valeurs » (stratégies 7 et 8, parfois 5).

Dans les stratégies où le recours à des reines issues d'un élevage est fréquent, ce besoin en reines est couvert le plus souvent par la mise en place d'un élevage de reines au sein de l'exploitation. Lorsque ces reines sont utilisées à la fois lors de la création d'essaims ou de paquets d'abeilles et pour le remérage de colonies, cet élevage de reines inclut aussi la gestion de nuclei, qui peuvent être plus ou moins nombreux (stratégies 1 à 4). Au sein de ces stratégies, l'approvisionnement en reines peut aussi être assuré par un achat puis la gestion de la fécondation seule : l'apiculteur achète des cellules royales ou reines vierges qui seront introduites en nuclei, et gère les nuclei au long de la saison apicole. Cela permet alors de disposer de reines fécondées au moment opportun, tout en évitant de réaliser les premiers stades de l'élevage de reines qui sont plus contraignants en termes de calendrier.

Dans les situations où peu de reines d'élevage sont nécessaires, un achat de reines peut être effectué, de manière régulière ou occasionnelle (stratégie 8 : achats ponctuels possibles, notamment pour remérer des colonies dites non-valeurs). Lorsque cet achat est plus conséquent (stratégie 6), l'usage principal des reines achetées est l'introduction lors de la création d'essaims, ce qui correspond à un usage plus facile à anticiper que les remérages de colonies en cours de saison (ex. non-valeurs) et permet donc de prévoir en amont les quantités de reines commandées et la période visée.

Certaines pratiques apparaissent peu ou n'apparaissent pas dans cette typologie, et peuvent être dispersées à travers les différentes stratégies. C'est le cas par exemple de la gestion par lots du cheptel, qui dédie certains lots en amont à la création d'essaims sur cadre, ou de la mise en place d'un atelier de fécondation de reines sans que le greffage soit effectué sur l'exploitation. Ces pratiques ou types non visibles contribuent à la diversité au sein de chacune des stratégies. Certains choix techniques peuvent en déterminer ou en faciliter d'autres. Par exemple, la mise en place d'un élevage de reines avec une gestion de nuclei peut viser en premier lieu à assurer

l'autonomie en reines pour une création d'essaims en fin de saison, mais permettra également de disposer de reines tout au long de la saison. Cela pourra faciliter le remérage de colonies non-valeurs là où ces colonies auraient été regroupées entre elles ou secouées en l'absence de reines disponibles. Cependant, les combinaisons possibles de pratiques restent variées et deux situations relativement semblables pourront tout de même différer sur certains points.

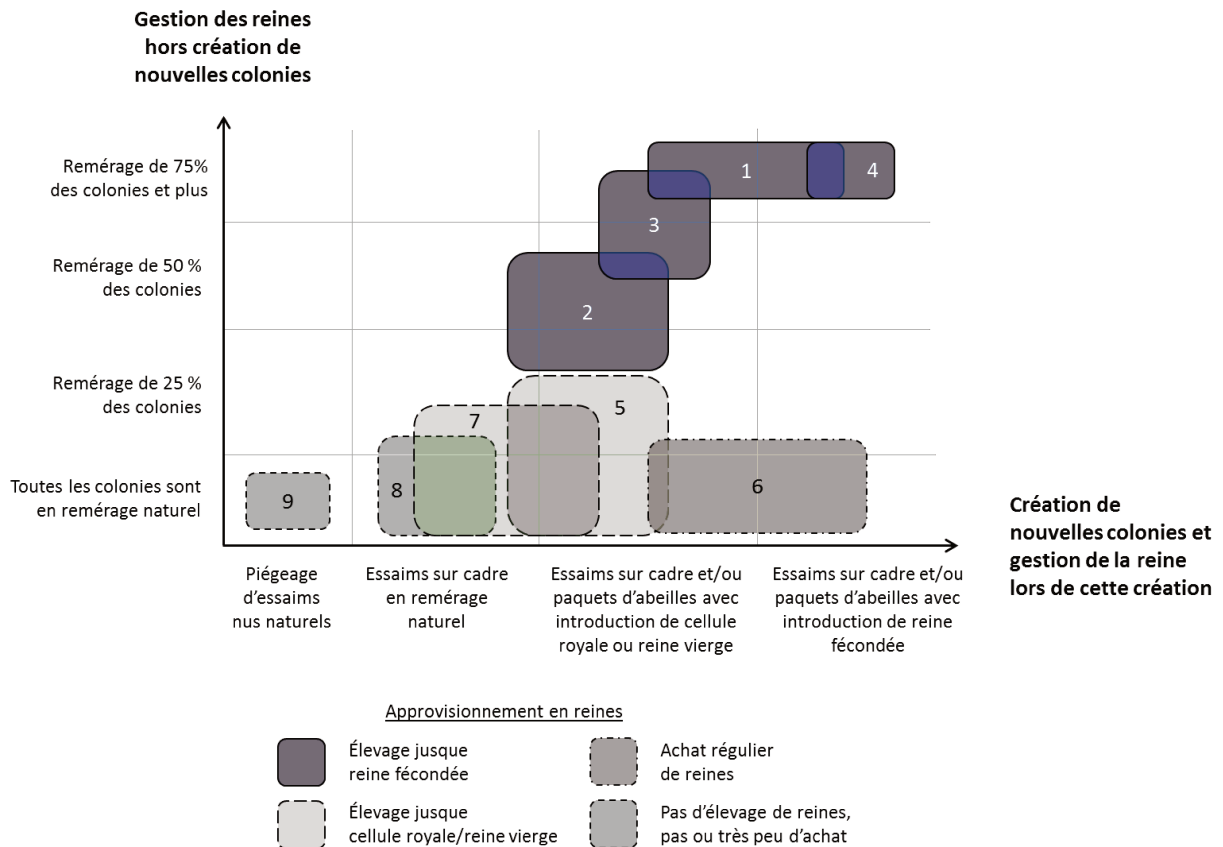


Figure B.2 : Combinaison entre les principales pratiques de création de nouvelles colonies, de gestion des reines et d'approvisionnement en reines au sein des stratégies de renouvellement identifiées. Les essais sur cadre et paquets d'abeilles n'ont pas été distingués ici, ni les pratiques de remérage de colonies (ex. type d'introduction : cellule royale, reine fécondée...).

Ex. de lecture : pour la stratégie 8, les nouvelles colonies ne sont que des essais sur cadre en remérage naturel, les colonies sont toutes en remérage naturel ou moins de 25 % sont remérées dans certaines exploitations de cette stratégie. Il n'y a pas d'élevage de reines, et pas ou très peu d'achat de reines.

Tableau B.10 : Description statistique des stratégies de renouvellement du cheptel. Les modalités des différentes variables de la classification qui caractérisent les différents types par leur surreprésentation sont indiquées (p-value <0.001 : *** ; <0.01 : ** ; <0.05 : * ; <0.1 : .). Les variables sont présentées dans leur ordre d'importance dans la construction de la classification. L'interprétation des modalités surreprésentées dans chaque groupe au seuil de p < 0.1 est indiquée en bas de chaque colonne.

| Catégorie de pratiques | Type | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|---|---|---|---|--|---|---|--|---|---|
| Création et gestion d'essaims sur cadre | Type 1 | | | *** | | | | | | |
| | Type 2 | | | | | | *** | | | |
| | Type 3 | | | | | | | | ** | |
| | Type 4 | | * | | | | | | | |
| | Type 5 | | | | *** | | | | | |
| | Type 6 | | | | | | | | *** | |
| | Type 7 | | | | | | | | | |
| | Type 8 | * | | | | | | | | |
| | Type 9 | | | | | | | | | * |
| Renouvellement des reines | Type 1 | . | | *** | *** | | | | | |
| | Type 2 | | | | | | | | | |
| | Type 3 | | *** | | | | | | | |
| | Type 4 | | | | | | *** | | | |
| | Type 5 | | | | | | | | * | |
| | Type 6 | | | | | | | | * | * |
| | Type 7 | | | | | | | | * | * |
| Définition et gestion des non-valeurs | Type 1 | | | | | | | | | |
| | Type 2 | | . | | | | | | | |
| | Type 3 | | | | | | | ** | . | |
| | Type 4 | | | | | *** | | | | |
| | Type 5 | | | | | | *** | | | |
| | Type 6 | | | | *** | | | | . | |
| | Type 7 | * | | | | | | | | |
| Élevage de reines | Types 1 et 2 | | | | ** | | | | | |
| | Type 3 | * | | | | | | | | |
| | Types 4 et 5 | | *** | ** | | | | | | |
| | Type 6 | | | | | | *** | | | |
| | Type 7 | | | | | | | | | |
| Création et gestion de paquets d'abeilles et essaims nus | Type 1 | | | | | | | | | * |
| | Type 2 | | | | | | | | | |
| | Type 3 | | | | | | | | | |
| | Type 4 | | | * | | | | | | |
| | Type 5 | | | | | | | | * | |
| Renouvellement des colonies | Type 1 | | | ** | | | | | | |
| | Type 2 | | | | | | | | *** | |
| | Type 3 | | | | | | ** | | | |
| | Type 4 | | | | | | | | | * |
| Sélection | Type 1 | | | ** | ** | | | | | |
| | Type 2 | | | | | | | | | |
| | Type 3 | | *** | | | | | | | |
| | Type 4 | | | | | | *** | | | |
| | Type 5 | | | | | | | *** | | |
| | Type 6 | | | | | | | | *** | * |
| | Essaims réalisés par division de colonies, sur l'ensemble du cheptel, avec introduction de la reine hivernée de la colonie. Remérage annuel de plus de 75 % des colonies selon l'âge des reines. Pas ou peu de colonies considérées comme non-valeurs. Mise en place d'un élevage de reines avec fécondation de la majorité des reines en nuclei, insémination d'une partie de ces reines, cheptel de nuclei important. | Réalisation d'essaims au printemps par prélèvement selon la taille de la colonie et autres critères de sélection, en partie en remérage naturel, introduction de cellules royales / reines vierges issues de l'exploitation dans le reste des essaims. Remérage de 25 à 50 % des colonies selon des critères de sélection, via introduction de reines fécondées (majoritaire) ou de cellules royales/reines vierges (secondaire), pouvant provenir de l'exploitation ou d'un élevage commun. Colonies non-valeurs regroupées avec des essaims ou paquets d'abeilles. Élevage régulier de reines sur l'exploitation ou via un atelier commun à plusieurs exploitations, avec fécondation d'une partie en nuclei, faible nombre de nuclei. Sélection interne à l'exploitation avec apport de génétique extérieure, possiblement via la participation à un groupe de sélection, niveau élevé de contrôle de la voie mâle via l'utilisation de reines inséminées. | Nombre important d'essaims réalisés, avec introduction de cellule royale / reine vierge (pas de remérage naturel). Gestion du cheptel peut se faire par lots dont certains dédiés à la création d'essaims. Création d'un petit nombre de paquets d'abeilles au printemps sur les belles colonies, avec introduction reines fécondées. Au total, nombre important de colonies créées chaque année, vente possible, peu de réintroduction. Remérage de 50 à 75 % des colonies via introduction de reines fécondées, en partie en fin de saison. Colonies non-valeurs sont principalement les condamnées, peuvent en partie être regroupées avec des essaims ou paquets d'abeilles. Élevage de reines régulier sur l'exploitation ou via atelier commun, faible nombre de nuclei, une partie des reines fécondées en nuclei. Sélection externe via achat de souches puis sélection au sein de ces souches sur l'exploitation, rucher de fécondation avec ruches à mâles. | Essaims principalement via prélèvement de cadres, parfois division, en partie en fin de saison, avec introduction de reines fécondées (majoritaire) ou de cellule royale/reine vierge (secondaire), issues de l'exploitation ou d'un élevage en commun. Remérage jusqu'à plus de 75 % des colonies, selon l'âge des reines. Colonies non-valeurs selon critères de sélection, pouvant être regroupées entre elles ou remérées. Élevage de reines régulier sur une période étendue, avec fécondation de la majorité ou totalité des reines élevées, gestion d'un nombre important de nuclei ou d'une banque à reines. Sélection basée sur génétique externe via achat de souches pour greffage, avec sélection au sein des souches potentielles achetées, rucher de fécondation avec ruches à mâles. | Essaims par prélèvement selon la taille des colonies, majoritairement avec introduction de cellule royale ou reine vierge issue de l'exploitation, le reste étant en remérage naturel. Récupération possible d'un petit nombre d'essaims nus naturels. Usage interne à l'exploitation de ces nouvelles colonies, pas de redivision, peu de réintroduction. Remérage possible d'une partie des colonies via introduction de cellules royales ou reines vierges, selon état de la colonie, pas en fin de saison. Non-valeurs remérées, division possible en essaims. Élevage de reines sans gestion de nuclei, jusque cellule royale ou reine vierge, sur période courte et de manière ponctuelle selon besoins. Sélection interne à l'exploitation via choix des souches pour le greffage, pas d'achat, suivi de la production par colonie et mise en place d'un rucher de fécondation sans ruches à mâles. | Essaims par prélèvement selon taille des colonies, introduction de reines achetées. Colonies non-valeurs sont condamnées, suppression possible de la reine suivie d'un remérage naturel, pas de remérage avec introduction de reines, regroupements ni division de ces colonies. Pas d'élevage de reines ou peu. Sélection repose sur génétique extérieure via achat de reines pour introduction, parfois de souches pour le greffage, pas de sélection interne ni de suivi des performances, pas de rucher de fécondation. | Proche de la stratégie 8. Création de paquets d'abeilles en saison avec introduction de cellule royale ou reine vierge. Non-valeurs comme condamnées, suppression possible des reines puis remérage naturel, pas d'introduction de reines ni de division des non-valeurs. Élevage de reines possible jusque cellule royale ou reine vierge. | Essaims soit au printemps uniquement via prélèvement selon la taille des colonies puis remérage naturel, soit organisation du cheptel en lots et division de colonies ou prélèvements avec remérage naturel majoritaire mais introduction possible de reines fécondées achetées. Faible nombre de colonies créées, usage interne. Pas de remérage des colonies ou moins de 25 % du cheptel, selon état des colonies (peu de suivi des reines), via suppression de la reine puis remérage naturel, ou introduction de reines fécondées achetées, ou d'un essaim. Non-valeurs comme condamnées, parfois regroupées avec un essaim. Pas d'élevage de reines. Sélection interne à l'exploitation via choix des colonies sources pour les essaims, peu de suivi des performances, pas de rucher de fécondation. | Renouvellement des colonies via piégeage d'essaims nus, pas de gestion des reines dans ces nouvelles colonies. Pas de remérage des colonies. Sélection interne à l'exploitation, peu de suivi des performances, pas de rucher de fécondation. | |

3.3 Gestion de crise : renouvellement du cheptel lors de fortes mortalités

Si un niveau moyen de pertes est actuellement intégré dans la stratégie de renouvellement mise en place par les apiculteurs, des pertes plus importantes peuvent survenir certaines années, et concerner la moitié du cheptel ou plus. La gestion mise en place pour compenser ces pertes exceptionnelles et remonter le cheptel au nombre de colonies visées diffère alors de la stratégie de renouvellement habituellement mise en place. Dans ces situations, plusieurs options de gestion ont été identifiées, qui peuvent être celles effectivement mises en place si l'apiculteur a déjà rencontré une telle situation ou celles que l'apiculteur imagine mettre en place s'il y est confronté :

- **Une augmentation forte du nombre d'essaims ou paquets d'abeilles réalisés, au détriment de la production de miel de l'année.** Ces nouvelles colonies peuvent être créées à la place de la miellée de printemps (en visant de produire sur les miellées suivantes avec les colonies qui auront servi à la création d'essaims ou de paquets d'abeilles), ou alors une partie des colonies de production peuvent donner lieu à la création d'un plus grand nombre d'essaims (ex. division des colonies en trois essaims sur cadre quand habituellement un simple prélèvement de deux cadres de couvain est fait) et ne produiront pas cette année-là ou uniquement sur des miellées tardives. Dans certaines situations où les essaims sur cadre sont habituellement laissés en remérage naturel, des reines peuvent alors être achetées et introduites dans les essaims.
- **Une remontée progressive du cheptel sur plusieurs années.** L'augmentation du nombre d'essaims ou de paquets d'abeilles créés n'est pas très importante, pour impacter le moins possible la production de miel. Plusieurs années peuvent alors être nécessaires pour retrouver le nombre visé de colonies en production.
- **Les nuclei dont les reines devaient être utilisées pour remérer une partie du cheptel peuvent être utilisés en tant que nouvelles colonies.** Il y a alors moins de remérages de colonies qu'initialement prévu, et les colonies en nuclei serviront à augmenter le cheptel.
- **Un achat ou une récupération d'essaims ou de paquets d'abeilles auprès d'autres apiculteurs.** Ces essaims peuvent être achetés, parfois donnés par solidarité par d'autres apiculteurs, selon les situations locales. Ces essaims ou paquets d'abeilles ne correspondront pas toujours à ce qui est cherché par l'apiculteur, qui prévoit parfois de les remérer rapidement pour que la génétique corresponde à ce qu'il cherche.
- **Une utilisation pour l'exploitation des essaims ou paquets d'abeilles prévus pour la vente.** Lorsque des essaims ou paquets d'abeilles sont prévus pour la vente, ces ventes peuvent être annulées et les colonies concernées conservées par l'apiculteur pour compenser les pertes.

Ces options pourront ou non être mises en œuvre selon différentes contraintes et opportunités de l'exploitation, et n'apparaissent pas être liées directement à la stratégie de renouvellement, sauf pour le nombre d'essaims ou paquets d'abeilles créés et leur vente possible : l'utilisation d'essaims prévus pour la vente ne peut se faire que dans les exploitations qui vendent du cheptel,

et donc si le nombre d'essaims initialement créés est relativement haut. De même, le choix de se servir de colonies en nuclei pour augmenter le cheptel et non pour fournir des reines pour le remérage d'autres colonies n'est possible que pour les exploitations qui gèrent un cheptel de nuclei, et dépend également du format de nuclei choisi.

L'achat de cheptel demande un apport économique important, et certains apiculteurs indiquent ainsi que cela leur semblerait la meilleure option mais que leur trésorerie ne leur permettant pas cet achat, ce n'est pas l'option retenue (des essaims étant alors plutôt créés en interne à l'exploitation au détriment de la production). Parmi les apiculteurs rencontrés, d'autres difficultés à l'achat de cheptel en cas de pertes ont été soulevées : la difficulté à trouver des essaims sur cadre de la génétique souhaitée (notamment pour les producteurs de gelée royale), la compatibilité des formats de ruches (des apiculteurs en Langstroth vont plutôt chercher à acheter des paquets d'abeilles, les essaims sur cadre étant généralement en format Dadant), et le peu de disponibilité de cheptel certifié Apiculture Biologique.

Ces différentes options pour faire face à des pertes importantes ne sont pas exclusives les unes des autres. Un achat peut ainsi être effectué en parallèle d'une augmentation du nombre d'essaims créés sur le cheptel de l'exploitation, voire être effectué un ou deux ans après les fortes pertes, si l'apiculteur n'a pas encore réussi à remonter au nombre visé de colonies.

La stratégie de renouvellement peut également évoluer suite à une expérience de fortes mortalités. Ainsi, un apiculteur rencontré indique qu'à la suite de telles pertes qui ont entraîné une diminution du cheptel sur plusieurs années avant de pouvoir retrouver le nombre de colonies visé, le nombre d'essaims créés a été augmenté. Ces essaims supplémentaires sont vendus en temps normal, et constituent une marge de manœuvre si des pertes élevées surviennent de nouveau.

Par les enquêtes réalisées, la gestion de fortes pertes n'apparaît donc pas directement liée à la stratégie de renouvellement habituellement mise en place, mais à des choix de production (vente de cheptel, apiculture biologique...) ainsi qu'à la situation économique de l'exploitation (est-il possible d'acheter du cheptel ? de ne pas ou peu produire de miel pour l'année ?).

3.4 Principales limites et avantages perçus aux différentes stratégies de renouvellement par les apiculteurs

3.4.1 Avantages et contraintes à l'échelle de la stratégie de renouvellement

Lors de l'enquête présentielle, les avantages et inconvénients perçus à leurs pratiques de renouvellement ont été abordés avec les apiculteurs rencontrés, avec un niveau de détail des réponses variable et une réponse souvent centrée sur la pratique de l'élevage de reines et non sur la stratégie de renouvellement du cheptel dans son ensemble.

La question du temps et de l'organisation du travail revient dans la majorité des réponses. Cela peut être vu comme une conséquence positive de la mise en place d'un élevage de reines, qui « rythme la saison », et permet de mieux « cadrer son organisation ». Cependant, une large majorité des apiculteurs rencontrés le citent comme un inconvénient ou une difficulté : l'élevage de reines est indiqué comme chronophage et contraignant en termes d'organisation, le temps de création et gestion des essaims et paquets d'abeilles également. La mise en place d'un élevage de

reines nécessite de suivre un calendrier précis qui peut contraindre l'organisation de la semaine, d'autant plus lorsqu'il est mis en œuvre sur une longue période. Ce temps passé à l'élevage vient en concurrence d'autres activités de l'exploitation, comme les activités de production (transhumances, miellées) et de commercialisation.

L'adaptabilité est un autre enjeu cité des stratégies de renouvellement, pour assurer une adaptation des pratiques au cours de la saison. L'autonomie en cheptel participe à cette adaptabilité, en assurant la disponibilité du cheptel au moment opportun (ex. un élevage de reines permet d'avoir des reines « sous la main au moment où l'on en a besoin, tout au long de la saison ») alors que des difficultés à l'achat de cheptel (en termes de quantité, de qualité ou de dates de disponibilité) sont souvent rapportées par les apiculteurs rencontrés. L'autonomie est aussi un moyen de s'assurer de la qualité du cheptel, ce qui n'est pas toujours le cas lors d'achats (ex. les reines que l'on trouve au moment où l'on en a besoin peuvent ne pas correspondre à ce qui est recherché en termes de comportement, type d'abeilles...). La facilité d'approvisionnement peut d'ailleurs être citée comme critère principal de choix du type d'abeilles, généralement en faveur de l'abeille Buckfast, plus facile à trouver. L'autonomie en cheptel, en termes de reines et de colonies, est donc vue comme nécessaire pour maîtriser son organisation et disposer d'un cheptel correspondant aux critères de sélection souhaités. Cela est renforcé par le coût de l'achat de cheptel, souvent mentionné comme un inconvénient majeur d'un recours à un approvisionnement extérieur.

D'autres éléments, plus techniques, sont enfin cités à l'échelle de la pratique (ex. avantages perçus des paquets d'abeilles par rapport aux essaims sur cadre : la colonie où les abeilles sont prélevées conserve une plus forte dynamique, il y a plus de marge de manœuvre pour le format utilisé de ruche...). À l'échelle de la stratégie de renouvellement, la question du temps de travail, de l'autonomie en cheptel et de l'adaptabilité des pratiques sont les conséquences principales perçues aux choix de stratégies de renouvellement. Ces éléments sont en partie liés à la mise en place d'un élevage de reines, pour lequel d'autres intérêts et contraintes spécifiques sont identifiés.

3.4.2 Avantages et contraintes de l'élevage de reines

L'enquête en ligne mise en place (voir partie 2.2) a permis de recueillir un plus grand nombre de réponses et de compléter les éléments recueillis lors de l'enquête présentielle quant aux avantages et inconvénients perçus de l'élevage de reines. Certains sont spécifiques à la mise en place d'un élevage au sein de l'exploitation, et d'autres concernent l'utilisation de reines d'élevage quelle que soit leur provenance (élevage sur l'exploitation ou approvisionnement extérieur, Figure B.3). Lorsque l'élevage est fait sur l'exploitation, en dehors de l'autonomie et de la plus grande disponibilité des reines que cela permet, l'intérêt de pouvoir faire sa propre sélection et d'assurer la qualité des reines est également souligné. À l'inverse, certains apiculteurs soulignent les difficultés qu'il peut y avoir à mettre en œuvre une sélection génétique qui convient, à être sûr de la qualité des reines produites et à éviter les échecs dans l'élevage, et considèrent alors ces éléments comme des inconvénients de l'élevage.

Si la maîtrise de la génétique du cheptel est largement soulignée comme un avantage à l'utilisation de reines élevées, elle peut aussi être considérée aussi comme un inconvénient par des apiculteurs qui souhaitent conserver une diversité génétique plus importante. Le moindre

coût d'élever soi-même ses reines par rapport à un achat est souvent aussi cité comme un avantage. Cependant, ce coût est à mettre en considération du temps à passer, rarement inclus dans le coût considéré de l'élevage et qui apparaît pourtant comme un de ses inconvénients majeurs.

Si le temps à passer et l'autonomie permise apparaissent être des inconvénients et avantages consensuels parmi les répondants, certains aspects peuvent donc être considérés comme positifs ou négatifs selon les apiculteurs (sélection génétique, qualité des reines, coût...). Les intérêts potentiels à la gestion d'un élevage de reines sont donc à considérer au regard des objectifs de l'apiculteur.

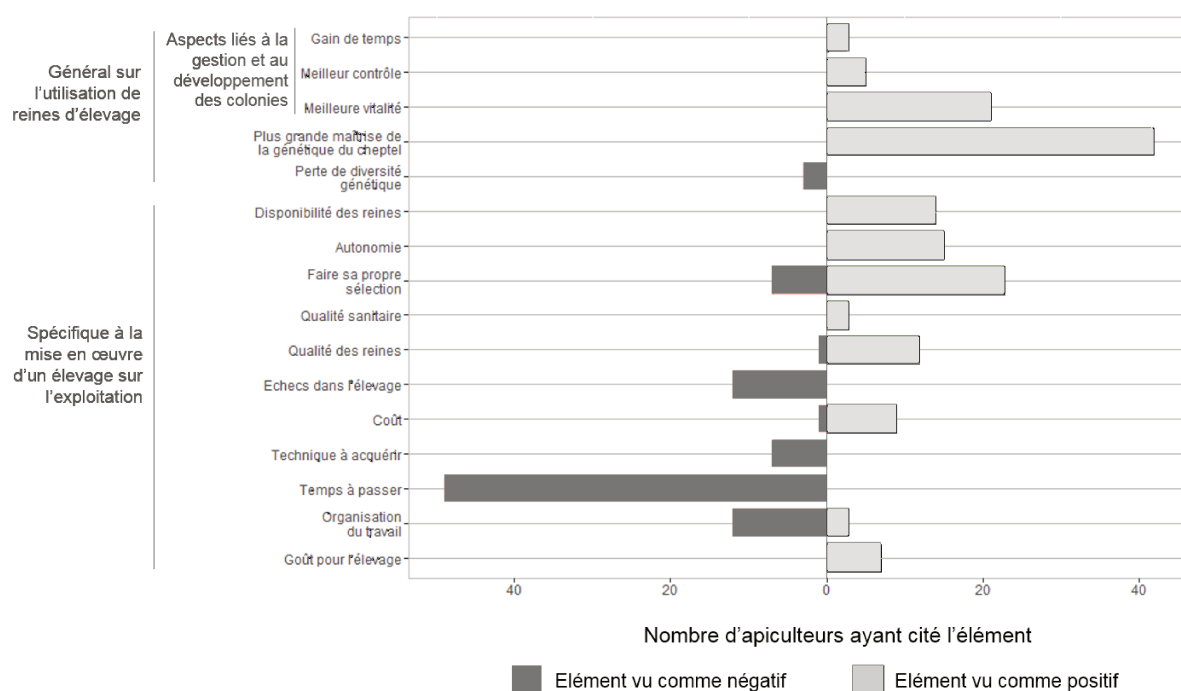


Figure B.3 : Avantages et inconvénients cités à l'utilisation de reines d'élevage et à la gestion d'un atelier d'élevage de reines sur l'exploitation pour les apiculteurs gérant 150 colonies et plus, sur un total de 115 réponses. Précisions sur le sens de certaines catégories : Gain de temps : gain de temps dans le développement des colonies par rapport à un remérage naturel / Meilleur contrôle : meilleur contrôle de l'âge des reines et du développement des colonies / Échecs dans l'élevage : difficultés liées aux échecs possibles / Coût : coût économique de la mise en place de l'élevage sur l'exploitation, éventuellement par rapport à un achat de reines.

4. DISCUSSION

4.1 Caractérisation des stratégies de gestion du renouvellement et place dans le système apicole

Pour assurer le maintien d'un cheptel productif, la gestion de la reproduction est un élément central des systèmes d'élevage (Dedieu et al., 2008; Landais, 1987). Le renouvellement du cheptel apicole se distingue notamment en raison de certaines spécificités de la biologie de l'abeille : là où la réforme des ruminants ou d'autres animaux d'élevage est planifiée dans la gestion, les pertes de colonies d'abeilles sont plus difficilement prévisibles et la gestion du renouvellement vise non seulement à remplacer les colonies mortes mais également à limiter ces mortalités. Deux types de pertes sont distinguables : les mortalités à proprement parler, et les affaiblissements qui regroupent à la fois des colonies vivantes mais condamnées à court terme (bourdonneuses dans la plupart des cas) et des colonies qui ne sont plus productives, mais peuvent le redevenir. La gestion du renouvellement vise donc tant à compenser les mortalités (par le renouvellement des colonies) qu'à les limiter, et à éviter ou pallier les affaiblissements (par le renouvellement des reines et les pratiques de gestion des colonies affaiblies). Au moins deux lots de colonies sont donc généralement distingués dans la gestion du cheptel : les colonies en production ou aptes à la production, et les colonies nouvellement créées (essaims ou paquets d'abeilles). Un troisième lot est fréquemment considéré par les apiculteurs : les colonies non productives qui ne sont pas des colonies en développement mais qui ont été sorties du lot en production (affaiblies ou ne correspondant pas aux critères de sélection de l'apiculteur, ce qui correspond souvent aux colonies « non-valeurs »). La gestion du renouvellement du cheptel regroupe donc la conduite de ces différents lots de colonies, dont la gestion des reines au sein de chacun de ces lots.

Là où la gestion de la reproduction peut être représentée via des trajectoires d'individus dans d'autres filières (ex. distinction des femelles reproductrices au sein du cheptel, suivi des mises-bas ; Tichit et al., 2008), la gestion du renouvellement apicole est donc plutôt raisonnée en termes de passages de colonies d'un lot à l'autre : entrée en production d'essaims, affaiblissement de colonies qui deviennent non-valeurs, division d'une colonie productive en plusieurs essaims. La gestion des reines apparaît alors comme un levier pour l'apiculteur pour maîtriser le passage des colonies d'un état à l'autre : introduction de reines fécondées dans des essaims pour accélérer leur entrée en production, remérages de colonies non-valeurs pour favoriser leur retour en production.

En apiculture, les dynamiques d'évolution du cheptel sont généralement considérées via les pertes de colonies, souvent indépendamment de la gestion des colonies ou en ne considérant que certaines pratiques de manière isolée (ex. remérage ou non des colonies : Giacobino et al., 2016 ; échanges de cadres de couvain entre colonies : van Engelsdorp et al., 2013b). Les pratiques apicoles de gestion du renouvellement apparaissent pourtant être un élément central des évolutions d'un cheptel apicole, et essentielles à considérer pour étudier ces évolutions. À ce titre, leur typologie peut contribuer à comprendre et représenter leur diversité et la cohérence des ensembles de pratiques mis en place (Girard, 2006).

La typologie proposée dans ce chapitre permet par ailleurs de mieux cerner la diversité des pratiques existantes parmi les apiculteurs professionnels, qui peut être masquée lorsque l'apiculture de loisir est considérée au côté de l'apiculture professionnelle : les distinctions

considérées entre pratiques reflètent alors aussi les différences entre apiculteurs de loisir et professionnels (ex. Jacques et al., 2017).

Les pratiques de gestion du renouvellement considérées ici sont à replacer dans l'ensemble de la gestion du cheptel et du fonctionnement de l'exploitation. Comme d'autres pratiques agricoles, les pratiques de reproduction sont en effet liées à un ensemble d'éléments qui construisent le système de production : objectifs de performances et de production, attentes quant aux conditions de travail et à l'organisation sur l'exploitation (Dedieu et al., 2008; Martel et al., 2008). Certaines interactions des pratiques de renouvellement avec d'autres aspects de la gestion de l'exploitation ont été cités lors des entretiens menés : création d'essaims sur des colonies déjà transhumées pour des prestations de pollinisation, gestion des parcours de transhumances des colonies selon la gestion prévue des remérages ou la création d'essaims. Les conséquences possibles de la gestion du renouvellement sur le temps et l'organisation du travail sont également souvent mentionnées comme un inconvénient de la gestion du renouvellement.

4.2 Variabilité des pratiques et gestion des pertes exceptionnelles

La classification des stratégies proposée n'intègre pas la variabilité des pratiques et stratégies de renouvellement d'une année à l'autre au sein d'une même exploitation. Seuls les changements majeurs de ces stratégies depuis l'installation de l'apiculteur ont été identifiés. Ils concernent très majoritairement la mise en place ou l'arrêt d'un atelier d'élevage de reines sur l'exploitation ou l'achat de reines, avec des conséquences sur la disponibilité de reines et donc la gestion des introductions de reines lors de la création de colonies et pour remérer les colonies. La création et la gestion de paquets d'abeilles pour remplacer une partie des essaims sur cadre est également citée par certains apiculteurs comme une évolution de leur stratégie de renouvellement. La définition des stratégies ne considère pas ici les variations de pratiques d'une année à l'autre (comme un achat ponctuel de reines ou la création imprévue d'essaims supplémentaires), qui ne remettent pas en cause le fonctionnement global de la stratégie. Les pertes étant variables d'une année à l'autre (Gray et al., 2019), ces adaptations permettent de s'adapter à cette variabilité tant que les pertes restent dans la fourchette habituelle de pertes de l'exploitation : les stratégies de renouvellement identifiées sont donc la gestion des pertes « courantes », qui assure le maintien d'un cheptel productif en adaptant à la marge les pratiques d'une année à l'autre pour s'adapter aux conditions de l'année.

Cependant, les pertes de colonies peuvent cependant être particulièrement élevées certaines années et concerner plus de la moitié du cheptel (Neumann and Carreck, 2010). En cas de telles pertes, la stratégie de renouvellement habituellement mise en place pour les apiculteurs n'est alors généralement pas adaptée et une autre gestion des pertes sera mise en œuvre. Si les possibilités de gestion restent en partie liées à la stratégie habituelle de l'apiculteur (disponibilité en reines, savoir-faire de l'apiculteur), la gestion mise en place peut tout de même en être très différente. Cette gestion de « crise » est liée à l'arbitrage fait par l'apiculteur entre une augmentation rapide du cheptel pour retrouver rapidement une taille de cheptel acceptable (par exemple via la réalisation d'un grand nombre d'essaims, éventuellement en divisant les colonies restantes en deux ou trois essaims) et les possibilités laissées par la situation économique de l'exploitation, qui peut nécessiter d'assurer un minimum de production si elle ne permet pas de faire face à une récolte annuelle faible ou inexistante ou au contraire permettre l'achat de colonies.

Cette nécessité de pouvoir mettre en place une stratégie différente selon l'ampleur des pertes en cheptel se retrouve rarement dans les autres systèmes d'élevage en zones tempérées mais plutôt dans en zones arides, où la forte variabilité de la ressource fourragère disponible ne permet pas de maintenir une adéquation entre ressources et taille du cheptel (Scoones, 1995). Des épisodes de sécheresse importante peuvent alors entraîner une forte mortalité du cheptel, et la nécessité pour les éleveurs de reconstituer ensuite leur troupeau (Begzsuren et al., 2004; Fratkin and Mearns, 2003).

Deux types de gestion des pertes sont donc à considérer dans les systèmes apicoles : une stratégie de renouvellement « courante » qui permet de maintenir un cheptel productif tant que les pertes annuelles restent dans une fourchette habituelle pour l'exploitation, et une gestion de « crise » lorsque des pertes plus importantes surviennent et que la stratégie de renouvellement habituelle n'est plus adaptée.

5. CONCLUSION

La réalisation d'enquêtes auprès d'apiculteurs professionnels a permis d'établir une typologie de leurs stratégies de renouvellement du cheptel, qui permet de préciser ce que recouvre la gestion du renouvellement dans une exploitation apicole. La diversité des pratiques identifiées dans ce travail souligne l'intérêt à mieux considérer les pratiques apicoles pour comprendre les évolutions du cheptel apicole dans différentes situations. La typologie proposée, si elle décrit avec précision les différentes pratiques qui composent une stratégie de renouvellement, fait appel à un nombre élevé de variables. Une version simplifiée pourrait ne conserver que les pratiques qui décrivent et distinguent le mieux chacune des stratégies.

Deux aspects majeurs sont ici distingués dans la gestion du renouvellement : le renouvellement des colonies, et la gestion des reines lors de la création de colonies et dans le reste du cheptel. Cette étude des stratégies de renouvellement et de leurs principaux avantages et inconvénients tels que perçus par les apiculteurs a permis de formuler ou de préciser plusieurs hypothèses quant à leurs conséquences possibles en termes de fonctionnement et de durabilité de l'exploitation, qui sont en partie explorées par les chapitres suivants. La caractérisation des stratégies de renouvellement et de leurs principales composantes (lots de colonies à considérer, principales pratiques de gestion et liens entre ces pratiques) y est donc mobilisée pour étudier les conséquences possibles des pratiques et stratégies de renouvellement sur le temps et l'organisation du travail (Chapitre C), le maintien d'un cheptel productif (Chapitre D) et l'adaptabilité de la gestion du renouvellement (Chapitre E).

Partie III

Stratégies de renouvellement du cheptel et durabilité des exploitations

Au vu de la place centrale de la gestion du cheptel dans les systèmes apicoles et du contexte actuel de pertes de colonies, l'une des principales questions de recherche de cette thèse porte sur le rôle de la stratégie de renouvellement dans le fonctionnement et la durabilité des exploitations. L'élaboration d'une définition de cette durabilité (Chapitre A) a permis d'identifier ses principales composantes, et d'y situer la gestion du renouvellement. Conjointement à cette définition de la durabilité, l'étude des stratégies de renouvellement mises en œuvre par les apiculteurs (Chapitre B) a conduit à formuler plusieurs hypothèses quant aux conséquences possibles de ces stratégies en termes de durabilité.

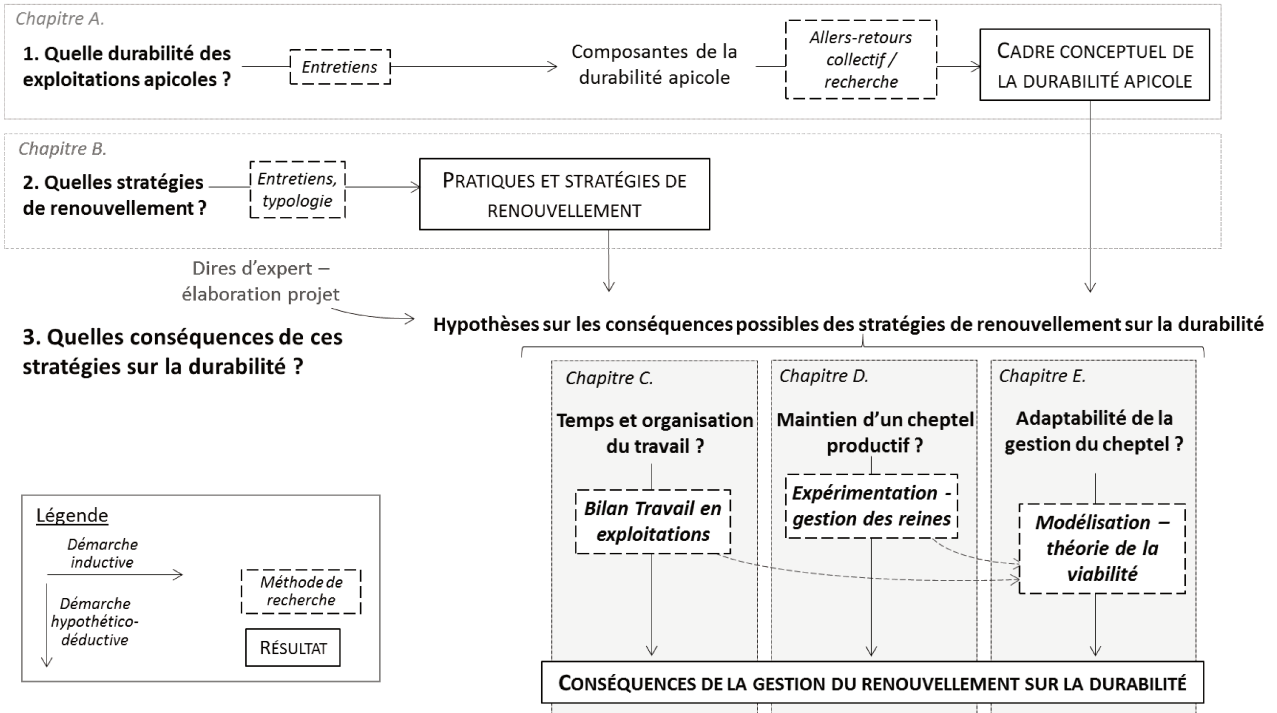
Les trois chapitres de cette Partie III abordent ces interactions des pratiques et stratégies de renouvellement mises en place avec plusieurs composantes de la durabilité des exploitations. Une partie de ces travaux porte plus particulièrement sur la gestion des reines, lors de la création de colonies ou par la suite au sein des colonies existantes, qui est apparue comme une différence centrale entre les stratégies de renouvellement identifiées.

Première difficulté citée dans la gestion du renouvellement, le temps et l'organisation du travail en saison apicole pour différentes pratiques et stratégies de renouvellement sont l'objet du Chapitre C.

L'un des premiers enjeux perceptibles de la gestion du renouvellement est par ailleurs le maintien d'un cheptel productif, cet enjeu étant explicite dans la définition de la durabilité de l'exploitation telle qu'élaborée dans le Chapitre A (*Assurer le renouvellement et le maintien du cheptel*, qui participe à la *Capacité à produire de façon pérenne*). Pour mieux comprendre le rôle de la gestion des reines dans l'atteinte de cet objectif, une expérimentation a comparé de 2016 à 2018 deux stratégies de gestion des reines au sein des colonies (Chapitre D). Si les hypothèses principales de cette expérimentation ont été formulées en amont, les enquêtes menées sur les stratégies de renouvellement du cheptel (Chapitre B) ont contribué à préciser ces hypothèses et à mieux définir les modalités expérimentales.

L'adaptabilité a enfin été mentionnée comme un avantage de certaines pratiques et stratégies de renouvellement, ce qui rejoint les résultats du Chapitre A : à l'échelle de l'exploitation, la capacité d'adaptation occupe une place essentielle pour assurer sa durabilité dans un contexte d'incertitudes. L'adaptabilité à l'échelle de la gestion du renouvellement et sa compatibilité avec d'autres enjeux de durabilité des exploitations (temps de travail, revenus économiques) est donc explorée dans le Chapitre E, par une approche de modélisation dans le cadre théorique de la viabilité.

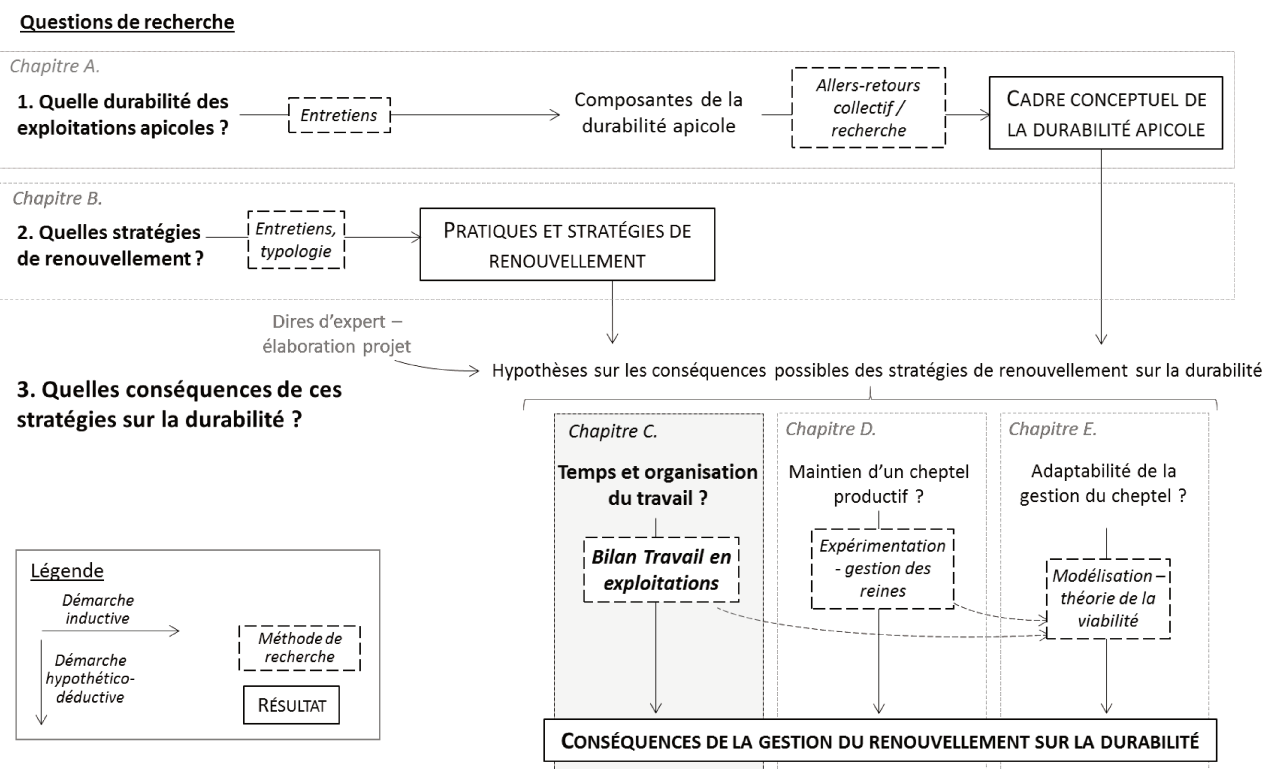
Questions de recherche



C. PLACE DES STRATEGIES DE RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL DANS LE TEMPS ET L'ORGANISATION DU TRAVAIL APICOLE

Le temps et l'organisation du travail en saison apicole sont parmi les premières difficultés qui sont citées par les apiculteurs en lien avec leur gestion du renouvellement du cheptel (Chapitre B). Ce sont aussi des aspects essentiels de la durabilité d'une exploitation apicole. La possibilité de prendre des vacances et d'avoir une charge de travail raisonnable à l'échelle de l'année mais également pendant la saison apicole, l'équilibre entre la vie professionnelle et la vie personnelle de l'apiculteur sont des éléments majeurs de la vivabilité de l'exploitation pour l'apiculteur (l'une des six dimensions de la durabilité apicole, Chapitre A). Ce chapitre C explore donc les conséquences possibles de pratiques et stratégies de renouvellement du cheptel sur le temps de travail au sein de l'exploitation, leur place dans les périodes de travail les plus chargées pour l'apiculteur ainsi que les contraintes d'organisation qui peuvent leur être dues.

Cette analyse repose sur une adaptation à l'apiculture de la méthode Bilan Travail, développée et utilisée dans d'autres filières d'élevage. Les interactions entre la stratégie de renouvellement mise en place et le travail sur l'exploitation ont pu être analysées par la conduite des entretiens sur le temps et l'organisation du travail au sein des mêmes exploitations que celles intégrées dans l'étude des stratégies de renouvellement du cheptel (Chapitre B).



1. INTRODUCTION

1.1 Le temps et l'organisation du travail, enjeux de durabilité en élevage

Parmi les six dimensions de la durabilité apicole telle que définie avec les acteurs de la filière, les questions liées au travail sur l'exploitation occupent une place importante, principalement en lien avec la qualité de vie de l'apiculteur via la dimension *Vivabilité*. Dans cette dimension, le thème *Confort de vie* intègre l'adéquation du temps et de l'organisation du travail avec les objectifs personnels de l'apiculteur, et considère également la possibilité ou non de dégager des périodes de vacances au cours de l'année. Le temps et l'organisation du travail contribuent également aux deux autres thèmes de la dimension : la *Satisfaction quant à son métier*, qui est liée notamment à des questions de fonctionnement d'exploitation et de temps de travail, et la *Santé et sécurité* au travail où la charge de travail contribue aux risques et problèmes de santé potentiels liés au travail. Le temps et l'organisation du travail apicole contribuent donc à la qualité de vie de l'apiculteur à la fois par la cohérence entre ses conditions de travail et ses attentes, et par les risques potentiels liés à une charge de travail trop importante. L'adéquation entre le revenu et le temps de travail contribue par ailleurs à la dimension *Viabilité économique* de l'exploitation. Enfin, le fonctionnement de l'exploitation et la qualité de vie possible pour un éventuel reprenant peuvent contribuer à la *Transmissibilité* de l'exploitation. Si ces différents critères concernent principalement le travail de l'apiculteur ou des associés, les conditions de travail des éventuels salariés sont également considérées, ainsi que la contribution de l'exploitation au développement socio-économique du territoire par la création d'emplois pérennes et vivables.

Cette place du temps et de l'organisation du travail dans la durabilité de l'exploitation, et plus particulièrement dans la dimension sociale de cette durabilité, se retrouve dans d'autres systèmes d'élevage via les composantes de bien-être ou de conditions de travail des personnes travaillant sur l'exploitation (Lebacqz et al., 2013). Dans un secteur où la main-d'œuvre sur les exploitations diminue et où la qualité de vie hors travail est interdépendante des conditions de travail, les attentes des agriculteurs ont évolué dans les dernières décennies, et la gestion du temps de travail est un objectif important (Béguin et al., 2011; Couzy and Dockès, 2006). À ces enjeux de qualité de vie s'ajoutent des enjeux techniques liés aux objectifs de l'exploitation, et la gestion de l'organisation du travail sur l'exploitation est donc essentielle pour assurer l'adéquation entre les disponibilités et besoins en main-d'œuvre et pour concilier ces différents enjeux. Plusieurs approches scientifiques permettent d'identifier les principales problématiques liées à l'organisation du travail agricole, éventuellement en lien avec les pratiques de l'agriculteur. L'intérêt qu'elles présentent pour l'analyse de la place du renouvellement du cheptel dans l'organisation du travail apicole sont abordés dans les parties suivantes.

1.2 Place de l'organisation du travail agricole dans la littérature scientifique

Enjeu important pour les éleveurs, la question du travail en agriculture et plus particulièrement en élevage est abordée avec différentes approches disciplinaires. En sciences sociales d'abord, par des travaux en économie, en sciences de gestion, en sociologie et en ergonomie (Dedieu and Servière, 2001; Malanski et al., 2019). Au sein des communautés scientifiques de l'étude des systèmes agraires (*farming systems research*: Darnhofer et al., 2012), des travaux d'agronomie et de zootechnie s'intéressent également au travail agricole et plus particulièrement à l'organisation de ce travail, en lien avec les choix techniques réalisés et avec l'évolution du système (Dedieu and Servière, 2012; Malanski et al., 2019).

Avec cette intégration de la dimension travail dans l'étude des systèmes d'élevage, deux aspects du fonctionnement du système sont considérés. L'éleveur est vu comme le pilote d'un système technique, qui choisit les pratiques de gestion des ressources et du cheptel à mettre en œuvre, mais aussi comme travailleur et comme organisateur de la force de travail sur l'exploitation, qui coordonne la mise en œuvre des différentes tâches prévues avec la force de travail disponible (en termes de compétences et de disponibilité), avec les équipements disponibles et éventuellement avec d'autres activités non agricoles (Dedieu et al., 2008; Madelrieux and Dedieu, 2008). Le travail est alors une ressource du système qui contribue à la production, mais aussi un élément important des projets et attentes de l'éleveur, notamment en termes de qualité de vie : les choix d'organisation du travail sont liés à la fois aux besoins techniques du système d'élevage, et à ces projets et attentes de l'éleveur (Dedieu and Servière, 2012; Madelrieux and Dedieu, 2008).

Ces deux aspects du travail sur l'exploitation se retrouvent dans le cas des exploitations apicoles : le temps et l'organisation du travail sont apparus dans le cadre d'évaluation de la durabilité comme des éléments majeurs de la qualité de vie des apiculteurs (Chapitre A), et l'adéquation entre la main-d'œuvre disponible (temps et compétences) et les besoins du système est l'une des conditions nécessaires pour assurer la production (Chapitre A). En apiculture, les rares travaux s'intéressant aux conditions de travail concernent principalement la question des risques et de la santé au travail : risques liés aux piqûres d'abeilles (Stanhope et al., 2017), autres problèmes de santé liés aux activités apicoles comme le port fréquent de charges lourdes (Fels et al., 2019; Topal et al., 2019). Certaines pratiques et spécificités du travail apicole comme les transhumances nocturnes sont aussi abordées dans certains travaux de sociologie (Phillips, 2014). Les questions de temps et d'organisation du travail sur l'exploitation restent cependant absentes de ces travaux.

Du fait de la place de l'organisation du travail dans les enjeux de durabilité apicole, il apparaît pourtant nécessaire de considérer conjointement les problématiques techniques et les évolutions des pratiques apicoles avec les contraintes et enjeux liés à l'organisation du travail sur l'exploitation. Les pratiques de gestion du cheptel apicole ont en effet évolué face aux pertes de colonies, avec entre autres le développement de l'élevage de reines. De tels changements techniques dans les systèmes de production peuvent entraîner des modifications dans le travail à réaliser et dans ses modalités de mise en œuvre (compétences nécessaires, durée, possibilité de décaler ou non certaines tâches...). L'importance de considérer conjointement les questions de travail en agriculture et de pratiques agricoles, ainsi que d'étudier les conséquences en termes de

temps et d'organisation du travail des possibles évolutions techniques, a aussi été soulignée dans d'autres systèmes d'élevage (Madelrieux and Dedieu, 2008).

Lors des enquêtes sur les stratégies de renouvellement présentées dans le Chapitre B, des impacts possibles sur le temps et l'organisation du travail ont fréquemment été cités comme des inconvénients de certaines pratiques, et plus particulièrement de la gestion d'un atelier d'élevage de reines. Ces conséquences sont parfois estimées comme positives (« ça me permet de cadrer mon organisation »), mais dans la majorité des cas comme négatives, avec des contraintes perçues en termes de temps à consacrer et d'organisation des journées et semaines de travail. L'évaluation des conséquences possibles des choix de gestion du renouvellement du cheptel sur le temps et l'organisation du travail apparaît donc comme un aspect majeur de l'étude de la place de la gestion du renouvellement dans la durabilité des exploitations apicoles. Déjà intégré dans des travaux de zootechnie, l'organisation du travail en élevage peut être analysée par différentes méthodes.

1.3 Organisation du travail en élevage et interactions avec les choix techniques : méthodes d'analyse

Plusieurs méthodes d'analyse de l'organisation du travail en élevage ont été développées en zootechnie, et visent à la fois à accompagner les éleveurs dans leurs réflexions sur les changements possibles de leur système et à évaluer les impacts éventuels de changements techniques sur l'organisation du travail.

Développée dans les années 90, la méthode Bilan Travail permet une évaluation du temps de travail au sein d'une exploitation sur l'ensemble de l'année (Cournut et al., 2018; Dedieu and Servière, 1999). Elle quantifie ce temps en distinguant les différentes activités (gestion du cheptel et gestion des terres), la fréquence de réalisation de ces activités (travail quotidien ou non, reportable ou non) et les personnes les réalisant. L'année est décomposée en plusieurs périodes, au sein desquelles le travail quotidien est semblable d'un jour à l'autre. La méthode permet d'estimer un temps disponible calculé (TDC), qui représente la marge de manœuvre en temps qu'ont les éleveurs pour les tâches difficilement quantifiables (entretiens des bâtiments et équipements, administratif...), pour les travaux imprévus et exceptionnels et enfin le temps disponible pour les activités privées. Elle est notamment utilisée dans le conseil en élevage et pour échanger sur les questions de temps et d'organisation du travail au sein de groupes d'éleveurs.

Le modèle ATELAGE (Activités de travail en exploitation d'élevage), plus récent, est basé sur les mêmes éléments que le Bilan Travail : nature des activités, personnes qui les réalisent et organisation dans l'année (Madelrieux, 2004; Madelrieux et al., 2009). Il donne une place plus importante à l'étude de l'organisation des différentes activités les unes par rapport aux autres, aux raisons de cette organisation et aux adaptations possibles en lien avec les conditions météorologiques et avec la disponibilité des travailleurs. Les activités non agricoles sont également prises en compte dans la mesure où elles contribuent aux choix d'organisation, quand la méthode Bilan Travail est centrée sur le travail agricole et plus précisément sur le temps de gestion du cheptel et des cultures. ATELAGE est notamment utilisé pour mieux connaître la place des différents travailleurs dans le travail de l'exploitation et dans l'élaboration de l'organisation

du travail, et pour planifier le travail en élevage au cours de l'année pour les porteurs de projet d'installation agricole (Madelrieux and Dedieu, 2008).

La méthode QuaeWork s'appuie sur la représentation de l'organisation des différentes activités les unes par rapport aux autres du modèle ATELAGE, et intègre également certains éléments du Bilan Travail (Hostiou and Dedieu, 2012). Elle vise à estimer des indicateurs liés à la productivité du travail, et à la flexibilité de l'organisation du travail sur l'exploitation. La productivité est considérée via le temps de travail quotidien et de saison, et via le temps passé par unité de surface ou de cheptel. Comme dans le Bilan Travail, la flexibilité est estimée par la marge de manœuvre en temps (TDC), par la distribution du travail entre les différentes personnes de l'exploitation (part du travail reposant sur la cellule de base...), et par la variabilité possible de l'organisation d'une année à l'autre.

Ces analyses de l'organisation du travail se basent sur plusieurs dimensions (Dedieu and Servièrre, 2012) :

- **La nature des activités** : toutes les activités ne sont pas équivalentes et elles peuvent être distinguées selon leur fréquence et la possibilité ou non de les reporter d'un jour à l'autre. En élevage, les activités quotidiennes (comme les soins aux animaux) se distinguent des activités hebdomadaires ou réalisées à une faible fréquence. Les difficultés d'organisation peuvent notamment résulter de la nécessaire articulation entre plusieurs activités dont la fréquence est différente.
- **Les personnes réalisant ces activités** : la place de l'éleveur comme travailleur mais aussi comme organisateur du travail sur l'exploitation lui confère une place particulière. Une distinction est ainsi faite entre les personnes contribuant aux choix d'organisation du travail, et les autres personnes intervenant dans le travail de l'exploitation (salariés, bénévoles).
- **L'enchaînement des activités au cours de l'année** : l'année est décomposée en plusieurs périodes caractérisées par des activités et une organisation de ces activités différentes. Ces périodes résultent des changements d'activités au cours des saisons (hivernage ou saison de production), mais aussi de la présence ou non des différentes personnes contribuant à la réalisation du travail sur l'exploitation.

Dans ce travail de thèse, le temps et l'organisation du travail en élevage sont apparues comme participant à la vivabilité de l'exploitation pour l'apiculteur (Chapitre A), et ont également été cités comme des problématiques potentielles de certains choix de gestion du renouvellement (Chapitre B). Parmi les méthodes d'analyse de l'organisation du travail, la méthode Bilan Travail apparaît plus adaptée à l'apiculture, dont les activités sont moins régulières que pour d'autres élevages et plus facilement estimables sur l'année qu'en identifiant des séquences organisationnelles homogènes comme dans le cas d'ATELAGE et de QuaeWork. L'organisation du travail en exploitation apicole, mal documentée aujourd'hui, a donc été caractérisée grâce à une adaptation à l'apiculture de la méthode Bilan Travail, afin de pouvoir identifier les conséquences possibles de la gestion du renouvellement sur cette organisation.

2. METHODOLOGIE

2.1 Méthode Bilan Travail et adaptation à l'apiculture

La méthode Bilan Travail, développée par l'INRA et l'Institut de l'Élevage (Dedieu and Servièrre, 1999), permet de caractériser et d'évaluer le temps et l'organisation du travail dans une exploitation d'élevage. Elle se base sur une reconstitution analytique *a posteriori* du temps consacré, par l'ensemble des personnes travaillant sur l'exploitation, aux principales activités de l'exploitation au long de l'année. Elle considère différents types de travaux à réaliser, la répartition des tâches entre les différentes catégories de main-d'œuvre ainsi que la structuration des activités et des moyens de production (lots de cheptel, sous-unités de surface). Les grandes lignes de cette méthode (catégories de main d'œuvre, de tâches...) sont présentées par l'Encadré C.1.

2.1.1 Adaptation de la méthode à l'apiculture

Développée pour l'élevage de ruminants, le Bilan Travail intègre ses contraintes spécifiques de suivi quotidien du cheptel (traite éventuelle, alimentation, surveillance), à travers le travail d'astreinte. En apiculture, la gestion des colonies ne nécessite pas un suivi si fréquent, et les activités pouvant constituer une forte contrainte d'organisation sur certaines périodes de l'année ne sont pas forcément quotidiennes (élevage de reines, production de gelée royale). Ces différences de fonctionnement ont conduit à effectuer un travail initial pour identifier les besoins d'adaptation de la méthode à l'apiculture, et pour intégrer les objectifs plus spécifiques de l'analyse de la place des stratégies de renouvellement du cheptel dans le temps et l'organisation du travail de l'exploitation.

Cette adaptation a été menée en plusieurs étapes, alternant modifications et tests successifs en exploitation. Le premier test en exploitation a été conduit au printemps 2017 à partir d'une version de la méthode Bilan Travail adaptée *a priori* à l'apiculture (catégories de tâches proposées...), de manière relativement ouverte afin d'identifier au mieux les spécificités apicoles devant être prises en compte. Trois autres tests en exploitation se sont succédés au cours de l'été 2017. Ces tests et adaptations ont été réalisés conjointement par plusieurs personnes, l'une connaissant bien la méthode dans d'autres systèmes d'élevage et les autres connaissant le fonctionnement et la gestion du cheptel en exploitation apicole.

La version de la méthode à laquelle ces tests ont abouti a ensuite été présentée et discutée avec l'ensemble des personnes étant amenés à utiliser cette méthode (animateurs des ADA et du GPGR impliqués dans le projet Durapi). Plusieurs enquêtes auprès d'apiculteurs ont alors été menées en parallèle par petits groupes (une personne connaissant déjà la méthode avec deux à trois personnes la découvrant), pour que chacun puisse prendre en main la méthode et le questionnaire d'enquête et pour finaliser l'adaptation à l'apiculture suite aux retours de ces enquêtes.

Pour faciliter la centralisation des données, des outils de saisie des informations correspondant à la version apicole de la méthode ont aussi été développés.

Encadré C.1. La méthode Bilan Travail, d'après Dedieu and Servière (1999) et l'ouvrage Enseigner la méthode Bilan Travail (Ouvrage Collectif, 2008).

Mise au point par l'INRA et l'Institut de l'Élevage, la méthode Bilan Travail se base sur une reconstitution analytique *a posteriori* du temps consacré aux différentes tâches sur l'exploitation, par un entretien avec les éleveurs. Elle considère différentes catégories de personnes et de travaux, et analyse le temps de travail sur l'année à l'échelle de la quinzaine de jours.

Catégories de personnes travaillant sur l'exploitation : définition de la cellule de base

Deux catégories de personnes travaillant sur l'exploitation sont distinguées. La **cellule de base** regroupe l'ensemble des personnes travaillant sur l'exploitation et qui en retirent un revenu sans en être salariées : chefs d'exploitation, conjoints collaborateurs, associés au sein d'un GAEC... Les personnes **hors de la cellule de base** sont toutes les autres personnes participant au travail de l'exploitation : salariés, bénévoles (dont aides familiaux bénévoles), entraide. Les membres de la cellule de base sont distingués par le fait qu'ils sont non seulement des travailleurs mais également les organisateurs du travail sur l'exploitation, et sont souvent aussi les personnes absorbant si besoin les pics de travail. Toutes les personnes contribuant au travail sur l'exploitation sont donc identifiées en début d'entretien, ainsi que leur statut.

Travail d'astreinte et de saison, différé et non différé

Le Bilan Travail distingue deux types de travaux qui sont quantifiés de façon différente. Le **travail d'astreinte** correspond à des travaux réalisés tous les jours et non différables (ex. traite, soin aux animaux) et est estimé **en heures par jour**. Le **travail de saison** correspond à des activités périodiques, souvent organisées sous forme de "chantiers", et est estimé en **nombre de journées par période d'une quinzaine de jours** avec une précision de l'ordre de la demi-journée.

Nature des tâches considérées

Le temps estimé comprend les **tâches de gestion des animaux et des surfaces de l'exploitation**. Ces tâches sont distinguées en tâches de gestion des grandes cultures (labours, semis...), de la surface fourragère (fauche...), du troupeau (soin aux animaux, alimentation...) et du territoire (ex. entretien des haies, des clôtures). Le temps passé à l'entretien des bâtiments ou des équipements ou encore à la gestion administrative de l'exploitation, difficilement quantifiables, ne sont pas intégrés dans l'estimation du temps de travail.

Analyse et indicateurs utilisés

Le Bilan Travail évalue la **marge de manœuvre disponible en temps** par le Temps Disponible Calculé, qui représente le temps qu'ont les éleveurs pour les tâches non quantifiées (administratif...), les travaux imprévus et leurs activités privées. Ce Temps Disponible Calculé est calculé en heures par an. La charge de travail des éleveurs peut être analysée par le temps de travail total annuel par personne de la cellule de base (travail de saison ou travail d'astreinte).

Des **indicateurs d'efficacité** peuvent aussi être calculés : temps passé par unité de surface, de cheptel ou de production (ex. temps total annuel de travail d'astreinte par unité gros bovin, temps total annuel de gestion des surfaces fourragères par hectare de surface fourragère). Ils permettent de situer une exploitation par rapport à d'autres ou à des références d'efficacité pour sa filière.

2.1.2 Version apicole du Bilan Travail

Les grandes lignes de la méthode Bilan Travail ont été conservées dans sa version apicole. Le principe de reconstitution du calendrier de travail par un entretien avec les éleveurs, les principales informations recueillies lors de cet entretien (combien de temps pour quels travaux, par qui, sur quelle période) et la catégorisation de la main-d'œuvre de l'exploitation sont inchangés. L'adaptation a porté sur les catégories de travaux et sur le niveau de détail des tâches considérées, ainsi que sur les indicateurs analysés.

L'adaptation à l'apiculture distingue toujours deux types de travaux : le travail quotidien apicole et le travail de saison apicole. Le caractère différable ou non d'une activité y est indépendant de sa fréquence : le travail de saison apicole peut être reportable ou non reportable, de même que le travail quotidien. Une activité est considérée comme reportable si elle peut être décalée au lendemain ou au surlendemain. Ce choix permet de prendre en compte les activités apicoles non quotidiennes mais contraignantes en termes d'organisation, comme l'élevage de reines ou la production de gelée royale qui ne demandent pas d'y consacrer du temps quotidiennement mais qui demandent de respecter précisément un calendrier étalé sur plusieurs jours ou semaines (ex. pour l'élevage de reines : greffage un jour, puis transfert des cellules royales en couveuse sept jours plus tard).

Le travail de saison reste estimé avec une précision à la demi-journée, et dans le cas des transhumances réalisées de nuit après une journée complète de travail, une « troisième demi-journée » est comptabilisée. Le travail quotidien est évalué en heures par jour.

Deux niveaux de détails ont été utilisés pour catégoriser les activités de l'exploitation : les tâches et les catégories de tâches, distinguées par le fait que deux tâches différentes peuvent être réalisées en même temps alors que les catégories de tâches sont bien distinctes les unes des autres. Par exemple, la création d'essaims et le suivi des colonies sont deux tâches de la catégorie « Interventions sur les ruchers » et pourront être effectuées lors d'une même visite de ruchers. En revanche, il ne peut y avoir en même temps une tâche de la catégorie « Interventions sur les ruchers » et une tâche de la catégorie « Extraction, gestion du miel et commercialisation » ou « Administratif » : les périodes et temps passés sont ici bien distincts car les lieux de réalisation des différentes catégories de tâches sont différents.

La liste des tâches retenues répond à deux objectifs. Le premier est de faciliter la reconstitution des temps passés par des tâches qui ont du sens pour l'apiculteur (ex. séparation entre les temps d'extraction et de conditionnement du miel), et d'avoir une liste suffisamment exhaustive pour limiter les risques d'oubli de certaines activités peu fréquentes (ex. nettoyage de la miellerie). Le second objectif est de distinguer les différentes pratiques de gestion du renouvellement. Ces pratiques sont l'objet principal de cette étude mais peuvent être menées en même temps que d'autres tâches de gestion du cheptel, seul le temps total pouvant dans ce cas être estimé. L'utilisation de l'échelle de la catégorie de tâches permet alors d'estimer un temps total passé à un ensemble de tâches menées en même temps, tout en indiquant quelles sont ces différentes tâches.

Par exemple :

- **Cas 1** : pendant deux jours de suite, l'apiculteur crée des essaims le matin et cette création d'essaims est le seul objet de sa visite sur les ruchers. L'après-midi est consacré au suivi

des colonies d'un autre rucher. Le temps estimé pour la création d'essaims sera de deux fois une demi-journée donc une journée complète.

- **Cas 2** : pendant deux jours de suite, l'apiculteur visite deux ruchers dans la journée, pour visiter sur chacun des ruchers l'ensemble des colonies et si besoin créer des essaims sur celles qui seraient proches de l'essaimage. Deux journées complètes de travail dans la catégorie « Interventions sur les ruchers » seront alors comptabilisées, en précisant que deux tâches sont concernées : la création d'essaims et le suivi de colonies. Le temps estimé avec création d'essaims sera de deux journées complètes même si ce temps inclut aussi le temps passé au suivi des colonies, indiscernable de celui consacré à la création d'essaims.

Le temps estimé pour les différentes pratiques de renouvellement n'est donc pas le temps exclusivement consacré à ces pratiques, et peut inclure le temps passé à d'autres tâches concomitantes. Cela conduit à analyser non pas le nombre de journées passées exclusivement aux pratiques de renouvellement mais le nombre de journées où ces pratiques sont mises en œuvre (ex. deux jours avec création d'essaims).

Tous les travaux relatifs à l'exploitation ont été comptabilisés, y compris les temps passés à l'entretien et à la fabrication de matériel ou à la gestion administrative, non intégrés dans la version initiale du Bilan Travail. La liste des catégories et des tâches qui les composent pour les catégories liées à la gestion du renouvellement est indiquée dans l'Encadré C.2. Le questionnaire d'entretien ainsi que la liste complète des tâches et catégories sont disponibles en Annexe 5.

2.1.3 Autres informations recueillies lors des enquêtes

Le recueil des informations nécessaires au Bilan Travail a été suivi lors des entretiens par d'autres questions sur le temps de travail : sur le ressenti des apiculteurs sur leur temps et organisation du travail (équilibre vie personnelle / professionnelle), et pour caractériser les différentes périodes de l'année selon leur niveau de charge.

L'intensité de l'activité apicole varie en effet fortement entre les saisons, et la durée d'une journée de travail peut être très différente selon les périodes. L'estimation du temps de travail de saison, réalisée en jours pour chaque quinzaine sans précision de la durée d'un jour de travail, a été complétée par une caractérisation des différentes périodes de l'année selon l'intensité de la charge de travail en s'appuyant sur la méthode d'estimation du temps de travail annuel du Diagnostic de l'Agriculture Paysanne (FADEAR, 2014). Trois types de périodes sont distinguées de la moins à la plus chargée, et chaque quinzaine est identifiée par l'apiculteur comme appartenant à l'un ou l'autre de ces types de périodes. Le nombre de jours de travail par semaine et d'heures de travail par jour auxquels chacun de ces types correspond sont définis par l'apiculteur. Cela permet d'identifier les périodes de pics de travail telles que perçues par l'apiculteur, et de corriger l'estimation du temps de travail si les périodes déclarées très chargées et les pics identifiés via la méthode Bilan Travail ne correspondent pas. Un exemple de cette caractérisation des périodes de l'année est donnée par les Tableaux C.1.

Le questionnaire d'entretien complet est disponible en Annexe 5.

Tableaux C.1 : Exemple de caractérisation des périodes de l'année selon leur niveau de charge de travail pour une exploitation apicole.

a. Répartition sur l'année des types de période

| | Janvier | | Février | | Mars | | Avril | | | Mai | | Juin | | Juillet | | Août | | Sept. | | Octobre | | Nov. | | Déc. | |
|--------------|---------|---|---------|---|------|---|-------|--|---|-----|---|------|---|---------|---|------|---|-------|--|---------|---|------|---|------|---|
| Chargées | | | | | x | x | x | | | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | |
| Normales | | | | | x | | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peu chargées | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | x | x | x | |
| Vacances | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |

b. Définition des types de période

| Type de semaine | Nombre moyen d'heures travaillées par jour | Nombre de jours travaillés par semaine |
|-----------------|--|--|
| Chargée | 10 | 6.5 |
| Normale | 7 | 5 |
| Peu chargée | 5 | 4 |

Encadré C.2. Liste des catégories de tâches considérées et tâches relevant de la gestion du renouvellement

Le premier niveau de la liste correspond aux catégories de tâches, et le second niveau aux tâches que ces catégories regroupent. Seules les tâches des deux catégories incluant la gestion du renouvellement sont détaillées ici (voir Annexe 5 pour la liste complète) : l'intégralité des tâches de la catégorie « Élevage de reines » relève de la gestion du renouvellement, et les tâches qui en relèvent ou non dans la catégorie « Interventions sur les ruchers » sont précisées.

- **Interventions sur les ruchers :**

- Tâches relevant de la gestion du renouvellement du cheptel :*

- Création d'essaims et/ou de paquets d'abeilles, piégeage d'essaims
 - Remplacement et introduction de reines dans les colonies
 - Gestion de l'essaimage
 - Gestion des mâles (ex. introduction de cadres à mâles)
 - Suivi des essaims

- Tâches hors renouvellement du cheptel :*

- Gestion sanitaire
 - Nourrissement
 - Suivi de miellées
 - Suivi état général des ruches
 - Tri des colonies
 - Récolte de miel
 - Transhumance
 - Transhumance pollinisation
 - Suivi des ruches en pollinisation
 - Pollen (pose trappes, récolte...)
 - Propolis (pose grilles, récolte...)
 - Pesée
 - Autre

- **Élevage de reines :**

- Greffage, élevage jusque reine vierge (dont gestion des éleveuses, introduction de cadres à pondre)
 - Gestion des nuclei et de la fécondation (dont introduction des reines puis suivi des nuclei, y compris gestion hivernale)
 - Insémination et élevage de mâles pour insémination

Cette catégorie est intégralement considérée comme relevant de la gestion du renouvellement.

- **Gelée royale** (production et extraction)
- **Extraction, transformation et commercialisation**
- **Administratif**
- **Approvisionnements et entretien du matériel et des bâtiments**
- **Hors exploitation apicole** (en lien avec l'activité apicole : formations...)
- **Vacances**
- **Autres activités** : autre atelier sur l'exploitation, autre activité professionnelle (uniquement pics de travail ou impact fort sur l'activité apicole)

2.1.4 Échantillonnage et réalisation des enquêtes

L'objectif de l'étude étant d'étudier la place des stratégies de renouvellement dans le travail sur l'exploitation, le Bilan Travail a été réalisé chez des apiculteurs dont les stratégies de renouvellement étaient également renseignées et analysées (Chapitre B). Les enquêtes ont majoritairement été menées en automne 2017 et en hiver 2018 (hors entretiens tests menés plus tôt). J'ai mené une partie des entretiens en binôme avec les animateurs des ADA et du GPGR impliqués dans le projet Durapi pour favoriser l'appropriation de l'outil et faciliter certaines enquêtes complexes (exploitation avec plusieurs ateliers agricoles par exemple), et les personnes des ADA et du GPGR impliquées ont ensuite mené une majorité des entretiens.

La majorité des entretiens se sont déroulés au siège de l'exploitation ou au domicile de l'apiculteur. Ils ont été dans la mesure du possible conduits avec l'ensemble des personnes de la cellule de base de l'exploitation, pour tout ou partie de l'entretien, selon les disponibilités de chacun et la répartition du travail entre membres de la cellule de base. L'organisation des différents travailleurs de la cellule de base est en effet variable, et plusieurs situations peuvent être rencontrées :

- l'ensemble des personnes de la cellule de base participe à la même tâche en même temps (ex. visite sur un rucher pour le suivi des colonies par les deux associés d'une exploitation),
- plusieurs tâches peuvent être effectuées en parallèle par les différentes personnes (ex. l'un des associés visite un rucher pour le suivi des colonies et l'autre extrait le miel dans la miellerie),
- différentes tâches peuvent être effectuées à des moments différents par les différentes personnes (ex. l'un tient le magasin de vente directe en journée, l'autre transhume les colonies en soirée et la nuit).

Dans les deux derniers cas, la présence de l'ensemble des personnes de la cellule de base lors de l'entretien ou au moins lors d'une partie de celui-ci permet alors d'estimer au mieux le temps passé par chacun aux différentes tâches.

Pour les exploitations où l'atelier apicole n'est pas la seule activité agricole, seul les travaux générés par l'atelier apicole ont été inclus dans le Bilan Travail mais les pics de travail que les autres activités génèrent et les personnes qu'elles mobilisent ont été identifiés.

2.1.5 Saisie et regroupement des données

La saisie des informations recueillies lors des entretiens a été réalisée par la personne ayant mené l'entretien, sous deux formes distinctes pour chaque enquête :

- Un tableur pour l'ensemble des données liées au temps et à l'organisation du travail, y compris la main-d'œuvre présente sur l'exploitation,
- Un formulaire de saisie texte pour le reste des informations : changements éventuels par rapport à l'année précédente, charge de travail estimée sur les différentes périodes, données plus qualitatives (ressenti des apiculteurs sur leur temps et organisation du travail...)

L'ensemble des tableurs et des données des formulaires texte ont ensuite été centralisés.

2.1.6 Correction des données

Les incohérences visibles dans les calendriers annuels de travail ont été corrigées lorsque cela a été possible, en demandant une précision à la personne ayant réalisé l'enquête ou à l'apiculteur concerné. Ces incohérences étaient principalement des pics de travail trop importants sur certaines quinzaines (ex. 25 jours de travail estimés sur une quinzaine que l'apiculteur indique comme n'étant pas particulièrement chargée). Certaines tâches ont ainsi été étalées sur une période plus étendue que celle estimée initialement, ou le temps passé a pu être ré-estimé à la hausse ou à la baisse selon les situations. Les enquêtes où des incohérences importantes n'ont pas pu être corrigées ou celles pour lesquelles le changement de stratégie de renouvellement du cheptel était trop important depuis l'année précédente ont été retirées de l'analyse.

Quarante-et-une exploitations ont été intégrées dans l'analyse du temps de travail à l'échelle de l'année, 39 dans l'analyse centrée sur les périodes chargées, (la définition des périodes chargées étant manquantes pour certaines exploitations) et 37 dans l'analyse des travaux reportables ou non reportables (cette information étant manquante ou incomplète pour certaines exploitations).

Le temps et l'organisation du travail ont été analysés à plusieurs échelles : sur toute l'année ou uniquement sur les périodes chargées, en comparant différentes stratégies de renouvellement dans leur ensemble ou différentes pratiques précises.

2.1.7 Analyse des données

L'analyse des données a été menée en plusieurs étapes, en se basant sur les pratiques et stratégies de renouvellement identifiées dans le Chapitre B. Étant donnée l'absence de travaux quotidiens dans la quasi-totalité des exploitations de l'échantillon et le fait que les rares travaux quotidiens identifiés n'ont pas de lien avec la gestion du cheptel (travail administratif dans la majorité des cas), seuls les travaux de saison ont été considérés dans l'analyse. Le temps total de travail sur l'exploitation et la place qu'y tient la gestion du renouvellement ont d'abord été estimés, pour situer la part du renouvellement dans le temps total de travail.

Le temps nécessaire à la gestion du renouvellement dans son ensemble a ensuite été étudié au regard de la stratégie de renouvellement mise en place, puis des focus ont été faits sur certains aspects de la gestion du renouvellement et sur le temps correspondant. Ces temps ont été analysés sous trois angles successifs : l'efficacité de la gestion du renouvellement (temps passé par unité de cheptel, ici 100 colonies), la place du renouvellement dans les pics de travail et la répartition de la charge de travail sur l'année, et les contraintes d'organisation que les activités liées au renouvellement peuvent générer (tâches non reportables).

Pour les analyses où une analyse statistique était pertinente et lorsque l'effectif le permettait, les comparaisons statistiques ont été réalisées via des tests non-paramétriques de Kruskal-Wallis, étant donné les faibles effectifs étudiés. Les analyses de données ont été réalisées via le logiciel R (R Core Team, 2016) et les représentations graphiques en utilisant le package ggplot2 (Wickham, 2016).

2.1.7.a Échelles d'analyse

Le temps nécessaire à la gestion du renouvellement pour les différentes stratégies définies précédemment (Chapitre B) a été analysé à plusieurs échelles : de la stratégie de renouvellement dans son ensemble, des catégories de pratiques (ex. création et gestion des nouvelles colonies uniquement), et à l'échelle de la pratique dans certains cas.

Tous les aspects de la gestion du renouvellement considérés dans le chapitre B n'ont pas été inclus dans l'analyse. Les pratiques de sélection et de gestion des non-valeurs n'ont en effet pas pu être analysées ici, car ces pratiques sont trop intégrées avec d'autres aspects de la gestion du cheptel : il n'a pas été possible de distinguer le temps passé à ces pratiques, qui sont souvent faites au fil de l'eau parmi d'autres tâches. Par exemple les temps de notation des performances des colonies, qui peuvent servir de base à certaines pratiques de sélection, ou de regroupement entre deux colonies dites non-valeurs, n'ont pas pu être analysés. Ces notations et regroupements peuvent en effet être réalisés lors de chacune des visites au rucher mais ne demander que peu de temps par rapport au temps global de la visite, et ce temps est difficilement séparable du temps passé à la visite. Les pratiques regroupées dans le Chapitre B dans la catégorie « Renouvellement des colonies » ne sont pas liées à des techniques particulières mais plutôt à la place donnée aux nouvelles colonies dans la gestion du cheptel, et n'ont pas été analysées non plus en termes de conséquences sur le temps de travail.

Le temps passé aux pratiques de création de nouvelles colonies a été considéré sans distinguer la création d'essaims et de celle de paquets d'abeilles. Étant donné que la grande majorité des exploitations de l'échantillon ne réalise que peu ou pas de paquets d'abeilles, ce temps a été analysé au regard des pratiques de création et de gestion d'essaims.

L'échantillonnage vise à représenter au mieux la diversité des stratégies de renouvellement du cheptel. Au sein de l'échantillon, le nombre d'exploitations d'une stratégie de renouvellement à l'autre est donc variable et certaines stratégies de renouvellement ou pratiques ne sont représentées que par une à deux exploitations : dans les différentes analyses, seules les modalités de pratiques ou les stratégies où au moins trois Bilan Travail étaient disponibles ont donc été analysées.

2.1.7.b Analyses réalisées

Place des tâches de renouvellement du cheptel dans la gestion des colonies : concomitance des activités

Pour mieux appréhender la place des tâches de renouvellement du cheptel par rapport à d'autres activités de gestion du cheptel et les biais possibles dans l'analyse de leurs temps respectifs, une première analyse a porté sur la concomitance des tâches de renouvellement et d'autres tâches de gestion du cheptel. Cette concomitance est définie ici comme la mise en œuvre en même temps, par les mêmes personnes, de ces différentes tâches.

Cette concomitance de certaines tâches est une limite pour déterminer le temps passé respectivement à chacune des tâches : seul le temps global pourra être estimé. Certaines tâches de renouvellement du cheptel sont plus ou moins régulièrement effectuées en même temps que d'autres tâches, ce qui dépend entre autres des choix d'organisation des apiculteurs. Il est par exemple possible de créer des essaims en même temps que le suivi du reste du cheptel et de

manière étalée sur plusieurs visites, ou de concentrer cette création d'essaims sur peu de jours qui y sont exclusivement consacrés.

Cette concomitance plus ou moins importante des tâches de renouvellement avec d'autres tâches de gestion du cheptel a été estimée en considérant la part des jours où la tâche est menée en même temps que d'autres qui ne relèvent pas du renouvellement du cheptel, calculée par rapport au nombre de jours totaux où la tâche est effectuée.

Par exemple, pour le temps passé à la création d'essaims :

$$\text{Part de concomitance de la création d'essaims} = \frac{\text{Nombre de jours avec création d'essaims concomitante d'autres activités hors renouvellement}}{\text{Nombre total de jours avec création d'essaims}}$$

La liste des tâches considérées comme relevant du renouvellement du cheptel est disponible en Encadré C.2. Par définition, plusieurs tâches ne peuvent être menées en même temps que si elles dépendent de la même catégorie de tâches (cf. partie 2.1.2, et Encadré C.2 pour les listes de catégories et de tâches). Ici, les tâches de renouvellement qui sont des « Interventions sur les ruchers » ne peuvent donc être concomitantes que d'autres tâches de cette catégorie, par exemple une création d'essaims peut être effectuée en même temps qu'une visite sur le rucher.

Efficiences des pratiques de renouvellement : quel temps nécessaire pour quelle pratique ?

L'efficacité de la gestion du renouvellement a été étudiée en considérant le temps passé aux tâches de renouvellement pour 100 colonies hivernées (ex : temps passé aux remérages pour 100 colonies). Cela permet de comparer des exploitations dont la taille du cheptel est très variable (l'échantillon comprend des exploitations gérant de 150 colonies à plus de 2000). La personne réalisant les tâches n'est donc pas considérée ici : le temps passé peut l'être aussi bien par une personne de la cellule de base que par une autre personne.

Le temps moyen passé aux tâches de renouvellement analysées par chacune des personnes de la cellule de base a également été considéré. Pour la grande majorité des apiculteurs rencontrés, l'apiculture est la seule activité professionnelle. Lorsque ce n'est pas le cas, le temps passé par personne de la cellule de base a été calculé sur la base des équivalents temps plein des membres de la cellule de base pour éviter les biais sur les exploitations où l'un des associés n'est pas à temps plein. Par exemple pour une exploitation avec une personne à plein temps sur l'exploitation et son conjoint à mi-temps, le temps par personne de la cellule de base est égal au temps total des deux conjoints, divisé par 1.5 (1 équivalent temps plein + 0.5 équivalent temps plein pour la personne à mi-temps).

Répartition du travail : gestion du renouvellement et pics de travail

L'activité apicole est notamment caractérisée par une forte saisonnalité. Le temps de travail sur l'exploitation se concentre sur certaines périodes de l'année, qui constituent donc un enjeu fort en termes de temps et d'organisation du travail. Il faut pouvoir mener à bien l'ensemble des tâches de gestion de l'exploitation, tout en maintenant une charge de travail qui reste raisonnable pour l'apiculteur, ce qui est l'un des enjeux de la vivabilité de l'exploitation (Chapitre A). La

répartition du travail de gestion du renouvellement au long de l'année a été analysée pour préciser les périodes où les pratiques de renouvellement sont mises en œuvre.

L'analyse a ensuite été centrée sur les périodes de l'année identifiées comme « chargées », donc les plus critiques en termes de temps de travail pour les personnes de la cellule de base. Le rôle de la gestion du renouvellement du cheptel dans ces périodes a été analysé à travers deux questions :

- Le temps consacré à la gestion du renouvellement se situe-t-il pendant des périodes définies comme chargées ?
- Dans quelle mesure est-ce que la forte charge de travail sur ces périodes chargées est due au temps passé à la gestion du renouvellement ?

Le choix de ne considérer sur les périodes chargées que le temps des personnes de la cellule de base a été retenu car ce sont ces personnes qui définissent les périodes chargées, au regard de leur propre temps de travail. Par ailleurs, les pics de travail font principalement reposer sur cette cellule de base le travail supplémentaire.

Adaptabilité de l'organisation : renouvellement du cheptel et contraintes d'organisation

Cette analyse s'intéresse aux contraintes d'organisation entraînées par les tâches non reportables de la gestion du renouvellement (ex. élevage de reines qui demande de respecter un calendrier précis). Ce caractère non reportable limite l'adaptabilité de l'organisation du travail, l'adaptabilité étant ici considérée comme la possibilité de changer les pratiques ou la façon dont elles sont mises en œuvre en réponse à un changement du contexte (ten Napel et al., 2011). Par exemple, une visite de rucher peut être décalée à un autre jour où les conditions météorologiques sont plus favorables si l'adaptabilité de l'organisation du travail est suffisante.

Certains jours sont en effet bloqués pour les tâches non reportables, et les changements éventuels d'organisation (ex. pour s'adapter aux conditions météorologiques) doivent respecter cette contrainte. Le rôle des pratiques de renouvellement dans ces contraintes d'organisation est estimé par la part du temps total de travail non reportable qui est constituée de temps passé à des pratiques de renouvellement.

Temps de travail sur l'exploitation et équilibre avec la vie personnelle de l'apiculteur

Cette dernière partie de l'analyse concerne le ressenti des apiculteurs rencontrés quant à leur travail et à leur équilibre entre vie personnelle et vie professionnelle, et vise à identifier les principaux facteurs contribuant à cet équilibre.

2.2 Résumé des principales étapes de la démarche

Le Tableau C.2 résume les principales étapes mises en œuvre pour l'adaptation à l'apiculture de la méthode Bilan Travail et pour l'analyse des conséquences des stratégies de renouvellement du cheptel sur le temps et la répartition du travail de l'exploitation.

Tableau C.2 : Principales étapes de l'adaptation à l'apiculture de la méthode Bilan Travail et de l'analyse des conséquences de la gestion du renouvellement sur le temps et l'organisation du travail

| ÉTAPE | METHODOLOGIE | RESULTAT |
|---|--|---|
| Adaptation de la méthode Bilan Travail à l'apiculture | Tests en exploitation, adaptation | Première version adaptée à l'apiculture du Bilan Travail et documents de saisie |
| Présentation aux personnes impliquées dans la conduite des Bilan Travail | Présentation de la méthode et de l'adaptation à l'apiculture, tests en groupe de 3 à 4 personnes de la méthode et des outils de saisie | Version définitive du Bilan Travail adapté à l'apiculture et des documents de saisie |
| Réalisation des entretiens et regroupement des informations | <ul style="list-style-type: none"> - Entretiens avec les apiculteurs puis saisie des données par la personne ayant réalisé l'entretien - Regroupements des données quantitatives et qualitatives issues du Bilan Travail | 47 entretiens réalisés (dont tests) |
| Retour aux apiculteurs sur leur Bilan Travail et correction des données | Échanges avec les apiculteurs en cas d'informations manquantes, envoi aux apiculteurs rencontrés d'une synthèse des résultats du Bilan Travail sur leur exploitation et correction des données si cela leur semblait alors nécessaire au vu des résultats | Base de données complétée et corrigée des informations qualitatives et quantitatives : <ul style="list-style-type: none"> - 41 Bilan Travail analysables à l'échelle de l'année - 39 en distinguant périodes chargées et non chargées - 37 en distinguant travaux reportables et non reportables |
| Analyse des données | <ul style="list-style-type: none"> • Imbrication de la gestion du renouvellement avec d'autres pratiques de gestion des colonies : concomitance des pratiques de renouvellement et d'autres tâches • Efficience de la gestion du renouvellement (temps/100 colonies) : <ul style="list-style-type: none"> ○ D'une stratégie à l'autre ○ D'une pratique de gestion à l'autre (création d'essaims, élevage de reines, gestion des reines au sein des colonies) • Place de la gestion du renouvellement dans les périodes chargées (pour les personnes de la cellule de base) • Place de la gestion du renouvellement dans le travail non reportable | Principales conséquences de différentes stratégies et pratiques sur l'efficience de la gestion du renouvellement, sur la place du temps consacré au renouvellement du cheptel dans les périodes chargées et sur l'importance des contraintes d'organisation |

3. RESULTATS

3.1 Répartition des exploitations dans l'échantillon

La répartition des exploitations où un Bilan Travail a été réalisé entre les stratégies de renouvellement et les types de pratiques est indiquée par la Figure C.1. Seuls les ensembles de pratiques qui ont fait l'objet d'une analyse en termes de temps et d'organisation du travail sont indiqués ici. L'étude des stratégies de renouvellement du cheptel a été réalisée en visant la plus grande diversité possible de stratégies au sein de l'échantillon : la répartition des exploitations entre les différentes stratégies n'est donc pas homogène, et certaines stratégies ou certains types d'ensembles de pratiques ne sont représentés que par une à deux exploitations, voire par aucune exploitation dans certains cas. Cette hétérogénéité a limité l'étude des conséquences en termes de temps et d'organisation du travail de certaines pratiques ou ensembles de pratiques, peu représentés dans les exploitations étudiées.

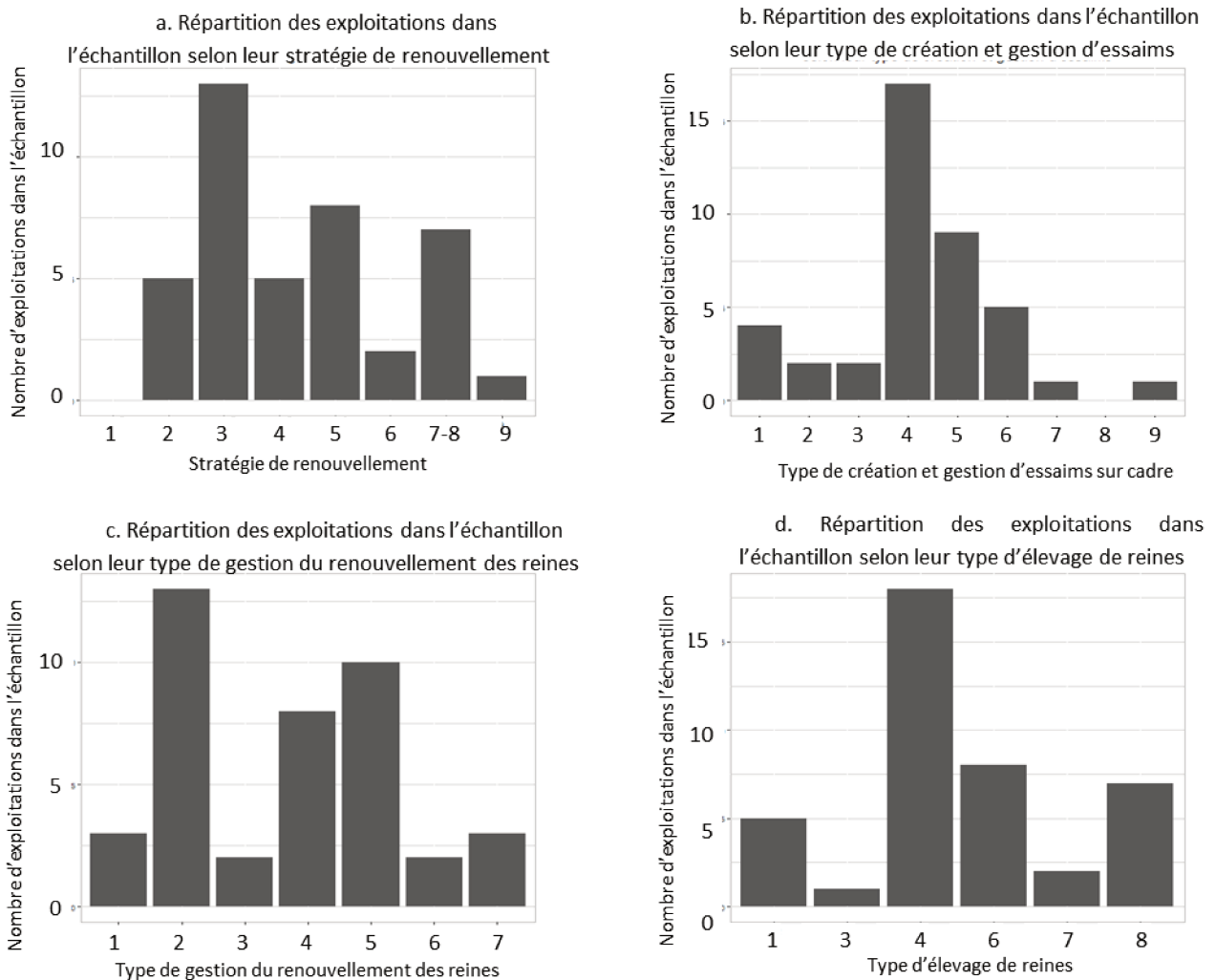


Figure C.1: Répartition des exploitations de l'échantillon dans les différentes stratégies de renouvellements et types de pratiques considérés : a. Stratégies de renouvellement ; b. Création et gestion d'essaims ; c. Gestion du renouvellement des reines ; d. Élevage de reines.

3.2 Variabilité du temps de travail en exploitation apicole

Le temps de travail total au sein des exploitations de l'échantillon est logiquement dépendant de la taille des exploitations, en termes de nombre de colonies ou de nombre de travailleurs (Figure C.2 a. et b.). L'étude du temps passé ramené à la taille du cheptel (temps passé par 100 colonies), ou en considérant le temps passé par chacune des personnes de la cellule de base permet donc de limiter le biais dû à la variabilité de la taille des exploitations au sein de l'échantillon (d'environ 150 à plus de 2000 colonies, d'une à quatre personnes dans la cellule de base).

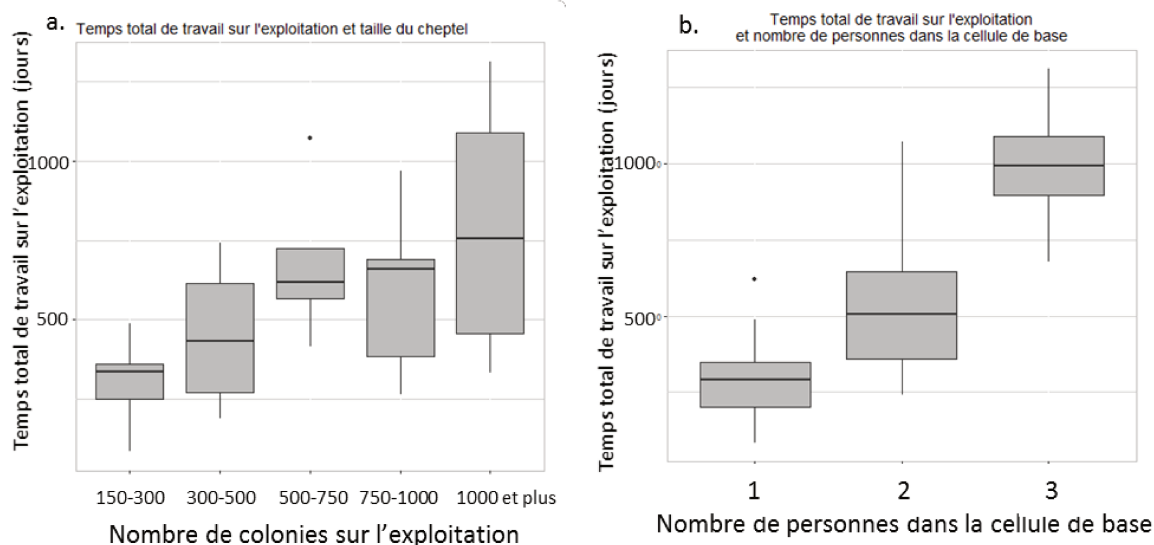


Figure C.2 : Temps de travail total selon a. la taille du cheptel de l'exploitation ; b. le nombre de personnes dans la cellule de base de l'exploitation

La variabilité du temps passé par chacune des personnes de la cellule de base est forte au sein de l'échantillon. Le nombre moyen de jours travaillés sur l'exploitation par chacune des personnes de la cellule de base va en effet de 83 à 342 jours par an, avec une moyenne de 218 jours par an.

La variabilité est importante également en considérant le temps passé par colonie sur l'ensemble des tâches de l'exploitation. Le temps moyen de gestion pour 100 colonies hivernées va de 28 à 296 jours/an, la moyenne étant de 108 jours. Ce temps passé est notamment lié au mode de commercialisation, le temps passé étant logiquement plus élevé dans les exploitations où le miel est conditionné en pots et où la production est vendue en direct en partie ou totalité.

Parmi les différentes tâches au cours de l'année, la gestion du cheptel (c'est-à-dire le temps passé sur les ruchers, dont les transhumances ou récoltes et la production de gelée royale) occupe un peu moins de la moitié du temps total de travail sur l'exploitation : le temps annuel passé sur les ruchers (hors élevage de reines) est en moyenne de 50.5 jours/100 colonies avec un écart-type de 24.5 jours, et de 55 jours/100 colonies en incluant le temps passé à l'élevage de reines. Le mode de commercialisation joue là aussi un rôle, la part du temps de travail consacré au cheptel étant plus élevée dans les exploitations où le miel est vendu en vrac par rapport à celles où la vente se fait en direct. Deux exemples de répartition du temps de travail sur l'année entre les différentes catégories de tâches sont donnés par la Figure C.3 a (exploitation en vente directe) et b (exploitation en vente en vrac).

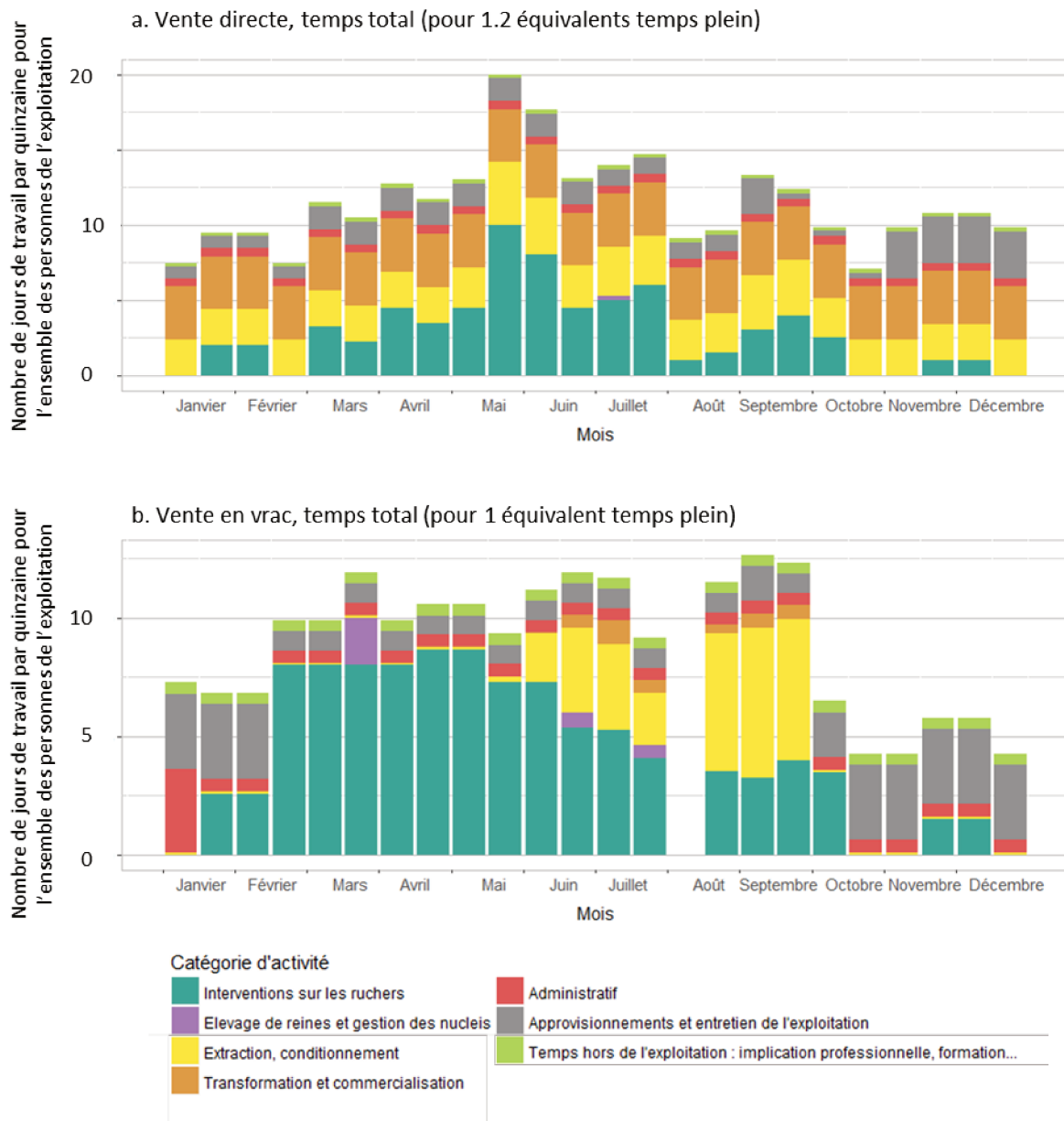


Figure C.3 : Exemples de répartition du travail au long de l'année par catégories de tâches. Le temps représenté est le temps total des différentes personnes de l'exploitation. La commercialisation a été séparée du temps d'extraction et de conditionnement bien que ces tâches appartiennent à la même catégorie. a : *Exploitation d'environ 200 ruches, deux personnes (l'une à temps plein, l'autre à 20 % sur l'exploitation, principalement sur le conditionnement et la commercialisation), les produits sont conditionnés et vendus en direct.* b : *Exploitation d'environ 300 ruches, un apiculteur seul, vente en vrac. La première quinzaine d'août est une période de vacances.*

3.2.1 Place de la gestion du renouvellement dans le temps de travail sur l'exploitation

Le temps passé à la gestion des colonies et de leur renouvellement est également variable au sein de l'échantillon. Il peut aller de 2.2 à plus 55 jours/an/100 colonies, la moyenne étant à 19.5 jours. À l'échelle de l'ensemble du cheptel, ce temps représente de 4 à 78 jours/an par personne de la cellule de base avec une moyenne de 41 jours/an par personne de la cellule de base en moyenne, soit 18 % de leur temps de travail (le maximum étant à 40 %).

Cette variabilité résulte à la fois de la concomitance possible des tâches de renouvellement et d'autres travaux sur les ruchers, et de différences de pratiques d'un apiculteur à l'autre. Le rôle de ces facteurs dans la variabilité du temps passé à la gestion du renouvellement est abordé plus en détail dans les parties suivantes.

3.3 Efficience de la gestion du renouvellement et impacts sur le temps total de travail à l'échelle de la stratégie de renouvellement

La stratégie de renouvellement paraît avoir un effet sur le temps passé au renouvellement du cheptel. Deux stratégies de renouvellement se distinguent ici ($p = 0.02$), avec un nombre de jours avec gestion du renouvellement plus important pour la stratégie 3 (nombre important d'essaims sans qu'aucun ne soit laissé en remérage naturel, petit nombre de paquets d'abeilles, remérage régulier de 50 à 75 % des colonies via l'introduction de reines fécondées élevées sur l'exploitation). Les stratégies 7 et 8 génèrent un nombre significativement moins important de jours de gestion du renouvellement (faible nombre d'essaims en remérage naturel, paquets d'abeilles possibles, pas d'élevage de reines sur l'exploitation ou de manière ponctuelle sans gestion de nuclei, pas ou peu de remérage des colonies avec achat possible de reines). Les autres stratégies considérées n'apparaissent pas significativement différentes (Figure C.4). Ces différences se retrouvent dans la part du temps de gestion du cheptel (temps passé sur les ruchers) consacrée au renouvellement (Figure C.5, $p=9,7.10^{-3}$), qui va d'environ 25 à 50 % selon les exploitations.

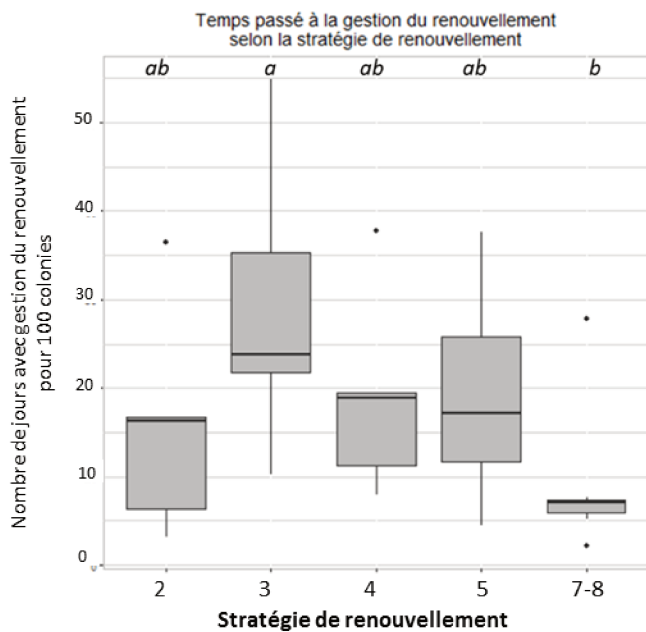


Figure C.4 : Temps passé à la gestion du renouvellement du cheptel pour 100 colonies selon les stratégies de renouvellement du cheptel. Les lettres au-dessus de chaque modalité indiquent les modalités semblables (lettres en commun) ou significativement différentes (pas de lettre en commun). Les modalités représentées regroupent toutes au moins 5 exploitations.

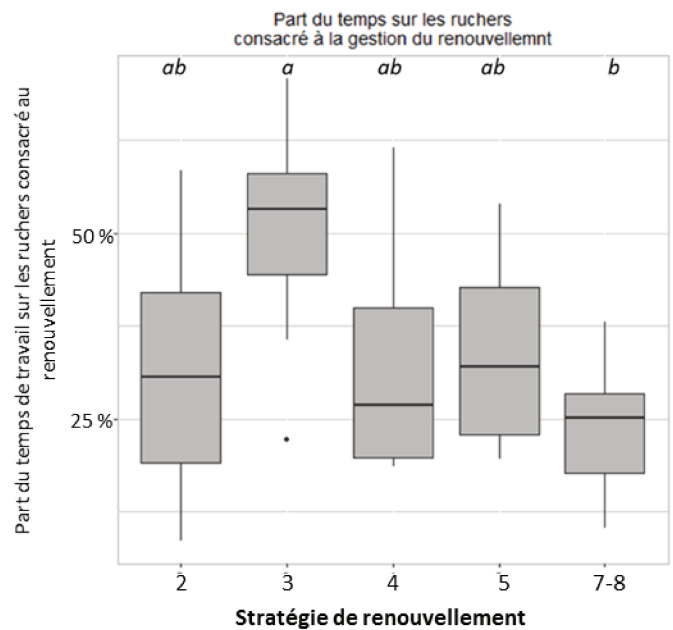


Figure C.5 : Part du temps total de travail aux ruchers consacré à la gestion du renouvellement selon les stratégies de renouvellement du cheptel. Les lettres au-dessus de chaque modalité indiquent les modalités semblables (lettres en commun) ou significativement différentes (pas de lettre en commun). Les modalités représentées regroupent toutes au moins 5 exploitations.

Pendant, ces différences dans le temps passé au renouvellement du cheptel n'entraînent pas de différences significatives dans le temps passé à l'ensemble des tâches de gestion du cheptel. En incluant les autres pratiques de gestion des ruchers (suivi des colonies, transhumances, récolte... voir Encadré C.2), le temps passé pour 100 colonies est statistiquement comparable d'une stratégie à l'autre (la variabilité étant forte au sein de chaque stratégie, et les effectifs de chaque stratégie étant faible ; Figure C.6 b). C'est aussi le cas de comme celui passé par personne de la cellule de base (Figure C.6 a). Cela peut être lié à une plus forte concomitance des tâches de renouvellement et d'autres tâches (le temps de gestion du renouvellement est estimé prendre une part importante car les pratiques liées au renouvellement sont effectuées en même temps que d'autres, et leur temps est donc surestimé), ou à un moindre temps passé aux autres pratiques de gestion du cheptel (moins de temps passé aux transhumances, visites...).

En considérant l'ensemble du temps de travail sur l'exploitation, le temps passé pour 100 colonies hivernées et le temps de travail total des membres de la cellule de base n'apparaissent pas non plus dépendant de la stratégie de renouvellement mise en place.

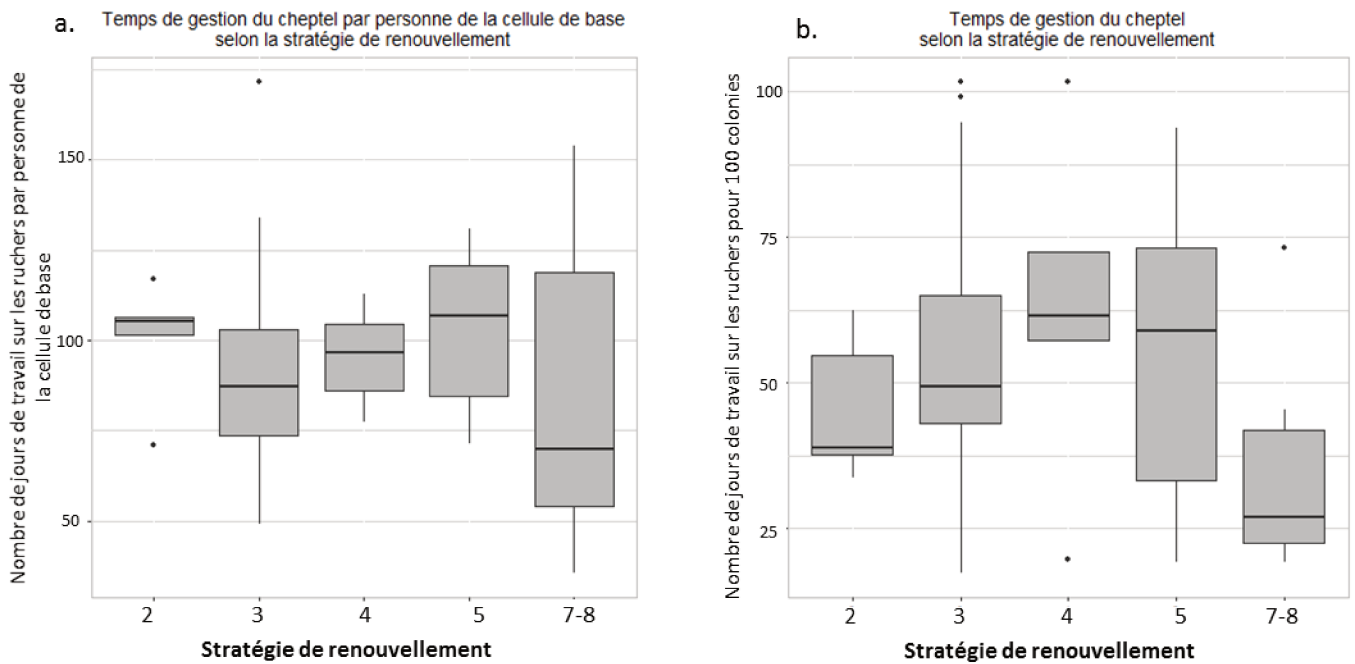


Figure C.6 : Temps passé à l'ensemble de la gestion du cheptel (temps passé sur les ruchers) selon la stratégie de renouvellement, en considérant le temps passé : a. par personne de la cellule de base; b. pour 100 colonies.

Tous les aspects des stratégies de renouvellement du cheptel ne sont cependant pas représentés dans le temps de gestion du renouvellement. Le temps passé à la sélection par exemple est difficilement estimable (cf. partie 2.1.7.a). Parallèlement, certains aspects voire certaines pratiques pourraient expliquer la majorité des différences de temps d'une stratégie à l'autre. Le temps passé à la gestion du renouvellement a donc été décomposé selon les différents ensembles de pratiques de renouvellement : l'élevage de reines, la création et la gestion d'essaims et de paquets d'abeilles et la gestion des reines au sein des colonies (pratiques dont le temps de travail peut être estimé).

Afin de mieux cerner son rôle dans la variabilité du temps passé à la gestion du renouvellement d'une exploitation à l'autre, la concomitance de ces différents ensembles de pratiques et d'autres tâches de gestion des colonies a été étudiée en premier lieu.

3.4 Concomitance de la gestion du renouvellement et d'autres activités de gestion du cheptel

Les activités de renouvellement du cheptel peuvent être plus ou moins fortement associées à d'autres activités sur le rucher, en lien avec certaines pratiques de gestion du cheptel ou avec les choix d'organisation de l'apiculteur.

À l'échelle des tâches prises séparément (création et suivi de nouvelles colonies, remérages de colonies), deux groupes se distinguent nettement dans la distribution des exploitations : dans une majorité d'exploitations, soit il n'y a pas d'autres tâches effectuées en même temps (0 % de concomitance), soit à l'inverse les pratiques de renouvellement sont toujours intégrées à d'autres

tâches de gestion du cheptel (100 % de concomitance, Figure C.7 a, b et c). En considérant l'ensemble des tâches de gestion du cheptel, un groupe d'exploitations où ces tâches sont toujours menées séparément d'autres tâches se distingue aussi (un peu moins d'un quart des exploitations, Figure C.8). La part des exploitations où ces tâches sont toujours ou presque effectuées conjointement avec d'autres tâches (> 90 % de concomitance) est relativement faible, la plupart des exploitations se situant entre les deux : certaines tâches le sont et d'autres non, ou seulement lors de certaines visites (ex. création d'essaims avec le suivi des colonies de production, mais visites dédiées aux remérages).

Une telle concomitance de plusieurs tâches contribue nécessairement à la variabilité du temps estimé : lorsque plusieurs tâches sont concomitantes, le temps estimé pour l'une d'entre elles inclut aussi le temps passé aux autres, sans que les temps respectifs puissent être départagés. Dans le cas du remérage des colonies (Figure C.7 c), le temps passé par 100 colonies au remérage de colonies est plus élevé lorsque celui-ci est concomitant d'autres tâches. La variabilité du temps passé à la gestion des remérages peut donc résulter en partie d'une surestimation lorsque le temps passé au remérage ne peut être distingué du temps d'autres tâches.

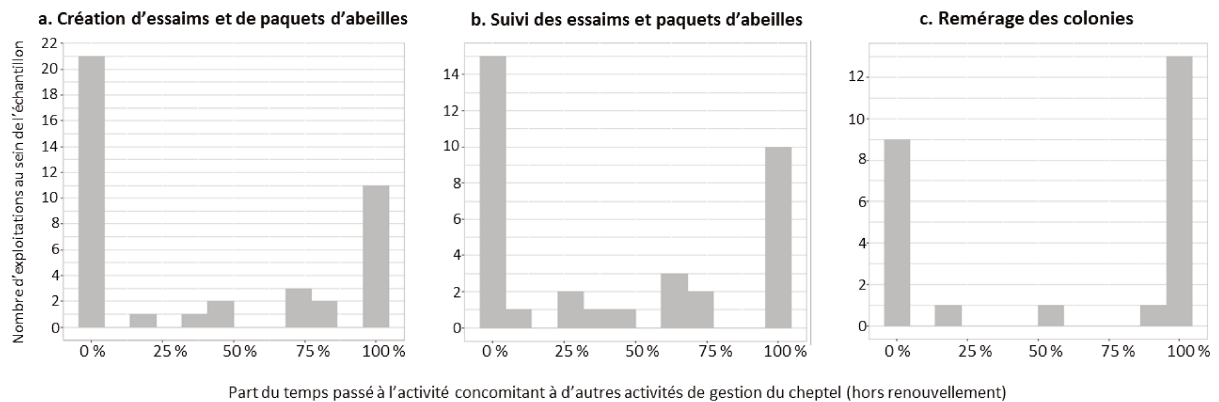


Figure C.7 : Distribution des exploitations de l'échantillon selon la part du temps passé qui est concomitante d'autres tâches sur les ruchers pour : a. Création d'essaims et de paquets d'abeilles ; b. Suivi des essaims et paquets d'abeilles ; c. Remérage de colonies. Pour le remérage de colonies (c.), seules les exploitations réalisant des remérages sont représentées.

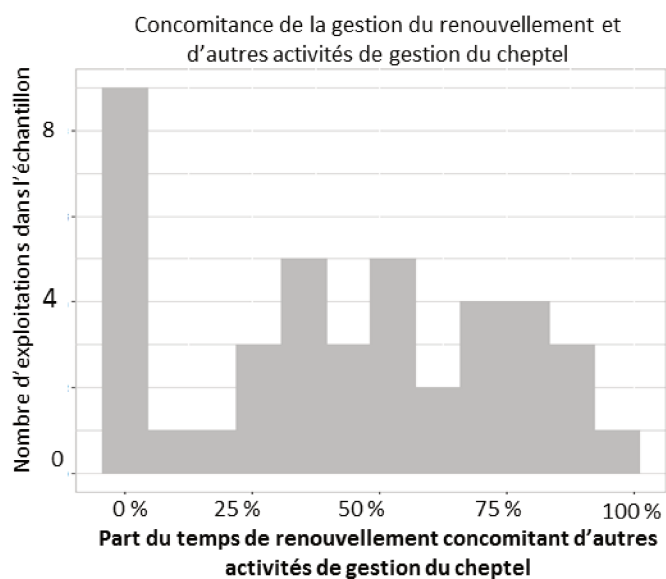


Figure C.8 : Distribution des exploitations de l'échantillon selon la part du temps passé au renouvellement concomitante d'autres tâches sur les ruchers

À l'échelle de l'ensemble du temps passé à la gestion du renouvellement comme dans le cas de la création et du suivi des essaims ou paquets d'abeilles, le temps estimé pour 100 colonies n'est pas lié à l'importance de sa concomitance avec d'autres tâches de gestion du cheptel. Par ailleurs, cette concomitance ne dépend pas de la stratégie de renouvellement mise en place sur l'exploitation : au sein de chacune des stratégies de renouvellement, certains apiculteurs effectuent fréquemment différentes tâches au même moment (plusieurs travaux différents pour une même visite) quand d'autres séparent nettement les différents travaux au rucher d'une visite à l'autre. C'est aussi le cas pour les remérages, dont la concomitance n'est pas liée aux pratiques de gestion des reines et apparaît donc plutôt comme un choix d'organisation de l'apiculteur.

Dans le cas de la création d'essaims, la gestion du cheptel par lots dont certains sont dédiés à la création d'essaims (ex. un lot de colonies déterminées à l'avance seront entièrement divisées en essaims) entraîne une absence de concomitance de la création d'essaims et d'autres tâches dans la grande majorité des cas. Dans le cas où la création d'essaims est gérée à l'échelle de la colonie (ex. sur chaque rucher, l'apiculteur décide pour chaque colonie individuellement si des cadres de couvain sont prélevés pour créer un essaim), les deux situations sont possibles (concomitance ou non), et le temps passé à la création d'essaims n'y est pas lié.

La concomitance ou non de la gestion du renouvellement et d'autres activités de gestion du cheptel ne résulte donc pas directement des pratiques mises en œuvre (à l'exception de l'échelle de la gestion du cheptel pour la création d'essaims : par lot ou à la colonie), mais relève plutôt d'un choix d'organisation des apiculteurs, qui peut être dû à d'autres contraintes de l'exploitation (ex. ruchers éloignés : les visites sont moins fréquentes et regroupent plus de tâches). Par la suite, la concomitance ou non des tâches n'a pas été considérée dans l'analyse du temps de gestion du renouvellement, étant donné l'absence de lien avec les stratégies et pratiques de renouvellement et l'impossibilité de séparer les temps des différentes tâches concomitantes. La concomitance observée ici contribue cependant à la variabilité des temps estimés, qui peuvent donc parfois ne

pas concerner que les tâches de renouvellement considérées mais aussi inclure d'autres tâches de gestion du cheptel.

3.5 Efficience de la gestion du renouvellement et impacts sur le temps de travail des principales pratiques de renouvellement

3.5.1 Temps de renouvellement des colonies et des reines

Le nombre de jours de travail consacrés au moins en partie à la création et au suivi de nouvelles colonies (essaims et paquets d'abeilles) est relativement faible au regard du temps total de travail sur l'exploitation, et représente environ 6 % (pour la création) et 11 % (en incluant le suivi) du temps de travail sur l'exploitation, avec une variabilité importante entre exploitations. Les types de création et gestion d'essaims, de paquets d'abeilles ou de gestion du renouvellement des colonies tels qu'identifiés dans l'étude sur les stratégies de renouvellement n'apparaissent pas avoir un effet sur le temps passé à la création et à la gestion d'essaims et de paquets d'abeilles pour 100 colonies.

La concomitance de la gestion de nouvelles colonies et d'autres tâches de gestion du cheptel peut être forte, et notamment en lien avec l'échelle de gestion du cheptel pour la création d'essaims et de paquets d'abeilles : lorsque des lots de colonies sont dédiés en amont à la création de nouvelles colonies, la concomitance de la création de colonies et d'autres activités de gestion du cheptel est moindre. Cette concomitance avec d'autres activités contribue à la variabilité du temps estimé d'une exploitation à l'autre.

Comme dans le cas de la création et de la gestion de nouvelles colonies, le type de gestion du renouvellement des reines de l'exploitation n'apparaît pas lié au nombre de jours consacrés au moins en partie au remplacement de reines. Ce n'est pas non plus le cas de la part du cheptel reméré chaque année. Le renouvellement des reines se fait de manière concomitante d'autres activités de gestion du cheptel dans une part importante des exploitations, et la variabilité du temps estimé de remplacements de reines est liée à cette concomitance, et donc à un choix d'organisation de l'apiculteur plus qu'aux pratiques de gestion des reines.

3.5.2 Temps consacré à l'élevage de reines

Le temps passé à l'atelier d'élevage de reines augmente avec le type d'élevage de reines de l'exploitation, lié principalement au stade d'élevage de reines (de l'absence d'élevage à l'élevage de reines fécondées, Figure C.9). Ces différences se retrouvent en ne considérant que le stade d'élevage réalisé (Figure C.10). Cependant, la variabilité du temps passé est importante et seule l'absence d'élevage de reines se distingue significativement des autres modalités ($p=4,5.10^{-4}$).

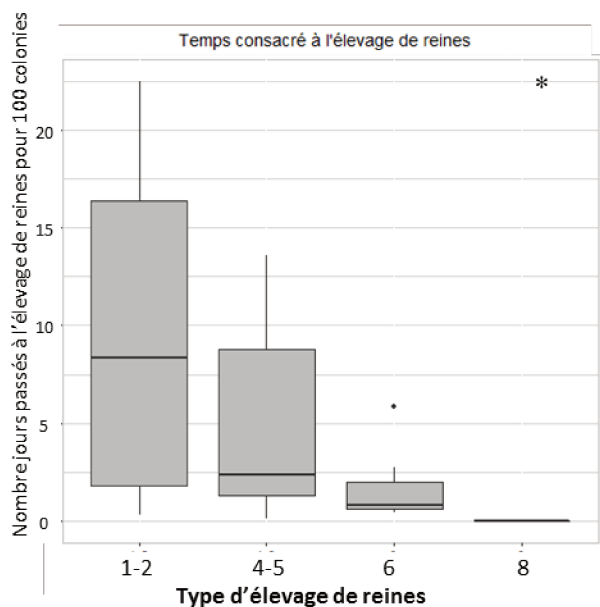


Figure C.9 : Temps passé à l'élevage de reines pour 100 colonies (greffage, gestion de nuclei, insémination) selon le type d'élevage, pour les types représentant au moins 4 exploitations de l'échantillon. L'astérisque indique la modalité significativement différente des autres. Types 1 et 2 : élevage de reines avec majorité/totalité des reines fécondées ; types 4 et 5 : élevage de reines avec minorité de reines fécondées ; type 6 : élevage de cellules royales et reines vierges ; type 8 : pas d'élevage de reines.

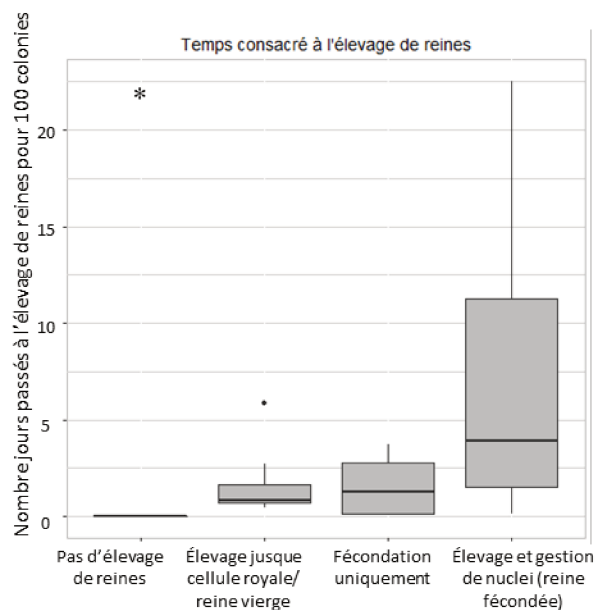


Figure C.10 : Temps passé à l'élevage de reines pour 100 colonies selon le stade d'élevage de reines réalisé. La modalité significativement différente des autres est indiquée par une astérisque.

Cette variabilité est la plus importante dans le cas où des reines fécondées sont élevées, et reste importante au sein des différents types d'élevages de reines fécondées (qui distinguent notamment la part des reines élevées étant ou non fécondées en nuclei; Figure C.9 : types 1 et 2 avec part importante de reines étant fécondées, types 4 et 5 avec faible part de reines étant fécondées).

Le temps passé à la gestion du renouvellement dans son ensemble (rapporté aux 100 colonies) est également lié au type d'élevage et plus précisément au stade d'élevage de reines sur l'exploitation. Ce temps est moins important au sein des exploitations où il n'y a pas d'atelier d'élevage de reines par rapport aux exploitations où des reines sont élevées et fécondées en nuclei ($p=4,6.10^{-3}$, Figure C.11). Le stade d'élevage de reines sur l'exploitation est lié à d'autres aspects de la gestion du renouvellement et notamment à la gestion des reines dans les essaims et au remérage des colonies, et peut donc refléter un ensemble de choix techniques (ex. dans une exploitation avec élevage de reines, il y aura aussi du temps passé à l'introduction de ces reines dans les essaims ou en remérage de colonies, Chapitre B). Ces différences de temps de gestion du renouvellement selon le stade d'élevage de reines sur l'exploitation sont donc cohérentes avec celles identifiées entre les stratégies de renouvellement considérées dans leur ensemble (cf. partie 3.3) : les stratégies sans élevage de reines ou très peu et une place importante laissée au remérage naturel (stratégies 7 et 8) demandent moins de temps de gestion du renouvellement que la

stratégie avec un nombre important de reines élevées sur l'exploitation, qui seront utilisées lors de la création d'essaims et pour remérer des colonies (stratégie 3).

Cette différence entre les exploitations selon le stade d'élevage de reines réalisé est visible aussi en considérant le temps passé à la gestion du cheptel dans son ensemble ($p=0.024$, Figure C.12). Si l'élevage de reines ne constitue pas en lui-même une part majeure du temps de travail, le stade d'élevage de reines au sein de l'exploitation reflète donc d'autres choix techniques dont l'ensemble aura des conséquences sur le temps passé à la gestion du cheptel.

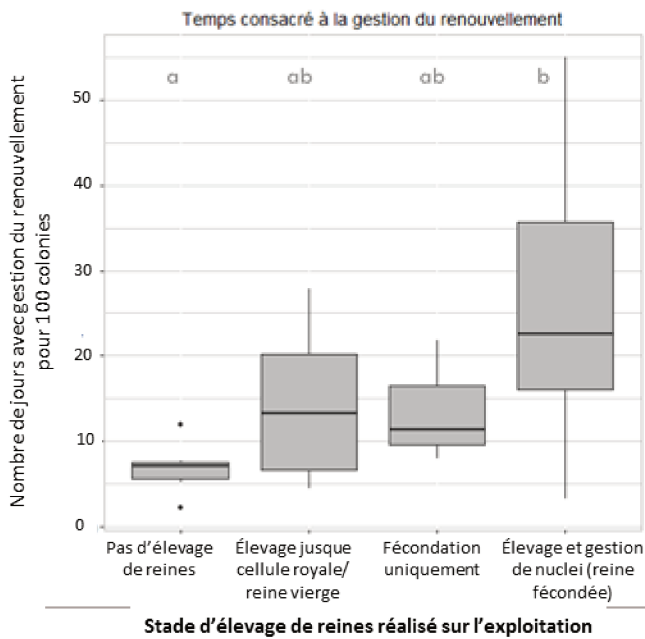


Figure C.11 : Temps passé à la gestion du renouvellement du cheptel pour 100 colonies, selon le stade d'élevage de reines sur l'exploitation. Les lettres distinguent les modalités statistiquement différentes ($p<0.05$).

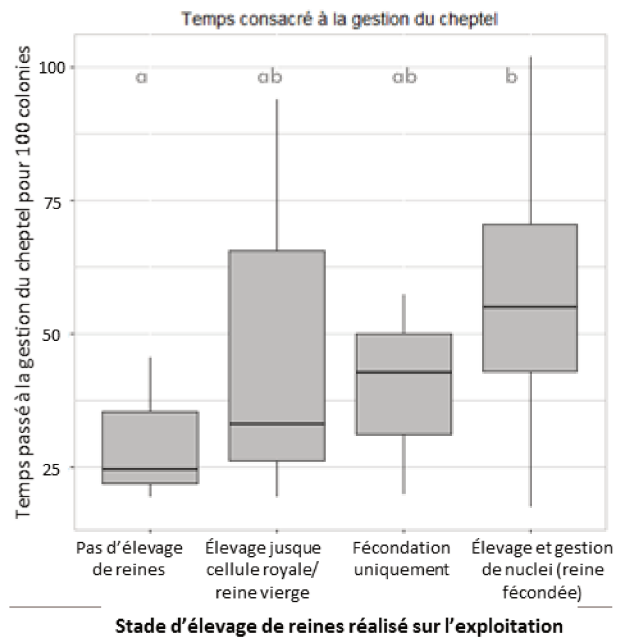


Figure C.12 : Temps passé à la gestion du cheptel pour 100 colonies, selon le stade d'élevage de reines sur l'exploitation. Les lettres distinguent les modalités statistiquement différentes ($p<0.05$).

3.6 Bilan des conséquences des stratégies et pratiques de renouvellement sur le temps de travail sur l'exploitation

Parmi les exploitations de l'échantillon, la variabilité du temps de travail des apiculteurs est en partie expliquée par la stratégie de renouvellement mise en place et plus particulièrement par la mise en œuvre d'un élevage de reines, qui est liée aux pratiques de gestion des reines dans les colonies et lors de la création d'essaims et qui entraîne un temps de gestion du renouvellement plus conséquent.

La concomitance des activités de renouvellement et d'autres activités de gestion du cheptel dans une partie des exploitations contribue aussi à la variabilité et complique l'analyse des conséquences de chacune des stratégies, puisque le temps estimé peut alors inclure des pratiques qui ne relèvent pas du renouvellement. Cette concomitance relève plus des choix d'organisation de l'apiculteur dans son travail sur les ruchers que des choix techniques de gestion du renouvellement.

3.7 Répartition sur l'année du temps de gestion du renouvellement du cheptel

3.7.1 Le renouvellement du cheptel, une activité saisonnière

Les pratiques de renouvellement sont mises en place à différentes périodes de l'année : les essaims et paquets d'abeilles sont généralement réalisés au printemps et parfois plus tard en saison apicole, voire en fin de saison, la saison de remérage des colonies est liée au type d'introduction (au printemps pour les cellules royales ou reines vierges, possible plus tard pour les reines fécondées), l'élevage de reines est généralement mis en œuvre au printemps mais la gestion de reines fécondées en nuclei peut nécessiter un suivi tout au long de la saison voire de l'année. Dans son ensemble, la gestion du renouvellement nécessite du temps principalement au printemps (avril à juin), et peut aller jusqu'à la fin de l'été voire le début de l'automne (Figure C.13).

L'étendue de la période de gestion du renouvellement est plus ou moins grande selon la stratégie de renouvellement, avec une concentration plus importante pour les stratégies 7 et 8 quand les autres stratégies de renouvellement sont étalées sur une période plus longue (Figure C.13). Cet étalement plus grand résulte principalement de la gestion des reines dans chacune des stratégies : le remérage naturel ou l'introduction de cellules royales ou reines vierges ont plutôt lieu au printemps (stratégies 7 et 8), alors que l'utilisation de reines fécondées pour un remérage de colonies ou pour la création d'essaims tardifs étalera parfois jusqu'en fin de saison la gestion du renouvellement. Parmi les stratégies 5, 7 et 8, les exploitations où le temps passé au renouvellement est très étalé (mars à septembre) sont celles où des remérages de colonies dites « non-valeurs » sont effectués au fil de la saison, lorsque ces colonies sont repérées (le temps de gestion du renouvellement est alors concomitant d'autres tâches).

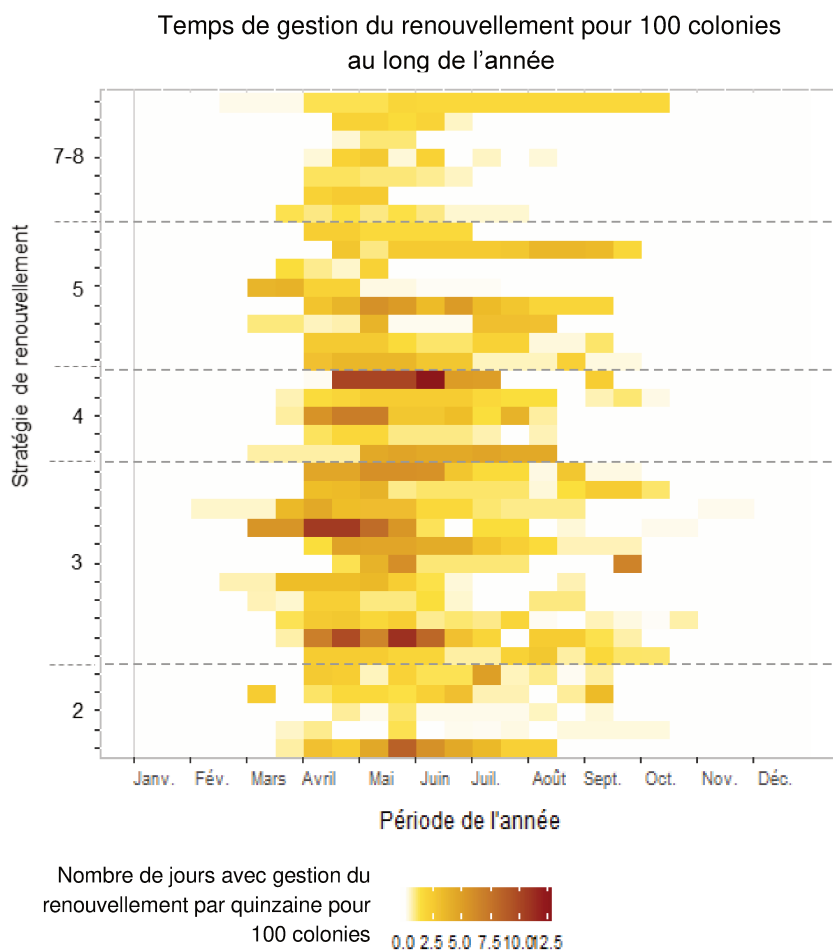


Figure C.13 : Nombre de jours avec gestion du renouvellement pour 100 colonies au cours de l'année. Chaque ligne représente une exploitation, la stratégie de renouvellement de l'exploitation est indiquée en ordonnée. Les couleurs indiquent la charge de travail générée par les pratiques de renouvellement pour 100 colonies (en jours par quinzaine). Seules les stratégies avec au moins trois exploitations dans l'échantillon ont été représentées.

Ce temps de gestion du renouvellement plus élevé pour certaines stratégies est visible aussi dans le temps de travail des personnes de la cellule de base, certaines stratégies pouvant générer une forte charge de travail pour les membres de la cellule de base (10 jours de travail par quinzaine et plus, Figure C.14). Comme pour le temps passé sur l'année, cette différence se retrouve en considérant le stade d'élevage de reines sur l'exploitation (moins de temps passé lorsqu'il n'y a pas d'élevage de reines sur l'exploitation, et dans la plupart des exploitations où il n'y a un élevage que de cellules royales ou reines vierges, Figure C.15).

La forte saisonnalité de l'activité apicole engendre des charges de travail élevées sur certaines périodes, lors desquelles l'enjeu du temps à passer à chacune des tâches est plus important : pour un même temps à passer, une tâche à effectuer dans une période déjà chargée par ailleurs sera une contrainte plus forte que si elle survient dans une période relativement creuse. Par la suite, l'analyse est donc centrée sur les périodes définies par les membres de la cellule de base comme les plus chargées et sur leur propre temps de travail sur ces périodes.

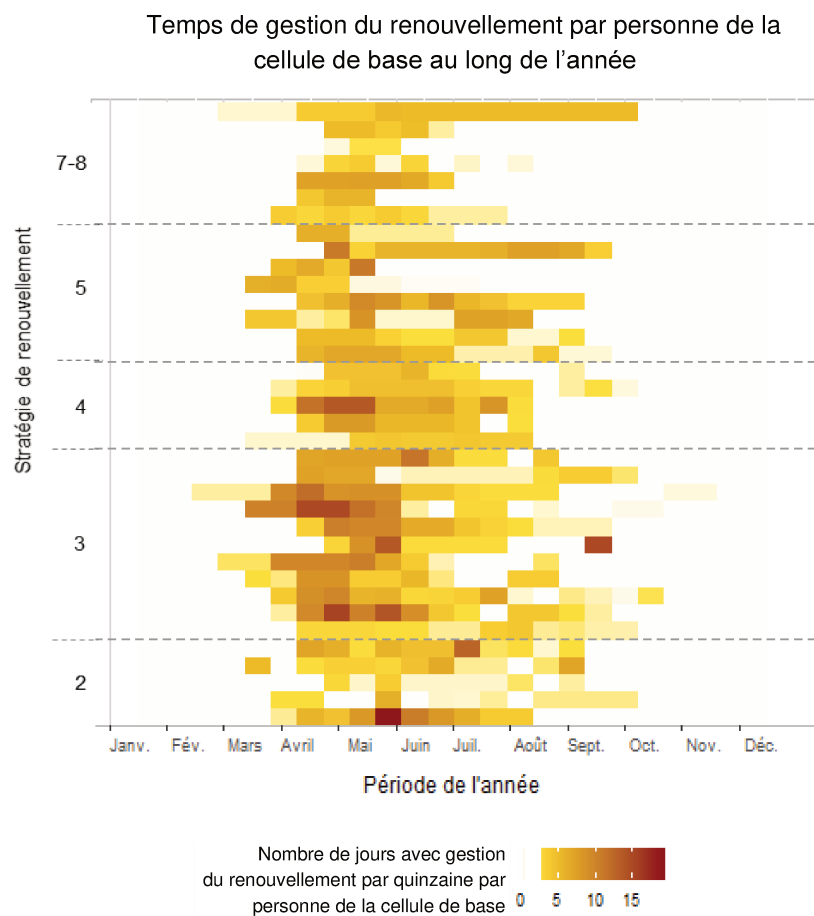


Figure C.14 : Nombre de jours avec gestion du renouvellement par personne de la cellule de base au cours de l'année. Chaque ligne représente une exploitation, le stade d'élevage de reines sur l'exploitation est indiqué en ordonnée. Les couleurs indiquent la charge de travail générée par les pratiques de renouvellement par personne de la cellule de base (en jours par quinzaine). Seules les stratégies avec au moins trois exploitations sont représentées.

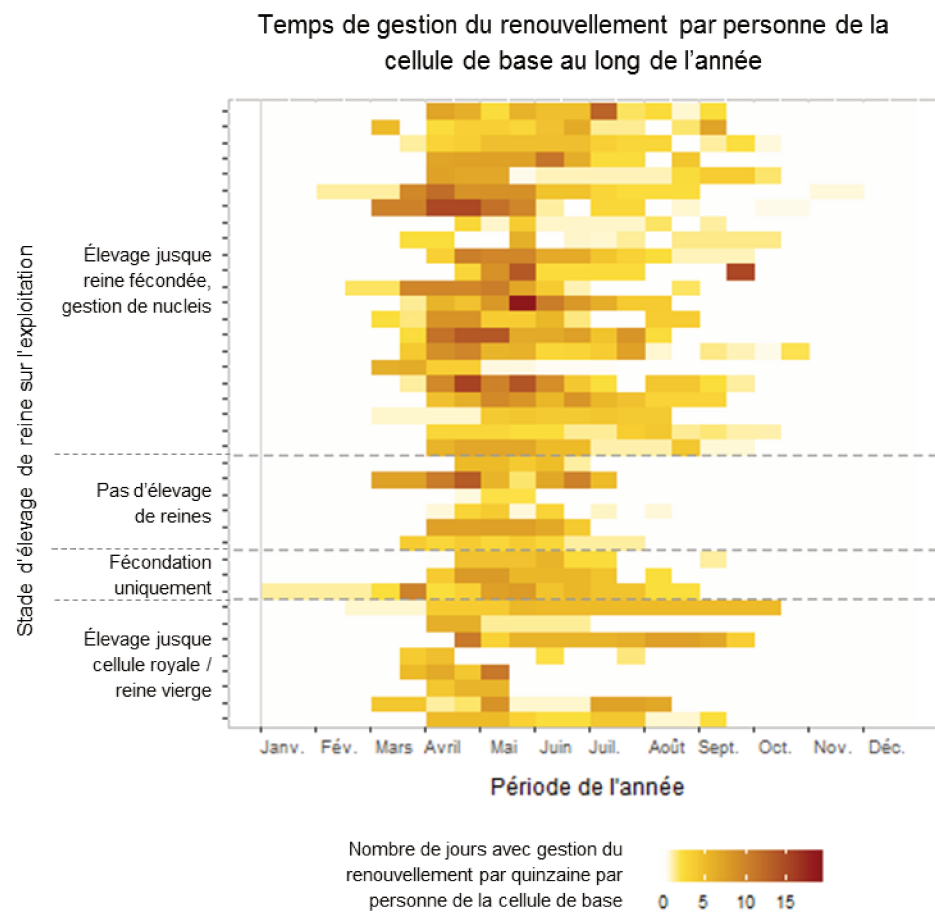


Figure C.15 : Nombre de jours avec gestion du renouvellement par personne de la cellule de base au cours de l'année. Chaque ligne représente une exploitation, le stade d'élevage de reines sur l'exploitation est indiqué en ordonnée. Les couleurs indiquent la charge de travail générée par les pratiques de renouvellement par personne de la cellule de base (en jours par quinzaine).

3.7.2 Périodes chargées et place du renouvellement du cheptel dans ces périodes

L'évaluation par les apiculteurs de leur temps de travail annuel a permis de distinguer quatre types de périodes sur l'année : les périodes de vacances, et trois types de périodes de travail de la moins à la plus chargée. L'attribution à chaque quinzaine de l'année de l'un de ces types a permis d'identifier pour chaque exploitation les quinzaines les plus chargées, dont le nombre est très variable d'une exploitation à l'autre : certains apiculteurs déclarent ne considérer aucune période de l'année comme « chargée » quand d'autres considèrent que 18 quinzaines, soit neuf mois de l'année, le sont. Sur l'ensemble des exploitations, la moyenne comme la médiane sont à huit quinzaines chargées par an (soit quatre mois), ces quinzaines chargées n'étant pas forcément consécutives. Elles se situent majoritairement entre avril et juillet, donc sur la période de production apicole (élevage de reines, création d'essaims ou de paquets d'abeilles, miellées, récoltes et extraction du miel), mais aussi en fin de saison pour certaines exploitations, principalement pour la vente en direct des produits (Figure C.16).

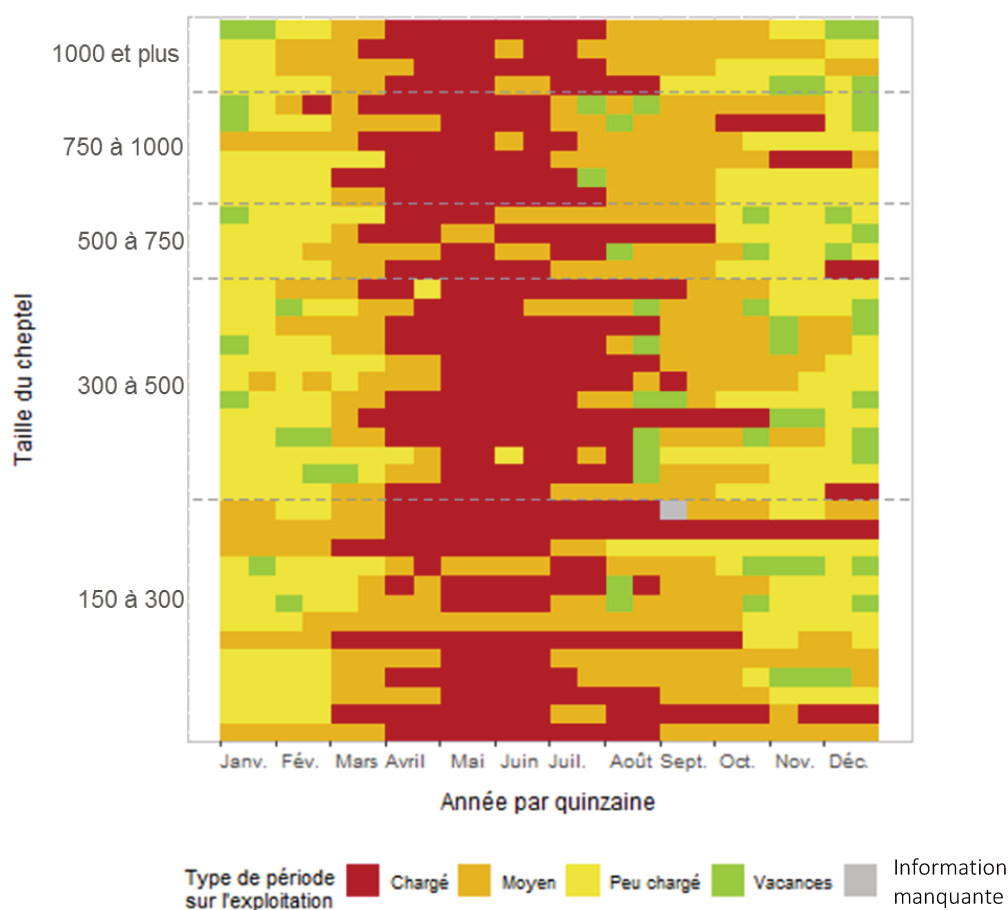


Figure C.16 : Répartition sur l'année des périodes plus ou moins chargées (par quinzaine). Chaque ligne correspond à une exploitation, la taille du cheptel en nombre de colonies à l'hivernage étant indiquée en ordonnée. Seules les périodes de vacances pour toute une quinzaine sont indiquées (les quinzaines avec par exemple une semaine de vacances et une semaine peu chargée sur l'exploitation apparaissent comme peu chargées).

Lors de ces périodes chargées, le temps moyen de travail par personne de la cellule de base, estimé via la méthode Bilan Travail, est de 12.8 jours par quinzaine (une quinzaine équivalant à 15,2 jours), quand l'estimation par les apiculteurs pour définir leurs périodes « chargées » est un

peu plus haute (moyenne à 13.3 jours). C'est donc plus élevé que le seuil de 10 jours par quinzaine pouvant être considéré comme un seuil de surcharge, au-delà duquel il ne reste pas ou peu de marge de manœuvre en cas d'imprévu.

L'étendue des périodes chargées est due à plusieurs activités principales. Pour les exploitations où la vente des produits se fait en direct, la commercialisation y joue un rôle important, par exemple si les produits sont vendus lors de marchés hebdomadaires (qui occupe un jour à un jour et demi en saison apicole) ou de foires ou marchés de Noël (en fin d'automne). Les prestations de service de pollinisation (par les nombreuses transhumances qu'elles nécessitent) engendrent fréquemment des pics de travail en début de saison (souvent à partir de mars). La période d'essaimage et de création d'essaims, à partir d'avril, coïncide avec le début d'autres tâches de production (transhumances, gelée royale) et est considérée comme chargée dans la plupart des exploitations. Ce cumul de tâches de renouvellement et de production s'accroît au mois de mai, qui est avec le mois de juin une période chargée pour la quasi-totalité des apiculteurs rencontrés.

L'étendue de la période chargée et le nombre de jours de travail par quinzaine sur cette période sont donc le résultat de ce cumul de différentes tâches, et ne sont pas directement liés aux choix de gestion du renouvellement du cheptel (que ce soit à l'échelle de la pratique ou de l'ensemble de la stratégie).

Quelle que soit la stratégie de renouvellement de l'exploitation, les tâches de gestion du renouvellement du cheptel se situent très majoritairement sur ces périodes : plus de 70 % du temps passé à la gestion du renouvellement est effectué en périodes chargées, et cela peut aller jusqu'à 100 % dans certaines exploitations.

Au sein de ces périodes chargées, un peu moins d'un tiers du temps de travail est en moyenne consacré au renouvellement (éventuellement de manière concomitante d'autres tâches de gestion du cheptel). Si la gestion du renouvellement occupe moins de 5 % du temps de travail en périodes chargées sur certaines exploitations, cela peut aller jusqu'à 70 % du temps de travail sur ces périodes dans d'autres.

Cette part du temps consacré au renouvellement en périodes chargées varie selon la stratégie de renouvellement mise en place (Figure C.17, $p=0.063$). Comme pour le temps passé sur l'ensemble de l'année, elle est inférieure pour les stratégies de gestion 7 et 8 (pas ou peu d'élevage de reines, pas ou peu de remérage des essaims et colonies) par rapport à la stratégie de gestion 3 (élevage jusque reine fécondée, introduction de reines dans les essaims et remérage fréquent des colonies). Pour la stratégie 3, le temps consacré au renouvellement est donc plus important non seulement sur l'ensemble de l'année mais également sur les périodes chargées, où en moyenne 5 jours par quinzaine sont consacrés au renouvellement (quand seulement 2.2 le sont pour les stratégies 7 et 8).

Cette part du temps de travail en périodes chargées consacrée au renouvellement n'est pas ici significativement liée au stade d'élevage de reines réalisé sur l'exploitation, la variabilité étant importante au sein de chacune des modalités considérées (Figure C.18).

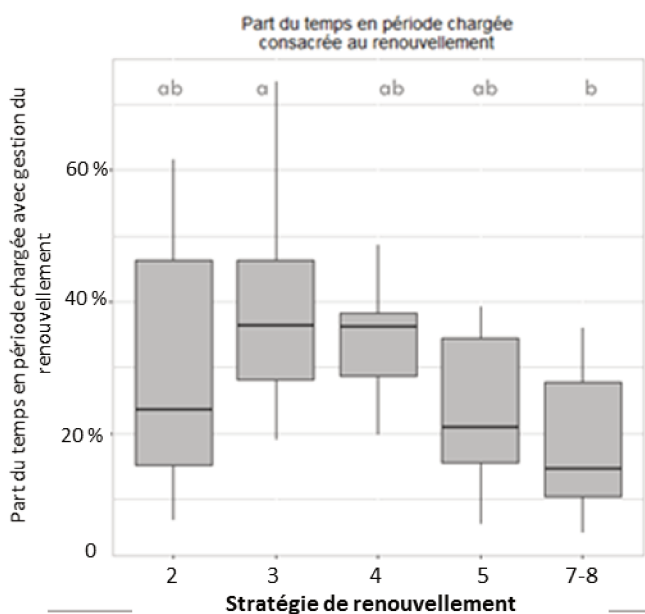


Figure C.17 : Part du temps de travail sur les périodes chargées étant consacrée au renouvellement du cheptel (et éventuellement aux tâches de gestion du cheptel concomitantes), selon la stratégie de renouvellement mise en place dans l'exploitation. Seules les modalités avec au moins 5 exploitations sont représentées.

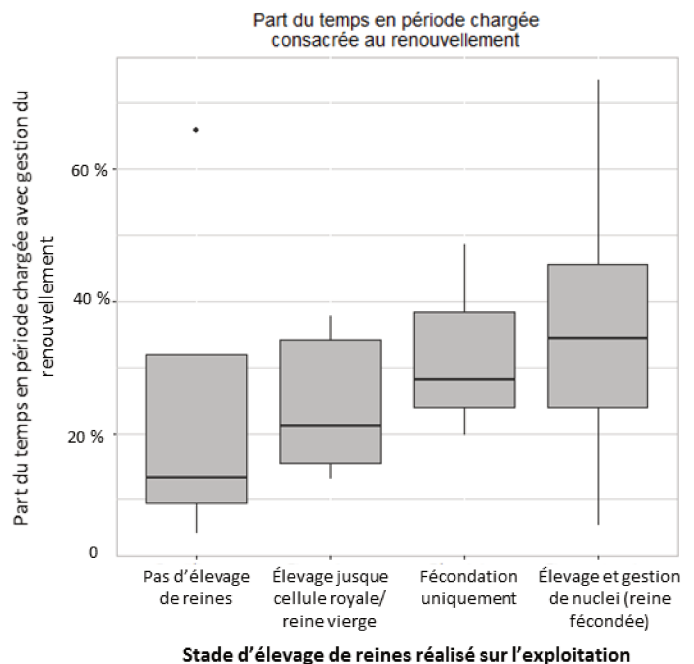


Figure C.18 : Part du temps de travail sur les périodes chargées étant consacrée au renouvellement du cheptel (et éventuellement aux tâches de gestion du cheptel concomitantes), selon la présence ou non d'un atelier d'élevage de reines dans l'exploitation et le stade d'élevage réalisé.

3.8 Contraintes d'organisation liées au renouvellement du cheptel : activités reportables et non reportables

Au-delà du temps de travail qu'elles demandent, certaines tâches ne sont pas reportables d'un jour à l'autre et doivent être réalisées certains jours précis. Les tâches reportables sont donc organisées de manière à réaliser les tâches non reportables en temps et en heure. Au sein des exploitations étudiées, les tâches non reportables représentent un peu plus d'un tiers du temps de travail. Cette part est plus importante lors des périodes chargées avec une moyenne de 45 % et peut, dans certaines exploitations, représenter plus de 90 % du temps de travail des périodes chargées. Les périodes chargées sont donc aussi des périodes avec des contraintes d'organisation plus importantes que le reste de l'année.

Les tâches non reportables sont principalement constituées par des tâches de commercialisation (marchés, livraisons) ou de gestion du cheptel. Dans ce dernier cas, elles peuvent être liées aux productions apicoles (gelée royale, transhumances pour les prestations de pollinisation) comme à la gestion du renouvellement. Les exploitations produisant de la gelée royale, qui nécessite de suivre un calendrier précis, se distinguent ainsi par un temps de travail non reportable plus élevé que les exploitations dont le miel est la production principale.

Parmi le temps passé à la gestion du renouvellement, un peu plus de la moitié est en moyenne considéré comme non reportable, ce qui représente une vingtaine de jours de gestion du renouvellement non reportables par personne de la cellule de base et près de 40 % de l'ensemble du temps de travail non reportable sur les périodes chargées (30 % sur l'ensemble de l'année). Ce

temps non reportable de gestion du renouvellement se situe très majoritairement sur les périodes chargées.

Le nombre de jours de gestion du renouvellement non reportables et sa part dans l'ensemble du travail non reportable sont liés à la stratégie de renouvellement mise en place (respectivement $p=0.067$ et 0.04084). La stratégie 3 (grand nombre d'essaims et paquets d'abeilles avec introduction de reine élevée sur l'exploitation, remérage de la majorité des colonies, atelier d'élevage de reines avec gestion de nuclei) entraîne un nombre de jours non reportables plus élevé que d'autres stratégies, et en particulier que les stratégies 7 et 8 (essaims en remérage naturel ou introduction de cellule royale ou reine vierge, pas ou peu d'élevage de reines, pas ou peu de remérage de colonies ; Figure C.19). C'est également pour la stratégie 3 que la gestion du renouvellement représente une plus grande part du temps de travail non reportable (Figure C.20)

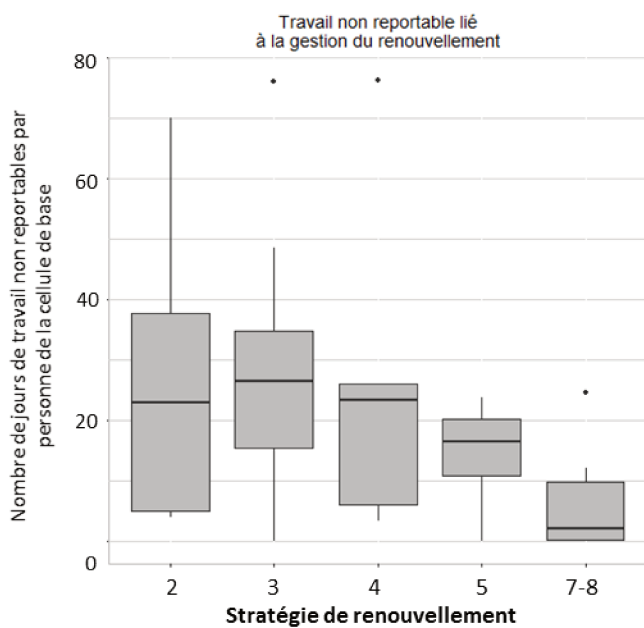


Figure C.19 : Nombre de jours de travail non reportable liés à la gestion du renouvellement par personne de la cellule de base, selon la stratégie de renouvellement mise en place. Seules les stratégies avec au moins 5 exploitations sont représentées.

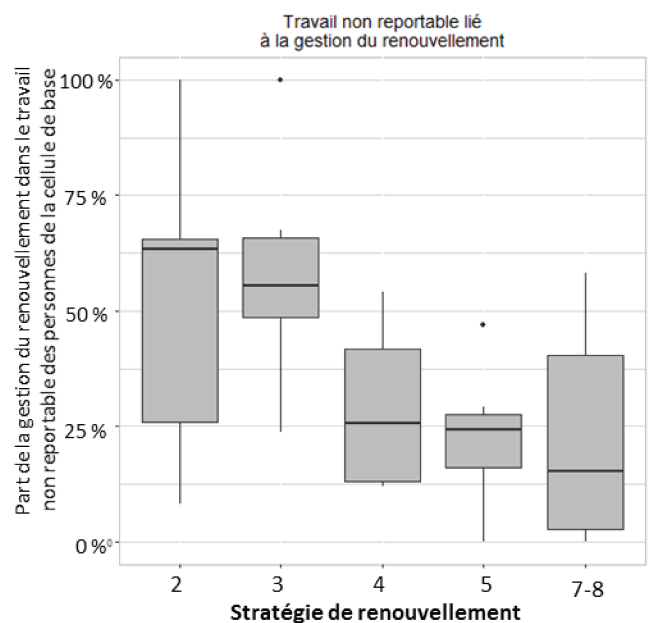


Figure C.20 : Part du renouvellement du cheptel dans le temps de travail non reportable des membres de la cellule de base, selon la stratégie de renouvellement mise en place. Seules les stratégies avec au moins 5 exploitations sont représentées.

Les différences dans le temps à passer d'une stratégie à l'autre se retrouvent donc dans les contraintes d'organisation que peuvent générer ces stratégies, la stratégie la plus coûteuse en temps étant également la plus contraignante. Cela est en partie dû à la nature des tâches qui les différencient : la stratégie 3, plus coûteuse en temps et avec plus de temps non reportable, se distingue des stratégies 7 et 8 par la mise en place d'un élevage de reines sur l'exploitation et un usage important de ces reines d'élevage. Ces différences ne se répercutent cependant pas toujours sur le nombre total de jours de travail non reportable par personne de la cellule de base, très variable, et où d'autres aspects du fonctionnement de l'exploitation peuvent avoir une part majeure (commercialisation...).

Parmi les tâches de renouvellement non reportables, les tâches d'élevage de reines (du greffage à la gestion des nuclei) sont centrales car très majoritairement considérées comme non reportables. La mise en place d'un élevage de reines au sein de l'exploitation augmente donc

logiquement le temps de travail non reportable, que les reines élevées soient fécondées ou non. En effet, le calendrier à respecter pour réaliser les premières étapes d'un élevage de reines est précis, quand la gestion des nuclei pour la fécondation peut plus facilement être adaptée aux contraintes de l'apiculteur.

L'élevage de reines apparaît comme une des principales activités entraînant des contraintes d'organisation. Si les calendriers précis de cet élevage de reines diffèrent selon les techniques d'élevage utilisées et le stade d'élevage visé par l'apiculteur, certains jours y sont toujours fixés. Par exemple, si un greffage de larves est effectué le vendredi après-midi et que l'élevage est réalisé avec un starter, celui-ci sera préparé le vendredi matin et introduit le samedi matin dans la ruche élèveuse. Huit jours plus tard, les cellules royales pourront être transférées en couveuse. Le jour prévu de l'émergence (onze jours après le greffage), l'apiculteur reste sur l'exploitation toute la journée, pour pouvoir vérifier toutes les deux à trois heures les émergences en couveuse. Si les cellules royales sont introduites directement dans les colonies, il n'y aura pas à surveiller les émergences, mais ce sera le jour où les introductions dans les essaims ou paquets d'abeilles seront réalisées (un exemple de calendrier d'élevage de l'un des apiculteurs rencontrés est donné par le Tableau C.3). Si plusieurs séries d'élevage successives sont mises en œuvre, leurs différents calendriers se chevauchent.

Pour chacun des jours concernés, le temps passé à l'élevage de reines n'est pas nécessairement important sur l'ensemble de la journée, mais cela contraint donc les autres activités possibles (ex. les visites de ruchers éloignés peuvent être impossibles sur ces journées-là).

Tableau C.3 : Exemple d'organisation de l'élevage de reines jusqu'à l'émergence de reines vierges pour un apiculteur réalisant une série d'élevage par semaine, en commençant la première série (série N) en semaine 1.

| | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
|------------------|-------|---|----------|-------|---|---|----------|
| Semaine 1 | | | | | Préparation des ruches élèveuses et des starters, greffage (série N) | Introduction des starters en ruches élèveuses (série N) | |
| Semaine 2 | | | | | Transfert possible des cellules royales en couveuse (série N) Greffage (série N+1) | Introduction des starters en ruches élèveuses (série N+1) | |
| Semaine 3 | | Émergence des reines N (vérification, marquage) | | | Transfert possible des cellules royales en couveuse (série N+1) Greffage (série N+2) | Introduction des starters en ruches élèveuses (série N+2) | |

Parallèlement aux conséquences possibles en termes de temps passé, les choix de gestion du renouvellement du cheptel peuvent donc également avoir des conséquences sur les contraintes d'organisation des apiculteurs. Si le renouvellement ne représente pas forcément une part majeure du travail non reportable des exploitations, ces contraintes supplémentaires se situent dans des périodes chargées où la marge de manœuvre peut déjà être faible.

La mise en place ou non d'un atelier d'élevage de reines apparaît donc comme un facteur essentiel dans l'organisation du travail sur l'exploitation. Les problématiques de temps et l'organisation du travail apparaissent ainsi comme les premières raisons citées par les apiculteurs qui ne mettent pas en place d'atelier d'élevage de reines (11 sur 18 apiculteurs), les autres raisons

citées étant liées à des aspects techniques (manque de maîtrise de l'élevage de reines ou difficulté à trouver des salariés compétents pour le gérer, volonté de maintenir une diversité génétique par le remérage naturel ou manque d'intérêt pour l'utilisation de reines d'élevage). Même lorsqu'un atelier d'élevage de reines est mis en place, les conséquences en termes de temps et d'organisation du travail restent les premiers inconvénients cités par les apiculteurs quant à cet atelier.

3.9 Adéquation entre le temps de travail et les attentes des apiculteurs : équilibre perçu entre vie personnelle et professionnelle

Au-delà de la quantification du temps passé et de la répartition de ce temps sur les différentes périodes de l'année, la satisfaction des apiculteurs quant à leur organisation du travail et quant à leur équilibre entre vie personnelle et vie professionnelle résulte d'un ensemble de facteurs. Les choix techniques de gestion du renouvellement n'ont été que peu cités comme ayant un lien direct avec cet équilibre. Le fait que les périodes chargées soient ou non consécutives, la survenue de certains pics de travail tardifs quand la fatigue de la saison apicole se fait ressentir contribuent à l'acceptabilité ou non de l'organisation du travail pour les apiculteurs.

Parmi les apiculteurs rencontrés, un peu moins de la moitié se déclarent satisfaits de cet équilibre. Parmi les autres, les raisons évoquées sont variables : semaines trop chargées sur les périodes de pic de travail, périodes chargées trop longues, difficulté à passer du temps en famille, ou à prendre des vacances pendant les périodes de vacances scolaires ou en même temps que le conjoint. Dans plusieurs exploitations, les avis des membres de la cellule de base (dont le temps et l'organisation du travail sont communs) sont partagés, certains estimant leurs conditions de travail acceptables, d'autres non. Ce ressenti résulte de plusieurs éléments, et parmi les apiculteurs globalement satisfaits de leur équilibre entre temps de travail professionnel et personnel, certains souhaiteraient tout de même changer certains aspects du fonctionnement (décaler des périodes de vacances...). D'autres facteurs qui ne sont pas directement liés au temps de travail sont cités également comme participant à l'équilibre entre temps professionnel et personnel et à la qualité de vie (« ça serait plus facile en n'habitant pas sur place »).

Différents objectifs en termes d'organisation du travail sont exprimés d'un apiculteur à l'autre, et la satisfaction quant à cette organisation est directement liée à ces objectifs. Une charge de travail élevée en saison apicole, sans pouvoir dégager de temps libre pendant plusieurs semaines ou mois, convient à certains apiculteurs pour qui l'équilibre avec leur temps personnel repose plutôt sur des périodes de vacances en automne ou en hiver. À l'inverse, d'autres apiculteurs ne se satisferont pas de cette situation, en raison de semaines trop chargées ou de périodes de vacances qui ne conviennent pas au reste de la famille. Dans certaines exploitations, la possibilité de ne pas travailler les week-ends y compris en saison apicole est un objectif clef qui structure l'organisation du travail, pour que l'activité apicole reste compatible avec les contraintes et objectifs personnels des membres de la cellule de base. Enfin, la question « ne se pose pas » pour certains apiculteurs rencontrés qui indiquent ne pas se poser la question de leur organisation en termes de temps libre, mais d'objectifs techniques (« ça n'a pas trop de sens de parler de temps de travail, on fait notre métier »).

Certaines périodes sont par ailleurs plus ou moins sources de stress pour l'apiculteur, indépendamment de la charge de travail : cela peut être des périodes clefs pour la production

comme certaines miellées liées aux conditions météorologiques de l'année, ou les périodes de vente de la production pour certaines exploitations dépendantes du marché du miel en vrac.

Par leur rôle dans le temps passé à la gestion du cheptel, particulièrement sur les périodes qui sont les plus chargées, les choix techniques en matière de renouvellement du cheptel contribuent au temps et à l'organisation d'ensemble du travail sur l'exploitation. La satisfaction des apiculteurs quant au temps et à l'organisation de leur travail reste cependant liée à un ensemble plus large d'éléments.

4. DISCUSSION

4.1 Impacts des choix techniques sur l'organisation du travail

Ces résultats contribuent en premier lieu à une meilleure compréhension des problématiques actuelles d'organisation du travail au sein des exploitations apicoles, qui se différencient d'autres systèmes d'élevage par une absence ou quasi-absence de travaux d'astreinte quotidiens et par une saisonnalité plus forte de la production. Le nombre moyen de jours de travail par an et par personne de la cellule de base en apiculture est de 218 jours, ce qui est comparable à d'autres systèmes d'élevage (Cournut and Chauvat, 2012).

La variabilité du temps de travail apparaît forte d'une exploitation à l'autre, que ce soit en considérant le temps par personne de la cellule de base ou le temps de gestion par colonie. Des différences importantes de temps passé peuvent être liées aux choix de commercialisation (conditionnement des produits ou vente en vrac, vente en direct ou par des intermédiaires), mais la variabilité reste élevée entre exploitations pour un même circuit de vente. Cette variabilité du temps passé et de l'organisation du travail se retrouve dans d'autres filières d'élevage, le temps de travail d'astreinte par unité de cheptel pouvant aller de 1 à 4 d'une exploitation à l'autre au sein d'une même filière (Cournut et al., 2010; Cournut and Chauvat, 2012). Si la taille de l'exploitation ainsi que le nombre et le type de travailleurs contribuent à expliquer cette variabilité, elle est aussi liée à certains choix techniques.

Dans le cas de l'apiculture, les pratiques et les stratégies de renouvellement mises en place peuvent induire un temps de gestion par colonie plus ou moins élevé, et se répercuter sur le temps de travail des membres de la personne de la cellule de base. Ces différences de temps à passer, parfois faibles, pourront cependant avoir un impact important étant donné que la plupart des pratiques de gestion du renouvellement du cheptel apicole se situent sur des périodes déjà chargées, où il n'y a que peu voire pas du tout de marge de manœuvre en temps.

La gestion d'un élevage de reines et le stade d'élevage apparaissent être la pratique de gestion du renouvellement avec l'impact le plus visible sur le temps et l'organisation du travail. Cet élevage en lui-même représente une part relativement faible de l'ensemble du temps de travail sur l'exploitation, mais se situe en général sur une période (avril à juin) où se cumulent de nombreux travaux apicoles : création et gestion des essaims, gestion de l'essaimage, transhumances pour des prestations de pollinisation ou sur les premières miellées... Le caractère non reportable des premières étapes de l'élevage de reines est de plus une contrainte forte en termes d'organisation, alors que l'adaptabilité dans l'organisation du travail d'un jour à l'autre est

importante pour permettre à l'activité agricole de s'adapter aux contraintes de terrain comme les conditions météorologiques (Hervé et al., 2002). Si la priorité est généralement mise sur l'élevage de reines, certains apiculteurs limitent la contrainte de la réalisation d'un élevage de reines en n'élevant que peu de séries de reines, de manière ponctuelle et non prioritaire selon le temps laissé par les autres activités (cf. Chapitre B). Le fait de ne gérer que la fécondation (achat de cellules royales ou reines vierges puis gestion des nuclei) est aussi un moyen de s'affranchir des contraintes des premières étapes de l'élevage de reines.

Cependant, l'organisation du travail en élevage résulte en général d'un ensemble de choix techniques plus que d'une pratique particulière (dos Santos Filho et al., 2012). En apiculture, la mise en place d'un élevage de reines et le stade d'élevage de ces reines sont ainsi liés à un ensemble de choix de gestion des essaims, des colonies non-valeurs, et de remérage des colonies. Ses conséquences sur le temps de gestion du renouvellement peuvent refléter aussi les conséquences de ces différentes pratiques, et donc se retrouver à l'échelle de la stratégie de renouvellement dans son ensemble. La distinction la plus importante est ainsi entre une stratégie où l'usage de reines issues d'un élevage sur l'exploitation est important à la fois dans la création de nouvelles colonies et dans le remérage de colonies (stratégie 3), des stratégies où le remérage naturel est majoritaire et où il n'y a pas ou peu d'élevage de reines (stratégies 7 et 8).

Ces impacts de certains choix techniques se retrouvent dans d'autres types d'élevage : en élevage laitier, les pratiques de gestion du cheptel en termes d'alimentation (en stabulation ou pâturage) ou de gestion de la reproduction (monotraitte, regroupement des vêlages...) peuvent ainsi être les principaux facteurs d'organisation du travail (Gleeson et al., 2007; Hostiou and Dedieu, 2012). Parallèlement à la conduite du cheptel, d'autres facteurs participent à l'organisation du travail en élevage : la composition du collectif de travail et la répartition des tâches au sein de ce collectif, le dimensionnement des activités d'élevage et la gestion du temps dédié à ces activités (Fiorelli et al., 2010). Ces différents facteurs peuvent contribuer aussi à la variabilité du temps passé entre des exploitations à la stratégie de gestion du renouvellement et aux productions apicoles semblables.

4.2 L'organisation du travail, enjeu de la qualité de vie des apiculteurs

Ces conséquences des choix techniques sur l'organisation et le temps de travail peuvent avoir des répercussions importantes en termes de conditions de travail et de qualité de vie, l'organisation du travail jouant un rôle majeur dans la qualité de vie des éleveurs (Seegers et al., 2006). Les évolutions des attentes des éleveurs vis-à-vis de leurs conditions de travail ont en effet laissé une place croissante à la question de l'équilibre entre leur travail et leur vie personnelle, et de leur qualité de vie (Couzy and Dockès, 2008; Seegers et al., 2006). Cette place laissée aux objectifs personnels des agriculteurs et à leurs projets de vie dans les choix de gestion de l'exploitation est d'autant plus élevée chez les agriculteurs qui ne sont pas issus du monde agricole (Couzy and Dockès, 2008), ce qui est le cas de la grande majorité des apiculteurs rencontrés dans le cadre de ce travail. La liberté dans la prise de décision et dans l'organisation du travail est ainsi fréquemment citée comme une raison de ce choix professionnel par les apiculteurs ayant exercé une autre activité professionnelle avant leur installation apicole.

Par rapport à d'autres systèmes d'élevage, le travail apicole est caractérisé par une saisonnalité importante de la gestion du cheptel, de la sortie d'hivernage des colonies (en février ou mars) à l'entrée en hivernage (entre septembre et novembre selon les régions). Il est donc concentré dans une période relativement courte, ce qui permet à la plupart des apiculteurs de dégager des vacances en période hivernale mais peut induire de fortes charges de travail dans les périodes chargées, avec peu ou pas de jours de repos. Le travail de nuit lors des transhumances (fréquentes à certaines périodes, ex. pour la pollinisation) s'ajoute alors à des journées déjà longues. Les points critiques de l'organisation du travail selon les apiculteurs peuvent donc différer de ceux d'autres éleveurs : quand le manque de vacances et de coupures est un élément souligné dans d'autres filières d'élevage où le soin aux animaux est une contrainte tout au long de l'année (Couzy and Dockès, 2008), les situations qui ne conviennent pas aux apiculteurs sont souvent liées à une saison apicole trop dense. Les transhumances de nuit sont une autre particularité du travail en apiculture (Phillips, 2014), qui peut contribuer à l'ampleur de certains pics de travail.

Les attentes en termes de conditions de travail et de qualité de vie restent variables d'un éleveur à l'autre et plusieurs profils d'éleveurs peuvent être distingués par leurs points de vue sur leur travail. Certains éleveurs d'autres filières indiquent manquer de périodes de vacances quand d'autres dégagent suffisamment de temps libre, et d'autres encore ne se posent pas cette question et organisent leur travail par rapport à des objectifs techniques ou de production et non de qualité de vie (Couzy and Dockès, 2008). Ces différents rapports au travail existent aussi parmi les apiculteurs rencontrés, et leur satisfaction quant à leur équilibre entre vie personnelle et professionnelle reflète ainsi à la fois leur temps et organisation et leur rapport au travail. Ainsi, plusieurs personnes de la cellule de base d'une même exploitation n'auront pas toujours le même point de vue sur leur organisation commune du travail. Au-delà d'un équilibre entre temps de travail et temps libre, d'autres attentes des éleveurs sont liées à leur travail : économiques (objectifs de revenus), techniques (performances, techniques), relationnelles, identitaires (vision de l'activité d'élevage par l'éleveur) et relative à l'engagement physique au travail (pénibilité et contraintes ; Fiorelli et al., 2010). Les choix d'organisation du travail résultent donc d'un ensemble de facteurs : ces différentes attentes vis-à-vis du travail, les choix techniques de gestion du cheptel et les contraintes temporelles (saisonnalité de la production, travaux d'astreinte).

4.3 Les choix de gestion du renouvellement : conciliation entre objectifs techniques et organisation du travail

Pour concilier ces différentes attentes et contraintes, les solutions pour faire face aux pics de travail et difficultés d'organisation peuvent mobiliser trois leviers principaux : l'équipement de l'exploitation, la disponibilité de la main-d'œuvre et la conduite technique de l'élevage (Dedieu and Servièrè, 2001). Les solutions mises en œuvre peuvent être des combinaisons de ces leviers, et peuvent remettre en cause de façon plus ou moins importante le système d'élevage. Les choix de gestion du cheptel ne sont donc pas liés uniquement à des objectifs techniques mais également aux objectifs d'organisation du travail.

En apiculture comme dans d'autres élevages pastoraux, l'équipement de l'exploitation ne permet pas de limiter la charge de travail (même s'il peut permettre d'en réduire la pénibilité, ex. grue pour soulever les ruches lors des transhumances). L'adaptation de l'organisation du travail

aux besoins techniques peut principalement se faire via un changement de gestion du cheptel, ou via un changement dans la disponibilité de la main-d'œuvre qui peut être un recours à d'autres travailleurs (principalement dans les grandes exploitations) ou une diminution des activités non agricoles lors de pics de travail (Hostiou and Dedieu, 2012; McDermott et al., 2010). L'élevage de reines par exemple peut être assuré par des salariés dans certaines exploitations, être supprimé dans les exploitations où il n'est pas prioritaire, ou nécessiter des réaménagements d'autres tâches lorsque cet élevage est jugé prioritaire. Lors des périodes chargées, la plupart des apiculteurs réduisent leurs activités non agricoles.

Le rôle respectif des personnes de la cellule de base et hors cellule de base dans les différentes activités de l'exploitation n'a pas été analysé ici. Les choix dans l'organisation du travail en élevage peuvent en effet être liés à la configuration du collectif de travail sur l'exploitation, et à la place des personnes hors de la cellule de base dans ce collectif (dos Santos Filho et al., 2012; Hostiou and Dedieu, 2012). Dans le cas des exploitations apicoles, les personnes hors cellule de base impliquées dans la gestion du cheptel viennent fréquemment en appui à l'un des membres de la cellule de base sur une même activité, et sans prendre en charge une activité parallèle. Les conséquences que leur présence peut avoir sur les choix d'organisation et sur les choix techniques en résultant reste à explorer. Cependant, certains apiculteurs rapportent leur difficulté à trouver des salariés compétents et disponibles aux périodes souhaitées, ce qui limite la possibilité de jouer sur la main-d'œuvre pour améliorer l'organisation du travail. Les choix techniques interviennent alors d'autant plus dans la conciliation entre les objectifs techniques et ceux d'organisation du travail.

Le temps de travail nécessaire à la mise en place d'un élevage de reines et les contraintes d'organisation que cet élevage génère sont ainsi les premières raisons citées par les apiculteurs qui ne mettent pas en place d'atelier d'élevage sur leur exploitation ou qui choisissent d'arrêter cet atelier, bien avant les raisons techniques liées à la sélection ou à la diversité génétique du cheptel. L'externalisation de certaines activités peut ainsi être un levier d'amélioration de l'organisation du travail comme l'achat de reines, ou la délégation de l'élevage à un apiculteur-éleveur qui réalisera l'élevage à façon sur les colonies sélectionnées au sein de l'exploitation. Seule une partie de l'atelier d'élevage est parfois déléguée : certains apiculteurs achètent ainsi des cellules royales ou reines vierges et gèrent leur fécondation en nuclei, ce qui leur permet de se libérer des contraintes et du temps à passer aux premières étapes d'un élevage de reines tout en disposant par la suite de reines fécondées au moment nécessaire.

Cette externalisation de certaines activités et notamment de la reproduction se retrouve dans d'autres filières d'élevage, par l'achat de cheptel pour le renouvellement : séparation des activités de naisseur et engraisseur en élevage porcin, achat possible de génisses en élevage laitier (Hostiou and Fagon, 2012). Ces simplifications peuvent viser plusieurs objectifs : réduction du temps ou de la pénibilité du travail, mise en place de coupures en dégageant des jours ou des périodes non travaillées... Dans certaines exploitations, la simplification de la gestion d'un atelier peut aussi viser à dégager certaines périodes de pic de travail d'un autre atelier. Cela peut être le cas lorsque plusieurs activités agricoles sont mises en place sur l'exploitation, mais aussi pour concilier plusieurs activités apicoles : une activité importante de prestation de pollinisation au printemps peut ainsi être difficile à concilier avec la gestion d'un atelier d'élevage de reines ou avec le suivi des nouvelles colonies. Les choix de gestion du renouvellement sont donc notamment liés aux choix d'organisation des apiculteurs. L'impact de ces choix d'organisation sur la conduite

technique en élevage est parfois central. Dans le cas de l'élevage porcin, les choix d'organisation et de vie personnelle de l'éleveur peuvent entraîner des préférences variables quant au temps de travail : certains éleveurs souhaitent limiter le volume horaire de leurs journées de travail, d'autres préfèrent éviter certaines tâches de soin aux animaux pendant les week-end. Ces préférences déterminent en partie les pratiques de gestion de la reproduction du cheptel qui seront adoptées (Martel et al., 2008). De même, l'externalisation de l'élevage par un achat de reines aura des conséquences pour un apiculteur souhaitant avoir recours à des reines d'élevage, en termes de disponibilité des reines et de choix de la génétique.

L'organisation du travail et les choix techniques résultent donc de compromis entre différents objectifs qui peuvent être difficiles à concilier (objectifs de performances techniques, de qualité de vie, de production). Alors que peu de travaux s'intéressent aux pratiques apicoles et au travail des apiculteurs professionnels, l'importance de considérer conjointement non seulement l'organisation du travail et les choix techniques des apiculteurs, mais également leurs attentes et le sens donné au travail apparaît ici de la même manière que pour d'autres systèmes d'élevage (Dedieu et al., 2006).

4.4 Retours sur l'adaptation de la méthode à l'apiculture

Les Bilans Travail menés au sein d'une cinquantaine d'exploitations apicoles ont permis d'identifier des améliorations possibles de cette méthode pour l'apiculture. La notion de travail quotidien du Bilan Travail (Dedieu and Servièrre, 1999) a finalement été très peu utilisée, et uniquement pour des activités non liées à la gestion du cheptel (gestion de la cire, administratif...). Le recours à deux unités de temps différentes (travaux quotidiens en heures et travaux de saison en jours) ne semble donc pas nécessaire en apiculture.

Indépendamment de leur caractère quotidien ou non, la distinction entre les travaux reportables et non-reportables est par contre essentielle pour identifier les contraintes plus ou moins fortes liées à certains travaux. L'intérêt de cette distinction a déjà émergé dans d'autres systèmes d'élevage où certains travaux sont contraignants en termes d'organisation, comme dans le cas de l'élevage porcin pour les travaux liés à la succession des bandes (Cournut and Chauvat, 2012). L'analyse du temps de travail en apiculture semble donc pertinente en ne considérant que du travail de saison reportable ou non reportable.

Lors des entretiens comme lors d'échanges sur les résultats, la plupart des apiculteurs rencontrés ont été intéressés par ces questions de temps et d'organisation du travail bien au-delà de la question de la gestion du renouvellement, ce qui confirme l'intérêt de considérer cette question dans la recherche sur les systèmes d'élevage apicole et dans le développement apicole.

5. CONCLUSION

Ce troisième chapitre identifie la place des stratégies de renouvellement du cheptel dans l'organisation de l'exploitation apicole, par une adaptation de la méthode Bilan Travail au cas de l'apiculture et à la question plus particulière de la place des stratégies de renouvellement. Ces travaux permettent également de mieux cerner les problématiques principales du travail en apiculture : concentration forte de travail sur certaines périodes, nécessité d'adapter l'organisation à certaines tâches non reportables.

Si les stratégies de renouvellement apparaissent plus ou moins chronophages, la gestion du renouvellement n'apparaît pas voir de conséquences sur le temps passé à l'échelle de l'ensemble du travail sur l'exploitation (qui inclue le reste de la gestion du cheptel, mais aussi d'autres activités : commercialisation...). Cependant, les contraintes d'organisation qui peuvent être induites par certaines pratiques de renouvellement non reportables (élevage de reines, introduction de reines lors de la création d'essaims...) peuvent être d'autant plus problématiques qu'elles se situent principalement sur des périodes déjà chargées en travail, où la marge de manœuvre des personnes de la cellule de base est déjà faible.

D'autres éléments pourraient jouer un rôle important dans l'organisation du travail apicole : la distance des emplacements successifs par rapport au siège de l'exploitation, les circuits de commercialisation qui peuvent induire de fortes contraintes d'organisation (ex. vente directe, marchés réguliers). Si les circuits de commercialisation (vente en vrac ou conditionné, via des intermédiaires ou en direct) ont un impact sur le temps passé par rapport au nombre de colonies de l'exploitation, le rôle de ces différents facteurs n'a pas été analysé précisément.

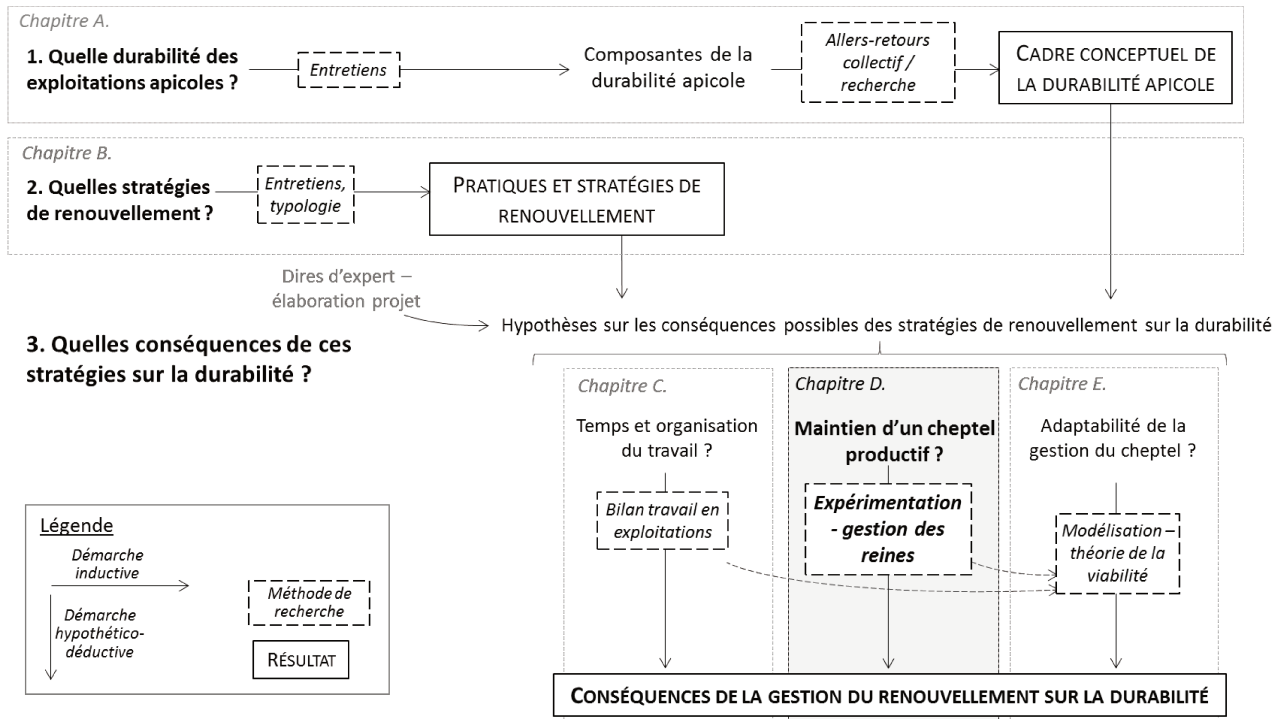
Le temps de travail sur l'exploitation est donc plus largement lié à un ensemble de facteurs et résulte d'un compromis entre les différents objectifs des apiculteurs, en termes d'attentes économiques, techniques et de qualité de vie. Souvent considérés d'un point de vue technique, les choix de renouvellement résultent eux-mêmes de ce compromis et des priorités de l'apiculteur, y compris en termes d'organisation du travail.

D. CONSEQUENCES DE MODALITES DE GESTION DES REINES SUR LE MAINTIEN D'UN CHEPTEL PRODUCTIF

D'une exploitation à l'autre, les pratiques de gestion des reines au sein des colonies peuvent être très différentes, de la totalité du cheptel laissée en remérage naturel à un remérage fréquent des colonies par des reines issues d'un élevage. La reine assure un rôle central dans la survie et le développement de la colonie, qui est souligné dans la littérature scientifique. À l'échelle de l'exploitation, l'hypothèse a donc été faite que ces différences de gestion des reines pourraient avoir des conséquences sur le maintien d'un cheptel productif, lequel participe directement à la durabilité des exploitations apicoles (Chapitre A). Cette hypothèse a été précisée par l'analyse des stratégies de renouvellement mises en place par les apiculteurs (Chapitre B), en replaçant la gestion des reines dans un ensemble cohérent de pratiques qui visent à maintenir ou développer le cheptel de l'exploitation.

La mise en place d'une expérimentation comparant deux gestions des reines (lors de la création de nouvelles colonies ainsi qu'au sein des colonies existante) a permis d'identifier leurs conséquences possibles sur le maintien du cheptel, en considérant non seulement les pertes de colonies mais également leur renouvellement possible par la création d'essaims. Cette expérimentation et ses principaux résultats sont l'objet de ce chapitre.

Questions de recherche



1. INTRODUCTION

1.1 Place de la gestion des reines dans le maintien d'un cheptel apicole

Dans les dernières décennies, différents types de facteurs impactant les pertes de colonies ont été identifiés, sur lesquels l'apiculteur peut ou non avoir des leviers d'action. Parmi les pratiques de renouvellement du cheptel, la gestion des reines peut être un levier pour prévenir certains problèmes. Des déficiences de ponte ou autres défaillances des reines sont en effet des facteurs fréquemment identifiés par les apiculteurs pour expliquer une partie des pertes hivernales (Gray et al., 2019) et la survenue d'un remérage naturel est une période de risque pour les colonies en raison des échecs possibles de remérages (vanEngelsdorp et al., 2013). L'ampleur des pertes hivernales peut également être liée à l'âge des reines ou à la part de jeunes reines dans le cheptel avant hivernage, les colonies avec de jeunes reines étant moins susceptibles de mourir pendant l'hiver (van der Zee et al., 2014). Différents aspects du fonctionnement de la colonie peuvent par ailleurs dépendre de la qualité et de la quantité de ponte de la reine, et à l'âge de cette dernière : la dynamique de population de la colonie, sa capacité à faire face à certaines infections ou sa productivité (Simeunovic et al., 2015). Souvent pour maintenir des reines jeunes à la dynamique avec une meilleure dynamique de ponte (et donc de population dans la colonie), une partie des apiculteurs remèrent leurs colonies par l'introduction d'une reine issue d'un élevage suite à la suppression de l'ancienne reine (cf. Chapitre B). Ces remérages limitent le risque d'un remérage naturel : les reines introduites ont déjà franchi sans encombre les premiers stades d'élevage (cellule royale ou reine vierge), voire sont déjà en ponte (reine fécondée).

D'une exploitation à l'autre, les pratiques de gestion des reines sont variées (Chapitre B) : certains apiculteurs laissent l'intégralité de leur cheptel en remérage naturel (dont les essaims créés) quand d'autres essaient de contrôler les reines présentes dans leurs colonies, à la fois par l'introduction de reines dans les essaims ou dans les paquets d'abeilles et par un remérage plus ou moins fréquent des colonies via des reines issues d'un élevage. La gestion des reines est ainsi un choix technique qui intervient dans plusieurs aspects des stratégies de renouvellement : lors de la création de nouvelles colonies, par le remérage possible de non-valeurs ou d'autres colonies, et dans la sélection génétique du cheptel.

Différentes sous-espèces d'abeilles (locales ou non) peuvent être élevées par les apiculteurs. Les comportements et dynamiques des colonies varient d'une origine génétique à l'autre et selon l'environnement dans lequel elles se trouvent, notamment en termes de dynamique et de taille de population, de périodes et intensité de ponte ou de comportement d'essaimage (Büchler et al., 2014b; Hatjina et al., 2014; Uzunov et al., 2014). Les critères de sélection ne sont par ailleurs pas les mêmes d'un apiculteur à l'autre (ex. production de miel ou de gelée royale, douceur...). À l'échelle de l'exploitation ou à une échelle collective, différentes méthodes de sélection sont donc mises en place par les apiculteurs pour aboutir à une génétique qui leur conviennent.

En apiculture, les méthodes de sélection reposent sur les pratiques de gestion des reines, celles-ci étant les seuls individus qui pondent et assurent le renouvellement des générations d'ouvrières. La mise en œuvre d'un élevage de reines et l'introduction de reines d'élevage dans des colonies sont ainsi centrales dans les programmes de sélection apicole (Guichard, 2016). L'élevage de reines se base en effet sur le choix de colonies souches selon les critères de sélection de l'apiculteur, ces colonies pouvant être issues d'une sélection au sein du cheptel de l'apiculteur

ou d'un achat de reine à un apiculteur sélectionneur. Les reines issues de l'élevage seront donc les filles de la reine de la colonie souche, et leur introduction dans les colonies permet à l'apiculteur une plus grande maîtrise de la génétique de ces colonies. Lorsque les colonies sont en remérage naturel, la diversité génétique entre les colonies est plus élevée, et les moyens de contrôle de l'apiculteur sur la génétique de ses colonies sont plus limités (Meixner et al., 2010). Les critères de sélection de l'apiculteur mais aussi les pratiques de renouvellement mises en œuvre peuvent donc influencer la génétique du cheptel.

Les pratiques de gestion des reines sont ainsi liées à un ensemble d'autres pratiques : méthodes de création de nouvelles colonies, de gestion des non-valeurs, de sélection du cheptel. Cet ensemble de choix techniques doit permettre de répondre aux différents objectifs de l'apiculteur (ex. critères de sélection), et en premier lieu de maintenir un cheptel productif, condition nécessaire pour assurer une production et la viabilité économique de l'exploitation. Les différentes pratiques de renouvellement contribuent à ce maintien à la fois en limitant les pertes de colonies (ex. pratiques de gestion des non-valeurs) et en compensant ces pertes par la création de nouvelles colonies.

Il est donc pertinent d'étudier les conséquences de la gestion des remérages des colonies par rapport à l'objectif global de maintien du cheptel et non uniquement en termes de pertes de colonies, et de considérer cette gestion des remérages en lien avec les autres choix techniques qui lui sont liés et non de manière isolée.

1.2 Étudier les conséquences d'un ensemble de pratiques : principes et intérêts de l'expérimentation système

Pour identifier les conséquences techniques de la gestion des reines dans des conditions comparables à celles d'une exploitation apicole, différentes pratiques liées à la gestion des remérages des colonies sont à considérer conjointement.

Une telle évaluation des conséquences d'un système d'élevage ou de cultures, vu comme un ensemble cohérent de choix techniques, est l'objectif des expérimentations dites « expérimentations système » (Deytieux et al., 2012). L'expérimentation système se distingue de l'expérimentation factorielle par l'échelle de l'analyse et par la définition des modalités comparées : elle ne compare pas différentes variantes techniques indépendamment du reste de la gestion, mais un ensemble cohérent de pratiques en interaction les unes avec les autres.

En expérimentation factorielle, le choix en amont des pratiques de gestion et l'étude de pratiques de manière indépendante du reste du système permet de limiter les interactions entre variables et d'éviter de confondre certains effets. À l'inverse, l'expérimentation système intègre dans le système étudié ces interactions entre les différentes pratiques qui le composent. Cela ne permet pas de distinguer les effets de chacune de ces pratiques, mais présente l'intérêt de considérer les pratiques étudiées au sein d'un système cohérent dans son ensemble, comme c'est le cas au sein des exploitations agricoles, et donc de prendre en compte les interdépendances entre pratiques qui contribuent aux performances globales du système (Meynard, 2012).

En expérimentation système, les différentes modalités sont définies par des règles de décision de gestion, qui visent à mettre en place les meilleures pratiques possibles pour chaque type de

gestion et reposent sur différents indicateurs de suivi du système (ex. état des ressources ; Badgery et al., 2017). Ces règles de décision permettent d'adapter les pratiques de gestion aux conditions rencontrées au cours de l'expérimentation ainsi qu'à l'état du système. Cela permet donc de se rapprocher de la gestion adaptative des systèmes qui est celle des agriculteurs, les règles de décision pouvant si besoin évoluer au cours de l'expérimentation selon les valeurs prises par certains indicateurs au cours de l'expérimentation, et pour rester pertinentes dans les conditions rencontrées (Badgery et al., 2017; Debaeke et al., 2009). L'objectif de ce type d'expérimentation est d'estimer si un système agricole défini par un ensemble de règles permet ou non d'atteindre les objectifs qui lui sont fixés (et qui peuvent varier d'un système étudié à l'autre). L'analyse se fait donc par un ensemble de critères, établis en lien avec les différents objectifs (Debaeke et al., 2009).

Ce cadre d'expérimentation permet ainsi la prise en compte d'un ensemble de pratiques en interaction (qui doivent être adaptées aux conditions rencontrées) et d'un ensemble d'objectifs, cette prise en compte paraissant nécessaire pour évaluer les conséquences de la gestion des reines sur le maintien d'un cheptel productif et de qualité. Ces conséquences ont donc été évaluées en empruntant au cadre méthodologique de l'expérimentation système.

1.3 Objectifs de l'expérimentation

Pour mieux connaître les principales conséquences techniques de la gestion des reines non seulement sur les pertes de colonies, mais plus largement sur la possibilité pour l'apiculteur de maintenir son cheptel (ce qui inclue donc aussi la création de colonies), deux modalités de gestion des reines contrastées ont été comparées dans le cadre d'une expérimentation mise en œuvre sur le cheptel de la station expérimentale de l'ITSAP-Institut de l'abeille. Ces deux modalités sont définies par des pratiques de remérage des colonies mais aussi de création de nouvelles colonies et de gestion des non-valeurs³, et constituent deux ensembles cohérents de pratiques de gestion des reines : l'un avec un recours fréquent à des reines issues d'élevage, l'autre en laissant les colonies en remérage naturel.

La gestion des reines pouvant être liée aux objectifs de sélection de l'apiculteur, la question de l'adaptation de différentes pratiques de gestion à différentes génétiques peut se poser : dans quelle mesure des colonies sélectionnées avec certains critères et pratiques apicoles sont-elles adaptées à un autre type de gestion ? Les deux modalités de gestion étudiées dans cette expérimentation ont donc été croisées avec deux origines génétiques d'abeilles, issues de sélection avec des objectifs différents et des pratiques de gestion des remérages différentes.

Cette expérimentation s'appuie donc sur certains principes de l'expérimentation système, tout en restreignant les systèmes comparés à la gestion des reines et non à l'ensemble des pratiques de renouvellement ou de gestion du cheptel. Les enjeux de la gestion des reines sont en effet multiples (temps à passer, sélection du cheptel, performances des colonies...) et les pratiques peuvent différer fortement d'une exploitation à l'autre, d'un remérage naturel de toutes les

³ Les colonies non-valeurs sont considérées ici comme des colonies affaiblies (ou présentant un problème de ponte) mais potentiellement valorisables, par un remérage ou un regroupement avec une autre colonie.

colonies à un contrôle élevé des reines présentes dans les colonies (par la mise en place d'un élevage de reines et de remérages, qui peuvent s'avérer chronophages).

L'expérimentation mise en œuvre vise en premier lieu à apporter des éléments de réponse quant aux conséquences de différentes gestions des reines sur le maintien d'un cheptel productif et de qualité : maintien du nombre de colonies visé en production, production de miel par les colonies en production, état sanitaire et comportement des colonies. L'analyse de ces conséquences est en partie menée à l'échelle du cheptel (ici des lots de colonies gérées de la même manière), la gestion des pertes et des créations de colonies étant raisonnée à cette échelle en apiculture. Le temps de travail nécessaire à la gestion du cheptel et les besoins en nourrissage des colonies, critères d'intérêt pour les apiculteurs, ont également été comparés entre les deux modalités.

2. MATERIEL & METHODES

2.1 Dispositif expérimental

2.1.1 Modalités de gestion et génétique des colonies

L'expérimentation mise en place a comparé deux modalités de gestion des colonies croisées avec deux origines génétiques des colonies, pour considérer les interactions possibles entre la gestion et certaines spécificités liées à la génétique (dynamiques...) des colonies.

Les deux modalités de gestion diffèrent par la gestion des reines lors de la création d'essaims sur cadre et au sein des colonies de production :

- **Reméragé contrôlé** : le renouvellement des colonies est assuré via la création d'essaims sur cadre avec introduction de cellules royales ou reines vierges issues d'un élevage de reines. Les colonies par ailleurs sont remérées annuellement et de façon systématique par des reines fécondées issues d'un élevage. Cela implique donc de mettre en place un élevage de reines, ainsi que des nuclei pour assurer leur fécondation et leur maintien jusqu'à leur introduction dans les colonies lors des remérages en fin de saison.
- **Reméragé naturel** : le renouvellement des colonies est assuré via la création d'essaims sur cadre laissés en reméragé naturel. Les colonies sont également laissées en reméragé naturel.

Ces deux modalités de gestion des reines ont été croisées avec deux origines génétiques :

- Une origine dite « Reméragé contrôlé » issue d'un apiculteur remérant régulièrement ses colonies, et pour qui la forte population en abeilles en début d'été est un critère de sélection (cette forte population permettant alors de réaliser des paquets d'abeilles),
- Une origine dite « Reméragé naturel » issue d'un apiculteur laissant la majorité de ses colonies en reméragé naturel et dont le critère de sélection principal est la production de miel de lavande.

L'expérimentation comprend 120 colonies en production : 30 pour chaque lot (modalités de gestion * origine génétique), au sein du cheptel de la station expérimentale de l'ITSAP-Institut de l'abeille. Les quatre lots sont synthétisés par le Tableau D.1. Les essaims créés au fur et à mesure

pour remplacer les colonies mortes de chaque lot ainsi que les nuclei pour la modalité de gestion Remérage contrôlé s'ajoutent à ces 120 colonies en production.

Tableau D.1 : Synthèse des quatre lots de l'expérimentation, définis par l'origine génétique des colonies et par la modalité de gestion de leurs reines.

| | | MODALITÉ DE GESTION | |
|-------------------|-------------------|---|---|
| | | Remérage naturel | Remérage contrôlé |
| ORIGINE GÉNÉTIQUE | Remérage naturel | <p>Origine génétique Remérage naturel * gestion Remérage naturel</p> <p>Création des colonies en début d'expérimentation : introduction d'une reine issue d'un apiculteur laissant la majorité des colonies en remérage naturel. Gestion : colonies laissées en remérage naturel.</p> <p>30 colonies + essaims de l'année</p> | <p>Origine génétique Remérage naturel * gestion Remérage contrôlé</p> <p>Création des colonies en début d'expérimentation : introduction d'une reine issue d'un apiculteur laissant la majorité des colonies en remérage naturel. Gestion : colonies remérées en fin d'été et introduction de reines lors de la création d'essaims.</p> <p>30 colonies + essaims de l'année</p> |
| | Remérage contrôlé | <p>Origine génétique Remérage contrôlé * gestion Remérage naturel</p> <p>Création des colonies en début d'expérimentation : introduction d'une reine issue d'un apiculteur remérant régulièrement ses colonies. Gestion : colonies laissées en remérage naturel.</p> <p>30 colonies + essaims de l'année</p> | <p>Origine génétique Remérage contrôlé * gestion Remérage contrôlé</p> <p>Création des colonies en début d'expérimentation : introduction d'une reine issue d'un apiculteur remérant régulièrement ses colonies. Gestion : colonies remérées en fin d'été et introduction de reines lors de la création d'essaims.</p> <p>30 colonies + essaims de l'année</p> |

Les principales pratiques de gestion et les modalités de suivi des colonies sont indiquées dans les paragraphes suivants, et sont représentés sur la Figure D.3.

2.1.2 Gestion des modalités et règles de décision

Pour assurer la cohérence des pratiques entre elles au sein de chacune des modalités, les règles de décision de gestion ont été élaborées au regard des pratiques et stratégies identifiées par les enquêtes sur le renouvellement du cheptel (Chapitre B). L'objectif des règles retenues a été d'assurer la cohérence de chaque modalité en termes de pratiques et donc d'adapter à la gestion des reines les autres aspects de la gestion du cheptel lorsque cela apparaissait nécessaire, et de conserver une gestion commune aux deux modalités pour les éléments de la gestion qui n'apparaissent pas liés à la gestion des reines. Les informations mobilisées dans ces règles de décisions ont été choisies pour être facilement accessibles, les informations résultant du suivi expérimental des colonies étant rarement disponibles en exploitation et utilisées dans la gestion du cheptel. Par exemple, le prélèvement de cadres en période d'essaimage ne repose généralement pas sur une estimation de la surface de couvain par une méthode précise (comme la méthode ColEval, utilisée ici pour l'évaluation des conséquences des systèmes comparés), mais plus simplement sur le nombre de cadres de couvain.

Les pratiques qui différencient les deux modalités sont donc :

- La gestion de la reine lors de la création d'essaims sur cadre,
- La gestion des reines au sein des colonies de production,
- La gestion des colonies non-valeurs.

À l'inverse, la gestion des deux modalités est commune sur le reste de la conduite technique :

- La fréquence de visites aux colonies,
- La gestion sanitaire,
- La gestion de l'essaimage et le choix des colonies à partir desquelles les essaims sont créés,
- La gestion des transhumances et récoltes,
- La gestion du nourrissage.

Le Tableau D.2 indique les principales pratiques apicoles mises en œuvre dans les deux modalités de gestion.

Tableau D.2 : Bilan des pratiques de gestion des deux modalités de l'expérimentation

| | Pratique de gestion | Gestion Remérage contrôlé | Gestion Remérage naturel |
|---|---|--|---|
| Pratiques de gestion communes aux deux modalités | Gestion de la fécondation | Pendant la période de fécondation, les essaims et les nuclei sont placés sur un emplacement de fécondation proche de colonies de la même origine génétique. | Pendant la période de fécondation, les essaims sont placés sur un emplacement de fécondation proche de colonies de la même origine génétique. |
| | Suivi des colonies (fréquence des visites) | Adapté à la saison et aux besoins des colonies – voir frise chronologique | |
| | Transhumances | Transhumances sur miellées d'acacia puis lavande | |
| | Récoltes | Récolte du miel en hausse en fin de chaque miellée ; récolte en corps possible en fin d'été si manque de place pour la reprise de ponte | |
| | Mise en hivernage | Nourrissage selon l'état des réserves et partitionnement si besoin | |
| | Gestion de l'essaimage et création d'essaims sur cadre | Jusqu'au début de la miellée d'acacia, prélèvement de cadres de couvain lorsque les colonies ont 8 cadres de couvain et plus : <ul style="list-style-type: none"> • Colonie sur 8 cadres : 1 cadre prélevé, • Colonie sur 9 cadres : 2 cadres prélevés, • Colonie sur 10 cadres : 3 cadres prélevés. Les essaims sont constitués de 2 cadres de couvain (1 ouvert + 1 fermé) et installés en ruchettes. | |
| Gestion sanitaire du <i>Varroa</i> | Traitement en fin d'été : amitraze, au moment de l'orphelinage pour la modalité de gestion Remérage Contrôlé. Traitement en hiver : acide oxalique par sublimation (1 à 2 passages). | | |
| Pratiques de gestion différentes entre les deux | Gestion de la reine lors de la création d'essaims | Introduction d'une cellule royale ou reine vierge issue d'élevage de reines | Remérage naturel des essaims |
| | Gestion des reines des colonies de production | Remérage annuel de toutes les colonies de production via des reines d'élevage en fin d'été | Colonies laissées en remérage naturel |
| | Gestion des non-valeurs (hors bourdonneuses et problèmes sanitaires) | Colonies faibles par rapport aux autres colonies du rucher : remérage par cellule royale, reine vierge ou reine fécondée selon saison et si disponibilité | Colonies faibles par rapport aux autres colonies du rucher : regroupement avec un essaim de l'année |

2.2 Mise en place et gestion

2.2.1 Mise en place

L'expérimentation a été mise en place par la création de 120 essaims sur cadre au printemps 2016. Ces essaims ont été constitués par deux cadres de couvain (un cadre de couvain ouvert et un cadre de couvain fermé), 1.5 Kg d'abeilles issues de plusieurs colonies et par l'introduction de reines fécondées hivernées en nuclei (60 reines issues de l'origine Remérage contrôlé, et 60 de l'origine Remérage naturel).

En pratique, la distinction entre les deux modalités de gestion a commencé à la fin de l'été 2016 avec le premier remérage de la modalité Remérage contrôlé. Les colonies ont donc été attribuées à l'une ou à l'autre des deux modalités de gestion lors de ce premier remérage, ce qui a permis de constituer des lots relativement homogènes en termes de charge en varroa et de production de miel sur l'année 2016.

2.2.2 Renouvellement des colonies

Au sein de chaque lot, des essaims ont été constitués à chaque printemps selon la modalité de gestion du lot (Remérage contrôlé : essaims avec introduction de reine / Remérage naturel : essaims en remérage naturel). Ces essaims servent à compenser les pertes au sein du lot à partir de l'année suivante (lors de leur passage en ruches), l'objectif fixé étant de maintenir chaque année un minimum de 30 colonies par lot à l'entrée en production. Les lots étant complétés au printemps, quelques essaims supplémentaires ont pu être conservés pour pallier à d'éventuelles pertes à venir avant les premières miellées. Les essaims supplémentaires éventuels ont été considérés comme sortant de l'expérimentation.

L'objectif principal étant d'évaluer le maintien du cheptel productif au sein de chaque lot, il n'y a pas de compensation possible entre lots en cas de manque d'essaims à passer en ruche pour l'un des lots.

2.2.3 Gestion des reines et élevage de reines

Au sein de la modalité de gestion Remérage naturel, les colonies et essaims créés sont tous laissés en remérage naturel.

Au sein de la modalité Remérage contrôlé, des cellules royales ou reines vierges (selon la disponibilité) sont introduites dans les essaims et les colonies de production sont remérées systématiquement en fin d'été par une suppression de la reine suivie de l'introduction d'une reine fécondée (une semaine plus tard, les cellules royales présentes dans la colonie suite à l'orphelinage étant alors détruites).

Les cellules royales et reines vierges sont issues d'un élevage de reines réalisé à partir de colonies souches issues de la même origine génétique que la colonie où la reine sera introduite. Cet élevage a été mis en œuvre en 2017 et 2018 sur deux colonies souches par génétique, choisies parmi les colonies de la modalité de gestion Remérage contrôlé pour chacune des génétiques. Les reines fécondées sont issues de ce même élevage de reines puis d'une fécondation en nuclei, ou d'un achat aux apiculteurs ayant fourni la génétique en début d'expérimentation lorsque le nombre de reines disponibles en nuclei en fin d'été n'était pas suffisant.

Les colonies souches pour l'élevage de reines ont été choisies selon leur dynamisme en sortie d'hiver et leur comportement (les colonies trop agressives ont été écartées), ce qui correspond à

une méthode de sélection mise en place chez une partie des apiculteurs qui sélectionnent leurs souches au sein de leur propre cheptel sans mettre en place de suivi précis des colonies (cf. Chapitre B).

2.2.4 Parcours de transhumances

L'expérimentation a été conduite dans le Sud-Est de la France, dans un rayon d'une centaine de kilomètres autour d'Avignon (Vaucluse). Un parcours de transhumance classique de la région a été suivi par les ruchers : hivernage proche d'Avignon (Gard et Bouches-du-Rhône), transhumance sur la miellée d'acacia dans la Vallée du Rhône en avril, transhumance sur la miellée de lavande sur le plateau de Sault en juin, et retour sur les ruchers d'hivernage en août. La Figure D.1 représente le parcours de transhumance effectué et la zone des emplacements successifs.

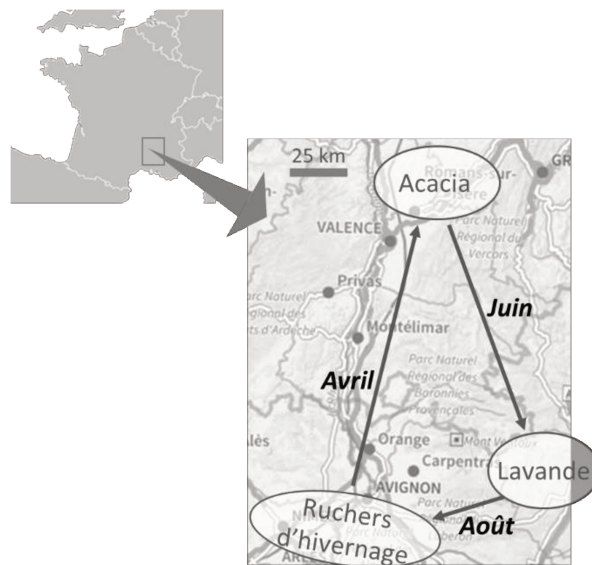


Figure D.1 : Zone de l'expérimentation et parcours de transhumance suivi par les ruchers

2.2.5 Organisation des ruchers

Les 120 colonies ont été réparties en quatre ruchers d'hivernage de 30 colonies de production, chaque rucher comprenant une seule origine génétique et les deux modalités de gestion. Les ruchers ont été couplés deux à deux (un de chaque origine génétique), avec des emplacements d'hivernage proches l'un de l'autre (quelques centaines de mètres entre les deux ruchers) et regroupés par deux sur les emplacements de miellées (les deux ruchers « couplés » pour l'hivernage étant regroupés en un seul rucher sur les emplacements de miellées, qui permettaient d'accueillir un plus grand nombre de colonies que les emplacements d'hivernage). Dans l'analyse des résultats, les ruchers couplés deux à deux (emplacements d'hivernage proches, emplacement en miellées commun) ont été considérés comme étant sur un même emplacement.

La répartition des colonies des différents lots entre les ruchers est synthétisée sur la Figure D.2.

| | | Modalité de gestion | | |
|-------------------|-------------------|---|---|---|
| | | Remérage naturel | Remérage contrôlé | |
| Origine génétique | Remérage naturel | Rucher A : origine génétique Rem. naturel 15 colonies de chaque modalité de gestion = 30 colonies | Emplacements d'hivernage proches, emplacement de miellées commun | |
| | | Rucher B : origine génétique Rem. naturel 15 colonies de chaque modalité de gestion = 30 colonies | | |
| | Remérage contrôlé | Rucher C : origine génétique Rem. contrôlé 15 colonies de chaque modalité de gestion = 30 colonies | | Emplacements d'hivernage proches, emplacement de miellées commun |
| | | Rucher D : origine génétique Rem. contrôlé 15 colonies de chaque modalité de gestion = 30 colonies | | |

Figure D.2 : Synthèse de la répartition des colonies entre les ruchers selon leur origine génétique et leur modalité de gestion

Les essaims créés aux printemps 2017 et 2018 ont été répartis sur les quatre ruchers d'hivernage à l'automne suivant leur création, la répartition ne se faisant pas de manière égale mais selon l'ampleur des pertes dans chacun des ruchers.

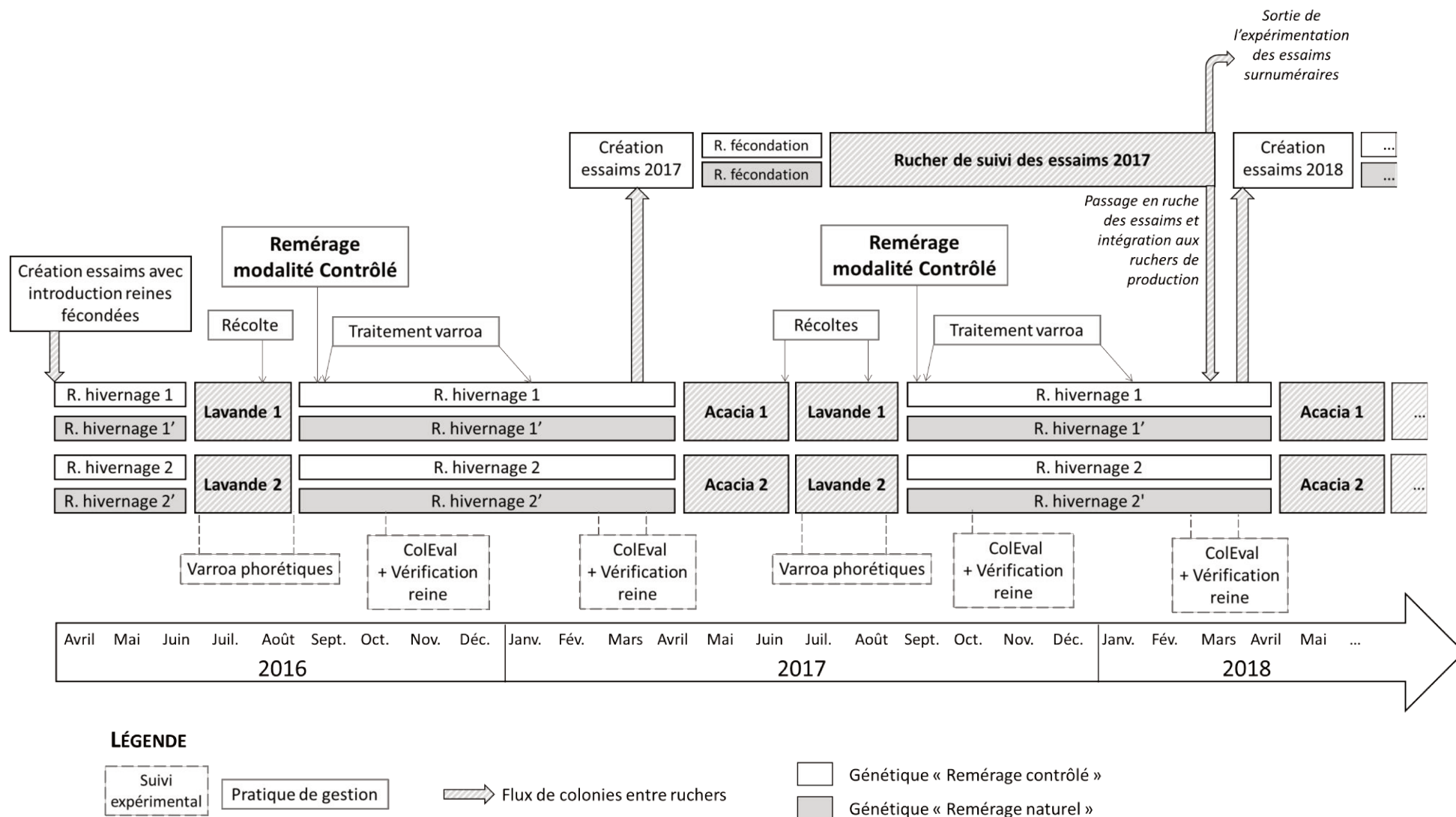


Figure D.3 : Principales pratiques apicoles et suivis expérimentaux mis en place. Chaque rucher (en hivernage comme en miellée, noté « R. ») comprend les deux modalités de gestion des colonies (Remérages naturel et contrôlé). La gestion pour la saison apicole 2018 étant semblable à celle de la saison apicole 2017, elle n'est pas représentée en entier.

2.3 Suivi et évaluation de l'expérimentation

Les modalités expérimentées ont été évaluées par rapport à plusieurs objectifs :

- **Maintien du cheptel** : pertes et création de colonies, possibilité ou non d'atteindre le nombre visé de colonies
- **Production et qualité du cheptel** :
 - Production de miel : production moyenne par colonie et à l'échelle du lot de colonies
 - Autonomie alimentaire : besoins en nourrissage des colonies
 - Qualité des colonies : état sanitaire (infestation en varroa), comportement, homogénéité des colonies
- **Temps nécessaire à la gestion des colonies**

Les données nécessaires à l'évaluation de ces critères ont été principalement recueillies lors des visites de suivi de l'expérimentation. D'autres indicateurs pouvant contribuer à expliquer les variations de ces critères d'évaluation et à la gestion des colonies ont été mesurés au cours de l'expérimentation : remérages naturels survenant dans les colonies (supersédures), population et dynamique des colonies.

Cette expérimentation a également été le support de deux études portant sur d'autres aspects de la qualité des colonies : le potentiel reproducteur des reines et leur état sanitaire en termes de virus présents dans la colonie. Ces deux aspects, hors du cadre de cette thèse, ne sont pas présentés ici.

2.3.1 Suivi des colonies

Les colonies ont été suivies entre le printemps 2016 et l'automne 2018, selon des calendriers adaptés aux différents critères d'analyse.

Pertes de colonies. Les colonies mortes ou condamnées (bourdonneuses) ont été notées à chaque visite. Le bilan du nombre de colonies restantes par modalité a été effectué en sortie d'hivernage, au début de l'été et à l'entrée en hivernage.

Création de colonies. Le nombre d'essaims créés sur chaque lot de colonies au printemps et restants en fin de saison a été comptabilisé.

Production de miel. La récolte de miel par colonie a été mesurée par la pesée des hausses avant pose sur les colonies et après récolte, et des cadres de corps retirés en cas de récolte dans le corps des colonies.

Population des colonies. La population et la composition des colonies (couvain et réserves) ont été évaluées à trois périodes de l'année : à la sortie d'hivernage, au printemps un mois après la sortie d'hivernage, ainsi qu'à l'entrée en hivernage. Elles ont été évaluées par la méthode ColEval (Maisonasse et al., 2016), qui permet une estimation de la quantité de couvain (ouvert et fermé) et réserves en pollen et en miel de la colonie par une estimation visuelle des surfaces occupées sur chaque cadre, et une estimation de la population d'abeilles présentes dans la ruche

lors de l'évaluation. La quantité totale de couvain, de réserves et d'abeilles est le total des surfaces occupées sur chacun des 10 cadres de la colonie (pour une colonie en ruche).

Suivi des remérages. Les dates de remérages naturels ont été estimées par un marquage des reines et la vérification régulière de la présence de la reine (Human et al., 2013). Les reines ont été marquées au feutre, avec un code couleur annuel :

- en début d'expérimentation lors de l'introduction des reines dans les essais,
- avant l'introduction des reines dans les colonies lors de remérages de la modalité Contrôlé,
- à tout moment lorsqu'une reine non marquée était repérée dans une colonie.

Une recherche systématique des reines dans toutes les colonies a été effectuée en sortie d'hivernage et à l'entrée en hivernage, lors de la réalisation des évaluations des colonies (ColEval). Lors des autres visites, les reines n'ont pas été recherchées systématiquement mais notées à chaque fois qu'elles étaient vues. La colonie a été considérée comme ayant reméré lorsqu'une reine non marquée était repérée, cette reine étant alors marquée de la couleur annuelle.

Comportement des colonies. La douceur et la tenue au cadre des colonies (critères de sélection fréquents en apiculture) ont été estimées lors des évaluations des colonies (ColEval), soit à la sortie d'hivernage, au printemps un mois après la sortie d'hivernage, ainsi qu'à l'entrée en hivernage. Chacun de ces indicateurs du comportement des colonies a été noté de 1 (agressive ou mauvaise tenue au cadre) à 4 (douce ou bonne tenue au cadre ; Büchler et al., 2013).

État sanitaire : population de varroa. La population de *Varroa* a été estimée via deux comptages de *Varroa* phorétiques annuels : l'un en début d'été, l'autre en fin d'été avant le traitement des ruches. Les comptages ont été effectués sur un prélèvement d'environ 30 g d'ouvrières, par un lavage au détergent (Dietemann et al., 2013).

Temps nécessaire à la gestion des colonies. Du fait de la présence de colonies des deux modalités de gestion et des deux origines génétiques sur un même rucher, le temps passé à des opérations techniques similaires sur les différents lots de colonies a été comptabilisé comme un temps commun de gestion. Le temps passé à l'élevage de reines, à la gestion des nuclei et au remérage des colonies de la modalité Remérage contrôlé a été comptabilisé comme spécifique à cette modalité de gestion. Le temps passé a été comptabilisé à l'échelle de la demi-journée, en incluant le temps de transport pour se rendre sur les emplacements et en comptant l'ensemble des personnes mobilisées. Par exemple, une journée de suivi à deux personnes a été comptabilisée comme deux jours de suivi.

La majorité des visites au rucher a inclus à la fois de la gestion apicole (ex. pose de hausses) et du suivi expérimental (ex. prélèvements d'ouvrières pour un comptage de varroa et notation de l'état des colonies). Le temps comptabilisé inclut ces deux activités du fait de la difficulté à séparer le temps passé à l'une et à l'autre.

2.3.2 Analyse des données

Certaines données ont été analysées à l'échelle du lot de colonie (évolution globale du nombre de colonies, production totale, temps passé) et d'autres à l'échelle de la colonie (production moyenne par colonie, autonomie alimentaire, population des colonies, fréquence des remérages, infestation en varroa).

Du fait de l'objectif de l'expérimentation de maintenir un nombre minimum de colonies par lot, certaines colonies suivies ne l'ont pas été au cours de l'ensemble de l'expérimentation mais ont été intégrées plus tard pour compenser des pertes survenues en cours d'expérimentation. Certaines analyses n'ont donc été menées que sur les colonies présentes sur l'ensemble des trois saisons suivies (analyse de survie des colonies, fréquence des remérages naturels), quand d'autres considèrent l'ensemble du cheptel (production, autonomie alimentaire).

Les ruchers couplés deux à deux (emplacements d'hivernage à quelques centaines de mètres, emplacement en miellées commun) ont été considérés comme un même emplacement dans la prise en compte des effets de l'emplacement.

Les pertes de colonies au cours des trois saisons apicoles suivies ont été étudiées via une analyse de survie de Kaplan-Meier (Pirk et al., 2013). La fréquence de survenue des remérages naturels, pour laquelle trois classes de remérages ont été considérés (pas de remérage, un seul, deux et plus) a été analysée via un test du χ^2 . Les autres données analysées à l'échelle de la colonie (production, charge en varroa, autonomie alimentaire, évaluation du comportement) l'ont été via des modèles linéaires ou des modèles linéaires généralisés selon la normalité ou non des données.

L'analyse des données a été réalisée sous le logiciel R (R Core Team, 2016), et les graphiques via le package ggplot2 (Wickham, 2016).

3. RESULTATS

3.1 Maintien du nombre de colonies

Le maintien du nombre visé de 30 colonies par lot lors de l'entrée en production est le résultat à la fois des pertes de colonies et des créations d'essaims au sein de chaque lot. L'analyse a donc porté sur ces pertes et créations de colonies avant de considérer de façon globale le maintien ou non du cheptel pour les différents lots de colonies.

3.1.1 Pertes et création de colonies

Sur l'ensemble de l'expérimentation, les plus fortes pertes sont survenues au sein du lot « gestion Remérage naturel * génétique Remérage contrôlé ». Treize colonies sur les 30 initiales de ce lot sont mortes au cours du suivi, principalement au cours de la saison 2017 (Figure D.5). Lors de cette saison, la plupart de ces pertes ont succédé à des affaiblissements de colonies survenus lors de la miellée d'acacia (où les conditions météorologiques étaient mauvaises).

En considérant les colonies présentes dès 2016 dans l'expérimentation, la mortalité apparaît liée à la modalité de gestion pour les colonies de la génétique Remérage contrôlé ($p=0.018$), mais ce n'est pas le cas pour les colonies de la génétique Remérage naturel. Parmi les colonies mortes au cours de l'expérimentation, une grande partie avaient été identifiées en amont comme

bourdonneuses (ponte d'œufs non fécondés qui donneront uniquement naissance à des mâles, ce qui résulte d'une absence de la reine ou d'un problème de ponte de la reine). Les pertes de colonies sont ainsi principalement survenues pendant la saison apicole et non en hivernage.

Parallèlement à ces pertes de colonies, de nouvelles colonies ont été créées aux printemps 2017 et 2018 par prélèvement de cadres de couvain (cf. règles de décision de gestion de l'essaimage et de la création d'essaims). Le nombre de colonies créées au sein de chaque lot est comparable (Figure D.4).

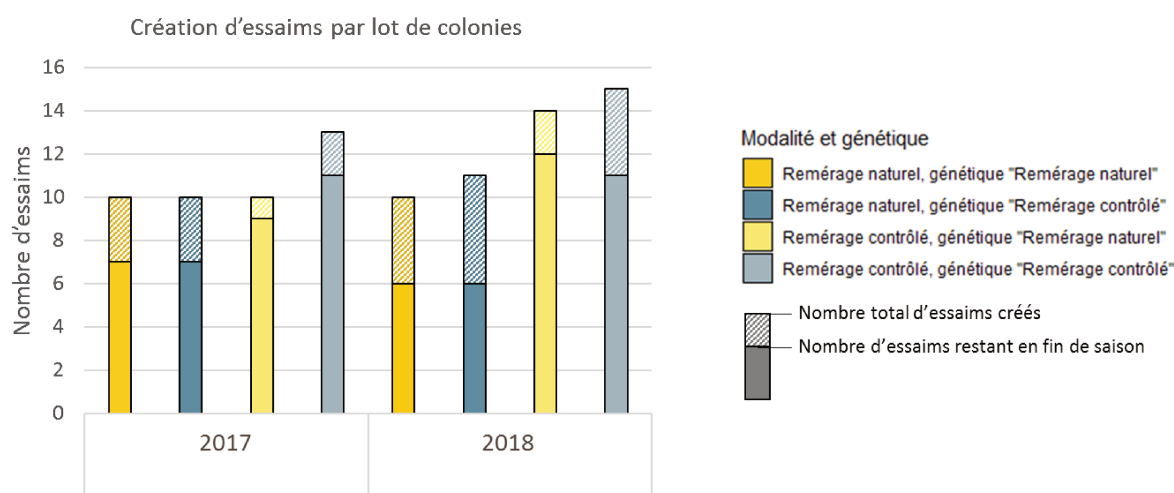


Figure D.4 : Nombre d'essaims créés par lot de colonies et part des essaims survivants en fin de saison apicole.

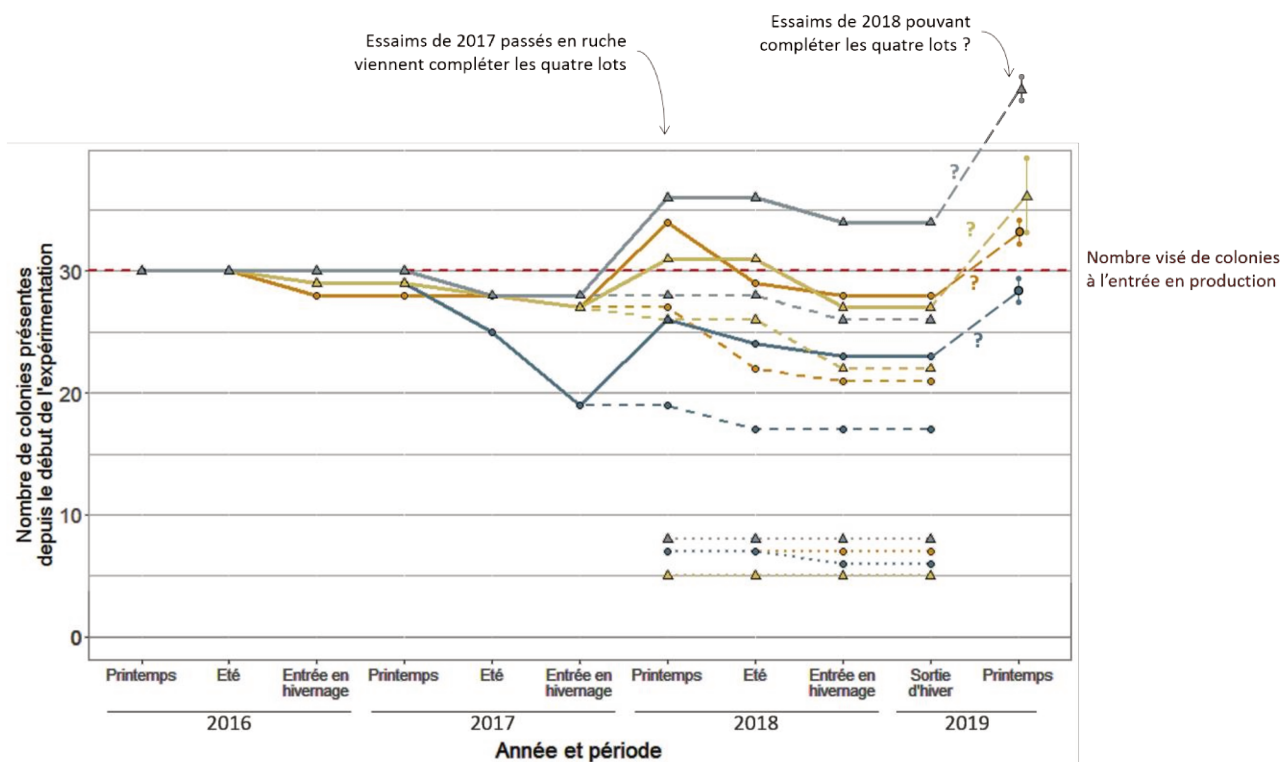
3.1.2 Maintien du nombre de colonies visé

Le nombre visé de 30 colonies par lot lors de l'entrée en production a pu être maintenu pour 3 lots sur 4 pour la saison 2018 (la compensation des pertes en colonies n'ayant pu survenir qu'à partir de 2018, via les essaims créés en 2017). Pour le lot « Gestion Remérage naturel * génétique Remérage contrôlé », le nombre de colonies à l'entrée en production en 2018 n'a été que de 24 colonies, le nombre d'essaims issus de ce lot et pouvant être transvasés en ruche au printemps 2018 n'étant pas suffisant pour compenser les pertes survenues parmi les colonies de production en 2016 et 2017 (Figure D.5).

L'expérimentation a été arrêtée en fin d'hivernage 2018-19. Au vu des effectifs d'essaims à l'entrée en hivernage et du développement des colonies en fin d'hivernage, ce lot « Gestion Remérage naturel * génétique Remérage contrôlé » n'aurait pas atteint le nombre visé de 30 colonies en production en 2019.

Pour les trois autres lots, l'objectif de 30 colonies en production a été atteint en 2018 et les effectifs d'essaims à l'entrée en hivernage 2018-19 étaient suffisants pour que ce soit également le cas en 2019, avec un excédent de colonies par rapport au seuil visé de 30 colonies (Figure D.5).

Évolution du nombre de colonies en ruche par lot



Légende des couleurs

- Remérage naturel, génétique « Remérage contrôlé »
- ▲ Remérage contrôlé, génétique « Remérage contrôlé »
- Remérage naturel, génétique « Remérage naturel »
- ▲ Remérage contrôlé, génétique « Remérage naturel »

Légende des figurés des lignes

- Nombre total de colonies par lot (= 1 + 2)
- - - Colonies présentes dans le lot depuis 2016 (1)
- Colonies présentes dans le lot depuis 2018 (2) (essaims créés en 2017 et passés en ruche)

Figure D.5 : Évolution du nombre de colonies (hors essaims en ruchettes) au cours de l'expérimentation. L'expérimentation ayant pris fin peu après la sortie d'hiver 2019, les colonies créées en 2018 n'ont pas pu être intégrées et seuls les premiers transvasements en ruches au printemps ont pu être suivis. Les évolutions possibles par lot au printemps 2019 sont donc représentées en considérant le nombre d'essaims par lot à l'entrée en hivernage (nombre maximal possible de colonies pouvant intégrer le lot) et le nombre d'essaims pouvant être transvasés en ruche au début du printemps (nombre minimal de colonies pouvant intégrer le lot au printemps). La barre d'erreur représente ces nombres maximal et minimal possibles de colonies par lot.

3.1.3 Renouvellement des reines : remérages naturels au sein des colonies

Au sein des colonies laissées en remérage naturel, la grande majorité (environ 85 %) a reméré au moins une fois au cours des trois saisons apicoles suivies. Certaines colonies du lot « gestion Remérage naturel * génétique Remérage contrôlé » ont même reméré 4 à 5 fois sur les trois saisons, soit deux fois par saison (Figure D.6).

Dans la modalité de gestion Remérage contrôlé, où les colonies étaient remérées de façon systématique en fin d'été, près de 65 % ont également reméré de manière naturelle au moins une fois au cours de l'expérimentation. Le nombre de remérages naturels survenus sur les trois saisons apparaît plus élevé au sein de la modalité de gestion Remérage naturel ($p=0.048$, en considérant trois situations : pas de remérage, un seul, deux et plus). Il apparaît lié également à la génétique des colonies : le nombre de remérages est plus élevé au sein du lot « gestion Remérage naturel * génétique Remérage contrôlé », et l'est moins au sein du lot « gestion Remérage Contrôlé

* génétique Remérage naturel » où près de la moitié des colonies n'a pas reméré de façon naturelle au cours des trois saisons suivies.

Les colonies de la modalité de gestion Remérage naturel ont pour la plupart reméré une à deux fois sur les trois saisons apicoles, et ont donc dans l'ensemble des reines plus âgées que celles de la modalité Remérage contrôlé pour lesquelles ces remérages naturels s'ajoutent aux remérages systématiques en fin d'été.

Il apparaît donc que parmi les colonies du lot « gestion Remérage naturel * génétique Remérage contrôlé » (qui est celle où les mortalités de colonies étaient les plus élevées), les remérages naturels ont été plus fréquents : la survenue plus fréquente de remérages naturels au sein de ces colonies pourrait avoir augmenté les risques d'échec de remérage, qui sont un facteur de mortalité.

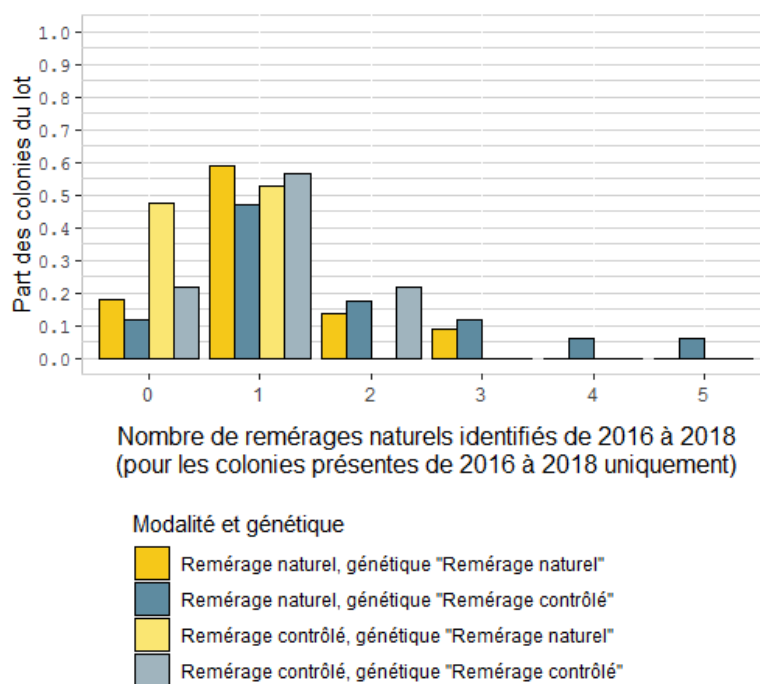


Figure D.6 : Répartition des colonies selon le nombre de remérages naturels survenus entre 2016 et 2018. Seules les colonies présentes dès 2016 et encore présentes pour la saison apicole 2018 sont représentées ici (soit pour la modalité Remérage naturel * génétique Remérage naturel : 21 colonies ; modalité Remérage naturel * génétique Remérage contrôlé : 17 colonies ; modalité Remérage contrôlé * génétique Remérage naturel : 22 colonies ; modalité Remérage contrôlé * génétique Remérage contrôlé : 26 colonies).

Cependant, les remérages réellement survenus pourraient être un peu plus nombreux que ceux identifiés, un certain délai pouvant s'écouler entre deux vérifications visuelles de la reine : un remérage naturel a été enregistré lorsqu'une reine non marquée était observée au sein de la colonie, une recherche poussée de la reine étant effectuée au printemps et à l'automne. Par ailleurs, plusieurs colonies avec deux reines ont été observées au cours du suivi : deux au sein de la modalité Remérage contrôlé où les deux reines ont été supprimées lors des remérages, et une au sein de la modalité Remérage naturel où les deux reines ont cohabité au moins 18 mois.

3.2 Temps de gestion de différents lots

Le temps de gestion des différents lots a été estimé par modalité de gestion, sans distinction entre les deux génétiques puisque ces dernières n'entraînent pas de pratiques de gestion ni de suivi différentes. En excluant l'année 2016 pour laquelle la gestion des deux modalités était relativement incomplète (année de mise en place de l'expérimentation : pas de gestion de l'essaimage, distinction entre les deux modalités uniquement en fin de saison), la modalité de gestion Remérage contrôlé a demandé un temps de travail supérieur de 50 (en 2018) à 90 % (en 2017), le temps estimé incluant pour les deux modalités le suivi expérimental des colonies qui ne pouvait être distingué du temps de gestion apicole. Le temps supplémentaire a été dû à la gestion de l'élevage de reines et des nuclei de fécondation tout au long de la saison, ainsi qu'à la réalisation des remérages en fin de saison (recherche des reines, introduction, visite de contrôle). Il est moins élevé en 2018 notamment car une partie des reines pour le renouvellement ont alors été achetées et non élevées au sein de l'ITSAP, et que le temps global de gestion a été plus élevé en 2018 : la part liée à la gestion des reines a donc diminué.

Certaines spécificités liées à l'aspect expérimental de la gestion du cheptel ont augmenté le temps nécessaire : gestion de deux zones de fécondation relativement éloignées pour les nuclei, temps de suivi en même temps que de gestion. Les temps enregistrés ici sont nettement plus élevés que ceux estimés en exploitation apicole pour les deux modalités de gestion des reines. Cependant, le temps de suivi expérimental étant comparable pour les deux modalités, la différence de temps passé reste principalement due aux pratiques mises en œuvre (en particulier à la gestion des nuclei).

3.3 Production et qualité du cheptel

3.3.1 Récolte de miel

Les conditions météorologiques lors de la miellée d'acacia 2017 ayant été mauvaises, seule la miellée de lavande a donné lieu à une récolte en 2017. En 2018, deux récoltes de miel ont pu être faites (acacia et lavande). Une récolte de miel de lavande dans le corps des colonies a été réalisée en 2016 (avant la distinction entre les deux modalités de gestion) et en 2017. En 2018, la place dans les corps de ruche étant suffisante pour la reprise de ponte, il n'y a pas eu de récolte en corps.

La production de miel de lavande apparaît liée à l'année, en interaction avec la modalité de gestion : en 2017, la modalité Remérage contrôlé a permis une meilleure récolte de miel ($p=0.008$, sans que l'origine génétique ait un effet), mais cela n'a pas été le cas en 2018 où la récolte est comparable entre les lots de colonies comme entre les emplacements (Figure D.7).

La production de miel d'acacia (en 2018) des différents lots de colonies apparaît liée à l'emplacement : d'un emplacement à l'autre, ce n'est pas le même lot qui a permis la meilleure récolte (le lot « modalité Remérage naturel * génétique Remérage naturel » sur l'un de deux emplacements, et les deux lots de la modalité Remérage contrôlé sur l'autre). La variabilité de production apparaît comparable entre les différents lots. Cependant, la part des colonies non productives (aucune récolte) est plus élevée au sein de la modalité de gestion Remérage naturel : 12 et 22 % pour la gestion Remérage contrôlé (respectivement la génétique Remérage naturel et celle Remérage contrôlé), alors qu'elle est de 45 et 30 % pour gestion Remérage naturel

(respectivement la génétique Remérage naturel et celle Remérage contrôlé). Si la production globale des différents lots reste comparable, cette hétérogénéité peut entraîner un suivi des colonies en miellée moins aisé pour l'apiculteur (toutes les colonies n'étant pas au même niveau de développement).

La variabilité de la production est donc élevée au sein de chacun des lots, et les différences de production d'un lot à l'autre apparaissent liées aux conditions annuelles et aux emplacements de miellée : d'une situation à l'autre, ce n'est pas le même lot qui permet la plus forte production par colonie. Cette variabilité entre miellées et années se retrouve en considérant la production totale par lot (Figure D.8). Cette production totale est moindre pour le lot « modalité Remérage naturel * génétique Remérage contrôlé » pour la miellée de lavande 2017, lors de laquelle ce lot regroupait moins de colonies que les autres lots étant donné la mortalité plus élevée survenue en 2017 pour ce lot. Cette moindre production se retrouve mais de manière moins marquée pour la miellée d'acacia en 2018 (où la production est plus élevée pour le lot « modalité Remérage contrôlé * génétique Remérage naturel »), et la production totale par lot est comparable pour la miellée de lavande en 2018.

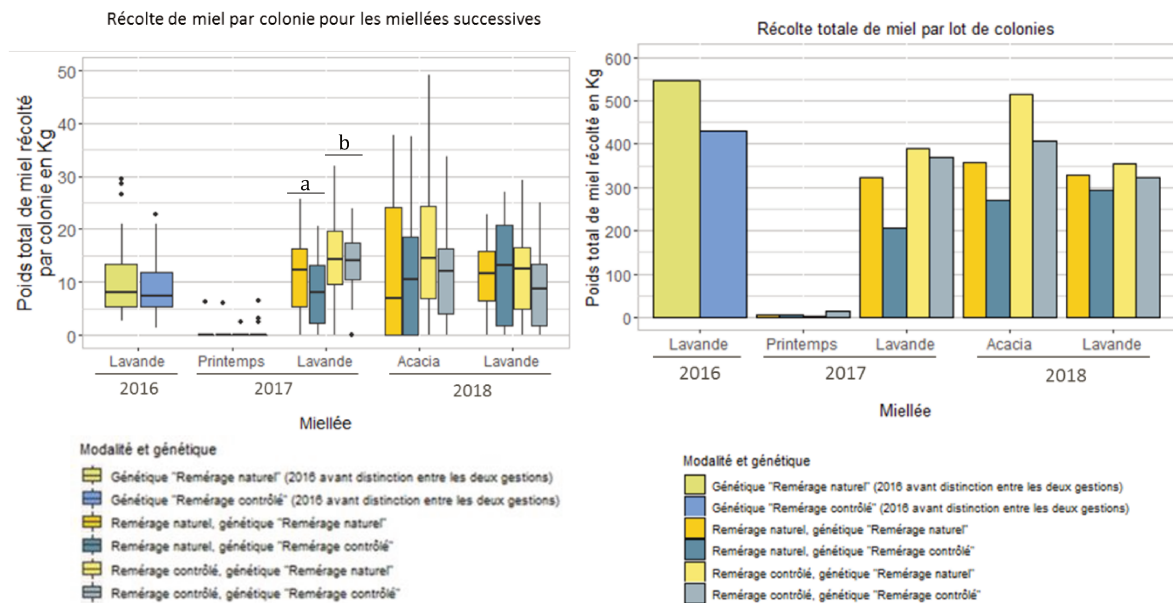


Figure D.7 : Récolte de miel par colonie et par lot sur les miellées successives au cours de l'expérimentation. La production de miel considérée ici inclut la production en hausses, ainsi que la récolte de miel en corps en fin d'été (en 2016 et 2017). Les lettres différentes indiquent une différence significative.

Figure D.8 : Récolte totale de miel (hausse et corps) par lot de colonie sur les miellées successives au cours de l'expérimentation.

Sur l'ensemble de l'expérimentation, la variabilité de la production par colonie est donc plus liée au contexte (emplacement, miellée, année) qu'à la modalité de gestion ou à la génétique des colonies, avec une hétérogénéité de la production (part des colonies improductives) plus forte au sein de lots en remérage naturel pour certaines miellées.

3.3.2 Autonomie alimentaire des colonies et apports de nourrissage

Des apports alimentaires sous forme de sirop ou de candy ont été réalisés pendant les hivernages 2016-17 et 2017-18 ainsi qu'en fin de printemps 2017 (pendant la période de miellée d'acacia où les conditions météorologiques étaient défavorables). L'autonomie alimentaire des colonies, estimée par la quantité d'apports de nourrissage sur chaque période (en Kg équivalent sucre, qui correspond au poids sec de sucre apporté), varie selon l'origine génétique des colonies, l'emplacement et la période (hivernages 2016-17 et 2017-18, fin de printemps 2017). Les quantités de sucre apportées pendant l'hivernage sont de l'ordre de 4 à 5 Kg équivalent sucre sur l'un des emplacements d'hivernage et de 2 à 3 Kg sur l'autre, ce qui correspond à une fourchette basse de ce qui est apporté en moyenne en exploitation apicole (Réseau d'exploitations apicoles de référence : ITSAP-Institut de l'Abeille, 2018). Ils ont été plus élevés pour l'origine génétique « Remérage contrôlé », cette différence entre les deux génétiques étant plus marquée sur l'un des deux emplacements d'hivernage que sur l'autre et n'apparaissant pas pour les apports alimentaires en fin de printemps 2017 mais uniquement en périodes d'hivernage. Ces apports plus conséquents sont cohérents avec une surface de réserves en miel (estimée par la méthode ColEval) plus faible pour cette génétique à l'entrée en hivernage en 2016 et 2017, mais cette différence de surface de réserves ne se retrouve en sortie d'hivernage que pour l'un des deux emplacements, ce qui peut être dû aux apports alimentaires sous forme de sucre fournis pendant l'hivernage aux colonies dont les réserves étaient plus faibles.

La modalité de gestion des remérages n'a pas eu d'impacts sur ces besoins en nourrissage au cours des deux saisons et hivernages suivis. Les surfaces en réserves de miel des colonies ne diffèrent pas non plus entre les deux modalités de gestion au long de l'expérimentation.

3.3.3 Population des colonies

Les colonies des deux origines génétiques se distinguent en début d'expérimentation par une plus forte population en abeilles à l'entrée en hivernage 2016-17 et en fin de printemps 2017 pour la génétique Remérage contrôlé (sur un seul des emplacements, population estimée par la méthode ColEval). Les effets de l'année et de l'emplacement sont importants : entre 2017 et 2018, ce n'est la même origine génétique qui présente la plus grande surface de couvain, et cette distinction n'est visible que sur l'un des deux emplacements. Sur les deux saisons apicoles suivies avec une distinction entre les modalités de gestion (2017 et 2018), les différences observées de population d'abeilles entre colonies sont également plus variables d'un emplacement et d'une année à l'autre qu'entre modalités de gestion.

3.3.4 État sanitaire des colonies

La quantité de varroas présents dans les colonies varie entre le début et la fin de l'été, d'une colonie à l'autre mais aussi d'une année et d'un emplacement à l'autre, avec des interactions entre ces différents facteurs (Figure D.9). En 2016, le taux d'infestation en varroa (en nombre de varroas phorétiques pour 10 g d'abeilles) était plus faible dans les colonies de l'origine génétique Remérage contrôlé (environ 1,25 varroa pour 10 g d'abeilles contre plus de 5 pour l'origine génétique Remérage naturel). Cette différence ne se retrouve pas toujours par la suite mais uniquement pour l'un des deux emplacements de ruchers. Des différences entre modalités de

gestion ne sont observées qu'en 2017 et sur l'un des deux emplacements, le lot « gestion Remérage naturel * origine génétique Remérage contrôlé » présentant une quantité supérieure de varroa en début d'été sans que cela ne se retrouve en fin d'été.

En considérant les différentes saisons apicoles suivies, la modalité de gestion des reines n'a pas eu de conséquences visibles sur la quantité de varroa présents dans les colonies en expérimentation.

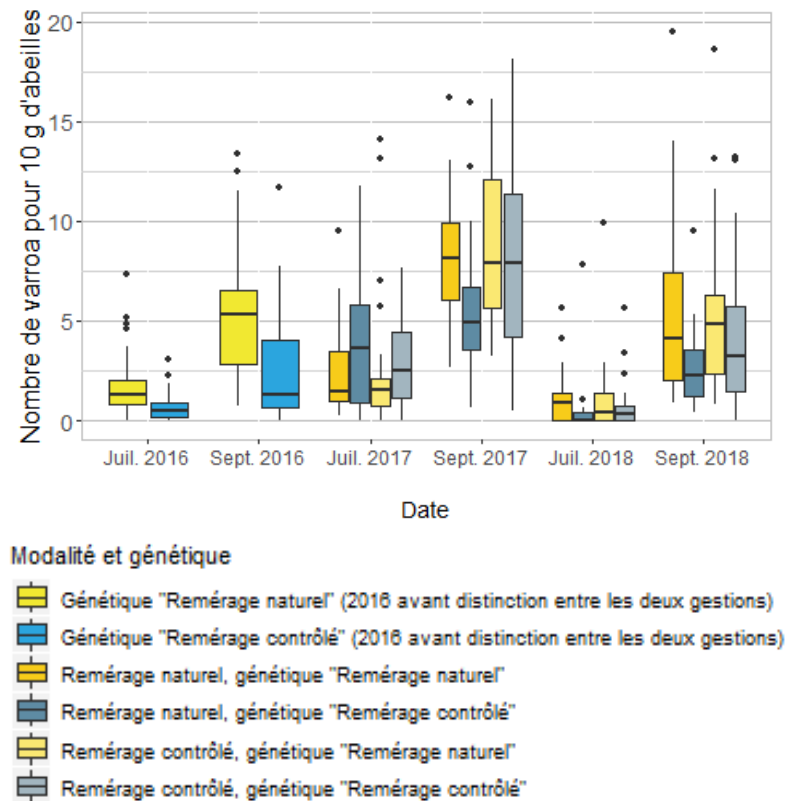


Figure D.9 : Quantité de varroas phorétiques rapportés à 10 g d'abeilles présents dans les colonies de 2016 à 2018.

4. DISCUSSION

4.1 Principaux résultats de l'expérimentation et applications possibles

4.1.1 Bilan de l'évaluation des différentes modalités

Les deux modalités de gestion des reines ont ici eu un effet sur les pertes de colonies, et le nombre visé de colonies n'a pu être maintenu que pour trois des quatre lots de colonies. Cet effet de la modalité de gestion des reines n'est pas le même sur les deux génétiques testées : ces pertes plus élevées lorsque les colonies sont laissées en remérage naturel (modalité de gestion Remérage naturel) ne sont survenues que parmi les colonies dont la reine initiale provient d'une exploitation où les colonies sont remérées régulièrement (origine génétique Remérage contrôlé). La fréquence des remérages naturels constatés au sein de ces colonies est plus haute, ce qui pourrait expliquer en partie les pertes de colonies.

Au cours des deux saisons suivies et aux dates d'estimation de la composition des colonies (ColEval), des différences entre les deux origines génétiques à certaines périodes de l'année confirment les différences initiales entre les deux génétiques comparées. La variabilité de la composition des colonies entre les deux emplacements de ruchers et d'une année à l'autre est forte, et il n'y a pas eu de différence marquée constatée entre les deux modalités de gestion des reines en termes de population des colonies et de surface de couvain. Les réserves alimentaires à l'automne et le besoin en apport de nourrissage pendant l'hivernage apparaissent plus liées à l'origine génétique des colonies qu'à la gestion des reines. L'infestation en varroa des colonies n'a pas non plus été impactée par les différences de gestion des reines.

La quantité de miel produite par colonie est comparable entre les différentes modalités. Cependant, le moindre nombre de colonies dans la modalité où les pertes ont été plus élevées a entraîné une production totale du lot de colonies plus faible sur certaines miellées, et une plus forte variabilité entre colonies est apparue parmi les colonies de la gestion Remérage naturel.

4.1.2 Origine des reines : adéquation entre pratique et génétique

Les principaux résultats de l'expérimentation présentée ici sont les interactions constatées entre l'origine génétique des colonies et leur gestion. En exploitation apicole, si la réalisation d'une sélection interne à l'exploitation en cohérence avec les critères de sélection visés par l'apiculteur peut favoriser l'adaptation de la génétique du cheptel aux pratiques apicoles, les résultats présentés ici posent la question de l'adaptation de la génétique aux pratiques de gestion dans le cas d'une sélection ou d'un approvisionnement en reines extérieur à l'exploitation. En effet, les pratiques et critères de sélection de l'éleveur ne correspondent pas forcément aux objectifs et pratiques de l'apiculteur acheteur. Pour favoriser l'adéquation entre la génétique des colonies et les pratiques apicoles mises en œuvre (particulièrement dans le cas de systèmes apicoles où les colonies sont laissées en remérage naturel), ces critères de sélection et pratiques apicoles de l'éleveur sont donc pertinentes à considérer en cas d'achat ou d'approvisionnement extérieur en reines. En pratique, la manière dont un apiculteur s'approvisionne en reines est déterminante pour accéder à ces informations : l'achat directement à un éleveur connu permet un échange avec l'éleveur sur ces questions, alors qu'un approvisionnement auprès d'un grossiste limite cette possibilité. Parmi les apiculteurs rencontrés dans l'analyse des stratégies de renouvellement

existantes (Chapitre B), la plupart de ceux qui ont recours à un achat de reines se fournissent directement auprès d'un éleveur et ont donc l'occasion d'aborder ces questions (sans que les entretiens menés ne permettent de préciser si c'est ou non le cas en pratique).

Les deux origines génétiques comparées sont issues de pratiques de sélection et de gestion des colonies différentes. Si les colonies d'origine génétique Remérage contrôlé sont ici apparues moins adaptées à une gestion en remérages naturels, les pertes supérieures au sein de ce lot « modalité de gestion Remérage naturel * origine génétique Remérage contrôlé » sont principalement survenues en début d'expérimentation (2016 et 2017), et le nombre de colonies de ce lot était plus proche du seuil visé en fin d'expérimentation. Les questions de l'évolution de chacune des génétiques en réponse aux pratiques apicoles mises en place dans les deux modalités et du temps nécessaire de sélection pour aboutir à un cheptel adapté aux pratiques mises en œuvre peut donc se poser, sans que la durée de l'expérimentation ne permette ici d'apporter des éléments de réponse.

4.1.3 Maintien du cheptel dans les différents lots étudiés

Au niveau apicole, les conséquences des pratiques de gestion des reines n'ont pas été les mêmes pour les deux origines génétiques des colonies intégrées au sein de l'expérimentation. Pour les colonies dont les reines initiales étaient issues d'une exploitation où les colonies sont régulièrement remérées (origine génétique Remérage contrôlé), le passage à un système apicole où les colonies sont laissées en remérage naturel (modalité de gestion Remérage naturel) a entraîné des pertes plus élevées. Giacobino et al. (2016) ont identifié des pertes hivernales plus fortes au sein de cheptels d'apiculteurs dont les colonies sont laissées en remérage naturel par rapport à des cheptels régulièrement remérés : ce n'est pas le cas ici où les pertes sont très majoritairement survenues en saison apicole, et pour une seule des deux origines génétiques étudiées. Sans que le niveau de détail du suivi ne permette ici de préciser les facteurs de mortalités de chaque colonie, le plus grand nombre de remérages naturels constatés au sein du lot où les pertes étaient plus fortes apparaît cohérent avec les observations de vanEngelsdorp et al. (2013) qui identifient la survenue d'un remérage naturel comme un facteur de risque de mortalité pour la colonie. Le remérage naturel d'une colonie entraîne en effet un risque d'échec possible (problème dans l'élevage ou l'émergence de la reine, ou dans le vol de fécondation : prédation, conditions météorologiques défavorables...) qui peut mener à une mauvaise entrée en ponte voire à une absence de reine dans la colonie, ce qui ne lui permet pas de survivre à long terme. Une partie des colonies mortes en saison ont été identifiées en amont comme étant bourdonneuses, ce qui peut être lié à un tel échec de remérage. Les pertes en saison ont constitué ici la grande majorité des pertes de colonies survenues mais ne sont pas toujours prises en compte dans les études et enquêtes sur les pertes de colonies d'abeilles, qui portent principalement sur les pertes hivernales (van der Zee et al., 2013). Par rapport aux pertes hivernales qui peuvent être facilement calculées par la différence entre le nombre de colonies en début et en fin d'hivernage, les pertes en saison sont plus difficiles à estimer et à suivre étant donné les fluctuations de la taille d'un cheptel en saison apicole au gré des créations ou regroupements de colonies (van der Zee et al., 2013) mais restent donc pertinentes à considérer.

Pour le lot « modalité de gestion Remérage naturel * origine génétique Remérage contrôlé » où les pertes ont été plus élevées, celles-ci n'ont pas pu être compensées par les colonies créées avant

la fin de l'expérimentation et le nombre visé de colonies en production n'a donc pas pu être maintenu. Cependant, la compensation des pertes par l'intégration de nouvelles colonies au sein de chaque lot n'a pu intervenir qu'à partir de 2018, soit deux ans après le début de l'expérimentation, via les essaims créés en 2017. En 2018, les compensations des pertes des deux saisons précédentes (2016 et 2017) reposaient donc sur une seule période de création d'essaims. La durée de l'expérimentation n'a donc pas réellement permis de s'affranchir des spécificités des premières années suite à sa mise en place. Cette expérimentation, menée ici sur trois saisons apicoles (dont seulement deux après le début de la distinction entre les deux modalités de gestion des reines), aurait donc gagné à être conduite sur une plus longue durée pour estimer le maintien du cheptel à plus long terme pour chacune des modalités étudiées.

4.1.4 Production de miel des colonies

Sur les deux saisons apicoles suivies où deux gestions différentes des reines ont été mises en œuvre, des interactions entre ces pratiques de gestion et le contexte environnemental et apicole sont apparues. L'effet des emplacements des ruchers ainsi que des conditions annuelles pendant les périodes de miellées ont eu ici des conséquences plus marquées sur la production de miel et sur l'état des colonies (population, infestation en varroa) que les pratiques de gestion des reines. Ce résultat est cohérent avec d'autres études portant sur les conséquences de la fréquence de remérage des colonies sur la production de miel et la population des colonies, qui n'apparaissent pas différer entre des colonies remérées ou non une fois passées quelques semaines après le remérage (Botías et al., 2012).

Une plus forte hétérogénéité en termes de production de miel par colonie a été constatée sur la miellée d'acacia pour les lots gérés en Remérage naturel, avec un plus grand nombre de colonies non productives au sein du lot. La miellée d'acacia se situant en début de saison, cela pourrait correspondre à la période où les remérages naturels sont plus fréquents. Malheureusement, les périodes de recherche systématique des reines dans l'expérimentation (printemps et automne) n'ont pas permis de dater avec précision les remérages survenus. Si la production de chaque lot est tout de même comparable, cette hétérogénéité au sein des ruchers peut compliquer leur gestion. Dans ce cadre expérimental, toutes les colonies de chaque lot ont été transhumées sur les miellées successives. Au sein d'une exploitation apicole, un tri des colonies avant les transhumances peut être réalisé pour aboutir à des ruchers plus homogènes, mais demande un temps supplémentaire de gestion des colonies.

4.2 Limites et perspectives

Si l'approche à l'échelle d'un système permet d'identifier d'éventuelles conséquences inattendues de différentes gestions et de se rapprocher des conditions rencontrées en exploitation, plusieurs limites peuvent être rencontrées pour l'applicabilité des résultats à une plus large échelle et pour la formulation de recommandations. La variabilité des conditions climatiques et environnementales d'une exploitation à l'autre limite la représentativité d'une telle expérimentation dans d'autres contextes régionaux ou climatiques (Debaeke et al., 2009). Dans l'expérimentation mise en place, les conséquences de la variabilité des conditions climatiques et environnementales sont renforcées par la courte durée de l'expérimentation : seulement deux saisons apicoles ont pu être suivies, et des différences sont constatées entre ces deux années (en termes de production, infestation en *Varroa*, population des colonies). La conduite de l'expérimentation sur une plus longue période aurait donc été pertinente : cela aurait permis d'estimer le maintien du cheptel à plus long terme pour chacune des modalités étudiées voire d'intégrer la question de l'évolution de chacune des génétiques en réponse aux pratiques apicoles.

L'élargissement des domaines d'application des résultats peut passer par la mise en place de réseaux expérimentaux en exploitation (Debaeke et al., 2009). Lorsque des modèles biotechniques considérant les pratiques de gestion agricoles existent pour le système concerné, les résultats de tels expérimentations peuvent aussi servir de base pour modéliser les conséquences possibles des systèmes étudiés à plus long terme (Scott et al., 2013a) mais le manque de modèles existants qui prennent en compte les différentes pratiques de gestion du cheptel et le petit nombre de saisons suivies limitent ici cette possibilité.

Afin de conserver un nombre suffisant de colonies dans chaque lot, seulement deux modalités de gestion des reines ont été comparées dans cette expérimentation. Entre ces deux modalités contrastées, d'autres pratiques de gestion des reines peuvent être mises en place. Dans le cas d'une poursuite de l'expérimentation, une évolution des règles de décision des modalités de gestion retenues aurait pu être envisagée pour les adapter aux résultats obtenus sur ces premières années. L'un des intérêts des règles de décision pour définir une modalité de gestion réside en effet dans leur évolution possible pour assurer leur pertinence dans le contexte rencontré et par rapport aux objectifs et résultats du système (Badgery et al., 2017; Scott et al., 2013b). La modalité de gestion des reines basée sur un remérage naturel des colonies, telle que définie par les règles de décision élaborée en début d'expérimentation, n'a ainsi permis de maintenir le nombre visé de colonies en production que pour l'une des deux origines génétiques de colonies testées. Pour atteindre les objectifs fixés de maintien du cheptel, la gestion de ce lot de colonies aurait pu évoluer pour intégrer les pertes plus élevées constatées, par exemple par la création d'un plus grand nombre d'essaims (en prélevant un plus grand nombre de cadres dans les colonies au printemps) ou par la possibilité de remérer les colonies affaiblies par l'introduction d'une reine d'élevage ou le regroupement avec un essaim.

5. CONCLUSION

L'expérimentation présentée dans ce chapitre a permis d'évaluer certaines conséquences techniques de choix de gestion des reines en termes de maintien d'un cheptel productif, considéré ici comme le principal objectif de la gestion du renouvellement. Les résultats identifient principalement les interactions possibles entre plusieurs choix techniques : selon l'origine génétique des colonies, les conséquences d'une même gestion apicole ne seront pas les mêmes en termes de maintien du cheptel. Cela souligne l'importance de considérer la gestion d'un cheptel apicole dans son ensemble, et de replacer les différentes pratiques dans leur contexte pour les étudier.

En lien avec les objectifs de l'apiculteur, les performances d'une stratégie de gestion du renouvellement sont à considérer par rapport à un ensemble de critères. En apportant des éléments sur les conséquences des stratégies de renouvellement par rapport à l'objectif technique de maintien d'un cheptel productif, ces résultats techniques sont donc complémentaires de ceux concernant le temps et l'organisation du travail présentés dans le chapitre précédent. Ces différents résultats ont conjointement permis de modéliser la capacité de stratégies de renouvellement du cheptel à assurer plusieurs objectifs en parallèle (économique, de temps de travail et d'adaptabilité de la gestion), via le développement d'un modèle dans le cadre de la théorie mathématique de la viabilité. Cette analyse des conséquences possibles des stratégies de renouvellement sur la viabilité de l'exploitation fait l'objet du chapitre suivant.

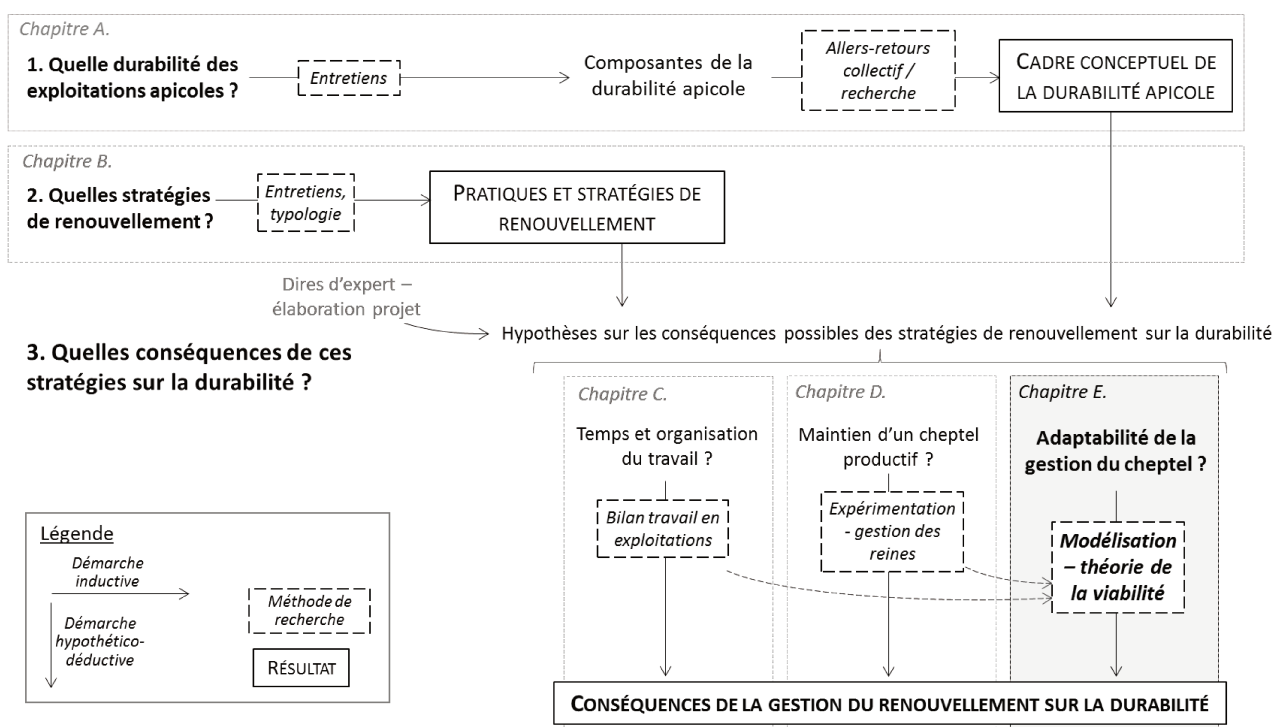
E. INTEGRER L'ADAPTABILITE DANS L'ANALYSE DE LA DURABILITE DES EXPLOITATIONS APICOLES

Dans un contexte d'incertitudes, la capacité d'adaptation des exploitations apicoles est centrale dans leur durabilité (Chapitre A). Cette capacité d'adaptation résulte de plusieurs facteurs dont l'adaptabilité des pratiques, soulignée par ailleurs lors des entretiens menés sur les stratégies de renouvellement du cheptel en tant qu'enjeu de ces stratégies. Cette adaptabilité permet en effet à l'apiculteur de modifier ses pratiques selon le contexte rencontré au cours de la saison (Chapitre B).

Les chapitres précédents s'intéressent à des objectifs parfois difficiles à concilier des stratégies de renouvellement : la mise en place d'un élevage de reines assure ainsi la disponibilité de reines au moment opportun (Chapitre B), mais entraîne des contraintes de temps et d'organisation pour l'apiculteur (Chapitre C). Par la modélisation des principales pratiques de renouvellement des colonies et des reines dans le cadre théorique de la viabilité, ce chapitre étudie la possibilité pour une exploitation d'assurer conjointement un ensemble de contraintes : de temps de travail, de revenus économiques et d'adaptabilité des pratiques de renouvellement. Les conséquences de la mise en œuvre d'un élevage de reines plus ou moins important sur la possibilité d'assurer conjointement ces différents objectifs sont simulées pour deux exploitations. Le modèle développé s'appuie sur les résultats des chapitres précédents, pour identifier les pratiques à considérer ainsi que leurs conséquences en termes de maintien du cheptel et de temps de travail.

Ces résultats ont été présentés au Carrefour de l'Innovation Agronomique « Gestion du risque en agriculture », dont les actes ont été publiés dans la revue *Innovations Agronomiques* (2019, 77 : 31-43).

Questions de recherche



INTEGRER L'ADAPTABILITE DANS L'ANALYSE DE LA DURABILITE DES EXPLOITATIONS APICOLES

MANAGEMENT FLEXIBILITY AND SUSTAINABILITY OF BEE FARMING SYSTEMS

Coline Kouchner^{a,b,c,d}, Rodolphe Sabatier^d, Benjamin Basso^{a,b}, Axel Decourtye^{a,b,e}, Cécile Ferrus^{a,b}, Yves Le Conte^{b,c}, Marc Tchamitchian^d

^a *ITSAP-Institut de l'abeille, 84000, Avignon, France.*

^b *UMT PrADE, 84000, Avignon, France*

^c *Abeilles et Environnement, INRA, 84000, Avignon, France*

^d *ECODEVELOPPEMENT, INRA, 84000, Avignon, France*

^e *ACTA, 84000, Avignon, France*

RESUME

À l'échelle d'une exploitation apicole, la capacité d'adaptation est liée à différents aspects du fonctionnement : aux pratiques de gestion du cheptel, à des choix de commercialisation ou d'organisation. Cette capacité d'adaptation contribue à la durabilité de l'exploitation en lui permettant de composer avec un contexte variable, mais constitue également un élément de plus à considérer dans les compromis à trouver entre plusieurs enjeux de durabilité qui peuvent être antagonistes : viabilité économique, temps de travail... Pour révéler les difficultés possibles à concilier ces différents objectifs avec celui d'adaptabilité dans la gestion du renouvellement du cheptel, nous avons appliqué la théorie de la viabilité à une modélisation des principales options de gestion du renouvellement (gestion des reines, création de nouvelles colonies) et des dynamiques d'évolution du cheptel. Le modèle développé a permis d'étudier les conséquences de différentes pratiques sur la possibilité pour l'exploitation d'atteindre ses objectifs économiques et de temps de travail tout en maintenant un certain niveau d'adaptabilité. Certains choix techniques comme le nombre de reines disponibles (relativement au nombre de colonies de l'exploitation) apparaissent ainsi limiter en amont les options possibles de gestion du cheptel, voire la viabilité de l'exploitation dans certaines situations. L'adaptabilité de la gestion du cheptel apparaît donc comme une contrainte supplémentaire qu'il est parfois difficile de concilier avec d'autres objectifs économiques et sociaux.

Mots-clefs : capacité d'adaptation, gestion du renouvellement, théorie de la viabilité, apiculture

ABSTRACT

As in most farming systems, the adaptive capacity is a key factor for bee farming operations to cope with an uncertain environment. This adaptive capacity is based on several components of the farm: the commercial choices, the work organisation or the colony management practices. This study focuses on the flexibility of the management practices: can this flexibility be easily reconciled with other sustainability goals of the beekeeper, as work organisation issues or economic expectations? To address this question, we developed a model of the main management practices and dynamics of a colony stock under the mathematical framework of viability theory. An economic goal and a work time constraint are considered along with an increasing flexibility goal. Different technical choices in the management practices are simulated. The economic goal and work time constraint were not always compatible with the flexibility goal, partly depending on the technical choices. Flexibility thus appears as an additional constraint that can be difficult for the beekeeper to comply with.

Keywords: adaptive capacity, colony management, viability theory, beekeeping

1. INTRODUCTION

Comme d'autres systèmes agraires, les exploitations apicoles font face à une forte variabilité annuelle de leurs contextes de production, notamment en termes de conditions météorologiques et de disponibilité des ressources alimentaires, en l'occurrence les fleurs produisant du nectar et du pollen collecté par les abeilles. La gestion du cheptel apicole étant fortement dépendante de ces conditions environnementales, l'apiculteur doit pouvoir y adapter son organisation et ses pratiques. Comme pour d'autres systèmes d'élevage et en particulier pastoraux (Scoones et al., 2007; Tessema et al., 2014), la capacité d'adaptation apparaît ainsi comme un enjeu majeur pour les exploitations apicoles face aux incertitudes et à la variabilité du contexte de production (Kouchner et al., 2019). Cette capacité d'adaptation est constituée de plusieurs éléments : (i) la diversité des productions et des ressources qui permet de compenser une production par une autre, (ii) la possibilité d'intégrer de nouvelles connaissances dans la gestion de l'exploitation qui permet l'innovation face au changement, et (iii) l'adaptabilité des pratiques, c'est-à-dire la possibilité de modifier la gestion et les pratiques apicoles pour faire face à des changements de contexte (Darnhofer et al., 2010a).

Dans un contexte de pertes annuelles de colonies potentiellement élevées, un facteur clef de cette adaptabilité concerne notamment la gestion du renouvellement du cheptel qui permet le maintien d'un cheptel productif garant de la viabilité économique de l'exploitation. Sur le plan de la gestion du renouvellement, l'adaptabilité correspond alors à l'existence de plusieurs alternatives dans les pratiques de renouvellement, en particulier pour l'allocation des nouvelles reines (élevées ou achetées) aux différents types de colonies ou pour la création de nouvelles colonies. L'ensemble des pratiques possibles est cependant contraint par différents enjeux de durabilité de l'exploitation, et plus particulièrement par les objectifs de viabilité économique (liée à la production) et les limites de temps de travail disponible.

Quantifier l'adaptabilité d'une exploitation apicole demande de s'intéresser à l'ensemble des options de gestion alternatives. Une telle propriété est donc particulièrement difficile à mesurer *in situ* puisqu'au-delà de la situation observée, elle requiert de s'intéresser à l'ensemble des situations potentielles. Les approches de modélisation se révèlent en revanche particulièrement adaptées pour évaluer de telles propriétés. Le cadre mathématique dit de la théorie de la viabilité (Aubin, 1991) permet de quantifier de telles propriétés d'adaptabilité en recherchant les ensembles de modalités de gestion permettant à un système dynamique de rester dans un ensemble de contraintes au cours du temps (Sabatier et al., 2015b). Pour la première fois, les principales options de gestion du renouvellement d'un cheptel apicole ont ici été modélisées dans un formalisme états-contrôles, pour étudier les conséquences de certains choix techniques en termes d'adaptabilité du système et la compatibilité de cette contrainte d'adaptabilité avec d'autres objectifs sociaux (temps de travail) et économiques (revenus).

2. METHODOLOGIE

Le modèle développé simule l'impact des stratégies de renouvellement du cheptel sur les dynamiques du cheptel ainsi que sur le revenu issu de la production de miel et le temps de travail.

Les algorithmes utilisés identifient les configurations du cheptel (nombre et état des colonies) et les options de gestion (ou contrôles) permettant de respecter les contraintes fixées (revenus, temps de travail, adaptabilité). Cet ensemble de configurations du cheptel ainsi obtenu est appelé « noyau de viabilité ». Parmi les situations permettant de respecter les contraintes économiques et de temps de travail fixé, certaines laissent plus de marge de manœuvre que d'autres : pour certaines situations initiales, il existe en effet un nombre plus ou moins important de stratégies de gestion permettant de respecter les contraintes économiques et de temps de travail. Nous appelons ici « adaptabilité » l'amplitude de la gamme d'options de gestion permettant de respecter des contraintes. Autrement dit, la part des options de gestion qui permettent d'atteindre les objectifs fixés dans une situation donnée, parmi l'ensemble des options existantes. L'adaptabilité est donc considérée comme la possibilité de choisir entre plusieurs pratiques de renouvellement du cheptel selon le contexte rencontré. Sur le plan méthodologique une innovation est ici de considérer explicitement l'adaptabilité comme une contrainte supplémentaire du système et non comme une simple dimension de la performance de ce système. En cela notre approche permet de rechercher l'ensemble des stratégies de gestion permettant de respecter des contraintes économiques et de temps de travail, mais aussi de maintenir un certain niveau d'adaptabilité au cours du temps.

Les différents éléments du modèle (états possibles du cheptel, options de gestion du cheptel à intégrer, dynamiques d'évolution du cheptel) ont été identifiés à dire d'expert, et le paramétrage a été réalisé à partir de données issues de la littérature, d'enquêtes et d'expérimentations.

2.1 Modèle : états, options de gestion et dynamiques considérées

Le modèle développé se situe à l'échelle du cheptel d'une exploitation apicole. Il relie les principales options de gestion du renouvellement aux dynamiques d'évolution du cheptel, considérées sur un pas de temps annuel et une période de 10 ans (Figure E.1).

Deux états $X(t)=(x_0(t), x_1(t))$ sont considérés pour les colonies : les colonies productives x_1 qui assurent la production de miel de l'exploitation, et les colonies improductives x_0 qui ne produisent pas de miel mais contribuent au renouvellement du cheptel.

Trois options de gestion $U(t)=(u_0(t), u_1(t), u_2(t))$ de ce système sont possibles, qui représentent les principales pratiques de renouvellement du cheptel en apiculture. La première correspond à la création de nouvelles colonies à partir des colonies productives (u_0). Les autres options correspondent à l'allocation d'un nombre donné de reines aux trois types de colonies : introduction de reines dans les nouvelles colonies pour accélérer leur entrée en production (u_2), remplacement de reines dans les colonies en production (u_1) ou dans les colonies improductives pour limiter les pertes et affaiblissements ($1-u_1-u_2$). Nous considérons donc (en cohérence avec l'observation des pratiques de terrain) que la mise en place ou non d'un élevage de reines et la quantité de reines élevées sont fixées en amont de la saison apicole, et que les options de gestion correspondent à l'allocation d'un pool de reines à différents usages. La quantité de reines

disponibles pour introduction est définie ici comme une proportion fixe du nombre total de colonies chaque année, dépendant du type de système apicole considéré.

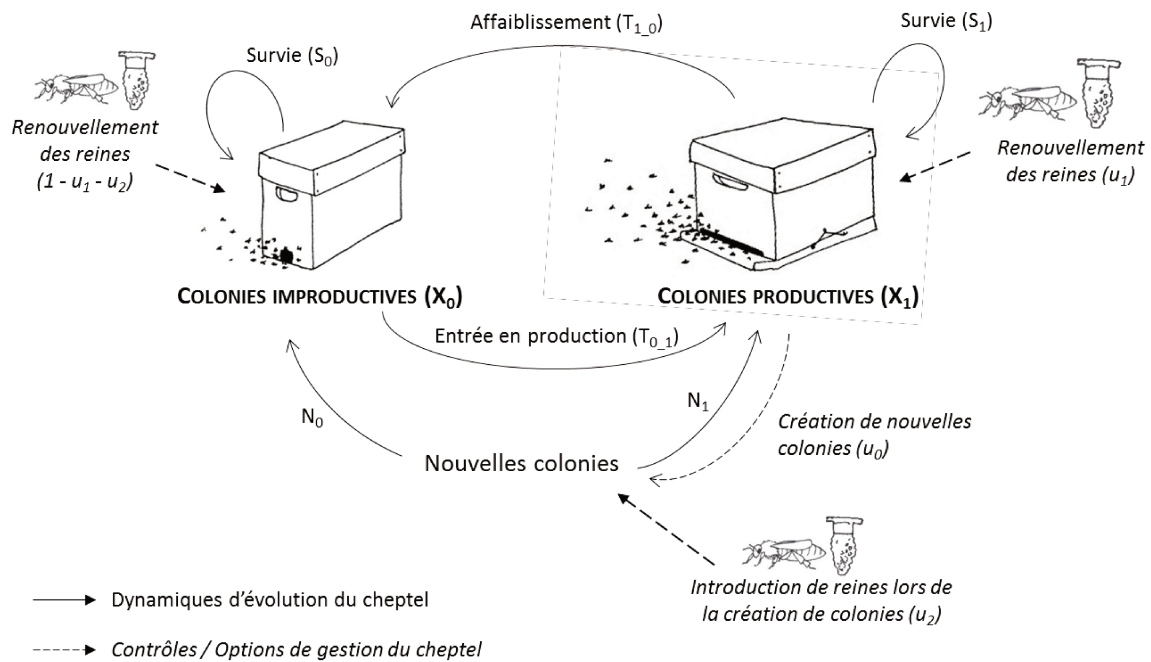


Figure E.1 : Modélisation des dynamiques du renouvellement du cheptel apicole considérées.

Le système d'équations central de ce modèle est le suivant :

$$\begin{cases} x_0(t+1) = S_0(X(t), U(t))x_0(t) + T_{1,0}(X(t), U(t))x_1(t) - T_{0,1}(X(t), U(t))x_0(t) + N_0(X(t), U(t))u_0(t) \\ x_1(t+1) = S_1(X(t), U(t))x_1(t) + T_{0,1}(X(t), U(t))x_0(t) - T_{1,0}(X(t), U(t))x_1(t) + N_1(X(t), U(t))u_0(t) \end{cases}$$

Les dynamiques annuelles d'évolution des deux états $X(t)=(x_0(t), x_1(t))$ du cheptel sont liées à la survie des colonies au sein de chaque état (fonctions de survie S_0 et S_1 respectivement pour les colonies improductives et productives), aux transitions d'un état à l'autre (affaiblissement des colonies productives qui deviennent improductives $T_{1,0}$, entrée en production des colonies improductives $T_{0,1}$), et à la création de nouvelles colonies pouvant être improductives (N_0) ou entrer directement en production (N_1). Ces dynamiques sont notamment liées aux valeurs prises par les options de gestion $U(t)$: la création de nouvelles colonies, mais également l'introduction de reines dans les différents types de colonies qui améliore les taux de survie, d'entrée en production et la part des nouvelles colonies entrant directement en production, et réduit le taux d'affaiblissement des colonies productives.

Les différentes équations et paramètres de ces dynamiques sont disponibles en Annexe 6.

2.2 Viabilité du système : contraintes considérées

La viabilité du système, basée sur le cadre théorique de la viabilité développé par Aubin (1991), est considérée comme la possibilité pour le système de respecter des contraintes fixées, étant donné les états, options de gestion possibles et dynamiques de ce système. Plusieurs contraintes sont considérées ici, et fixent le temps de travail disponible en saison apicole, le revenu minimum pour les associés (revenu minimum annuel et revenu moyen minimum sur l'ensemble de la période) et le nombre minimal de colonies productives du système en fin de période (pour assurer le maintien d'un cheptel suffisant y compris en fin de période). La dernière contrainte est celle de l'adaptabilité du système, définie comme l'existence d'une certaine proportion d'options de gestion viables pour un état donné, parmi l'ensemble des options existantes. Afin d'identifier l'impact de la prise en compte ou non de différents niveaux d'adaptabilité du système sur sa viabilité, cette contrainte est variable avec plusieurs seuils successifs étudiés : 0, 5, 10, 15 et 20 % (de trajectoires viables parmi les trajectoires possibles pour chaque situation).

Les différentes équations liées à ces contraintes sont disponibles en Annexe 6.

2.3 Cas d'étude et paramétrage

Le modèle a été paramétré sur plusieurs ensembles de données, issues d'enquêtes auprès d'apiculteurs professionnels, d'expérimentations et d'un réseau d'exploitation de références technico-économiques en apiculture (ITSAP-Institut de l'abeille, 2018). Deux exploitations avec un parcours de transhumances classique sur des zones de grandes cultures et dont les pratiques de gestion du renouvellement du cheptel correspondent à des stratégies relativement fréquentes et contrastées ont été comparées. Ces deux exploitations diffèrent principalement par la taille du cheptel, le mode de commercialisation (vrac ou vente directe) et la quantité de reines disponibles par rapport à la taille du cheptel. Le nombre de personnes travaillant sur l'exploitation et les miellées sur lesquelles les colonies sont mises en production sont similaires pour les deux exploitations.

Les données économiques et de temps de travail utilisées sont issues d'enquêtes réalisées auprès des associés de chacune des deux exploitations, de résultats d'enquêtes réalisés auprès d'un panel plus large d'apiculteurs professionnels, et de données technico-économiques issues d'un réseau d'exploitations de références (données principalement issues des projets Durapi et du Réseau d'exploitations de référence de l'ITSAP-Institut de l'abeille – voir Annexe 6). Les données techniques (taux de survie,...) sont issues en partie des enquêtes au sein des deux exploitations considérées, et d'autres enquêtes et données de suivis de cheptel réalisés dans le cadre d'expérimentations apicoles lorsque les données n'étaient pas disponibles pour ces deux exploitations.

La contrainte de temps de travail maximal en saison apicole a été fixée en lien avec le nombre de personnes présentes sur l'exploitation, et en considérant un nombre maximal de jours travaillés de six jours par semaine en saison pour les salariés de l'exploitation et de sept jours pour les associés, ce qui correspond à une situation relativement courante durant les pics de travail en exploitation apicole. La contrainte de revenu minimal annuel a été fixée sur la base des réponses à une enquête réalisée auprès d'apiculteurs professionnels, portant notamment sur le

revenu minimal annuel moyen qu'ils estimaient correct dans leur profession (ADA Occitanie, 2018).

La liste des valeurs de paramètres utilisés ainsi que leur origine est disponible en Annexe 6.

2.4 Simulations réalisées

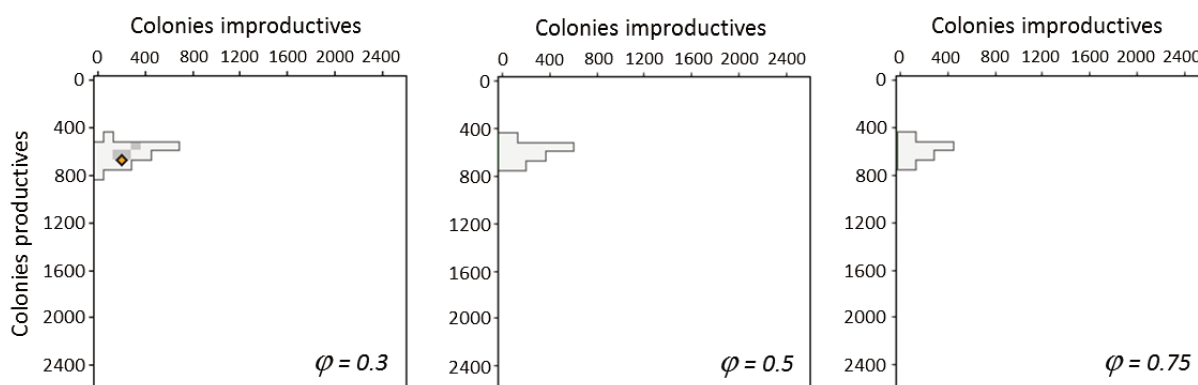
Deux exploitations ont été comparées. Pour chacune de ces exploitations, trois niveaux de disponibilité de reines sur l'exploitation (élément majeur des stratégies de renouvellement considérées) ont été simulés, avec l'hypothèse que la viabilité du système peut notamment être liée à ce choix technique : un niveau relativement faible (30 % par rapport au nombre total de colonies de l'exploitation, correspondant à la situation réelle de l'exploitation 1), un niveau moyen (50 %, correspondant à la situation réelle de l'exploitation 2) et un niveau élevé (75 %). Pour chacune des deux exploitations et des trois niveaux de disponibilité de reines, différents niveaux de contraintes d'adaptabilité ont été simulés : 0, 5, 10, 15 et 20 % (de trajectoires viables parmi les trajectoires possibles pour chaque situation).

3. RESULTATS

3.1 Viabilité des exploitations et disponibilité en reines

L'ensemble des situations viables du cheptel résulte de plusieurs limites, pouvant être liées à des aspects techniques (ex. le nombre maximal de nouvelles colonies possibles chaque année, notamment lié au nombre de colonies du cheptel), économiques (le nombre de colonies productives doit être suffisant pour assurer la production) ou organisationnelles (le temps de travail maximal disponible pour la gestion des colonies). Les noyaux de viabilité dans les différents cas testés (différents niveaux de reines disponibles et d'adaptabilité visée pour les deux exploitations) sont représentés sur la Figure E.2.

a. Exploitation 1



b. Exploitation 2

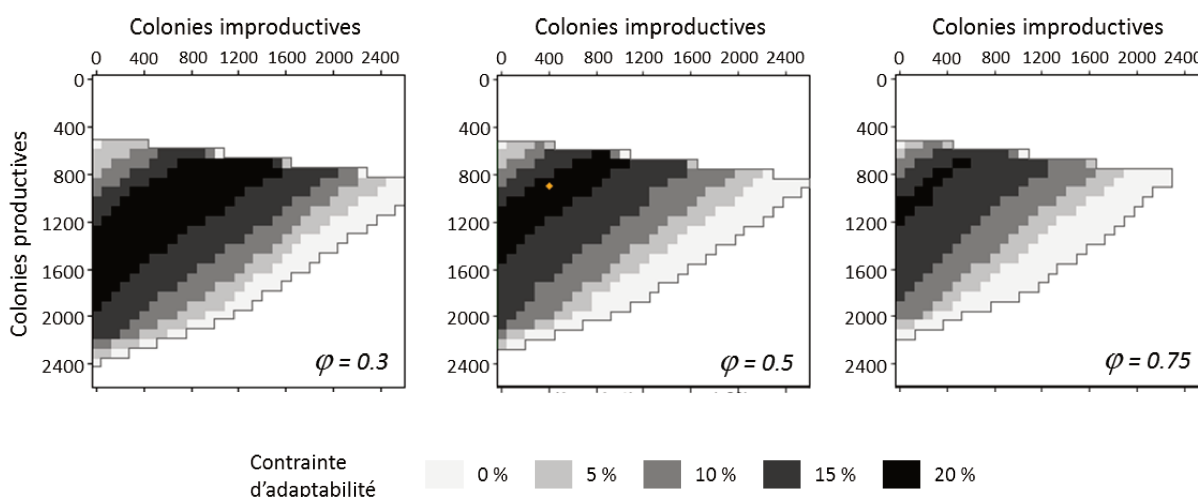


Figure E.2 : Noyaux de viabilité pour deux exploitations et trois niveaux de disponibilité en reines ($\varphi = 0.3$, 0.5 ou 0.75 , soit 30, 50 ou 75 % du nombre total de colonies). Les niveaux de gris correspondent aux noyaux de viabilité pour différents niveaux de contraintes d'adaptabilité, de 0 (gris clair) à 20 % (noir). Le losange jaune représente la situation de l'exploitation considérée, pour son niveau de disponibilité de reines (exploitation 1 : 30 % ; exploitation 2 : 50 %).

L'étendue du noyau de viabilité, et donc le nombre de situations viables, varie fortement entre les deux exploitations. Dans le cas de l'exploitation 1, où une part importante du temps de travail disponible est consacrée à la commercialisation des produits et non à la gestion du cheptel, il y a peu de situations viables, y compris pour le niveau de disponibilité de reines le plus faible qui correspond à celui observé sur l'exploitation. Par ailleurs, plus le niveau de reines disponibles est important, plus le noyau de viabilité diminue. Cela semble lié au temps supplémentaire à consacrer à l'élevage de reines et à l'introduction de ces reines dans les colonies, qui ne compense pas totalement les bénéfices associés (moindres mortalités et affaiblissements) en termes de dynamiques du cheptel. Le nombre de colonies maximal pouvant être géré est alors moins grand, tout en devant rester suffisant pour assurer la production visée.

Pour l'exploitation 2, où le temps de travail disponible pour la gestion du cheptel est beaucoup plus important mais avec un prix de vente du miel en vrac plus faible, le noyau de viabilité est plus

étendu. Comme dans le cas de l'exploitation 1, ce noyau diminue aussi avec l'augmentation de la proportion de reines disponibles par rapport à la taille du cheptel.

3.2 Contrainte d'adaptabilité

Pour les deux exploitations, la surface du noyau de viabilité, et donc le nombre de situations viables, diminue de façon importante avec l'augmentation de la contrainte d'adaptabilité. Pour l'exploitation 1, il n'y a aucune situation viable lorsque la contrainte d'adaptabilité est de plus de 5 % et que la part de reines disponibles par rapport à l'ensemble du cheptel est de 30 %. Un résultat similaire est obtenu avec une contrainte d'adaptabilité de 5 % et des niveaux de reines disponibles de 50 et de 75 %. Pour l'exploitation 2, cette réduction du noyau de viabilité s'observe également avec l'augmentation de la contrainte d'adaptabilité. Cependant le noyau de viabilité est plus étendu et il existe donc des situations viables jusqu'au plus haut niveau d'adaptabilité testé (20 %), quel que soit le niveau de reines disponibles. Le maintien d'une marge de manœuvre dans la gestion du système (considérée ici via l'existence d'une part plus ou moins importante de trajectoires de gestion viables) réduit donc le nombre de situations viables pour l'exploitation.

4. DISCUSSION

4.1 Impacts de choix techniques et adaptabilité des exploitations

Ces travaux mettent en évidence l'influence majeure de la disponibilité en reines sur l'exploitation (considérée en proportion de reines disponibles par rapport à la taille du cheptel) sur la viabilité des exploitations et l'adaptabilité de la gestion du renouvellement du cheptel. Si une disponibilité en reines plus élevée permet de réaliser des introductions de reines dans une part plus grande de colonies, réduisant les risques d'affaiblissements et de mortalités, le temps supplémentaire à passer à l'élevage de ces reines et à leur introduction dans les colonies apparaît comme un facteur limitant possible. C'est notamment le cas lorsque le temps disponible est une contrainte forte pour l'exploitation, par exemple si une part importante du temps de travail n'est pas consacrée à la gestion du cheptel mais au conditionnement et à la commercialisation du miel (exploitation 1). En apiculture comme dans d'autres systèmes d'élevage, le choix des pratiques mises en œuvre peut ainsi être limité par la marge de manœuvre existante en termes de temps disponible, laquelle contribue à l'adaptabilité des systèmes d'élevage en assurant notamment la possibilité de réaliser des tâches imprévues pour s'adapter aux conditions rencontrées (Cournut et al., 2018).

La contribution de pratiques de gestion du cheptel, et notamment de la gestion de la reproduction, à la capacité d'adaptation des exploitations a aussi été identifiée dans d'autres systèmes d'élevage (Nozières et al., 2011; Tichit et al., 2008). Dans le cas des exploitations apicoles, la mise en place ou non d'un élevage de reines apparaît ainsi comme un choix technique important dans le fonctionnement de l'exploitation, avec des conséquences en termes de viabilité et plus particulièrement d'adaptabilité.

Si le maintien d'une marge de manœuvre en termes d'options de gestion permet à l'apiculteur d'adapter ses pratiques au contexte rencontré, il apparaît aussi comme une contrainte supplémentaire qui ne peut pas toujours être conciliée avec les autres objectifs de l'exploitation.

Dans certains des cas étudiés, il n'y a en effet aucune situation qui permette de respecter à la fois les contraintes de revenus et de temps de travail, et celle d'adaptabilité du système. Cette difficile conciliation entre les performances (de production ou économique) et la capacité d'adaptation des systèmes apparaît avec des approches similaires dans d'autres systèmes d'élevage, notamment dans le cas de systèmes herbagers d'élevage bovins (Sabatier et al., 2015a).

Si l'adaptabilité des pratiques de gestion du renouvellement peut ainsi être difficile à concilier avec les autres objectifs de l'exploitation, d'autres aspects de la gestion du cheptel peuvent être source d'adaptabilité pour les systèmes apicoles, et notamment les choix de transhumance. L'adaptation des emplacements des ruchers aux conditions environnementales et à la disponibilité des ressources florales est en effet un levier important d'adaptabilité en apiculture (Durant, 2019), comme l'est le recours à une diversité de ressources fourragères pour d'autres systèmes pastoraux (Adriansen, 2005; Scoones et al., 2007). Cette adaptation des emplacements peut cependant rester dépendante de la disponibilité d'emplacements et de la marge de manœuvre dans le temps et l'organisation de l'exploitation. Au-delà des pratiques de gestion du cheptel, la capacité d'adaptation des systèmes apicoles, comme d'autres systèmes d'élevage, repose sur un ensemble de leviers qui peuvent être liés à la gestion des ressources de l'exploitation, à son organisation ou aux réseaux dans lesquels elle s'inscrit (Kouchner et al., 2019). La diversité des productions et des ressources, les sources d'informations du producteur et l'intégration de ces informations dans son système, les choix de commercialisation contribuent ainsi à la capacité d'adaptation des exploitations (Darnhofer et al., 2010a; Ingrand et al., 2017). La place laissée à ces différents leviers et leur contribution à la capacité d'adaptation de chaque exploitation peut ainsi varier selon les contraintes et opportunités de l'exploitation, et surtout selon les objectifs de chaque producteur (Rigolot et al., 2019). Si la gestion du cheptel de certaines exploitations est peu adaptable, d'autres leviers peuvent ainsi contribuer à sa capacité d'adaptation.

4.2 Limites et perspectives

Parmi les paramètres du modèle, plusieurs peuvent varier plus ou moins fortement d'une année à l'autre dans le contexte actuel de la filière apicole française. C'est le cas principalement du prix du miel, des rendements des colonies, et des taux de pertes et affaiblissements de colonies. Les pertes considérées ici correspondent aux pertes moyennes sur plusieurs années, mais en 2017-18, les pertes hivernales moyennes de colonies pouvaient aller de 2 à 33 %, avec une variabilité importante d'une année à l'autre et entre régions d'Europe (Gray et al., 2019). L'utilisation d'un modèle stochastique pour prendre en compte cette variabilité apparaît donc comme une suite intéressante à ce travail. Au-delà des stratégies mises en place sur l'exploitation (élevage de reines ou non, niveau de disponibilité en reines), l'analyse plus fine de la distribution des options de gestion permettant de maintenir le système dans le noyau de viabilité permettrait par ailleurs de mieux cerner les rôles respectifs des différentes pratiques dans la viabilité du système.

5. CONCLUSION

La modélisation des principales pratiques de gestion du renouvellement du cheptel fait apparaître la difficulté pouvant exister à concilier différents objectifs d'une exploitation apicole (ici des objectifs de revenus, de temps de travail et d'adaptabilité des pratiques) et les impacts possibles de certains choix techniques sur la viabilité de l'exploitation. Les conséquences possibles en termes d'adaptabilité apparaissent donc comme un élément à considérer dans les choix de pratiques de gestion du cheptel. Si les pratiques de gestion du cheptel sont peu adaptables dans certaines situations, d'autres leviers peuvent cependant être mobilisés et contribuer à la capacité d'adaptation de l'exploitation, propriété nécessaire pour assurer sa durabilité dans un contexte de production variable et difficilement prévisible.

6. REMERCIEMENTS

Nous remercions sincèrement les apiculteurs ayant accepté de participer aux différentes enquêtes citées, et dont les données ont été mobilisées ici et ont permis de réaliser ce travail. Nous tenons également à remercier Félicie Aulanier pour son aide précieuse sur tous les aspects économiques, ainsi que l'ensemble des partenaires du projet Durapi qui ont contribué à ce travail. Ces travaux ont notamment été réalisés dans le cadre du projet Durapi (Casdar Innovation et Partenariat n°5567) et avec un soutien financier de l'ANRT (CIFRE n°2016/0304).

Discussion générale

1. PRINCIPAUX APPORTS DE LA THESE

Cette thèse propose une définition co-construite de la durabilité des exploitations apicoles qui repose sur un ensemble de composantes, organisées en six dimensions (Chapitre A). Ces dimensions regroupent à la fois des enjeux économiques, sociaux et environnementaux communs à de nombreuses filières agricoles, et des éléments plus spécifiques à l'apiculture ou qui y prennent une place particulière. Il en ressort que dans un contexte d'incertitudes sur la disponibilité des ressources florales ou les pertes de colonies, la capacité d'adaptation de l'exploitation contribue de façon majeure à sa durabilité.

Le renouvellement du cheptel participe de plusieurs manières à cette durabilité de l'exploitation. Directement d'abord : le maintien d'un cheptel productif est l'un des critères identifiés comme nécessaires pour assurer à l'exploitation la pérennité des moyens de production en adéquation avec ses objectifs. Dans le contexte actuel de possibles pertes élevées de colonies, la stratégie de renouvellement du cheptel joue un rôle essentiel pour assurer ce maintien.

Ces stratégies sont composées d'un ensemble de pratiques diversifiées : création de colonies, gestion des reines dans les différents lots de cheptel, méthodes de sélection... L'étude de ces stratégies a permis de caractériser les stratégies de renouvellement existantes mais aussi d'explicitier les pratiques qui participent au renouvellement du cheptel, structurées en deux aspects majeurs : le renouvellement des colonies et la gestion des reines. Le renouvellement des colonies se base sur plusieurs pratiques de création de colonies, et la majorité des apiculteurs professionnels assure ce renouvellement de manière interne à l'exploitation. La gestion des reines apparaît plus diversifiée, du remérage naturel des colonies à la mise en place d'un atelier d'élevage de reines avec ou sans gestion de la fécondation, en passant par l'achat de reines à un autre apiculteur.

Cette gestion des reines occupe une place clef dans la gestion du renouvellement, en interaction avec d'autres choix techniques et objectifs de l'apiculteur (Chapitre B). Parmi ces choix techniques, l'adéquation entre la génétique du cheptel (issue des méthodes de sélection mises en place ou des sources d'approvisionnement en cheptel de l'apiculteur) et les pratiques de gestion des reines au sein des colonies contribue aux performances de la stratégie en termes de maintien du cheptel (Chapitre D).

Parallèlement à ce rôle central dans le maintien d'un cheptel productif, d'autres conséquences possibles des stratégies de renouvellement du cheptel sur la durabilité des exploitations ont été identifiées. Associée à d'autres pratiques de gestion des reines dans les colonies, la mise en place d'un élevage de reines nécessite ainsi de passer plus de temps à la gestion du renouvellement à des périodes de l'année déjà chargées, et peut entraîner une moindre adaptabilité dans l'organisation du travail (Chapitre C). La modélisation des principales pratiques de renouvellement du cheptel fait aussi apparaître des difficultés possibles à concilier l'adaptabilité des pratiques (qui contribue à la capacité d'adaptation plus générale de l'exploitation dans un contexte incertain) avec d'autres objectifs de durabilité de l'exploitation (résultats économiques, temps de travail – Chapitre E).

Différentes contraintes et avantages peuvent être identifiés d'une stratégie à l'autre. Dans le choix de la stratégie de renouvellement mise en place, les objectifs de l'apiculteur et le contexte de l'exploitation sont donc des éléments majeurs à prendre en considération. Ces différentes conséquences identifiées participent par ailleurs à la capacité d'adaptation des stratégies de renouvellement, qui apparaît essentielle pour assurer leurs objectifs dans un contexte d'incertitudes.

Les différents résultats obtenus ayant déjà été en partie discutés dans les chapitres précédents, cette discussion générale vise à considérer conjointement ces résultats pour mieux cerner la place de la gestion des reines dans les conséquences possibles de la stratégie de renouvellement sur la durabilité, et la contribution des stratégies de renouvellement à la capacité d'adaptation de l'exploitation.

2. LA GESTION DES REINES, ELEMENT CENTRAL DANS LES CONSEQUENCES DES STRATEGIES DE RENOUVELLEMENT SUR LA DURABILITE DE L'EXPLOITATION ?

Deux aspects ont été distingués dans les stratégies de renouvellement du cheptel apicole, qui répondent à des objectifs complémentaires :

- Le renouvellement des colonies, par la création de nouvelles colonies (unité de base du cheptel apicole), assure l'objectif central de maintien ou de développement du cheptel de l'exploitation. S'il peut passer par différentes pratiques, ce renouvellement des colonies peut être vu comme un socle commun à toutes les stratégies de renouvellement du cheptel, quelles que soient les pratiques mises en place d'une exploitation à l'autre.
- La gestion des reines contribue aussi à l'objectif de création de nouvelles colonies (introduction de reines lors de la création d'essaims, de paquets d'abeilles) mais aussi à d'autres objectifs : limitation des pertes par un remérage de colonies faibles (non-valeurs), sélection génétique du cheptel. Elle distingue de façon plus marquée les stratégies de renouvellement identifiées, et peut aller d'un niveau d'intervention minimal de l'apiculteur (colonies laissées en remérage naturel) à un niveau élevé (élevage de reines et introductions fréquentes dans les colonies, avec une maîtrise plus ou moins élevée de la génétique).

L'élevage de reines et le remérage de colonies ne sont donc pas une alternative aux pratiques de création de colonies (récupération d'essaims naturels, création d'essaims sur cadre ou paquets d'abeilles) mais bien complémentaires à ces pratiques, qui restent mises en œuvre par l'ensemble des apiculteurs. Cette place de la gestion des reines dans la distinction entre stratégies de renouvellement est cohérente avec celle qu'identifient Fortier et al. (2019) par une analyse sociologique des pratiques apicoles : la gestion de la reine est ce qui distingue le plus les pratiques de gestion du cheptel entre des apiculteurs aux objectifs différents, des apiculteurs de loisir aux apiculteurs professionnels. Lauvie et al. (à paraître) soulignent aussi la place centrale de l'élevage de reines dans la gestion du renouvellement, et particulièrement dans la sélection du cheptel.

Parmi les conséquences explorées de la gestion du renouvellement sur la durabilité de l'exploitation, cette gestion des reines tient une place majeure : impacts sur le temps de travail et sur l'adaptabilité de son organisation, sur l'adaptabilité des pratiques, éventuellement sur le maintien du cheptel selon son adéquation avec la génétique du cheptel. D'autres avantages et inconvénients de l'élevage de reines et de l'utilisation de reines d'élevage, notamment en termes de sélection du cheptel, sont soulignés dans la littérature scientifique. De manière commune aux différentes espèces domestiques, la génétique animale résulte des pratiques de reproduction et de sélection des éleveurs, qui sont directement liées à leurs attentes et objectifs (Lauvie et al., 2015). En apiculture, les critères de sélection peuvent être la productivité (en miel ou en gelée royale), le comportement (essaimage, douceur...), la rusticité (autonomie alimentaire...) ou encore la résistance au varroa, avec des niveaux variables de maîtrise de la génétique selon les méthodes de sélection mises en place (Guarna et al., 2017). La question de la sélection s'intègre dans le système d'élevage à l'échelle de l'exploitation ou de façon collective (Lauvie et al., 2015), et les programmes de sélection en apiculture reposent très majoritairement sur un élevage de reines qui permet d'obtenir un grand nombre de nouvelles reines à partir des colonies sélectionnées (Guichard, 2016).

Par l'expérimentation comparant deux gestions des reines pour deux origines génétiques des colonies (Chapitre D), les résultats de cette thèse soulignent l'importance de l'adéquation entre la sélection et les pratiques apicoles, et la génétique des colonies est également en interaction avec son environnement dont le système apicole est très dépendant (Büchler et al., 2014a; Uzunov et al., 2014). La possibilité de faire sa propre sélection dans l'environnement de l'exploitation apparaît donc parmi les avantages de la réalisation d'un élevage de reines. Certains apiculteurs peuvent aussi mettre en œuvre une sélection qui correspond à leurs objectifs par une sélection « massale », basée sur le choix des colonies à partir desquelles des essaims seront créés en remérage naturel. La question de l'adéquation entre la génétique des colonies, les pratiques apicoles et l'environnement se pose alors principalement lors d'achat de cheptel, dont la génétique et les critères de sélection ne sont pas toujours connus de l'acheteur et ne correspondent donc pas forcément à ses pratiques et objectifs.

Les pratiques de gestion des reines permettent donc de répondre à plusieurs objectifs, au-delà de leur contribution au maintien du cheptel (ex. gestion des reines lors de la création de colonies). Cette gestion des reines est ce qui distingue le plus fortement les unes des autres les stratégies de renouvellement identifiées. Les différences identifiées d'une stratégie à l'autre en termes de conséquences possibles sur la durabilité des exploitations sont donc aussi principalement liées à ces différences dans la gestion des reines, notamment par ses impacts sur la charge de travail de l'apiculteur, qui est l'un des aspects principaux de la vivabilité de l'exploitation. Dans un contexte d'incertitudes, ces différentes pratiques de gestion des reines peuvent aussi contribuer plus ou moins fortement à la capacité d'adaptation des stratégies de renouvellement.

3. RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL ET ADAPTATION AUX INCERTITUDES

Dans un contexte de production variable (conditions météorologiques, disponibilité des ressources, pertes de colonies), la capacité d'adaptation contribue à assurer les objectifs de durabilité de l'exploitation (Chapitre A). Cette place centrale de la capacité d'adaptation se retrouve dans des systèmes d'élevage pastoraux basés sur des ressources non maîtrisées et fortement variables : zones arides d'Afrique subsaharienne et d'Asie centrale, zones arctiques où la disponibilité des ressources fourragères est très dépendante des fluctuations météorologiques (Scoones et al., 2007; Tyler et al., 2007). Ce caractère incertain du contexte de production peut être considéré comme une composante intrinsèque de ces systèmes, dont la capacité d'adaptation permet d'optimiser l'usage de ces ressources variables dans l'espace et au cours du temps (Krätli and Schareika, 2010; Nori and Scoones, 2019). Elle résulte de plusieurs leviers à différentes échelles : conduite du troupeau, gestion de l'exploitation, gestion collective entre éleveurs (Fernandez-Giménez, 1999; Nozières et al., 2011; Rigolot et al., 2019). Ces différentes échelles dans la capacité d'adaptation du système se retrouve en apiculture, plusieurs de ces leviers étant mobilisables à l'échelle de la stratégie de renouvellement du cheptel.

Ces éléments de la stratégie de renouvellement contribuant à la capacité d'adaptation sont analysés ici en considérant deux échelles temporelles : la stratégie de renouvellement annuelle « habituelle », qui permet de faire face aux incertitudes attendues dans le contexte de production, et la stratégie mise en place en cas d'évènements exceptionnels auxquels la stratégie habituelle ne permet plus de faire face.

3.1 Adaptation de la stratégie de renouvellement aux variations usuelles du contexte de production

Les stratégies de renouvellement annuel du cheptel définies dans le Chapitre B correspondent au besoin de renouvellement anticipé par l'apiculteur, selon son estimation de l'ampleur possible des pertes de colonies. Ces stratégies intègrent plusieurs éléments qui leur permettent de s'adapter, dans une certaine mesure, à une variabilité du contexte de production et de l'ampleur de ces pertes. Les principaux leviers participant à la capacité d'adaptation d'un système de production se déclinent ainsi à l'échelle de la stratégie de renouvellement : la diversité des pratiques, des ressources et des productions, l'intégration continue de nouvelles informations et connaissances et l'adaptabilité de la gestion et des pratiques (Darnhofer et al., 2010a).

Au sein de chacune des stratégies de renouvellement identifiées, une diversité de pratiques peut exister (Chapitre B). Dans certaines stratégies, la création de colonies peut intervenir à plusieurs périodes : création d'essaims sur cadre au printemps, puis de paquets d'abeilles en début d'été ou d'une nouvelle série d'essaims sur cadre en fin de saison. Plusieurs séries d'essaims peuvent également être créées dans des zones géographiques différentes, selon les emplacements de ruchers disponibles. En répartissant ces nouvelles colonies sur plusieurs périodes ou zones géographiques, cette diversité permet de limiter les risques de conditions météorologiques peu favorables au bon développement des colonies ou à la fécondation des reines (sur les semaines suivant leur création). Cette diversité de pratiques peut être comparée à celle des trajectoires productives des femelles au sein d'un troupeau de ruminants (ex. gestion de plusieurs lots en

parallèle), qui contribue à optimiser l'usage des ressources disponibles et la capacité d'adaptation du troupeau dans un contexte d'incertitudes environnementales (Tichit et al., 2008).

Plusieurs sources d'adaptabilité participent à l'adaptation des stratégies de renouvellement au contexte et aux imprévus : possibilité de décaler dans le temps certaines pratiques, ou encore de les mettre en œuvre ou non selon l'état du cheptel et les conditions rencontrées. Le nombre d'essais réalisés au printemps peut ainsi être adapté en partie aux pertes hivernales survenues, et à l'état des colonies au printemps. La gestion des colonies faibles (non-valeurs) repose fréquemment sur des interventions en cours de saison (remérage, regroupement avec une autre colonie), au fur et à mesure que ces colonies sont identifiées par l'apiculteur et de l'évolution de leur état (Chapitre B). La gestion de ces imprévus en cours de saison peut être facilitée par certains choix techniques. En particulier, la disponibilité de reines d'élevage permet à l'apiculteur de mettre en œuvre une plus large gamme de pratiques : remérages de colonies non-valeurs, de certains essaims dont la reine ne serait pas entrée en ponte correctement...

Cette disponibilité des reines et la souplesse qu'elle permet dans leur usage et dans l'organisation de l'apiculteur (les reines sont disponibles au moment voulu) est ainsi citée comme une raison majeure à la mise en place d'un atelier d'élevage de reines sur l'exploitation, dans les enquêtes menées dans le cadre de cette thèse comme dans d'autres travaux récents (Fortier et al., 2019). Lorsque l'élevage est réalisé directement par l'apiculteur, celui-ci pourra adapter les dates d'élevage et la quantité de reines à ses besoins (ex. par une série supplémentaire de reines élevées), et la gestion éventuelle de nuclei lui permettra de disposer de reines aux moments nécessaires une fois la période d'élevage terminée. Le recours à un achat de reines, qui doit être anticipé pour correspondre aux attentes de l'apiculteur (génétique, origine), limite cette adaptabilité étant donné que les quantités de reines et dates prévues sont alors commandées en amont.

L'adaptation à court terme des pratiques aux conditions rencontrées est aussi permise par la marge de manœuvre en temps dont disposent les éleveurs et par la souplesse de leur organisation du travail (Hostiou and Dedieu, 2012; Rigolot et al., 2019). Si la mise en place d'un élevage de reines facilite l'accès à des reines en quantité et aux moments nécessaires, elle nécessite par contre un temps de travail plus conséquent à des périodes qui sont déjà chargées, et où la marge de manœuvre des apiculteurs est faible. Cet atelier d'élevage de reines peut aussi contraindre l'adaptabilité de l'organisation du travail étant donné le caractère non reportable d'une partie des étapes de l'élevage (Chapitre C). Les différents leviers qui participent à une plus grande capacité d'adaptation des stratégies de renouvellement du cheptel, s'ils peuvent en partie se compléter, ne sont donc pas toujours compatibles les uns avec les autres. Selon les pratiques et stratégies de renouvellement de l'apiculteur, les leviers disponibles pour s'adapter à la variabilité du contexte de production ne seront donc pas les mêmes.

Enfin, l'ajustement permanent aux conditions rencontrées qui est nécessaire dans un contexte d'incertitudes passe par une très bonne connaissance du système et par l'intégration permanente de nouvelles connaissances et informations (Milestad et al., 2012; Tyler et al., 2007). Celles-ci peuvent être issues d'innovations et expérimentations de l'éleveur et d'échanges, y compris dans le cas des systèmes apicoles (Fortier et al., 2019). Identifié parmi les critères de durabilité des exploitations apicoles (Chapitre A), cet apprentissage permanent concerne aussi les pratiques de gestion du renouvellement parmi les autres aspects de la gestion du cheptel. L'expertise de chaque

apiculteur sur la stratégie de renouvellement adaptée à son propre système s'accroît donc avec le temps. Cela peut cependant soulever la question de l'éventuelle difficulté à envisager et mettre en œuvre des changements importants de pratiques si le système ne convient plus, et ce d'autant plus en l'absence de références ou de supports de conseil. Dans la filière apicole où de nombreux professionnels ne sont pas issus du monde agricole (FranceAgriMer, 2012b) et où les exploitations ne sont donc pas forcément transmises, la question de la transmission des connaissances entre générations est aussi posée (Chapitre A).

À l'échelle de la gestion du renouvellement, chacun de ces éléments contribue à une plus grande capacité d'adaptation. Ils ne permettent cependant de faire face aux incertitudes que dans une certaine mesure, qui correspond à l'ampleur attendue de la variabilité du contexte (en termes de pertes ou d'affaiblissements de colonies notamment). En cas de survenue d'évènements exceptionnels, et particulièrement de pertes de colonies nettement plus élevées qu'attendues qui ne peuvent être anticipées, ces adaptations habituelles de la gestion du renouvellement ne sont pas suffisantes et d'autres leviers sont mis en place pour surmonter ces pertes.

3.2 Adaptation de la stratégie de renouvellement lors d'évènements exceptionnels

Le recours à des leviers d'adaptation différents selon l'ampleur des variations du contexte de production se retrouve dans d'autres systèmes soumis à une forte incertitude : sécheresses dans les zones arides subsahariennes, forts épisodes de neige ou de regel en Asie centrale ou en Arctique, qui peuvent limiter drastiquement la disponibilité de la ressource fourragère pour le cheptel et occasionner des mortalités élevées (Begzsuren et al., 2004; Scoones, 1992; Turunen et al., 2016). Les adaptations à court terme de la gestion du cheptel s'inscrivent alors dans un contexte de risques à plus long terme face (Rattenbury et al., 2009). En zones arides, la gestion du troupeau et des ressources diffère par exemple selon la durée des sécheresses : lors de longues sécheresses où la mobilité habituelle des troupeaux sur de courtes distances ne suffit plus, d'autres leviers de gestion sont mis en place. Les distances parcourues pour accéder à des ressources s'allongent, une partie du troupeau peut être confiée à d'autres éleveurs voire vendue (Scoones, 1992).

En apiculture, plusieurs options sont citées par les apiculteurs pour surmonter des pertes exceptionnelles et revenir à un cheptel de taille suffisante pour assurer leurs objectifs. Les solutions mises en place peuvent être internes à l'exploitation (sur une ou plusieurs années), passer par un achat de cheptel ou être une combinaison de ces différentes options (Chapitre B). Parmi les apiculteurs rencontrés, tous n'avaient pas eu à faire face à de tels évènements. Leur anticipation varie d'un apiculteur à l'autre, et peut changer suite à la survenue de telles pertes. Les pratiques de renouvellement apicole ont ainsi évolué suite aux fortes mortalités de colonies des années 90, avec entre autres le développement de l'élevage de reines chez un plus grand nombre d'apiculteurs (Aureille, 2014). Parmi les apiculteurs rencontrés, certains ont aussi développé la vente de cheptel suite à des pertes élevées, notamment pour disposer d'une réserve plus grande de colonies en cas de besoin (Chapitre B). Certains apiculteurs indiquent ainsi mesurer les performances d'une stratégie de renouvellement à la disponibilité de cheptel supplémentaire, qui peut être vendu dans une situation normale. Cela rejoint les situations constatées dans d'autres

systèmes soumis à de fortes incertitudes, où les épisodes de mortalité élevée des troupeaux peuvent mener à des évolutions dans le système d'élevage une fois les pertes surmontées : changements dans les pratiques de gestion du cheptel, dans la mobilisation de certaines connaissances ou dans l'organisation collective, pour limiter les conséquences d'un nouvel épisode de pertes (Rattenbury et al., 2009; Soma and Schlecht, 2018).

Ces stratégies pour faire face à des pertes exceptionnelles de cheptel sont aussi dépendantes d'autres facteurs, à l'échelle de l'exploitation ou plus larges, parmi lesquels le temps disponible, la situation économique, l'insertion dans un collectif ou la coopération entre éleveurs (Fernandez-Giménez et al., 2015; Scoones, 1992). En cas de création d'un grand nombre de colonies sur le cheptel restant, la situation économique de l'exploitation doit en effet permettre de surmonter la baisse de la production annuelle, qui peut être conséquente. L'achat de cheptel peut bénéficier de certaines aides financières (FranceAgriMer, 2018b), mais cet achat est souvent rendu compliqué par la difficulté à trouver des colonies disponibles à la vente : les commandes d'essaims ou de paquets d'abeilles pour un achat au printemps se passent généralement à l'automne précédent, alors que de fortes pertes pendant l'hivernage ne peuvent pas être anticipées. Comme évoqué précédemment, les apiculteurs qui vendent du cheptel sont par ailleurs susceptibles de conserver finalement les colonies prévues pour la vente en cas de fortes pertes sur leur propre cheptel. Une survenue de fortes pertes au niveau régional peut donc compliquer d'autant plus un achat de colonies localement. La solidarité entre apiculteurs professionnels joue alors un rôle essentiel (Fortier et al., 2019), qui a été souligné ici aussi par certains apiculteurs rencontrés (ex. des essaims supplémentaires sont créés dans des exploitations qui ne font habituellement pas de vente de cheptel pour aider un collègue ayant subi de fortes pertes de colonies).

Dans un contexte donné, la capacité d'adaptation face à de fortes pertes résulte donc d'un ensemble de facteurs : la gestion du renouvellement habituellement mise en place, la situation économique de l'exploitation, l'insertion de l'apiculteur dans un réseau professionnel. Chacun des leviers de cette capacité d'adaptation est pertinent dans le contexte dans lequel il s'inscrit, mais peut être remis en question par une évolution de ce contexte (López-i-Gelats et al., 2016; Tyler et al., 2007). Une telle évolution, qu'elle soit interne à l'exploitation ou externe, peut alors limiter la capacité de l'exploitation à surmonter de fortes perturbations et plus particulièrement des mortalités élevées : une moindre disponibilité des ressources florales, une baisse de la production ou du prix de vente des produits peuvent par exemple fragiliser la situation économique de l'exploitation et donc sa capacité à faire face aux fortes perturbations. Des problématiques déjà existantes peuvent ainsi devenir critiques lorsque le système se fragilise.

Les adaptations mises en place pour surmonter ces pertes peuvent aussi limiter la capacité de l'exploitation à s'adapter à d'autres perturbations (ex. moins de temps disponible pour des transhumances en cas de manque de ressources, ou de décalage de dates de miellées). La survenue de pertes élevées de cheptel fragilise aussi l'exploitation sur les années suivantes, le temps pour l'apiculteur de remonter le nombre de colonies à un niveau correct ou de retrouver une situation économique favorable.

4. INTEGRATION DE LA STRATEGIE DE RENOUVELLEMENT DANS LA CAPACITE D'ADAPTATION ET LA DURABILITE DE L'EXPLOITATION

Les stratégies de renouvellement du cheptel apicole incluent donc différents leviers d'adaptation, qui varient selon les objectifs de l'apiculteur et le contexte de l'exploitation. Ils visent à faire face aux variations usuelles du contexte de production et de pertes mais aussi aux plus fortes perturbations qui peuvent survenir. Cette capacité d'adaptation de la stratégie de renouvellement s'inscrit dans celle de l'exploitation dans son ensemble, qui inclut d'autres leviers identifiés dans le cadre d'évaluation proposé ici et soulignés aussi par d'autres travaux. Ceux-ci peuvent être issus de la conduite du cheptel et en particulier de la gestion de la mobilité par les transhumances (Durant, 2019), de la diversification des produits de l'exploitation ou des modes de vente (Blanc et al., 2017; Hoover and Ovinge, 2018), d'innovations technologiques (ex. balances connectées qui permettent un suivi des colonies à distance ; Lecocq et al., 2015) ou encore par les échanges entre apiculteurs et l'innovation qui existe au sein des exploitations (Adam et al., 2017).

Ces composantes de la capacité d'adaptation à différentes échelles sont en interaction avec le contexte de l'exploitation ainsi que les unes avec les autres, et peuvent se contraindre mutuellement (López-i-Gelats et al., 2016; Tyler et al., 2007). Le temps nécessaire et les contraintes d'organisation de l'élevage de reines peuvent par exemple être difficiles à concilier avec la mise en place de certaines productions apicoles (prestations de pollinisation, miellées sur la période d'élevage des reines) ou avec certains modes de vente (transformation, vente directe...) qui diversifient et contribuent à stabiliser les revenus.

La modélisation de stratégies de renouvellement dans le cadre théorique de la viabilité (Chapitre E), qui compare différentes gestions des reines, indique également une interaction entre l'importance de l'élevage de reines sur l'exploitation et d'autres éléments de la durabilité de l'exploitation : résultats économiques, temps de travail, adaptabilité des stratégies. Les situations où les objectifs économiques, de revenus et d'adaptabilité sont les plus difficiles à concilier (celles où les options viables sont les moins nombreuses, voire sont inexistantes) concernent une exploitation en vente directe, lorsqu'une augmentation de la quantité de reines élevée est simulée. Le temps supplémentaire à passer à l'élevage de reines puis à la gestion de ces reines peut ainsi entrer en concurrence avec d'autres activités de l'exploitation.

Les pratiques de conduite du cheptel et plus particulièrement de renouvellement s'inscrivent donc dans un ensemble d'arbitrages entre plusieurs objectifs de durabilité selon les priorités de l'apiculteur, en cohérence avec le contexte de l'exploitation et les incertitudes auxquelles elle doit faire face. Les stratégies de renouvellement identifiées dans cette thèse résultent d'un compromis entre des objectifs techniques (sélection...), économiques, sociaux (temps de travail...), ou de capacité d'adaptation de la gestion du cheptel et de l'exploitation. De tels arbitrages dans les choix techniques de gestion du cheptel sont aussi soulignés pour d'autres systèmes d'élevage (Bernués et al., 2011; Martel et al., 2008; Villalba et al., 2010). Dans une filière où la forte saisonnalité de la production entraîne des charges de travail élevées sur une partie de l'année, les priorités de l'apiculteur en termes d'organisation du travail et de qualité de vie peuvent influencer les choix de gestion. Les intérêts et limites des stratégies existantes de renouvellement du cheptel doivent alors être considérées par rapport aux objectifs de chaque apiculteur, et au contexte dans lequel elles s'inscrivent : il n'y a pas de solution commune à toutes les situations, mais un ensemble de solutions qui correspondent à des situations individuelles distinctes. En caractérisant les

stratégies de renouvellement et leurs interactions possibles avec plusieurs aspects de la durabilité de l'exploitation, cette thèse fournit des éléments mobilisables pour favoriser l'adéquation entre les objectifs de l'apiculteur et ses choix techniques. Au-delà de la gestion du renouvellement, ces résultats soulignent aussi les questions de durabilité que peuvent soulever des changements de pratiques en apiculture, et l'intérêt de replacer les choix ou changements techniques dans l'ensemble du fonctionnement de l'exploitation et des objectifs de l'apiculteur.

5. PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES ET POUR LE DEVELOPPEMENT APICOLE

La durabilité des exploitations apicoles est composée de multiples enjeux. Un ensemble de facteurs en interaction les uns avec les autres contribue à cette durabilité, certains ayant aussi été identifiés par d'autres travaux récents : la disponibilité et l'accès aux ressources florales (Durant, 2019), la viabilité économique de l'exploitation (Bragulat et al., 2018), sa transmissibilité, ou encore son inscription dans un territoire (Adam, 2019; Lauvie et al., à paraître). Le cadre d'évaluation proposé dans cette thèse permet de mieux appréhender ces nombreuses composantes de la durabilité des exploitations apicoles, et le rôle qu'y jouent les stratégies de renouvellement. D'autres opportunités et contraintes des exploitations face à ces enjeux restent à explorer.

Ces opportunités et contraintes ne sont pas figées, mais évoluent avec le contexte de l'exploitation, de la société et de l'environnement (Bernués et al., 2011). Dans le contexte actuel de changement global, les risques auxquels les systèmes pastoraux font face et l'ampleur de ces risques sont susceptibles d'évoluer (López-i-Gelats et al., 2016). Les changements climatiques, d'usages des sols et de pratiques agricoles peuvent ainsi avoir des conséquences directes sur les systèmes apicoles (Belsky and Joshi, 2019; Decourtye et al., 2019).

Conjointement à la capacité d'adaptation de l'exploitation, la prise en compte de l'exposition de l'exploitation à différents risques et de sa sensibilité face à ces risques (c'est-à-dire les conséquences possibles de la survenue des perturbations sur le système) semble donc une perspective intéressante pour considérer les enjeux de durabilité des exploitations dans les évolutions possibles de son contexte. Ces trois composantes (capacité d'adaptation, exposition et sensibilité au risque) constituent la vulnérabilité d'un système (Turner et al., 2003; Urruty et al., 2016), et peuvent être considérées notamment par la mobilisation du cadre théorique de la viabilité dans un environnement stochastique, où l'on peut faire varier l'ampleur des perturbations considérées (Rougé, 2013). Ce type d'évaluation demande une caractérisation des principaux risques auxquels l'exploitation fait face (qui peuvent être les pertes de cheptel mais aussi d'autres risques environnementaux, sociaux ou économiques) et de sa sensibilité à ces différents risques. Des évolutions possibles en termes de capacité d'adaptation ou de sensibilité aux risques pour maintenir la durabilité du système peuvent ainsi être étudiées (ex. changements de conduite du cheptel, de ressources ; Turunen et al., 2016).

En termes de développement apicole, les résultats de cette thèse contribuent à une meilleure compréhension des enjeux actuels de la durabilité apicole et de la place qu'y jouent les stratégies de renouvellement du cheptel, qui peut être mobilisée pour des supports de conseil ou d'échange. La définition proposée de la durabilité apicole fournit une base pour l'élaboration d'un outil

d'évaluation de la durabilité qui soit utilisable pour les apiculteurs et porteurs de projet d'installation, un tel outil nécessitant encore le développement d'indicateurs et de références. L'adaptation à l'apiculture de la méthode Bilan Travail a par ailleurs rencontré l'intérêt de la plupart des apiculteurs rencontrés, les questions de temps et d'organisation du travail étant centrales dans la gestion d'une exploitation apicole au-delà de la place qu'y tiennent les stratégies de renouvellement du cheptel. La poursuite des travaux sur l'organisation du travail apicole apparaît donc d'intérêt.

Conclusion

Par la mobilisation de démarches de recherche issues de la zootechnie système et l'implication de différents acteurs de la filière apicole, cette thèse a permis d'élaborer une définition de la durabilité des exploitations apicoles. Cette définition permet de mieux cerner leurs principaux enjeux actuels et leurs particularités par rapport à d'autres systèmes de production. En particulier, leur capacité d'adaptation apparaît comme une propriété essentielle pour assurer d'autres objectifs de durabilité, dans un contexte d'incertitudes sur les ressources et sur les pertes de colonies.

La gestion du cheptel constitue un élément central de la gestion des systèmes apicoles, ce qui peut notamment s'expliquer par l'absence de leviers directs de gestion des ressources alimentaires. Une caractérisation des stratégies de renouvellement existantes est proposée et certains de leurs avantages et inconvénients principaux en termes de temps de travail, d'adaptabilité et de maintien du cheptel ont été explorés. Ces résultats font apparaître plusieurs stratégies aux avantages et contraintes différents, et qui ne correspondront pas aux mêmes objectifs. Le choix de la stratégie de renouvellement mise en place dans une exploitation doit donc en premier lieu se faire en fonction de l'adéquation entre cette stratégie et les objectifs et priorités de l'apiculteur. Une typologie de ces stratégies est proposée ici et certaines interactions possibles avec la durabilité de l'exploitation, bien que certainement non exhaustives au vu de la diversité des pratiques existantes, sont identifiées. Ces résultats peuvent donc être un support pour la conception d'outils qui permettraient de mieux cerner les intérêts et contraintes des choix de gestion du renouvellement lors d'une installation apicole, ou d'envisager des évolutions de la gestion d'un cheptel en réponse aux problématiques rencontrées.

Au cours de ce travail, le temps et l'organisation du travail au sein des exploitations apicoles sont apparus comme des problématiques essentielles pour les apiculteurs, au-delà de la question de la gestion du renouvellement. L'adaptation à l'apiculture de la méthode Bilan Travail apparaît donc pertinente à mobiliser comme outil de support ou d'échanges sur ces problématiques dans le développement apicole.

De façon complémentaire à d'autres travaux récents, cette thèse apporte plus généralement des éléments pour une meilleure compréhension des pratiques et systèmes apicoles et de leurs enjeux actuels de durabilité, et pour une meilleure prise en compte de ces enjeux et pratiques dans les travaux de recherche et de développement en apiculture.

Références bibliographiques

- ADA France, 2017. Le statut social des apiculteurs. ADA France infos 20.
- ADA Occitanie, 2018. Facteurs de réussite en apiculture professionnelle. Premiers résultats d'une enquête nationale 2017.
- Adam, A., 2019. Faire son miel de la diversité. Eléments pour une géohistoire rurale des apicultures méditerranéennes (Corse et sud-ouest du Maroc). Université Paul Valéry / Montpellier 3.
- Adam, A., Michon, G., Sorba, J.-M., Amzil, L., 2017. Lieux d'apprentissage et dynamiques des savoirs apicoles au Maroc. *Autrepart* 2, 69–85.
- Adams, E.C., 2018. How to become a beekeeper: Learning and skill in managing honeybees. *Cult. Geogr.* 25, 31–47. <https://doi.org/10.1177/1474474016682345>
- Adriansen, H.K., 2005. Pastoral Mobility: A Review. *Nomad. People.* 9, 207–214. <https://doi.org/10.3167/082279405781826182>
- Agreste, 2018. Enquête sur la structure des exploitations agricoles - En 2016, des exploitations moins nombreuses mais plus grandes. *Agreste Primeur Numéro* 350, 1–6.
- Al-Ghamdi, A., Adgaba, N., Getachew, A., Tadesse, Y., 2016. New approach for determination of an optimum honeybee colony's carrying capacity based on productivity and nectar secretion potential of bee forage species. *Saudi J. Biol. Sci.* 23, 92–100. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.09.020>
- Alaphilippe, A., Angevin, F., Guérin, A., Guillermin, P., Vélou, A., Zavagli, F., 2017. DEXiFruits, un outil d'évaluation multicritère des systèmes de production de fruits : d'un modèle de recherche à un outil terrain co-construit. *Innov. Agron.* 59, 205–2012.
- Alaux, C., Brunet, J., Dussaubat, C., Mondet, F., Tchamitchan, S., Cousin, M., Brillard, J., Baldy, A., Belzunces, L.P., Le Conte, Y., 2010. Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*). *Environ. Microbiol.* 12, 774–782. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2009.02123.x>
- Alaux, C., Le Conte, Y., Decourtye, A., 2019. Pitting Wild Bees Against Managed Honey Bees in Their Native Range , a Losing Strategy for the Conservation of Honey Bee Biodiversity. *Front. Ecol. Evol.* 7. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00060>
- Allier, F., Gourrat, M., 2016. Co-concevoir des solutions techniques entre apiculteurs et cultivateurs. *Innov. Agron.* 53, 49–62.
- Altieri, M.A., Nicholls, C.I., Henao, A., Lana, M.A., 2015. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agron. Sustain. Dev.* <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>
- Anderson, D.L., Trueman, J.W.H., 2000. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Exp. Appl. Acarol.* 24, 165–189. <https://doi.org/10.1023/A:1006456720416>
- Aryal, S., Maraseni, T.N., Cockfield, G., 2014. Sustainability of transhumance grazing systems under socio-economic threats in Langtang, Nepal. *J. Mt. Sci.* 11, 1023–1034. <https://doi.org/10.1007/s11629-013-2684-7>
- Aubin, J.-P., 1991. *Viability theory. Systems and control: foundations and applications.*, Birkhauser. ed. Boston, USA.
- Aureille, M., 2014. Faire parler l'Abeille. Les enjeux de la mobilisation des apiculteurs professionnels pour la prise en compte des mortalités anormales d'abeilles au sein du monde agricole. Institut d'Etudes Politiques de Toulouse.
- Ausseil, A.G.E., Dymond, J.R., Newstrom, L., 2018. Mapping floral resources for honey bees in New Zealand at the catchment scale. *Ecol. Appl.* 28, 1182–1196. <https://doi.org/10.1002/eap.1717>
- Ayantunde, A.A., de Leeuw, J., Turner, M.D., Said, M., 2011. Challenges of assessing the sustainability of (agro)-pastoral systems. *Livest. Sci.* 139, 30–43. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.03.019>
- Badgery, W.B., Mitchell, D., Millar, G.D., Broadfoot, K., Michalk, D.L., Cranney, P., Brown, W., 2017. Designing a grazing-system experiment for variable native pastures and flexible lamb-production systems. *Anim. Prod. Sci.* 57, 1785–1798. <https://doi.org/10.1071/AN15856>

- Becher, M.A., Grimm, V., Thorbek, P., Horn, J., Kennedy, P.J., Osborne, J.L., 2014. BEEHAVE: A systems model of honeybee colony dynamics and foraging to explore multifactorial causes of colony failure. *J. Appl. Ecol.* 51, 470–482. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12222>
- Becher, M.A., Osborne, J.L., Thorbek, P., Kennedy, P.J., Grimm, V., 2013. Towards a systems approach for understanding honeybee decline: a stocktaking and synthesis of existing models. *J. Appl. Ecol.* 868–880. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12112>
- Béguin, P., Dedieu, B., Sabourin, E., 2011. Introduction, in: Béguin, P., Dedieu, B., Sabourin, E. (Eds.), *Le Travail En Agriculture : Son Organisation et Ses Valeurs Face à l'innovation*. Paris, France, pp. 11–16.
- Begzsuren, S., Ellis, J.E., Ojima, D.S., Coughenour, M.B., Chuluun, T., 2004. Livestock responses to droughts and severe winter weather in the Gobi Three Beauty National Park, Mongolia. *J. Arid Environ.* 59, 785–796. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.02.001>
- Belsky, J., Joshi, N.K., 2019. Impact of Biotic and Abiotic Stressors on Managed and Feral Bees. *Insects* 10. <https://doi.org/10.3390/insects10080233>
- Bernier, M., Giovenazzo, P., 2018. *Projet PerformNuc : La fabrication de nucléi au Québec*.
- Bernués, A., Ruiz, R., Olaizola, A., Villalba, D., Casasús, I., 2011. Sustainability of pasture-based livestock farming systems in the European Mediterranean context: Synergies and trade-offs. *Livest. Sci.* 139, 44–57. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.03.018>
- Beyer, M., Junk, J., Eickermann, M., Clermont, A., Kraus, F., Georges, C., Reichart, A., Hoffmann, L., 2018. Winter honey bee colony losses, *Varroa destructor* control strategies, and the role of weather conditions: Results from a survey among beekeepers. *Res. Vet. Sci.* 118, 52–60. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.01.012>
- Binder, C.R., Feola, G., Steinberger, J.K., 2010. Considering the normative, systemic and procedural dimensions in indicator-based sustainability assessments in agriculture. *Environ. Impact Assess. Rev.* 30, 71–81. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2009.06.002>
- Binder, C.R., Wiek, A., 2007. The role of transdisciplinary processes in sustainability assessment of agricultural systems, in: *Agriculture, I.I. of S.D. and S.C. of (Ed.), Common Practice. Proceedings and Outputs of the First Symposium Fo the International Forum on Assessing Sustainability in Agriculture (INFASA)*. Bern, pp. 33–48.
- Blanc, S., Brun, F., Mosso, A., 2017. Traditional beekeeping in rural areas: profitability analysis and feasibility of pollination service. *Qual. - Access to Success* 19, 72–79.
- Blanken, L.J., Langevelde, F. Van, Dooremalen, C. Van, 2015. Interaction between *Varroa destructor* and imidacloprid reduces flight capacity of honeybees. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 282, 20151738.
- Bockstaller, C., Guichard, L., Keichinger, O., Girardin, P., Galan, M.-B., Gaillard, G., 2009. Comparison of methods to assess the sustainability of agricultural systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 29, 223–235.
- Boecking, O., Genersch, E., 2008. Varroosis – the Ongoing Crisis in Bee Keeping. *J. Consum. Prot. Food Saf.* 3, 221–228. <https://doi.org/10.1007/s00003-008-0331-y>
- Botías, C., Martín-Hernández, R., Días, J., García-Palencia, P., Matabuena, M., Juarranz, Á., Barrios, L., Meana, A., Nanetti, A., Higes, M., 2012. The effect of induced queen replacement on *Nosema* spp. infection in honey bee (*Apis mellifera iberiensis*) colonies. *Environ. Microbiol.* 14, 845–859. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2011.02647.x>
- Bragulat, T., Angón, E., García, A., Giorgis, A., Barba, C., Perea, J., 2018. Influencia de la capacidad gerencial del apicultor en la viabilidad de unidades de producción apícola en la Pampa Argentina. *Rev. Mex. Ciencias Pecu.* 9, 32–47. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i1.4394>
- Bretagnolle, V., Gaba, S., 2015. Weeds for bees? A review. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 891–909. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0302-5>
- Brocchi, P., 1886. *Traité de zoologie agricole. Comprenant des éléments de pisciculture, d'apiculture, de sériciculture, d'ostréiculture, etc.*, J.-B. Bail. ed. Paris, France.
- Brodtschneider, R., Brus, J., Danihlík, J., 2019. Comparison of apiculture and winter mortality of honey bee colonies (*Apis mellifera*) in Austria and Czechia. *Agric. Ecosyst. Environ.* 274, 24–32.

<https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.01.002>

- Brodschneider, R., Gray, A., Adjlane, N., Ballis, A., Brusbardis, V., Charrière, J.D., Chlebo, R., Coffey, M.F., Dahle, B., de Graaf, D.C., Maja Dražić, M., Evans, G., Fedoriak, M., Forsythe, I., Gregorc, A., Grzęda, U., Hetzroni, A., Kauko, L., Kristiansen, P., Martikkala, M., Martín-Hernández, R., Aurelio Medina-Flores, C., Mutinelli, F., Raudmets, A., A Ryzhikov, V., Simon-Delso, N., Stevanovic, J., Uzunov, A., Vejsnæs, F., Wöhl, S., Zammit-Mangion, M., Danihlík, J., 2018. Multi-country loss rates of honey bee colonies during winter 2016/2017 from the COLOSS survey. *J. Apic. Res.* 57, 452–457. <https://doi.org/10.1080/00218839.2018.1460911>
- Büchler, R., Andonov, S., Bienefeld, K., Costa, C., Hatjina, F., Kezic, N., Kryger, P., Spivak, M., Uzunov, A., Wilde, J., 2013. Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens. *J. Apic. Res.* 52, 1–30. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.07>
- Büchler, R., Costa, C., Hatjina, F., Andonov, S., Meixner, M.D., Le Conte, Y., Uzunov, A., Berg, S., Bienkowska, M., Bouga, M., Drazic, M., Dyrba, W., Kryger, P., Beata, P., Pechhacker, H., Petrov, P., Kezić, N., Korpela, S., Wilde, J., 2014a. The influence of genetic origin and its interaction with environmental effects on the survival of *Apis mellifera* L. colonies in Europ. *J. Apic. Res.* 53, 205–214. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.2.03>
- Büchler, R., Costa, C., Hatjina, F., Andonov, S., Meixner, M.D., Le Conte, Y., Uzunov, A., Berg, S., Bienkowska, M., Bouga, M., Drazic, M., Dyrba, W., Kryger, P., Panasiuk, B., Pechhacker, H., Petrov, P., Kezić, N., Korpela, S., Wilde, J., 2014b. The influence of genetic origin and its interaction with environmental effects on the survival of *Apis mellifera* L. colonies in Europe. *J. Apic. Res.* 53, 205–214. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.2.03>
- Chauzat, M.P., Cauquil, L., Roy, L., Franco, S., Hendriks, P., Ribière-Chabert, M., 2013. Demographics of the European apicultural industry. *PLoS One* 8, e79018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079018>
- Chia, E., 2008. La flexibilité relationnelle : rôle des réseaux, des groupements et des associations d'éleveurs, in: Dedieu, B., Chia, E., Leclerc, B., Moulin, C.-H., Tichit, M. (Eds.), *L'élevage En Mouvement. Flexibilité et Adaptation Des Exploitations d'herbivores*. Paris, pp. 135–142.
- Clavel, L., Soudais, J., Baudet, D., Leenhardt, D., 2011. Integrating expert knowledge and quantitative information for mapping cropping systems. *Land use policy* 28, 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2010.05.001>
- Cochet, H., 2011. Origine et actualité du « système agricole » : retour sur un concept. *Rev. Tiers Monde* 3, 97–114. <https://doi.org/10.3917/rtm.207.0097>
- Collinson, M.P., 1987. Farming Systems Research: Procedures for Technology Development. *Exp. Agric.* 23, 365–386.
- Coquil, X., Cerf, M., Auricoste, C., Joannon, A., Barcellini, F., Cayre, P., Chizallet, M., Dedieu, B., Hostiou, N., Hellec, F., Lusson, J.-M., Olry, P., Omon, B., Prost, L., 2018. Questioning the work of farmers, advisors, teachers and researchers in agro-ecological transition. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 38–47.
- Cournut, S., Chauvat, S., 2012. L'organisation du travail en exploitation d'élevage : analyse de 630 Bilans Travail réalisés dans huit filières animales. *INRA Prod. Anim.* 25, 101–112.
- Cournut, S., Chauvat, S., Correa, P., Santos Filho, J.C. Dos, Diéguez, F., Hostiou, N., Pham, D.K., Servière, G., Sraïri, M.T., Turlot, A., Dedieu, B., 2018. Analyzing work organization on livestock farm by the Work Assessment Method. *Agron. Sustain. Dev.* 38. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0534-2>
- Cournut, S., Servière, G., Hostiou, N., Chauvat, S., Dedieu, B., 2010. L'organisation du travail en exploitations familiales d'élevage. Enseignements d'une analyse comparée conduite en France, en Amérique latine et au Vietnam. *Cah. Agric.* 19.
- Couzy, C., Dockès, A.-C., 2008. Are farmers businesspeople? Highlighting transformations in the profession of farmers in France. *Int. J. Entrep. Small Bus.* 6, 407–420.
- Couzy, C., Dockès, A.-C., 2006. Multiplicité des métiers, diversité des modèles de référence : un éclairage sur les transformations des métiers des agriculteurs. *Rencontres Rech. Ruminants* 51–54.
- Coventry, T., Sutherland, H., Waters, M., Dutton, P., Gream, B., Croft, R., Hall, E., Paull, D.R., Edwards, C., Marchant, R., Smith, P., Scott, J.M., Gaden, C., Hoad, J., 2013. Reflections on the concept, conduct and findings of the producer-led Cicerone Project. *Anim. Prod. Sci.* 53, 856–868.

<https://doi.org/10.1071/AN12292>

- Darnhofer, I., Bellon, S., Dedieu, B., Milestad, R., 2010a. Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30, 545–555. <https://doi.org/10.1051/agro/2009053>
- Darnhofer, I., Fairweather, J., Moller, H., 2010b. Assessing a farm's sustainability: Insights from resilience thinking. *Int. J. Agric. Sustain.* 8, 186–198. <https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0480>
- Darnhofer, I., Gibbon, D., Dedieu, B., 2012. Farming Systems Research: an approach to inquiry, in: Darnhofer, I., Gibbon, D., Dedieu, B. (Eds.), *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Dordrecht, pp. 3–31.
- Darré, J.-P., 2004. De quelle sociologie s'agit-il ?, in: Darré, J.-P., Mathieu, A., Lasseur, J. (Eds.), *Le Sens Des Pratiques. Conceptions d'agriculteurs et Modèles d'agronomes*. Versailles, France, pp. 35–37.
- Darré, J.-P., Mathieu, A., Lasseur, J., 2004. *Le sens des pratiques. Conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes.*, INRA Editi. ed. Versailles, France.
- de Miranda, J.R., Genersch, E., 2010. Deformed wing virus. *J. Invertebr. Pathol.* 103, S48–S61. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.012>
- de Olde, E.M., Bokkers, E.A.M., de Boer, I.J.M., 2017. The Choice of the Sustainability Assessment Tool Matters: Differences in Thematic Scope and Assessment Results. *Ecol. Econ.* 136, 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.02.015>
- de Olde, E.M., Oudshoorn, F.W., Sørensen, C.A.G., Bokkers, E.A.M., De Boer, I.J.M., 2016. Assessing sustainability at farm-level: Lessons learned from a comparison of tools in practice. *Ecol. Indic.* 66, 391–404. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.01.047>
- Debaeke, P., Munier-Jolain, N., Bertrand, M., Guichard, L., Nolot, J.-M., Faloya, V., Saulas, P., 2009. Iterative design and evaluation of rule-based cropping systems: Methodology and case studies - A review. *Agron. Sustain. Dev.* 29, 73–86. <https://doi.org/10.1051/agro:2008050>
- Decourtye, A., Alaux, C., Le Conte, Y., Henry, M., 2019. Toward the protection of bees and pollination under global change: Present and future perspectives in a challenging applied science. *Curr. Opin. Insect Sci.* <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.cois.2019.07.008>
- Decourtye, A., Mader, E., Desneux, N., 2010. Landscape enhancement of floral resources for honey bees in agro-ecosystems. *Apidologie* 41, 264–277. <https://doi.org/10.1051/apido/2010024>
- Dedieu, B., Faverdin, P., Dourmad, J.Y., Gibon, A., 2008. Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. *INRA Prod. Anim.* 21, 45–58.
- Dedieu, B., Servière, G., 2012. Vingt ans de recherche-développement sur le travail en élevage : acquis et perspectives. *INRA Prod. Anim.* 25, 85–100.
- Dedieu, B., Servière, G., 2001. Organisation du travail et fonctionnement des systèmes d'élevage. *Renc. Rech. Ruminants* 8, 245–250.
- Dedieu, B., Servière, G., 1999. La méthode Bilan Travail et son application, in: Rubino, R., Morand-Fehr, P. (Eds.), *Systems of Sheep and Goat Production: Organization of Husbandry and Role of Extension Services, Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n.38*. Zaragoza, pp. 353–364.
- Dedieu, B., Servière, G., Madelrieux, S., Dobremez, L., Cournut, S., 2006. Comment appréhender conjointement les changements techniques et les changements du travail en élevage ? *Cah. Agric.* 15, 506–513.
- Department of Parks and Wildlife, ., 2013. *General Conditions for using Apiary Authorities on Crown land in Western Australia*.
- Deytieux, V., Vivier, C., Minette, S., Nolot, J.-M., Piaud, S., Schaub, A., Lande, N., Petit, M.-S., Reau, R., Fourrié, L., Fontaine, L., 2012. Expérimentation de systèmes de culture innovants : avancées méthodologiques et mise en réseau opérationnelle. *Innov. Agron.* 20, 49–78.
- Di Pasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, L.P., Decourtye, A., Kretzschmar, A., Suchail, S., Brunet, J.-L., Alaux, C., 2013. Influence of Pollen Nutrition on Honey Bee Health: Do Pollen Quality and Diversity Matter? *PLoS One* 8, e72016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072016>

- Diazabakana, A., Latruffe, L., Bockstaller, C., Desjeux, Y., Finn, J., Kelly, E., Ryan, M., Uthes, S., 2014. A Review of Farm Level Indicators of Sustainability With a Focus on CAP and FADN.
- Dietemann, V., Nazzi, F., Martin, S.J., Anderson, D.L., Locke, B., Delaplane, K.S., Wauquiez, Q., Tannahill, C., Frey, E., Ziegelmann, B., Rosenkranz, P., Ellis, J.D., 2013. Standard methods for varroa research. *J. Apic. Res.* 52, 1–54. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.09>
- dos Santos Filho, J.C., Hostiou, N., Damasceno, J.C., Dedieu, B., 2012. Room for manoeuvre in time of the workforce in dairy production systems. *Rev. Bras. Zootec.* 41, 2450–2457. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012001200010>
- Doublet, V., Labarussias, M., de Miranda, J.R., Moritz, R.F.A., Paxton, R.J., 2015. Bees under stress: sublethal doses of a neonicotinoid pesticide and pathogens interact to elevate honey bee mortality across the life cycle. *Environ. Microbiol.* 17, 969–983. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.12426>
- Durant, J.L., 2019. Where have all the flowers gone? Honey bee declines and exclusions from floral resources. *J. Rural Stud.* 65, 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.10.007>
- ESA, 2019. Mortalité des colonies d'abeilles domestiques pendant l'hiver 2017-18. Résultats descriptifs complets.
- Eychenne, C., 2008. Les éleveurs et l'estive : pour une approche compréhensive des pratiques pastorales. *Natures Sci. Sociétés* 16, 131–138.
- FADEAR, 2014. Le manuel de l'agriculture paysanne, Média Pays. ed. Bagnolet.
- FAO, 2014. Sustainability Assessment Of Food and Agriculture Systems. Guidelines Version 3.0, Food and A. ed. Rome.
- Faugère, E., Navarrete, M., Charles, M., Étienne, M., Fauriel, J., Lasseur, J., Lécrivain, É., Napoléone, M., Paratte, R., 2010. Des connaissances scientifiques en quête de connaissances d'acteurs. *Nat. Sci. Sociétés* 18, 395–403.
- Fels, D.I., Blackler, A., Cook, D., Foth, M., 2019. Ergonomics in apiculture: A case study based on inspecting movable frame hives for healthy bee activities. *Heliyon* 5, e01973. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01973>
- Fernandez-Giménez, M.E., 1999. Sustaining the Steppes: A Geographical History of Pastoral Land Use in Mongolia. *Geogr. Rev.* 89, 315–342. <https://doi.org/10.1111/j.1931-0846.2015.12088.x>
- Fernandez-Giménez, M.E., Batkhishig, B., Batbuyan, B., Ulambayar, T., 2015. Lessons from the Dzud: community-based rangeland management increases the adaptive capacity of Mongolian herders to winter disasters. *World Dev.* 68, 48–65. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.11.015>
- Fert, P., 2015. Evolutions de la représentation des intérêts apicoles français. *Sciences Po Bordeaux*.
- Fiorelli, C., Dedieu, B., Porcher, J., 2010. Un cadre d'analyse des compromis adoptés par les éleveurs pour organiser leur travail. *Cah. Agric.* 19, 383–390.
- Fortier, A., Dupré, L., Alphandéry, P., 2019. L'autonomie entre marché, rapport à la nature et production de soi. Approche sociologique des pratiques apicoles. *Développement durable Territ.* 10. <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.14580>
- Fourrié, L. (ITAB), Cresson, C. (ACTA), Letailleur, F. (CA S., Sautereau, N. (CA V., Willot, M. (FNAB), Berthier, C. (IFV), Vallas, M., 2013. RefAB : Des références pour les systèmes agricoles biologiques : proposition d'un cadre méthodologique innovant. *Innov. Agron.* 32, 271–284.
- FranceAgriMer, 2018a. Observatoire de la production de miel et gelée royale, Les synthèses de France AgriMer.
- FranceAgriMer, 2018b. Décision modificative de la décision INTV-SANAEI-2016-48 du 27 décembre 2016 précisant les modalités de mise en œuvre du programme apicole triennal français 2017/2019.
- FranceAgriMer, 2016. Observatoire de la production de miel et gelée royale, Les synthèses de France AgriMer.
- FranceAgriMer, 2012a. Audit économique de la filière apicole française, Les synthèses de France AgriMer.
- FranceAgriMer, 2012b. Audit économique de la filière apicole française - Rapport final Protéis +.

- Francis, R.M., Nielsen, S.L., Kryger, P., 2013. Varroa-Virus Interaction in Collapsing Honey Bee Colonies. *PLoS One* 8, e57540. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057540>
- Fratkin, E., Mearns, R., 2003. Sustainability and Pastoral Livelihoods: Lessons from East African Maasai and Mongolia. *Hum. Organ.* 62, 112–122. <https://doi.org/10.17730/humo.62.2.am1qpp36eqgxh3h1>
- Gallai, N., Salles, J., Settele, J., Vaissière, B.E., 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol. Econ.* 68, 810–821. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.014>
- Genersch, E., von der Ohe, W., Kaatz, H., Schroeder, A., Otten, C., Büchler, R., Berg, S., Ritter, W., Mülhen, W., Gisder, S., Meixner, M., Liebig, G., Rosenkranz, P., 2010. The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie* 41, 332–352. <https://doi.org/10.1051/apido/2010014>
- Giacobino, A., Molineri, A., Bulacio Cagnolo, N., Merke, J., Orellano, E., Bertozzi, E., Masciangelo, G., Pietronave, H., Pacini, A., Salto, C., Signorini, M., 2016. Queen replacement: the key to prevent winter colony losses in Argentina. *J. Apic. Res.* 55, 335–341. <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1238595>
- Giacobino, A., Pacini, A., Molineri, A., Bulacio Cagnolo, N., Merke, J., Orellano, E., Bertozzi, E., Masciangelo, G., Pietronave, H., Signorini, M., 2017. Environment or beekeeping management: What explains better the prevalence of honey bee colonies with high levels of Varroa destructor? *Res. Vet. Sci.* 112, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.01.001>
- Gibbon, D., 2012. Methodological themes in Farming Systems Research and implications for learning in higher education, in: Darnhofer, I., Gibbon, D., Dedieu, B. (Eds.), *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Dordrecht, pp. 95–117.
- Gibon, A., Sibbald, A.R., Flamant, J.C., Lhoste, P., Revilla, R., Rubino, R., Sørensen, J.T., 1999. Livestock farming systems research in Europe and its potential contribution for managing towards sustainability in livestock farming. *Livest. Prod. Sci.* 61, 121–137. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00062-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00062-7)
- Gips, T., 1984. What is sustainable agriculture?, in: *Manna* 1, 4.
- Girard, N., 2006. Catégoriser les pratiques d'agriculteurs pour reformuler un problème en partenariat. Une proposition méthodologique. *Cah. Agric.* 15, 261–272.
- Girard, N., Duru, M., Hazard, L., Magda, D., 2008. Categorising farming practices to design sustainable land-use management in mountain areas. *Agron. Sustain. Dev.* 28, 333–343.
- Gleeson, D.E., O'Brien, B., O'Donovan, K., 2007. The labour input associated with calf care on Irish dairy farms. *Livest. Sci.* <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.08.019>
- Gray, A., Brodschneider, R., Adjlane, N., Ballis, A., Brusbardis, V., Charrière, J.-D., Chlebo, R., Coffey, M.F., Cornelissen, B., Amaro da Costa, C., Csaki, T., Dahle, B., Danihlík, J., Drazic, M.M., Evans, G., Fedoriak, M., Forsythe, I., de Graaf, D., Gregorc, A., Johannesen, J., Kauko, L., Kristiansen, P., Martikkala, M., Martin-Hernandez, R., Medina-Flores, C.A., Mutinelli, F., Patalano, S., Petrov, P., Raudmets, A., Ryzhikov, V.A., Simon-Delso, N., Stevanovic, J., Topolska, G., Uzunov, A., Vejsnaes, F., Williams, A., Zammit-Mangion, M., Soroker, V., 2019. Loss rates of honey bee colonies during winter 2017/18 in 36 countries participating in the COLOSS survey, including effects of forage sources. *J. Apic. Res.* <https://doi.org/10.1080/00218839.2019.1615661>
- Guarna, M.M., Hoover, S.E., Huxter, E., Higo, H., Moon, K.M., Domanski, D., Bixby, M.E.F., Melathopoulos, A.P., Ibrahim, A., Peirson, M., Desai, S., Micholson, D., White, R., Borchers, C.H., Currie, R.W., Pernal, S.F., Foster, L.J., 2017. Peptide biomarkers used for the selective breeding of a complex polygenic trait in honey bees. *Sci. Rep.* 7, 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08464-2>
- Guichard, M., 2016. État des lieux des programmes de sélection apicoles en France.
- Harris, J.L., 2016. The effect of requeening in late July on honey bee colony development on the Northern Great Plains of North America after removal from an indoor winter storage facility. *J. Apic. Res.* 49, 159–169. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.2.04>
- Hatjina, F., Bienkowska, M., Charistos, L., Chlebo, R., Costa, C., Dražić, M.M., Filipi, J., Gregorc, A., Ivanova, E.N., Kezić, N., Kopernicky, J., Kryger, P., Lodesani, M., Lokar, V., Mladenovic, M., Panasiuk, B., Petrov, P.P., Rašić, S., Smodis Skerl, M.I., Vejsnaes, F., Wilde, J., 2014. A review of methods used in some European

- countries for assessing the quality of honey bee queens through their physical characters and the performance of their colonies. *J. Apic. Res.* 53, 337–363. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.3.02>
- Henry, M., Béguin, M., Requier, F., Rollin, O., Odoux, J., Aupinel, P., Aptel, J., Tchamitchian, S., Decourtye, A., 2012. A common pesticide decreases foraging success and survival in Honey Bees. *Science* (80-). 336, 348–350. <https://doi.org/10.1126/science.1215039>
- Henry, M., Rodet, G., 2018. Controlling the impact of the managed honeybee on wild bees in protected areas. *Sci. Rep.* 8. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27591-y>
- Hervé, D., Genin, D., Migueis, J., 2002. A modelling approach for analysis of agro pastoral activity at the one-farm level. *Agric. Syst.* 71, 187–206.
- Hoover, S.E., Ovinge, L.P., 2018. Pollen Collection, Honey Production, and Pollination Services: Managing Honey Bees in an Agricultural Setting. *J. Econ. Entomol.* 111, 1509–1516. <https://doi.org/10.1093/jee/toy125>
- Hostiou, N., Dedieu, B., 2012. A method for assessing work productivity and flexibility in livestock farms. *Animal* 6, 852–862. <https://doi.org/10.1017/S1751731111002084>
- Hostiou, N., Fagon, J., 2012. Simplification des conduites d'élevage : analyse transversale des pratiques mises en œuvre dans les filières herbivores et granivores. *INRA Prod. Anim.* 25, 127–140.
- Human, H., Brodschneider, R., Dietemann, V., Dively, G., Ellis, J.D., Forsgren, E., Fries, I., Hatjina, F., Hu, F.-L., Jaffé, R., Jensen, A.B., Köhler, A., Magyar, J.P., Özkýrým, A., Pirk, C.W.W., Rose, R., Strauss, U., Tanner, G., Tarpy, D.R., van der Steen, J.J.M., Vaudo, A., Vejsnæs, F., Wilde, J., Williams, G.R., Zheng, H.-Q., 2013. Miscellaneous standard methods for *Apis mellifera* research. *J. Apic. Res.* 52, 1–56. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.10>
- Husson, F., Lê, S., Pagès, J., 2009. Analyse des Correspondances Multiples, in: *Analyse de Données Avec R*. Rennes, France, pp. 127–167.
- Ingrand, S., Astigarraga, L., Chia, E., Coquil, X., David, C., Fiorelli, J.-L., 2017. Securing Sustainable Livestock Production Systems in an Uncertain Economic Climate: Nurturing Flexibility and Resilience, in: Sekkin, S. (Ed.), *Livestock Science*. pp. 1–17. <https://doi.org/10.5772/65087>
- ITSAP-Institut de l'Abeille, GPGR, ADAPIC, ADA NA, ADA AURA, Syndicat AOP Miel de Corse - Mele di Corsica, APPNP, ADA BFC, ADAPI, ADA Occitanie, GIE Elevage Bretagne / ADA Bretagne, Réseau d'exploitations apicoles de références, années 2011-2016.
- J.O. de l'Union Européenne, 2008. Règlement (CE) n° 889/2008 de la Commission du 5 septembre 2008, portant modalités d'application du règlement (CE) n° 834/2007 du Conseil relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques en ce qui concerne la production biolog.
- Jacques, A., Laurent, M., Ribière-Chabert, M., Saussac, M., Bougeard, S., Budge, G.E., Hendrikx, P., Chauzat, M.P., 2017. A pan-European epidemiological study reveals honey bee colony survival depends on beekeeper education and disease control. *PLoS One* 12, 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172591>
- Jollivet, M., Lhoste, P., 1993. L'éleveur, le zootechnicien et le sociologue. *Note de lecture. Etud. Rurales* 131–132, 220–222.
- Josse, J., Husson, F., 2016. missMDA: A Package for Handling Missing Values in Multivariate Data Analysis. *J. Stat. Softw.* 70, 1–31. <https://doi.org/10.18637/jss.v070.i01>
- Kakinuma, K., Okayasu, T., Jamsran, U., Okuro, T., Takeuchi, K., 2014. Herding strategies during a drought vary at multiple scales in Mongolian rangeland. *J. Arid Environ.* 109, 88–91. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.05.024>
- Karimi, V., Karami, E., Keshavarz, M., 2018. Vulnerability and Adaptation of Livestock Producers to Climate Variability and Change. *Rangel. Ecol. Manag.* 71, 175–184. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2017.09.006>
- Keating, B.A., McCown, R.L., 2001. Advances in farming systems analysis and intervention. *Agric. Syst.* 70, 555–579.
- Klein, A.-M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 274,

303–313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>

- Köbrich, C., Rehman, T., Khan, M., 2003. Typification of farming systems for constructing representative farm models: Two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. *Agric. Syst.* 76, 141–157. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00013-6](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00013-6)
- Koocheki, A., Gliessman, S.R., 2005. Pastoral Nomadism, a Sustainable System for Grazing Land Management in Arid Areas. *J. Sustain. Agric.* 25, 113–131. <https://doi.org/10.1300/J064v25n04>
- Kouchner, C., Ferrus, C., Blanchard, S., Decourtye, A., Basso, B., Le Conte, Y., Tchamitchian, M., 2019. Bee farming system sustainability: An assessment framework in metropolitan France. *Agric. Syst.* 176, 102653.
- Kouchner, C., Ferrus, C., Blanchard, S., Decourtye, A., Basso, B., Le Conte, Y., Tchamitchian, M., 2018. Sustainability of beekeeping farms: development of an assessment framework through participatory research, in: 13th European IFSA Symposium. Chania (Greece).
- Krätli, S., Schareika, N., 2010. Living Off Uncertainty: The intelligent animal production of dryland pastoralists. *Eur. J. Dev. Res.* 22, 605–622. <https://doi.org/10.1057/ejdr.2010.41>
- Kritsky, G., 2017. Beekeeping from Antiquity through the Middle Ages. *Annu. Rev. Entomol.* 62, 249–264. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-031616-035115>
- Lairez, J., Feschet, P., Aubin, J., Bockstaller, C., Bouvarel, I., 2016. *Agriculture et développement durable - Guide pour l'évaluation multicritères*, Educagri é. ed. Versailles, France.
- Lairez, J., Feschet, P., Botreau, R., 2015. Construire sa propre méthode d'évaluation, in: Lairez, J., Feschet, P., Aubin, J., Bockstaller, C., Bouvarel, I. (Eds.), *Agriculture et Développement Durable - Guide Pour l'évaluation Multicritère*. Dijon/Versailles, p. 226.
- Landais, E., 1987. *Recherches sur les systèmes d'élevage - Questions et perspectives*.
- Landais, E., Deffontaines, J.-P., Benoît, M., 1988. Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. *Etud. Rurales* 109, 125–158. <https://doi.org/10.3406/rural.1988.3226>
- Lauvie, A., Paoli, J.C., Moulin, C.H., 2015. Managing local breeds: a dynamic connected to livestock farming systems that concerns different levels of organization. *Anim. Genet. Resour.* <https://doi.org/10.1017/s2078633614000502>
- Lauvie, A., Sorba, J.-M., Adam, A., Amzil, L., Michon, G., à paraître. La gestion des populations d'abeilles inscrite dans des milieux : l'exemple de l'abeille corse. *Natures Sci. Sociétés*.
- Le Conte, Y., Ellis, M., Ritter, W., 2010. Varroa mites and honey bee health: can Varroa explain part of the colony losses? . *Apidologie* 41, 353–363. <https://doi.org/10.1051/apido/2010017>
- Lê, S., Josse, J., Husson, F., 2008. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *J. Stat. Softw.* 25, 1–18. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- Lebacqz, T., Baret, P. V., Stilmant, D., 2013. Sustainability indicators for livestock farming. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 33, 311–327. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0121-x>
- Lecocq, A., Kryger, P., Vejsnæs, F., Bruun Jensen, A., 2015. Weight Watching and the Effect of Landscape on Honeybee Colony Productivity: Investigating the Value of Colony Weight Monitoring for the Beekeeping Industry. *PLoS One* 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132473>
- Lehébel-Péron, A., Sidawy, P., Dounias, E., Schatz, B., 2016. Attuning local and scientific knowledge in the context of global change: The case of heather honey production in southern France. *J. Rural Stud.* 44, 132–142. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.01.005>
- Lesschen, J.P., Verburg, P.H., Staal, S.J., 2005. Statistical methods for analysing the spatial dimension of changes in land use and farming systems, *The Intern. ed, LUCC Report Series No. 7*.
- Lhoste, P., 1984. Le diagnostic sur le système d'élevage. *Les Cah. la Rech.* 84–88.
- Litt, J., Coutelet, G., Arroyo, J., Bignon, L., Laborde, M., Théau-Clément, M., Brachet, M., Guy, G., Drouilhet, L., Dubois, J.P., Grossiord, B., Hérault, F., Fortun-Lamothe, L., 2014. Evaluation de la durabilité et innovations pour des ateliers CUNicoles et PALMipèdes gras plus durables : projet CUNIPALM. *Innov. Agron.* 34, 241–258.

- López-i-Gelats, F., Fraser, E.D.G., Morton, J.F., Rivera-Ferre, M.G., 2016. What drives the vulnerability of pastoralists to global environmental change? A qualitative meta-analysis. *Glob. Environ. Chang.* 39, 258–274. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.011>
- MAAF, 2013. Plan de développement durable de l'apiculture. Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.
- Madelrieux, S., 2004. Ronde des saisons, vie des troupeaux et labeur des hommes. Modélisation de l'organisation d'utavail en exploitation d'élevage herbivore au cours d'une année. Thèse INA-PG, Paris.
- Madelrieux, S., Dedieu, B., 2008. Qualification and assessment of work organisation in livestock farms. *Animal* 2, 435–446. <https://doi.org/10.1017/S1751731110700122X>
- Madelrieux, S., Dedieu, B., Dobremez, L., Girard, N., 2009. Patterns of work organisation in livestock farms: The ATELAGÉ approach. *Livest. Sci.* 121, 28–37. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.05.014>
- Madry, W., Mena, Y., Roszkowska-Madra, B., Gozdowski, D., Hryniewski, R., Castel, J.M., 2013. An overview of farming system typology methodologies and its use in the study of pasture-based farming system: A review. *Spanish J. Agric. Res.* 11, 316–326. <https://doi.org/10.5424/sjar/2013112-3295>
- Maisonnasse, A., Hernandez, J., Le Quintrec, C., Cousin, M., Beri, C., Kretzschmar, A., 2016. Evaluation de la structure des colonies d'abeilles, création et utilisation de la méthode ColEval (Colony Evaluation). *Innov. Agron.* 53, 27–37.
- Malanski, P.D., Schiavi, S., Dedieu, B., 2019. Characteristics of “work in agriculture” scientific communities. A bibliometric review. *Agron. Sustain. Dev.* 39. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0582-2>
- Marchand, F., Debruyne, L., Triste, L., Gerrard, C., Padel, S., Lauwers, L., 2014. Key characteristics for tool choice in indicator-based sustainability assessment at farm level. *Ecol. Soc.* 19. <https://doi.org/10.5751/ES-06876-190346>
- Martel, G., Dourmad, J.-Y., Dedieu, B., 2008. Do labour productivity and preferences about work load distribution affect reproduction management and performance in pig farms. *Livest. Prod. Sci.* 116, 96–107. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.09.012>
- Martin, G., Magne, M.A., 2015. Agricultural diversity to increase adaptive capacity and reduce vulnerability of livestock systems against weather variability - A farm-scale simulation study. *Agric. Ecosyst. Environ.* 199, 301–311. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.10.006>
- Mathieu, A., Lasseur, J., Darré, J.-P., 2004. Un projet d'agronomes : accéder aux conceptions des agriculteurs pour comprendre les pratiques, in: Darré, J.-P., Mathieu, A., Lasseur, J. (Eds.), *Le Sens Des Pratiques. Conceptions d'agriculteurs et Modèles d'agronomes*. Versailles, France, pp. 19–33.
- Maucourt, S., Fournier, V., Giovenazzo, P., 2018. Comparison of three methods to multiply honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Apidologie* 49, 314–324. <https://doi.org/10.1007/s13592-017-0556-9>
- McDermott, J.J., Staal, S.J., Freeman, H.A., Herrero, M., Van de Steeg, J.A., 2010. Sustaining intensification of smallholder livestock systems in the tropics. *Livest. Sci.* 130, 95–109. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.014>
- McMenamin, A.J., Genersch, E., 2015. Honey bee colony losses and associated viruses. *Curr. Opin. Insect Sci.* 8, 121–129. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.01.015>
- Meixner, M.D., Costa, C., Kryger, P., Hatjina, F., Bouga, M., Ivanova, E., Büchler, R., 2010. Conserving diversity and vitality for honey bee breeding. *J. Apic. Res.* 49, 85–92. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.12>
- Meynard, J.-M., 2012. La reconception est en marche ! Conclusion au Colloque “Vers des systèmes de culture innovants et performants : de la théorie à la pratique pour concevoir, piloter, évaluer, conseiller et former.” *Innov. Agron.* 20, 143–153.
- Milestad, R., Dedieu, B., Darnhofer, I., Bellon, S., 2012. Farms and farmers facing change: The adaptive approach, in: Darnhofer, I., Gibbon, D., Dedieu, B. (Eds.), *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. pp. 365–385.
- Muñoz, I., Cepero, A., Pinto, M.A., Martín-Hernández, R., Higes, M., De la Rúa, P., 2014. Presence of *Nosema ceranae* associated with honeybee queen introductions. *Infect. Genet. Evol.* 23, 161–168. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2014.02.008>

- Neumann, P., Carreck, N.L., 2010. Honey bee colony losses. *J. Apic. Res.* 49, 1–6. <https://doi.org/10.3896/ibra.1.49.1.01>
- Nori, M., Scoones, I., 2019. Pastoralism, Uncertainty and Resilience: Global Lessons from the Margins. *Pastor. Res. Policy Pract.* 9. <https://doi.org/10.1186/s13570-019-0146-8>
- Nozières, M.O., Moulin, C.H., Dedieu, B., 2011. The herd, a source of flexibility for livestock farming systems faced with uncertainties? *Animal* 5, 1442–1457. <https://doi.org/10.1017/S1751731111000486>
- Ouvrage Collectif, , Balard, J., Bischoff, O., Pin, A., Chauvat, S., Dumonthier, P., Servièrè, G., Dedieu, B., 2008. L'organisation du travail en élevage. Enseigner la méthode Bilan Travail.
- Paris, L., El Alaoui, H., Delbac, F., Diogon, M., 2018. Effects of the gut parasite *Nosema ceranae* on honey bee physiology and behavior. *Curr. Opin. Insect Sci.* 26, 149–154. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.017>
- Perrot, C., Landais, E., 1993. Exploitations agricoles : Pourquoi poursuivre la recherche sur les méthodes typologiques ? *Cah. la Rech. Développement* 13–23.
- Phillips, C., 2014. Following beekeeping : More-than-human practice in agrifood. *J. Rural Stud.* 36, 149–159. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2014.06.013>
- Pirk, C.W.W., de Miranda, J.R., Kramer, M., Murray, T.E., Nazzi, F., Shutler, D., van der Steen, J.J.M., van Dooremalen, C., 2013. Statistical guidelines for *Apis mellifera* research. *J. Apic. Res.* 52, 1–24. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.13>
- Pottiez, E., Dennery, G., Cresson, C., Lescoat, P., Bouvarel, I., 2013. AVIBIO : une méthode et un outil pour évaluer la durabilité des filières avicoles biologiques. *Innov. Agron.* 30, 13–25.
- Potts, S.G., Roberts, S.P.M., Dean, R., Marris, G., Brown, M.A., Jones, R., Neumann, P., Settele, J., 2010. Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *J. Apic. Res.* 49, 15–22. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.02>
- Protino, J., Magdelaine, P., Berri, C., Méda, B., Ponchant, P., Dusart, L., Chevalier, D., Dezat, E., Lescoat, P., Bouvarel, I., 2015. OVALI : un outil pratique d'évaluation de la durabilité des filières avicoles. 1- Evaluer l'existant pour identifier des marges de progrès, in: Onzièmes Journées de La Recherche Avicole et Palmipères à Foie Gras. Tours, France.
- R Core Team, 2016. R: A language and environment for statistical computing.
- Rammel, C., 2003. Sustainable development and innovations: lessons from the Red Queen. *Int. J. Sustain. Dev.* 6, 395–416. <https://doi.org/10.1504/IJSD.2003.004210>
- Rattenbury, K., Kielland, K., Finstad, G., Schneider, W., 2009. A reindeer herder's perspective on caribou, weather and socio-economic change on the Seward Peninsula, Alaska. *Polar Res.* 28, 71–88. <https://doi.org/10.1111/j.1751-8369.2009.00102.x>
- Rigolot, C., Martin, G., Dedieu, B., 2019. Renforcer les capacités d'adaptation des systèmes d'élevage de ruminants : cadres théoriques, leviers d'action et démarche d'accompagnement. *INRA Prod. Anim.* 32, 1–12.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P., Ziegelmann, B., 2010. Biology and control of *Varroa destructor*. *J. Invertebr. Pathol.* 103, S96–S119. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.07.016>
- Rougé, C.J., 2013. Resilience and vulnerability in the framework of viability theory and stochastic controlled dynamical systems. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II.
- Rucker, R.R., Thurman, W.N., Burgett, M., 2012. Honey bee pollination markets and the internalization of reciprocal benefits. *Am. J. Agric. Econ.* 94, 956–977. <https://doi.org/10.1093/ajae/aas031>
- Sabatier, R., Oates, L.G., Brink, G.E., Bleier, J., Jackson, R.D., 2015a. Grazing in an uncertain environment: Modeling the trade-off between production and robustness. *Agron. J.* 107, 257–264. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0357>
- Sabatier, R., Oates, L.G., Jackson, R.D., 2015b. Management flexibility of a grassland agroecosystem: A modeling approach based on viability theory. *Agric. Syst.* 139, 76–81. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.06.008>
- Sanchez-Bayo, F., Goka, K., 2014. Pesticide residues and bees - A risk assessment. *PLoS One* 9.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094482>

- Sánchez-Bayo, F., Goulson, D., Pennacchio, F., Nazzi, F., Goka, K., Desneux, N., 2016. Are bee diseases linked to pesticides? — A brief review. *Environ. Int.* 89–90, 7–11. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.01.009>
- Schader, C., Grenz, J., Meier, M.S., Stolze, M., 2014. Scope and precision of sustainability assessment approaches to food systems. *Ecol. Soc.* 19, 42. <https://doi.org/10.5751/ES-06866-190342>
- Scoones, I., 1995. Habitat use by cattle in dryland Zimbabwe. *J. Arid Environ.* 29, 221–237.
- Scoones, I., 1992. Coping with drought: Responses of herders and livestock in contrasting savanna environments in Southern Zimbabwe. *Hum. Ecol.* 20, 293–314. <https://doi.org/10.1007/BF00889899>
- Scoones, I., Leach, M., Smith, A., Stagl, S., Stirling, A., Thompson, J., 2007. Dynamic Systems and the challenge of Sustainability, STEPS Working Paper 1.
- Scott, J.M., Behrendt, K., Colvin, A., Scott, F., Shakhane, L.M., Guppy, C., Hoad, J., Gaden, C.A., Edwards, C., Hinch, G.N., Cacho, O.J., Donald, G.E., Cottle, D., Coventry, T., Williams, G., Mackay, D.F., 2013a. Integrated overview of results from a farmlet experiment which compared the effects of pasture inputs and grazing management on profitability and sustainability. *Anim. Prod. Sci.* 53, 841–855. <https://doi.org/10.1071/AN12284>
- Scott, J.M., Gaden, C.A., Edwards, C., Paull, D.R., Marchant, R., Hoad, J., Sutherland, H., Coventry, T., Dutton, P., 2013b. Selection of experimental treatments, methods used and evolution of management guidelines for comparing and measuring three grazed farmlet systems. *Anim. Prod. Sci.* 53, 628–642. <https://doi.org/10.1071/AN12265>
- Seegers, J., Moreau, J.C., Beguin, E., Guillaumin, A., Frappat, B., 2006. Attentes des éleveurs laitiers vis-à-vis de leurs conditions de travail et évolution de leurs systèmes d'exploitation. *Fourrages* 3–16.
- Simeunovic, P., Stevanovic, J., Cirkovic, D., Radojicic, S., Lakic, N., Stanisic, L., Stanimirovic, Z., 2015. Nosema ceranae and queen age influence the reproduction and productivity of the honey bee colony. *J. Apic. Res.* 53, 545–554. <https://doi.org/10.3896/IBRA.153.5.09>
- Soma, T., Schlecht, E., 2018. The relevance of herders' local ecological knowledge on coping with livestock losses during harsh winters in western Mongolia. *Pastoralism* 8. <https://doi.org/10.1186/s13570-017-0108-y>
- Stanhope, J., Carver, S., Weinstein, P., 2017. Health outcomes of beekeeping: a systematic review. *J. Apic. Res.* 56, 100–111. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1291208>
- Steinhauer, N., Kulhanek, K., Antúnez, K., Human, H., Chantawannakul, P., Chauzat, M.P., VanEngelsdorp, D., 2018. Drivers of colony losses. *Curr. Opin. Insect Sci.* 26, 142–148. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.004>
- Sumberg, J., Okali, C., Reece, D., 2003. Agricultural research in the face of diversity, local knowledge and the participation imperative: Theoretical considerations. *Agric. Syst.* 76, 739–753. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00153-1](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00153-1)
- ten Napel, J., van der Veen, A.A., Oosting, S.J., Koerkamp, P.W.G.G., 2011. A conceptual approach to design livestock production systems for robustness to enhance sustainability. *Livest. Sci.* 139, 150–160. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.03.007>
- Tessema, W.K., Ingenbleek, P.T.M., Van Trijp, H.C.M., 2014. Pastoralism, sustainability, and marketing. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 34, 75–92. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0167-4>
- Thompson, J., Scoones, I., 1994. Challenging the populist perspective: Rural people's knowledge, agricultural research, and extension practice. *Agric. Human Values* 11, 58–76. <https://doi.org/10.1007/BF01530446>
- Tichit, M., Ingrand, S., Moulin, C.-H., Cournot, S., Lasseur, J., Dedieu, B., 2008. Capacités d'adaptation du troupeau : la diversité des trajectoires productives est-elle un atout ?, in: Dedieu, B., Chia, E., Leclerc, B., Moulin, C.-H., Tichit, M. (Eds.), *L'élevage En Mouvement. Flexibilité et Adaptation Des Exploitations d'herbivores*. Versailles, France, p. 294.
- Topal, E., Strant, M., Pocol, C.B., KÖSOĞLU, M., 2019. A critical point in beekeeping: beekeepers' health. *Bull. UASVM Food Sci. Technol.* 76, 10–18. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fst>

- Triste, L., Marchand, F., Debruyne, L., Meul, M., Lauwers, L., 2014. Reflection on the development process of a sustainability assessment tool: learning from a Flemish case. *Ecol. Soc.* 19, 47. <https://doi.org/10.5751/ES-06789-190347>
- Turner, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luers, A., Martello, M.L., Polsky, C., Pulsipher, A., Schiller, A., 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *PNAS* 100, 8074–8079.
- Turunen, M.T., Rasmus, S., Bavay, M., Ruosteenoja, K., Heiskanen, J., 2016. Coping with difficult weather and snow conditions: Reindeer herders' views on climate change impacts and coping strategies. *Clim. Risk Manag.* 11, 15–36. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2016.01.002>
- Tyler, N.J.C., Turi, J.M., Sundset, M.A., Strøm Bull, K., Sara, M.N., Reinert, E., Oskal, N., Nellemann, C., McCarthy, J.J., Mathiesen, S.D., Martello, M.L., Magga, O.H., Hovelsrud, G.K., Hanssen-Bauer, I., Eira, N.I., Eira, I.M.G., Corell, R.W., 2007. Saami reindeer pastoralism under climate change: Applying a generalized framework for vulnerability studies to a sub-arctic social-ecological system. *Glob. Environ. Chang.* 17, 191–206. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.06.001>
- Urruty, N., Tailliez-Lefebvre, D., Huyghe, C., 2016. Stability, robustness, vulnerability and resilience of agricultural systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 36, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0347-5>
- Uzunov, A., Costa, C., Panasiuk, B., Meixner, M.D., Kryger, P., Hatjina, F., Bouga, M., Andonov, S., Bienkowska, M., Le Conte, Y., Wilde, J., Gerula, D., Kiprijanovska, H., Filipi, J., Petrov, P., Ruottinen, L., Pechhacker, H., Berg, S., Dyrba, W., Ivanova, E., Büchler, R., 2014. Swarming, defensive and hygienic behaviour in honey bee colonies of different genetic origin in a pan-European experiment. *J. Apic. Res.* 53, 248–260. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.2.06>
- van Asselt, M.B.A., Mellors, J., Rijkens-Klomp, N., Greeuw, S.C.H., Molendijk, K.G.P., Jelle Beers, P., van Notten, P., 2001. Building Blocks for Participation in Integrated Assessment: A review of participatory methods. *ICIS Work. Pap.* I01–E003 31, 71 S.
- van der Zee, R., Brodschneider, R., Brusbardis, V., Charrière, J.-D., Chlebo, R., Coffey, M.F., Dahle, B., Drazic, M.M., Kauko, L., Kretavicius, J., Kristiansen, P., Mutinelli, F., Otten, C., Peterson, M., Raudmets, A., Santrac, V., Seppälä, A., Soroker, V., Topolska, G., Vejsnæs, F., Gray, A., 2014. Results of international standardised beekeeper surveys of colony losses for winter 2012-2013: analysis of winter loss rates and mixed effects modelling of risk factors for winter loss. *J. Apic. Res.* 53. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.1.02>
- van der Zee, R., Gray, A., Holzmann, C., Pisa, L., Brodschneider, R., Chlebo, R., Coffey, M.F., Kence, A., Kristiansen, P., Mutinelli, F., Nguyen, B.K., Nouredine, A., Peterson, M., Soroker, V., Topolska, G., Vejsnæs, F., Wilkins, S., 2013. Standard survey methods for estimating colony losses and explanatory risk factors in *Apis mellifera*. *J. Apic. Res.* 52, 1–36. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.18>
- van Engelsdorp, D., Lengerich, E., Spleen, A., Dainat, B., Cresswell, J., Baylis, K., Nguyen, K.B., Soroker, V., Underwood, R., Human, H., Le Conte, Y., Saegerman, C., 2013. Standard epidemiological methods to understand and improve *Apis mellifera* health. *J. Apic. Res.* 52, 1–16. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.08>
- VanEngelsdorp, D., Caron, D., Hayes, J., Underwood, R., Henson, M., Rennich, K., Spleen, A., Andree, M., Snyder, R., Lee, K., Roccasecca, K., Wilson, M., Wilkes, J., Lengerich, E., Pettis, J., for the Bee Informed Partnership, ., 2012. A national survey of managed honey bee 2010-2011 winter colony losses in the USA: results from the Bee Informed Partnership. *J. Apic. Res.* 51, 115–124. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.1.01>
- vanEngelsdorp, D., Meixner, M.D., 2010. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *J. Invertebr. Pathol.* 103, S80–S95. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.011>
- VanEngelsdorp, D., Tarpy, D.R., Lengerich, E.J., Pettis, J.S., 2013. Idiopathic brood disease syndrome and queen events as precursors of colony mortality in migratory beekeeping operations in the eastern United States. *Prev. Vet. Med.* 108, 225–233. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.08.004>
- Vilain, L., Boisset, K., Girardin, P., Guillaumin, A., Mouchet, C., Viaux, P., Zahm, F., 2008. La méthode IDEA : Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles. Guide d'utilisation., Educagri é. ed. Dijon, France.

- Villalba, D., Ripoll, G., Ruiz, R., Bernués, A., 2010. Long-term stochastic simulation of mountain beef cattle herds under diverse management strategies. *Agric. Syst.* 103, 210–220. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.01.003>
- Whitfield, S., Dixon, J.L., Mulenga, B.P., Ngoma, H., 2015. Conceptualising farming systems for agricultural development research: Cases from Eastern and Southern Africa. *Agric. Syst.* 133, 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.09.005>
- Wickham, H., 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*.
- Wilfert, L., Long, G., Leggett, H.C., Schmid-Hempel, P., Butlin, R., Martin, S.J.M., Boots, M., 2016. Deformed wing virus is a recent global epidemic in honeybees driven by Varroa mites. *Science (80-.)*. 351, 594–597. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1126/science.aac9976>
- Winston, M.L., 1987. *The Biology of the Honey Bee*, Harvard Un. ed. Cambridge, UK.
- Wratten, S.D., Gillespie, M., Decourtye, A., Mader, E., Desneux, N., 2012. Pollinator habitat enhancement: Benefits to other ecosystem services. *Agric. Ecosyst. Environ.* 159, 112–122. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.06.020>
- Zahm, F., Alonso Ugaglia, A., Barbier, J.-M., Boureau, H., Del’homme, B., Gafsi, M., Gasselin, P., Girard, S., Guichard, L., Loyce, C., Manneville, V., Menet, A., Redlingshöfer, B., 2018. Evaluating sustainability of farms: introducing a new conceptual framework based on three dimensions and five key properties relating to the sustainability of agriculture. The IDEA method version 4, in: 13th European IFSA Symposium. Chania (Greece).
- Zahm, F., Alonso Ugaglia, A., Boureau, H., Del’homme, B., Barbier, J.M., Gasselin, P., Gafsi, M., Guichard, L., Loyce, C., Manneville, V., Menet, A., Redlingshofer, B., 2015. Agriculture et exploitation agricole durables : état de l’art et proposition de définitions revisitées à l’aune des valeurs, des propriétés et des frontières de la durabilité en agriculture. *Innov. Agron.* 46, 105–125.
- Zahm, F., Viaux, P., Vilain, L., Girardin, P., Mouchet, C., 2008. Farm Sustainability Assessment using the IDEA Method. From the concept of farm sustainability to case studies on French farms. *Sustain. Dev.* 16, 271–281. <https://doi.org/978-1-894784-05-4>

Annexes

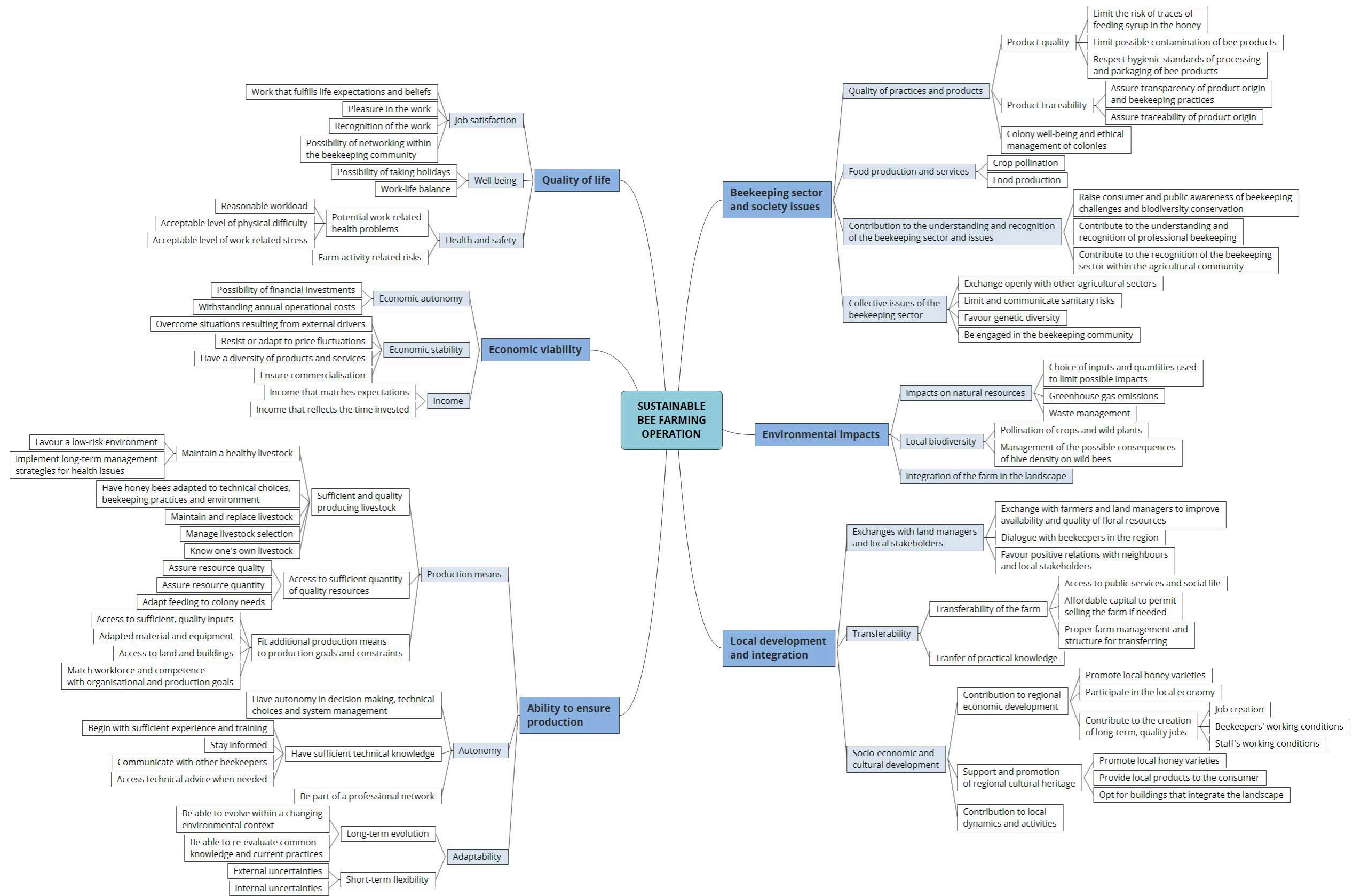
| | |
|---|-----|
| Annexe 1 : Cadre d'évaluation de la durabilité apicole..... | 204 |
| Annexe 2 : Questionnaire d'enquête sur le renouvellement du cheptel dans les exploitations apicoles | 208 |
| Annexe 3 : Classification des pratiques et stratégies de renouvellement..... | 227 |
| Annexe 4 : Résultats de l'enquête en ligne sur les pratiques de renouvellement du cheptel..... | 254 |
| Annexe 5 : Version apicole du Bilan Travail : questionnaire d'enquête..... | 268 |
| Annexe 6 : Équations et paramètres du modèle de viabilité..... | 283 |

ANNEXE 1

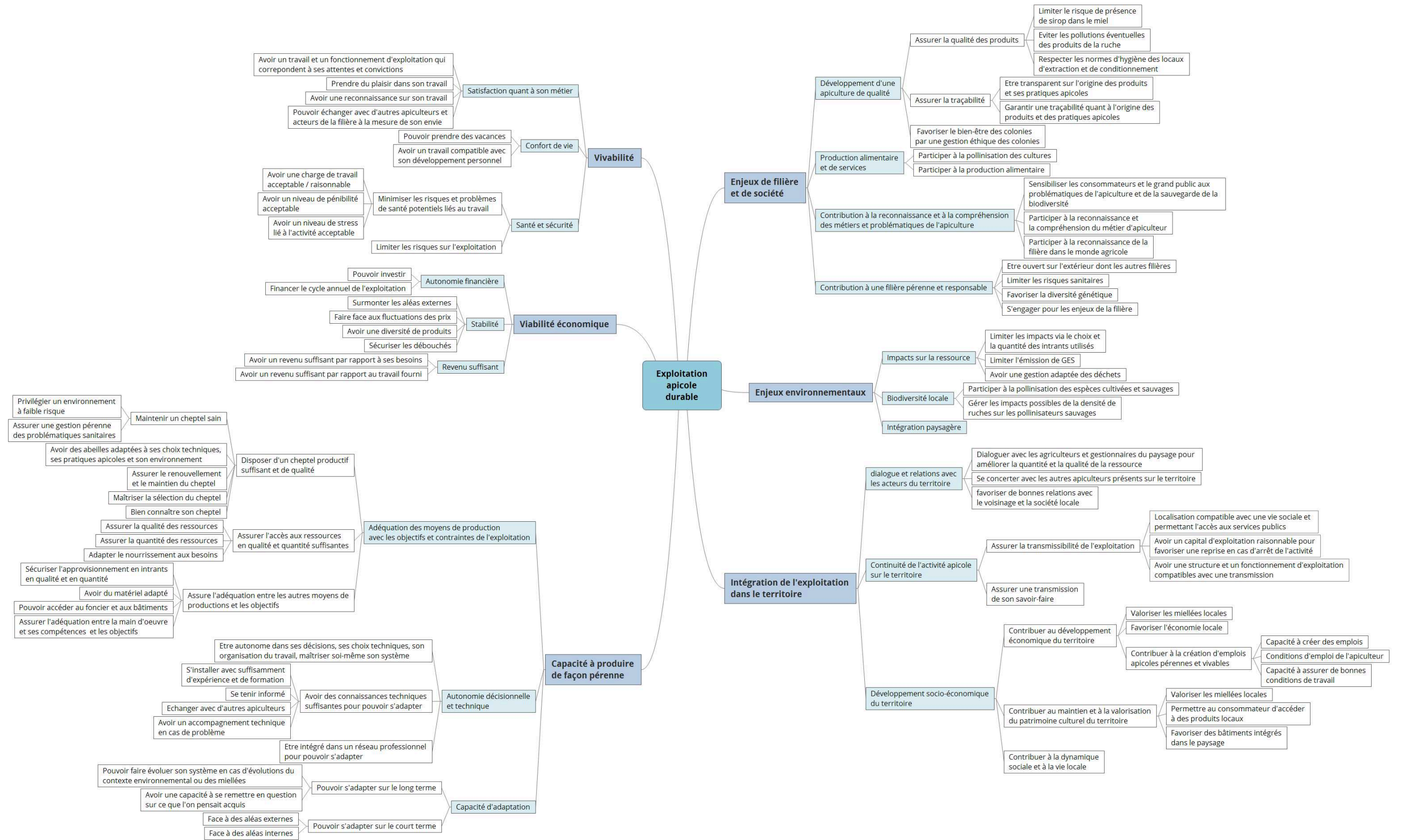
CADRE D'ÉVALUATION DE LA DURABILITE APICOLE

ANNEXE 1.1. VERSION ANGLAISE

Cette version du cadre d'évaluation de la durabilité apicole a été publiée comme *Supplementary material* à l'article *Agricultural Systems* (Chapitre A)



ANNEXE 1.2. VERSION FRANÇAISE



ANNEXE 2

QUESTIONNAIRE D'ENQUETE SUR LE RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL DANS LES EXPLOITATIONS APICOLES

Projet Durapi, étude des stratégies de renouvellement 2016

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Nom : | Date : |
| Localisation : | Lieu de l'entretien : |

Cette enquête vise à mieux connaître la gestion du renouvellement du cheptel mise en œuvre dans les exploitations apicoles professionnelles en France métropolitaine, en termes de pratiques et d'intégration dans le fonctionnement de l'exploitation.

Les stratégies de renouvellement du cheptel incluent plusieurs aspects de la gestion de ce renouvellement :

- Pratiques de renouvellement des colonies et des reines (achat, élevage, remérage naturel...)
- Fréquence, période de l'année et modalités de ce renouvellement
- Choix des reines et critères de sélection éventuels

Par ailleurs, cette gestion pourrait être liée à d'autres aspects du fonctionnement de l'exploitation :

- Fonctionnement et contexte socio-économique :
 - Historique de l'exploitation : reprise d'une exploitation déjà en place ou création
 - Circuits de commercialisation et temps nécessaire à la gestion de cette commercialisation (ex. si vente directe, plus de temps doit être consacré aux débouchés de la production)
 - Réseau de conseil, d'informations et de formation (formation et expérience avant installation comme formation « continue »)
 - Autres activités professionnelles éventuelles
- Nombre de colonies et gestion des ruchers (ex. fréquence de suivi...)
- Gestion des parcours de transhumance : localisation des ruches au cours de l'année

Pour chaque entretien, noter : date, lieu de l'entretien, nom de la personne et localisation des bâtiments de l'exploitation.

Les pratiques peuvent varier d'une année à l'autre : si c'est le cas, indiquer la pratique la plus habituelle, et éventuellement les raisons des variations ou changements d'une année à l'autre.

Pour les questions avec des cases à cocher, plusieurs réponses sont possibles sauf questions type « oui/non » ou « quel est le principal... ? »

Prévoir pour les entretiens :

- un enregistreur audio
- plusieurs exemplaires du schéma Gestion des colonies et du renouvellement si besoin.

Éléments de présentation de l'enquête :

- En partenariat notamment avec le GPGR et les ADA des régions Midi-Pyrénées, Provence, Languedoc-Roussillon, Centre, Aquitaine et Rhône-Alpes, l'ITSAP-institut de l'abeille pilote un projet « Durabilité des exploitations apicoles : méthode d'évaluation multicritères, impact des stratégies de renouvellement du cheptel et accompagnement technique des professionnels ». Dans ce cadre, cette enquête vise à mieux connaître les stratégies de renouvellement de cheptel mises en place par les apiculteurs professionnels ainsi que leur intégration dans le fonctionnement de l'exploitation.
- Les réponses et données recueillies lors de cette enquête sont toutes **confidentielles**, aucun résultat ne sera communiqué sous une forme nominative ou permettant l'identification du répondant.
- Afin de pouvoir compléter ou confirmer les notes qui seront prises pendant l'entretien, un enregistrement audio de l'entretien est souhaitable, si cela convient à la personne rencontrée.

I. GENERALITES SUR L'EXPLOITATION

I.1 Pouvez-vous vous présenter et retracer rapidement l'historique de l'exploitation ? Y a-t-il eu de grandes évolutions dans la gestion du cheptel ?
Date d'installation, création ou reprise, dates clefs (éventuellement repères chiffrés, ex. évolutions du nombre de ruches, de main d'œuvre, création d'ateliers...)

I.2. Avez-vous une autre activité professionnelle ? Oui Non

Si oui, quelle part de votre temps de travail et de votre revenu cela représente-il ? Est-ce que cette autre activité est répartie tout au long de l'année ou saisonnière ? *Si saisonnière, préciser la période concernée.*

Si une autre activité est liée à l'apiculture mais implique du temps passé hors exploitation (ex. salarié d'une association apicole) : cette activité est considérée comme une autre activité professionnelle. Les prestations de service intégrées au fonctionnement de l'exploitation apicole sont considérées comme une activité apicole, à indiquer dans le tableau de la partie « productions apicoles » (ex. pollinisation, multiplication de reines en prestation de service...).
En cas de doute, préciser l'activité qui est concernée.

I.3. Part de l'activité apicole sur l'exploitation :

100 % apicole

Activité principale

Activité secondaire

I.4. Si l'exploitation n'est pas exclusivement apicole, quelle sont les autres productions ou activités agricoles ?

| Autre production ou activité | % approximatif CA | % approximatif temps passé si temps partagé entre les activités |
|------------------------------|-------------------|---|
| | | |
| | | |
| | | |

I.5. L'exploitation est-elle en apiculture biologique ? Oui Non

I.6. Main d'œuvre de l'exploitation : combien y a-t-il d'ETP pour l'exploitation ? De quel type ? (*associé, familial, salarié, stagiaire ou apprenti, entraide...*). Si plusieurs activités agricoles sur l'exploitation, préciser la main d'œuvre concernée par l'atelier apicole.

| Type | ETP | Concerné par l'atelier apicole (oui / non, éventuellement proportion du temps passé sur l'apicole) |
|-----------------------|-----|--|
| Chef d'exploitation | | |
| Associé | | |
| Familial | | |
| Salarié | | |
| Apprenti ou stagiaire | | |
| Entraide | | |
| Autre : | | |

II. PRODUCTIONS APICOLES ET COMMERCIALISATION

Les trois questions suivantes se rapportent au tableau plus bas.

II.1. Quelles sont les productions et activités de l'exploitation ? (dont miel, gelée royale, propolis, pollen, transformations, vente de cheptel ou de reines, services type pollinisation)
Cf. tableau plus bas

II.2. Quelle part de ces différentes productions dans le chiffre d'affaire ? (*part approximative, qui vise à situer l'importance économiques des différentes productions les unes par rapport aux autres*)

Cf. tableau plus bas

II.3. Quels sont les types de conditionnement et circuits de vente de la production ? Cf. tableau
Si plusieurs circuits de commercialisation, noter la part approximative des différents débouchés, en part de la production.

Idem ci-dessus : vise à identifier si l'un des débouchés est très majoritaire. Pour chaque production, 1 ligne = 1 type de conditionnement et circuit de vente, ex. 80 % du miel est

vendu en fûts à un conditionneur (pour 50 -80 % CA) = une première ligne, et les 20 % restants sont mis en pots et vendus via un magasin de producteurs et des épiceries locales (5-25 % CA) = 1 deuxième ligne

| Activité ou productions | Part approx. globale de la production dans le CA (< 5 %, 5-25 %, 25-50 %, 50-80 %, >80 %) | Type de conditionnement Miel : conditionné / vrac en seaux / vrac en fûts Autres : vrac / détail | Circuit de vente des productions : Vente directe (marché, vente à la ferme...) / Intermédiaire au détail (magasins de producteurs, épiceries...) / Intermédiaires en gros (coopérative, négociant...) | Part approx. de la production |
|----------------------------|---|--|--|-------------------------------|
| Miel | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Gelée royale | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Pollen | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Propolis | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Produits transformés | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Vente de reines ou cheptel | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Pollinisation | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Autre : | | | | |

III. FORMATION ET RESEAU D'INFORMATIONS

III.1. Formation : quel est votre parcours de formation initial ?

III.2. Avez-vous fait une formation spécifique apicole ?

- BPREA
BPA
Titre apiculteur
Autre → préciser :

III.3. Si vous avez réalisé des stages ou saisons de travail chez d'autres apiculteurs, combien de _____ temps environ ?
= formation spécifique apicole ou non ? Quelle expérience en apiculture avant de s'installer ?

III.4. Continuez-vous à vous former via des journées techniques, formations... ?

- Non
Journées techniques
Formations sur des thèmes spécifiques
Autre → préciser :

III.5. Formations ou journées techniques : avec quel(s) organisme(s) ? Est-ce que ces formations ou journées techniques portent (au moins en partie) sur l'élevage ? Y a-t-il un thème en particulier qui vous intéresse ?

Régulièrement ?

Plus de 5 fois par an

3 à 5 fois par an

1 à 2 fois par an

Moins d'une fois par an

Autre :

III.6. Avez-vous d'autres sources d'informations techniques apicoles ? Hiérarchiser si plusieurs sources d'infos (numérotation).

- Conseil ADA
Conseil hors ADA
Sites internet
Revue apicoles
Échanges avec d'autres professionnels
Autre → préciser :

III.7. Implication dans la filière : êtes-vous adhérent à une ADA ou autre structure collective apicole ou association, formelle ou non ?

- ADA
ANERCEA
Groupe de sélection

CETA

→ Préciser thématique :

Autre structure (syndicat, association...) → Préciser :

IV. ORGANISATION ET RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL ET DES REINES

Une part des réponses peut être reportée directement sur le schéma plus bas

IV.1. Si plusieurs ateliers apicoles sur l'exploitation : est-ce que les colonies de ces différents ateliers sont gérées de manière différente et séparée ?

Si oui : les questions portant sur le renouvellement sont à décliner pour les ateliers distincts.

→ Demander pour chaque question les éventuelles différences avec l'autre atelier : « est-ce la même chose pour les colonies pour la gelée royale//le miel... ? » (Cela évite de répéter toute la partie si les différences entre ateliers ne sont pas trop importantes)

En cas de différences trop importantes ou de difficultés à faire l'aller-retour entre les modalités de gestion des ateliers distincts, vous pouvez proposer à l'apiculteur/l'apicultrice de répondre d'abord à toutes les questions pour l'un de ces ateliers, puis de reprendre les questions pour l'autre.

IV.2. De manière générale, quels sont les objectifs de votre renouvellement (remplacement/création de colonies et de reines) ?

(nombre de ruches visé, fréquence idéale éventuelle de renouvellement des reines, sélection pour certains critères, temps...)

IV.3. Quels sont vos objectifs en termes de nombre de colonies ?

Maintien du nombre actuel

Augmentation du nombre de colonies → nombre approximatif de colonies visé :

Diminution du nombre de colonies → nombre approximatif de colonies visé :

Si non évoqué dans la réponse à la question précédente, y a-t-il un nombre spécifique visé de ruches en production ? Oui Non

Si oui :

- Combien :
- Comment cet objectif est-il assuré ?
 - Est-ce que cela se traduit en nombre de ruches qui doivent entrer en hivernage... ?
 - En nombre d'essaims à produire au printemps... ?

A. Vue d'ensemble du cheptel

Les deux questions suivantes sont liées au schéma :

IV.A.1. Combien y a-t-il de ruches aux différentes périodes de l'année ? De ruchettes ?

De nuclei éventuellement ?

IV.A.2. Y a-t-il plusieurs parcours de transhumance selon les lots de ruches ? Si oui, pourquoi ?

Les explications des choix de gestion peuvent être notés en dehors du schéma, comme tout complément pouvant aider à la compréhension du fonctionnement et de la gestion des ruches et du renouvellement.

IV.A.3. Quelles sont les races / sous-espèces d'abeilles présentes sur votre exploitation ? Quelles sont les proportions de ces différentes sous-espèces ? Pourquoi sont-elles choisies ?

(Buckfast, Carnica, Caucasiennne, Caucasite, Chinoise, GPGR, Italienne, Grecque, Noire sélectionnée, locale/toute venant, autre)

| Sous-espèce | % approximatif | Raison(s) principale(s) du choix ? |
|----------------------|----------------|------------------------------------|
| Buckfast | | |
| Carnica | | |
| Caucasiennne | | |
| Caucasite | | |
| Chinoise | | |
| GPGR | | |
| Italienne | | |
| Grecque | | |
| Noire sélectionnée | | |
| Locale / tout venant | | |
| Autre : | | |

B. Pertes et création de colonies

De manière générale pour les questions sur les taux de pertes / nombre d'essaims... : si taux ou nombres variables : demander une fourchette + qu'est-ce qui est habituel, et à quoi est attribuée cette variabilité (pour les pertes) / à quoi est liée cette variabilité (pour les essaims / paquets... faits ou achetés par l'apiculteur)

IV.B.1. Quel est le taux de mortalités habituel par an (*approximativement*) ?

Quel est le taux annuel de colonies considérées comme non-valeurs (*approximativement*) ?

Tableau commun aux deux questions ci-dessous

En considérant que toute colonie vivante (et donc potentiellement valorisable via remérage, essaims, regroupement, etc.) n'est pas à compter dans les mortalités mais dans les non-valeurs. Ex. bourdonneuses = non-valeur et non mortalité.

Si possible selon les infos accessibles, indiquer un taux plutôt qu'un nombre de colonies, en précisant par rapport à quoi ce taux est calculé (ex. 10 mortes au printemps sur 100 colonies hivernées → 10 % de mortalité hivernale; 2 mortes en saison sur les 200 colonies hors essaims de l'année : 1 % de mortalité en saison sur colonies hors essaims).

Si variable : demander une fourchette de variation « habituelle » (= hors évènements exceptionnels ayant pu survenir) + qu'est-ce qui est habituel, et à quoi est attribuée cette variabilité.

S'il n'est pas possible de séparer les mortes et les non-valeurs, indiquer une valeur globale en le précisant.

| | Mortes | Non-valeurs |
|-----------|--------|-------------|
| Hivernal | | |
| En saison | | |

IV.B.2. Comment définissez-vous ces non-valeurs ? Qu'est-ce qui en est fait ?
Distinguer selon les différentes périodes de l'année (sortie d'hivernage / NV en cours de saison)

IV.B.3. Lors de la préparation du renouvellement des colonies (planification de la création d'essaims ou de paquets d'abeilles), y a-t-il un taux de pertes attendu (pertes hivernales ou de saison des colonies) ?

Oui → taux de pertes attendu :

Non

IV.B.4. Si oui, sur quels éléments cette estimation est-elle basée ?

IV.B.5. Y-a-il une adaptation du nombre d'essaims ou paquets d'abeilles créés ou achetés d'une année à l'autre ou est-ce toujours environ la même chose ? Si adaptation, comment est-ce géré et anticipé ?

IV.B.6. Si le nombre d'essaims ou paquets d'abeilles créés ou achetés est toujours le même d'une année à l'autre, quelle gestion en cas de pertes plus élevées qu'à l'habitude ?

IV.B.7. Quelles sont les méthodes utilisées pour renouveler les colonies pour compenser ces pertes et atteindre les objectifs éventuels de nombre de colonies ?

Combien environ de paquets d'abeilles/essaims sont créés chaque année ? *(avec variations éventuelles, cf. note début partie)*

Cf. tableau commun avec question suivante

IV.B.8. Lors de la création d'un essaim ou paquet d'abeille, y a-t-il introduction de cellules royales / reines vierges / fécondées / inséminées / pas d'introduction (remérage naturel) ?

| |
|------------------------|
| Dont introduction de : |
|------------------------|

| | | Nombre moyen / an | Cellule royale | Reine vierge | Reine fécondée | Reine inséminée | Pas d'intro - remérage naturel |
|-----------------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|----------------|-----------------|--------------------------------|
| Création sur l'exploitation | Essaims | | | | | | |
| | Paquets d'abeilles | | | | | | |
| Achat | Essaims | | | | | | |
| | Paquets d'abeilles | | | | | | |

Autre :

Si vous créez des essaims ou paquets d'abeilles :

- IV.B.9. Quelle est la principale technique utilisée pour la création d'essaims ? (si plusieurs techniques mises en œuvre, indiquer si possible la part approximative de chaque technique ou hiérarchiser)

Division d'une ruche

Prélèvement à partir d'une ruche qui reste en production

Prélèvement sur plusieurs colonies

Autre → Préciser :

Pourquoi ces choix ?

- IV.B.10. Y a-t-il des critères particuliers pour choisir les colonies à partir desquelles les essaims ou paquets d'abeilles sont créés ? Oui Non
- Si oui : lesquels :

IV.B.11. Y a-t-il une gestion particulière de ces colonies à partir desquelles les essaims ou paquets d'abeilles sont créés ? (*différente du reste du cheptel*)

Oui Non

Si oui, laquelle et pourquoi ?

- IV.B.12. Ces essaims ou paquets d'abeilles sont-ils conditionnés en ruches ou ruchettes ? (*ou autre ?*)

Ruche

Ruchette

Autre conditionnement → préciser :

- IV.B.13. Comment ces essaims ou paquets d'abeilles sont-ils gérés par la suite ? (*zone géographique particulière, fréquence de contrôles/ fréquence d'ajout de cadres gaufrés, ...*)

IV.B.14. Est-ce que la création / l'achat d'essaims ou de paquets d'abeilles en vue de remplacer des colonies est effectué en totalité au printemps ou y a-t-il également un renouvellement des colonies en cours ou en fin de saison ?

- Au printemps
- En cours de saison
- En fin de saison

Plus précisément, y a-t-il une période spécifique où les essaims sont réalisés (ex. miellée, retour de pollinisation...) ? (*info peut être reportée directement sur le schéma*)

IV.B.15. Si une création / un achat d'essaims ou de paquets d'abeilles en vue de remplacer des colonies est réalisé en cours de saison, quelles sont les colonies concernées par ce remplacement ? Quelle part du renouvellement est-ce que cela représente ?

Hivernage des colonies :

IV.B.16. Y a-t-il un tri des colonies avant hivernage ? Oui Non

Si oui, selon quels critères ?

Le tri peut concerner tout autant les colonies faibles (ex. identification des colonies faibles pour regroupements) que les colonies fortes (ex. identification des colonies fortes pour retrait de miel et partition)

IV.B.17. Est-ce que ce tri implique un déplacement de certaines colonies (ex. toutes les colonies fortes sont mises sur un même rucher pour l'hivernage) ? Y a-t-il des manipulations réalisées sur les colonies avant hivernage en fonction de ce tri ?

Oui

Non

Quelles sont ces manipulations ? (*regroupements, partitions, ou toute autre manipulation*)

C. Visites et gestion des ruchers

IV.C.1. Est-ce que les ruchers sont organisés de manière spécifique (par âge de colonies, âge de reines...) ?

- Ruchers spécifiques pour les essaims
- Ruchers selon âge de reines
- Autre → Préciser :

IV.C.2. Tableau commun ci-dessous :

- Quelle est la fréquence moyenne de visite des ruchers ?
- Lors du passage sur les ruchers, est-ce que toutes les ruches sont vérifiées/visitées ou seulement une partie (si seulement une partie, quelle part environ) ?
- Quelles vérifications sont réalisées ? (*recherche de la reine, contrôle de la ponte...*)

Proposition de réponses à reporter dans le tableau ci-dessous pour les visites de ruches :

A = Vérification systématique de toutes les ruches

B = Vérification uniquement d'une partie des ruches → préciser quelle partie est concernée :

C = Autre fonctionnement → préciser lequel :

| Période concernée | Fréquence moyenne de visite | Est-ce que toutes les ruches sont visitées ? | Vérifications réalisées lors des visites | Autre/remarques |
|------------------------------------|-----------------------------|--|--|-----------------|
| Sortie d'hiver | | | | |
| Période d'essaimage | | | | |
| En saison de production | | | | |
| Automne/avant rentrée en hivernage | | | | |
| Autre : | | | | |

Est-ce homogène entre ruchers (hors essais de l'année et rucher d'élevage) ? Si non, pourquoi est-ce cette différence de gestion est réalisée ?

IV.C.3. Comment est-ce que les risques d'essaimage sont gérés ?

IV.C.4. Comment est-ce que le varroa est géré (*traitements, retrait couvain...*) ?
Si potentiellement lié à la création d'essaims / ex. retrait de couvain : est-ce que votre méthode de création ou gestion des essaims est liée à cette gestion du varroa ?

D. Renouvellement des reines

IV.D.1. Les reines sont-elles marquées et suivies (âge, production...) ?

Le suivi peut être réalisé via des formes variées : notations sur le toit, cahier, tableur... on considère qu'il y a un suivi si l'apiculteur réalise et consigne des observations/notations pour chaque reine.

- Pas de marquage ou suivi des reines
- Marquées par année
- Marquées sans code année
- Suivi de la production par reine
- Autre suivi → préciser :

IV.D.2. Y a-t-il un renouvellement des reines autre que le remérage naturel (introduction de reines vierges ou fécondées /cellules royales dans les colonies) ? Oui Non

IV.D.3. Est-ce que vous intervenez en supprimant des reines en vue d'accélérer un remérage naturel ?

Oui Non

Si oui à au moins l'une des deux questions précédentes :

- IV.D.4. Quelle part des colonies (hors essaims) est concernée ?
Si cette part est très variable d'une année à l'autre, quelle est la fourchette de colonies concernées selon les années + nombre moyen de colonies concernées ? à quoi est due cette variabilité ?
Si la part concernée est variable, y a-t-il un objectif fixé en terme de nombre de reines à renouveler ?
- IV.D.5. À quelle fréquence et quelle époque de l'année est-ce réalisé ?
- IV.D.6. Si un remplacement des reines est réalisé (hors suppression des reines pour accélérer le remérage naturel), comment est-il réalisé ?
Introduction de cellules royales ouvertes
Introduction de cellules royales fermées
Introduction de reines vierges
Introduction de reines fécondées
Introduction de reines inséminées
Autre → préciser :

Durée d'orphelinage entre suppression de l'ancienne reine et introduction :

Si plusieurs modalités de renouvellement (ex. moitié introduction de cellules, moitié reines vierges), quelle part approximative pour chaque modalité (ou hiérarchisation) ? En fonction de quoi est-ce décidé ?

- IV.D.7. En cas d'introduction, d'où viennent majoritairement les reines utilisées pour le renouvellement :
Achat → de quelle provenance :
Élevage sur l'exploitation
Autre → préciser :

Si plusieurs origines de reines, quelle part approximative pour les différentes origines ? (ex. si achat d'une partie des reines et élevage d'une autre partie)

- IV.D.8. Si le renouvellement n'est pas systématique, selon quels critères certaines colonies sont-elles remérées et d'autres non ?

En cas d'achat :

- IV.D.9. Qu'est-ce qui est acheté ? (*souche pour greffage, reines de production...*)
 - Reines ou colonies « Souches » qui serviront pour le greffage :
 - Reines fécondées
 - Reines inséminées
 - Colonies
 - Cellules royales pour introduction dans les colonies de production
 - Reines vierges pour introduction dans les colonies de production
 - Reines fécondées pour introduction dans les colonies de production
 - Autre :
- IV.D.10. Comment le choix de ces souches ou reines achetées est-il effectué ?
- IV.D.11. Avez-vous déjà rencontré des difficultés d'approvisionnement en reines/souches/essaims (*selon achats faits sur l'exploitation*) ? Quel type de problèmes ? (*dont problèmes éventuels de qualité*)
Est-ce fréquent ?

Si un élevage de reines est mis en œuvre sur l'exploitation :

Souches :

- IV.D.12. À partir de combien de souches est-ce que le greffage est effectué ?
Est-ce qu'un greffage est réalisé sur toutes les souches qui ont été achetées ? Si non, quelle proportion de souches achetées donne lieu à un greffage ?
- IV.D.13. Est-ce que ces souches sont issues d'un achat, des colonies de l'exploitation ou les deux ?
 - Achats □
 - Colonies de l'exploitation □
 - Autre □ → préciser :
- IV.D.14. Comment ces souches sont-elles choisies ? Quels sont les critères de sélection ?

Gestion et taux de réussite élevage

- IV.D.15. Est-ce que l'élevage est réalisé avec starters/finisseurs ou en ruches orphelines ?
 - Starters (orphelins) puis finisseurs (non orphelins) □
 - Ruches orphelines tout au long de l'élevage □
 - Autre □ → préciser :
- IV.D.16. Quel type de nuclei utilisez-vous ?
- IV.D.17. Taux de réussite de l'élevage : nombre approximatif de reines viables (en ponte après introduction dans une colonie) obtenues et de cellules greffées ?

Organisation de l'élevage

- IV.D.18. À quelle période cet élevage est-il mis en œuvre (plage(s) de fonctionnement en mois ?) ?
Mars
Avril
Mai
Juin
Juillet
Août
Autre :
- IV.D.19. Quelle gestion du calendrier d'élevage : greffage un jour précis et régulier ?
- IV.D.20. Est-ce que ce calendrier d'élevage est prioritaire sur les autres activités de l'exploitation ?
Oui Non
Si non, quelles sont les activités prioritaires ? (*ex. si transformation / vente directe, atelier gelée royale...*)
Est-ce que cette priorisation est variable selon les périodes de l'année ?
- IV.D.21. De manière générale pour les exploitations agricoles diversifiées : est-ce que la gestion des autres ateliers agricoles a un impact sur l'activité d'élevage de reines ? (*ex. si pics de travail concordent*) Comment est-ce géré ?
- IV.D.22. Si plus d'une personne travaille sur l'exploitation : par qui l'élevage est-il géré ?

Intérêts et mise en place de l'élevage

- IV.D.23. Depuis quand y a-t-il un atelier d'élevage de reines sur l'exploitation ?
- IV.D.24. Quelle(s) formation(s) ou expériences (stage...) ont éventuellement permis de mettre en œuvre cet élevage ?
- IV.D.25. Pourquoi est-ce que cet élevage a été mis en place ? (*aspects économiques, temps, sélection, goût pour l'élevage...tout est possible !*)
- IV.D.26. Quels sont les intérêts et inconvénients principaux à avoir cet atelier ?

S'il n'y a pas d'élevage sur l'exploitation :

- IV.D.27. Est-ce que cela a déjà été essayé ?
Oui Non
Si oui, quelles raisons à l'arrêt de cet élevage ?
- IV.D.28. Si jamais essayé, est-ce que cela a été envisagé ?
Oui Non
Si oui :

- Pourquoi est-ce que ça vous semblerait intéressant ?
- Pourquoi est-ce que cela n'est finalement pas mis en œuvre ?
- IV.D.29. Si vous avez choisi de ne pas faire d'élevage, pourquoi ? (intérêts / inconvénients principaux, difficultés éventuelles)

E. Sélection et gestion de la fécondation

IV.E.1. Si non abordé précédemment, est-ce que la sélection de certains critères est spécifiquement recherchée via la technique ou le choix de renouvellement des colonies et des reines ? (*ex. sélection des colonies dont sont tirés les essaims pour leur production, choix des ruches à mâles pour favoriser certains critères...*)

Si oui, quels sont les moyens mis en œuvre en vue de réaliser cette sélection ? (*ex. si volonté de sélection sur un critère de production ou de comportement, y a-t-il un suivi de la production par colonie, du comportement ...*)

IV.E.2. Est-ce que la fécondation est orientée via l'organisation du rucher ? Zone ou distance particulières ?

IV.E.3. Mettez-vous en place des ruches à mâles ou placez-vous des cadres à mâles dans certaines ruches ? Si oui, combien pour combien de reines à féconder ?

IV.E.4. Combien de cadres à mâles sont placés par ruche ? Comment les ruches où se trouvent ces cadres sont-elles choisies ?

V. EN CAS DE VENTE DE CHEPTEL OU DE REINES

Si variabilité, demander les fourchettes + ce qui est habituel + raisons de la variabilité.

V.1. Y a-t-il vente :

- D'essaims ? Combien en moyenne / an ?
- De paquets d'abeilles ? Combien en moyenne / an ?
- De reines :
 - Sous forme de cellules royales ? Combien en moyenne / an ?
 - Vierges ? Combien en moyenne / an ?
 - Fécondées ? Combien en moyenne / an ?
 - Inséminées ? Combien en moyenne / an ?

| Vente de : | Nombre moyen / an |
|--------------------|-------------------|
| Essaims | |
| Paquets d'abeilles | |
| Cellules royales | |
| Reines vierges | |
| Reines fécondées | |
| Reines inséminées | |

V.2. S'il y a des années où le nombre d'essaims/paquets d'abeilles/reines est limité (*ex. pertes hivernales importantes ou mauvaises conditions météo...*), le renouvellement des colonies ou reines de l'exploitation est-il privilégié ou non par rapport à la vente ?

(= *est-ce que la vente est une variable d'ajustement ? ou est-elle prioritaire ?*)

En cas de vente d'essaims ou de paquets d'abeilles :

- V.3. D'où est issue la reine vendue avec les essaims ou paquets d'abeilles ? (*ex. hivernée en nuc, reine en production l'année précédente...*)
- V.4. Y a-t-il des différences dans la création et la gestion des essaims ou paquets d'abeilles entre ceux destinés à la vente et ceux destinés au renouvellement des colonies de l'exploitation ?

VI. QUESTIONS GENERALES SUR LE RENOUVELLEMENT

VI.1. En cas d'ateliers avec gestion distincte des colonies et du renouvellement (*ex. gelée royale et miel*) : quelles sont les raisons de ces différences de gestion ?

VI.2. Y a-t-il eu des évolutions notables dans le fonctionnement de votre renouvellement (*colonies et reines*) ? Pourquoi ?

VI.3. Est-ce que le fonctionnement de votre renouvellement vous convient et permet de répondre à vos objectifs ? Si non, pourquoi ?

VI.4. Quels sont ses avantages et inconvénients principaux (de l'ensemble de la gestion du renouvellement et pas uniquement élevage) ?

VI.5. Quelles sont les éventuelles difficultés rencontrées ?

VI.6. Si c'était possible, qu'est-ce que vous changeriez ? Pourquoi ?

VI.7. Si plusieurs modalités alternatives de renouvellement sur l'exploitation (*ex. essaims et paquets d'abeilles, remérage naturel pour certaines colonies et introduction de reines pour d'autres...*), qu'est-ce qui vous convient le mieux ? Pourquoi ?

Gestion des colonies et du renouvellement (cf. questions IV.A.1, IV.A.2)

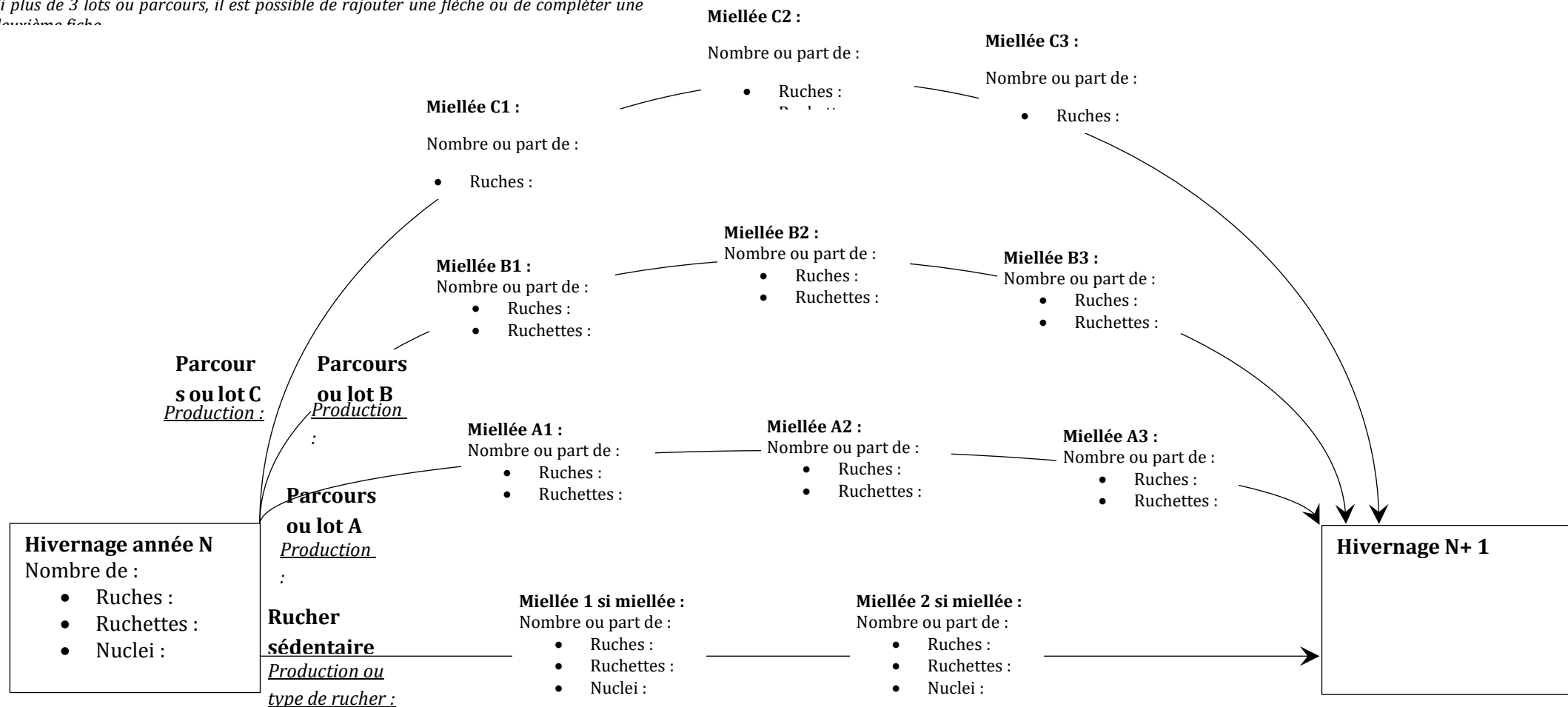
Ce schéma vise à pouvoir placer les éléments principaux de la gestion du renouvellement et des transhumances, pour voir d'éventuelles interactions entre ces deux aspects.

Préciser si besoin si les lots concernent la production de miel / gelée royale / pollen / pollinisation...

Si plus de 3 lots ou parcours, il est possible de rajouter une flèche ou de compléter une deuxième flèche

Pour compléter le schéma, d'abord se focaliser sur la partie fixe du parcours quelle que soit l'année (ex : si toutes les ruches vont sur acacia tous les ans). Rajouter ensuite ce qui variable en fonction des années, en précisant ce qui est variable /comment est-ce que le choix est fait entre ces possibilités (ex. châtaignier si météo favorable...).

Si possible, indiquer de deux couleurs la part fixe/variable, ou préciser ce qui est variable



Situer :
 La création des essaims et leur nombre
 Le remérage éventuel des colonies
 Éventuellement des périodes de vente de reines ou cheptel

Liste synthétique des questions à poser/réponses à avoir

Cette liste reprend les points principaux du questionnaire, pour pouvoir vérifier rapidement que tous ces points ont été abordés (notamment si l'ordre des parties n'est pas respecté au cours de la discussion).

I. Contexte et historique de l'exploitation, présentation

- Date installation/reprise ou non, grandes étapes ou évolution de l'exploitation et de la gestion du cheptel
- Autres activités professionnelles (agricoles ou non)
- AB ou non
- Nombre d'ETP sur l'atelier apicole

II. Productions et circuits de commercialisation

- Productions et activités apicole/part de ces productions et activités dans le CA
- Circuits de commercialisation de la production et répartition entre débouchés

III. Formation et réseau d'informations

- Formation et expérience apicoles avant installation
- Participation à journées de formation ou techniques, autres sources possibles d'infos apicoles
- Adhésion structure collective : ADA, groupe de sélection, syndicat...

IV. Organisation et renouvellement du cheptel et des reines

- Races/sous-espèces présentes, critères de choix
- Nombres de ruches/ruchettes total et en production, de nuclei
- Parcours de transhumance

- Taux de pertes annuel hivernal et en saison
- Non-valeurs : taux annuel, définition, gestion
- Méthodes de renouvellement (création essaims, achat...)
- Création essaims : combien, quelle méthode et gestion, à partir de quelles colonies
- Gestion spécifique ou non des colonies pour création d'essaims
- Nombre visé de ruches en production → conséquence sur le nombre d'entrées en hivernage/ de production d'essaims ?
- Hivernage : regroupements de colonies ? lesquelles ?
- Fréquence de visite des ruchers / gestion à la ruche ou au rucher / si gestion diffère entre ruchers, pourquoi ?
- Gestion des risques d'essaimage
- Marquage et suivi des reines
- Renouvellement des reines autre que remérage naturel : si oui :
 - Part des colonies concernées, choix de ces colonies
 - Fréquence et époque de l'année
 - Provenance reines (élevage/achat) et part de ces provenances si plusieurs
 - Méthodes de changement de reines et part de ces méthodes si plusieurs
- Achat de cheptel : si oui :
 - Quel type et quel choix
 - Difficultés éventuelles d'approvisionnement ou qualité
- Élevage de reines sur l'exploitation :
 - Si oui :
 - Starters/finisseurs ou ruches orphelines, type de nuclei
 - Combien de souches pour le greffage/ achat ou sélection/ comment sont-elles choisies
 - Période d'élevage et organisation (calendrier)
 - Si plusieurs ateliers dans l'exploitation : conséquences sur gestion de l'élevage
 - Qui est responsable de l'élevage
 - Depuis quand et pourquoi
 - Formation ou expérience ayant permis d'acquérir connaissances nécessaires
 - Si non :
 - Pourquoi ?
 - Déjà essayé ou envisagé ? Si oui, pourquoi non mis en place ou arrêté ?
 - Si intéressé par en faire, pourquoi ?
- Sélection des colonies ou reines / si oui quels critères
- Fécondation : rucher spécifique ou non, si oui quelle organisation

V. Vente de cheptel

- Quel type (reines, essaims...) et combien
- Si vente d'essaims ou paquets d'abeilles : d'où est issue la reine qui est vendue avec

VI. Satisfaction globale sur le renouvellement / avantages et inconvénients principaux du fonctionnement choisi / qu'est-ce qui serait à changer

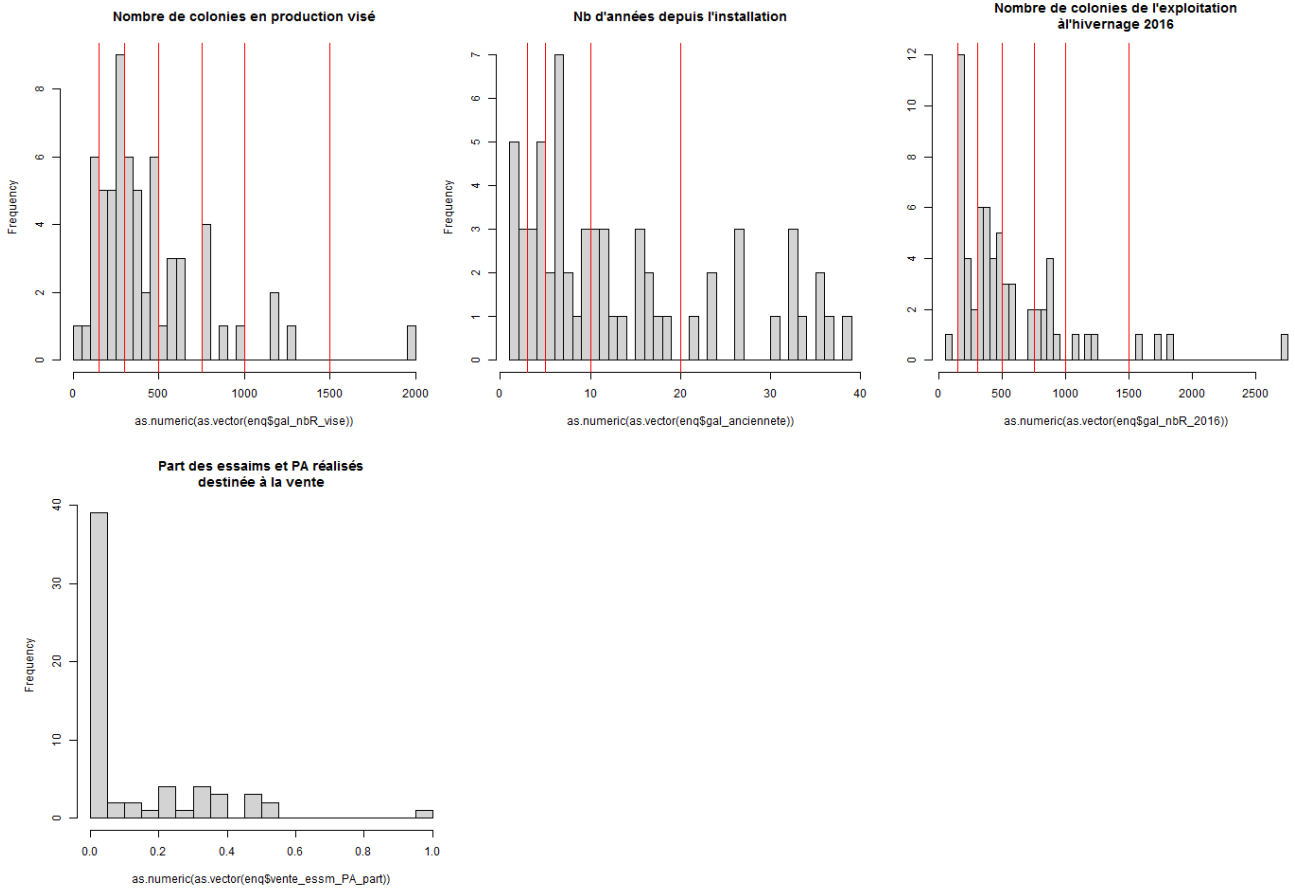
Si plusieurs ateliers : quelles différences de gestion et pourquoi ?

ANNEXE 3

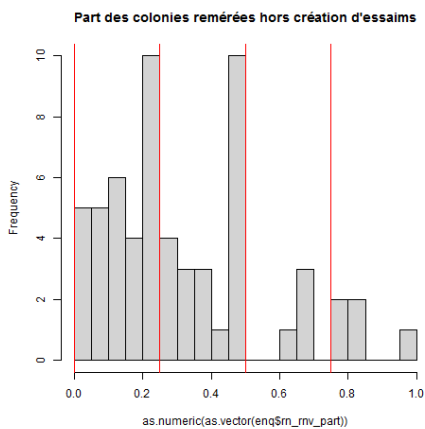
CLASSIFICATIONS DES PRATIQUES ET STRATEGIES DE RENOUVELLEMENT

ANNEXE 3.1. REPARTITION DES EXPLOITATIONS AU SEIN DES VARIABLES QUANTITATIVES ET MODALITES CONSIDEREES

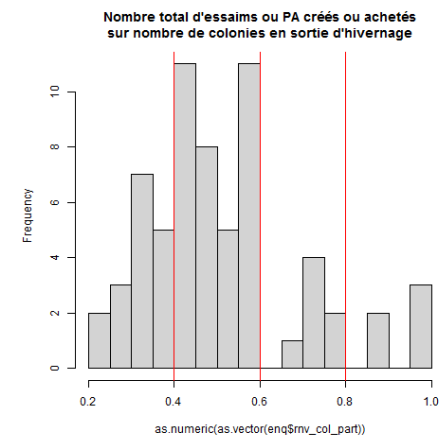
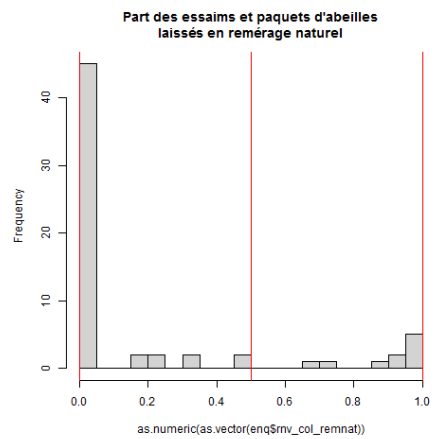
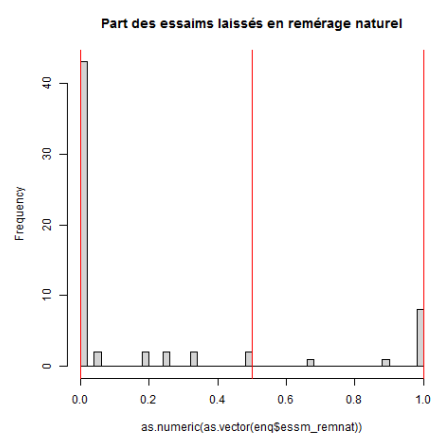
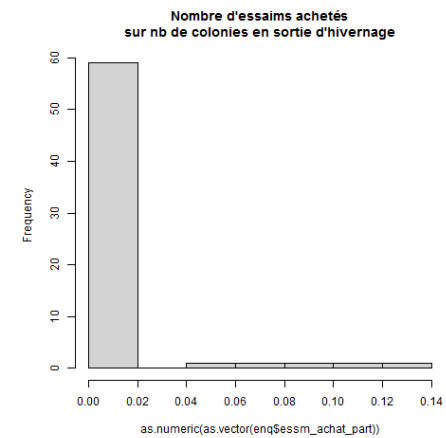
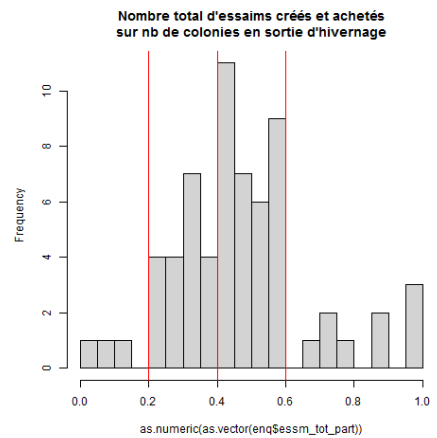
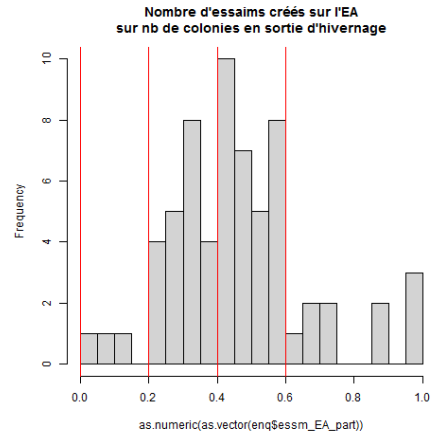
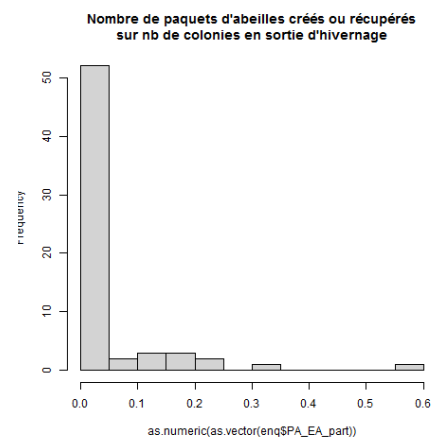
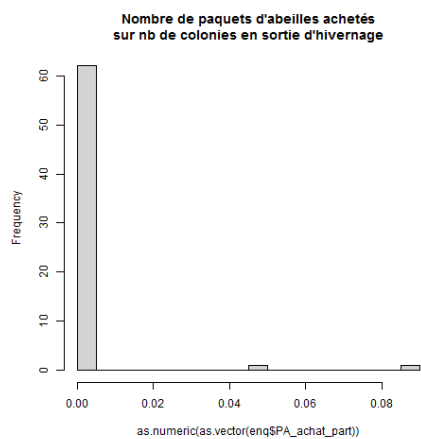
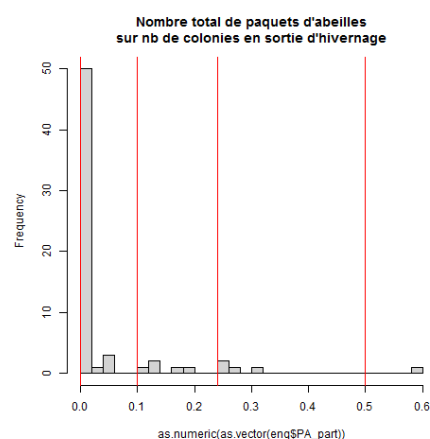
Variables descriptives de l'exploitation



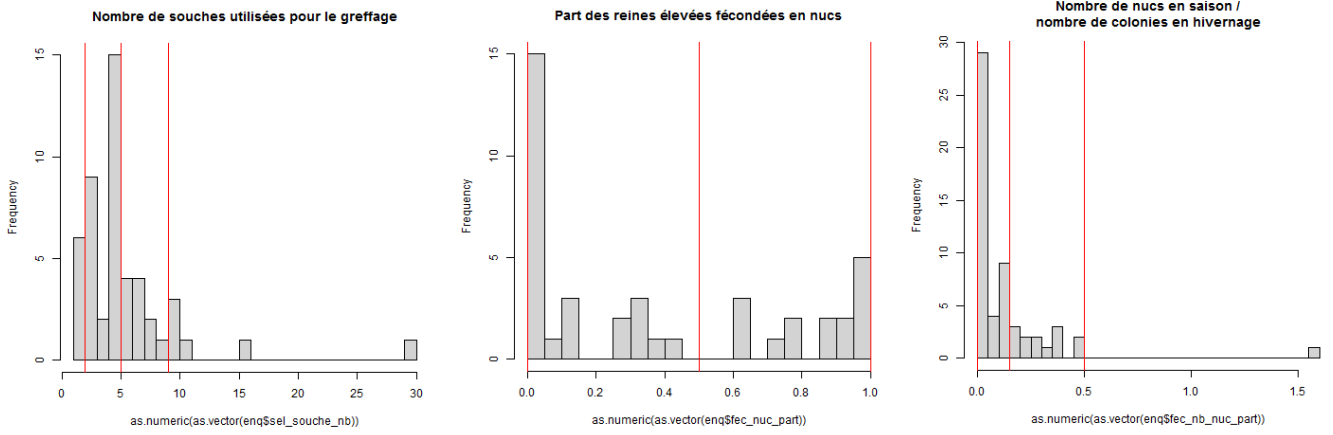
Renouvellement des reines



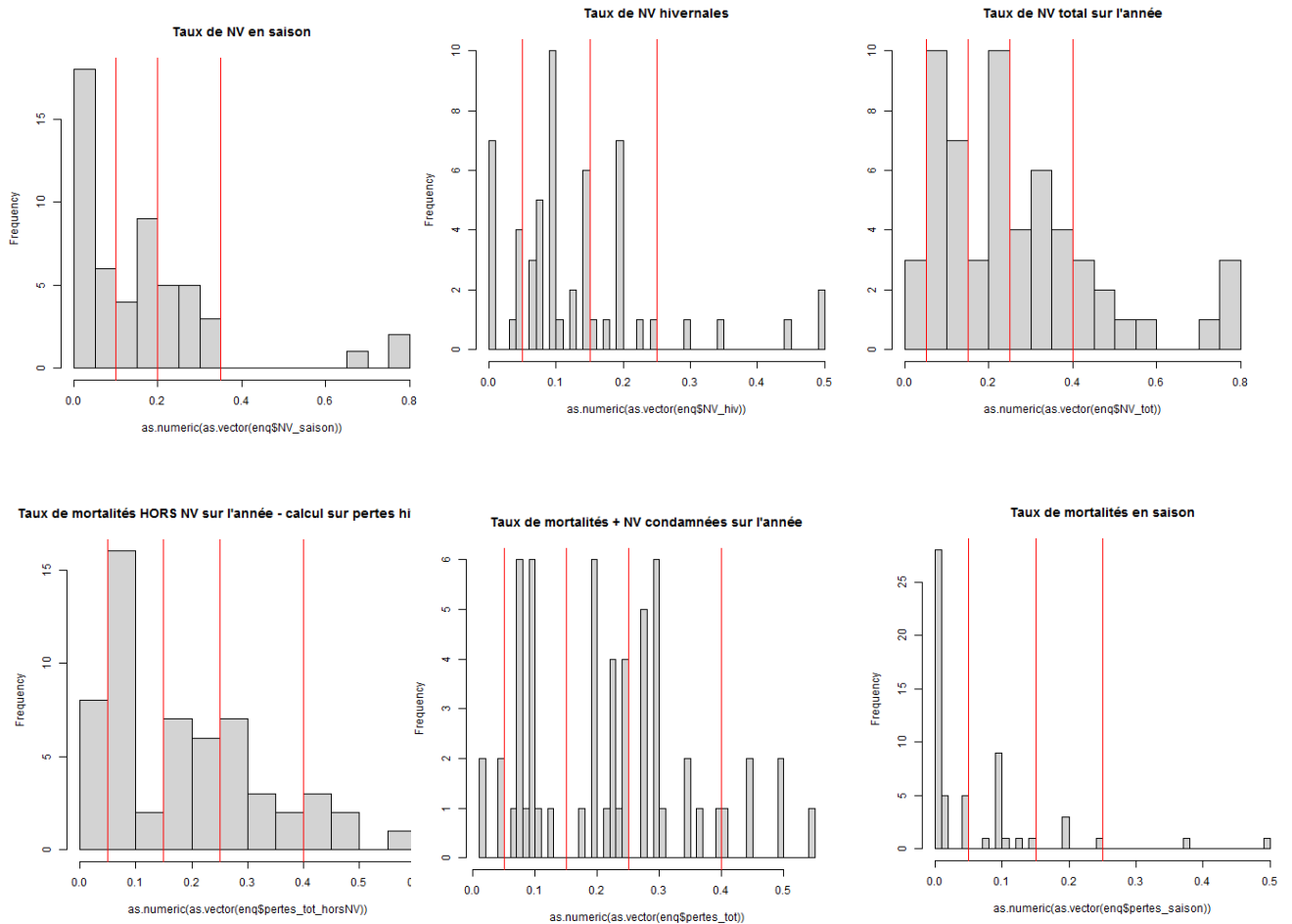
Essaims sur cadre, paquets d'abeilles et essaims nus

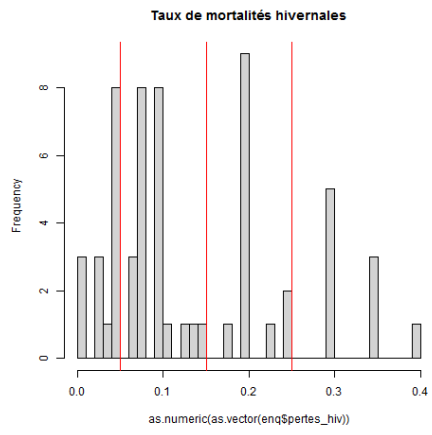


Élevage de reines



Pertes et non-valeurs





ANNEXE 3.2. VARIABLES ET MODALITES DES CATEGORIES DE PRATIQUES DE RENOUVELLEMENT

Gestion des non-valeurs

- **Définition des non-valeurs : inclus les colonies « condamnées » :**
 - oui
 - non
 - aucune colonie n'est considérée comme non-valeur
- **Définition des non-valeurs : inclus les colonies « valorisables » :**
 - oui
 - non
 - aucune colonie n'est considérée comme non-valeur
- **Définition des non-valeurs : inclus les colonies « de sélection » :**
 - oui
 - non
 - aucune colonie n'est considérée comme non-valeur
- **Gestion des non-valeurs : remérage avec introduction d'une reine :** suppression de la reine et introduction d'une cellule royale, reine vierge, reine fécondée ou d'un cadre de couvain ouvert
 - oui
 - non
 - aucune colonie n'est considérée comme non-valeur
- **Gestion des non-valeurs : suppression de la reine :** suppression de la reine suivie d'un remérage naturel
 - oui
 - non
 - aucune colonie n'est considérée comme non-valeur
- **Gestion des non-valeurs : regroupement des non-valeurs avec d'autres colonies:** regroupement des colonies non-valeurs avec d'autres, qui peuvent être des essaims, d'autres non-valeurs ou des colonies fortes
 - faibles : regroupement de plusieurs colonies faibles entre elles, ce qui inclut aussi le cas où une colonie faible est dispatchée entre plusieurs autres faibles.
 - essm : regroupement avec un essaim ou un paquet d'abeille de l'année
 - renforcent_cc : renforcement avec des cadres de couvain d'autres colonies ou équilibrage entre colonies.
 - faibles_essm : regroupement entre faibles et/ou avec un essaim ou paquet d'abeille selon les cas
 - faible_forte : regroupement d'une colonie faible avec une forte
 - non : pas de regroupement de colonies non-valeurs avec d'autres colonies
 - pas_NV : aucune colonie n'est considérée comme non-valeur
- **Gestion des non-valeurs : division de la colonie en essaims :** division de la colonie non-valeur en essaims
 - oui
 - non
 - pas_NV : aucune colonie n'est considérée comme non-valeur
- **Gestion des non-valeurs : suppression de la colonie :** suppression de la colonie, qui peut être secouée ou non mais n'est pas réintégrée dans le cheptel productif
 - oui
 - non
 - pas_NV : aucune colonie n'est considérée comme non-valeur

Élevage de reines

- **Type d'élevage de reines réalisé sur l'exploitation** : différents niveaux d'élevage de reines sont possibles sur une exploitation apicole, qui requièrent un niveau d'équipement et de gestion croissant :
 - pas_elev : pas d'élevage de reines
 - CR : élevage de reines jusque cellule royale
 - Rv : élevage de reines jusque reine vierge
 - Rf : élevage de reines jusque reine fécondée via gestion de nucs
 - Rf - banque reine : élevage de reines jusque reine fécondée et gestion de banque de reines
 - Ri : élevage de reines jusque reine inséminée
 - fécondation : gestion uniquement de la fécondation : récupération de cellule royale via achat ou entraide, et gestion de la fécondation en nucs
- **Méthode d'élevage utilisée** : de nombreuses méthodes sont possibles pour élever des reines artificiellement, qui demanderont ou non un équipement spécifique et des étapes plus ou moins nombreuses (cf mémoire Loïc) :
 - SF : utilisation d'un starter orphelin puis d'un finisseur
 - orph : élevage dans une colonie orpheline, orphelinée pour la série d'élevage
 - SF_orph : les deux techniques peuvent être utilisées sur l'exploitation, soit en parallèle soit à différentes périodes de la saison d'élevage de reines
 - pas_elev : pas d'élevage de reines : non concerné par la question
- **Étalement de la période d'élevage** : la période sur laquelle un élevage de reines est réalisé, et donc sur laquelle des reines issues d'un élevage sur l'exploitation peuvent être disponibles, peut être plus ou moins importante. C'est ici l'étendue de la période d'élevage qui est considérée, ex. si réalisation d'un élevage pendant 3 mois, arrêt sur un mois puis reprise sur un mois, l'élevage s'étend sur 5 mois même s'il n'est pas réalisé en continu. Cet étalement a été considéré via plusieurs classes :
 - 0 : pas d'élevage de reines sur l'exploitation
 - 1_2 : réalisation d'un élevage de reines sur un à deux mois
 - 3 : réalisation d'un élevage de reines sur trois mois
 - 4 : réalisation d'un élevage de reines sur 4 mois
 - 5+ : réalisation d'un élevage de reines sur 5 à 6 mois
- **Priorité de l'élevage** : en cas de gestion d'un élevage de reines, est-ce que cet élevage est prioritaire sur les autres activités de l'exploitation avec lesquelles il peut entrer en concurrence en termes de temps et / ou d'organisation ? Cette priorité peut refléter l'importance donnée à l'activité d'élevage par rapport à d'autres activités apicoles.
 - oui : l'élevage de reines est prioritaire sur d'autres activités
 - non : d'autres activités sont prioritaires
 - pas_elev : pas d'élevage : non concerné par la question
- **Fréquence de l'élevage** : fréquence de l'élevage de reines sur la période de réalisation : est-ce une activité régulière (ex. une série de reines par semaine) ou ponctuelle (ex. 3 séries réparties sur les deux mois d'élevage, pas de manière régulière) ?
 - régulier : régulière
 - ponctuel : ponctuelle
 - pas_elev : pas d'élevage : non concerné
- **Part des reines élevées étant fécondées en nucs** : parmi les apiculteurs gérant la fécondation des reines qu'ils élèvent via la gestion de nucs, la proportion de reines fécondées en nucs peut être très variable, et représenter aussi bien une petite partie des reines ou la totalité.
 - 0 : Aucune des reines élevées n'est fécondée en nucs
 - <0.5 : certaines des reines élevées sont fécondées en nucs, et représentent moins de la moitié des reines élevées
 - >0.5 : certaines des reines élevées sont fécondées en nucs, et représentent plus de la moitié des reines élevées
 - 1 : toutes les reines élevées sont fécondées en nucs
 - pas_elev : pas d'élevage : non concerné
- **Nombre de nucs de fécondation gérés en saison** : le nombre de nucs qui sont gérés en saison sur l'exploitation afin de disposer de reines fécondées peut représenter une part plus ou moins importante du cheptel de l'exploitation : cette part est considérée via le rapport entre le nombre de nucs gérés en saison et le nombre de colonies à l'hivernage.
 - 0 : pas de nucs gérés en saison apicole (pas d'élevage ou pas de gestion en nucs de la fécondation des reines)
 - <0.15 : la part des nucs gérés en saison apicole représente moins de 15 % du cheptel à l'hivernage
 - 0.15-0.5 : la part des nucs gérés en saison apicole représente de 15 à 50 % du cheptel à l'hivernage
 - > 0.5 : la part des nucs gérés en saison apicole représente plus de 50 % du cheptel à l'hivernage
 - Commun : les nucs pour la fécondation des reines sont gérés via un atelier d'élevage commun à plusieurs apiculteurs, les nucs ne font donc pas partie à proprement parler du cheptel de l'exploitation
- **Nombre de souches sur lesquelles le greffage est effectué** (*sel_souche_nb_cls*) : la gestion des souches et notamment le nombre de souches sur lesquelles le greffage est réalisé est un élément de la gestion de l'élevage de reines, qui peut être plus ou moins complexe si le nombre de souches gérées est plus ou moins élevé.
 - 1_2 : 1 à 2 souches utilisées pour le greffage
 - 3_5 : 3 à 5 souches utilisées pour le greffage
 - 6_9 : 6 à 9 souches utilisées pour le greffage

- 10+ : 10 souches ou plus utilisées pour le greffage
- pas_elev : pas d'élevage : non concerné

Sélection

- **Niveau de contrôle de la génétique via le choix de souches pour le greffage** : selon le type de fécondation des reines dont les larves seront greffées pour l'élevage de reines, le niveau de contrôle de la génétique n'est pas le même, que ces reines soient issues d'une sélection au sein du cheptel de l'exploitation, d'un échange ou d'entraide avec d'autres apiculteurs ou d'un achat. Ce niveau est issu principalement évalué via le niveau de contrôle de la voie mâle.
 - bas : faible niveau de contrôle de la voie mâle : greffage sur des reines fécondées naturellement, sélection de la reine souche sur le cheptel de l'exploitation ou échange avec d'autres apiculteurs non éleveurs
 - haut : niveau de contrôle de la voie mâle important via le greffage sur des reines inséminées achetées ou réalisées sur l'exploitation, sur des reines « souches » d'éleveurs-sélectionneurs ou sur des reines inséminées issues d'un programme de sélection (ex. GPGR)
 - int : intermédiaire : les deux types de provenance des reines pour le greffage sont utilisés en parallèle.
 - pas d'élevage : non concerné
 - achat : les reines pour l'introduction dans les colonies (hors greffage) sont achetées, le niveau de contrôle de la génétique est donc variable selon la provenance de ces reines et ne peut pas toujours être déterminé.
- **Sélection basée sur et/ou incluant la génétique du cheptel de l'exploitation** : place du cheptel de l'exploitation dans les choix et les pratiques de sélection, i.e. dans la mise en œuvre des objectifs de sélection. Ex. sélection et reproduction des meilleures reines et/ou colonies du point de vue de l'apiculteur (sélection de souches pour un greffage, de colonies pour réaliser des essaims en remérage naturel...)
 - non : le cheptel de l'exploitation n'est pas intégré dans la sélection, ex. intro dans tous les essaims de reines d'achat
 - sec : le cheptel de l'exploitation est intégré dans la sélection mais de manière secondaire par rapport à la génétique extérieure
 - maj : la majorité ou totalité de la sélection repose sur le cheptel de l'exploitation
- **Sélection basée sur et/ou incluant une génétique extérieure à l'exploitation** : importance de l'apport de génétique extérieure pour répondre aux objectifs de sélection de l'apiculteur (via des achats, des échanges entre apiculteurs...)
 - non : pas d'intégration de génétique extérieure à l'exploitation dans la sélection
 - sec : intégration secondaire d'une génétique extérieure à l'exploitation via achat ou échanges
 - selCol : intégration d'une génétique extérieure via un schéma collectif de sélection
 - selCol_achat : intégration d'une génétique extérieure via un schéma collectif de sélection + d'autres voies (achat, échange...)
 - maj : la majorité ou totalité de la sélection repose sur un apport extérieur de génétique (achat, échange, don...)
- **Intégration des objectifs de sélection dans la gestion du cheptel** : par quelles pratiques les objectifs de sélection de l'apiculteur sont-ils mis en œuvre ?
 - non : pas de pratiques identifiées qui permettraient de mettre en œuvre des objectifs de sélection de l'apiculteur (ex. achat de reines avec disponibilité comme principal critère de choix)
 - choix_achat : la sélection d'une génétique correspondant aux objectifs de l'apiculteur se fait principalement via le choix des reines achetées (choix de la race, de l'éleveur...)
 - choix_souches : la sélection d'une génétique correspondant aux objectifs de l'apiculteur se fait principalement via le choix des souches sur lesquelles un greffage est réalisé, au sein du cheptel de l'exploitation comme au sein des souches potentielles achetées (sans tri ou suivi très poussé)
 - choix_souches+ : la sélection d'une génétique correspondant aux objectifs de l'apiculteur se fait principalement via le choix des souches sur lesquelles un greffage est réalisé, au sein du cheptel de l'exploitation comme au sein des souches potentielles, avec suivi et/ou test des souches potentielles (test sur les filles et/ou suivi plusieurs années et/ou test hygiénique...)
 - choix_eleveur : le choix des souches pour le greffage et donc des critères de sélection privilégiés est délégué à un éleveur (cas de l'entraide pour l'élevage, de délégation de l'élevage...)
 - source_essaim : la sélection d'une génétique correspondant aux objectifs de l'apiculteur se fait principalement via le choix des colonies sources pour la création d'essaims (qui seront laissés au moins en partie en remérage naturel)
 - choix_souches_essm : la sélection d'une génétique correspondant aux objectifs de l'apiculteur se fait principalement via le choix des colonies sources pour la création d'essaims (qui seront laissés au moins en partie en remérage naturel) ET via la sélection de souches pour le greffage
- **Mise en œuvre d'une sélection sur l'exploitation des reines achetées comme souches** : quels sont les moyens mis en œuvre pour sélectionner dans le contexte de l'exploitation des souches sur lesquelles le greffage sera effectué parmi les reines achetées comme souches potentielles ?
 - toutes : toutes les souches achetées sont utilisées pour le greffage
 - test_souche : tri entre les souches potentielles achetées via le suivi ou test de ces souches potentielles
 - test_filles : tri via test sur les reines filles des souches potentielles, sur l'exploitation ou via un réseau de testage ou groupe de sélection
 - test_long : tri via suivi des souches sur plusieurs années ou achat de Rf à un éleveur pour tester sa génétique sur un plus grand nombre de colonies / années avant de lui acheter une souche
 - SO : non concerné : pas d'achat de souches ou pas d'élevage de reines

- **Gestion de la fécondation / contrôle de la voie mâle** : niveau d'orientation de la fécondation naturelle via la mise en place ou non de ruchers de fécondation et/ou de ruches à mâles sur une partie des colonies de l'exploitation
 - pas_Rfec : pas d'organisation particulière du rucher / de la zone de fécondation ou pas de rucher de fécondation (dispersion sur les ruchers de production par ex.)
 - Rfec_colonies : ruchers de fécondation pour les essaims et/ou les nucs, entouré des colonies ou ruchers de l'exploitation
 - Rfec_RAM : ruchers de fécondation pour les essaims et/ou les nucs avec mise en place de ruche à mâles (sur l'exploitation ou dans le cas d'un atelier commun d'élevage de reines)
- **Suivi des performances des colonies et/ou des reines** : suivi de performances des reines et / ou des colonies de l'exploitation
 - aucun : pas de suivi des performances des reines et/ou colonies
 - prod : suivi de la production des reines et/ou colonies
 - prod_autre : suivi de la production des reines et/ou colonies et d'autres critères de sélection

Renouvellement des colonies

Gestion et création d'essaims

- **Création d'essaims par division de colonies** : une part (secondaire ou majoritaire) ou la totalité des essaims sont réalisés par division de colonies, lesquelles pouvant être en ruches comme en ruchettes
 - non : pas de division de colonies pour créer des essaims artificiels
 - sec : technique utilisée mais de manière secondaire
 - maj : technique utilisée pour la majorité ou totalité des essaims
- **Création d'essaims par prélèvement de cadres sur des colonies** : une part (secondaire ou majoritaire) ou la totalité des essaims sont réalisés par prélèvement de cadres sur des colonies qui restent donc a priori en production, un essaim pouvant être créé via un assemblage de cadres de plusieurs colonies ou à partir d'une unique colonie
 - non : pas de division de colonies pour créer des essaims artificiels
 - sec : technique utilisée mais de manière secondaire
 - maj : technique utilisée pour la majorité ou totalité des essaims
- **Choix des colonies sources pour la création d'essaims selon leur taille** : les critères utilisés pour choisir les colonies à partir desquelles seront créés des essaims (que ce soit via division ou prélèvement) incluent la taille, la dynamique, ou encore la force des potentielles colonies sources
 - non : le critère n'est pas utilisé pour choisir les colonies sur lesquelles seront créés des essaims
 - taille : principal critère considéré
 - taille_autre : le critère de la taille est considéré ainsi qu'un ou plusieurs autres critères de sélection des colonies : production, comportement, race...
 - taille_lot : la taille est considérée via ou en parallèle de la gestion du cheptel en lots dont certains sont dédiés à la création d'essaims
 - toutes : toutes les colonies du cheptel donnent lieu à la création d'essaims
 - SO : pas de création d'essaims sur cadre
- **Création d'essaims sur des colonies considérées comme non-valeurs** : une partie ou totalité des essaims sont faits sur des colonies considérées comme non-valeurs :
 - non : il n'y a pas de création d'essaims sur des colonies considérées comme non-valeurs
 - NV : une partie ou totalité des essaims sont réalisés sur des colonies considérées comme non-valeurs
 - toutes : toutes les colonies du cheptel donnent lieu à la création d'essaims
 - SO : pas de création d'essaims sur cadre
- **Gestion du cheptel par lot dont au moins l'un est dédié à la création d'essaims** :
 - non : les essaims sont faits sur une partie des colonies réparties au sein de ruchers différents, sans que ces colonies soient identifiées à l'avance comme pourvoyeuses de cadres ou à diviser pour créer des essaims. Ces colonies sont donc choisies parmi les autres selon différents critères, et il n'y a pas de gestion spécifique de ces colonies.
 - lot : un lot de colonies identifié à l'avance est prévu pour réaliser des essaims. Cela peut être selon l'âge de la reine / de la colonie, le type d'abeilles, le conditionnement (ex. colonies en ruchettes)...
 - tri : il n'y a pas de lot identifiées en amont pour réaliser les essaims mais un tri au printemps permet d'identifier les colonies qui serviront ou non à créer des essaims et qui seront par la suite gérées de manière spécifique (nourrissement, emplacement particulier, choix de miellée de printemps...). Cela inclut les apiculteurs qui réalisent des essaims sur tout le cheptel mais l'organisent par lots en fonction d'un tri, ex. pour distinguer les colonies qui seront divisées de celles où des cadres seront prélevés.
 - toutes : toutes les colonies du cheptel donnent lieu à la création d'essaims
- **Période de création d'essaims : en saison** : une partie des essaims sont créés en milieu de saison
 - oui

- non
- **Période de création d'essais : fin de saison** : une partie des essais sont créés en fin de saison
 - oui
 - non
- **Part des essais laissés en remérage naturel** : catégorisation de la proportion d'essais créés où il n'y a pas d'introduction de reine mais un remérage naturel
 - 0 : aucun essaim n'est laissé en remérage naturel
 - <0.5 : une partie des essais sont laissés en remérage naturel mais cela représente moins de la moitié des essais
 - >0.5 : une partie des essais sont laissés en remérage naturel et cela représente plus de la moitié des essais
 - 1 : la totalité des essais créés sont laissés en remérage naturel
 - SO : sans objet, pas de création d'essais
- **Origine de la reine introduite dans les essais : élevage par l'apiculteur** : en cas d'introduction de reine dans tout ou partie des essais réalisés, la reine introduite est issue d'un élevage réalisé par l'apiculteur
 - remnat : la majorité des reines est issue d'un remérage naturel (pas d'élevage, pas d'achat ou achat ponctuel)
 - non : il y a introduction de reines sur tout ou partie des essais mais ces reines ne sont pas issues d'un élevage par l'apiculteur
 - sec : il y a introduction de reines sur tout ou partie des essais mais seulement une minorité de ces reines sont issues d'un élevage par l'apiculteur
 - maj : il y a introduction de reines sur tout ou partie des essais et la majorité ou totalité de ces reines sont issues d'un élevage par l'apiculteur sur son exploitation
 - elev_commun : il y a introduction de reines sur tout ou partie des essais et la majorité ou totalité de ces reines sont issues d'un élevage au sein d'un atelier d'élevage commun à plusieurs exploitations
 - SO : sans objet, pas de création d'essais
- **Origine de la reine introduite dans les essais : achat** : en cas d'introduction de reine dans tout ou partie des essais réalisés, la reine introduite est issue d'un achat
 - non : les reines des essais sont toutes issues de l'exploitation (via un élevage ou via un remérage naturel)
 - sec : des reines issues d'un achat sont introduites mais de manière secondaire
 - maj : des reines issues d'un achat sont introduites et représente la totalité ou majorité des reines des essais. Cela inclut aussi les apiculteurs qui contractualisent avec un éleveur (élevage à façon, accord avec un éleveur...)
 - SO : sans objet, pas de création d'essais
- **Introduction de reines dans les essais : introduction de cellules royales ou reines vierges** : des cellules royales ou reines vierges issues d'un élevage sont introduites dans tout ou partie des essais réalisés. Ces deux types d'introductions ont été regroupées étant données qu'elles sont fréquemment réalisées en parallèle chez les apiculteurs (ex. selon coïncidence ou non entre date d'émergence et de réalisation de l'essaim, une intro en CR ou en Rv pourra être réalisée, et les deux types d'intro seront réalisées selon les essais) et qu'elles ne nécessitent pas une différence importante de matériel dans le cas d'un élevage sur l'exploitation.
 - non : pas d'intro de cellule royale ni de reine vierge dans les essais
 - sec : des cellules royales ou reines vierges peuvent être introduites de manière secondaire
 - maj : intro de cellules royales ou reines vierges dans la majorité des essais
 - Rhiv : la reine hivernée dans la colonie est laissée dans l'essaim
 - SO : sans objet, pas de création d'essais
- **Introduction de reines dans les essais : introduction de reines fécondées** : des reines fécondées issues d'un élevage sont introduites dans tout ou partie des essais réalisés. L'introduction de reines inséminées, qui est réalisée en cas d'achat de reines inséminées comme futures souches pour un greffage ou dans le cadre d'un réseau de testage, est aussi incluse dans cette catégorie. Elle ne représente jamais la majorité des introductions, et peut donc être soit secondaire (par rapport à des introductions de cellules royales par exemple) soit incluse dans les introductions de reines fécondées.
 - non : pas d'intro de reine fécondée ni inséminée dans les essais
 - sec : des reines fécondées et/ou inséminées peuvent être introduites de manière secondaire
 - maj : intro de reines fécondées et/ou inséminées dans la majorité des essais
 - Rhiv : la reine hivernée dans la colonie est laissée dans l'essaim
 - SO : sans objet, pas de création d'essais
- **Importance de la création ou de l'achat d'essais par rapport au cheptel de l'exploitation** : catégorisation du rapport entre les essais réalisés ou achetés chaque année et le cheptel de l'exploitation en sortie d'hivernage précédent. L'achat d'essais étant secondaire chez la totalité des apiculteurs de l'échantillon qui achètent des essais, ce sont très majoritairement les essais réalisés sur l'exploitation qui sont représentés ici.
 - <0.2
 - 0.2-0.4
 - 0.4-0.6
 - >0.6
- **Intégration dans le cheptel d'essais issus d'un achat** :
 - non : pas d'achat d'essais

- ponctuel : pas d'achat régulier d'essaims mais achat possibles certaines années (ex. pour compléter si moins d'essaims ont pu être faits)
- secondaire : achat d'essaims pouvant être régulier mais secondaire par rapport à la réalisation d'essaims sur l'exploitation

Certaines pratiques de réalisation d'essaims n'ont pas été incluses dans l'analyse en raison de l'homogénéité des réponses. C'est le cas de la création d'essaims au printemps : la totalité des apiculteurs réalisant des essaims en font au printemps, éventuellement en plus d'une autre période.

Gestion et création de paquets d'abeilles et essaims nus naturels

- **Colonies à partir desquelles les paquets d'abeilles sont créés :** quels critères pris en compte ?
 - taille : selon taille, force ou dynamique des colonies
 - taille_autre : selon taille, force et dynamique plus d'autres critères pouvant être liés aux objectifs de sélection
 - non : pas de prise en compte de critères spécifiques pour les colonies d'où sont issus les PA
 - pas_choix : pas de choix des colonies d'abeilles dont sont issus les paquets d'abeilles, qui sont récupérés dans les alentours (cueillette) ou issus d'un piégeage
 - SO : sans objet, pas de réalisation ni gestion de paquets d'abeilles
- **Période à laquelle sont réalisés ou récupérés les paquets d'abeilles :**
 - ptps : au printemps uniquement
 - ptps_saison : au printemps et en saison
 - saison : en saison uniquement
 - SO : sans objet, pas de réalisation ni gestion de paquets d'abeilles
- **Récupération ou piégeage d'essaims nus naturels :**
 - non : ni récupération, ni piégeage d'essaims nus naturels
 - cueillette : récupération d'essaims nus naturels dans les environs
 - piégeage : récupération via l'utilisation de caisses pièges à essaims
- **Création de paquets d'abeilles sur l'exploitation :** réalisation de paquets d'abeilles sur l'exploitation via le prélèvement d'abeilles dans des colonies
 - non : pas de création de paquets d'abeilles via un prélèvement d'abeilles
 - prvlmt_ab : réalisation de paquets d'abeilles via un prélèvement d'abeilles sur les colonies de l'exploitation
- **Introduction de reines dans les paquets d'abeille :** type d'introduction de reine dans les paquets d'abeilles
 - CRv : cellule royale et/ou reine vierge
 - Rf : reine fécondée
 - rien : cas des piégeage ou cueillette : la reine d'origine est laissée
 - SO : sans objet, pas de réalisation ni gestion de paquets d'abeilles
- **Importance des paquets d'abeilles dans le renouvellement du cheptel :** rapport entre le nombre annuel de paquets d'abeilles et le nombre de colonies en sortie d'hivernage
 - 0 : pas de paquets d'abeilles dans le renouvellement des colonies
 - <0.1 : utilisation de paquets d'abeilles pour une part inférieure à 10 %
 - 0.1-0.25 : 10 à 25 %
 - 0.25-0.5 : 25 à 50 %
 - >0.5 : plus de 50 %
 -

Aspects généraux du renouvellement des colonies

- **Part du renouvellement en remérage naturel :** sur le total des nouvelles colonies créées
 - 0 %
 - Moins de 50 %
 - Plus de 50 %
 - 100 %
 - Sans objet : la reine naturelle est laissée (cas de la récupération d'essaims nus naturels)
- **Méthodes de renouvellement du cheptel :**
 - Essaims sur cadre exclusivement
 - Essaims nus naturels exclusivement
 - Essaims sur cadre et paquets d'abeilles
- **Devenir des nouvelles colonies : vente de colonies (essaims ou paquets d'abeilles) :**
 - Oui en partie
 - Non
- **Devenir des nouvelles colonies : réintroduction / regroupement avec d'autres colonies :**
 - Oui en partie

- Non
- **Devenir des nouvelles colonies : redivision pour former d'autres essaims :**
 - Oui en partie
 - Non
- **Intensité de création de nouvelles colonies :** rapport entre le nombre annuel de nouvelles colonies créées (essaims + paquets d'abeilles) et le nombre de colonies en sortie d'hivernage
 - 0.2 à 0.4
 - 0.4 à 0.6
 - 0.6 à 0.8
 - Plus de 0.8

Renouvellement des reines

- **Suivi des reines dans les colonies :** marquage ou non de la reine et suivi de l'âge (marquage avec un code année) :
 - aucun : aucun suivi des reines ni des colonies
 - nmq : reines non marquées
 - Rmq : reines marquées en partie seulement, ou marquées sans code année
 - Rmqy : reines marquées, avec utilisation d'un code année
- **Méthode de renouvellement : suppression de la reine puis introduction d'une nouvelle reine :**
 - non : pas de suppression de reine suivie d'une introduction
 - sec : pratique secondaire
 - maj : pratique majoritaire
- **Méthode de renouvellement : suppression de la reine puis remérage naturel :** cette pratique n'est utilisée sur une majorité du cheptel chez aucun des apiculteurs rencontrés.
 - non : pas de suppression de reine suivie d'un remérage naturel
 - sec : pratique secondaire
- **Méthode de renouvellement : introduction d'un essaim ou paquet d'abeilles :** avec ou sans suppression préalable de la reine de la colonie à remérer
 - non : pas de renouvellement de reines via l'introduction d'un essaim ou paquets d'abeilles
 - sec : pratique secondaire
 - maj : pratique majoritaire
- **Méthode de renouvellement : remérage naturel**
 - faible : pas ou peu de colonies laissées en remérage naturel, la majorité ou totalité des colonies sont remérées de manière régulière
 - sec : pratique secondaire
 - maj : pratique majoritaire
 - toutes : toutes les colonies sont laissées en remérage naturel
- **Type d'introduction en cas de remérage : introduction de cellule royale ou reine vierge**
 - non : introduction possible mais pas de cellule royale ou reine vierge
 - sec : intro de cellule royale ou reine vierge possible mais secondaire
 - maj : intro de cellule royale ou reine vierge majoritaire ou exclusive
 - remnat : toutes les colonies sont en remérage naturel, non concerné
- **Type d'introduction en cas de remérage : introduction de reine fécondée**
 - non : introduction possible mais pas de reine fécondée
 - sec : intro de reine fécondée possible mais secondaire
 - maj : intro de reine fécondée majoritaire ou exclusive
 - remnat : toutes les colonies sont en remérage naturel, non concerné
- **Part des colonies où la reine est remérée hors création d'essaims et hors remérage naturel:** Le renouvellement des reines considéré ici correspond aux remérages des colonies, et s'entend donc hors création d'essaims, c'est-à-dire que la part de jeunes reines constituées par les reines des essaims de l'année n'est pas incluse dans ce renouvellement des reines.
 - 0
 - <0.25
 - 0.25-0.5
 - 0.5-0.75
 - >0.75
- **Période de renouvellement des reines : réalisation de remérages au printemps:**
 - oui
 - non

- **Période de renouvellement des reines : réalisation de remérages en saison**
 - oui
 - non
- **Période de renouvellement des reines : réalisation de remérages en fin de saison**
 - oui
 - non
- **Critères de choix des colonies à remérer : prise en compte de l'âge de la reine**
 - non : l'âge n'est pas considéré dans les critères de remérage des colonies
 - oui : l'âge est un critère de remérage des colonies.
 - remnat : toutes les colonies sont en remérage naturel
- **Critères de choix des colonies à remérer : prise en compte de la qualité de la colonie**
 - etat : l'état des colonies (faibles, manque de dynamisme, non-valeurs...) est un critère de remérage
 - sel : le remérage est réalisé selon l'état des colonies ainsi que selon des critères liés aux objectifs de sélection : production, type d'abeille...
 - non : ni l'état ni des critères de sélection ne sont considérés pour le remérage des colonies
 - remnat : toutes les colonies sont en remérage naturel
- **Approvisionnement en reines pour le remérage (hors souches) : origine majoritaire des reines**
 - remnat : remérage naturel
 - elevage_EA : les reines sont issues d'un élevage sur l'exploitation
 - elev_commun : les reines sont issues d'un atelier d'élevage commun à plusieurs apiculteurs
 - achat : les reines sont issues d'un achat
 - achat_accord : les reines sont issues d'une contractualisation avec un éleveur (ex. élevage à façon)

ANNEXE 3.3. DESCRIPTION DES CLASSES RETENUES A L'ECHELLE DE LA CATEGORIE DE PRATIQUES DE RENOUVELLEMENT

Pour chaque classe, les modalités qui ne caractérisent pas statistiquement la classe mais sont celles de la majorité des apiculteurs qui constituent la classe sont données après l'indication NS (non significatif).

Ex. pour le Type 1 de l'élevage de reines, la majorité des apiculteurs de ce type réalisent un élevage de reines de manière régulière sur une période de quatre mois (mais cette modalité étant courant à travers l'échantillon, elle n'est pas surreprésentée au sein du type par rapport aux autres types et n'est donc pas significative).

Élevage de reines

- **Type 1 : Reines fécondées et banque à reines** : un élevage de reines est mis en place jusqu'à la fécondation des reines, avec utilisation d'une banque à reines avant leur introduction dans les colonies. Des starters-finisateurs et/ou colonies orphelines sont utilisées pour l'élevage.
NS : l'élevage est réalisé de manière régulière sur une période d'environ 4 mois, de manière prioritaire par rapport à d'autres activités de l'exploitation, et plus de la moitié des reines élevées sont fécondées en nuclei.
- **Type 2 : reines fécondées en majorité et période d'élevage importante** : atelier d'élevage de reines et fécondation en nuclei de la majorité ou de la totalité des reines élevées. La période d'élevage est étendue (jusqu'à 5 mois et plus), le nombre de nuclei est important (le nombre de nuclei en saison représente 15 à 50 % du cheptel d'hivernage). L'élevage est régulier et réalisé principalement via l'utilisation de colonies orphelines, le nombre de souches utilisées pour le greffage peut être élevé (jusqu'à plus de 10).
NS : Au sein de ce type, la priorité de l'élevage sur les autres activités de l'exploitation est variable selon les situations.
- **Type 3 : reines fécondées et inséminées** : un atelier d'élevage de reines est mis en place, avec insémination d'une partie de ces reines. Le cheptel de nuclei est important : le nombre de nuclei gérés en saison représente de 15 à 50 % du cheptel hiverné, et jusqu'à plus de 50 %.
NS : l'élevage est réalisé de manière régulière sur 3 à 4 mois, en priorité par rapport aux autres activités de l'exploitation. Au moins la moitié des reines élevées sont fécondées en nuclei, et jusqu'à la totalité des reines élevées. La méthode d'élevage est variable, et le greffage est réalisé sur un nombre de souches variable également.
- **Type 4 : reines fécondées en partie** : un atelier d'élevage est mis en place et une partie minoritaire des reines élevées est fécondée en nuclei (moins de la moitié des reines élevées). L'élevage de reines est étalé sur 4 mois, réalisé de manière régulière et prioritaire sur les autres activités de l'exploitation. Il peut être réalisé sur l'exploitation ou via un atelier d'élevage en commun à plusieurs exploitations, qui peut également inclure un cheptel commun de nuclei. Lorsque l'élevage est réalisé sur l'exploitation, le cheptel de nuclei géré en saison est relativement peu important et représente moins de 15 % du cheptel hiverné. L'élevage est réalisé principalement via des starters-finisateurs et sur 3 à 9 souches pour le greffage.
NS : Étalement de la période d'élevage de 3 à 4 mois.

- **Type 5 : reines fécondées et courte période d'élevage** : un atelier d'élevage de reines est mis en place sur une période courte (1 à 2 mois), de manière non prioritaire par rapport aux autres activités de l'exploitation. Ce type ne se distingue du type 4 que par cette moindre place de l'élevage dans l'organisation de l'exploitation.

NS : l'élevage est réalisé de manière ponctuelle, et moins de la moitié des reines élevées est fécondée en nuclei. Le cheptel de nuclei est peu important : il représente moins de 15 % du nombre de colonies hivernées. L'élevage est réalisé via des colonies orphelines, et le nombre de souches utilisées pour le greffage est moyen (3 à 5).

Les types 6 à 8 se distinguent principalement via le stade d'élevage réalisé : élevage de cellules royales ou de reines vierges pour le type 6, achat de cellules royales et gestion de la fécondation uniquement pour le type 7, pas d'atelier d'élevage de reines pour le type 8.

- **Type 6 : élevage de cellules royales ou reines vierges** : un atelier d'élevage de reines est mis en place sans que ces reines soient fécondées en nuclei : l'élevage est réalisé jusqu'au stade de la cellule royale et/ou de la reine vierge. Il n'y a pas de cheptel de nuclei. L'élevage est réalisé via des starters-finisseries, sur une période courte (1 à 2 mois), de manière ponctuelle et en n'étant généralement pas prioritaire sur les autres activités de l'exploitation.

NS : parmi les stratégies qui composent ce groupe, certaines réalisent aussi cet élevage de manière régulière, et sur une période pouvant être plus élevée (jusque 3, 4 voire 5 mois). Le nombre de souches utilisées pour le greffage est variable : généralement compris entre 3 et 9, mais il peut n'être que d'une ou deux souches et aller jusqu'à plus de 10.

- **Type 7 : pas de greffage mais atelier de fécondation** : il n'y a pas de réalisation de greffage ni d'élevage de cellules royales sur l'exploitation, mais un achat de cellules royales ou l'accès à des cellules royales via une entraide avec un autre apiculteur, ou suivi d'une fécondation en nuclei de ces reines.

NS : Le nombre de nuclei est variable, l'étalement de la période de gestion des fécondations aussi. La part des reines fécondées peut aller jusqu'à 100 %, et être prioritaire ou non sur les autres activités de l'exploitation. Pour ce type, la méthode d'élevage mise en œuvre et le nombre de souches à partir desquelles le greffage est réalisé sont des questions qui ne concernent pas l'exploitation mais l'apiculteur qui fournit les cellules royales.

- **Type 8 : pas d'élevage de reines** : il n'y a pas d'atelier d'élevage de reines sur l'exploitation, ni de cheptel de nuclei. Les autres variables qui construisent cette typologie (priorité donnée à l'atelier d'élevage, régularité, période, méthode d'élevage, part des reines fécondées, nombre de souches utilisées) ne concernent donc pas les exploitations de ce type.

Renouvellement et création de colonies

Parmi les catégories de pratiques considérées, trois sont liées au renouvellement des colonies et à la création de nouvelles colonies : la création et gestion d'essaims, la création et gestion de paquets d'abeilles, et les pratiques liées au fonctionnement global du renouvellement des colonies. Ces trois catégories ont été distinguées les unes des autres pour mieux considérer la réalisation possible en parallèle d'essaims et de paquets d'abeilles avec des modalités pouvant être différentes, et la gestion de ces nouvelles colonies par la suite quel que soit le type de colonies choisies.

Création et gestion d'essaims

- **Type 1** : les essaims sont principalement créés par division de colonies, et de manière secondaire par prélèvements de cadres sur d'autres colonies. Le cheptel est géré par lots dont certains sont dédiés à la création d'essaims, et les colonies qui serviront à la création d'essaims sont donc déterminées à l'avance (ex. cela peut être les colonies avec des reines d'un certain âge, ou celles situées sur un emplacement spécifique). La taille de la colonie peut être un critère supplémentaire mais pas systématique. Des cellules royales ou reines vierges sont introduites dans la majorité des essaims, et des reines fécondées de manière secondaire. Le nombre d'essaims créés est élevé par rapport à la taille du cheptel (de 0.4 à 0.6).

NS : Les essaims sont réalisés principalement au printemps et peuvent également être réalisés pendant la saison. Ils ne sont pas laissés en remérage naturel, et les essaims sont notamment réalisés sur des colonies considérées comme non-valeurs. Les reines introduites sont issues en majorité ou totalité d'un élevage sur l'exploitation. Il n'y a généralement pas, ou peu, d'achat d'essaims.

- **Type 2** : les essaims sont créés par prélèvement de cadres sur les colonies et non par division de colonies, avec introduction de reines majoritairement achetées, pouvant être complétées de manière secondaire par des reines issues d'un élevage sur l'exploitation.

NS : Les colonies fournissant des cadres pour les essaims sont choisies selon leur taille au printemps. Il n'y a majoritairement pas d'essaims réalisés sur des colonies considérées comme non-valeurs, et des essaims aussi être créés en cours de saison apicole ou en fin de saison. Les reines introduites sont majoritairement des cellules royales et reines vierges, et peuvent être des reines fécondées de manière secondaire. Une partie des essaims peut être laissée en remérage naturel (moins de la moitié des essaims), mais il y a généralement introduction de reines dans la totalité des essaims créés, dont le nombre est variable par rapport au cheptel de l'exploitation. Il n'y a pas d'achat d'essaims.

- **Type 3** : suite à un tri des colonies en sortie d'hivernage ou au printemps, le cheptel est organisé en lots dont certains serviront à la création d'essaims, par division de colonies et/ou prélèvement de cadres. La majorité des essaims sont laissés en remérage naturel, mais des reines fécondées issues d'un achat peuvent également être introduites dans une partie des essaims.

NS : une partie des essaims peut être réalisée sur des colonies considérées comme non-valeurs, et des essaims peuvent être réalisés en fin de saison. Un achat secondaire d'essaims est possible, et le nombre d'essaims réalisés par rapport à la taille du cheptel de l'exploitation est variable.

- **Type 4 : essaims avec introduction de cellules royales ou reines vierges** : les essaims sont créés principalement par prélèvement de cadres au printemps, éventuellement par division de colonies, sur des colonies choisies selon leur taille, et d'autres critères de sélection pouvant également être pris en compte (production, comportement...). Des cellules royales ou reines vierges issues d'un

élevage sur l'exploitation sont introduites dans la totalité ou la majorité des essaïms réalisés, le reste pouvant alors être laissé en remérage naturel (moins de la moitié des essaïms). Il n'y a pas ou peu d'introduction de reines fécondées.

NS : les essaïms peuvent notamment être réalisés sur des colonies considérées comme non-valeurs. Dans certaines exploitations de ce type, un tri en sortie d'hivernage peut donner lieu à une organisation du cheptel par lots pour la création d'essaïms selon la taille des colonies. Des essaïms peuvent également être réalisés en saison apicole, mais peu ou pas en fin de saison. Le nombre d'essaïms réalisé est variable mais relativement important (plus de 0.4), et des achats ponctuels d'essaïms peuvent avoir lieu mais de façon minoritaire au sein de ce type.

- **Type 5 : essaïms au printemps et en fin de saison avec introduction de reines fécondées** : réalisation d'essaïms avec introduction majoritaire de reines fécondées. Il n'y a pas d'essaïms laissés en remérage naturel, ni d'introductions de cellules royales ou reines vierges ou seulement dans une part minoritaire des essaïms réalisés. Une partie des essaïms est réalisée en fin de saison, et il n'y a pas d'achat de reines pour introduction dans les essaïms : les reines introduites peuvent être issues d'un élevage sur l'exploitation ou d'un atelier d'élevage en commun à plusieurs exploitations.

NS : les essaïms sont principalement réalisés via des prélèvements de cadres au printemps sur les belles colonies, des divisions étant également possibles, parfois sur des colonies considérées comme non-valeurs. Le cheptel n'est pas organisé en lots pour la création d'essaïms. Des essaïms peuvent également être réalisés en milieu de saison apicole. Il n'y a pas d'achat d'essaïms, et le nombre d'essaïms réalisés est variable.

- **Type 6** : les essaïms sont réalisés au printemps et non en milieu de saison, sans que le cheptel soit organisé en lots pour cette création d'essaïms, et sont tous laissés en remérage naturel. Le nombre d'essaïms créés est relativement peu important par rapport à la taille du cheptel (0.2 à 0.4).

NS : les colonies qui servent à la réalisation d'essaïms sont principalement les belles colonies au printemps, et les essaïms sont principalement réalisés par prélèvement de cadres, parfois par division de colonies de manière secondaire. Il n'y a pas d'achat d'essaïms. Il n'y a pas ou peu d'essaïms réalisés en fin de saison.

- **Type 7 : essaïms par division et lots de cheptel dédiés** : le cheptel est organisé par lots dont certains sont dédiés à la création d'essaïms. Les essaïms sont créés par division de colonie, et ne sont pas laissés en remérage naturel : il y a majoritairement introduction de reines fécondées dans les essaïms, et de cellules royales ou reines vierges de manière secondaire.

NS : les essaïms ne sont pas réalisés sur des colonies considérées comme non-valeurs, et des essaïms sont aussi réalisés en milieu de saison apicole. Le nombre d'essaïms réalisés est relativement important. Les reines introduites peuvent provenir d'un élevage sur l'exploitation ou d'un achat.

- **Type 8** : les essaïms sont réalisés par division de toutes les colonies au printemps. Les reines issues des colonies hivernées sont laissées dans les essaïms, le nombre d'essaïms créés est important par rapport à la taille du cheptel.

- **Type 9** : il n'y a pas de création d'essaïms sur cadre sur l'exploitation. Les autres variables construisant cette typologie ne la concernent donc pas.

NS : il n'y a pas d'achat d'essaïms.

Création et gestion de paquets d'abeilles et essaims nus naturels

- **Type 1 : pas de gestion de paquets d'abeilles** : il n'y a pas de création de paquets d'abeilles ni de récupération ou piégeage d'essaims nus naturels
- **Type 2 : Piégeage d'essaims nus naturels** : des paquets d'abeilles sont constitués par piégeage d'essaims nus naturels, où la reine naturelle est laissée. Ces essaims représentent un nombre important de colonies par rapport au nombre de colonies en sortie d'hivernage (0.25 à 0.5).
NS : Ces piégeages ont lieu au printemps, et il n'y a pas de création de paquets d'abeilles en parallèle sur l'exploitation.
- **Type 3 : récupération occasionnelle d'essaims naturels** : récupération d'essaims nus naturels au printemps, la reine présente y est laissée.
NS : ces essaims nus récupérés ne représentent pas un nombre important de colonies par rapport au cheptel de l'exploitation : cela peut être un petit nombre de colonies, lorsque l'occasion se présente.
- **Type 4 : création de paquets d'abeilles avec introduction de reine fécondée** : création d'un petit nombre de paquets d'abeilles par prélèvement d'abeilles au printemps, généralement sur les colonies les plus fortes, avec introduction de reines fécondées.
NS : le nombre de paquets d'abeilles créés est variable, et peut aller de moins de 0.1 jusqu'à 0.25 à 0.5 par rapport au nombre de colonies en sortie d'hivernage.
- **Type 5** : création de paquets d'abeilles au printemps (en période d'essaimage) par prélèvement d'abeilles sur les colonies les plus fortes et en pouvant considérer d'autres critères de sélection, avec introduction de cellule royale ou reine vierge. Le nombre de colonies réalisées de cette façon est moyen : 0.1 à 0.25 par rapport au nombre de colonies disponibles en sortie d'hivernage.
- **Type 6** : création d'un nombre moyen de paquets d'abeilles en saison, hors période d'essaimage. Ce type se distingue du précédent par la période : les paquets d'abeilles sont ici créés hors période d'essaimage.
NS : il y a introduction de cellules royales ou reines vierges dans les paquets d'abeilles.
- **Type 7** : création d'un nombre important de paquets d'abeilles au printemps et en saison (de 0.25 à plus de 0.5 par rapport au cheptel en sortie d'hivernage), par prélèvement sur les colonies les plus fortes puis introduction de cellules royales ou reines fécondées. Ces paquets d'abeilles peuvent parfois être complétés par un peu de récupération d'essaims nus naturels.

5.1.1 Fonctionnement global du renouvellement des colonies

- **Type 1** : Un nombre relativement élevé de colonies (essaims sur cadre et paquets d'abeilles) est créé chaque année (0.4 à 0.6), aucune nouvelle colonie n'est laissée en remérage naturel. Une partie de ces colonies est destinée à la vente, il y a peu ou pas de redivision ou de réintroduction de ces colonies dans d'autres.

NS : le nombre de colonies créées peut aller jusqu'à plus de 0.8 par rapport au cheptel en sortie d'hivernage. Le renouvellement de colonies se fait principalement via des essaims sur cadre, qui peuvent être complétés par des paquets d'abeilles.

- **Type 2** : Le nombre de nouvelles colonies chaque année est plus faible (0.2 à 0.4), ces nouvelles colonies sont en majorité ou en totalité laissées en remérage naturel et sont destinées à un usage interne à l'exploitation : il n'y a pas de vente.

NS : Le renouvellement de colonies se fait principalement via des essaims sur cadre, qui peuvent être complétés par des paquets d'abeilles pour un petit nombre d'exploitations de ce type. Ces colonies sont parfois réintroduites dans d'autres colonies, ou redivisées pour créer de nouveaux essaims sur cadre.

- **Type 3** : Les nouvelles colonies sont en partie laissées en remérage naturel, mais l'introduction de reines concerne tout de même une part majoritaire des colonies créées. Ces colonies sont destinées à un usage sur l'exploitation (pas de vente), et ne sont ni redivisées, ni réintroduites dans d'autres colonies.

NS : le renouvellement des colonies se fait via la création d'essaims sur cadre. Leur nombre est variable, et relativement important (0.4 à 0.6).

- **Type 4** : Le renouvellement du cheptel ne se fait que via le piégeage et la récupération d'essaims nus féraux, et la reine présente y est laissée.

NS : Ces essaims nus féraux représentent une part relativement faible du cheptel en sortie d'hivernage (0.2 à 0.4), et ne seront ni vendus, ni réintroduits dans d'autres colonies, ni redivisés.

Gestion des reines

- **Type 1** : plus de 75 % des colonies sont remérées chaque année, selon l'âge des reines.

NS : les reines sont suivies et marquées par année, et les remérages peuvent avoir lieu au printemps, en milieu de saison ou en fin de saison. Suite à la suppression de l'ancienne reine, il y a introduction de cellule royale ou reine vierge ou de reine fécondée, issues d'un élevage sur l'exploitation, ou regroupement avec un essaim ou paquet d'abeilles. Des critères de sélection peuvent être considérés conjointement à l'âge des reines pour choisir les colonies à remérer.

- **Type 2** : 50 à 75 % des colonies sont remérées, avec introduction de reines fécondées. Ces remérages ont lieu au moins en partie en fin de saison.

NS : Les reines sont suivies et marquées, généralement par année. Suite à la suppression de l'ancienne reine, il peut également y avoir introduction d'un essaim ou d'un paquet d'abeilles. Les reines sont issues d'un élevage sur l'exploitation, les remérages peuvent avoir lieu tout au long de la saison apicole, selon des critères d'âge de la reine et d'état de la colonie, éventuellement selon des critères de sélection.

- **Type 3** : 25 à 50 % des colonies sont remérées, avec introduction majoritaire de reines fécondées et secondaire de cellules royales ou reines vierges. Ces reines peuvent être

issues d'un atelier d'élevage en commun. Les colonies remérées sont choisies selon des critères de sélection et non selon l'âge des reines.

NS : les reines sont suivies et marquées par année, les reines introduites pour le remérage sont issues d'un élevage sur l'exploitation ou d'un atelier d'élevage commun à plusieurs exploitations. Les remérages peuvent avoir lieu tout au long de la saison apicole, y compris en fin de saison.

- **Type 4 :** Une partie des colonies est remérée via l'introduction de cellules royales ou reines vierges, issues d'un élevage sur l'exploitation. Il n'y a pas de remérage en fin de saison.

NS : les reines sont majoritairement suivies et marquées par année. Il peut y avoir suppression de reines puis remérage naturel. Les colonies sont remérées au printemps et en cours de saison, majoritairement selon l'état de la colonie, parfois selon l'âge de la reine. Les colonies remérées représentent 25 à 75 % du cheptel (hors essaims ou paquets d'abeilles de l'année).

- **Type 5 :** Moins d'un quart des colonies sont remérées, et la suppression de l'ancienne reine peut être suivie d'un remérage naturel, de l'introduction d'un essaim ou paquet d'abeilles ou d'une reine fécondée achetée. Il n'y a pas toujours de suivi des reines, les colonies à remérer sont choisies selon l'état de ces colonies.

NS : Pour une partie des exploitations de ce type, les reines sont issues d'un élevage sur l'exploitation. Les colonies sont principalement remérées au printemps et en cours de saison, plus rarement en fin de saison.

- **Type 6 :** La majorité des colonies sont laissées en remérage naturel. Les colonies remérées le sont via l'introduction d'un essaim ou d'un paquet d'abeilles, il n'y a pas d'introduction de reines dans les colonies. Ces colonies remérées le sont selon leur état, et non selon l'âge de la reine.

NS : Les remérages peuvent être réalisés via la suppression de la reine suivi d'un remérage naturel, la part des colonies concernée par ces remérages (suppression de reine suivi d'un remérage naturel ou d'une introduction d'essaim ou paquet d'abeilles) peut varier de moins de 25 % jusqu'à plus de 50 %. Ces remérages peuvent avoir lieu tout au long de la saison apicole, y compris en fin de saison.

- **Type 7 :** Il n'y a pas de suivi des reines dans les colonies, et aucun remérage réalisé par l'apiculteur : toutes les colonies sont laissées en remérage naturel.

Définition et gestion des non-valeurs

- **Type 1** : la gestion des colonies dites « non-valeurs » se fait par des rééquilibrages entre colonies : des cadres de couvains issus d'autres colonies sont utilisés pour renforcer les colonies dites « non-valeurs ».
NS : les colonies dites « non-valeurs » sont ici des colonies valorisables (faibles, peu dynamiques...). Parallèlement à ces rééquilibrages, les reines des colonies dites « non-valeurs » peuvent être supprimées, ce qui est suivi d'une introduction de reines ou d'un remérage naturel.
- **Type 2** : les colonies dites « non-valeurs » sont regroupées avec des essaims ou paquets d'abeilles.
NS : les colonies dites « non-valeurs » sont ici des colonies valorisables (faibles, peu dynamiques...). Parallèlement aux regroupements réalisés avec des essaims ou paquets d'abeilles, les reines de ces colonies peuvent être supprimées avant introduction d'une nouvelle reine, avec ou sans division de la colonie à cette occasion.
- **Type 3** : les colonies dites « non-valeurs » sont les colonies condamnées, elles ne seront ni divisées ni regroupées avec d'autres colonies. Il peut y avoir suppression de la reine suivie d'un remérage naturel, sans introduction de reines.
NS : si les reines d'une partie de ces colonies peuvent être supprimées pour accélérer un remérage naturel, ces colonies dites « non-valeurs » sont majoritairement secouées.
- **Type 4** : les colonies sont dites « non-valeurs » en lien avec des critères de sélection. Elles ne seront pas détruites, mais pourront être regroupées entre elles.
NS : en plus de la prise en compte de critères de sélection dans la distinction des colonies dites « non-valeurs », ces colonies sont plus généralement des colonies valorisables (faibles, peu dynamiques...). Elles peuvent être remérées avec introduction d'une reine suite à la suppression de l'ancienne, avec ou sans division de la colonie à cette occasion.
- **Type 5** : les colonies dites « non-valeurs » sont des colonies affaiblies mais valorisables. Elles sont remérées avec ou sans division en essaims.
NS : ces colonies dites « non-valeurs » peuvent également être regroupées entre elles, ou avec un essaim ou paquet d'abeilles.
- **Type 6** : les colonies dites « non-valeurs » sont notamment des colonies condamnées. Elles peuvent être regroupées avec un essaim ou paquet d'abeilles, mais ne seront pas divisées en essaims.
NS : au sein des colonies dites « non-valeurs », certaines sont condamnées et seront secouées, et les colonies valorisables (faibles, peu dynamiques...) peuvent, en plus d'être éventuellement regroupées avec un essaim ou paquet d'abeilles, être remérées avec introduction d'une reine mais sans division en essaims à cette occasion.
- **Type 7** : il n'y a pas de colonie dite « non-valeur » dans le cheptel.

Sélection

- **Type 1** : la sélection repose principalement sur une génétique extérieure, à la fois via un achat ou échange de reines fécondées ou inséminées, et via la participation à un schéma collectif de sélection. La sélection se fait via le choix des souches pour le greffage, avec un suivi important des colonies de l'exploitation pour choisir ces souches, et le suivi des reines filles des reines achetées est possible pour choisir parmi ces souches potentielles.
NS : Une sélection interne parmi les colonies de l'exploitation peut compléter les souches pour le greffage. Il y a au moins suivi de la production des colonies, et possiblement d'autres critères de sélection. Un rucher de fécondation est mis en place, entouré des colonies de l'exploitation ou avec gestion de ruches à mâles.
- **Type 2** : la sélection repose sur une génétique extérieure, via l'achat de reines souches pour le greffage. Au sein des souches achetées, un suivi important est réalisé sur une ou plusieurs années pour sélectionner celles qui donneront finalement lieu à un greffage. Un rucher dédié à la fécondation est mis en place, avec gestion de ruches à mâles.
NS : les reines achetées pour servir de souches pour le greffage peuvent être des reines inséminées ou fécondées naturellement, le suivi des performances des colonies, s'il a lieu, peut ne concerner que la production ou inclure d'autres critères de sélection.
- **Type 3** : la sélection est majoritairement basée sur la génétique interne à l'exploitation, complétée par une génétique extérieure via un achat de reines ou la participation à un schéma collectif de sélection. Le niveau visé de contrôle de la génétique est élevé : les souches achetées sont principalement des reines inséminées.
NS : Il y a suivi de la production dans la plupart des exploitations de ce type, parfois avec suivi d'autres critères de sélection. Les reines achetées pour le greffage peuvent être suivies avant de choisir lesquelles donneront effectivement lieu à un greffage, mais ce n'est pas toujours le cas. Au sein des colonies de l'exploitation, le choix des souches ne se fait pas via un suivi important. Un rucher de fécondation est mis en place, généralement avec gestion de ruches à mâles.
- **Type 4** : la sélection génétique repose sur une génétique extérieure via l'achat de reines pour introduction dans les colonies, et parfois de reines qui serviront de souches pour un greffage. Il n'y a pas de sélection interne à l'exploitation, ni de suivi des performances des colonies. Il n'y a pas de rucher dédié à la fécondation. La sélection repose donc ici sur l'éleveur à qui sont achetées les reines et/ou les souches pour le greffage. S'il y a achat de reines souches pour un greffage, le greffage est alors réalisé sur toutes ces souches, sans sélection sur l'exploitation parmi ces celles-ci.
- **Type 5** : la sélection se fait de manière interne à l'exploitation, via le choix de colonies souches pour le greffage. Il n'y a pas d'achat ou d'autre apport extérieur de génétique. Parmi les éléments qui permettront le choix des colonies souches pour le greffage, la production par colonie est suivie. Il y a mise en place d'un rucher de fécondation, installé proche d'autres ruchers de l'exploitation mais sans gestion de ruches à mâles.

- **Type 6** : la sélection se fait de manière interne à l'exploitation, via le choix des colonies dont seront issus les essaims (qui seront laissés en remérage naturel). Il y a peu ou pas de suivi des reines, et il n'y a pas de mise en place de rucher de fécondation.

ANNEXE 3.4. DESCRIPTION DES CLASSES RETENUES A L'ECHELLE DE LA STRATEGIE DE RENOUVELLEMENT

- **Stratégie 1** : les essaïms sont réalisés par division de colonies sur l'ensemble du cheptel, et en laissant la reine hivernée de la colonie dans l'essaïm réalisé. Plus de 75 % des colonies sont remérées annuellement, selon l'âge des colonies, via l'introduction d'une cellule royale, reine vierge ou reine fécondée élevée sur l'exploitation. Un élevage de reines est mis en place sur l'exploitation avec un cheptel important de nuclei, la fécondation de la majorité voire la totalité des reines élevées et l'insémination d'une partie des reines élevées. Il n'y a pas ou peu de colonies considérées comme « non-valeur » au sein du cheptel.

NS : la sélection est basée sur le cheptel de l'exploitation avec un apport de génétique extérieure, le nombre de nouvelles colonies créées chaque année est élevé et ces dernières peuvent être en partie destinées à la vente. Il n'y a pas généralement pas de création de paquets d'abeilles.

- **Stratégie 2** : des essaïms sont réalisés au printemps, par prélèvement selon la taille des colonies et d'autres critères de sélection. Ces essaïms sont en partie laissés en remérage naturel, et des cellules royales ou reines vierges issues d'un élevage sur l'exploitation sont introduites dans l'autre partie. Selon des critères de sélection, 25 à 50 % des colonies sont remérées via la suppression de l'ancienne reine suivie d'une introduction de reines fécondées (majoritaire) ou de cellules royales ou reines vierges (secondaire), ces reines étant issues d'un élevage sur l'exploitation ou via un atelier d'élevage en commun. Un élevage régulier de reines est réalisé sur l'exploitation ou en commun à plusieurs exploitations, avec un faible nombre de nuclei et fécondation d'une partie des reines en nuclei. La sélection se fait de manière interne à l'exploitation principalement, avec apport d'une génétique extérieure, notamment via la participation à un groupe de sélection. Le niveau de contrôle visé de la voie mâle est plutôt élevé, avec utilisation de reines inséminées en tant que souches pour le greffage. Les non-valeurs peuvent être regroupées avec des essaïms ou paquets d'abeilles, ou éventuellement remérées.

NS : il n'y a pas de création de paquets d'abeilles. Le nombre d'essaïms créés est relativement élevé, et ces essaïms pourront être en partie vendus. La part de colonies remérées est parfois plus importante (50 à 75 %) et lorsque des reines fécondées sont introduites, les remérages peuvent avoir lieu en fin de saison.

- **Stratégie 3** : un nombre important d'essaïms est réalisé, avec introduction majoritaire de cellule royale ou reine vierge (pas de remérage naturel), éventuellement de reines fécondées. La gestion du cheptel peut se faire par lots, dont certains dédiés à la création d'essaïms. Ces essaïms sont complétés par la création d'un petit nombre de paquets d'abeilles au printemps sur les belles colonies, avec introduction le plus souvent de reines fécondées. Au total, un nombre important de colonies est créé chaque année, avec peu de réintroduction et des ventes possibles de ces nouvelles colonies. Un remérage de 50 à 75 % des colonies est réalisé via l'introduction de reines fécondées, en partie en fin de saison. Les colonies « non-valeurs » sont principalement les colonies condamnées, et certaines d'entre elles peuvent être regroupées avec des essaïms ou paquets d'abeilles. Un élevage

de reines régulier est mis en place sur l'exploitation ou en commun à plusieurs exploitations, avec gestion d'un faible nombre de nuclei et fécondation en nuclei d'une partie des reines. La sélection du cheptel repose sur une génétique externe, via l'achat de souches pour le greffage puis sélection sur l'exploitation au sein de ces souches potentielles. Un rucher de fécondation avec ruches à mâles est mis en place.

NS : Dans une partie des situations, il peut y avoir introduction de reines fécondées lors de la création d'essaims, qui peuvent alors en partie être réalisés en fin de saison. Le remérage des colonies ne concerne parfois qu'un petit nombre de colonies. La sélection du cheptel peut également se faire de façon interne à l'exploitation via le choix de souches pour le greffage parmi le cheptel de l'exploitation, avec un apport possible de génétique extérieure via un achat ou la participation à un groupe de sélection. Lorsque les colonies dites « non-valeurs » sont valorisables, elles pourront également être remérées.

- **Stratégie 4 :** des essaims sont réalisés par prélèvement de cadres, parfois division, avec introduction de reines fécondées (majoritaire) ou de cellule royale ou reine vierge (secondaire), issues d'un élevage réalisé sur l'exploitation (ou d'un atelier d'élevage en commun). Ces essaims sont en partie réalisés en fin de saison. Jusqu'à plus de 75 % des colonies sont remérées, selon l'âge des reines. Les colonies sont dites « non-valeurs » selon des critères de sélection, et pourront être remérées ou regroupées entre elles. Un élevage de reines régulier et sur une période étendue est mis en place, avec fécondation en nuclei de la majorité voire de la totalité des reines élevées, et gestion d'un nombre important de nuclei ou d'une banque à reines. La sélection du cheptel est basée sur une génétique externe, via l'achat de souches pour le greffage avec sélection sur l'exploitation au sein des souches potentielles achetées et mise en place d'un rucher de fécondation avec ruches à mâles.

NS : Dans certaines situations, l'atelier d'élevage de reines être un atelier de fécondation : des cellules royales ou reines vierges sont achetées et fécondées en nuclei, ou n'aller que jusque cellule royale ou reine vierge. Il n'y a généralement pas de création de paquets d'abeilles au sein de cette stratégie, et selon le nombre d'essaims créés, ces essaims pourront ou non être en partie destinés à une vente.

- **Stratégie 5 :** des essaims sont réalisés par prélèvement selon la taille des colonies, majoritairement avec introduction de cellule royale ou reine vierge issue de l'exploitation, le reste étant en remérage naturel. Ces essaims peuvent être complétés par la récupération d'un petit nombre d'essaims nus féraux. L'usage de ces nouvelles colonies est interne à l'exploitation, sans redivision, et peu de réintroduction. Une partie des colonies peut être remérée via l'introduction de cellules royales ou reines vierges, selon l'état des colonies, mais pas en fin de saison. Les non-valeurs sont principalement remérées et peuvent être divisées en essaims. Un élevage de reines est mis en place sans gestion de nuclei, jusque cellule royale ou reine vierge. Cet élevage a lieu sur une période courte, et de manière ponctuelle selon les besoins. La sélection se fait de manière interne à l'exploitation via le choix des souches pour le greffage au sein du cheptel, il n'y a pas d'achat de reines ni de souches. Un suivi de la production par colonie est réalisé et un rucher de fécondation sans ruches à mâles est mis en place.

NS : l'atelier d'élevage de reines peut aller dans certaines situations jusqu'à la fécondation en nuclei d'une partie des reines, mais seule une part minoritaire des reines est alors concernée et le nombre de nuclei est peu élevé. La sélection peut également inclure un apport de génétique extérieure, via un achat ou la participation à un groupe de sélection. Il n'y a pas de création de paquets d'abeilles sur l'exploitation, et les essaims peuvent également être laissés en remérage naturel. Des paquets d'abeilles peuvent également être créés pour compléter les essaims, et si le nombre de ces nouvelles colonies est important, une partie d'entre elles pourront être vendues.

- **Stratégie 6 :** des essaims sont réalisés par prélèvement selon la taille des colonies, avec introduction de reines achetées. Les colonies dites « non-valeurs » sont surtout des colonies condamnées, dont la reine peut être supprimée pour accélérer un remérage naturel : il n'y a généralement pas d'introduction de reines dans ces colonies, ni de regroupements ou de division de ces colonies. Il n'y a pas ou peu d'élevage de reines, et la sélection génétique repose sur l'achat de reines qui seront principalement introduites dans les colonies ou essaims. Il peut parfois y avoir achat de souches pour un greffage. Il n'y a pas de suivi des performances des colonies ni de sélection interne sur le cheptel de l'exploitation, et il n'y a pas de mise en place d'un rucher de fécondation.

NS : la gestion du renouvellement des reines est variables : la majorité des colonies peut être laissée en remérage naturel, mais une partie des colonies peut aussi être remérée via le regroupement avec un essaim ou paquet d'abeille, ou via la suppression de l'ancienne reine suivie d'une introduction de reine fécondée ou d'un remérage naturel. Il n'y a pas de création de paquet d'abeilles sur l'exploitation. Le nombre d'essaims créés est variable et peut être important, ces essaims pouvant être en partie destinés à une vente.

- **Stratégie 7 :** cette stratégie est proche de la stratégie 8, dont elle se distingue principalement par la création de paquets d'abeilles en saison avec introduction de cellule royale ou reine vierge, pour compléter les essaims réalisés au printemps, et par la mise en place possible d'un élevage de reines. Les colonies dites « non-valeurs » sont plutôt des colonies condamnées, la reine peut y être supprimée pour accélérer un remérage naturel, mais il n'y a pas d'introduction de reines ni de division de ces colonies.

NS : Un élevage de reines peut être mis en place jusque cellule royale ou reine vierge, sans gestion de nuclei. La sélection se fait via le choix des colonies souches pour le greffage, avec un suivi possible de la production par colonie et la mise en place d'un rucher de fécondation mais sans ruches à mâles. Des essaims sont réalisés au printemps et laissés en remérage naturel, en nombre plutôt faible et pour un usage interne à l'exploitation. Une partie des colonies peut être remérée (moins de 25 %), via la suppression de l'ancienne reine suivie d'un remérage naturel ou de l'introduction d'une reine fécondée achetée, ou via un regroupement avec un essaim.

- **Stratégie 8 :** les essaims sont réalisés soit au printemps uniquement via un prélèvement de cadres selon la taille des colonies suivi d'un remérage naturel, soit via la division de colonies ou des prélèvements de cadres liés à une organisation du cheptel en lots dont certains sont dédiés à la création d'essaims, qui seront principalement laissés en remérage

naturel mais avec une introduction possible de reines fécondées achetées. Ces nouvelles colonies sont en nombre plutôt faible, et pour un usage interne à l'exploitation. Il n'y a pas de remérage des colonies ou sur moins de 25 % du cheptel, selon l'état des colonies (il n'y a pas ou peu de suivi des reines). Dans ce cas, les remérages peuvent avoir lieu via la suppression de la reine suivie d'un remérage naturel ou d'une introduction de reine fécondée achetée, ou via un regroupement avec un essaim. Les colonies dites « non-valeurs » sont principalement des colonies condamnées, qui seront parfois regroupées avec des essaims. Il n'y a pas d'élevage de reines sur l'exploitation. La sélection se fait de manière interne à l'exploitation via le choix des colonies à partir desquelles sont créés les essaims, avec peu ou pas de suivi des performances des colonies et sans rucher de fécondation.

NS : La sélection peut également se faire via l'achat de reines qui seront introduites dans les colonies (ex. en remérage de colonies). Il n'y a pas de création de paquets d'abeilles sur l'exploitation. Les colonies « non-valeurs » peuvent être regroupées avec un essaim ou paquet d'abeilles, éventuellement remérées dans les situations où des reines sont achetées, et des renforcements ou rééquilibrages entre colonies peuvent également être réalisés (transferts de cadres de couvain entre colonies).

- **Stratégie 9 :** le renouvellement des colonies a lieu principalement via le piégeage d'essaims nus, la reine déjà présente étant laissée dans la colonie. Il n'y a pas de remérage des colonies. La sélection se fait de manière interne à l'exploitation, il y a peu de suivi des performances, et pas de rucher de fécondation.

NS : il n'y a pas d'élevage de reines mis en place sur l'exploitation, et les colonies « non-valeurs » peuvent être regroupées entre elles.

ANNEXE 4

RESULTATS DE L'ENQUETE EN LIGNE SUR LES PRATIQUES DE RENOUVELLEMENT DU CHEPTEL

L'enquête réalisée en ligne sur les pratiques de renouvellement du cheptel (Chapitre B, partie 2.2) a donné lieu à un article technique diffusé en ligne, et reproduit ci-dessous. Il est accessible à l'adresse http://itsap.asso.fr/pages_thematiques/gestion-du-cheptel-et-production/renouvellement-colonies-reines-pratiques-apiculteurs-francais/

RENOUVELLEMENT DES COLONIES ET DES REINES : PRATIQUES DES APICULTEURS FRANÇAIS

Janvier 2018

Création d'essaims, de paquets d'abeilles, élevage, remplacement des reines... dans la gestion d'un cheptel apicole, de nombreux éléments sont liés au renouvellement des colonies, ou des reines au sein de ces colonies. Les choix possibles des techniques utilisées et de leurs modalités de mise en œuvre sont nombreux, et doivent être adaptés aux contraintes et au contexte de chaque exploitation. Dans le cadre du projet Durapi, une étude portant sur les stratégies de gestion du renouvellement du cheptel est réalisée par l'ITSAP-Institut de l'abeille, en partenariat avec plusieurs ADA⁴, le GPGR⁵, l'INRA⁶ et l'IDELE⁷. Cette étude, débutée en 2016 et qui se poursuit en 2017, vise en premier lieu à identifier les modalités de gestion du renouvellement mises en œuvre par les apiculteurs français, afin de pouvoir dans un deuxième temps évaluer leurs conséquences possibles sur la durabilité des exploitations (dans le cas d'exploitations apicoles professionnelles). En 2016 ont eu lieu deux enquêtes en parallèle : l'une via des entretiens auprès d'apiculteurs professionnels, visant à caractériser les stratégies de renouvellement mises en place et les raisons des choix réalisés par les apiculteurs, la seconde via un questionnaire en ligne portant sur les grandes lignes de la gestion du renouvellement. L'objectif de ce questionnaire était de pouvoir collecter pour un plus grand nombre d'apiculteurs certains éléments principaux de leur gestion, pour mieux connaître les techniques mises en œuvre par des apiculteurs au nombre de ruches et aux productions (miel, gelée royale...) variables et situés dans différentes régions de France. Cet article présente les principaux résultats de ce questionnaire en ligne, qui auront par la suite vocation à être mis en lien avec les résultats de l'enquête présentielle.

⁴ Associations de Développement Apicole partenaires : ADA Occitanie, ADAPI, ADAPIC, ADA AURA, ADAAQ

⁵ Groupement des Producteurs de Gelée Royale

⁶ Institut National de Recherche Agronomique d'Avignon, unités Abeilles & Environnement et Ecodéveloppement

⁷ Institut de l'Élevage

PROFIL DES REpondANTS

Librement accessible pendant un peu plus de deux mois, le questionnaire en ligne a recueilli 348 réponses, réparties dans toutes les régions de France métropolitaine ainsi que dans certaines régions d'Outre-Mer et plusieurs pays voisins. Les principales régions apicoles françaises (Sud de la France métropolitaine) sont parmi les plus représentées au sein des réponses. Les apiculteurs ayant répondu ont des profils variés, notamment en termes de nombre de ruches en production : de moins de 20 ruches à plus de 1000, cette dernière catégorie n'étant représentée que par un faible nombre de réponses (cf. figure 1).

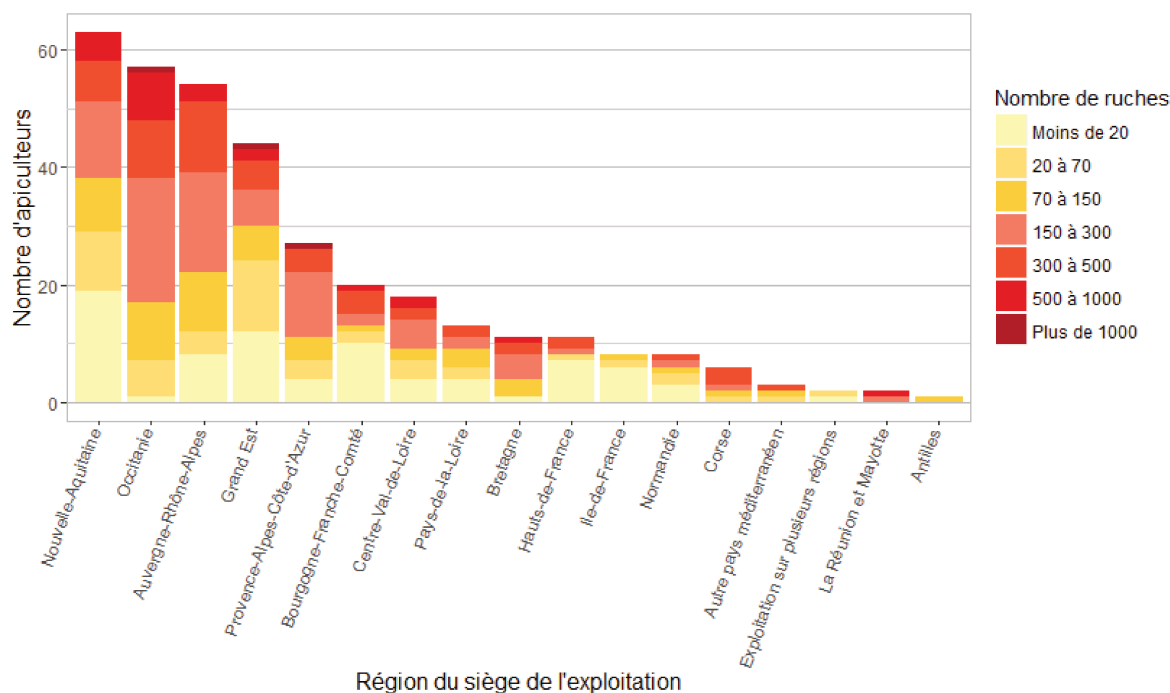


Figure 42 : Nombre d'apiculteurs ayant répondu à l'enquête selon la région de leur exploitation et le nombre de ruches en production gérées (total : 348 réponses)

Au-delà du nombre de ruches en production gérées, l'apiculture peut ou non constituer la seule activité professionnelle (figure 2). Sans surprise, plus le nombre de ruches est important, plus la part des apiculteurs pour lesquels cela représente la seule activité professionnelle l'est. Cependant, même en gérant un grand nombre de ruches (jusque 500 à 1000), certains apiculteurs exercent en parallèle une autre activité, pouvant être agricole ou non. A l'inverse, l'apiculture constitue la seule activité professionnelle pour certains apiculteurs ayant moins de 150 voire moins de 70 ruches. Il n'est cependant pas possible ici de préciser lorsque l'apiculture constitue ou non la principale source de revenus (ex. cas d'apiculteurs pour qui cela constitue la seule activité professionnelle mais pouvant par ailleurs être étudiants, retraités...).

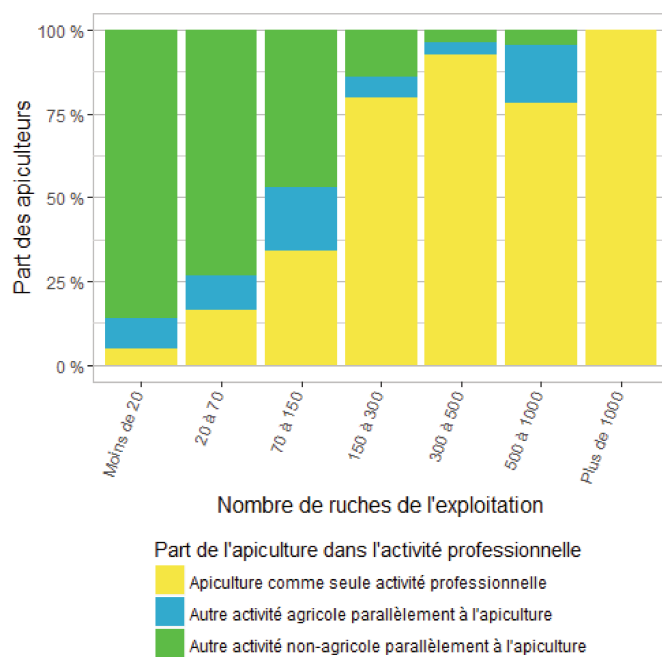


Figure 2 : Activité professionnelle des personnes ayant répondu au questionnaire selon le nombre de ruches en production gérées

Les productions apicoles sont diverses : la production de miel reste de très loin l'activité apicole principale (figure 3), suivie de la gelée royale pour les exploitations ayant un nombre de ruches limité (de 70 à 150 ruches, et jusqu'à 500 ruches) ou de la vente de cheptel pour les exploitations de plus grande taille (principalement 500 à 1000 ruches).

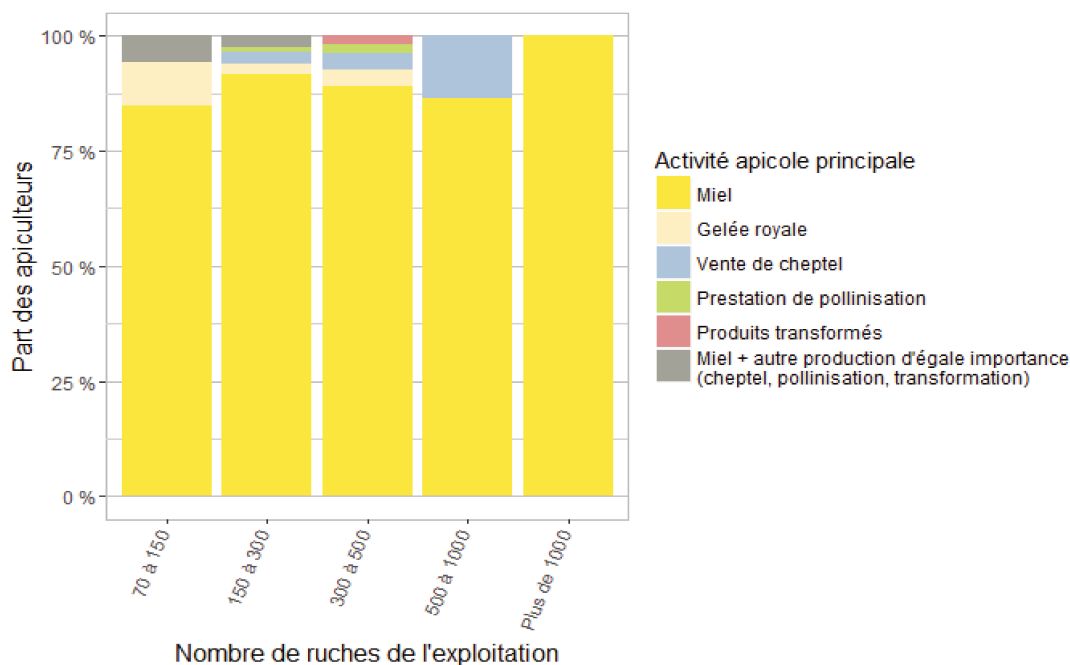


Figure 3 : Activité apicole principale (pour les apiculteurs ayant au moins 70 ruches en production)

Différents profils d'exploitations et d'apiculteurs sont donc représentés dans cette enquête : productions apicoles, nombre de ruches, régions d'installation variées. Par la suite, l'analyse des réponses à cette enquête distingue dans la plupart des cas les apiculteurs selon leur nombre de ruches en production : moins de 70, 70 à 150 et plus de 150. Ces catégories représentent respectivement 129, 53 et 166 réponses au questionnaire. Le seuil de 150 ruches en production correspond également à celui au-delà duquel l'apiculture est la seule activité professionnelle de la majorité des personnes ayant répondu à l'enquête⁸.

Étant donné le faible nombre de répondants ayant plus de 1000 ruches (3 réponses), cette catégorie est regroupée pour la suite de l'analyse avec celle des apiculteurs gérant de 500 à 1000 ruches (catégorie globale « Plus de 500 ruches ») lorsque des distinctions sont faites par nombre de ruches, ce qui permet d'obtenir un effectif d'au moins 20 réponses pour chacune des catégories considérées. Les nombres de ruches indiqués correspondent au nombre total de ruches en production de l'exploitation.

⁸ Le statut social des apiculteurs a évolué avec la loi d'avenir pour l'agriculture : l'AMA (Activité Minimale d'Assujettissement) remplace la SMI (Surface Minimum d'Installation). Elle se calcule à partir du nombre de ruches en production (surface minimale d'assujettissement qui est de 200 ruches pour l'ensemble du territoire continental), ainsi que du temps passé sur l'activité, et du revenu dégagé. (http://adafrance.org/downloads/adafrance_infos/adafrance_infos_num_6.pdf)

LE RENOUVELLEMENT DES COLONIES

La réalisation d'essaims sur cadre, principale technique de renouvellement des colonies

Dans un contexte où les pertes hivernales mais aussi de saison peuvent être importantes (de 10 à 30 % de pertes annuelles pour la plupart des apiculteurs ayant répondu), le maintien d'un cheptel apicole nécessite de renouveler régulièrement une partie de ses colonies. Ce renouvellement peut se faire via plusieurs techniques : création d'essaims sur cadres, de paquets d'abeilles (ou essaims nus), pouvant ou non être suivie d'une introduction de reines d'élevage ou d'un remérage naturel (dans le cas des essaims), ou achat de ces essaims ou paquets. La grande majorité des apiculteurs renouvelle ici ses colonies via des essaims sur cadres (figure 4), en parallèle ou non de la réalisation de paquets d'abeilles (essaims nus). Les différences sont principalement liées au nombre de ruches gérées, et dans une moindre mesure aux régions d'installation (en considérant les régions où le nombre de réponses est d'au moins 6).

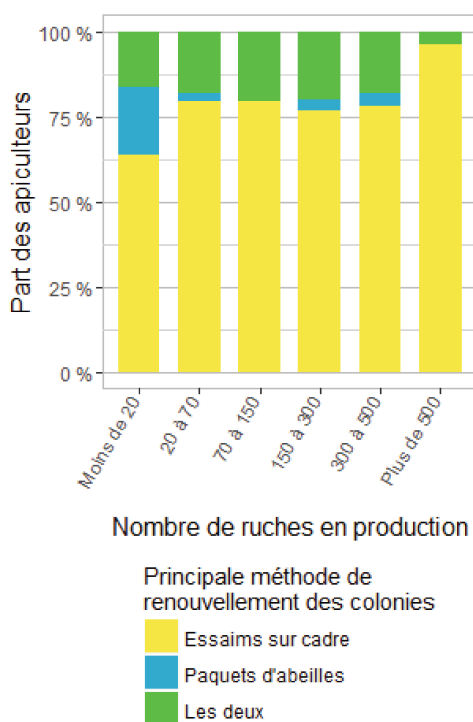


Figure 4 : Principale méthode de renouvellement des colonies selon le nombre de ruches en production

La plupart des apiculteurs ne renouvelant leurs colonies que via des paquets d'abeilles gère moins de 20 ruches, et ces paquets d'abeilles peuvent alors être réalisés sur leurs colonies ou issus d'essaimage naturel.

La quasi-totalité des apiculteurs gérant plus de 150 ruches réalise ou achète des essaims sur cadres, en parallèle ou non de la création ou de l'achat de paquets d'abeilles. L'utilisation de paquets d'abeilles est plus importante dans certaines régions, et notamment dans le Grand Est, en Pays-de-la-Loire, Nouvelle-Aquitaine et Occitanie (figure 7). Seule une petite partie ne passe que par des paquets d'abeilles (4 apiculteurs). Dans la très grande majorité des cas (95 % pour les essaims), **les essaims et paquets d'abeilles sont majoritairement ou totalement réalisés à partir des colonies de l'exploitation**, ce qui n'exclut pas un achat ponctuel pour faire face à des pertes importantes ou pour apporter au cheptel une génétique nouvelle. La très grande majorité des apiculteurs gérant au moins 150 ruches en production est donc autonome en essaims ou paquets d'abeilles. Par ailleurs, parmi ceux achetant une part importante de leurs essaims ou paquets d'abeilles, la plupart sont installés récemment (moins de 3 ans), ce qui peut expliquer un recours plus important à l'achat.

Au sein des apiculteurs gérant moins de 150 ruches, la part d'achat est bien plus importante : près de 25 % des apiculteurs achètent tout ou partie de leurs essaims. Plus de 10 % achètent tout ou partie de leurs paquets d'abeilles et environ 8 % des paquets d'abeilles sont issus d'essaimage naturel.

En général, les essaims sont principalement réalisés en début de saison, et pour la plupart des apiculteurs en avril ou mai (figure 5). Les apiculteurs gérant un plus grand nombre de ruches sont plus nombreux à faire des essaims tout au long de la saison et en fin de saison, quand les apiculteurs ayant moins de 70 ruches sont plus nombreux à grouper leurs essaims sur une seule période, et principalement en début de saison.

De façon générale, c'est donc la réalisation d'essaims sur cadres à partir des colonies de l'exploitation qui permet aux apiculteurs de renouveler leurs colonies. Ces essaims sont principalement réalisés en début de saison, et peuvent être liés à la gestion de l'essaimage des colonies, aspect qui n'était pas abordé spécifiquement dans cette enquête.

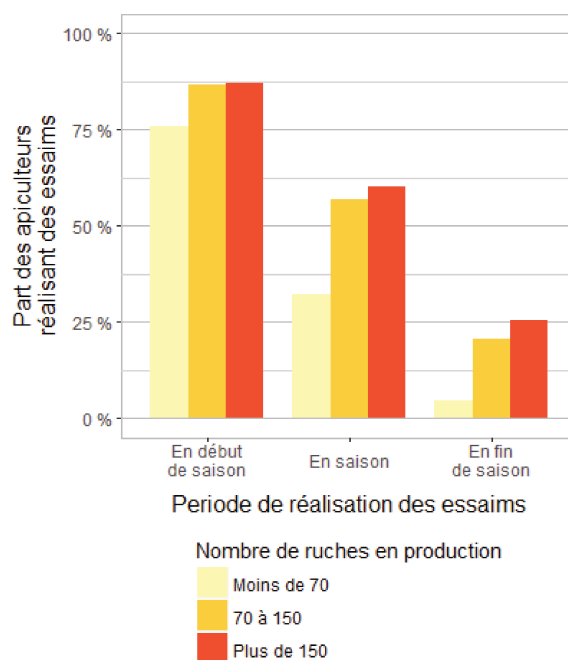


Figure 5 : Périodes de réalisation des essaims selon nombre de ruches en production. Le total peut dépasser 100 % par catégorie étant donné que des essaims peuvent être réalisés sur plusieurs périodes.

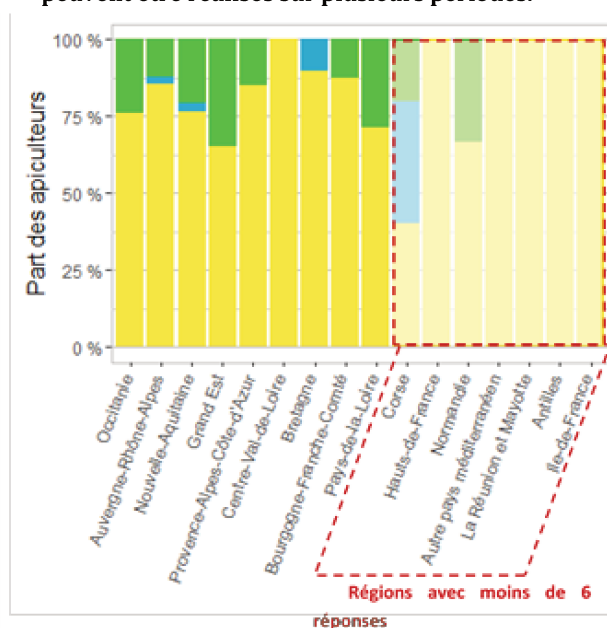
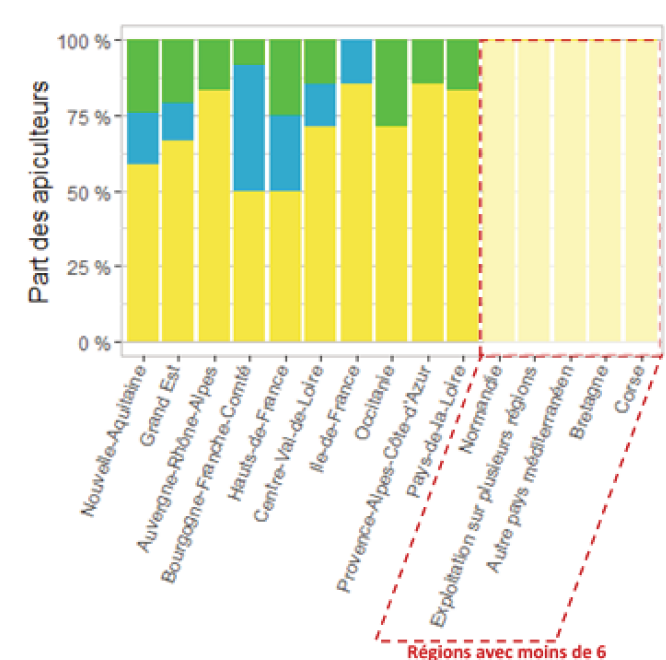


Figure 6 : Principale méthode de renouvellement des colonies chez les apiculteurs avec moins de 70 ruches en production, par région d'installation. Les régions non représentées sont celles où aucun apiculteur n'ayant répondu n'a moins de 70 ruches.

Figure 7 : Principale méthode de renouvellement des colonies chez les apiculteurs avec plus de 70 ruches en production, par région d'installation. Les régions non représentées sont celles où aucun apiculteur n'ayant répondu a plus de 70 ruches.

Gestion de la reine dans les essais

Pour les apiculteurs réalisant des essais sur cadres, plusieurs choix techniques sont ensuite possibles, et en premier lieu l'introduction ou non de cellules royales ou de reines pouvant être vierges, fécondées ou inséminées. **Quel que soit le nombre de ruches gérées, la majorité des apiculteurs introduit des cellules royales ou reines dans au moins une partie des essais réalisés** (figure 8). Cette part augmente avec le nombre de ruches : quand environ 30 % des apiculteurs ayant moins de 70 ruches laissent la totalité de leurs essais en remérage naturel, ce n'est le cas que de moins de 5 % des apiculteurs ayant plus de 70 ruches. La part d'apiculteurs introduisant systématiquement des reines ou cellules royales dans leurs essais augmente avec le nombre de ruches jusqu'à 300 à 500 ruches, puis diminue légèrement. Entre ces deux possibilités, pour les apiculteurs n'introduisant des cellules royales ou reines que dans une partie des essais, la part des essais concernés peut être variable.

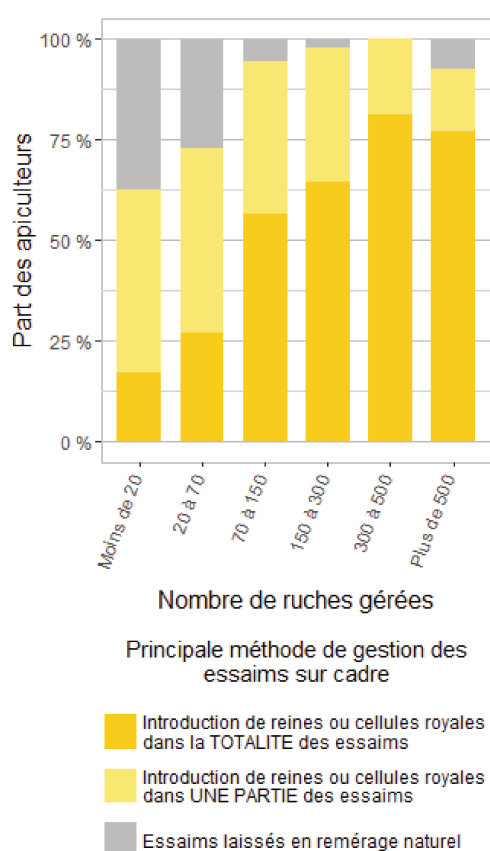


Figure 8 : Principale origine de la reine dans les essais sur cadre réalisés

Parmi les apiculteurs gérant plus de 150 ruches ne laissant pas leurs essais en remérage naturel, la grande majorité (près de 80 %) introduisent des cellules royales dans au moins une partie de leurs essais (figure 8), ce qui en fait la solution utilisée par le plus grand nombre. Ce sont ensuite des reines fécondées qui sont le plus souvent introduites, des reines vierges étant introduites par un peu moins de 40 % des apiculteurs et des reines inséminées pouvant l'être par un peu moins de 15 %. Ces chiffres ne tiennent cependant pas compte de la part des essais concernés : ainsi, un apiculteur introduisant à la fois des cellules royales et des reines inséminées ne le fera pas dans des proportions équivalentes. **Les apiculteurs sont en effet nombreux à utiliser plusieurs techniques en parallèle** (près de 2 en moyenne, ce qui explique que le total des différents types d'introduction dépasse les 100 %). Ces différentes techniques répondent à des objectifs différents : l'introduction de reines inséminées peut avoir lieu à des fins de sélection, ou d'introduction d'une nouvelle génétique dans le cheptel (les reines inséminées pouvant servir de souche pour le greffage en cas de réalisation d'un élevage de reines), quand l'introduction de cellules royales ou de reines vierges ou fécondées aura plutôt lieu pour maîtriser la génétique des essais et/ou pour viser un taux de réussite des essais plus important. **Quel que soit le type de reine introduite, elle provient dans la majorité des cas d'un élevage réalisé au sein de l'exploitation**, sur des colonies pouvant ou non être issues du cheptel de l'apiculteur. Les achats sont plus fréquents dans le cas d'introduction de reines inséminées (près de 40 % d'achat), puis dans le cas de reines fécondées (environ 30 % d'achat).

Les achats sont plus fréquents dans le cas d'introduction de reines inséminées (près de 40 % d'achat), puis dans le cas de reines fécondées (environ 30 % d'achat).

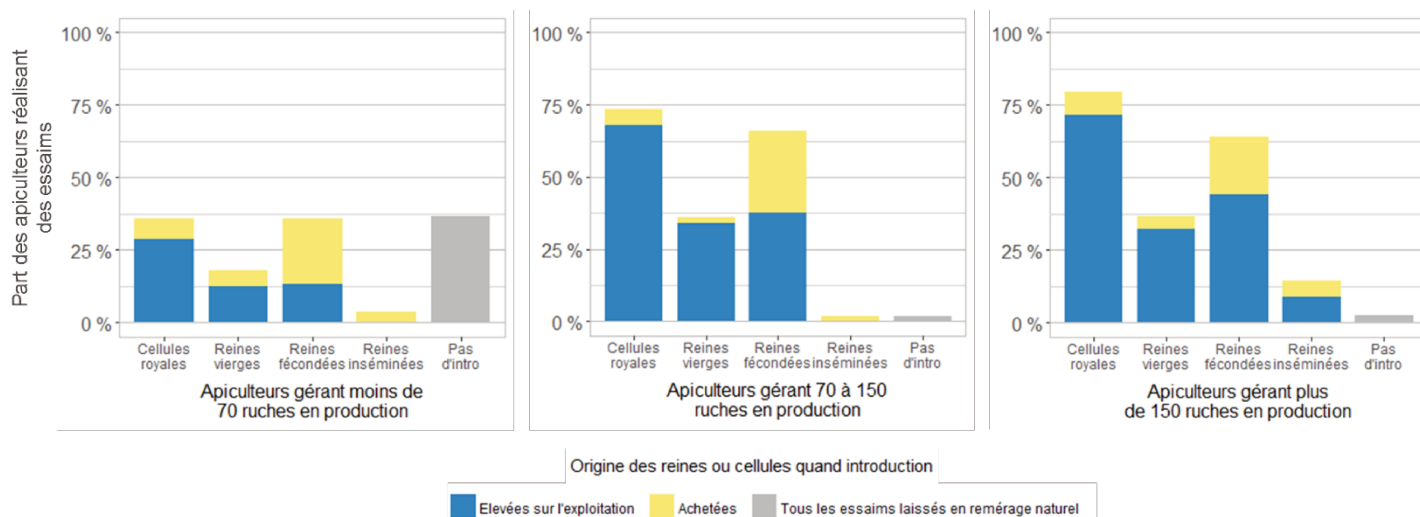


Figure 9 : Part des apiculteurs introduisant des cellules royales ou différents types de reines dans leurs essaims, par catégorie de nombre de ruches en production. Effectifs : < 70 : 112 apiculteurs, 70-150 : 53 apiculteurs, > 150 : 161 apiculteurs.

Après la part d'essaims laissés ou non en remérage naturel, la part d'achat des reines ou cellules royales est l'une des principales différences avec les apiculteurs gérant moins de ruches en production (figure 9). Cet achat est d'autant plus fréquent pour des reines fécondées ou inséminées, qui nécessitent a minima la gestion de nuclei pour les produire : plus de 40 % des reines fécondées introduites sont achetées dans le cas des apiculteurs gérant 70 à 150 ruches, et jusqu'à plus de 60 % parmi ceux gérant moins de 70 ruches. En dessous de 150 ruches, la totalité des apiculteurs introduisant des reines inséminées ont recours à l'achat pour se procurer ces reines. Ces introductions de reines inséminées sont aussi relativement rares (moins de 3 %). Les apiculteurs gérant moins de 70 ruches utilisent également moins de techniques différentes en parallèle, en ne réalisant généralement qu'un seul type d'introduction.

Gestion de la reine dans les paquets d'abeilles

Dans le cas des paquets d'abeilles, **l'introduction de reines fécondées est majoritaire parmi les apiculteurs gérant plus de 150 ruches en production**, ces reines étant ici encore majoritairement issues d'un élevage sur l'exploitation (figure 10). Comme dans le cas des essaims, plusieurs techniques peuvent être utilisées d'un lot de paquets d'abeilles à l'autre au sein de la même exploitation, selon la saison ou les objectifs (un peu moins de 2 techniques différentes par exploitation en moyenne). Lorsque les paquets d'abeilles ne sont pas réalisés sur l'exploitation mais achetés, une reine fécondée est achetée avec, pour tous les apiculteurs qui sont dans ce cas.

Pour les apiculteurs gérant moins de 150 ruches, ce sont des cellules royales élevées sur l'exploitation qui sont introduites dans la majorité des cas. Dans le cas où les paquets d'abeilles sont issus de la récupération d'essaims naturels, la reine présente avec l'essaim est parfois laissée (cf. catégorie « Autre » pour l'origine des reines et cellules sur la figure 10). Comme dans le cas des reines introduites dans les essaims, la part d'achat est plus importante chez les apiculteurs gérant moins de 70 ruches, surtout dans le cas d'introduction de reines fécondées.

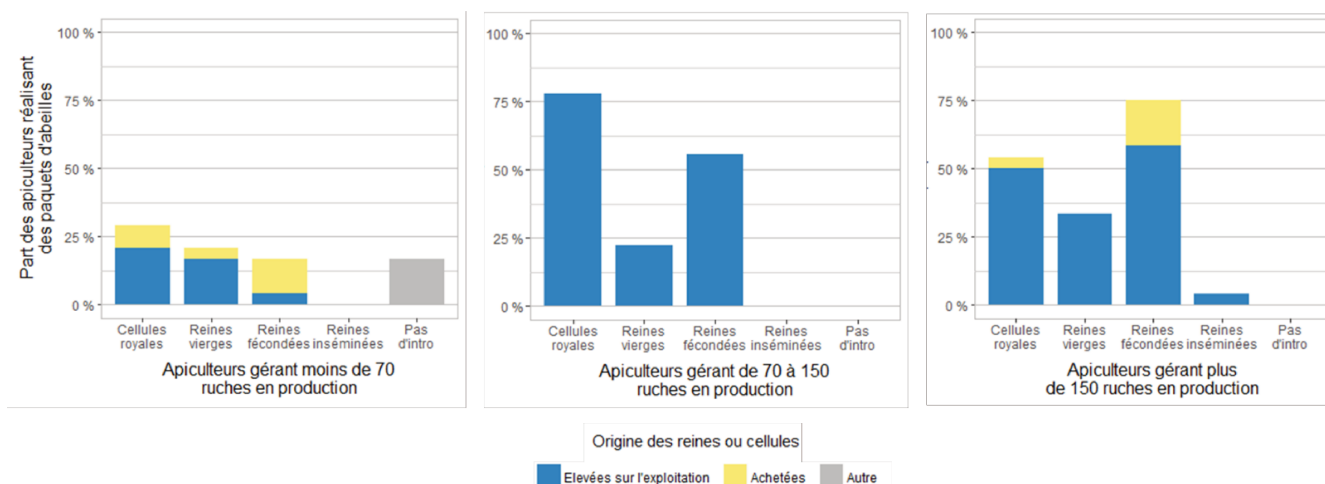


Figure 10 : Part des apiculteurs introduisant des cellules royales ou différents types de reines dans leurs paquets d'abeilles, par catégorie de nombre de ruches en production. Effectifs : < 70 ruches : 24 apiculteurs, 70-150 : 9 apiculteur > 150 : 24 apiculteurs.

Dans l'ensemble, **c'est donc la réalisation d'essais sur cadres qui est la technique la plus utilisée pour assurer le renouvellement ou l'accroissement du nombre de colonies sur l'exploitation**, la majorité des apiculteurs ayant répondu introduisant alors une cellule royale (dans le cas des essais) ou une reine fécondée (dans le cas des paquets d'abeilles). Des différences sont principalement observées pour la gestion des reines, en lien avec le nombre de colonies gérées : au-dessus de 70 ruches, la plupart des apiculteurs utilisent plusieurs techniques en parallèle (ex. introduction de cellules royales dans une partie des essais, de reines vierges dans une autre) et les reines introduites sont majoritairement élevées sur l'exploitation, tandis que les apiculteurs gérant moins de 70 ruches n'utilisent principalement qu'une technique et sont plus nombreux à avoir recours à un achat de reines. Des reines inséminées sont rarement introduites en dessous de 150 ruches gérées, et elles sont toujours issues d'un achat le cas échéant.

Au-delà d'assurer le maintien ou l'augmentation du nombre de colonies, ces créations ou achat d'essais et de paquets d'abeilles participent donc également au renouvellement des reines du cheptel. Cependant, la question du renouvellement des reines dans le cheptel apicole n'est pas liée qu'à la création de nouvelles colonies.

LE RENOUVELLEMENT DES REINES DANS LES COLONIES

Si le renouvellement des reines du cheptel se fait en partie par la création d'essaims ou de paquets d'abeilles, où une jeune reine pourra être introduite ou élevée par les ouvrières, ce renouvellement peut également avoir lieu via le **remplacement de reines dans les colonies** en dehors de la création d'essaims. Ce remplacement peut être un remérage naturel par les ouvrières, une suppression de la reine par l'apiculteur pour accélérer ce remérage, ou une suppression de la reine suivie de l'introduction d'une nouvelle reine sous forme de cellule royale ou de reine vierge, fécondée voire inséminée. Parmi les apiculteurs ayant répondu à l'enquête, la plupart mettent en œuvre plusieurs de ces techniques en parallèle, selon la saison (ex. introduction de cellules royales en début de saison, de reines fécondées en fin de saison), les colonies concernées (ex. remérage naturel des bonnes colonies, introduction dans les faibles ou non-valeurs), l'objectif, etc. Le choix de laisser l'intégralité des colonies en remérage naturel est minoritaire, d'autant plus parmi les apiculteurs gérant un nombre important de ruches : cela représente environ 10 % des apiculteurs gérant plus de 70 ruches, pour plus de 30 % en-dessous de ce seuil.

Lorsqu'il y a remplacement des reines, contrairement à la création d'essaims pour lesquels les cellules royales étaient le premier choix d'introduction, **ce sont plutôt des reines fécondées qui sont ici privilégiées**, même si l'introduction de cellules royales est importante également (figure 11). La part des reines vierges est aussi nettement plus faible : quand près de 40 % des apiculteurs au-delà de 150 ruches peuvent introduire des reines vierges dans une partie de leurs essaims, ils sont moins de 20 % à le faire en remplacement d'une reine dans une colonie, où l'acceptation peut être plus difficile. De manière générale, les apiculteurs sont moins nombreux à effectuer des remplacements de reines dans les colonies qu'à introduire des reines ou des cellules royales dans les essaims qu'ils réalisent : environ 10 % des apiculteurs gérant plus de 70 ruches laissent l'intégralité des colonies en remérage naturel quand ils ne sont que 4 % à le faire pour les essaims réalisés. Hors essaims, les colonies sont donc plus fréquemment laissées en remérage naturel. Cependant, **plusieurs modalités de gestion peuvent être réalisées**

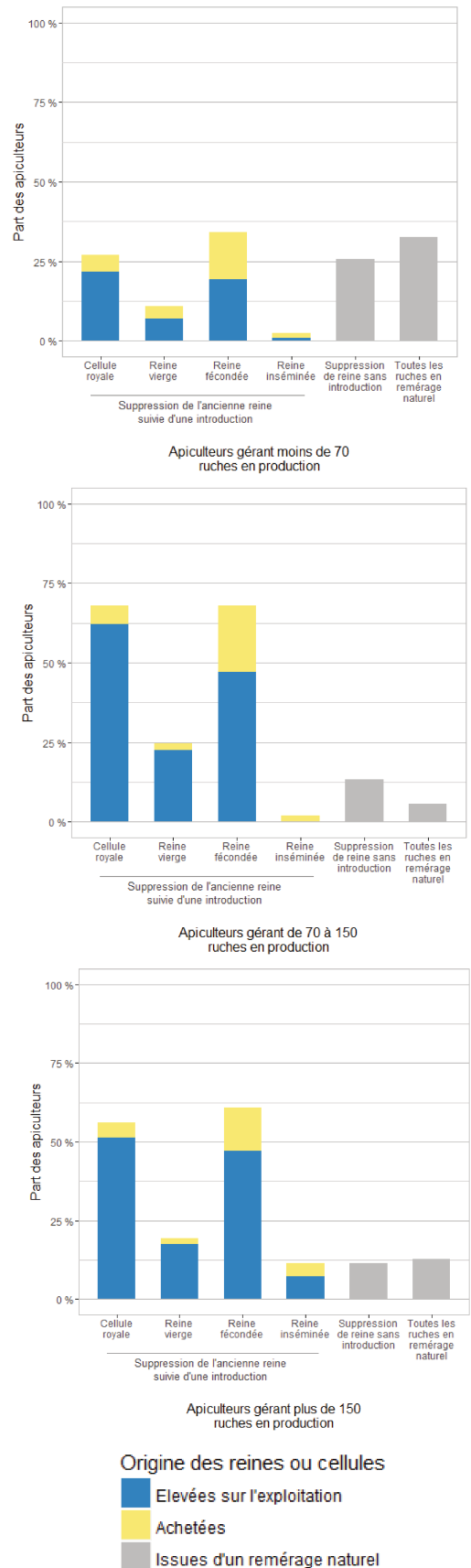


Figure 11 : Gestion du remérage des colonies et type d'introduction, par catégorie de nombre de ruches en production. Effectifs : < 70 : 129 apiculteurs, 70-150 : 5 apiculteurs, > 150 : 166 apiculteurs

en parallèle et un remplacement de reines peut être réalisé sur une partie des colonies tout en laissant d'autres colonies en remérage naturel.

De même que pour la gestion des essaims, **les apiculteurs gérant moins de 70 ruches sont plus nombreux à laisser toutes les colonies en remérage naturel** (plus de 35 %). Ils sont également plus nombreux à supprimer certaines reines sans introduction, en vue d'accélérer un remérage naturel.

Comme dans le cas d'introduction en essaims ou paquets d'abeilles, **les cellules royales et reines introduites en remplacement dans les colonies sont majoritairement issues d'un élevage réalisé sur l'exploitation**, d'autant plus pour les apiculteurs gérant plus de 70 ruches.

Ces remplacements de reines ont plusieurs objectifs : l'introduction de reines inséminées est plutôt réalisé sur un faible nombre de colonies dans un but de sélection génétique, tandis que le remplacement de reines avec introduction de cellules royales ou de reines fécondées peut avoir lieu sur une grande partie des colonies et vise plutôt à maintenir la productivité et la qualité du cheptel. Quand toutes les colonies ne sont pas remérées avec des reines d'élevage, le choix de remplacer ou non la reine peut être fait selon plusieurs critères : âge de la reine, performances de production, état de la colonie...

Ces remplacements peuvent aussi être couplés à la **gestion du varroa**, notamment lorsque des techniques d'encagements de la reine ou de retrait de couvain sont mises en œuvre.

Alors que les essaims sont surtout réalisés en début de saison, **le remplacement ou la suppression de reines dans les colonies peut avoir lieu tout au long de la saison apicole** (figure 12). Les apiculteurs gérant plus de 150 ruches sont même légèrement plus nombreux à en réaliser en fin de saison, notamment en introduisant des reines fécondées. En-dessous de 150 ruches, ces remplacements ou suppression sont privilégiés en début ou en cours de saison.

Le renouvellement des reines est également réalisé par une partie des apiculteurs via la réunion de la colonie à remérer avec un essaim de l'année, ou un essaim hiverné en début de saison.

Hors création d'essaims, la gestion des reines dans les colonies est donc un autre aspect important du renouvellement du cheptel apicole, sur lequel la majorité des apiculteurs interviennent via des remérages avec introduction de reines ou cellules royales ou via des suppressions de reines pour accélérer un remérage naturel. Ce remérage contrôlé pourra avoir plusieurs objectifs : améliorer le dynamisme d'une colonie par l'introduction d'une reine jeune, mieux contrôler la génétique de ses reines... Il peut être réalisé de manière systématique ou non, et dans des proportions variables : de quelques colonies

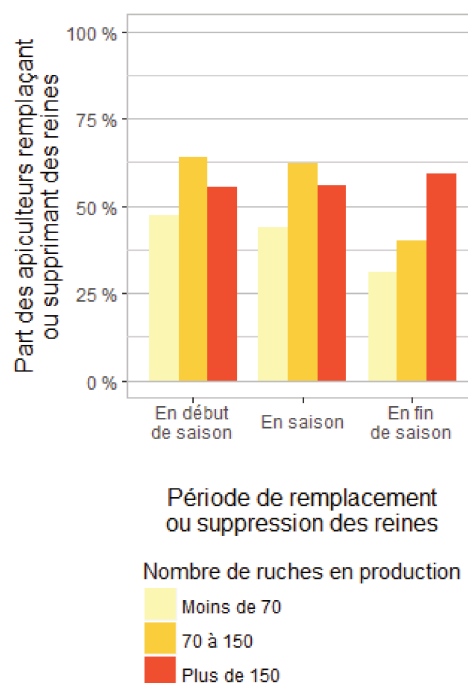


Figure 12 : Périodes de remplacement ou suppression des reines, selon le nombre de colonies en production

« non-valeurs » à l'intégralité des colonies de production selon les apiculteurs.

Cependant, on observe de nettes différences selon le nombre de ruches gérées : moins il est important, plus les colonies seront laissées en remérage naturel. Ce contrôle plus important des reines au sein des colonies chez les apiculteurs gérant plus de 70 ruches peut viser différents objectifs : limiter la part de colonies non-productives, réaliser une sélection génétique plus importante, assurer une meilleure production lorsque l'apiculture est source de revenus.

Comme l'introduction dans les essaims, le remplacement des reines dans les colonies implique de disposer de reines ou cellules royales d'élevage : pour assurer leurs besoins en reines et cellules royales, même si un achat est bien sûr possible, la majorité des apiculteurs ayant répondu réalise un élevage de reines.

L'ÉLEVAGE DE REINES, PRATIQUES ET VISIONS

Que ce soit pour un usage propre ou pour la vente, **la majorité des apiculteurs ayant répondu réalisent un élevage de reines**, exception faite des apiculteurs gérant moins de 20 ruches qui ne sont qu'environ 15 % à élever des reines (figure 13). Parmi les apiculteurs gérant un nombre important de ruches (plus de 150), l'élevage de reines est d'autant plus pratiqué que l'apiculteur s'est installé récemment : **quand 25 % des apiculteurs installés depuis plus de 20 ans ne pratique pas l'élevage de reines, ils sont moins de 10 % chez les apiculteurs installés plus récemment (moins de 20 ans)**. L'élevage est également pratiqué par l'intégralité des apiculteurs dont la gelée royale représente une production importante (30 % du chiffre d'affaires et au-delà).

Dans la plupart des cas, **les reines ou cellules royales élevées seront utilisées par l'apiculteur lui-même**. Pour assurer leurs besoins éventuels en reines et cellules royales, les apiculteurs ne réalisant pas d'élevage de reines peuvent en premier lieu se tourner vers l'achat, mais d'autres alternatives existent aussi, des échanges de cellules royales, de reines ou de compétences pouvant être mis en place (ex. gestion d'un atelier d'élevage en commun entre deux exploitations, greffage réalisé par un apiculteur pour le bénéfice d'un autre...). Lorsque l'élevage de reines est aussi réalisé pour la vente, ce qui est le cas pour un peu moins de 20 % des apiculteurs gérant plus de 70 ruches en production, la quantité de reines ou cellules vendues est très variable et peut aller de

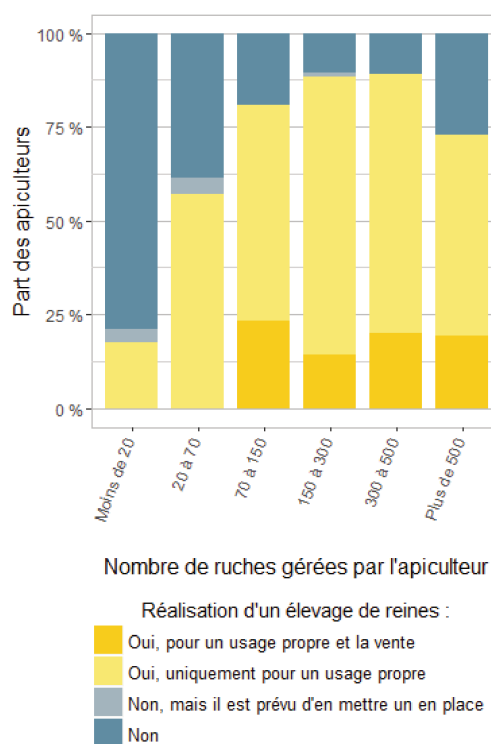


Figure 13 : Réalisation ou non d'un élevage de reines et finalités de l'élevage

quelques reines par an à plusieurs milliers, en parallèle ou non d'une vente d'essaims ou de paquets d'abeilles.

Le recours aux reines et cellules royales d'élevage vise en premier lieu à assurer une **plus grande maîtrise de la génétique du cheptel** (figure 15), en introduisant dans ses colonies des reines dont l'on connaît l'origine, au moins maternelle. L'introduction de reines dans ses colonies a aussi pour objectif d'assurer de meilleures vitalité et dynamique de la colonie, notamment en remplaçant les vieilles reines, et de gagner le temps que prendrait un remérage naturel au sein de la colonie.

Pour accéder à des reines et cellules royales et remplir ces différents objectifs, la majorité des apiculteurs a fait le choix de réaliser leur propre élevage de reines plutôt que de recourir à un achat : environ 65 % de l'ensemble des personnes ayant répondu à l'enquête réalise un élevage de reines, 85 % pour ceux et celles gérant plus de 70 ruches. Cet élevage permet bien sûr d'assurer leurs besoins en reines et cellules royales, mais les raisons qui poussent à le mettre en place ou non sur sa propre exploitation plutôt que d'opter pour un achat sont plus larges. En premier lieu, faire soi-même un élevage de reines permet de **réaliser sa propre sélection génétique**, en accord avec les critères que l'on souhaite développer : production, dynamique, douceur... A l'inverse, la réalisation de sa propre sélection peut aussi apparaître pour certains apiculteurs comme une difficulté : difficulté à réaliser une sélection sur son seul cheptel, à assurer une stabilité des caractères recherchés, à maîtriser l'environnement de fécondation. Au-delà des problématiques qu'elle pose pour la sélection, la **maîtrise et la qualité de la fécondation** des reines est ainsi citée comme une des causes principales identifiées d'échecs dans l'élevage des reines, et comme une des difficultés principales lorsqu'un élevage de reines est réalisé sur l'exploitation (catégorie « Échecs dans l'élevage » sur la figure 15).

Une majorité des apiculteurs réalisant un élevage de reines met en place un rucher spécifique pour assurer la fécondation des reines produites (figure 14). Ce rucher peut être simplement situé à proximité des autres ruchers de l'exploitation, ce qui est le plus souvent le cas pour les apiculteurs gérant moins de 150 ruches. Les apiculteurs gérant plus de 150 ruches vont pour la plupart jusqu'à gérer des ruches à mâles ou à introduire des cadres à mâles dans une partie de leurs colonies : ils sont près de 50 % dans ce cas, et même plus de 60 % au-delà de 500 ruches.

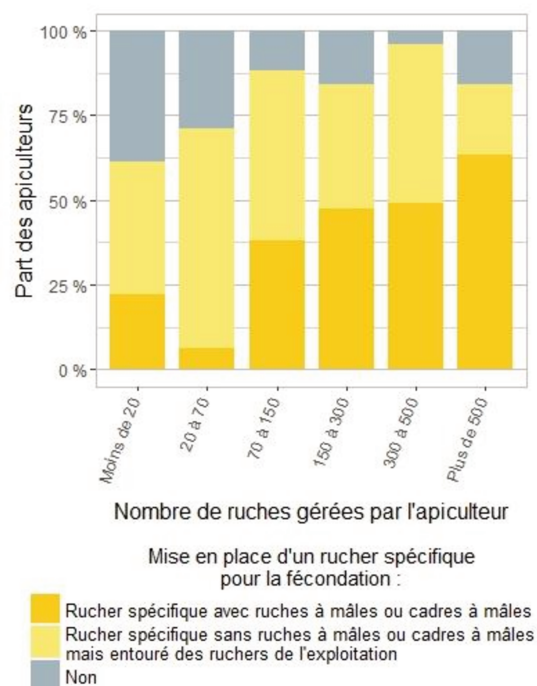


Figure 14 : Gestion des ruchers c fécondation parmi les apiculteurs réalisant u élevage de reines

Cependant, si la maîtrise de la fécondation est la première difficulté technique, les principaux inconvénients cités ou difficultés rencontrées à la réalisation d'un atelier d'élevage de reines ne sont pas d'ordre technique mais relèvent du temps à consacrer à cette activité et des difficultés d'organisation du travail qu'elle peut poser, par le peu de souplesse d'un calendrier d'élevage (figure 15). Certains aspects peuvent aussi être perçus différemment d'une personne à l'autre, comme le coût économique d'un élevage de reines sur l'exploitation, souvent considéré comme avantageux par rapport à un achat mais qui apparaît pour certains comme un inconvénient.

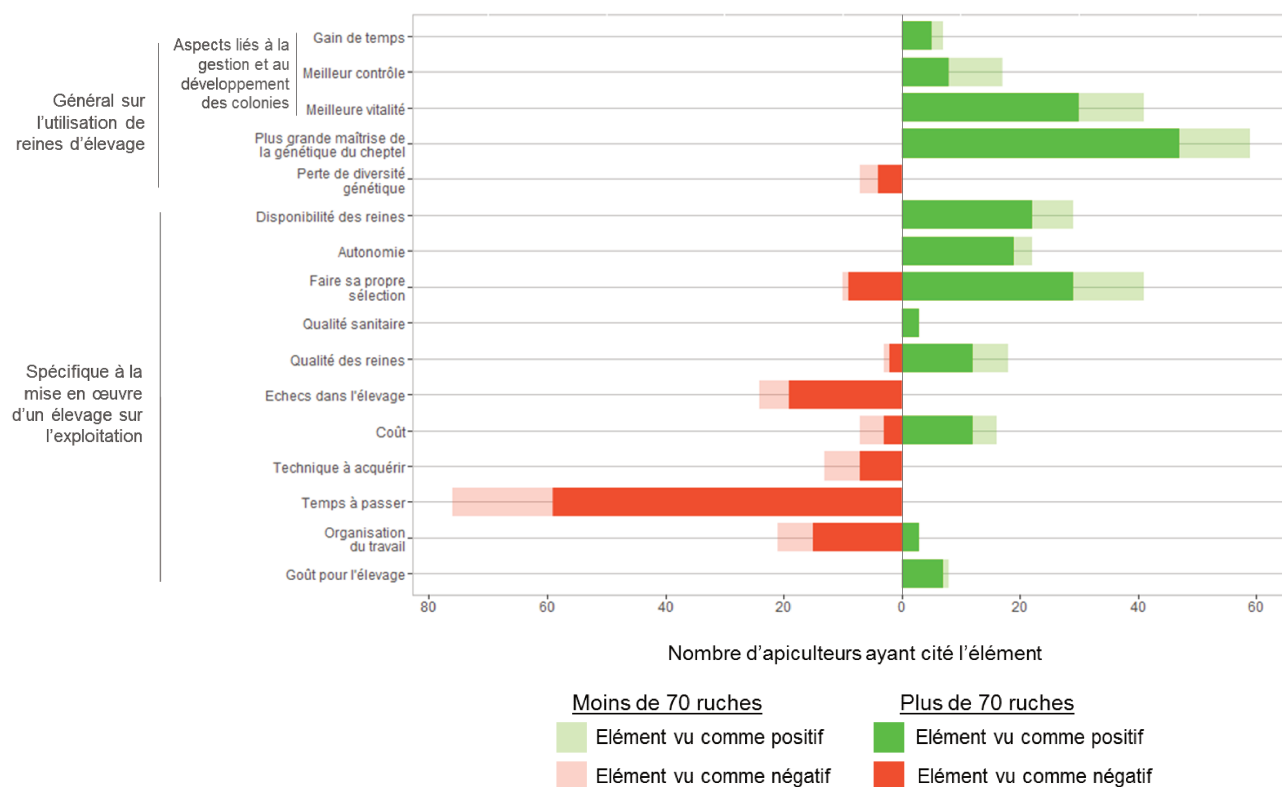


Figure 15 : Raisons citées à l'utilisation de reines d'élevage et à la réalisation d'un élevage sur l'exploitation (sur un total de 229 réponses à cette question). Pour des questions de lisibilité, seule la distinction +/- de 7 ruches en production a été faite (les réponses étant relativement homogènes au-delà de 70)

Précision sur le sens de certaines catégories : Gain de temps : gain de temps dans le développement de colonies par rapport à un remérage naturel / Meilleur contrôle : meilleur contrôle de l'âge des reines et développement des colonies / Echecs dans l'élevage : difficultés liées aux échecs possibles / Coût : coût économique de la mise en place de l'élevage sur l'exploitation, éventuellement par rapport à un achat de reine:

CONCLUSION

Parmi les 348 apiculteurs et apicultrices ayant répondu à cette enquête, les objectifs et profils sont diversifiés : production de miel, de gelée royale, de cheptel, région d'installation, expérience apicole, etc. Dans le cas de la gestion du renouvellement des colonies et des reines, le nombre de ruches gérées reste cependant ce qui distingue le plus les pratiques étudiées ici.

Les apiculteurs gérant un nombre de ruches important (au-delà de 150 ruches en production) ont dans l'ensemble un niveau d'autonomie en cheptel élevé, et gèrent ce cheptel de manière à maîtriser l'origine des essaïms et des reines dans les colonies. Ils sont ainsi très majoritaires à réaliser un élevage de reines, à introduire reines ou cellules royales dans leurs essaïms, qui seront très majoritairement réalisés sur leurs colonies plutôt qu'achetés, et à remplacer les reines dans leurs colonies. Dans la grande majorité des situations, les cellules royales et reines introduites sont issues d'un élevage sur l'exploitation. C'est également le cas des apiculteurs gérant de 70 à 150 ruches, dont la gestion du renouvellement des

colonies et des reines se rapproche de celle des apiculteurs gérant plus de 150 ruches. En-dessous de 70 ruches, la pratique de l'élevage de reines reste importante : un élevage de reines est pratiqué par la majorité des apiculteurs dès 20 à 70 ruches gérées. Cependant, une part plus importante d'apiculteurs ne contrôle pas le remérage des essaims et colonies, et les cellules royales et surtout reines fécondées introduites sont plus fréquemment achetées.

Ces résultats sont dans l'ensemble cohérents avec les pratiques d'élevage des apiculteurs professionnels telles qu'identifiées dans le Réseau d'Exploitations de Référence, piloté par l'ITSAP-Institut de l'abeille et dans lequel sont impliquées de nombreuses ADA. Cependant, quelques différences peuvent être notées : notamment, la part d'apiculteurs laissant toutes leurs colonies de production en remérage naturel apparaît plus faible dans cette enquête que parmi les apiculteurs membres du Réseau d'Exploitations de Référence, où elle était de 40 % en 2014 (voir aussi : [l'élevage au sein du Réseau d'Exploitations de Référence](#)).

De manière générale, un élevage de reines est majoritairement mis en place pour assurer les besoins de l'apiculteur et non pour la vente, l'utilisation de reines d'élevage visant en premier lieu à assurer une meilleure maîtrise de la génétique du cheptel, un dynamisme des colonies plus important et à réaliser une sélection adaptée aux objectifs de l'apiculteur. La réalisation de l'élevage sur l'exploitation, si elle permet de réaliser sa propre sélection et d'assurer la disponibilité et l'autonomie en reines et cellules royales, représente une contrainte de temps et d'organisation importante qui en est le premier inconvénient perçu. Certaines problématiques techniques peuvent aussi être un frein à la mise en place d'un élevage, et notamment la difficulté à garantir et maîtriser une bonne fécondation des reines.

Parallèlement à cette enquête en ligne, des enquêtes présentielles ont été réalisées dans le cadre du projet Durapi, pour identifier plus précisément les raisons des choix techniques réalisés et la diversité des stratégies de renouvellement du cheptel. Ces enquêtes permettent, dans un deuxième temps du projet, d'étudier les conséquences de ces stratégies sur la durabilité économique, sociale et environnementale des exploitations, et notamment sur le temps et l'organisation du travail dans les exploitations professionnelles pendant l'hiver 2017-18.

REMERCIEMENTS

Merci à tous les apiculteurs et apicultrices ayant pris le temps de répondre à cette enquête, qui ont rendu possible cette étude. Ce questionnaire, accessible en ligne entre le 30 novembre 2016 et le 20 février 2017, a par ailleurs été relayé par un nombre important d'organisations apicoles et agricoles que nous tenons à remercier également.

Pour des questions de représentativité et de confidentialité des réponses, certaines catégories de réponses ont été regroupées lors de l'analyse lorsqu'une catégorie ne représentait que peu de réponses. Pour certaines questions, certaines réponses ont pu être retirées de l'analyse lorsqu'elles n'étaient pas suffisamment claires ou contradictoires.

AUTEURS, CONTRIBUTEURS ET PARTENAIRES

Cet article a été rédigé par Coline Kouchner (INRA / ITSAP), avec la contribution de Félicie Aulanier, Benjamin Basso, Cécile Ferrus (ITSAP-Institut de l'abeille), Marie Mior (ADA AURA), Virginie Britten (ADA Occitanie).

Le projet Durapi implique de nombreux partenaires qui contribuent à ces résultats : ADA Occitanie, ADAPI, ADAPIC, ADAAQ, ADA AURA, GPGR, ADA France, IDELE-Institut de l'Elevage, IRSTEA, INRA Ecodéveloppement, INRA Abeilles et Environnement.

ANNEXE 5
VERSION APICOLE DU BILAN TRAVAIL : QUESTIONNAIRE D'ENQUETE

VERSION 22 NOVEMBRE 2017

Avant l'enquête :

Pensez à : relire l'enquête 2016

Faire le schéma récapitulatif du mode de fonctionnement de l'exploitation avec les informations importantes (cf. question 1)

Prendre un enregistreur audio

Nom de la personne enquêtée :

Commune :

Lieu de l'enquête :

Date de l'enquête :

Nom de l'enquêteur :

Êtes-vous d'accord pour que cet entretien soit enregistré (audio) ? Oui / Non

Grands objectifs et déroulé de l'enquête :

- Suite à l'enquête 2016, temps et organisation du travail apparaissent comme conséquences possibles des choix de renouvellement (notamment en lien avec l'élevage)
- **Bien expliquer à l'apiculteur :** Enquête 2017 vise donc à identifier les temps de travaux sur l'année, par tâche, période et personne, et de pouvoir identifier dans ces temps de travaux ce qui est lié au renouvellement des colonies et des reines
- **Objectif n'est pas d'avoir une exploitation modèle mais une diversité de situations**
- **Applications :**
 - Identifier les conséquences en termes de temps et d'organisation du travail des choix techniques liés au renouvellement du cheptel (élevage...)
 - Avoir des références notamment pour projets d'installation : conséquences des choix de renouvellement, références de temps passé par ruche ou quantité de miel produite pour différents fonctionnements d'exploitation (cf. autres filières : temps / L de lait, par animal...), répartition du travail en exploitation apicole...
- **Fonctionnement de l'enquête :**
 - Vérification des infos de l'enquête faite en 2016 sur lesquelles on se basera pour l'enquête
 - Quantification en premier lieu des éventuelles tâches quotidiennes
 - Quantification ensuite des interventions sur les ruchers tout au long de l'année, en commençant en sortie d'hivernage, puis autres travaux de l'exploitation
 - Quantification en demi-journées, en incluant le temps de déplacement, sauf pour les travaux faits quotidiennement qu'on quantifiera à l'heure
 - Considération d'une année « normale », c'est-à-dire temps passé sur une activité s'il n'y a pas d'imprévu (lissé notamment par le fait que l'on considère à la demi-journée et non à l'heure). Si vraiment pas possible (changement important du système, difficulté de l'api à généraliser...), on se basera sur l'année 2017.

BILAN TRAVAIL APICOLE, MODE D'EMPLOI

- Il est conseillé d'avoir une **approche par grande catégorie de tâches** (interventions sur les ruchers, élevage, administratif...) et à l'intérieur de chaque grande catégorie, d'avoir une approche chronologique.
 - aborder les catégories une à une mais annuellement, ex. commercialisation sur toutes les périodes de l'année,...
 - aborder les **travaux sur les ruchers** globalement : quels travaux sur les ruches, période par période ? = toutes les interventions sur les ruches, dont nourrissage, visites, création d'essaims, gestion sanitaire...
- Bien noter le **nombre de ruchers** (souvent les apiculteurs comptent en jours x le nb de ruchers)
- Appui sur la **grille de notation en saison** si remplie :
 - Si la grille est complète, il est possible de reconstituer en s'appuyant sur la grille. Dans ce cas, lorsque plusieurs cases sont cochées, voir avec l'apiculteur si tout a été fait en même temps (ex. une visite sur un rucher avec plusieurs objectifs) ou si c'est à séparer (ex. matin / après-midi avec activités différentes)
 - La grille peut également servir comme appui, de la même manière que peut l'être l'agenda de l'apiculteur, cf. ci-dessous (ex. comptage du nombre d'interventions sur une période, nombre d'essaims ou paquets d'abeilles créés, etc.). Globalement, si l'apiculteur a fait l'effort de compléter la grille de notation, s'en servir a minima pendant l'enquête comme appui, pour valoriser son travail et les infos disponibles.
 - Si possible récupérer ou photographier la grille si elle est complète, ça pourra permettre d'affiner / voir la précision que l'on a avec ou sans la grille a posteriori de l'enquête avec l'apiculteur.
- Appui sur l'agenda de l'apiculteur s'il note ses principales activités : **mais attention à ne pas basculer sur une lecture jour par jour de l'agenda**. Plutôt s'en servir comme appui, par ex. pour compter le nombre de transhumances, de visites sur ruchers à une période...
- Notation des **personnes réalisant une activité : distinguer au moins cellule de base / hors cellule de base**, en considérant la cellule de base comme l'ensemble des personnes tirant un revenu de l'exploitation sans en être salariées (cellule de base = chef d'exploitation, conjoints collaborateurs, associés...)
- Les **temps de déplacements ou de préparation** sont à comptabiliser (ex. temps chargement véhicule, matériel...)
- En fin de questionnaire se trouve la **liste récapitulative de tâches et catégories de tâches**, + un tableau récapitulatif sur l'année pour les différentes activités qui peut permettre de vérifier que l'on a bien abordé les activités pour les différentes périodes
- Si certaines activités (ex. miellées) ne sont réalisées que certaines années (ex. 1 an sur 2), le noter comme Remarque
- **Les travaux de saison peuvent pour la saisie être considérés comme reportables par défaut, sauf élevage et gelée royale. Si d'autres travaux ne vous semblent pas reportables, vérifier avec l'apiculteur, notamment pour la commercialisation (marchés...)**. Lors de l'entretien, la colonne du tableau permettant d'indiquer les travaux non reportables n'est donc pas forcément à utiliser pour toutes les activités.
-

Q1 : Fonctionnement de l'exploitation : confirmation et actualisation des infos de l'enquête de 2016

Sur le schéma des miellées / fonctionnement général de l'exploitation :

- Vérifier que les infos sont justes et à jour (pas de changement important depuis 2016 ?)
Si besoin corriger sur le schéma, en distinguant :
 - Les éventuelles infos qui étaient erronées pour 2016
 - Ce qui a changé depuis (= les infos de l'enquête de 2016 étaient correctes mais ce n'est plus d'actualité)
- Vérifier le nombre de ruches sur les différentes périodes (distinguer ruches + ruchettes // nuclei) et miellées et ajouter le nombre de ruchers correspondants
- Vérifier que les éléments liés au renouvellement (création d'essaims, renouvellement reines, périodes correspondantes...) sont corrects
- Demander la période habituelle d'hivernage (= entre la dernière visite détaillée des ruches à l'automne et la première visite détaillée au printemps), à la quinzaine près :

→ *Tableau de saisie proposé en page suivante pour les infos à vérifier*

Autres informations à vérifier sur le fonctionnement de l'exploitation :

- Les productions apicoles et le type de commercialisation (conditionné ou non, mode de vente)
- La réalisation ou non sur l'exploitation d'un élevage de reines
- L'achat ou non de cheptel
- La vente ou non de cheptel
- Si l'exploitation est ou non 100 % apicole, et si non quelles sont les autres productions

| | Info de 2016 toujours valable (oui/non) | Info de 2016 erronée : corrections à apporter | Infos de 2016 correcte mais n'est plus d'actualité : changements à prendre en compte depuis |
|--|--|---|--|
| Infos sur le schéma de productions / renouvellement : <ul style="list-style-type: none"> • Miellées • Pollinisations • Nombre de ruchers et de ruches (approximatif pour les ruches) par miellée • Nombre d'essaims / paquets d'abeilles créés, intro ou non de reine/cellule, période, lot de ruches sur lequel ils sont créés • Renouvellement des reines hors création d'essaims | | <i>Corrections peuvent être apportées directement sur le schéma</i> | <i>Modifications pour 2017 peuvent être apportées directement sur le schéma</i> |
| Productions apicoles de l'exploitation | | | |
| Réalisation d'un élevage de reines | | | |
| Achat de cheptel | | | |
| Vente de cheptel | | | |
| Exploitation 100 % apicole ou non et autres productions agricoles éventuelles | | | |

Q1 BIS : Cas des exploitations n'ayant pas été enquêtées en 2016

Dans le cas où l'apiculteur n'aurait pas été enquêté l'année dernière, reconstituer sommairement le schéma de production en y faisant notamment figurer :

- Les prestations de pollinisation
- Les miellées
- Les transhumances
- Le nombre de ruches par période et miellée et le nombre de ruchers correspondants (distinguer ruches + ruchettes // nucleis)
- Le renouvellement (colonies et reines : période, grandes lignes du fonctionnement)
- Les ventes et les achats de cheptel

Autres informations sur l'exploitation à demander :

- Mode de commercialisation et % de vente par circuit (< 5 % ; 5-25 % ; 25-50 % ; 50-80 % ou > 80 %) :

Présence éventuelle d'un atelier non apicole :

- Réalisation ou non d'un élevage de reines sur l'exploitation :

Q2 : La main-d'œuvre sur l'exploitation (y compris travailleurs saisonniers)

(Tableau à remplir à partir des informations du précédent passage – à compléter/valider/rectifier en début d'enquête)

| Nom | Statut Chef d'exploitation, associé(e), familial, salarié(e), apprenti(e) ou stagiaire, entraide, bénévolat, autre (préciser) | Autres activités y compris responsabilités professionnelles | Période de présence (toute l'année / à la quinzaine près si saisonnier) | Part du temps de travail sur l'exploitation (ex : 1 pour un temps plein sur période de présence, même si présence seulement saisonnière ; 0,5 pour un mi-temps) | Tâches spécifiques principales réalisées par la personne |
|-----|---|--|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Q3 : prestations de service et autres intervenants sur l'exploitation

Avec qui, d'extérieur à l'exploitation, travaillez-vous ? (entraide formelle ou informelle, voisins, Cuma, prestataire de service, entreprise ...) Et pour quelles activités ?

Q4 : travaux quotidiens / quasi-quotidiens

Y a-t-il des tâches que vous faites tous les jours ou quasiment (jusque 5 jours sur 7), de façon répétitive/systématique, toute l'année ou à certaines périodes ?

Si oui quelles tâches ? A quelle(s) période(s) ? Qui les fait ? Combien d'heures par jour ?

Est-ce que ces tâches peuvent être reportées / ne pas être réalisées certains jours si besoin ?

| Tâches concernées | Période (indiquez les quinzaines) | Qui ? (personnes concernées) | Temps <u>en heures</u> <u>par jour</u> | Reportable si besoin ? (O/N) | Ces tâches sont- elles réalisées tous les jours de la semaine ? |
|-------------------|---|------------------------------------|---|------------------------------------|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Si certains travaux sont réalisés régulièrement sans être quotidiens (ex. 3 fois 1h par semaine), ils pourront être considérés comme travaux de saison (ex. ici, une demi-journée par semaine donc 2 demi-journées par quinzaine).

Q5 : Organisation classique d'une semaine en période d'élevage ou gelée royale (facultatif selon exploitations)

Pour mieux cerner l'organisation en période où certaines activités apicoles peuvent contraindre l'organisation du travail, indiquer dans le tableau ci-dessous une semaine « type » ou « exemple » pour l'apiculteur pour les périodes d'élevage, gelée royale ou tout autre activité apicole à calendrier « contraignant » (= ne pouvant pas être reportée facilement, et qui nécessite donc que l'organisation des autres activités s'adaptent à celle-ci).

Cela peut être réalisé en parallèle des questions sur les travaux de saison, par ex. au moment où l'élevage/la gelée royale sont considérées.

Cela concerne donc des exploitations où l'élevage/ la gelée royale /une autre activité apicole particulière sont réalisées de manière régulière au moins pour une période et peuvent donc fortement influencer l'organisation du travail sur cette période (ex. si une seule série d'élevage dans la saison, pas forcément pertinent).

→ **Indiquer les activités pouvant bloquer des demi-journées ou journées**, ex. journées ou demi-journées dédiées à l'élevage ou à la gelée royale

→ Considérer la période où l'élevage/la gelée royale sont réalisées « en routine » / de manière régulière

→ L'objectif est de voir quelles journées / demi-journées de la semaine sont bloquées par ces activités et lesquelles sont libres pour d'autres activités apicoles (donc ne pas faire apparaître les autres activités pouvant être réalisées à cette période si elles sont reportables d'un jour à l'autre)

→ Les activités quotidiennes difficilement ou non reportables peuvent être indiquées aussi, ex. si gestion du cérificateur tous les matins pendant 30 minutes.

Période correspondant à l'exemple (à la quinzaine) :

| | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
|------------|-------|-------|----------|-------|----------|--------|----------|
| Matin | | | | | | | |
| Après-midi | | | | | | | |

Q6 : Travaux de saison

(= hors travaux quotidiens déjà considérés)

cf. liste des activités à considérer et tableaux, avec pour chaque activité : qui ? Quand ? Combien de temps ? avec qui = combien de personnes, quelles personnes (apiculteur, salarié...)

→ aborder les activités une à une mais annuellement, ex. commercialisation sur toutes les périodes de l'année,...

→ aborder les travaux apicoles globalement : quels travaux sur les ruches, période par période ?

= toutes les interventions sur les ruches, dont nourrissage, visites, création d'essaims, gestion sanitaire...

Les travaux de saison peuvent pour la saisie être considérés comme reportables par défaut, sauf élevage et gelée royale. Si d'autres travaux ne vous semblent pas reportables, vérifier avec l'apiculteur, notamment pour la commercialisation (marchés...). Lors de l'entretien, la colonne du tableau permettant d'indiquer les travaux non reportables n'est donc pas forcément à utiliser pour toutes les activités.

+ cf. « Mode d'emploi » page 2

La quantification a été réalisée : pour une année « normale » spécifiquement pour 2017

Q6 - Interventions sur les ruchers - EXEMPLE

- Gestion sanitaire (traitements dont préparation, comptages varroa...)
- Création d'essaims
- Suivi essaims
- Nourrissement (dont préparation sirop)
- Suivi de miellée (dont pose hausses)
- Tri (dont regroupement ruches entre plusieurs ruchers)
- Gestion de l'essaimage
- Remplacement ou introduction de reines dans les colonies
- Suivi état général des ruches
- Gestion des mâles (intro cadres à mâles...)
- Récolte
- Transhumance sur miellée
- Transhumance pollinisation
- Visite aux ruches en pollinisation
- Pollen (pose trappes, récolte...)
- Propolis (pose grilles, récoltes...)
- Pesée
- Autre :

| Quoi | Quand (période) | Qui (nb + personnes concernées) | Combien de temps | Remarques / commentaires | Non reportable ? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|------------------|--------------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|--|---|--|--|--|--------------|--------------------------------------|---|-------------------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Visite sortie d'hiver : - Sanitaire - Nourrissement - Estimation nombre d'essaims • Création essaims • Visite aux ruches : - suivi essaimage - pose de hausses ... • Création essaims | <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td>x</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table> | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | x | | | | | | | | | | L'apiculteur | 1 jour par rucher sachant qu'on a 6 ruchers | | |
| | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>x</td><td>x</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table> | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | x | x | | | | | | | | L'apiculteur + le stagiaire de BPREA | 3 fois 2 jours à 2 | + essaims en août | |
| J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table> | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | x | x | x | x | | | | | | | ... | ... | ... | | |
| J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>x</td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table> | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | | | | | | x | | | | L'apiculteur | 1.5 jours | | | |
| J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Q6 –Modèle de tableau de notes pour les temps par catégorie de tâche

| Quoi (quelles tâches, éventuellement réalisées en même temps) | Quand (période) | Qui (nb + personnes concernées) | Combien de temps | Remarques / commentaires | Non reportable ? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------------------------------|------------------|--------------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|
| • | <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table> | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | | | | | | | | | | • | • | • | • |
| J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • | <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table> | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | | | | | | | | | | • | • | • | • |
| J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • | <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table> | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | | | | | | | | | | • | • | • | • |
| J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • | <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table> | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | | | | | | | | | | • | • | • | • |
| J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Q6 : Tableau récapitulatif activités / périodes (appui lors de la réalisation de l'entretien)

Tableau pouvant être adapté selon les exploitations (cf. lignes vides où l'on peut indiquer certaines activités qui seraient importantes pour l'exploitation en s'appuyant sur l'enquête 2016, ou à remplir en début ou en cours d'enquête).

A utiliser ou non et à adapter selon les préférences de l'enquêteur et / ou de l'enquêté. ...

| CATEGORIE D'ACTIVITES | J | F | M | A | M | J | Jt | A | S | O | N | D |
|--------------------------------------|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|
| Interventions sur les ruchers | | | | | | | | | | | | |
| Création et suivi essaims | | | | | | | | | | | | |
| Remplacement et/ou intro reines | | | | | | | | | | | | |
| Suivi ruchers | | | | | | | | | | | | |
| Récoltes | | | | | | | | | | | | |
| Transhumances miellées | | | | | | | | | | | | |
| Transhumances pollinisation | | | | | | | | | | | | |
| Visite en pollinisation | | | | | | | | | | | | |
| Autres : | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Élevage | | | | | | | | | | | | |
| Gelée royale | | | | | | | | | | | | |
| Extraction, transformation | | | | | | | | | | | | |
| Commercialisation | | | | | | | | | | | | |
| Administratif | | | | | | | | | | | | |
| Approvisionnement | | | | | | | | | | | | |
| Hors exploitation apicole | | | | | | | | | | | | |
| Vacances | | | | | | | | | | | | |
| Autres | | | | | | | | | | | | |

Q7 Vérifier avec l'apiculteur que tous les éléments relatifs au renouvellement (notamment ceux identifiées sur le schéma de fonctionnement) ont été quantifiés (temps de travail, période, qui) au cours de l'enquête.

(Compléter l'enquête au besoin)

Vérifier également que le contenu des visites sur les ruchers est identifié. (visite surtout pour le nourrissage, pour la sortie d'hiver...)

Pour les éléments liés au renouvellement (élevage, création d'essaims, paquets d'abeilles...), est-ce que ces travaux peuvent être décalés d'un jour à l'autre ? d'une semaine voire d'une quinzaine à l'autre ?

Q8: Exploitations diversifiées avec autre activité non apicole importante : Qui est concerné au sein des exploitants /associés ? Quels sont les pics de travail pour l'autre production qui peuvent concerner l'apiculteur ou les apiculteurs ? Est-ce qu'il y a concurrence avec l'apicole ? Si oui, qu'est-ce qui est prioritaire et comment gérer vous cette concurrence ?

Si l'autre activité est gérée par des personnes totalement distinctes des personnes gérant l'activité apicole, ce n'est pas la peine de poser ces questions.

Q9 : apiculteurs ayant une autre activité non agricole : à quelle période de l'année cette autre activité professionnelle est-elle réalisée ? Est-ce une activité régulière (ex. 1 jour/semaine...) ? Si non, quels sont les pics de travail liés à cette activité (périodes concernées) ?

Q10 : Que pensez-vous de votre équilibre entre vie professionnelle et vie privée ?

Q11 : Périodes creuses ou chargées et périodes stressantes :

Identification sur le calendrier (ex. par des flèches du début à la fin de la période) les périodes :

- Chargées ou très chargées
 - Moyennes
 - Peu / moins chargées
 - De vacances
 - Les plus stressantes (qui ne sont pas forcément les plus chargées)
- pour les périodes les plus stressantes, est-ce toujours le cas ou spécifique à l'année 2017 ?

| | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|--------------|---------|---------|------|-------|-----|------|---------|------|-------|------|------|------|
| Chargées | | | | | | | | | | | | |
| Normales | | | | | | | | | | | | |
| Peu chargées | | | | | | | | | | | | |
| Vacances | | | | | | | | | | | | |
| Stressantes | | | | | | | | | | | | |

Commentaires :

Temps correspondant à ces périodes : remplir le tableau suivant : (calcul simplifié de temps de travail issu du Diagnostic de l'Agriculture Paysanne, FADEAR)

| Type de semaine | Nombre moyen d'heures travaillées par jour | Nombre de jours travaillés par semaine |
|-----------------|--|--|
| Chargée | | |
| Normale | | |
| Peu chargée | | |
| Vacances | | |

Relances possibles : En général, combien de semaines chargées avez-vous ? Qu'appellez-vous une semaine chargée ? Possibilité d'indiquer une moyenne de nombre d'heures travaillées/jour par semaine chargée, etc.

Q12 : Prix d'achat ou de vente de cheptel : en cas d'achat ou de vente, compléter les colonnes concernées.

Nombre : viser une donnée générale (habitude de l'apiculteur). Si fluctuant, prendre la donnée de 2017

Prix unitaire : si variable, prendre le prix de 2017 et le préciser

| | | Pour les essaims : préciser sur combien de cadres Paquets d'abeilles : poids | Achat | | Vente | |
|--------------------|--|---|--------|------------------|--------|------------------|
| | | | Nombre | Prix unitaire HT | Nombre | Prix unitaire HT |
| Reines | Cellules royales | | | | | |
| | Reines vierges | | | | | |
| | Reines fécondées hivernées | | | | | |
| | Reines fécondées de l'année | | | | | |
| | Reines inséminées | | | | | |
| Paquets d'abeilles | Paquets d'abeille avec reine hivernée | | | | | |
| | Paquets d'abeille avec reine de l'année | | | | | |
| Essaims | Essaims hiverné | | | | | |
| | Essaims de l'année avec reine hivernée | | | | | |
| | Essaims de l'année avec reine de l'année | | | | | |
| Colonies | | | | | | |

Q13 : Est-ce que vous avez déjà envisagé de changer certains aspects du fonctionnement de votre renouvellement pour des raisons de temps ou d'organisation du travail ?

Autres discussions ou commentaires :

Liste récapitulative des catégories de tâches et tâches à considérer :

- Interventions sur les ruchers :
 - Création d'essaims
 - Remplacement et introduction de reines dans les colonies
 - Gestion sanitaire (ex traitement dont préparation, comptage varroa...)
 - Nourrissement (dont préparation sirop)
 - Suivi de miellées (inclus la pose de hausses)
 - Suivi état général des ruches
 - Tri (dont regroupement de colonies sur un même rucher)
 - Gestion de l'essaimage
 - Gestion des mâles (ex. intro de cadres à mâles...)
 - Suivi essaims
 - Récolte de miel
 - Transhumance
 - Transhumance pollinisation
 - Suivi des ruches en pollinisation
 - Pollen (pose trappes, récolte...)
 - Propolis (pose grilles, récolte...)
 - Pesée
 - Autre

- Élevage de reines :
 - Greffage, élevage jusque reine vierge (dont gestion des éleveuses, intro de cadres à pondre)
 - Gestion des nucs et de la fécondation (dont suivi des nucs et intro en nucs, y compris gestion hivernale)
 - Insémination et élevage de mâles pour insémination

- Gelée royale

- Extraction, transformation et commercialisation :
 - Extraction et travail du miel (maturation, brassage...)
 - Atelier cire pour la vente
 - Pollen (séchage, conditionnement...)
 - Propolis
 - Conditionnement (mise en pot, étiquetage)
 - Nettoyage de la miellerie, laboratoire de gelée royale...
 - Transformation (pain d'épices...)
 - Commercialisation des produits de la ruche (miel, cire, GR, pollen, propolis) : vente, livraisons, facturation si réalisée lors de la livraison
 - Commercialisation de cheptel : hors création d'essaims / élevage de reines, = temps qui serait spécifique à la commercialisation (relation clients, expédition...)
 - Autre

- Administratif (comptabilité, facturation...)

- Approvisionnements et entretien du matériel et des bâtiments :
 - Approvisionnement : sucre, caisses...
 - Achat de cheptel
 - Entretien matériel (ruches, miellerie, véhicules...)
 - Entretien bâtiments
 - Fabrication de matériel (ruches...)
 - Gestion de la cire pour l'exploitation
 - Gestion des emplacements : recherche, entretien, paiement des loyers
 - Autre

- Hors exploitation apicole :
 - Formation
 - Implication professionnelle
 - Autre

- Vacances

- Autres activités

ANNEXE 6

ÉQUATIONS ET PARAMETRES DU MODELE DE VIABILITE

ANNEXE 6.1. DYNAMIQUES DU SYSTEME

Les dynamiques d'évolution des deux états (colonies productives et improductives) sont données par l'équation suivante (eq. 1) :

$$\begin{cases} x_0(t+1) = S_0(X(t), U(t))x_0(t) + T_{1,0}(X(t), U(t))x_1(t) - T_{0,1}(X(t), U(t))x_0(t) + N_0(X(t), U(t))u_0(t) \\ x_1(t+1) = S_1(X(t), U(t))x_1(t) + T_{0,1}(X(t), U(t))x_0(t) - T_{1,0}(X(t), U(t))x_1(t) + N_1(X(t), U(t))u_0(t) \end{cases}$$

avec $X(t)$ l'état du cheptel au temps t et $U(t)$ la valeur des options de gestion (contrôles) au temps t :

$$X(t) = \begin{pmatrix} x_0(t) \\ x_1(t) \end{pmatrix} \quad (\text{eq. 2})$$

avec $x_0(t)$ le nombre de colonies improductives au temps t et $x_1(t)$ le nombre de colonies productives au temps t .

$$U(t) = \begin{pmatrix} u_0(t) \\ u_1(t) \\ u_2(t) \end{pmatrix} \quad (\text{eq. 3})$$

avec $u_0(t)$ le nombre de colonies créées à partir des colonies productives, $u_1(t)$ la proportion des reines disponibles introduites dans des colonies productives, $u_2(t)$ la proportion des reines disponibles introduites dans les nouvelles colonies lors de leur création, $(1-u_1-u_2)$ étant alors la proportion des reines disponibles introduites dans les colonies improductives au temps t .

S_0 et S_1 représentent les fonctions de survie respectives des colonies improductives (x_0) et productives (x_1), $T_{1,0}$ l'affaiblissement des colonies ou la transition de l'état productif vers l'état improductif, $T_{0,1}$ l'entrée en production ou la transition de l'état improductif vers l'état productif, N_0 la création de colonies improductives pour l'année en cours et N_1 la création de colonies qui entrent en production dès leur année de production. Ces différentes fonctions sont données par les équations 4 à 9.

Fonctions de survie

$$S_0(X(t), U(t)) = \min \left[1, s_0 + s_0^+ \frac{\phi(1-u_1(t)-u_2(t))}{x_0(t)} - 0,5 \cdot \alpha \right] \quad (\text{eq. 4})$$

$$S_1(X(t), U(t)) = \min \left[1, s_1 + s_1^+ \frac{\phi u_1(t)}{x_1(t)} \right] \quad (\text{eq. 5})$$

avec ϕ le nombre total de reines disponibles pour introduction dans les colonies, s_0 le taux de survie des colonies improductives et s_0^+ l'amélioration de ce taux en cas d'introduction d'une reine dans ces colonies, α la part de colonies improductives étant regroupées deux à deux pour former des colonies productives, s_1 le taux de survie des colonies productives et s_1^+ l'amélioration de ce taux en cas d'introduction de reines dans ces colonies.

Fonctions de transition entre les états

$$T_{0,1}(X(t), U(t)) = \min \left[1, t_{0,1} + t_{0,1}^+ \frac{\varphi(1-u_1(t)-u_2(t))}{x_0(t)} + 0,5 \cdot \alpha \right] \quad (\text{eq. 6})$$

$$T_{1,0}(X(t), U(t)) = \max \left[0, \min \left[1, t_{1,0} - t_{1,0}^+ \frac{\varphi u_1(t)}{x_1(t)} + \mathbb{1}_{\{u_0 \geq \beta x_1(t)\}} \left(\frac{u_0(t)}{x_1(t)} - \beta \right) \right] \right] \quad (\text{eq. 7})$$

avec $t_{0,1}$ le taux de transition de l'état improductif à l'état productif (taux d'entrée en production) et $t_{0,1}^+$ l'amélioration de ce taux en cas d'introduction de reines dans les colonies improductives, $t_{1,0}$ le taux de transition de l'état productif à l'état improductif (taux d'affaiblissement) et $t_{1,0}^+$ la réduction de ce taux en cas d'introduction de reines dans les colonies productives et $\mathbb{1}_{\{u_0 \geq \beta x_1(t)\}}$ la fonction caractéristique prenant la valeur 1 ou 0 selon le rapport du nombre de nouvelles colonies créées (u_0) sur le nombre de colonies productives, comparé au seuil β de la proportion d'essaims pouvant être réalisés à partir des colonies productives sans pénaliser celles-ci et les rendre improductives.

Fonctions de création de colonies

$$N_0(X(t), U(t)) = (1 - \varepsilon_1) \left(1 - \min \left[1, \frac{\varphi u_2(t)}{u_0(t)} \right] \right) \quad (\text{eq. 8})$$

$$N_1(X(t), U(t)) = (1 - \varepsilon_1) \min \left[1, \frac{\varphi u_2(t)}{u_0(t)} \right] \quad (\text{eq. 9})$$

avec ε_1 le taux d'échec lors de la création d'une nouvelle colonie à partir d'une colonie productive.

Contraintes

Les contraintes du système sont un nombre de colonies productives minimal à l'horizon temporel (eq. 10), un revenu annuel minimal (eq. 11), un temps de travail disponible en saison apicole (eq. 12), un nombre maximal de colonies pouvant être créées à partir des colonies productives sans les affaiblir (eq. 14) et un nombre de reines à allouer : la somme des proportions de reines attribuées aux différents lots de cheptels (colonies productives, improductives, et lors de la création de nouvelles colonies) ne peut dépasser 1 (eq. 13).

$$x_1(T) \geq x_1^b \quad (\text{eq. 10})$$

$$I(X(t), U(t)) \geq I^b \quad (\text{eq. 11})$$

$$\tau(X(t), U(t)) \leq \theta \quad (\text{eq. 12})$$

$$u_1(t) + u_2(t) \leq 1 \quad (\text{eq. 13})$$

$$u_0(t) \leq 2\beta x_1(t) \quad (\text{eq. 14})$$

avec T le pas de temps maximal considéré (l'étendue de la simulation), x_1^b le nombre minimal de colonies productives à la fin de la période considérée, I la fonction de revenu, I^b le revenu minimal par an, τ la fonction de temps passé à la gestion de l'exploitation et θ le temps disponible par saison apicole pour l'ensemble des personnes travaillant sur l'exploitation.

Fonction de revenu

Le revenu généré à chaque pas de temps est calculé via l'équation suivante :

$$I(X(t), U(t)) = \xi_h \cdot Q_h \cdot x_1(t) - \xi_{u_0} u_0(t) - \xi_x (\varepsilon_x \cdot x_0(t) + x_1(t)) - \xi_n (N_1(t) + T_{0_1} \cdot x_0(t)) - \xi_q \varphi(x_1(t), x_0(t)) - \xi_s - \xi_{qb} - \xi_w$$

(eq. 15)

avec ξ_h le prix de vente d'une unité de miel, Q_h la quantité de miel produite par colonie productive et par an, ξ_{u_0} le coût de création d'une nouvelle colonie (nourrissement lors de la création de la colonie), ξ_x le coût annuel d'entretien d'une colonie productive (remplacement de cadres, gestion sanitaire, entretien des ruches, nourrissement) et ε_x le ratio du coût d'entretien d'une colonie improductive sur celui d'une colonie productive, ξ_n le coût de transition d'une colonie improductive à une colonie productive (nouveaux cadres), ξ_s les coûts structurels de fonctionnement de l'exploitation dont les coûts de déplacements, ξ_w les charges salariales annuelles, ξ_q le coût d'achat d'une reine s'il n'y a pas d'élevage sur l'exploitation et ξ_{qb} les charges structurelles liées à la mise en place d'un atelier d'élevage de reines.

Fonction de temps passé en saison apicole

Le temps passé par saison apicole à l'ensemble des activités de l'exploitation (gestion du cheptel, récoltes, extraction du miel, commercialisation...) est calculé via l'équation suivante (eq. 16) :

$$\tau(X(t), U(t)) = \tau_0 \cdot u_0(t) + \tau_d \left\lceil \frac{u_0(t)}{n_n} \right\rceil + \tau_r \cdot \varphi(t) \cdot (1 - u_2(t)) + \tau_d \left\lceil \frac{\varphi(x_1(t), x_0(t))(1 - u_2)}{n_r} \right\rceil + \tau_q \varphi(x_1(t), x_0(t)) + \tau_x \cdot (x_1(t) + x_0(t)) + \tau_1 \cdot x_1(t) + \tau_e \cdot Q_h (x_1(t) + \varepsilon_h x_0(t)) + \tau_s$$

avec τ_0 le temps passé à la production d'une nouvelle colonie, dont le temps d'introduction d'une reine le cas échéant, τ_d le temps de déplacement pour se rendre sur les ruchers donc le temps minimal passé lors d'une activité sur un rucher, n_n le nombre maximal de nouvelles colonies pouvant être réalisées par jour, τ_r le temps par remérage (remplacement d'une reine) de colonie (dans une colonie productive comme improductive), n_r le nombre maximal de colonies pouvant être remérées par jour, τ_q le temps d'élevage par reine, τ_x le temps d'entretien par colonie productive ou improductive, τ_1 le temps de transhumances et récoltes de miel par colonie productive, τ_e le temps d'extraction par unité de miel produite, et τ_s le temps passé aux autres activités de gestion de l'exploitation pendant la saison apicole (dont la commercialisation). $\lceil \cdot \rceil$ correspond à l'arrondi à l'entier supérieur.

ANNEXE 6.2. PARAMETRES UTILISES

Tableau 3 : Valeurs et sources des paramètres utilisés. Sources : 1 : enquêtes auprès de 50 apiculteurs professionnels réalisées dans le cadre du projet Durapi⁹, 2018 (enquête renouvellement du cheptel apicole et temps de travail en exploitation) ; 2 : expérimentations sur le renouvellement du cheptel apicole, projet Durapi, 2018 ; 3 : Réseau d'Exploitations apicoles de Référence (ITSAP-Institut de l'abeille, 2018) ; 4 : Informations sur le statut social des apiculteurs, ADA France, 2017 ; 5 : enquête auprès d'apiculteurs professionnels, ADA Occitanie, 2018.

| Paramètre | Description | Exploitation 1 | Exploitation 2 | Sources de la donnée |
|-----------------|---|----------------------------|----------------------------|----------------------|
| \varnothing | Proportion de reines disponibles pour introduction par rapport à la taille du cheptel | 0.3 | 0.5 | 1 |
| s_0 | Taux de survie des colonies improductives | 0.74 | 0.74 | 2 |
| s_0^+ | Amélioration du taux de survie des colonies improductives en cas d'introduction de reines | 0.19 | 0.19 | 2 |
| s_1 | Taux de survie des colonies productives | 0.7 | 0.825 | 2 |
| s_1^+ | Amélioration du taux de survie des colonies productives en cas d'introduction de reines | 0.08 | 0.08 | 2 |
| B | Taux maximal de colonies improductives pouvant être créées sans affaiblir les colonies productives | 0.5 | 0.5 | 1 |
| $t_{0,1}$ | Taux de transition de l'état improductif à productif (taux d'entrée en production) | 0.5 | 0.5 | 2 |
| $t_{0,1}^+$ | Amélioration du taux d'entrée en production en cas d'introduction de reines | 0.3 | 0.3 | 2 |
| $t_{1,0}$ | Taux de transition de l'état productif à improductif (taux d'affaiblissement) | 0.1 | 0.22 | 1 |
| $t_{1,0}^+$ | Réduction du taux d'affaiblissement en cas d'introduction de reines | 1 | 1 | 1 |
| \varnothing_1 | Taux d'échec lors de la création d'une nouvelle colonie (taux de mortalité des nouvelles colonies) | 0.1 | 0.1 | 2 |
| \varnothing | Proportion des colonies improductives étant regroupées deux à deux pour former des colonies productives ($2 \times 0 = 1 \times 1$) | 0.1 | 0.1 | 1 |
| T | Fin de la période de simulation | 10 ans | 10 ans | |
| x_1^b | Nombre minimal de colonies productives à la fin de la période | 200 colonies | 200 colonies | 4 |
| I^b | Revenu minimal annuel issu de la vente du miel (hors revenus des autres produits ou services de l'exploitation) | 10 900 €/an | 12 200 €/an | 1, 5 |
| ξ_h | Prix de vente du miel | 8.9 €/Kg en vente directe | 6.2 €/Kg en vrac | 3 |
| Q_h | Production moyenne annuelle par colonie productive | 24.2 Kg/colonie productive | 31.1 Kg/colonie productive | 3 |
| ξ_{u0} | Coût de création d'une nouvelle colonie | 2.7 €/colonie créée | 5.4 €/colonie créée | 3 |
| ξ_x | Coût annuel d'entretien d'une colonie productive | 28.9 €/colonie productive | 26.1 €/colonie productive | 3 |
| ε_x | Ratio du coût d'entretien d'une colonie improductif par rapport à celui d'une colonie productive | 0.40 | 0.87 | 3 |

⁹ <http://blog-itsap.fr/projet-itsap-demarrage-projet-durapi-1er-janvier-2016/>

| Paramètre | Description | Exploitation 1 | Exploitation 2 | Sources de la donnée |
|---------------|--|------------------------------|------------------------------|----------------------|
| ξ_n | Coût de transition d'une colonie improductive à productive | 6.2 | 6.2 | 3 |
| ξ_q | Coût d'achat d'une reine | 0 | 0 | Pas d'achat |
| ξ_s | Coûts structurels de l'exploitation (dont déplacements - hors salaires) | 54000 €/an | 55000 €/an | 3 |
| ξ_{qb} | Coûts structurels d'un atelier d'élevage de reines | 80 €/an | 80 €/an | 3 |
| ξ_w | Charges salariales | 23 164 €/an | 16 280 €/an | 3 |
| ϑ_0 | Temps de création d'une nouvelle colonie, dont temps d'introduction de reine s'il y a lieu | 0.09 jour/colonie | 0.10 jour/colonie | 1 |
| ϑ_d | Temps de trajet pour les ruchers (temps minimal à passer lors d'un travail sur un rucher) | 0.125 jour | 0.125 jour | 1 |
| n_n | Nombre maximal de colonies créées par jour | 11 | 10 | 1 |
| ϑ_r | Temps de remérage d'une colonie (remplacement de reine) | 0.02 jour/reine | 0.012 jour/reine | 1 |
| n_r | Nombre de reines pouvant être remplacées par jour | 36 reines | 63 reines | 1 |
| ϑ_q | Temps d'élevage par reine | 0.10 jour/reine | 0.06 jour/reine | 1 |
| ϑ_x | Temps d'entretien par colonie | 0.17 jour/colonie | 0.08 jour/colonie | 1 |
| ϑ_1 | Temps de récolte et transhumance par colonie productive | 0.27 jour/colonie productive | 0.16 jour/colonie productive | 1 |
| ϑ_e | Temps d'extraction du miel | 0.0017 jour/Kg | 0.0017 jour/Kg | 1 |
| ϑ_s | Temps passé aux autres activités de l'exploitation en saison apicole | 373 jours | 62.25 jours | 1 |
| θ | Temps disponible par saison apicole pour l'ensemble des personnes travaillant sur l'exploitation | 790 jours | 812 jours | 1 |