

ONIRIS – ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE  
AGROALIMENTAIRE ET DE L'ALIMENTATION

ANNÉE 2020

**CONTRIBUTION À L'AMÉLIORATION DE LA  
QUALITÉ DE LA CIRE EN ÉLEVAGE APICOLE : RÔLE  
DU VÉTÉRINAIRE CONSEIL EN APICULTURE**

THÈSE

Pour le

Diplôme d'État de

DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Le 2 Décembre 2020

Devant

La Faculté de Médecine de Nantes

Par

**Nina Clélia CARVALHO GONÇALVES**

Née le 9 janvier 1995 à Villers-Semeuse (Ardennes, France)

JURY

Président : Monsieur Patrick Lustenberger, Professeur émérite de l'Université de Nantes

Rapporteur : Madame Isabelle Breyton, Maître de Conférence à Oniris

Assesseur : Monsieur Hervé Pouliquen, Professeur à Oniris





ONIRIS – ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE  
AGROALIMENTAIRE ET DE L'ALIMENTATION

ANNÉE 2020

**CONTRIBUTION À L'AMÉLIORATION DE LA  
QUALITÉ DE LA CIRE EN ÉLEVAGE APICOLE : RÔLE  
DU VÉTÉRINAIRE CONSEIL EN APICULTURE**

THÈSE

Pour le

Diplôme d'État de

DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Le 2 Décembre 2020

Devant

La Faculté de Médecine de Nantes

Par

**Nina Clélia CARVALHO GONÇALVES**

Née le 9 janvier 1995 à Villers-Semeuse (Ardennes, France)

JURY

Président : Monsieur Patrick Lustenberger, Professeur émérite de l'Université de Nantes

Rapporteur : Madame Isabelle Breyton, Maître de Conférence à Oniris

Assesseur : Monsieur Hervé Pouliquen, Professeur à Oniris





## Liste des membres du corps enseignant

### Département **BPSA** Biologie, Pathologie et Sciences de l'Aliment

<b>Responsable : Hervé POULIQUEN – Adjoint : Emmanuel JAFFRES</b>		
Nutrition et Endocrinologie	Patrick NGUYEN* (Pr)	
Pharmacologie et Toxicologie	Jean-Claude DESFONTIS (Pr) Yassine MALLEM (Pr) Antoine ROSTANG (MCC)	Martine KAMMERER (Pr) Hervé POULIQUEN* (Pr)
Physiologie fonctionnelle, cellulaire et moléculaire	Jean-Marie BACH (Pr) Lionel MARTIGNAT (Pr)	Julie HERVÉ (MC) Grégoire MIGNOT (MC)
Histologie et anatomie pathologique	Jérôme ABADIE* (MC) Laetitia JAILLARDON* (MC)	Marie-Anne COLLE* (Pr) Frédérique NGUYEN* (MC)
Pathologie générale, microbiologie et immunologie	François MEURENS (Pr) Emmanuelle MOREAU (MC HDR)	Jean-Louis PELLERIN* (Pr) Hervé SEBBAG (MC)
Biochimie alimentaire industrielle	Clément CARANEO (MC) Laurent LE THUAUT (MC) Thierry SEROT (Pr)	Joëlle GRUA (MC) Carole PROST (Pr) Florence TEXIER (MC)
Microbiotech	Géraldine BOUE (MC) Emmanuel JAFFRES (MC) Hervé PREVOST (Pr) Bénédicte SORIN (IE)	Nabila HADDAD (MC) Mathilde MOSSER (MC) Raouf TAREB (MCC)

### Département **SAESP** Santé des Animaux d'Élevage et Santé Publique

<b>Responsable : Alain CHAUVIN – Adjoint : Raphaël GUATTEO</b>		
Hygiène et qualité des aliments	Jean-Michel CAPPELLIER* (Pr) Michel FEDERIGHI (Pr) Catherine MAGRAS* (Pr) Fanny RENOIS-MEURENS (MC)	Eric DROMIGNY (MC HDR) Bruno LE BIZEC (Pr) Marie-France PILET (Pr)
Médecine des animaux d'élevage	Sébastien ASSIÉ* (MC) Isabelle BREYTON (MC) Raphaël GUATTEO* (Pr) Mily LEBLANC MARIDOR (MC)	Catherine BELLOC (Pr) Christophe CHARTIER* (Pr) Anne RELUN (MCC) Alain DOUART* (MC)
Parasitologie, aquaculture, faune sauvage	Albert AGOULON (MC) Ségolène CALVEZ (MC) Nadine RAVINET (MC)	Suzanne BASTIAN (MC) Alain CHAUVIN* (Pr)
Maladies réglementées, zoonoses et réglementation sanitaire	Carole PEROZ (MC) Nathalie RUVOEN* (Pr)	
Élevage, nutrition et santé des animaux domestiques	Nathalie BAREILLES* (Pr) Christine FOURICHON* (Pr HDR) Henri DUMON* (Pr) Nora NAVARRO-GONZALEZ (MCC)	François BEAUDEAU* (Pr) Aurélien MADOUASSE (MC) Lucile MARTIN (Pr)

## Département DCS Sciences Cliniques

<b>Responsable : Catherine IBISCH – Adjoint : Olivier GAUTHIER</b>		
Anatomie comparée	Eric BETTI (MC) Margarida RIBEIRO DA SILVA NEUNLIST (MCC)	Claude GUINTARD (MC)
Pathologie chirurgicale et anesthésiologie	Eric AGUADO (MC HDR) Eric GOYENVALLE (MC HDR) Gwénola TOUZOT-JOURDE* (MC)	Olivier GAUTHIER (Pr) Caroline TESSIER* (MC)
Dermatologie, parasitologie des carnivores et des équidés, mycologie	Patrick BOURDEAU* (Pr) Emmanuel BENSIGNOR (Pr Ass)	
Médecine interne, imagerie médicale et législation professionnelle vétérinaire	Nora BOUHSINA (MCC) Anne COUROUCE* (Pr) Amandine DRUT* (MC) Marion FUSELLIER-TESSON (MC) Françoise ROUX* (Pr)	Nicolas CHOUIN (MC) Jack-Yves DESCHAMPS (Pr) Catherine IBISCH (MC) Odile SÉNÉCAT (MC)
Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Djemil BENCHARIF (MC HDR) Jean-François BRUYAS* (Pr)	Lamia BRIAND (MC HDR) Francis FIENI* (Pr)

## Département GPA Génie des Procédés Alimentaires

<b>Responsable : Olivier ROUAUD – Adjoint : Sébastien CURET-PLOQUIN</b>	
Lionel BOILLEREAUX (Pr) Marie DE LAMBALLERIE (Pr) Francine JURY (MC) Alain LEBAIL (Pr) Jean-Yves MONTEAU (MC HDR) Laurence POTTIER (MC) Cyril (MC)	Sébastien CURET PLOQUIN (MC) Dominique DELLA VALLE (MC HDR) Michel HAVET (Pr) Émilie KORBEL (MC) Catherine LOISEL (MC) Olivier ROUAUD (Pr) Eve-Anne NORWOOD (MCC)

## Département MSC Management, Statistiques et Communication

<b>Responsable : Michel SEMENOU – Adjointe : Pascal BARILLOT</b>		
Mathématiques, Statistiques, Informatique	Véronique CARIOU (MC) El Mostafa QANNARI (Pr) Chantal THORIN (Pr Ag.)	Philippe COURCOUX (MC) Michel SEMENOU (MC) Evelyne VIGNEAU (Pr)
Économie, gestion	Pascal BARILLOT (MC) Florence BEAUGRAND (MC) Sonia EL MAHJOUB (MC) Samira ROUSSELIERE (MC)	Ibrahima BARRY (MCC) Sibylle DUCHAINE (MC) Jean-Marc FERRANDI (Pr)
Langues et communication	Marc BRIDOU (PLPA) Shaun MEEHAN (Ens. cont.) Ian NICHOLSON (Ens. cont.)	David GUYLER (Ens. cont.) Linda MORRIS (PCEA)

### Guide de lecture des tableaux :

Pr : Professeur

Pr. Ag : Professeur agrégé

MC : Maître de Conférences

MCC : Maître de Conférences Contractuel

PLPA : Professeur Lycée Professionnel Agricole

PCEA : Professeur Certifié Enseignements Agricole

IE : Ingénieur d'Études

IAE : Ingénieur de l'Agriculture et de l'Environnement

Ens. cont. : Enseignant contractuel

HDR : Habilité à Diriger des Recherches

\* Vétérinaire spécialiste d'une spécialité européenne, américaine ou française

La reproduction d'extraits de cette thèse est autorisée avec mention de la source. Toute reproduction partielle doit être fidèle au texte utilisé. Cette thèse devra donc être citée en incluant les éléments bibliographiques suivants :

- **NOM et prénom de l'auteur** : CARVALHO GONÇALVES Nina
- **Année de soutenance** : 2020
- **Titre de la thèse** : Contribution à l'amélioration de la qualité de la cire en élevage apicole : rôle du vétérinaire conseil en apiculture
- **Intitulé du diplôme** : Thèse de doctorat vétérinaire
- **Université de soutenance** : Faculté de Médecine de Nantes
- **École de soutenance** : Oniris - École Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique
- **Nombre de pages** : 124





## **Remerciements**

**A Monsieur Patrick Lustenberger,**  
**Professeur émérite à l'Université de Nantes,**  
Qui me fait l'honneur de présider le jury de cette thèse :  
mes hommages les plus respectueux.

**A Madame Isabelle Breyton,**  
**Maître de conférence à l'Ecole Nationale, Vétérinaire**  
**Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique – Oniris**  
Qui m'a permis de réaliser ce travail de thèse au sujet des abeilles  
et qui m'a soutenue dans mon projet de DIE :  
toute ma gratitude pour votre gentillesse et  
votre investissement depuis les débuts

**A Monsieur Hervé Pouliquen**  
**Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire Agroalimentaire**  
**Et de l'Alimentation Nantes Atlantique – Oniris**  
Pour avoir accepté d'évaluer ce travail  
de thèse et pour votre bienveillance :  
mes remerciements les plus sincères

**A tous les vétérinaires et apiculteurs qui**  
**ont pris le temps de répondre à mes questions**  
**et qui ont rendus ce travail possible**

## **A ma famille**

À Papa et Maman pour votre amour inconditionnel. Vous, qui depuis toujours m'avez soutenu dans mon projet, vous m'avez toujours dit que si je travaillais dur, je pourrai faire ce que je veux, c'est grâce à vous que je suis aujourd'hui vétérinaire. Merci d'avoir toujours été fiers de moi, même dans les moments difficiles.

À Lola, même si on ne s'est pas toujours entendues, on a quand même toujours été là l'une pour l'autre. La vie n'aurait pas la même saveur sans toi et ton extravagance. Merci et bravo à Lyes de la supporter pour nous.

À Marie, à Angelo, à Raphaël, à William et à Albane pour toujours m'accueillir à bras ouverts, pour toutes vos attentions et vos petits colis durant ces longues et dures années d'études. C'est maintenant à mon tour d'être là pour vous et vos animaux.

À Christine, à Alex, à Rodrigue, à Apolline pour avoir partagé tellement de choses avec moi au cours des années. Vous m'avez apporté tellement et m'apportez encore énormément. À Jeanne et à Vincent, parce que ça fait maintenant quelques années que vous faites partie de la famille et je ne l'imagine plus sans vous.

À Frédéric, pour ta compagnie pas toujours très optimiste et ton sens de l'humour particulier mais tu étais souvent à nos côtés. Tu as toujours eu un gout prononcé pour la science et c'est agréable de savoir que tu t'intéresses toujours à ce que je fais

À Papy et Mamy, pour avoir toujours été là depuis toute petite, pour toutes ces vacances, ces mercredis après-midi et pour toujours être présents pour moi.

À Papy et Mamy Tita, obrigada para todos os verões na vossa casa quando estivemos meninas, eu tenho a paixão pelos animais graças a vocês.

## **A mes amis**

À Audrey, pour toutes ces sorties cinéma, ces soirées Game of Thrones – Tisane – Génépi, ces journées entières passées à Ikea et au Vapiano. Ton amitié est comme un bon chocolat : réconfortant, doux, sucré et on n'en a jamais assez. Je ne t'oublie pas Chonchon, promis tu pourras venir voir Matcha quand tu voudras.

À Clémence, on a partagé 5 années pleines d'amitié, de surprises, de bonnes bouffes et de grandes discussions sur le sens de la vie. Cette dernière année à tes cotés est passée beaucoup trop vite tant elle était agréable. Merci aussi à Audrey pour tous tes conseils sages et avisés.

À Morgane, pour les heures passées à discuter de tout et de rien sans voir le temps passer et pour toutes les fois où on a été surprises par la nuit.

À Diana et à Anita, vous resterez pour toujours mes sargasses préférées. Même si on a un peu oublié de dormir, je n'aurais pas pu trouver meilleurs compagnons de voyages et de mojitos.

À Xavier, pour ta générosité, ces soirées souvent trop arrosées et ces si nombreuses partances en pleine journée. Les départs et les au revoir sont compliqués, mais tu auras toujours un endroit où crecher dans mes belles Ardennes.

À Yann et à Philippe, pour avoir été mes premiers repères en LA. Vous avez toujours été disponibles quand j'en ai eu besoin, vos ronchonneries, votre bonne humeur et votre épicurisme me manquent déjà.

Aux Docteurs Willand et Ledoux, à Élise, Anaïs, Charlène, Sandra et Julie parce que vous êtes les meilleures collègues qu'on puisse avoir. Vous embellissez mes journées au quotidien et me donnez envie de me lever le matin.

À Flo, No et Yo, pour avoir supporté la casse-pied aux abeilles et survécu à mon karma en carton. Malgré cette année écourtée votre compagnie et nos pauses café vont me manquer.

À Typhaine, Marie-Anne, Marine, Nina et Fanny, les petits chiots labradors, vous avez réussi à me faire apprécier l'équine et le CHUV, ça tient de l'exploit. Paix à l'âme d'Hannibal, notre planque préférée, heureusement, le banc lui est encore de ce monde.

À Rémy, pour avoir retapé à peu près toutes mes articulations sans presque jamais avoir jugé ma fragilité.

À Waly, pour avoir été le meilleur binôme possible pendant deux longues années, pour ces soirées aux Mines et pour ces dimanches à manger de la tarte. Je sais que tu vis ta meilleure vie au Japon, tu le mérites. Merci aussi à Firmin, à Léna, à Enzo, à Floriane, à Iman et à Carine parce que vous êtes les meilleurs, continuer à suivre vos rêves.

À tous les co-parrains HIB, Greg, Chachou, Riri, Pichou, Léna, Léo, Solveig et tous les autres, à mes poulots et à mes parrains.

Aux volontaires de PPI et à tous les membres de Vet'Oniris sans Frontières de la mission Mexique 2019.

À ma Sab, tu as rendu le lycée bien plus beau et agréable, je ne t'en remercierai jamais assez.

À Monsieur Roubertou-Feillel, même si ce n'est pas médecine, c'est déjà pas mal. Vous m'avez fait aimer la philosophie, ce n'était pas gagné mais ça m'a beaucoup aidé.



# Table des matières

<b>Table des annexes.....</b>	<b>15</b>
<b>Table des figures .....</b>	<b>16</b>
<b>Table des tableaux.....</b>	<b>18</b>
<b>Table des abréviations.....</b>	<b>19</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>21</b>
<b>Partie 1 : La cire dans la colonie d'abeilles domestiques .....</b>	<b>23</b>
<b>1. Apis mellifera : l'abeille domestique.....</b>	<b>23</b>
a. Sa place dans la systématique .....	23
b. Apis mellifera : une espèce eusociale.....	24
i. Les différentes castes.....	24
ii. L'habitat d'Apis mellifera .....	25
iii. Déterminisme des individus.....	26
iv. Développement des individus .....	26
v. Un super-organisme.....	27
c. Le cycle annuel des colonies .....	27
i. Phase hivernale.....	27
ii. Phase prévernale.....	27
iii. Phase vernale.....	28
iv. Phase estivale.....	28
v. Phase estivo-automnale.....	28
d. Les productions de la ruche .....	29
i. Le miel .....	29
ii. La cire.....	30
iii. La propolis.....	31
iv. Le pollen .....	31
v. Le venin.....	31
vi. La gelée royale.....	31
e. Les sous-espèces d'Apis mellifera .....	31
f. Les autres espèces d'abeilles domestiques .....	33
i. Apis cerana.....	33
ii. Apis dorsata.....	34
iii. Apis florea.....	34
<b>2. La cire d'Apis mellifera.....</b>	<b>35</b>
a. Composition.....	35
b. Propriétés de la cire.....	36
i. Effets de la température.....	36
ii. Stabilité dans le temps.....	36
iii. Masse volumique.....	37
iv. Solubilité.....	37
v. Autres propriétés physiques de la cire.....	37
c. Types de cire.....	38
i. Cire vierge.....	38
ii. Cire de corps.....	38
iii. Cire de hausse.....	38
iv. Cire d'opercule.....	39

v. Cire gaufrée.....	39
vi. Cire de jambage.....	40
d. Architecture des rayons.....	41
i. Géométrie des cellules.....	41
ii. Spécificités de la cellule de reine.....	43
iii. Le rayon.....	44
<b>3. La production de cire par <i>Apis mellifera</i> .....</b>	<b>45</b>
a. Physiologie de la production.....	45
i. Les glandes cirières.....	45
ii. La récolte des écailles de cire .....	46
iii. Les abeilles architectes.....	47
iv. La grappe cirière.....	47
v. Variations interspécifiques des cires d'abeilles.....	48
vi. Le rôle de la reine dans la production cirière .....	48
vii. Le rôle des mâles.....	49
b. Besoins énergétiques nécessaires.....	49
c. Quantité de cire produite .....	50
d. Impact de la génétique.....	50
e. Période de production.....	51
f. Facteurs influençant la production de cire .....	51
i. Manque de place .....	51
ii. Augmentation de l'apport en nectar.....	51
iii. Espace vide.....	52
<b>4. Rôle de la cire.....</b>	<b>52</b>
a. Stockage .....	52
b. Hébergement du couvain .....	53
c. Communication .....	53
d. Immunité .....	54

## **PARTIE 2 : La cire dans la filière apicole..... 55**

<b>1. La filière de la cire .....</b>	<b>55</b>
a. Les apiculteurs : acteurs centraux de la cire.....	55
i. L'apiculteur.....	55
ii. Rôles dans la filière de la cire .....	55
iii. Enquête sur les pratiques apicoles liées à la cire .....	55
b. Les ciriers : la transformation .....	58
i. Le cirier.....	58
ii. La place du cirier auprès de l'apiculteur.....	58
iii. Fonctionnement d'un cirier .....	59
c. Les utilisations de la cire d'abeille .....	63
i. Utilisation en apiculture .....	63
ii. Utilisation pharmaceutique.....	63
iii. Utilisation alimentaire.....	63
iv. Utilisation cosmétique.....	63
v. Autres utilisations.....	64
<b>2. Le marché de la cire .....</b>	<b>64</b>
a. Production et besoins en France .....	64
b. Les importations et exportations de cire en Europe.....	64
c. Types de cire et variation des prix du marché.....	65
<b>3. Normes actuelles en apiculture sur la cire .....</b>	<b>66</b>
a. Définition législative de la cire.....	66

b. Les textes de lois sur les cires.....	66
c. Les contraintes en apiculture biologique .....	67
d. Les traitements autorisés en apiculture .....	67
i. Apiculture conventionnelle.....	67
ii. Apiculture biologique.....	68
iii. Traitements historiquement autorisés.....	68
e. Les contrôles de la BNEVP.....	68
i. Présentation de la BNEVP.....	68
ii. Constats au niveau des importations .....	69
iii. Constats au niveau de la production française.....	69
<b>4. Les problèmes de qualité de cires rencontrés.....</b>	<b>71</b>
a. Adultérations à l'importation .....	71
b. Résidus.....	72
i. Traitements autorisés en apiculture.....	72
ii. Traitements non autorisés en apiculture.....	74
iii. Résidus liés aux pratiques apicoles.....	74
iv. Résidus liés à l'environnement.....	75
c. Contraintes pour les analyses.....	76
i. Choix et recherche du laboratoire.....	76
ii. Prix et choix des analyses.....	76
iii. Temps d'analyse.....	76
<b>5. Conséquences de la mauvaise qualité des cires .....</b>	<b>76</b>
a. Sur la reine.....	76
b. Sur le couvain.....	77
c. Sur les abeilles adultes.....	77
d. Sur les mâles.....	78
e. Sur les pratiques apicoles .....	78
f. Sur la santé publique .....	79

**Partie 3 : Améliorer la qualité de la cire : le vétérinaire apicole..... 81**

<b>1. Le vétérinaire apicole en France .....</b>	<b>81</b>
a. Présentation du vétérinaire apicole.....	81
i. Historique de la place du vétérinaire apicole dans la filière.....	81
ii. Cursus et groupes de travail.....	81
b. Rôle et missions.....	81
i. Examiner, diagnostiquer, soigner, prévenir.....	81
ii. Audit sanitaire apicole.....	82
iii. Épidémiosurveillance .....	82
iv. Le vétérinaire apicole et la santé publique.....	83
v. Les missions de l'État.....	83
c. Répartition .....	83
<b>2. Enquête auprès des vétérinaires apicoles.....</b>	<b>85</b>
a. Méthodologie de l'étude.....	85
i. But et principe de l'enquête.....	85
ii. Population cible.....	85
iii. Questionnaire .....	85
iv. Organisation temporelle.....	86
v. Réponses reçues.....	86
b. Présentation des vétérinaires de l'enquête.....	86
i. Sexe .....	86
ii. Activité .....	87
iii. Diplôme du DIE apiculture – pathologie apicole.....	87

iv. Possession de ruches.....	88
v. Répartition géographique.....	89
c. Le ressenti des vétérinaires apicoles .....	89
i. La place du vétérinaire apicole dans la filière.....	89
ii. La légitimité des vétérinaires apicoles dans la filière.....	90
iii. Acceptation du vétérinaire par les différents acteurs de la filière .....	90
d. Le point de vue des vétérinaires apicoles sur la filière de la cire.....	91
i. La traçabilité de la cire en France.....	91
ii. Avis des vétérinaires sur les bonnes pratiques recommandées par l'ITSAP.....	91
iii. Contraintes du gaufrage en exploitation.....	91
iv. Les vétérinaires apicoles et les problèmes de qualité des cires.....	92
v. Rôle du vétérinaire dans la filière de la cire aujourd'hui.....	92
vi. Pistes d'améliorations du rôle du vétérinaire dans la filière de la cire.....	92
e. La cire et les vétérinaires sur le terrain .....	93
i. Renouvellement des cires.....	93
ii. Sollicitation des vétérinaires pour les problèmes de cire.....	93
iii. Les problèmes de cire en apiculture biologique.....	93
<b>3. Le rôle des vétérinaires en apiculture à l'étranger .....</b>	<b>94</b>
a. Dans l'Union Européenne.....	94
b. En Amérique du nord .....	94
<b>Conclusion.....</b>	<b>97</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>99</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>107</b>



## **Table des annexes**

Annexe 1 : Questionnaire apiculteurs .....	107
Annexe 2 : Répartition des réponses reçues au questionnaire à l'attention des apiculteurs en fonction de leur type d'apiculture et de la région d'activité .....	111
Annexe 3 : Liste des médicaments autorisés en apiculture d'après l'ANSES [76] .....	112
Annexe 4 : Prix des cires chez certains ciriers en 2020 .....	113
Annexe 5 : Liste des vétérinaires diplômés du DIE apiculture - pathologie apicole en 2019 [114] .....	115
Annexe 6 : Liste des vétérinaires mandatés en apiculture en 2020 [115] .....	117
Annexe 7 : Questionnaire envoyé aux vétérinaires apicoles .....	122

## Table des figures

Figure 1 : Place d' <i>Apis mellifera</i> dans la systématique des insectes .....	23
Figure 2 : Photographies d'une ouvrière, de la reine et d'un mâle d' <i>Apis mellifera</i> [4].....	24
Figure 3 : Dissection d'un abdomen de reine d'après Jean-Prost [3].....	24
Figure 4 : Organes reproducteurs d'un mâle d'après Jean-Prost [3].....	25
Figure 5 : Anatomie de l'ouvrière d'après Jean-Prost [3] .....	25
Figure 6 : Cadre de couvain avec réserves de pollen et de miel [7] .....	26
Figure 7 : Étapes du développement du couvain d'après Winston [5].....	26
Figure 8 : Temps de développement des individus de la ruche.....	27
Figure 9 : Cycle annuel des colonies d'après Guerriat [2].....	29
Figure 10 : Cérificateur solaire d'après Paterson [15] .....	30
Figure 11 : Répartition géographique des races d' <i>Apis mellifera</i> d'après Ruttner [21].....	32
Figure 12 : Photographies d' <i>Apis dorsata</i> , d' <i>Apis cerana</i> et d' <i>Apis florea</i> , Tan [23].....	33
Figure 13 : Ouvrière <i>Apis cerana</i> d'après Ruttner [24] .....	33
Figure 14 : Chasseur de miel récoltant le miel d' <i>Apis dorsata</i> , Andrew Newey [25] .....	34
Figure 15 : Ouvrière d' <i>Apis dorsata</i> d'après Ruttner [24].....	34
Figure 16 : Colonie d' <i>Apis florea</i> d'après Suwannapong [26].....	35
Figure 17 : Ouvrière d' <i>Apis florea</i> d'après Ruttner [24] .....	35
Figure 18 : Ruche de type Dadant d'après Clément [14].....	38
Figure 19 : Corps de ruche surmonté d'une grille à reine [40] .....	39
Figure 20 : Désoperculation d'un rayon de hausse [9] .....	39
Figure 21 : Bande de couvain mâle pour lutter contre <i>Varroa destructor</i> [44].....	40
Figure 22 : Cadre de ruche avec cire de jambage [45].....	41
Figure 23 : Ouverture des cellules d'après Fourrey [48] .....	41
Figure 24 : Cellule après plusieurs saisons d'utilisation d'après Jean-Prost [3].....	42
Figure 25 : Cellule d'abeille en trois dimensions d'après Fourrey [48] .....	42
Figure 26 : Disposition du fond des cellules d'après Fourrey [48].....	43
Figure 27 : Différents types de cellules de reine d'après Chauvin [47].....	43
Figure 28 : Cellules de supersédure [7] .....	44
Figure 29 : Cellules d'essaimage [7] .....	44
Figure 30 : Rayon en coupe longitudinale d'après Winston [5].....	44
Figure 31 : Rayon avec les trois types de cellules d'après Jean-Prost [3] .....	45
Figure 32 : Thorax et abdomen d' <i>Apis mellifera</i> d'après Clément [14] .....	45
Figure 33 : Structure d'une glande cirière d' <i>Apis mellifera</i> d'après Hepburn [30].....	46
Figure 34 : Ouvrière avec des écailles de cire sur l'abdomen [9].....	47
Figure 35 : Activités des ouvrières d' <i>Apis mellifera</i> en fonction de leur âge .....	47
Figure 36 : Chaîne cirière [7] .....	48
Figure 37 : Production de cire en fonction de l'âge des cirières d'après Hepburn [30].....	50
Figure 38 : Production cirière en fonction du temps et de la diversité génétique d'après Mattila [56] .....	51
Figure 39 : Construction anarchique sur un cadre [59].....	52
Figure 40 : Danse en huit d'après Guerriat [2].....	53
Figure 41 : Danse en cercle et danse en huit d'après Von Frisch [60].....	54
Figure 42 : Temps de rotation des cires de corps et de hausse.....	56

Figure 43 : Valorisation des cires d'opercules.....	57
Figure 44 : Valorisation des cires de hausse .....	57
Figure 45 : Valorisation des cires de corps.....	58
Figure 46 : Importance des achats de cire auprès de ciriers en fonction du type d'apiculteur.....	59
Figure 47 : Traçabilité des cires de cirier selon les apiculteurs.....	59
Figure 48 : Chaudière à cire.....	60
Figure 49 : Chaudière à cire en fonctionnement .....	60
Figure 50 : Pain de cire avec une partie des impuretés concentrées à sa base .....	60
Figure 51 : Cuve de fonte contenant de la cire fondue .....	61
Figure 52 : Laminage .....	62
Figure 53 : Gaufrage .....	62
Figure 54 : Découpage des feuilles de cire gaufrée .....	62
Figure 55 : Lanière d'amitrase pour ruche [77] .....	67
Figure 56 : Dispersion d'acide oxalique pour ruche [77].....	68
Figure 57 : Containeurs de cire d'importation [81].....	69
Figure 58 : <i>Rhus verniciflua</i> [82].....	71
Figure 59 : Influence d'un ajout de stéarine ou de palmitine à la cire d'abeille sur la mortalité des larves d'abeilles élevées sur des rayons constitués de ce mélange d'après Reybroeck [96] .....	77
Figure 60 : Cadre déformé à cause d'une mauvaise qualité de cire [98].....	79
Figure 61 : Flyer OMAA Bretagne [101] .....	82
Figure 62 : Répartition des vétérinaires mandatés en apiculture en 2020.....	84
Figure 63 : Répartition des apiculteurs en fonction de s'ils possèdent ou non un vétérinaire apicole conseil pour leurs ruches .....	85
Figure 64 : Répartition des sexes des répondants à l'enquête .....	87
Figure 65 : Proportion des répondants ayant obtenu le DIE apiculture - pathologie apicole....	88
Figure 66 : Répartition géographique des répondants .....	89
Figure 67 : Feuille de polymère en construction par les abeilles [104].....	95

## **Table des tableaux**

Tableau I : Taille des individus de différentes espèces d' <i>Apis</i> d'après Wilson-Rich [11] .....	33
Tableau II : Composition de la cire d' <i>Apis mellifera</i> d'après Garnier [31].....	36
Tableau III : Propriétés physiques de la cire d' <i>Apis mellifera</i> d'après Warth [28].....	37
Tableau IV : Nombre d'apiculteurs en France et répartition des ruches en 2018 d'après FranceAgrimer [64].....	55
Tableau V : Valorisation des différents types de cire.....	56
Tableau VI : Utilisation de la cire d'abeille en cosmétique d'après Bogdanov [39] .....	64
Tableau VII : Importations de cire en UE en 2018, d'après Bruneau [12].....	65
Tableau VIII : Prix moyens des différents types de cire chez les ciriers en France.....	66
Tableau IX : Aperçu des interactions entre substances actives sur la santé des abeilles démontrées dans la littérature scientifique [90] .....	78
Tableau X : Activité professionnelle des répondants.....	87
Tableau XI : Raisons ayant poussées les répondants à suivre la formation du DIE apiculture - pathologie apicole .....	88

## **Table des abréviations**

**ACM** : American Chemical Society

**ADA** : Association de Développement de l'Apiculture

**AMM** : Autorisation de Mise sur le Marché

**ANSES** : Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail

**ASAQ** : Amélioration de la Santé Animale au Québec

**BNEVP** : Brigade Nationale d'Enquête Vétérinaire et Phytosanitaire

**CAS** : Chemical Abstracts Service

**DGAL** : Direction Générale de l'Alimentation

**DIE** : Diplôme Inter-École

**DMA** : 2,4-dimethylaniline (produit de dégradation de l'amitraz)

**DMPF** : 2,4-dimethylphenylformamide (produit de dégradation de l'amitraz)

**DMPMF** : N-(2,4-diméthylphényl)-N'-methyl-formamidine (produit de dégradation de l'amitraz)

**ECHA** : European Chemicals Agency – Agence européenne des produits chimiques

**EFSA** : European Food Safety Authority – Autorité européenne de sécurité des aliments

**ESA** : Épidémiosurveillance en Santé Animale

**FNOSAD** : Fédération Nationale des Organisations Sanitaires Apicoles Départementales

**FVE** : Fédération des Vétérinaires d'Europe

**GDS** : Groupement de défense sanitaire

**ITSAP** : Institut Technique et Scientifique de l'Abeille et de la Pollinisation

**ISPV** : Inspecteur de la Santé Publique Vétérinaire

**LMR** : Limite Maximale de Résidus

**MAPAQ** : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

**MSA** : Mutualité Sociale Agricole

**OGM** : Organisme Génétiquement Modifié

**OMAA** : Observatoire des Mortalités et des Affaiblissements des Abeilles

**PSE** : Plan Sanitaire d'Élevage

**QCM** : Question à Choix Multiple

**QMP** : Queen Mandibular Pheromone – Phéromone mandibulaire de la reine

**SNGTV** : Société Nationale des Groupements Techniques Vétérinaires

**TSA** : Technicien Sanitaire Apicole



## Introduction

Le miel est une ressource recherchée depuis l'Antiquité. L'abeille mellifère a donc été très tôt domestiquée. Cependant, elle tient une place particulière parmi les animaux d'élevage du fait qu'elle ait gardée son instinct sauvage. L'intervention de l'Homme a été dans un premier temps de lui fournir un logement, une ruche artificielle, afin de faciliter la récolte du miel.

Aujourd'hui l'apiculture est devenue bien plus technique avec un suivi des colonies tout au long de l'année. Au même titre que les autres élevages, l'apiculture nécessite des intrants afin de produire. L'un des principaux intrants est la cire, c'est cette dernière qui va nous intéresser pour la suite de notre étude.

La cire est l'habitat des abeilles. Dans la ruche, elles construisent des rayons formés d'alvéoles en cire dans lesquels elles réalisent l'élevage des jeunes et elles stockent leur alimentation. Cependant, la cire est au cœur depuis quelques années de questionnements quant aux conséquences sanitaires qu'elle puisse avoir lorsque sa qualité n'est pas optimale. De nombreux pays ont constaté des mortalités accrues de colonies pour lesquelles la mauvaise qualité des cires à bâtir qui avaient été fournies aux abeilles a été mise en cause.

La nature lipide de la cire la rend très sujette à l'accumulation de différentes molécules qui peuvent parfois être préjudiciables aux abeilles. Il est impossible d'imposer aux abeilles les parcelles ou plantes à butiner, or l'utilisation de pesticides et de produits phytosanitaires est aujourd'hui très répandue en agriculture. Il semble alors inévitable que les butineuses ramènent ces molécules dans la ruche, où elles vont alors s'accumuler dans les cires.

La cire est à la fois un intrant et une production de l'élevage apicole. Elle est produite par les abeilles, est ensuite récoltée par les apiculteurs, refondu par les apiculteurs eux-mêmes ou des ciriers et est enfin réinjectée dans les ruches.

Le vétérinaire a un rôle à jouer en apiculture au même titre que dans les autres filières de l'élevage. Cependant, cette profession ne s'est intéressée à l'apiculture que très récemment, ce qui peut rendre son rôle ainsi que son acceptation par les professionnels compliquée.

**C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail de thèse pour l'obtention du grade de Docteur vétérinaire. L'objectif étant de définir le rôle du vétérinaire apicole dans la filière de la cire ainsi que de formuler des propositions qui permettraient aux vétérinaires apicoles de lutter contre les problèmes de qualité des cires apicoles et de l'améliorer.**

La première partie portera sur des éléments bibliographiques sur l'abeille mellifère *Apis mellifera* ainsi que sur la cire depuis sa production jusqu'à son utilisation dans la ruche. La deuxième partie abordera la filière de la cire, ses acteurs, son marché, ainsi qu'à la législation actuelle en termes de cire et aux problèmes de qualité rencontrés aujourd'hui. Enfin, la troisième partie s'intéressera au vétérinaire apicole et à son rôle dans la filière de la cire notamment grâce à une enquête qui a été menée auprès de ces derniers afin de recueillir leurs impressions sur la filière de la cire et leurs suggestions quant à des réformes qui permettraient d'en améliorer la qualité.





# Partie 1 : La cire dans la colonie d'abeilles domestiques

## 1. *Apis mellifera* : l'abeille domestique

### a. Sa place dans la systématique

*Apis mellifera* est un animal invertébré de l'embranchement des arthropodes. Les arthropodes possèdent des organes locomoteurs articulés et les masses centrales de leur système nerveux se composent d'un anneau autour de l'œsophage et d'une chaîne ganglionnaire ventrale partant de cet anneau. [1]

Elles appartiennent à la classe des insectes [2]. En effet, elles possèdent un corps articulé et 6 pattes. [1]

L'abeille mellifère fait partie de l'ordre des hyménoptères : elle a une métamorphose complète, quatre ailes membraneuses et des mandibules faites pour broyer ainsi que d'autres pièces buccales faites pour lécher et aspirer les liquides. [2]

Elles appartiennent au sous-ordre des apocrites anucléates, ces animaux présentent un thorax et un abdomen séparés par un pédoncule et les femelles ont un aiguillon. [2]

Les abeilles qui se nourrissent de nectar et de pollen, qu'elles soient solitaires ou sociales, appartiennent à la super-famille des apoidea. [2] Les apoidea sont constitués de plusieurs familles, celle de l'abeille mellifère est la famille des apidae, leur particularité est qu'ils sont sociaux et qu'ils ont une langue longue. [2]

Comme son nom latin l'indique, elle fait partie du genre *Apis*, qui regroupe les abeilles vivant en colonies permanentes et formant des essaims, et de l'espèce *mellifera*. [2]

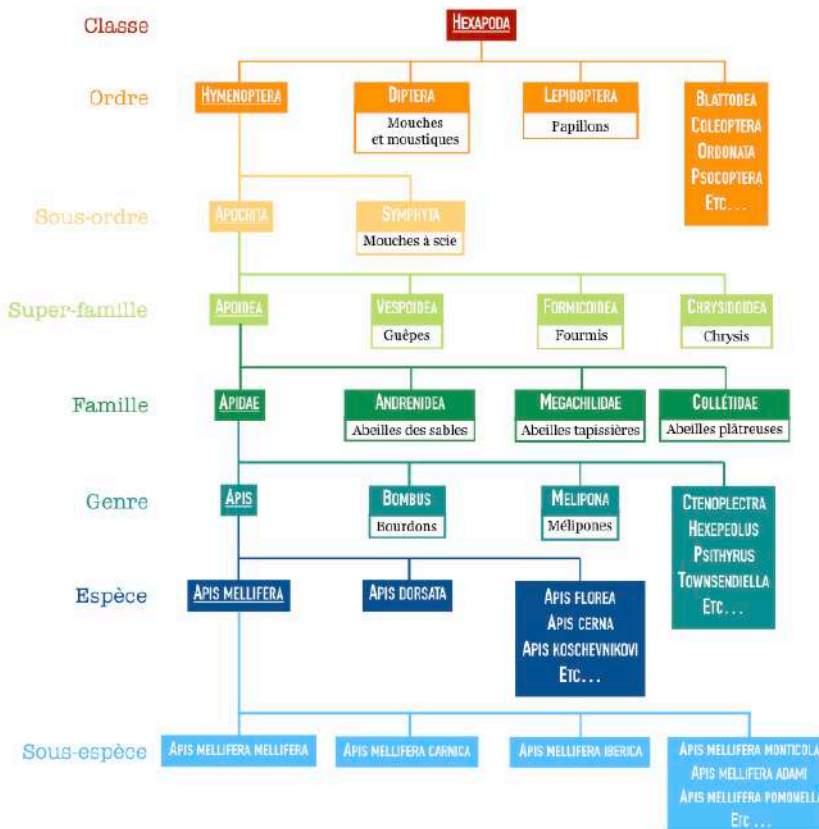


Figure 1 : Place d'*Apis mellifera* dans la systématique des insectes

Nina Carvalho Gonçalves

## b. *Apis mellifera* : une espèce eusociale

### i. Les différentes castes

L'eusocialité est le fait de vivre en communauté, dans une société où les individus sont répartis dans différentes castes. [1] Les abeilles mellifères vivent en colonies pouvant aller de 20 000 à 50 000 individus. [3] Dans la colonie d'*Apis mellifera*, il existe trois castes distinctes : la reine, les ouvrières et les mâles.



Figure 2 : Photographies d'une ouvrière, de la reine et d'un mâle d'*Apis mellifera* [4]

La **Reine** est la mère de tous les individus de la ruche, son activité principale est la ponte. [3] Elle est la seule femelle fertile de la colonie. En plus de son rôle de reproduction, la reine régule beaucoup d'aspects de la vie de la colonie grâce à ses phéromones. La reine ne sort de la ruche que peu de fois dans sa vie. Au début de sa vie elle sort de la ruche pour réaliser son vol nuptial afin de remplir sa spermathèque et par la suite, elle peut également partir avec un essaim lorsque la colonie est forte et trop peuplée. Son anatomie est différente de celle des ouvrières. En effet, elle ne possède pas les organes nécessaires à la récolte de pollen ou de nectar, mais possède un appareil reproducteur très développé. Il n'y a en temps normal dans une ruche qu'une seule reine. [2] La longévité de la reine peut aller jusqu'à 5 ans. [5]

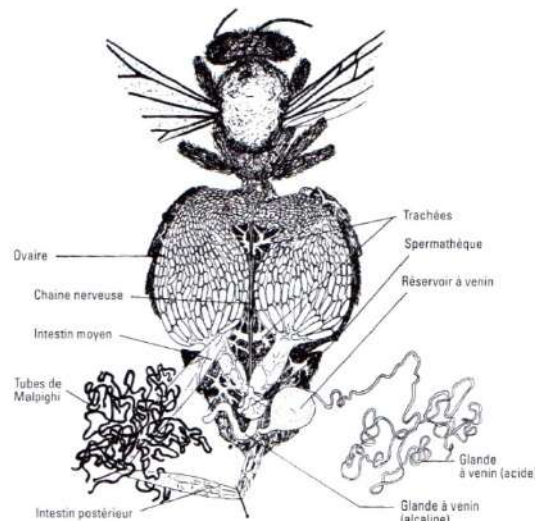


Figure 3 : Dissection d'un abdomen de reine d'après Jean-Prost [3]

Les **mâles** aussi appelés **faux-bourçons** naissent au printemps et sont éjectés par les ouvrières avant l'hiver. [3] Leur rôle est principalement lié à la reproduction, ils fécondent les reines vierges lors de leur vol nuptial. Dans la colonie, ils sont au nombre de quelques centaines à la belle saison, ils sont le plus nombreux au moment de l'essaimage. [2] Ils aident à la régulation thermique de la colonie. Les mâles, contrairement aux ouvrières et à la reine, sont des individus haploïdes. Les ouvrières ne sont pas fertiles, ce qui explique que lorsque les ouvrières se mettent à pondre, elles ne pondent que des mâles haploïdes, en résulte alors une colonie que

l'on dit bourdonneuse. [6] Une reine peut également ne pondre que des mâles, par exemple lorsqu'elle est âgée et que sa spermathèque est vide.

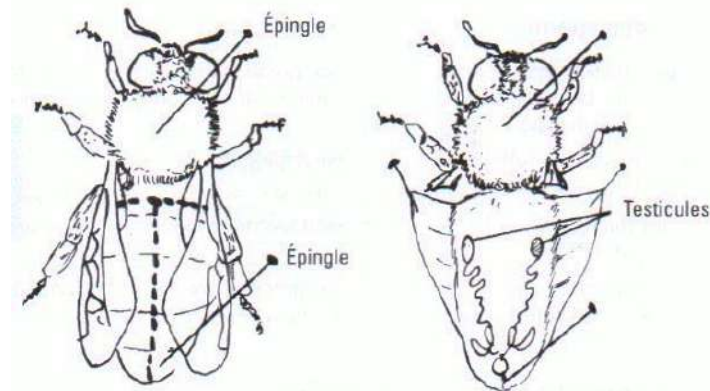


Figure 4 : Organes reproducteurs d'un mâle d'après Jean-Prost [3]

Les **ouvrières** sont les individus présents en plus grand nombre dans la ruche, elles représentent 95% des individus de la colonie, entre 30 000 et 50 000 individus. Elles se répartissent de nombreuses tâches : l'entretien de la ruche, le soin des larves, la protection de la colonie, la récolte de nourriture par exemple. Elles se répartissent ces différentes activités en fonction de leur âge (voir Partie 1 – 3 – a – ii). [3] La longévité de ces abeilles dépend de la saison, une ouvrière née en saison, une abeille d'été, ne vivra qu'environ 20 jours alors qu'une abeille d'hiver pourra vivre jusqu'à 6 mois. [2]

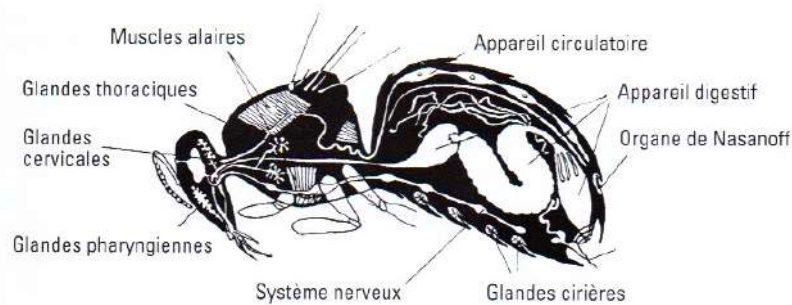


Figure 5 : Anatomie de l'ouvrière d'après Jean-Prost [3]

### ii. L'habitat d'*Apis mellifera*

Dans la nature, les colonies d'*Apis mellifera* construisent leurs rayons dans des cavités tels que des troncs d'arbres ou dans des roches. Elles se sont ensuite vite installées dans les constructions humaines telles que les cheminées par exemple. C'est alors qu'ont été créés les ruches pour abriter et élever les colonies. [2]

Les abeilles mellifères organisent leur ruche avec des rayons, composés de cellules, parallèles entre eux (voir Partie 1 – 2 – d). Les rayons sont organisés de sorte à ce qu'au centre de la ruche, on trouve une sphère de couvain, entourée d'abord de réserves de pollen puis de réserves de miel. Cette disposition diffère selon les sous-espèces d'*Apis mellifera*. Cette organisation permet de faciliter le travail des ouvrières pour plusieurs raisons : [5]

- La température du couvain est plus facile à maintenir ( $\approx 35^{\circ}\text{C}$ )

- Les butineuses ne sont pas en contact avec le couvain quand elles déposent leur récolte
- Les réserves pour nourrir le couvain sont proches de celui-ci



Figure 6 : Cadre de couvain avec réserves de pollen et de miel [7]

### *iii. Déterminisme des individus*

Le premier déterminisme des individus dépend de la reine. En effet, un œuf fécondé (donc diploïde) donnera une femelle alors qu'un œuf non fécondé (donc haploïde) donnera un mâle. Le choix de pondre un œuf fécondé ou non est lié à la taille de la cellule dans laquelle la reine pond. En effet, les cellules de mâles sont plus grandes que celles de femelles. Ce sont donc les ouvrières architectes qui déterminent quels individus la reine doit pondre, même si celle-ci peut choisir de pondre ou non dans la cellule. [2][6]

Par la suite, la différenciation entre ouvrière et reine se fait grâce à la nourriture donnée aux larves. En effet, elles sont toutes nourries avec de la gelée royale les deux premiers jours de leur développement, par la suite les femelles nourries par de la gelée d'ouvrières donneront des ouvrières et celles qui continuent d'être nourries avec de la gelée royale donneront des reines. [2]

### *iv. Développement des individus*

Tous les individus suivent le même schéma de développement composé de quatre grandes étapes : l'œuf, la larve, la nymphe puis l'adulte. Les deux premiers stades se font dans du couvain ouvert nourri par les nourrices, le troisième stade se fait dans du couvain fermé et le quatrième fait suite à la naissance de l'abeille. [5]

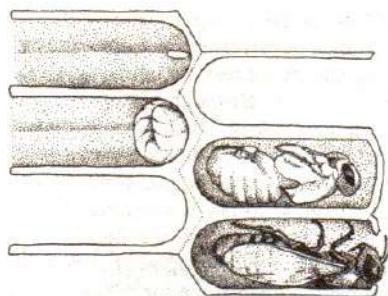


Figure 7 : Étapes du développement du couvain d'après Winston [5]

La durée du développement des divers individus est différente. Tous sont œufs pendant 3 jours. Puis les durées changent. La reine a le développement le plus rapide : 16 jours. Elle est larve pendant 6 jours et nymphe pendant 7 jours. Le mâle a quant à lui le développement le plus long : 24 jours. Il reste au stade de larve pendant 7 jours puis de nymphe pendant 14 jours. Entre les deux, on trouve l'ouvrière qui a un développement de 21 jours : 6 jours en tant que larve, puis 12 de nymphe. [2]



Figure 8 : Temps de développement des individus de la ruche

*Nina Carvalho Gonçalves*

#### v. Un super-organisme

On décrit la colonie d'*Apis mellifera* comme un super-organisme car elle est assimilable à un seul organisme pluricellulaire : une abeille seule meurt alors qu'en colonie elle survit. [6] De nombreuses activités sont réalisées par des groupes d'abeilles et non par des individus isolés : c'est le cas par exemple de la construction des rayons (voir Partie I – 3 – a – iii), de l'immunité ou de la thermorégulation. [2]

#### c. Le cycle annuel des colonies

Le cycle des colonies s'axe autour de cinq grandes phases liées au saison de l'environnement et des ressources qu'offre le milieu.

##### i. Phase hivernale

La phase hivernale correspond aux mois d'automne et d'hiver. Elle se caractérise par un repos complet de la colonie puis d'une reprise de ponte après le solstice d'hiver. [3] La population diminue énormément en nombre, elle survit grâce aux réserves de la colonie ou au nourrissage fourni par l'apiculteur. Les sorties sont très rares, elles se résument souvent à quelques vols de propreté, le milieu étant très pauvre, il n'y a pratiquement pas de butinage. [2] Pendant cette période, les abeilles qui restent dans la ruche sont en contact en permanence avec la cire des rayons qui forment leur habitat. Elles forment sur les rayons ce que l'on appelle communément « la grappe d'hiver » afin de garder une température leur permettant de survivre.

##### ii. Phase prévernale

Cette phase correspond aux mois de février, mars et avril. C'est une période qui peut être compliquée à gérer pour l'apiculteur. Elle correspond à une phase où les conditions météorologiques sont difficiles alors que les populations d'abeilles sont en augmentation. [3] Le milieu offre de nombreuses espèces végétales à butiner, cependant les pluies peuvent empêcher les butineuses de sortir. L'apiculteur doit être vigilant avec ses colonies car les

réserves sont souvent épuisées ou sur le point de l'être alors que le couvain et le nombre d'individus dans la ruche sont en expansion, il est souvent nécessaire de nourrir les colonies. [2]

### *iii. Phase vernale*

C'est la phase des mois de printemps. C'est la phase où on a la plus grande expansion des colonies. [3] Les conditions météorologiques sont favorables aux sorties, les abeilles produisent beaucoup, c'est la miellée de printemps. La ponte de la reine est à son maximum. L'augmentation de la production en miel comme en larve demande également une forte production de la part des abeilles architectes. L'augmentation importante de la population conduit souvent les colonies à produire des essaims. Une partie des abeilles ainsi que la reine quittent la ruche afin de former une nouvelle colonie. L'essaimage peut avoir un rôle sanitaire pour la colonie. C'est le cas lorsque la pression infectieuse est trop importante en *Varroa*. Les abeilles ne pouvant plus vivre correctement dans la ruche, elles décident de la quitter pour en créer une nouvelle plus saine. Cependant, un essaimage affaiblit généralement les colonies, les apiculteurs essaient de ne pas laisser toutes leurs colonies essaimer. [2]

### *iv. Phase estivale*

La phase estivale correspond aux mois d'été. C'est une période où la ponte de la reine diminue et où la proportion de butineuses augmente. [3] Une seconde miellée a lieu, la miellée d'été, du fait des conditions météorologiques et des ressources du milieu très favorables à condition qu'il n'y ait pas de sécheresse. Par exemple dans le sud de la France, cette période n'est pas favorable aux abeilles à cause des sécheresses qui sèchent les sources de nourriture des abeilles.

### *v. Phase estivo-automnale*

Elle correspond à la fin de l'été et au début de l'automne. C'est le moment de l'année où les abeilles préparent leur transition entre abeilles d'été et abeilles d'hiver. Les abeilles d'hiver contrairement aux abeilles d'été comportent des réserves sous forme de corps gras dans leur abdomen. C'est durant cette période que les abeilles constituent ces réserves. [3] La vivacité des abeilles diminue, les sorties des butineuses diminuent et la récolte sert principalement à stocker des réserves permettant à la colonie de passer l'hiver et d'élever le couvain de printemps. A cette période, on a une augmentation de la production de cire, notamment pour créer le stockage de nourriture pour passer l'hiver. Dans les régions où l'été est favorable, c'est à ce moment de la saison que les mâles sont exclus de la ruche. [2] Dans certaines régions, ils peuvent être expulsés plus tôt : par exemple sur l'île d'Ouessant, ils sont exclus aux environs du 15 juillet.

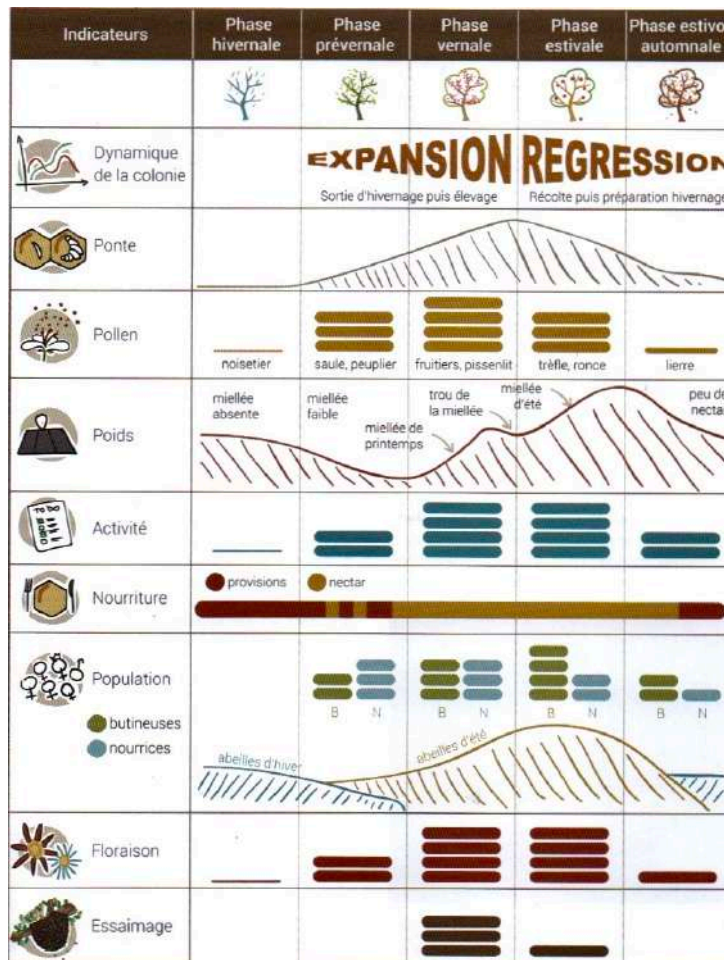


Figure 9 : Cycle annuel des colonies d'après Guerriat [2]

Il est important de mentionner que ce cycle peut être modifié en fonction de la localisation. En effet, Hubert Guerriat est belge, son cycle se base donc sur le climat de la Belgique. Par exemple, les sécheresses importantes connues dans tout le pays rendent la phase estivale plus calme à cause du manque de végétation. De la même façon, le réchauffement climatique a un grand impact sur les abeilles domestiques, la phase hivernale se réduit, les sorties se font de plus en plus tôt avec des hivers de plus en plus doux.

Ce climat tempéré pose également un problème pour la lutte contre *Varroa destructor*. Effectivement, l'arrêt de ponte de la reine en hiver fait en sorte qu'il n'y ait plus de couvain dans la ruche pendant cette période. Ainsi, si l'on applique un traitement anti-varroa à ce moment de la saison, on peut toucher tous les *Varroa* de la ruche qui sont alors phorétiques (sur les abeilles). Or, si la reine n'arrête pas de pondre de la saison, on a du couvain dans la ruche pendant toute la saison et ainsi une partie des *Varroa* seront toute l'année dans le couvain et donc même en hiver, une partie d'entre eux resteront inaccessibles aux traitements. [8]

#### d. Les productions de la ruche

##### i. Le miel

Le miel est la substance sucrée produite par les abeilles grâce au nectar des fleurs qu'elles butinent. C'est cette production qui est à l'origine de la domestication de l'abeille et qui lui a donné son nom d'espèce. [9] En latin, *mellifica* – ancien nom d'*Apis mellifera* – signifie « qui

relève de la production de miel ». [10] Pour la récolte, elle peut se faire par gravité après avoir désoperculé les rayons pour les miels liquides, par écrasement des cadres ou grâce à des extracteurs à miel. [11] Aujourd'hui, il existe de nombreux problèmes d'adultération des miels, à titre d'exemple, il arrive qu'ils soient dilués par différents types de sirops, que l'étiquetage soit non-conforme avec l'origine géographique et/ou botanique ou encore des miels produits avec des abeilles ayant reçu une alimentation artificielle pendant les périodes de miellées. [12] Lors de non-conformité des cires, les apiculteurs peuvent être confrontés à des difficultés lors de l'extraction des miels. En effet, les cadres peuvent être plus fragiles et donc casser dans les extracteurs. Dans sa composition on retrouve également du pollen. Le miel étant stocké dans la cire, il existe des transferts entre les deux : les résidus s'accumulant dans les cires peuvent se transférer dans le miel. [13]

## ii. La cire

C'est le produit qui nous intéresse dans notre étude. Il est sécrété par la glande cirière des abeilles ouvrières quand elles ont environ 15 jours d'âge (voir Partie I – 3).

La cire est une substance à base d'esters qui permet aux abeilles de construire leur logement. Elles forment des cellules hexagonales dans des rayons qu'elles remplissent par la suite (voir Partie I – 2 – d). [2]

Pour récolter la cire, certains apiculteurs utilisent des cérificateurs solaires ou à vapeur. Dans le cérificateur à vapeur : la cire fond dans le cérificateur plein d'eau et du fait de sa faible densité, les impuretés tombent au fond de l'eau tandis que la cire se solidifie à sa surface. [14]

Dans le cérificateur solaire, le rayon est placé sur un plateau incliné au fond duquel se trouve un filtre, avec la chaleur du soleil, la cire fond, coule à travers le filtre et se retrouve dans un récipient en bas du plateau. [15]

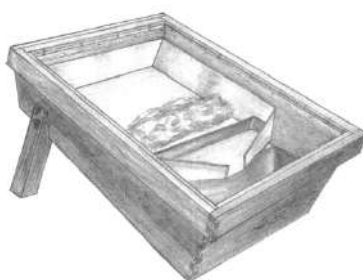


Figure 10 : Cérificateur solaire d'après Paterson [15]

Dans la pratique, beaucoup d'apiculteurs n'utilisent pas de cérificateur à cause du coût de celui à vapeur et de la trop petite capacité du solaire. Ils font alors appel à des ciriers (voir Partie II – 1).

Ces derniers sont des professionnels de la cire, ils possèdent de grands cérificateurs dans lesquels ils fondent de grandes quantités de cire et revendent entre autres de la cire gaufrée aux apiculteurs (voir Partie II – 1 – b).

La récolte et le gaufrage fait par l'apiculteur directement peut cependant poser des problèmes sanitaires. La Loque Américaine, danger sanitaire de première catégorie qui touche le couvain, possède une forme de résistance dans le milieu sous forme de spores. Si ces spores sont présentes dans la cire récoltée par l'apiculteur et que celui-ci ne lui applique pas un traitement thermique spécifique, elles resteront présentes dans la cire et donc contamineront les colonies



dans lesquels on pourrait introduire ces cires. [16] Les spores de Loque Américaine résistent 8 heures à 100°C en chaleur sèche et 10 à 15 minutes à l'ébullition dans l'eau. En cas de contamination, les colonies sans signes cliniques ou assez fortes pour guérir peuvent être traitées par transvasement, et le matériel doit être désinfecté grâce à un chalumeau ou avec de la soude caustique. Cependant, ces traitements peuvent s'avérer dangereux pour l'apiculteur et pour les colonies car les spores peuvent résister s'ils ne sont pas réalisés parfaitement. [17] De la même façon la Loque Européenne peut poser problème lors du gaufrage, en effet, la forme de résistance nécessite des traitements spécifiques afin de garantir sa disparition dans la colonie qui recevra les cadres ou la cire. Il est nécessaire de chauffer la cire à plus de 150° pendant au moins 10 minutes et tremper le matériel dans de l'eau de javel pendant au moins 20 minutes. A nouveau, le meilleur traitement pour les colonies reste le transvasement. [18]

### *iii. La propolis*

La propolis est une résine que les abeilles récoltent sur les arbres. Elle sert à fixer des structures dans la ruche ainsi qu'à combler les fissures. [9] Pour la récolter, il suffit de la gratter sous forme de copeaux dans les ruches. [11] La propolis possède un rôle important dans l'immunité de la colonie. Elle permet de limiter les courants d'air dans la ruche, elle crée une barrière physique à l'entrée de certains pathogènes et elle possède des propriétés antiseptiques. [19]

### *iv. Le pollen*

Le pollen est l'élément mâle des fleurs que les abeilles récoltent lorsqu'elles butinent. Elles le récoltent sous forme de pelote sur leurs pattes et de grains qui se collent sur leur corps. [3] Il est possible pour les apiculteurs de récolter le pollen sur les pattes des abeilles en positionnant des grilles à pollen à l'entrée des ruches. [14]

Le pollen est un apport protéique indispensable à la colonie. Lors de la bonne saison, il est stocké sous forme de pain d'abeille dans les alvéoles autour du couvain. Le stockage du pollen dans des alvéoles explique qu'il est possible de retrouver du pollen dans la cire par la suite. [20]

### *v. Le venin*

Le venin est une substance produite par la glande acide des abeilles et est injecté lors d'une piqûre. L'apiculteur qui le souhaite peut récolter le venin grâce à une grille électrifiée au-dessus d'une plaque de verre. [3]

### *vi. La gelée royale*

La gelée royale est sécrétée par les jeunes ouvrières grâce à leurs glandes hypopharyngiennes et mandibulaires. Elle sert à nourrir les larves pendant leur croissance, les deux premiers jours pour toutes les castes et pendant toute la croissance des futures reines. [9]

## **e. Les sous-espèces d'*Apis mellifera***

Il existe aujourd'hui plus de 26 sous-espèces (ou races) d'*Apis mellifera* recensées. Cette variation au sein de l'espèce est due au fait qu'elle occupe un espace géographique très grand. En effet, on retrouve *Apis mellifera* dans toute l'Europe, en Amérique où elle a été introduite, ainsi qu'en Afrique d'où elle est originaire. [14]

Une telle dispersion implique une adaptation à une multitude de milieux distincts. Ainsi, chaque sous-espèce occupe une localisation géographique précise et présente des particularités morphologiques, physiologiques, écologiques ainsi qu'éthologiques. [2]

Les races d'*Apis mellifera* se sont développées en 4 lignées distinctes : [3]

- La lignée M, le groupe Méditerranéen présent en Europe de l'ouest et du nord
- La lignée C, le groupe Carniole en Europe de l'est
- La lignée O, le groupe Oriental présent au Moyen-Orient et en Asie
- La lignée A, le groupe Africain



Figure 11 : Répartition géographique des races d'*Apis mellifera* d'après Ruttner [21]

Malgré ces différences parfois importantes, la mobilité des différentes sous-espèces ne permet pas la création d'espèces distinctes. Toutes ces sous-espèces sont interfécondes. [2] Cette fécondité permet notamment aux apiculteurs de réaliser des croisements en vue d'améliorer génétiquement les abeilles.

C'est notamment ce qu'a réalisé le Frère Adam à partir de 1919 dans l'abbaye de Buckfast. Il a voyagé dans le monde entier pour récupérer des reines et des abeilles de différentes souches d'*Apis mellifera* afin de créer une nouvelle race résistante aux maladies tout en étant adaptées au climat anglais et ayant un tempérament doux. Au fil des croisements il a créé la souche Buckfast, encore utilisée aujourd'hui en apiculture. [22]

## f. Les autres espèces d'abeilles domestiques

Dans le monde, il existe d'autres abeilles du genre *Apis* qui sont domestiquées. En tout, il existe 9 espèces du genre *Apis*. [3] Parmi les domestiques, on peut citer *Apis cerana*, *Apis dorsata* et *Apis florea*.



Figure 12 : Photographies d'*Apis dorsata*, d'*Apis cerana* et d'*Apis florea*, Tan [23]

Tableau I : Taille des individus de différentes espèces d'*Apis* d'après Wilson-Rich [11]

Espèce	Longueur du corps de la reine	Longueur du corps de l'ouvrière	Longueur du corps du mâle
<i>Apis mellifera</i>	24,5 – 25,5 mm	20 – 21,5 mm	12 – 13 mm
<i>Apis cerana</i>	21,5 – 22,5 mm	10 – 19 mm	10 – 12 mm
<i>Apis dorsata</i>	30,5 – 32 mm	17 – 25 mm	17 – 20 mm
<i>Apis florea</i>	17 – 18 mm	14,5 – 15,5 mm	8 – 12 mm
<i>Apis koschevnikovi</i>	21,5 – 22,5 mm	18 – 19 mm	10 – 12 mm

### i. *Apis cerana*

*Apis cerana*, aussi appelée « abeille à miel asiatique » se retrouve dans l'Asie du sud et l'Asie du sud-est. Elles vivent en colonie de petites tailles généralement dans des cavités telles que des troncs d'arbres dans lesquelles elles construisent plusieurs rayons parallèles les uns aux autres. [11]

Contrairement à *Apis mellifera*, les abeilles de l'espèce *Apis cerana* sont capables de se défendre contre certaines espèces de frelon en les asphyxiant. [11]

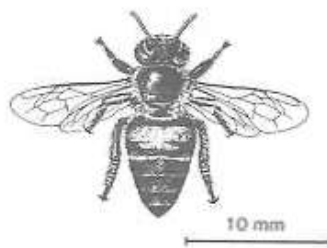


Figure 13 : Ouvrière *Apis cerana* d'après Ruttner [24]

### ii. *Apis dorsata*

Elles sont également appelées « abeilles géantes à miel » du fait de leur grande taille. On retrouve cette espèce en particulier en Asie du sud-est. Ces abeilles peuvent vivre jusqu'à 3 000 mètres d'altitude dans l'Himalaya. Elles vivent en colonie de grande taille, jusqu'à 100 000 individus. Elles construisent un rayon de cire vertical unique sous des surplombs de falaises, sous les toits ou les arbres. [11]



Figure 14 : Chasseur de miel récoltant le miel d'*Apis dorsata*, Andrew Newey [25]

Elle n'est pas à proprement parlé domestiquée car elle présente un tempérament très agressif et on ne peut pas les mettre en ruche. Cependant, leur miel est récolté par les chasseurs de miel. [11]

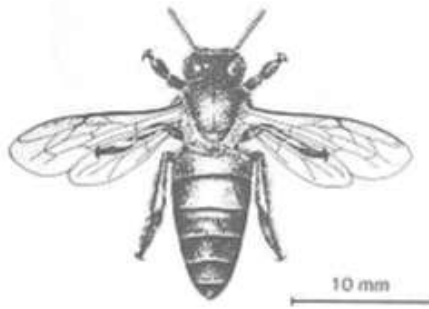


Figure 15 : Ouvrière d'*Apis dorsata* d'après Ruttner [24]

### iii. *Apis florea*

*Apis florea*, ou « abeille à miel naine », est une espèce d'abeille mellifère que l'on retrouve depuis le nord-est de l'Afrique jusqu'à la Malaisie. Elle est la plus petite espèce d'abeille mellifère connue. De la même façon qu'*Apis dorsata*, elles vivent sur un rayon unique qu'elles construisent à des endroits exposés, sous des branches d'arbres ou d'arbustes par exemple. [11]



Figure 16 : Colonie d'*Apis florea* d'après Suwannapong [26]

Leur production de miel est bien moins importante que celle d'*Apis mellifera*, cependant, elles sont capables de résister à des températures très basses, jusqu'à  $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Elles communiquent grâce à une danse qui semble être l'ancêtre de la danse d'*Apis mellifera* mais l'effectuent non pas sur le rayon lui-même mais sur la branche qui le porte. [11]



Figure 17 : Ouvrière d'*Apis florea* d'après Ruttner [24]

## 2. La cire d'*Apis mellifera*

### a. Composition

La cire est la substance produite par les glandes cirières des abeilles domestiques. Cette production sera étudiée en détails par la suite (voir Partie I – 3).

Sa composition varie en fonction de son origine, du type de cire, de son stade de production ainsi que de la souche et même de l'âge de l'abeille qui l'a produite. [2][27] Elle a été étudiée depuis plus de 200 ans par de nombreux scientifiques. Warth est un des précurseurs modernes de l'analyse chimique de la cire d'*Apis mellifera*. Il l'a étudiée dans les années 1950. [28] La composition de la cire a ensuite été à nouveau étudiée par d'autres scientifiques tels que Tulloch [29] et Hepburn. [30]

Lorsqu'elle est hydrolysée, elle se compose d'un mélange d'hydrocarbures, d'acides et d'hydroxyacides, d'alcools ainsi que de pigments, de propolis et des résidus. [20]

Les hydrocarbures contenus dans la cire sont tous saturés et ne contiennent que des atomes de carbone et d'hydrogène. La majorité sont des chaînes à nombres impairs de carbones compris entre  $C_{23}$  et  $C_{33}$ . [20]

Les acides et les hydroxyacides sont principalement saturés. Contrairement aux hydrocarbures, les acides et hydroxyacides possèdent des chaînes paires comprises entre  $C_{16}$  et  $C_{33}$ . [20]

Dans la cire on trouve deux types d'alcools : les diols, dont les chaînes carbonées sont comprises entre C<sub>24</sub> et C<sub>32</sub>, et des monols dont les chaînes sont comprises entre C<sub>28</sub> et C<sub>30</sub>. Ceux-ci sont souvent engagés sous forme d'esters dans la cire. [20]

Le principal pigment contenu dans la cire d'abeille est la lutéine, un caroténoïde sous forme estérifiée. [20]

Tableau II : Composition de la cire d'*Apis mellifera* d'après Garnier [31]

Composant	Proportion en poids
Eau	1 à 2 %
Hydrocarbures	24,6 %
n-alkene	6,8 %
n-alkane	17,8 %
Acides gras	3,6 %
Insaturés	0,4 %
Saturés	3,2 %
Alcools	4,3 %
Esters	54,3 %
Monoesters	39,2 %
Hydroxymonoesters	9,5 %
Diesters	5,6 %
Pigments, propolis, pollen, cendres, contaminants	6 %

## b. Propriétés de la cire

### i. Effets de la température

De nombreux scientifiques ont étudié la température de fusion de la cire d'*Apis mellifera*. En 1940, Buisson donne une température de fusion à 64,4 °C [32], en 1977, Timbers en donne une à 68°C. [33] Depuis la publication de Tulloch en 1980, on donne une température de fusion comprise entre 63 et 65°C. [34]

La température de fusion de la cire est comprise entre 60,7°C et 63,5°C. [20]

Il a été démontré qu'à partir de 40°C, on a un ramollissement conséquent de la cire. Cette modification de consistance peut s'expliquer par la diversité de sa composition, une partie mineure des composants se liquéfierait à 40°, modifiant ainsi la dureté de la cire entièrement. [35]

En dessous de 15°C, la cire est cassante, ce qui la rend impossible à travailler au sein de la ruche et difficile à manipuler lorsqu'elle est sous forme de cire gaufrée. [2]

### ii. Stabilité dans le temps

La cire d'*Apis mellifera* est un composé stable dans le temps : aucune réaction d'altération ne se produit dans la cire naturelle d'une ruche, elle ne subit donc pas de modifications chimiques intrinsèques au cours du temps. Ce n'est plus le cas pour les cires qui ont subi une fonte totale telle que la cire gaufrée par exemple. Elle résiste à la digestion de beaucoup d'animaux et aux composés acides. [2] Elle résiste à l'hydrolyse et à l'oxydation. Ses propriétés ne varient que très peu au cours du temps. [20] Cela pose donc un problème lors de ses utilisations ultérieures,

en effet elle peut emmagasiner de nombreux composés qui ne rentrent pas dans sa composition originelle lors de sa sécrétion par les abeilles et pourtant garder des propriétés normales. De nombreuses études menées aujourd'hui montrent que beaucoup de cires de corps et de hausse présentes dans les ruches sont riches en résidus divers sans que cela ne modifie l'utilisation qu'en font les abeilles. [36][37] Cela pose alors un problème à la fois de santé des colonies et de santé publique du fait de son utilisation et demande une attention particulière du vétérinaire apicole (voir Parties II et III).

### iii. Masse volumique

La masse volumique de la cire d'*Apis mellifera* est comprise entre 927 kg/m<sup>3</sup> [20] et 963 kg/m<sup>3</sup>. [32] La cire est donc légèrement moins dense que l'eau (1000 kg/m<sup>3</sup>), lorsqu'elle fond et qu'elle est dans un récipient contenant de l'eau, la cire flotte à sa surface. Cette propriété permet de faciliter de nombreuses activités apicoles telles que le recyclage et la purification des cires usagées. Le recyclage consiste à fondre la cire et la gaufrer à nouveau afin de créer de nouveaux cadres. En fonction de la cire que l'on recycle, il peut être nécessaire de la purifier en amont. [38] Pour purifier de la cire, il suffit de la filtrer lorsqu'elle est fondue, les impuretés resteront piégées dans le filtre. La cire est un composé hydrophobe. [2]

### iv. Solubilité

La cire d'abeille est un composé insoluble dans l'eau. L'eau étant un composé polaire, cela signifie que la cire d'abeille est apolaire. Elle est donc soluble dans certains solvants polaires tels que l'essence de térébenthine. C'est notamment ce mélange qui permet de valoriser la cire en encaustique. [2]

L'encaustique est une substance à base de cire d'abeilles et d'essence de térébenthine utilisée pour nourrir et cirer les meubles en bois. Ce mélange permet également de peindre si l'on y rajoute des pigments. Ces techniques sont beaucoup utilisées dans les monastères ce qui explique que beaucoup d'entre eux possèdent des ruches. [39]

Dans les monastères, la cire des ruches est également utilisée pour fabriquer des cierges, très utilisés lors des cérémonies religieuses.

### v. Autres propriétés physiques de la cire

Tableau III : Propriétés physiques de la cire d'*Apis mellifera* d'après Warth [28]

	Cire brute (60 échantillons)			Cire pure
	Minimum	Maximum	Moyenne	
Indice d'acidité	16,8	35,8	19,2	17,0
Indice d'iode	6,8	16,4	10,2	5,8
Indice de saponification	89,3	149,0	96,7	84,4
Contenu en cendres %	0,005	0,037	0,019	Près de 0
Indice de réfraction	1,4388	1,4527	1,4407	1,4402

### c. Types de cire

Dans une ruche, on retrouve différents types de cire dont l'utilisation et la production conditionnent leur qualité ainsi que leur valorisation par l'apiculteur.

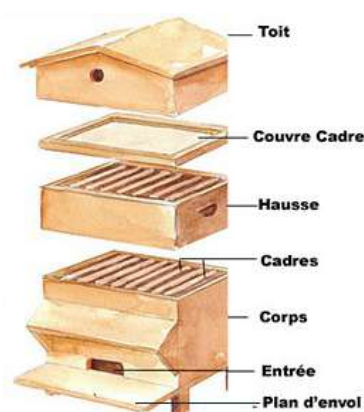


Figure 18 : Ruche de type Dadant d'après Clément [14]

#### i. Cire vierge

La cire vierge – ou cire des écailles – est la cire recueillie directement au niveau des miroirs des sternites des ouvrières. [3] Cette cire n'est pas retrouvée dans les constructions de la ruche, elle nécessite un travail supplémentaire de l'ouvrière avant de permettre la construction des rayons ce qui en change sa composition et ses propriétés (voir Partie I – 3 – a). Cette cire est une cire de couleur blanche. [20]

#### ii. Cire de corps

La cire de corps est la cire de rayons des cadres présents dans le corps de la ruche. Cette cire est utilisée tout au cours de l'année par les abeilles, en effet c'est dans ces cadres que la reine pond, elle contient donc le couvain. Les larves du couvain lors de leur développement produisent de nombreuses déjections dans leur cellule. La cire de corps, est ainsi une cire que l'on peut qualifier de sale à cause des déjections du couvain qu'elle contient.

#### iii. Cire de hausse

La cire de hausse est la cire des cadres présents dans la hausse de la ruche. En fonction de la technique apicole de l'apiculteur, l'utilisation qu'en font les abeilles peut varier : si l'on positionne une grille à reine entre le corps et la hausse, cette cire ne sera utile aux abeilles que lors des miellées et contiendra majoritairement du miel et parfois du pollen. Sans grille à reine, il est également possible d'y retrouver du couvain. Comme vu précédemment (voir Partie I – 1 – b), la reine est plus grosse que les ouvrières. La grille à reine est une plaque dont les trous permettent aux ouvrières de passer du corps à la hausse, mais pas à la reine. Cela permet donc de bloquer la reine dans le corps de la ruche et de l'empêcher d'aller pondre dans les cadres de hausse.





Figure 19 : Corps de ruche surmonté d'une grille à reine [40]

L'espace des hausses peut également être utile pour la régulation thermique de la colonie. De plus, elle peut permettre d'accueillir un grand nombre d'abeilles chez les colonies très populeuses qui n'ont pas assez de place dans le corps de la ruche et ainsi limiter les essaimages.

#### iv. Cire d'opercule

La cire d'opercule est quant à elle présente à la fois dans le corps et dans la hausse. C'est une cire qui est sécrétée par les abeilles une fois l'alvéole pleine. Elle se trouve donc sur le couvain pour les larves en fin de croissance, ainsi que sur les cellules contenant du miel. La cire d'opercule présente sur les cadres de hausse est souvent la seule qui est récoltée par les apiculteurs. L'operculation du couvain permet le bon développement des larves en abeilles. Une fois leur croissance terminée, les jeunes abeilles ouvrent leur opercule et sortent de leur cellule. La cire de l'opercule est tout de suite récupérée par les abeilles pour operculer d'autres cellules, par ce phénomène on a un déplacement de la cire dans toutes les parties de la ruche.



Figure 20 : Désoperculation d'un rayon de hausse [9]

#### v. Cire gaufrée

La cire gaufrée est une cire produite par l'apiculteur lui-même ou par un cirier généralement à base de cire de hausse ou de cire d'opercule fondue. Elle se présente sous forme de feuille de cire d'environ 1 mm d'épaisseur avec des cellules pré-étirées d'environ 1,5 mm et de la taille intérieure des cadres de la ruche. Sur cette cire sont imprimées des ébauches de cellules. La cire gaufrée est une cire qui n'est pas présente naturellement dans la ruche, elle est une ébauche de rayon présentée aux abeilles par l'apiculteur. [2][41]

Il existe de la cire gaufrée d'ouvrière et de la cire gaufrée de mâle beaucoup moins utilisée en pratique.

La cire gaufrée de mâle est utilisée par les apiculteurs souhaitant faire de la sélection génétique ou pour la lutte contre le varroa. En effet, les abeilles suivent les trames données par la cire gaufrée pour construire les rayons, et la reine pond un œuf de mâle ou d'ouvrière en fonction de la taille de la cellule. Ainsi, sur de la cire gaufrée à la taille des cellules de mâles, une reine y pondra des mâles. [42]

- Sélection génétique

Le but d'élever des mâles pour la sélection génétique repose sur le fait de saturer le milieu de reproduction par ses propres mâles. L'apiculteur souhaitant faire de la sélection génétique choisit des colonies fortes dont les caractéristiques sont intéressantes (une bonne production ou le caractère doux des abeilles par exemple). Une fois les colonies choisies, il y insère un ou plusieurs cadres de cire gaufrée de mâles afin que la colonie élève des mâles ayant le patrimoine génétique de la colonie. Il est cependant important de bien choisir le moment d'élevage de mâles : il faut que la maturité des mâles corresponde au moment de la maturité sexuelle de la reine vierge que l'on veut faire féconder. Au moment du vol de fécondation, les ruchettes de mâles sont disposées dans une zone de fécondation contrôlée ou dans des lieux aux abords du rucher afin de garantir une bonne concentration en mâles sélectionnés par l'apiculteur. [42]

- Lutte contre *Varroa destructor*

Les feuilles de cire gaufrées de mâles peuvent aussi servir dans le cadre de la lutte contre *Varroa*. Les larves et nymphes de *Varroa* se développent plus dans le couvain de mâle que dans celui d'ouvrière, le but est alors de laisser en bas de cadres des bandes de couvains mâles afin de les y piéger. L'apiculteur doit enlever les bandes de couvains mâles tous les 15 à 22 jours, avant leur éclosion, afin de se débarrasser des *Varroa* avant qu'ils n'émergent. [43]



Figure 21 : Bande de couvain mâle pour lutter contre *Varroa destructor* [44]

#### vi. *Cire de jambage*

La cire de jambage est également de la cire gaufrée. Mais contrairement à la première où tout le cadre était couvert de cire, l'apiculteur ne donne à ses abeilles qu'une fine bande de cire gaufrée au sommet du cadre et laisse les abeilles construire d'elles-mêmes le reste du cadre. On parle également d'amorce de cire. Cette pratique est beaucoup utilisée en apiculture biologique. [2]



Figure 22 : Cadre de ruche avec cire de jambage [45]

La cire est un composé qui accumule de nombreux résidus, et l'utilisation de cire gaufrée classique consiste à utiliser de la cire qui a été réutilisée, elle n'est pas vierge (voir Partie I – 2 – c – i). De plus, aujourd'hui il existe des problèmes de mélange de cires industrielles avec de la cire végétale. On retrouve notamment beaucoup de cire d'abeilles mélangée avec de la paraffine. [46] Ces mélanges modifient les caractéristiques physiques de la cire et empêchent les abeilles de construire des rayons viables. De la même façon que certains résidus de traitements contre le *Varroa* qui laissent des odeurs fortes sur les cires qui repoussent les abeilles.

Cependant, cette technique apicole demande aux abeilles une forte production de cire et donc beaucoup d'énergie. Cela peut influencer sur la production de miel : le métabolisme cirier se fait en dépit de celui mellifère (voir Partie I – 3 – b). De plus, le bâtissage peut être imparfait et les cadres fragiles ce qui rend la manipulation des cadres plus compliquée.

Cette technique est surtout utilisée pour les cadres de corps. Elle n'est utilisable sur les cadres de hausse uniquement que si la récolte du miel ne se fait pas grâce à un extracteur. Si l'on utilise un extracteur à miel, il est nécessaire de filer ses cadres de hausse. Cela signifie qu'il faille introduire des fils métalliques dans le cadre afin de solidifier les constructions des abeilles. [45]

#### d. Architecture des rayons

Chez *Apis mellifera*, la ruche est organisée sous forme de rayons de cire, parallèles les uns aux autres, eux même formés de cellules.

##### i. Géométrie des cellules

Lorsque l'on observe un rayon d'une ruche d'*Apis mellifera*, on remarque que les ouvertures des cellules forment un pavage du plan par des hexagones orientés verticalement (Figure 23). Ces hexagones sont quasi réguliers (les angles latéraux sont légèrement supérieurs à  $120^\circ$  [47]) et leur taille varie en fonction du type de cellules. [48]



Figure 23 : Ouverture des cellules d'après Fourrey [48]

De plus, la forme de l'ouverture des cellules a tendance à être modifiée du fait du jeu des forces dans la ruche, les côtés dits parallèles convergent vers le haut de la ruche. [47] De la même façon, les cellules de rayons plus anciens sont déformées du fait des contraintes imposées à la structure par le poids des réserves en miel. [5] Les cellules d'ouvrières ont un diamètre d'environ 5,37 mm et les cellules de mâles ont un diamètre d'environ 6,91 mm. [47] Les abeilles réutilisent les mêmes cellules parfois pendant plusieurs années, le diamètre des cellules, en particulier celui des cellules de couvain, diminue ainsi au fil du temps à cause d'une accumulation de déchets sur ses rebords. [3] Pour éviter cela, l'apiculteur doit changer les cires des cadres de ses ruches. Selon le guide des bonnes pratiques apicoles de l'Institut Technique et Scientifique de l'Abeille et de la Pollinisation (ITSAP), il faudrait changer un tiers des cadres de corps par an, et donc créer une rotation des cadres sur 3 ans. En ce qui concerne les cires de hausse, il n'y a pas de temps de rotation recommandé en l'absence de ponte dans les hausses. Dans ce cas, la rotation se fait en fonction des contraintes économiques de l'apiculteur ainsi que de l'aspect des cires. La rotation permet cependant de diminuer la concentration en résidus dans ces cires. [49]

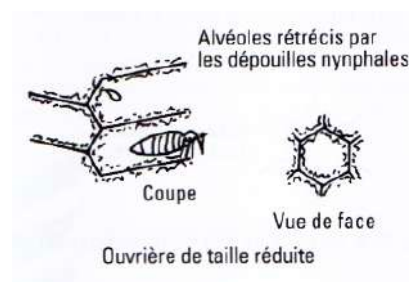


Figure 24 : Cellule après plusieurs saisons d'utilisation d'après Jean-Prost [3]

Si l'on s'intéresse maintenant à leur forme dans l'espace, on voit que les cellules des abeilles ont une forme prismatique à 6 pans (ce qui explique l'ouverture en forme d'hexagone). L'épaisseur des parois est extrêmement fine, elle est d'environ  $1/20^{\text{e}}$  de millimètre [47], mais présente un bourrelet de cire au niveau de l'ouverture de la cellule. Cette surépaisseur de cire permet de consolider la construction, elle participe également au cycle de la cire qui est en constant recyclage au sein de la ruche et permet de mieux transmettre les vibrations de la cire. [2]

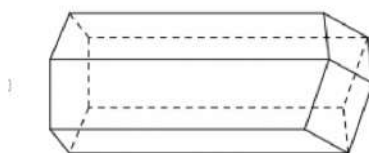


Figure 25 : Cellule d'abeille en trois dimensions d'après Fourrey [48]

Le fond des cellules est rhombododécédrique, il est formé de 3 losanges identiques (Figure 26). Les angles de ces losanges ont été mesurés au XVIII<sup>e</sup> siècle par Maraldi et mesurent  $109,47^{\circ}$  et  $70,53^{\circ}$ . [50] Il a été démontré par la suite que ces losanges permettaient à la fois une contenance maximale au sein de la cellule, ainsi qu'une utilisation minimale de cire pour les construire. Les abeilles ont atteint la perfection du point de vue du stockage avec leurs rayons. [47] Ces losanges s'orientent avec un angle de  $120^{\circ}$  les uns avec les autres. [2]

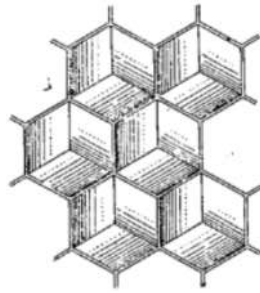


Figure 26 : Disposition du fond des cellules d'après Fourrey [48]

*ii. Spécificités de la cellule de reine*

Il existe deux types de cellules royales en fonction du type de disparition de la reine. Si la reine a disparu accidentellement, les ouvrières construiront une cellule royale à partir d'une cellule d'ouvrière classique contenant un œuf. En revanche, si la reine est remplacée volontairement par les ouvrières, reine trop âgée ou déficiente, ou que la colonie produit des reines pour se diviser, les ouvrières construiront alors une cellule spéciale avec une base plus arrondie ayant un bloc de cire pour base. [47] Dans les deux cas, la cellule de reine aura une forme de gland allongé dépassant du rayon. [3]

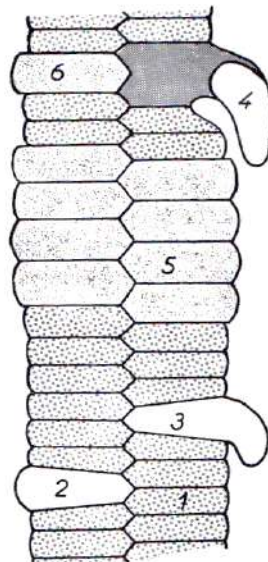


Figure 27 : Différents types de cellules de reine d'après Chauvin [47]

- 1 : Cellule d'ouvrière normale ; 2 : Cellule d'ouvrière née d'une larve de pré-reine ;
- 3 : Cellule d'une reine née d'une larve de pré-reine ou d'une reine élevée après un orphelinage accidentel ; 4 : Cellule de reine élevée en vue d'un essaimage ;
- 5 : Cellules de mâles groupées ; 6 : Cellule de mâles isolées

Dans le cas des cellules royales à base arrondie, leur localisation et leur nombre sur le cadre permet de savoir si une colonie est en essaimage ou en supersédure (remplacement de la reine). En effet les cellules de supersédure sont en petit nombre – moins de 5 – et se trouvent sur le couvain alors que les cellules royales d'essaimage, que l'on appelle également amusettes, se trouvent généralement en périphérie de cadre et en nombre plus important – généralement plus de 5 cellules. De plus, il est également possible de les différencier au moment de leur

apparition dans la colonie : l'essaimage a généralement lieu plutôt au printemps alors que la supersédure à l'automne et au printemps en dehors des périodes d'essaimage. [2]



Figure 28 : Cellules de supersédure [7]



Figure 29 : Cellules d'essaimage [7]

### *iii. Le rayon*

Un rayon est composé de 2 faces de cellules dos à dos. Chaque cellule est en contact avec 3 autres cellules de la face opposée. [14] Les cellules sont légèrement inclinées par rapport à l'horizontale afin de pouvoir y stocker plus facilement le nectar ou le miel encore liquide et éviter que les larves ne tombent des cellules. [2] Elles forment un angle de  $13^\circ$  d'inclinaison au-dessus de l'horizontale. [5]

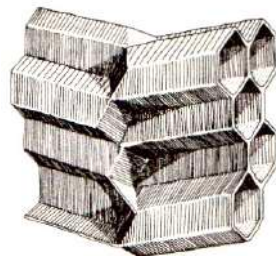


Figure 30 : Rayon en coupe longitudinale d'après Winston [5]

Tous les rayons de la ruche ne sont pas composés du même nombre de cellules. Comme on l'a vu précédemment, les cellules d'ouvrières sont plus petites que celles de mâles. Ainsi, les rayons d'ouvrières comportent en moyenne 857 cellules au  $\text{dm}^2$  [5] alors que ceux de mâles comportent en moyenne 640 cellules au  $\text{dm}^2$ . [2]

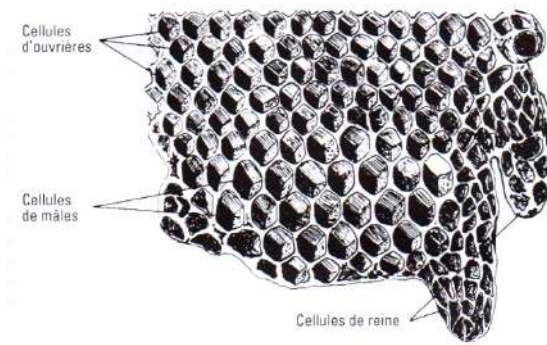


Figure 31 : Rayon avec les trois types de cellules d'après Jean-Prost [3]

Lorsque l'on ne donne pas de trame aux abeilles, elles bâtissent des rayons en suivant l'orientation du nord magnétique. Elles laissent entre chaque rayon 38 mm d'axe en axe [3], ce qui correspond à un espace de 9,5 mm entre les ouvertures de deux rayons adjacents. [5] En présence de trame (cire gaufrée ou cire de jambage) les abeilles construisent les rayons en suivant l'axe de la trame qu'on leur a présenté. [14]

### 3. La production de cire par *Apis mellifera*

#### a. Physiologie de la production

##### i. Les glandes cirières

Les ouvrières de l'espèce *Apis mellifera*, produisent de la cire grâce à leurs glandes cirières. Celles-ci sont présentes sur la partie ventrale des segments composant l'abdomen de l'abeille : les sternites. Les abeilles possèdent 4 paires de glandes cirières réparties au niveau des sternites 4 à 7. [14]

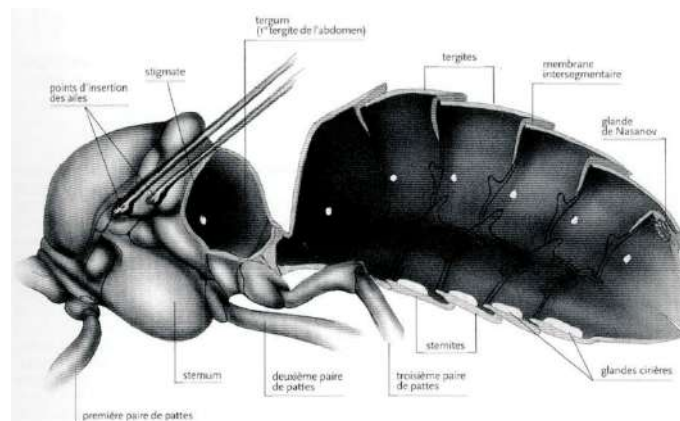


Figure 32 : Thorax et abdomen d'*Apis mellifera* d'après Clément [14]

La biologie de la glande cirière est extrêmement complexe et évolue beaucoup au cours de la vie de l'abeille ouvrière. Lorsqu'elle est la plus volumineuse et la plus développée, la glande cirière se compose notamment de l'épiderme ainsi que d'adipocytes et d'œnoocytes. [30]

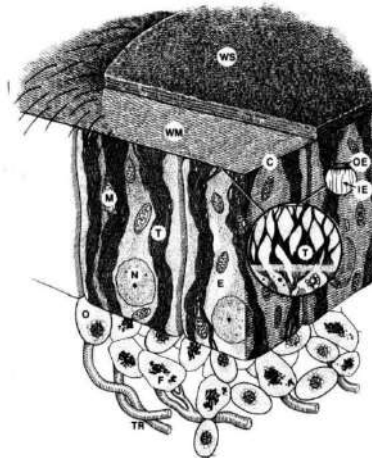


Figure 33 : Structure d'une glande cirière d'*Apis mellifera* d'après Hepburn [30]  
 WS = Écaille de cire ; WM et C = Miroir de cire et cuticule ; OE = Épicuticule externe ;  
 IE = Épicuticule interne ; T = Tubules de cire ; E = Cellules épidermiques ; N = Nucleus ;  
 M = Mitochondries ; O = Œnocytes ; F = Adipocytes ; TR = Trachéoles

La cire est composée de lipides produits principalement par un organe cellulaire spécifique : le reticulum endoplasmique lisse. Dans la glande cirière de l'abeille, il est présent uniquement dans les œnocytes. C'est donc dans ces cellules qu'a lieu la production des acides gras de la cire. Il semblerait que les hydrocarbures de la cire soient également produits au niveau des œnocytes. Le rôle principal de l'épiderme dans la sécrétion cirière est de produire des canalicules permettant de transporter la cire depuis les œnocytes vers l'extérieur de l'abdomen de l'abeille. Les adipocytes quant à eux servent de réserve énergétique nécessaire à la production de la cire. [30]

#### ii. La récolte des écailles de cire

Une fois que les écailles de cire sont produites par les glandes cirières, les abeilles cirières utilisent leur troisième paire de pattes afin de récolter ces écailles et les amener jusqu'à leurs mandibules où elles les mastiquent. [5] L'abeille cirière récolte la cire grâce aux soies des basitarses de leurs pattes postérieures en les ramenant depuis l'arrière vers l'avant sur leur abdomen. Les pattes remontent ainsi jusqu'à la tête, et l'abeille attrape la cire avec ses mandibules et la mastique. La chimie de la cire est alors modifiée car la salive de l'abeille contient un solvant qui est alors mélangé à la cire. Après cette étape, elle est plus facilement malléable par les abeilles à chaud, et plus cassante en refroidissant. [20]

Les écailles de cire pèsent environ 0,0008 g, elles ressemblent à de fines lamelles brillantes à l'intérieur et mates à l'extérieur. Pour fabriquer un kilogramme de cire, les abeilles doivent fabriquer plus de 1 250 000 écailles. [20]





Figure 34 : Ouvrière avec des écailles de cire sur l'abdomen [9]

### iii. Les abeilles architectes

Les abeilles architectes sont des abeilles femelles, des ouvrières, qui sont chargées de bâtir les rayons. Ce sont donc ces dernières qui produisent la cire. [2]

Chez *Apis mellifera*, la répartition des différentes tâches se fait en fonction de l'âge des ouvrières.

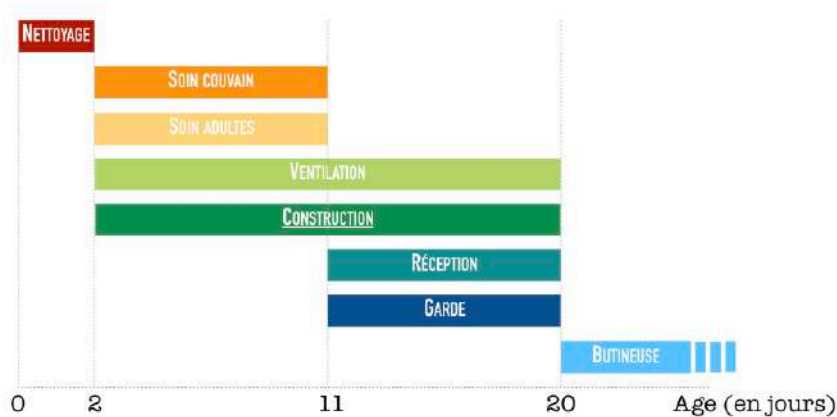


Figure 35 : Activités des ouvrières d'*Apis mellifera* en fonction de leur âge

*Nina Carvalho Gonçalves*

L'activité cirière est définie par la taille des glandes cirières des ouvrières. La taille de ces glandes est maximale entre 12 et 19 jours de vie. [2] Cependant, elles sont fonctionnelles dès le 2<sup>e</sup> ou 5<sup>e</sup> jour de vie, et peuvent le rester jusqu'au 50<sup>e</sup> chez les abeilles d'hiver ou dans une situation où la colonie a besoin de rayons en quantité supplémentaire. Les ouvrières architectes s'occupent de construire les rayons mais également de les entretenir. Elles colmatent les failles qui peuvent se créer dans les cires et elles operculent les cellules lorsque les larves sont âgées ou que les alvéoles sont pleines de miel à 18% d'humidité. Ces deux dernières activités semblent également se répartir entre les ouvrières par rapport à leur âge : les abeilles les plus jeunes (environ 5 jours) s'occupent de l'operculation du couvain, et les plus âgées (environ 25 jours) s'occupent de colmater les failles. [14]

### iv. La grappe cirière

La fabrication des rayons par les ouvrières d'*Apis mellifera* est une activité de groupe. Les abeilles forment ce que l'on appelle une grappe cirière. Cela permet de créer une atmosphère à environ 35°C, température la plus efficace pour la sécrétion et le travail de la cire par les

abeilles. [5] La grappe cirière se compose de trois couches. La plus profonde est composée de chaînes cirières lâches au niveau desquelles se font la fabrication des rayons, et les deux autres sont plus assimilables à des tapis d'abeilles permettant de garder la température. [47]

Les chaînes cirières se composent d'ouvrières accrochées les unes aux autres par leurs pattes formant ainsi une chaîne d'abeilles. La chaîne débute en haut, là où la fabrication du rayon commence. Cette chaîne permet aux abeilles de se déplacer et également de permettre une bonne continuité de l'évolution du rayon. [47]



Figure 36 : Chaîne cirière [7]

#### v. Variations interspécifiques des cires d'abeilles

D'autres abeilles qu'*Apis mellifera* fabriquent de la cire pour leur nid. Les cires peuvent sembler similaires cependant, elles présentent des propriétés différentes. Par exemple, la cire d'*Apis dorsata* est plus solide et rigide que les cires d'*Apis mellifera* et *Apis cerana*. Ces différences peuvent s'expliquer par l'organisation du nid de ces espèces, et les forces auxquelles ils sont soumis. [51]

De plus, leurs compositions chimiques sont similaires mais pas identiques. [51] Ces variations peuvent poser problème en apiculture. En effet, les abeilles d'une espèce peuvent refuser de construire sur de la cire gaufrée d'une autre espèce, causant ainsi des désertions de ruches par exemple.

En effet, les abeilles reconnaissent leur nid grâce à la cire qu'elles sont capables de reconnaître. Il a été démontré que chaque colonie d'abeille produit des marqueurs génétiques spécifiques dans ses rayons. De plus, l'environnement de la ruche a un impact puisque l'odeur florale de la cire, directement liée au pollen rapporté dans la ruche, est également reconnue par les abeilles dans la ruche. Certaines molécules se transfèrent depuis la cire vers les ouvrières, c'est notamment le cas de l'acide tétracosanoïque qui devient alors un marqueur de la cire et du nid chez les abeilles plus jeunes n'ayant pas encore produit de cire. [52] Le marquage génétique de la cire par les ouvrières explique bien pourquoi de la cire d'une autre espèce génétiquement distincte ne sera pas utilisée dans la ruche car non reconnue par les abeilles.

#### vi. Le rôle de la reine dans la production cirière

En absence de reine, les abeilles ne produisent pas moins de cire mais le comportement de construction de rayons, lui, est diminué. Une colonie d'*Apis mellifera* ne peut cependant pas survivre sans reine sur le long terme. La colonie peut subsister quelques semaines (6 à 8 semaines) mais finira inévitablement par mourir si une reine n'est pas élevée ou introduite

dans la colonie. [2] De plus, les rayons qu'elles construisent sans reine sont composés de cellules dont la taille se rapproche plus de celle des cellules de mâles que celle d'ouvrières. [53] La reine influence la construction des rayons grâce à plusieurs phéromones, et en particulier la phéromone mandibulaire de la reine (*Queen Mandibular Pheromone* - QMP). Des expériences ont démontré que des colonies en présence de QMP produisent plus de rayons d'ouvrières que des colonies sans reines, mais tout de même moins que des colonies avec une reine. Cela démontre bien qu'avec la seule QMP, le rôle de la reine n'est pas complet. [53] L'influence de la reine semble liée à la concentration de phéromones royales que reçoivent les abeilles dans la ruche. Ce qui explique que les colonies plus populeuses, même en présence de reine, construisent des rayons de mâles en périphérie du couvain, où la concentration en QMP diminue. [53]

#### *vii. Le rôle des mâles*

Les rayons de couvain de mâles possèdent une action régulatrice sur la production de couvain mâle. En effet, ces rayons ont une régulation négative sur la production d'autres rayons de cellules mâles : quand beaucoup d'ouvrières sont en contact avec des cellules de mâles, elles en produisent moins. Ce n'est pas le couvain ou les mâles qui régulent cette production mais bien les rayons ayant des cellules de mâles. C'est en marchant sur ces cadres que l'activité de construction des ouvrières est régulée. [54]

#### **b. Besoins énergétiques nécessaires**

La production de cire nécessite énormément d'énergie à une colonie d'abeilles. Pour produire 1 kg de cire, il faudrait aux abeilles l'équivalent énergétique de la production de 6,25 kg de miel. [54] Pour produire de la cire, les abeilles cirières ont besoin d'une alimentation très riche en pollen, afin d'avoir un apport en protéines nécessaire au bon développement des glandes cirières [20] et très riche en miel également.

Pour 1 g de cire produite, une abeille cirière consomme entre 4,3 et 26 g de miel. [3] Pour que des abeilles produisent un cadre de format Dadant complet, elles consommeront en moyenne 720 g de miel. [55] Dans une colonie complètement développée, sur les 60 kg de miel qu'elle consomme dans une saison, si elle construit 1,2 kg de cire, 7,5 kg de miel serviront uniquement à la production de cire. [54]

Il est cependant possible de nourrir les abeilles, il leur faut alors au minimum 6 g de sucre pour fabriquer 1 g de cire. [5] Ces besoins importants expliquent l'utilisation de cire gaufrée par les apiculteurs : en effet, la production de cire crée un défaut de production de miel et une utilisation de celui-ci pour la production cirière. La cire gaufrée permet aux abeilles d'étirer la cire qu'on leur présente plutôt que de sécréter la totalité des rayons, elles économisent alors de l'énergie et du miel.

Économiquement, c'est effectivement intéressant pour l'apiculteur, en effet un kilogramme de cire gaufrée chez un cirier est vendu aux alentours de 20 €. Le kilogramme de miel multi-fleurs quant à lui est vendu entre 4 et 7 € en gros et le double au détail. Au tarif le plus bas du miel, la production d'un kilogramme de cire par les abeilles coûte l'équivalent de 25 € en miel. Ces chiffres sont pour du miel et de la cire conventionnels et non biologiques.

### c. Quantité de cire produite

La quantité de cire produite par une colonie peut être très variable. Elle est directement liée à la source de sucre disponible. Si la colonie ne possède aucune réserve de pollen, la sécrétion de cire sera très basse, mais augmentera dès que des butineuses rentreront dans la ruche avec des pelotes de pollen. De plus, la quantité de cire produite dépend de la répartition en âge des individus, la production est liée au nombre d'abeilles jeunes dans la colonie. [20]

Hepburn a réalisé une expérience où il a récolté les écailles de cire toutes les 24 heures sur des abeilles dont il connaissait l'âge exact. Il a ainsi démontré que la production individuelle de cire dépendait de l'âge des ouvrières. Ainsi, la production de cire par une abeille en 24 heures peut atteindre jusqu'à 0,6 mg par jour avec une moyenne de 0,3 mg par jour. Les plus grosses productrices sont âgées de 9 jours. [30]

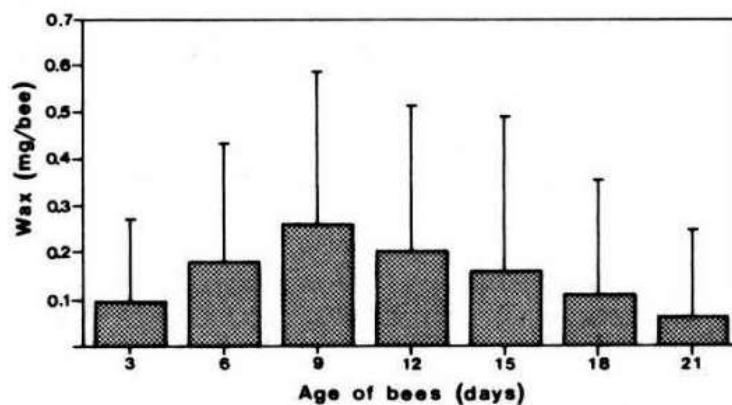


Figure 37 : Production de cire en fonction de l'âge des cirières d'après Hepburn [30]

### d. Impact de la génétique

La génétique de la colonie a un effet sur la production de cire. Il a notamment été démontré qu'une grande diversité génétique au sein de la population d'ouvrières dans une ruche augmentait la production cirière. Une colonie contenant une multitude de demi-sœurs plutôt qu'une majorité de supers-sœurs produit jusqu'à 30% de cire en plus. Il semble donc intéressant que beaucoup de mâles génétiquement éloignés fécondent la reine lors de son vol de reproduction pour favoriser une meilleure production cirière. [56]

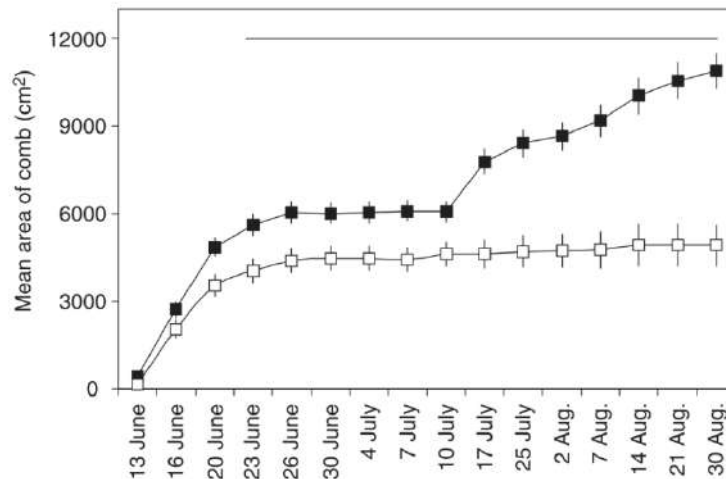


Figure 38 : Production cire en fonction du temps et de la diversité génétique d'après Mattila [56]

- Colonie à forte diversité génétique
- Colonie à faible diversité génétique

De plus, il a été démontré que la sélection génétique de l'abeille sur sa production mellifère est corrélée avec la production de cire. En effet, les deux caractères sont corrélés positivement l'un avec l'autre, ce qui signifie que si l'on sélectionne une colonie ayant une forte production de miel, elle produira également beaucoup de cire. [57]

#### e. Période de production

La production de cire maximale dans les ruches se fait au printemps. C'est à ce moment que la colonie est la plus peuplée, et la ponte est à son maximum également. [20]

La production est également très importante lors des miellées. Lorsque les abeilles produisent beaucoup, elles ont besoin de rayons pour stocker leur miel, alors elles construisent et produisent beaucoup de cire. Cette période correspond généralement au printemps ou à l'été. [54]

#### f. Facteurs influençant la production de cire

##### i. Manque de place

La production de cire est nécessaire à l'évolution des colonies, cependant elle a un coût énergétique très important comme mentionné ci-dessus. Les abeilles doivent donc construire suffisamment pour pouvoir vivre mais pas trop pour éviter les dépenses énergétiques superflues. Elles évaluent donc la place disponible afin de savoir s'il faut bâtir ou non. [54] En règle générale, au-dessus de 20% des alvéoles non occupées, la colonie considère qu'elle a suffisamment de place pour ne pas avoir besoin de construire. [58]

##### ii. Augmentation de l'apport en nectar

Le manque de place est donc un facteur influençant la construction de rayons, cependant il est étroitement lié avec les apports énergétiques de la colonie. Même s'il manque de la place, si les

apports en nectar et en pollen sont mauvais, les abeilles ne construiront pas, à nouveau, elles risqueraient une famine. [58]

De la même façon, si la saison est clémente et que les récoltes en nectar sont bonnes mais que 30% des alvéoles sont vides, les abeilles ne construiront pas. Elles attendront que le taux d'occupation des cellules augmente et que les cellules vides représentent 20% du total pour construire. [54]

### *iii. Espace vide*

La production de cire va également être extrêmement importante lorsque l'on introduit une colonie dans une ruche vide. En effet, une colonie en bonne santé mesure environ 1 m<sup>2</sup> et toute cette cire est produite la première année lors de l'installation d'une colonie dans une nouvelle cavité. On a donc une plus grosse production la première année par rapport aux suivantes. [54]

Dans cette situation, 90% des rayons seront construits en 45 jours. [5]

Les abeilles n'aiment pas les espaces vides, elles ont tendance à remplir là où il n'y a rien. C'est ce qui explique que l'on puisse retrouver des constructions anarchiques si elles ont accès à des espaces sans trames. [2]



Figure 39 : Construction anarchique sur un cadre [59]

## **4. Rôle de la cire**

### **a. Stockage**

Dans la nature, les abeilles peuvent stocker du miel dans des cellules de mâles comme dans des cellules d'ouvrières. [3] Elles peuvent également y stocker du pollen, du nectar et parfois de l'eau pendant un temps limité. [5] Dans le cadre de l'apiculture en revanche, l'apiculteur privilégie la cire gaufrée d'ouvrière pour ses cadres de hausses. [2] La capacité de stockage de la cire est très importante : 1 kg de cire peut supporter 22 kg de miel. [5]

Lors de la production du miel, la cire joue un rôle très important dans sa maturation. En effet, une fois la trophallaxie terminée, les abeilles déposent le miel dans des cellules vides. Cependant ce miel n'a pas encore atteint son état d'hydratation optimal pour une bonne conservation. La cellule reste donc ouverte et des ouvrières sèchent le miel en créant un courant d'air à la surface du rayon grâce à leurs ailes. Une fois que le miel a été déshydraté jusqu'à un taux de 18% d'humidité environ, les ouvrières operculent la cellule. Le miel est alors scellé dans son alvéole, à l'abri de l'humidité puisque la cire est hydrophobe ainsi que de la fermentation puisqu'il n'existe alors plus d'échanges d'air avec l'extérieur. [14]

## b. Hébergement du couvain

Les rayons, du fait de leur architecture en cellules, permettent de faciliter la ponte de la reine et le travail des ouvrières du couvain. La reine pond de façon centrifuge, ainsi l'âge des larves diminue en s'éloignant du centre de la sphère. Comme vu au-dessus, le développement des larves se fait dans un premier temps dans des cellules ouvertes puis dans des cellules fermées. Grâce à la surface plane des rayons, la reine comme les abeilles peuvent s'y déplacer. Cela facilite la ponte et le soin des larves car les nourrices peuvent connaître l'âge des larves en fonction de leur place et ainsi adapter leurs soins. [5]

## c. Communication

La structure des rayons, en particulier le bourrelet de cire que l'on retrouve au niveau de l'ouverture des cellules, permet de transmettre des vibrations. Ces vibrations sont un important moyen de communication entre les abeilles. [2] Lorsque les butineuses trouvent une source de nourriture intéressante, elles réalisent des danses sur les rayons en rentrant afin de recruter d'autres butineuses. Ces danses permettent de donner des indications de distance ainsi que d'orientation de la source de nourriture par rapport à la ruche. [3]

Lorsque la nourriture se trouve à moins de 50 m de la ruche, l'abeille butineuse réalise une danse en rond. Elle se contente de tourner à gauche puis à droite plusieurs fois. [2] Pour des sources de nourriture plus éloignées, les abeilles réalisent ce que l'on appelle la danse en huit : elles font vibrer leur abdomen lors de la ligne droite du 8. L'angle que forme l'axe par rapport à la vertical correspond à l'angle que forme l'axe du soleil avec l'axe qui donne à la source de nourriture. La fréquence de vibration quant à elle, code pour la distance à parcourir en suivant cette ligne pour atteindre la nourriture. [5]

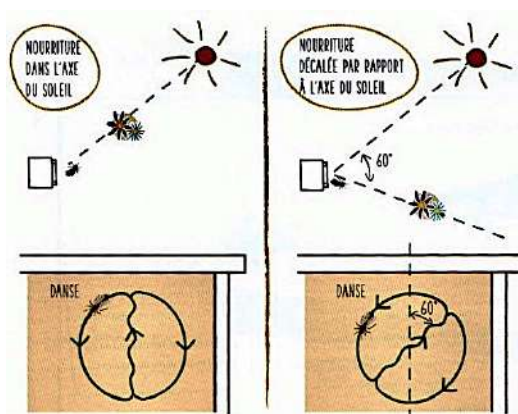


Figure 40 : Danse en huit d'après Guerriat [2]

Il existe d'autres danses décrites chez *Apis mellifera* et qui ont d'autres fonctions. Mais pour toutes ces danses servant à communiquer, la cire joue un rôle primordial. En effet, en transmettant les vibrations, les ouvrières, même éloignées de la danseuse, sentent les vibrations et peuvent alors se rapprocher de la danseuse pour avoir son message. [5]

L'étude de ces danses a été réalisée par Karl Von Frisch, il a été le premier à décrire les danses des abeilles et leur signification.

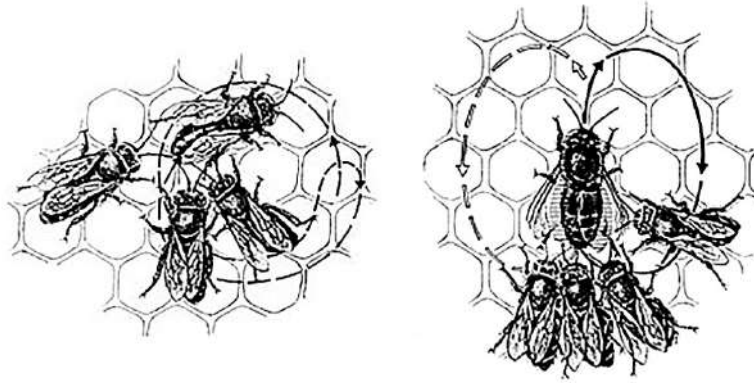


Figure 41 : Danse en cercle et danse en huit d'après Von Frisch [60]

#### d. Immunité

L'organisation de l'élevage en cellules séparées influence l'immunité collective de la colonie. En effet, dans le couvain, les larves sont séparées les unes des autres. Du fait du caractère imperméable de la cire, la contamination directe entre les larves est limitée. [19]

La cire d'abeille présente également des propriétés antibactériennes et antifongiques. Ces propriétés peuvent agir en synergie dans la ruche avec d'autres produits ayant des propriétés similaires tels que le miel ou la propolis par exemple. [61]



## PARTIE 2 : La cire dans la filière apicole

### 1. La filière de la cire

#### a. Les apiculteurs : acteurs centraux de la cire

##### i. L'apiculteur

Un apiculteur est une personne physique ou morale propriétaire ou détentrice d'au moins une colonie d'abeilles. [62]

Les apiculteurs sont classés en fonction du nombre de ruches qu'ils possèdent : [63]

- Moins de 50 ruches, on le qualifie d'apiculteur de loisirs
- Entre 50 et 199 ruches, il est qualifié de « multi-actifs » ou « pluri-actifs » par la MSA notamment, mais est considéré comme un apiculteur professionnel puisque même s'il ne peut pas vivre de son exploitation, il possède suffisamment de ruches pour développer une technique d'élevage professionnel
- Plus de 200 ruches, on le qualifie d'apiculteur professionnel.

Tableau IV : Nombre d'apiculteurs en France et répartition des ruches en 2018 d'après FranceAgrimer [64]

	Apiculteurs		Ruches	
	Nombre	%	Nombre	%
Apiculteurs de loisirs	52 508	92,5 %	433 145	30 %
Apiculteurs multi-actifs	2 016	3,5 %	180 476	12 %
Apiculteur professionnels	2 249	4 %	839 984	58 %
<b>Total</b>	<b>56 773</b>	<b>100 %</b>	<b>1 453 605</b>	<b>100 %</b>

NB : Il est important de noter que ces chiffres sont sous-estimés car issus des déclarations

##### ii. Rôles dans la filière de la cire

L'apiculteur est généralement un producteur de miel. Beaucoup d'entre eux décident de se diversifier et de produire par exemple de la gelée royale ou de la propolis. [62] Cependant, l'apiculteur est avant tout un éleveur d'abeilles. Et dans ce cadre, il est également un producteur de cire puisque les abeilles vivent sur des rayons de cire.

Comme nous l'avons vu plus haut, l'élevage de colonies d'*Apis mellifera* nécessite souvent une base de cire dans les ruches sous forme de cire gaufrée principalement. Les apiculteurs ont la possibilité de produire leur propre cire gaufrée à base de la production cirière de leurs propres colonies ou d'acheter des cires gaufrées dans le commerce.

L'apiculteur est alors dans tous les cas un producteur et un utilisateur de la cire d'abeille, et parfois il peut également jouer le rôle de transformateur de cette cire.

##### iii. Enquête sur les pratiques apicoles liées à la cire

Une enquête auprès d'apiculteurs a été réalisée afin d'estimer les pratiques apicoles liées à la cire sur le terrain (Annexe 1). Ce questionnaire a été diffusé sur des groupes d'apiculture sur les réseaux sociaux ainsi qu'à l'ADA France qui, par la suite, l'a fait suivre aux ADA régionales. A titre d'exemple, l'ADA Aquitaine a relayé le questionnaire sur sa dépêche du mois de février 2020. La répartition des réponses reçues est à retrouver dans les annexes (Annexe 2). Les

apiculteurs « multi-actifs » ayant des pratiques apicoles se rapprochant des techniques professionnelles, nous ne considérerons par la suite que deux groupes : les apiculteurs de loisirs possédant moins de 50 ruches, et les apiculteurs ayant des pratiques apicoles dites professionnelles regroupant les « multi-actifs » propriétaires d'un nombre de ruches compris entre 50 et 199 ainsi que les apiculteurs professionnels possédant plus de 200 ruches.

D'après les résultats de l'enquête, on remarque que les tendances sont assez similaires chez les apiculteurs de loisirs et chez les apiculteurs professionnels.

Pour les cires de corps, les apiculteurs de loisirs ont une moyenne de rotation de 3,5 ans et les apiculteurs professionnels de 3,6 ans.

De la même façon, pour les cires de hausse on retrouve la même tendance avec un pic à 5 ans et un second à 10 ans chez les apiculteurs de loisirs comme chez les professionnels. La moyenne du temps de rotation des hausses est de 5,3 ans chez les apiculteurs de loisirs et 6,0 ans chez les apiculteurs professionnels. Il est important de noter que dans les deux catégories, un nombre non négligeable d'apiculteurs changent leurs cires de hausse en fonction de leur état : ils les changent lorsque celles-ci cassent ou deviennent brunes ou noires.

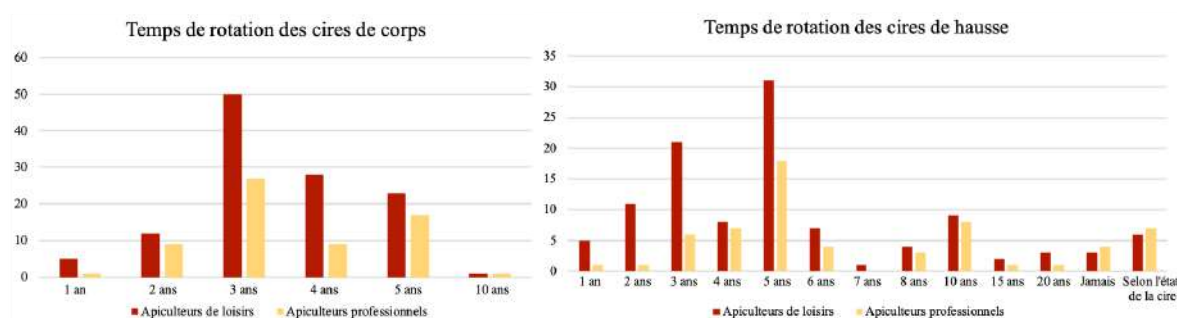


Figure 42 : Temps de rotation des cires de corps et de hausse

*Nina Carvalho Gonçalves*

Puis, l'enquête portait sur ce que faisaient les apiculteurs des cires qu'ils sortaient du circuit de leurs ruches. Que ce soit chez les apiculteurs de loisirs ou professionnels, la valorisation des cires est quelque chose d'assez commun.

Dans les deux cas, les cires les plus valorisées sont celles d'opercules (dans environ 80% des cas), les cires de hausses et de corps étant valorisées quant à elles en proportions similaires (entre 40 et 50% des cas environ).

Tableau V : Valorisation des différents types de cire

*Nina Carvalho Gonçalves*

	Apiculteurs de loisirs		Apiculteurs professionnels	
	Valorisation	Non valorisation	Valorisation	Non valorisation
Cire d'opercule	96 – 79 %	26 – 21 %	55 – 80 %	14 – 20 %
Cire de hausse	67 – 55 %	55 – 45 %	33 – 48 %	36 – 52 %
Cire de corps	45 – 37%	77 – 63 %	31 – 45 %	38 – 55 %

La valorisation se fait en beaucoup de choses, les apiculteurs peuvent choisir de l'échanger contre de la cire gaufrée, d'en fabriquer directement eux-mêmes, de faire des bougies, de l'encaustique ou encore des cosmétiques.

Pour ce qui est de la valorisation des cires d'opercules, que ce soit pour les apiculteurs professionnels ou les apiculteurs de loisirs, la valorisation principale des cires d'opercules est la refonte pour en faire de la cire gaufrée ou des amorces (voir Partie I – 2 – c – iv). Les amorces permettent de faire bâtir des cadres aux abeilles sans leur donner un cadre de cire gaufrée entier, cela est très utilisé notamment en apiculture biologique. Cette cire reste donc en majorité dans les ruches. Cependant, ce gaufrage semble plus courant chez les apiculteurs professionnels (57% contre 38% chez les apiculteurs de loisirs). Cela peut s'expliquer par le fait que le gaufrage sur place soit une technique coûteuse et compliquée.

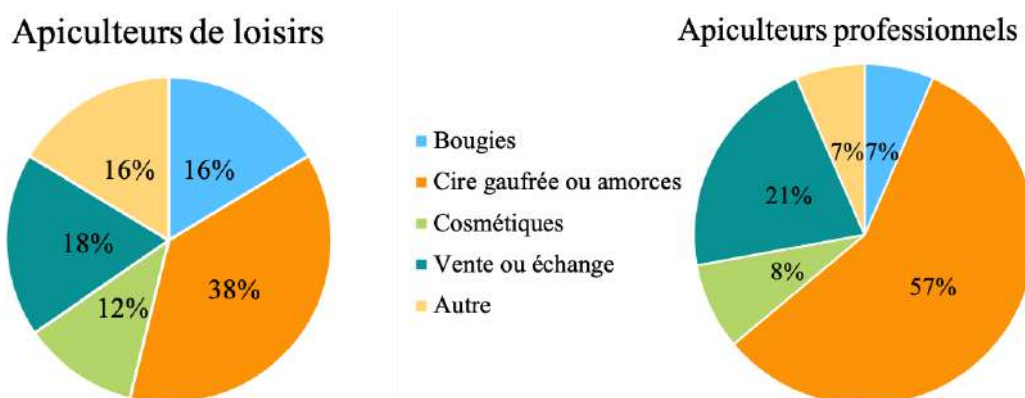


Figure 43 : Valorisation des cires d'opercules

*Nina Carvalho Gonçalves*

La cire de hausse, lorsqu'elle est valorisée, l'est majoritairement en bougies, particulièrement chez les apiculteurs de loisirs où pratiquement la moitié de la cire de hausse est ainsi valorisée. La valorisation en cire gaufrée ou en amorces est assez importante. Près d'un tiers des cires de hausses valorisées sont réutilisées dans les ruches sous forme de cire gaufrée ou d'amorces.



Figure 44 : Valorisation des cires de hausse

*Nina Carvalho Gonçalves*

Les cires de corps sont quant à elles beaucoup moins valorisées en cire gaufrée ou en amorces que les autres cires valorisées. Chez les apiculteurs de loisirs valorisant leur cire de corps, aucun ne semble le faire ainsi. Certains apiculteurs professionnels (13%) valorisent leur cire de corps en cire gaufrée ou en amorces. Cependant, l'enquête menée ne nous permet pas de faire un lien entre cette pratique et l'apiculture biologique du fait que cette dernière n'ait pas fait l'objet de questions en particulier. La principale valorisation de ces cires reste les bougies : pratiquement deux tiers chez les apiculteurs de loisirs et presque la moitié chez les apiculteurs

professionnels. C'est ce type de cire qui est le plus valorisé en encaustique, chez les apiculteurs de loisirs, 15% des cires de corps valorisées le sont en encaustique, c'est d'ailleurs la deuxième valorisation derrière les bougies.

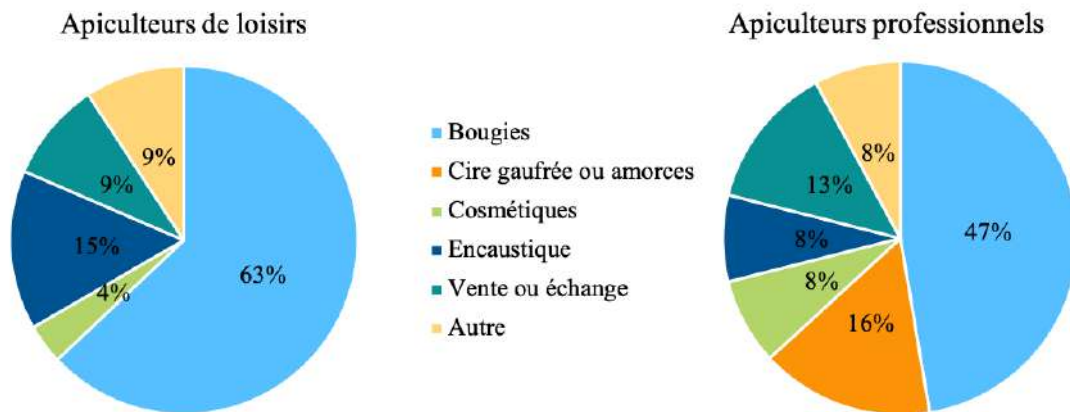


Figure 45 : Valorisation des cires de corps  
Nina Carvalho Gonçalves

## b. Les ciriers : la transformation

### i. Le cirier

Le cirier est défini comme une personne fabriquant et vendant de la cire. [1] Anciennement, il était également celui qui travaillait la cire et fabriquait des cierges, bougies et sculptures en cire.

Aujourd'hui, le cirier est un acteur important de la filière, il produit la cire gaufrée. Le cirier achète ou échange de la cire en bloc aux apiculteurs, et fabrique de la cire gaufrée à base de cette cire. La méthode de fabrication de la cire gaufrée par les ciriers sera décrite par la suite (Partie 2 – 1 – b – iii).

### ii. La place du cirier auprès de l'apiculteur

L'apiculteur peut choisir pour ses cadres de ruches de faire appel ou non à un cirier. Lors de l'enquête réalisée auprès des apiculteurs, on a pu montrer que le cirier était plus en relation avec les apiculteurs professionnels que les apiculteurs de loisir. En effet, 35% des apiculteurs de loisirs déclarent faire appel à un cirier ou l'avoir fait dans le passé contre 84% des apiculteurs professionnels.

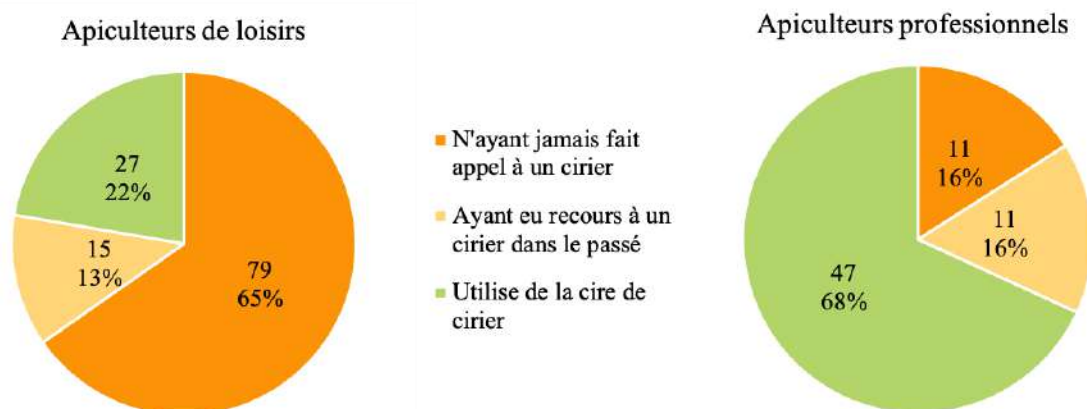


Figure 46 : Importance des achats de cire auprès de ciriers en fonction du type d'apiculteur  
Nina Carvalho Gonçalves

Si l'on rassemble tous les apiculteurs ayant déjà fait appel ou faisant appel à un cirier pour leur fournir leur cire gaufrée, 41% affirment ne pas connaître l'origine exacte de la cire qu'ils achètent chez leur cirier et 12% émettent un doute quant à cette origine. Cela montre un manque de confiance et de traçabilité dans la filière de la cire et en particulier ici chez les ciriers.

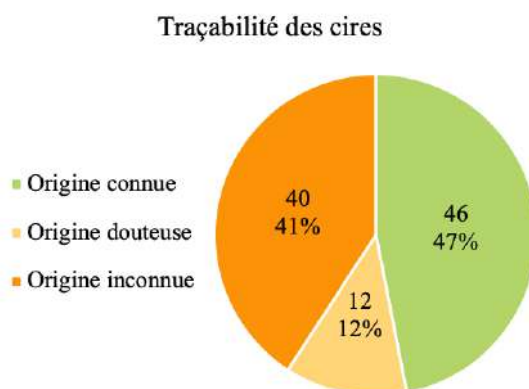


Figure 47 : Traçabilité des cires de cirier selon les apiculteurs  
Nina Carvalho Gonçalves

### iii. Fonctionnement d'un cirier

La fabrication de cire gaufrée peut se faire de deux manières : en pré-laminage ou en coulage. Le cirier visité utilise la méthode de pré-laminage qui permet l'obtention d'une cire plus solide et moins cassante une fois en feuille.

#### ○ Origine et destination des cires

Le cirier rencontré est un apiculteur professionnel qui possède une activité de cirier pendant la mauvaise saison. Il gaufré sa propre cire - les opercules servent au renouvellement des cires de son exploitation et les cires de hausses sont gaufrées pour être revendues dans son magasin de matériel apicole - ainsi que la cire d'autres apiculteurs à façon.

#### ○ Fonte des cires de cadres en pains

Cette étape n'est pas réalisée chez tous les ciriers. Elle a lieu généralement chez les apiculteurs, les ciriers eux, commencent à travailler à partir des pains.

La fonte des cires de cadres utilise une chaudière. Elle permet de faire chauffer la cire, qui coule alors des cadres, tombe au fond de la cuve et rempli par la suite un seau. C'est dans ce seau que la cire en refroidissant va figer et prendre sa forme de pain. Cette étape permet également de purifier en partie la cire, en effet, les impuretés plus denses que la cire se concentrent dans le fond de la chaudière et du seau.



Figure 48 : Chaudière à cire  
*Nina Carvalho Gonçalves*



Figure 49 : Chaudière à cire en fonctionnement  
*Nina Carvalho Gonçalves*



Figure 50 : Pain de cire avec une partie des impuretés concentrées à sa base  
*Nina Carvalho Gonçalves*

○ Constitution de lot

Un lot est l'ensemble des pains qui seront fondus ensemble. Chez le cirier visité trois types de lots sont possibles :

- Ses cires d'opercules
- Ses cires de hausses
- Les cires des apiculteurs pour qui il gaufre de la cire

La constitution de ces lots implique le nettoyage et la désinfection du matériel lors du gaufrage d'un lot différent.

○ Fonte de la cire

Les pains de cires de chaque lot sont placés dans une cuve de fonte. Cette cuve d'une contenance de 250 L est fabriquée en inox. Elle possède une double paroi entre lesquelles se trouve de l'huile calorifique permettant de monter à des températures très élevées. Le chauffage des pains de cire dure plusieurs heures et permet de faire décanter les impuretés contenues dans les pains. Les impuretés sont enlevées à la fin de la transformation de la cire.



Figure 51 : Cuve de fonte contenant de la cire fondue

*Nina Carvalho Gonçalves*

Le cirier visité applique lors de cette étape un traitement à haute température (< 120°C) visant à stériliser la cire des spores de Loque Américaine. La température est vérifiée à l'aide d'un thermomètre intégré à la cuve. Aucune étude scientifique ne prouve l'efficacité d'un tel traitement. De plus, aucune analyse n'a jamais été réalisée sur les cires gaufrées produites par ce cirier.

○ Laminage

La cire fondue passe de la cuve de fonte à un bac d'eau chaude à l'aide d'un tuyau. Du fait de la différence de densité, la cire forme une pellicule de quelques millimètres d'épaisseur à la surface de l'eau chaude. La cire vient ensuite en contact avec un rouleau contenant un flux d'eau froide créant une solidification instantanée de la cire. Elle est alors décollée du rouleau à l'aide d'une lame. Un compresseur met alors cette pellicule de cire solide sous pression afin de la pousser vers un bac de savon démoulant pour éviter que la cire ne colle par la suite sur les rouleaux gaufreurs. La cire forme alors des rubans de 2 à 3 mm d'épaisseur totalement lisses.



Figure 52 : Laminage  
*Nina Carvalho Gonçalves*

○ Gaufrage

Les rubans de cire passent entre deux rouleaux gaufreurs qui aplatissent la cire et y impriment les empreintes d'alvéoles sur les deux faces de la feuille de cire. Les rouleaux sont interchangeables afin d'obtenir de la cire gaufrée d'ouvrières ou de mâles.



Figure 53 : Gaufrage  
*Nina Carvalho Gonçalves*

○ Découpage des feuilles

La bande de cire gaufrée est découpée en largeur et en longueur en fonction des dimensions des feuilles désirées. Une fois découpées, les feuilles sont empilées et mises en cartons. Les chutes sont ensuite incorporées aux lots suivants si ceux-ci sont de même nature.



Figure 54 : Découpage des feuilles de cire gaufrée  
*Nina Carvalho Gonçalves*



- Nettoyage

A la fin du gaufrage d'un lot, les déchets de fond de cuve sont détruits. Le matériel quant à lui est gratté et nettoyé à l'aide d'un karcher d'eau froide.

### c. Les utilisations de la cire d'abeille

#### i. Utilisation en apiculture

Comme vu précédemment, la cire est un intrant très important en apiculture. Elle est la structure de base des rayons qui abritent le couvain et les réserves en miel dans la ruche. Lorsqu'elle est introduite dans l'élevage, elle l'est sous forme de cire gaufrée ou d'amorces. En plus d'être un intrant, elle est extrant de l'élevage en tant que production de la ruche.

#### ii. Utilisation pharmaceutique

La cire est utilisée dans la confection de médicaments en capsule et en comprimé. Elle permet de donner une consistance particulière aux médicaments. La cire sert dans certains cas au mécanisme de libération du principe actif dans l'organisme. De plus, elle peut avoir un rôle dans le transport du principe actif lors de son absorption. [39]

La cire est également utilisée en apithérapie notamment grâce à ses propriétés antiseptiques et son innocuité pour en faire des pommades et cataplasmes. [39]

#### iii. Utilisation alimentaire

La cire d'abeille peut être utilisée comme additif alimentaire. Réglementairement, elle porte le numéro E901 qui correspond à la cire d'abeille jaune ou blanche. [65] Elle est utilisée comme support, émulsifiant, agent d'enrobage, stabilisant et épaississant. [66] On peut par exemple la retrouver dans des bonbons ou les enrobages du même type que celui des dragées ou les chewing-gum. La cire d'abeille est également utilisée dans la conservation de certains fruits (pommes, poires, pêches, melons, ananas et agrumes) ainsi que comme fixateur de colorants. [39]

#### iv. Utilisation cosmétique

La cire d'abeille a souvent été utilisée dans des cosmétiques et l'est encore beaucoup aujourd'hui. En effet, elle possède de nombreuses propriétés très intéressantes pour la peau : la cire d'abeille n'est pas allergisante et elle ne bouche pas les pores lors d'application sur la peau. [39] De plus, l'abeille et les produits de la ruche possèdent une très bonne image auprès du consommateur. Elles sont souvent associées à la pureté, l'éternité et la jeunesse. [67]

Tableau VI : Utilisation de la cire d'abeille en cosmétique d'après Bogdanov [39]

Produit cosmétique	Propriétés utilisées
Crèmes et pommades	Améliore le mélange avec de l'eau
Crèmes solaire	Pouvoir filmant, donne de l'élasticité et améliore la protection
Savon	Crée un film protecteur sur la peau, pouvoir durcissant
Rouge à lèvres	Donne de la brillance, de la consistance et fixe la couleur
Gloss à lèvres	Donne de la texture et de la brillance
Déodorant	Pouvoir filmogène
Parfum	Pour son odeur

#### v. Autres utilisations

La cire d'abeille est recensée dans plus de 300 utilisations industrielles. Elle sert à la fabrication de bougies ou de sculptures et permet la confection de certains instruments de musiques. Enfin la cire entre dans la composition de cirage, d'encaustique et de traitement pour le bois. [39]

## 2. Le marché de la cire

### a. Production et besoins en France

La filière de la cire en France manque souvent de transparence. En 2013, la France a produit environ 420 tonnes de cire. On peut alors se demander si la France est autosuffisante en cire apicole. Si l'on se base sur le nombre de colonies déclarées et un taux de renouvellement de 1/3 dans les ruches comme cela est préconisé, on arrive à une quantité de cire nécessaire à 906 tonnes par an. Ainsi, la France ne semble pas auto-suffisante en cire. Pour pallier ce manque, la France est le second importateur de cire en Europe. En 2013, le pays a importé 2 766 tonnes de cire en tout, quel qu'en soit l'usage par la suite. Ces importations viennent principalement de pays asiatiques. [68] Ce problème se pose d'autant plus dans la filière biologique où la réglementation sur la cire est plus stricte (voir Partie II – 3 – c).

Les recommandations sont que le renouvellement des cires dans les ruches se fasse avec de la cire d'opercule. Selon les chiffres de FranceAgrimer, en 2016 la production française de cire d'opercule était d'environ 240 tonnes. A nouveau, cette quantité n'est pas suffisante et la filière nécessite des importations. [68]

### b. Les importations et exportations de cire en Europe

Il existe de nombreux échanges de cire entre les pays de l'Union Européenne et les pays non-européens. Cependant, même si la quantité de cire échangée est connue, il est difficile de préciser l'utilisation de la cire échangée.

La Chine est le premier pays exportateur de cire vers l'Europe. La quantité de cire importée en Europe depuis la Chine est environ 8,5 fois plus importante que celle importée du Vietnam, second plus gros fournisseur de cire pour l'Union Européenne. De plus, on remarque que la cire chinoise fait partie des moins chères du marché, se pose alors la question de la qualité de cette cire. [12]

Tableau VII : Importations de cire en UE en 2018, d'après Bruneau [12]

Pays	Volume (en T)	Valeur (en €)	Prix/kg (en €)
Chine	4 837 000	24 091 143	4,98
Vietnam	571 100	3 712 392	6,50
United States	394 400	3 359 687	8,52
Ukraine	243 000	1 439 451	5,92
Argentine	190 000	1 203 308	6,33
Australie	182 900	2 013 026	11,01
Ethiopie	163 800	1 162 458	7,10
Russie	85 000	516 144	6,07
Kenya	65 900	513 928	7,80
Cameroun	55 000	400 961	7,29
Zambie	51 100	723 108	14,15
République de Centrafrique	33 600	270 730	8,06
Madagascar	31 000	174 538	5,63
Inde	24 200	68 251	2,82
Égypte	23 300	14 886	0,64
Cuba	20 000	117 687	5,88
Kirghizistan	20 000	124 027	6,20
Burkina Faso	18 400	119 415	6,49
Tanzanie	15 500	115 774	7,47
Serbie	9 200	52 516	5,71
Ouganda	8 500	55347	6,51

### c. Types de cire et variation des prix du marché

En France, il existe différents types de cire commerciale à la vente et donc à la disposition des apiculteurs. Il est possible de trouver de la cire sous forme de feuilles de cire gaufrée libre ou déjà montée sur cadre ou sous forme de pain de cire. Pour cela plusieurs options s'offrent aux apiculteurs :

- L'utilisation et la transformation personnelles de leur propre cire
- L'achat auprès d'un cirier ou d'un fabricant de matériel apicole
- Le gaufrage à façon qui consiste en l'échange de lot de cire, souvent sous forme de pains de cire, contre des feuilles de cire gaufrées à la taille nécessaire à l'apiculteur avec un cirier
- La transformation d'un lot personnel de cire par un cirier. Contrairement au gaufrage à façon, l'apiculteur donne sa cire et les feuilles de cire gaufrées que le cirier lui fournira seront issues de sa propre cire. Cette option nécessite une production de cire importante afin de permettre au cirier de la fondre et de la gaufrer sans avoir besoin de la mettre en commun avec d'autres lots de cire, souvent cette solution n'est pas proposée pour des lots de cire inférieurs à une centaine de kilogrammes.

Les prix de la cire varient en fonction de son origine ainsi que de sa qualité. Par exemple, la cire garantie d'opercules est plus chère d'environ 20% que la cire gaufrée dite standard dont l'origine peut être d'opercule, de hausse ou de corps. Les prix des différentes cires chez certains ciriers sont regroupés en Annexe 4.

Tableau VIII : Prix moyens des différents types de cire chez les ciriers en France

*Nina Carvalho Gonçalves*

Type de cire	Pain de cire (au kg)	Cire gaufrée standard (au kg)	Cire gaufrée d'opercules (au kg)	Cire à façon (au kg)
Prix minimum	15,00 €	17,00 €	26,20 €	3,72 €
Prix maximum	27,00 €	25,95 €	26,60 €	4,52 €
Prix moyen	20,66 €	20,84 €	26,40 €	4,15 €

### 3. Normes actuelles en apiculture sur la cire

#### a. Définition législative de la cire

Deux types de cires sont définis par le Chemical Abstracts Service (CAS) de l'American Chemical Society (AMS). Ce service attribue un numéro à chaque substance chimique décrite dans la documentation.

La cire jaune porte le numéro CAS 8012 – 89 – 3 et est définie comme la cire directement issue de la ruche par fonte à l'eau chaude une fois filtrée du matériel exogène qu'elle contient. La cire blanche quant à elle porte le numéro CAS 8006 – 40 – 4, et est définie comme la cire obtenue après blanchissement de la cire jaune. [69]

Dans l'Union Européenne, l'agence européenne des produits chimiques (ECHA) ne la définit qu'une seule fois comme la cire directement issue de la ruche. Elle porte le numéro CE 232 – 383 – 7. [70]

#### b. Les textes de lois sur les cires

Dans la réglementation européenne, la cire est considérée comme un sous-produit animal de catégorie 3, c'est-à-dire un sous-produit animal issu de la production d'un produit destiné à la consommation humaine, ici le miel. [12]

Il n'existe aujourd'hui que peu de lois régissant la cire d'abeille. Une mention de la qualité de la cire est faite dans le décret n°2003-587 de 2003. Pour le miel vendu en rayon, la cire ne doit pas dépasser les limites maximales de résidus prévues pour le miel. Le miel en rayon est défini comme « le miel emmagasiné par les abeilles dans les alvéoles operculées de rayons fraîchement construits par elles-mêmes ou de fines feuilles de cire gaufrées réalisées uniquement en cire d'abeille, ne contenant pas de couvains, et vendu en rayons, entiers ou non ». [71]

De la même façon, l'Union Européenne encadre les cires utilisées en tant qu'additifs alimentaires. A nouveau, celles-ci ne doivent pas dépasser les limites maximales de résidus du miel. [72] Cependant très peu de LMR sont définies dans le miel. A titre d'exemple, il n'y aucune limite de résidus pour certains traitements autorisés en apiculture comme le thymol, ni de limite pour les antibiotiques. Enfin, les LMR pour les pesticides sont caractérisés par leur limite de détection. Il est donc impossible d'en garantir l'absence. [73]

Pour ce qui est de la réglementation dans les autres utilisations, en particulier l'utilisation en apiculture traditionnelle il existe un vide réglementaire. Aucune loi ne réglemente la composition ou les résidus de la cire. La seule obligation est l'indication d'additif si la cire en contient, par exemple si on ajoute de la paraffine à la cire, il est obligatoire de le mentionner. [12]

### c. Les contraintes en apiculture biologique

La certification en agriculture biologique des cires est impossible du fait que la cire n'est pas un produit agricole. Cependant, il existe des contraintes portant sur la cire lorsque l'on souhaite produire du miel biologique, qui lui peut être certifié. Les contraintes sont imposées à l'échelle européenne par les règlements n°834/2007 et n°889/2008. Ces derniers définissent notamment les conditions de conversion depuis une apiculture traditionnelle vers une apiculture biologique. Cette transition se fait sur une année et durant cette année, toutes les cires de corps et de hausse doivent être remplacées lorsqu'il n'y a pas de couvain. Cette nouvelle cire doit obligatoirement être de la cire issue de l'apiculture biologique. Cependant, si l'obtention d'une telle cire est impossible, il est possible d'obtenir une dérogation auprès de l'organisme certificateur afin d'utiliser de la cire non biologique à condition que celle-ci soit de la cire d'opercule non contaminée par des substances interdites en apiculture biologique. Lors du renouvellement du cheptel par des colonies abritées en ruchettes sur des cadres de cire non issus de l'agriculture biologique, il est impératif de transférer les abeilles sur des cadres de cire biologique. Tous les stocks de cire non biologique de l'apiculteur doivent être cédés lors de la transition. Enfin lorsqu'une colonie en ruchette d'un élevage biologique butine une parcelle agricole non biologique, la cire d'opercule de la ruchette sera utilisable en apiculture biologique. [74][75]

### d. Les traitements autorisés en apiculture

#### i. Apiculture conventionnelle

Il existe 14 autorisations de mise sur le marché (AMM) en France en apiculture (Annexe 3) pour 13 médicaments différents. Toutes ces spécialités sont utilisées dans le traitement contre *Varroa destructor*. Parmi ces spécialités, seuls 6 principes actifs sont autorisés : l'acide formique, l'acide oxalique, l'amitraz, la fluméthrine, le tau-fluvalinate et le thymol. Ces principes actifs peuvent être combinés ou non dans les médicaments autorisés. [76]

Ces médicaments se présentent sous différentes formes. Il existe des lanières, des poudres et solutions pour dispersion dans la ruche, de la poudre pour sirop, du gel pour ruche ou encore des plaquettes. Cette diversité de présentations conditionne l'administration, la date d'application ainsi que le nombre d'utilisation des différents médicaments, même si ceux-ci se composent des mêmes principes actifs.



Figure 55 : Lanière d'amitraz pour ruche [77]



Figure 56 : Dispersion d'acide oxalique pour ruche [77]

### *ii. Apiculture biologique*

En apiculture biologique, l'arsenal thérapeutique est limité. Pour la lutte contre la varroose, seuls sont autorisés l'acide formique, l'acide oxalique, l'acide lactique, l'acide acétique, le thymol, le camphre et l'eucalyptus. Il est recommandé d'utiliser des méthodes non médicales mais zootechniques telles que la destruction de couvain mâle (voir Partie I – 2 – c – v). Il est possible d'utiliser de la solution hydroalcoolique de propolis biologique associée au sirop de nourrissage pour aider le comportement hygiénique des abeilles. Les traitements homéopathiques et les spécialités à base de phytothérapie sont à privilégier au maximum. [78]

### *iii. Traitements historiquement autorisés*

Pendant longtemps, les apiculteurs ont utilisé des antibiotiques pour traiter les colonies contre les loques américaines et européennes ou encore la nosérose qui sont des maladies bactériennes. Jusque dans les années 2000, le plus utilisé était la fumagilline (Fumidil B ®), indiqué dans le traitement de la nosérose, cependant son AMM a été suspendue en 2002 faute de LMR dans le miel. Par la suite, les tétracyclines ont été beaucoup utilisées. C'est en 2016 que la DGAL a finalement totalement interdit l'utilisation d'antibiotiques en apiculture suite à une enquête de l'ANSES ayant montré la présence de nombreux résidus d'antibiotiques dans le miel. [79]

De la même façon, le coumaphos a été beaucoup utilisé dans la lutte contre la varroose. En France, cette molécule a été interdite en 2005 à cause de son accumulation dans les produits de la ruche dont le miel et la cire. Aujourd'hui il est cependant encore autorisé et utilisé dans beaucoup de pays. Le coumaphos bénéficie d'une LMR dans le miel qui est de 100 µg/kg. [73]

## **e. Les contrôles de la BNEVP**

### *i. Présentation de la BNEVP*

La Brigade Nationale d'Enquêtes Vétérinaires et Phytosanitaires est un service d'investigation de la DGAL. Elle prend part dans la lutte contre les atteintes à la sécurité sanitaire des aliments, les trafics d'identification des animaux domestiques, les atteintes à la santé des animaux et des végétaux vivants, les trafics de médicaments vétérinaires et de produits phytopharmaceutiques interdits ou falsifiés. Son activité se répartit en trois grandes catégories : [80]

- Les enquêtes judiciaires et la lutte contre la délinquance organisée
- Les enquêtes nationales
- L'appui technique aux services de contrôle sanitaire

En 2016, suite à des troubles de santé des colonies dans différents pays d'Europe, une mauvaise qualité des cires a été soupçonnée. Cette suspicion a donné lieu à une enquête de la BNEVP dont les résultats ont été publiés en janvier 2018. Le rapport a montré de nombreux problèmes au sein de la filière de la cire. [81]

### *ii. Constats au niveau des importations*

Les cires d'importations en provenance de Chine et d'Afrique notamment sont transportées en conteneurs dans des sacs en polymères tissés résistants à la déchirure. Lors de leur arrivée, très peu de contrôles sont réalisés par les opérateurs de l'État. Lors de l'arrivée en France, les conteneurs sont fumigés avec des agents insecticides très puissants. Environ 11 molécules sont recensées pour ces fumigations. Néanmoins, se pose alors la question de la perméabilité des sacs en polymères. En effet, il est possible que lors de ces fumigations, les cires soient contaminées et ainsi qu'elles deviennent toxiques pour les abeilles.



Figure 57 : Conteneurs de cire d'importation [81]

### *iii. Constats au niveau de la production française*

Les cires produites en France sont issues de tous types de cire fournis par les apiculteurs. Il est donc possible d'avoir des mélanges de cires d'opercules et de cire de corps de recyclage. Les lots sont souvent très hétérogènes. [81]

#### ○ Traçabilité

Il existe des défauts de traçabilité à toutes les échelles de la filière. Tout d'abord chez les collecteurs, la constitution de lots de cires brutes est totalement inexistante. Beaucoup de professionnels affirment que la notion de lot pour la cire est inenvisageable, seulement 20% des apiculteurs assurent une traçabilité sur la cire qu'ils expédient aux ciriers.

Au niveau des transformateurs et des ciriers, plus de la moitié n'avaient aucun contrôle de traçabilité lors de l'enquête.

Enfin, chez les distributeurs de cire, environ 40% des distributeurs contrôlés n'avaient aucune gestion de la traçabilité de leurs cires. [81]

- Agrément et enregistrement

Aucun des établissements ayant été visités par la brigade lors de l'enquête n'était enregistré auprès des autorités compétentes. Pour ce qui est des transformateurs, seulement 17% sont enregistrés ou agréés par l'État. [81]

- Plan de maîtrise sanitaire

Très peu d'établissements de transformation de cire possèdent un plan de maîtrise sanitaire de leur activité. Dans le cadre de l'enquête, seulement 16% des transformateurs visités avaient un tel plan. [81]

- Propreté, hygiène et conformité des locaux de transformation

Plus de la moitié des ateliers contrôlés (60%) présentaient des locaux inadaptés. Seuls 40% des transformateurs possédaient des ateliers sectorisés, propres et bien entretenus. [81]

- Mauvaises pratiques de productions

Lors de la production de cire gaufrée à usage apicole, la cire doit subir un traitement assainissant contre les spores de *Paenibacillus larvae*, agent de la Loque Américaine. Cet assainissement s'effectue par un traitement thermique réalisé dans un cadre très précis avec des équipements de mesures et d'enregistrement de la température très spécifiques. Néanmoins, l'enquête a montré que ces procédés étaient correctement réalisés et maîtrisés chez seulement 22% des transformateurs de cire contrôlés. Chez 11% des transformateurs, les traitements sont réalisés mais les suivis de ces traitements sont incomplets. Enfin, chez 67% des transformateurs contrôlés, il n'y avait aucun équipement de mesure et d'enregistrements pour les traitements. [81]

De la même façon, des produits chimiques interdits en temps qu'auxiliaires technologiques pour le gaufrage des cires ont été retrouvés. L'enquête a par exemple contrôlé des transformateurs qui utilisaient de l'éther polyglycolique, du propylène glycol ou encore des lessives en tant que tensioactifs. [81]

- Adultération des cires

Malgré l'affirmation selon laquelle les producteurs ne produisent que de la cire, l'enquête a démontré qu'environ 30% d'entre eux font des mélanges de cires. Sont ajoutés à la cire d'abeilles des cires minérales (paraffines et microcristallines), des cires végétales (dont la cire de Sumac, issues de la cuisson des écorces de la baie de l'arbre *Rhus verniciflua*), des acides gras produits industriellement ou encore des cires synthétiques. [81]





Figure 58 : *Rhus verniciflua* [82]

#### 4. Les problèmes de qualité de cires rencontrés

##### a. Adultérations à l'importation

L'adultération est, dans le commerce, le fait de falsifier intentionnellement un produit. [1] Comme mentionné précédemment, la BNEVP, dans son enquête sur la filière de la cire, a montré de nombreuses adultérations dans les cires apicoles. Des cires importées depuis la Chine, l'Espagne, la Hongrie, la Belgique ainsi que l'Inde ont été analysées au cours de cette enquête et se sont avérées être adultérées. [81]

Dans le monde, de nombreuses études ont été réalisées sur les cires commerciales et ont montré leur adultération. C'est le cas notamment en Espagne. Cette étude a été réalisée sur 42 échantillons de cire commerciale et des échantillons de cire naturelle afin d'avoir une référence. Dans les cires commerciales, 33 composants non présents dans les cires naturelles ont été trouvés dans les cires commerciales. Certains de ces composants (15) n'ont pas réussi à être identifiés. Lorsque l'on rentre dans le détail de ces analyses, certains composants ont été retrouvés en proportion minime quand d'autres ont été retrouvés en grande proportion, par exemple l'acide palmitique était présent à plus de 5% dans les cires analysées. Sa présence dans les cires en grande quantité peut poser problème en apiculture, en effet sa température de fusion est inférieure à celle de la cire d'abeille ce qui peut engendrer la fonte et donc l'effondrement des rayons bâtis. De plus, cela peut modifier l'odeur de la cire, les abeilles peuvent alors refuser de bâtir dessus lorsque ces feuilles leurs sont présentées. De plus, la fréquence de ces composants est assez élevée. Certains n'ont été retrouvés que dans 30 à 40% des échantillons alors que certains ont été retrouvés dans 90% des échantillons. Ces chiffres montrent que l'adultération des cires commerciales est assez systématique. [83]

Le but de l'adultération est de faire baisser le coût de fabrication de la cire d'abeille en la coupant avec des matériels meilleur marché. En 2013, Miguel Maia a démontré que 60% des cires sur le marché portugais étaient adultérées avec de la paraffine et 22% avec de la cire microcristalline. [84] De la même façon, Lidija Svecniak a analysé des cires provenant de plusieurs pays européens et non européens (Allemagne, Autriche, France, Hongrie, Italie, Pays-Bas, Pologne, Slovaquie, Suède, Kosovo, Macédoine, Serbie, Russie, Australie, Argentine,

Cameroun, Chine, Russie). Cette étude a montré des contaminations massives avec de la paraffine dans 82% des échantillons analysés. Les taux de contamination peuvent atteindre dans certains cas jusqu'à 95% de l'échantillon. Elle a également retrouvé de l'acide stéarique dans une proportion de 25 à 35% dans des cires provenant des Pays-Bas. Cette étude a réussi à montrer que le problème d'adultération n'est pas dû uniquement aux importations extra-communautaires mais bien aussi un problème européen. [85]

## b. Résidus

### i. Traitements autorisés en apiculture

De nombreux traitements sont autorisés et utilisés en apiculture conventionnelle comme biologique (voir Partie II – 3 – d). Cependant, ces traitements souvent présents assez longtemps dans les ruches peuvent s'accumuler dans les cires. Il est également possible de retrouver des métabolites de ces traitements.

#### o L'amitrazé

L'amitrazé est une molécule liposoluble, elle peut donc se retrouver dans le miel et dans la cire. Cependant elle est très peu stable, elle est dégradée en seulement un jour dans la cire. Ce sont donc ses produits de dégradation que l'on retrouve dans la cire et qu'il faut rechercher. Parmi ces derniers, on peut citer le 2,4-diméthylaniline (DMA), le 2,4-diméthylphénylformamide (DMPF) et le N-(2,4-diméthylphényl)-N'-méthyl-formamidine (DMPMF). [43]

Une étude espagnole de 2017 a analysé 35 échantillons de cire et a montré que 82% de ces cires comportaient des résidus de DMPF à une concentration moyenne de 40,9 µg/kg (min : 15,9 µg/kg ; max : 118,9 µg/kg). [86]

Une étude réalisée sur des échantillons de cire israélienne a étudié la contamination des cires en DPMF ainsi qu'en DMPMF. Sur les 32 échantillons étudiés, la totalité des cires contenait du DPMF et du DMPMF. Les concentrations moyennes en ces deux produits de dégradation étaient assez similaires, 111,5 µg/kg pour le DPMF et 115,2 µg/kg. Cependant l'étalement des prélèvements était assez différent pour les deux métabolites. Les concentrations du DPMF étaient plus homogènes avec un minimum de 53 µg/kg et un maximum de 175 µg/kg alors que celles de DMPMF étaient plus étalées avec un minimum de 10 µg/kg et un maximum de 240 µg/kg. Ces différences peuvent être expliquées par une différence de stabilité de ces deux métabolites de l'amitrazé. [37]

#### o Le tau-fluvalinate

Le tau-fluvalinate est une molécule liposoluble et peu volatile. Elle s'accumule donc telle quelle dans les cires. [43]

Une étude française a été menée sur 47 échantillons de cire prélevés chez des apiculteurs professionnels et amateurs dans plusieurs régions du pays. Ces échantillons contenaient des résidus pour 33 d'entre eux et plus de 60% de ces derniers étaient positifs pour le tau-fluvalinate. La concentration moyenne mesurée était de 196,4 µg/kg de cire (min : 15 µg/kg ; max : 422 µg/kg). [87]

En Espagne, une étude sur 35 échantillons de cire en provenance de tout le pays a montré une forte contamination en tau-fluvalinate. En effet, 100% des échantillons contenaient des résidus de cette molécule. La concentration moyenne y était très élevée à 1083,5 µg/kg (min : 374,9 ;

max : 3593,3 µg/kg). Cette étude montre que la contamination en tau-fluvalinate est très variable, les concentrations mesurées sont très étalées. [86]

Cette molécule est donc retrouvée dans des concentrations assez importantes dans les cires, cependant il n'existe aujourd'hui aucune LMR pour le tau-fluvalinate dans le miel.

- Fluméthrine

La fluméthrine est un pyréthriinoïde de synthèse, elle est également liposoluble et s'accumule en faible quantité dans les cires. [43]

Une étude belge a analysé 124 échantillons de cire en provenance de chacune des 13 provinces du pays. 21 prélèvements contenaient des résidus de fluméthrine, ce qui correspond à environ 20% des échantillons testés avec un minimum de concentration de 20 µg/kg. En moyenne la concentration mesurée dans les échantillons était 68,52 µg/kg (min : 21 µg/kg ; max : 280 µg/kg). [88]

Une seconde étude, espagnole cette fois-ci, a analysé 35 échantillons de cire provenant d'apiculteurs de toute l'Espagne. Cette fois-ci, la limite de détection de la fluméthrine était de 4,2 µg/kg. Les résultats ont montré que près de 82% des cires analysées étaient contaminées par des résidus de fluméthrine avec une concentration moyenne de 90,5 µg/kg (min : 48,0 µg/kg ; max : 170,1 µg/kg). [86]

Ainsi, de la même façon que le tau-fluvalinate, la fluméthrine se retrouve beaucoup dans les cires notamment celles de corps et ne possède aucune LMR dans les produits de la ruche. Cependant, il est important de noter que les concentrations de fluméthrine retrouvées sont moindre comparées à celles retrouvées pour le tau-fluvalinate. [43]

- Le thymol

Le thymol est une molécule naturellement présente dans les miels en faible quantité, c'est un mono-terpène. Le thymol est volatile et liposoluble, ce qui lui permet de s'accumuler dans les cires. [43]

En 1998, une étude a été réalisée afin d'étudier les résidus laissés dans la cire et le miel des traitements à l'Apilife VAR ®, traitement anti-varroa à base de thymol, d'eucalyptus, de camphre ainsi que de menthol. Dans un premier temps, des tests en laboratoire ont été réalisés et ont montré que dans la cire, il n'y avait aucune accumulation de camphre et d'eucalyptus. Le menthol quant à lui s'accumulait en très faible quantité, et le plus présent dans la cire après traitement était le thymol. Afin de confirmer ces études en laboratoire, des échantillons de cire de terrain ayant été traités avec des bandelettes d'Apilife VAR ® ont été analysés. Dans la cire de corps, la concentration moyenne de résidus de thymol mesurée était de 2121,5 mg/kg à l'automne. Une diminution d'un facteur 3,2 a été enregistrée au printemps suivant. Les mesures ont été répétées sur 5 années consécutives avec des traitement à l'Apilife VAR ®. Les analyses ont montré que les concentrations en thymol dans les cires restaient stables au fil des années. Il n'y avait donc pas d'accumulation de thymol dans les cires, cela est expliqué par le fait que le thymol soit une molécule très volatile. On a donc une cyclicité dans les concentrations de thymol dans la cire : une forte augmentation au moment du traitement, et une diminution lente pendant le reste de la saison. [89]

○ Les acides oxalique et formique

Ces deux acides sont les deux molécules les plus récemment autorisées en France dans le traitement contre *Varroa destructor*. Néanmoins, ces deux molécules sont hydrosolubles ce qui ne leur permet pas de s'accumuler dans la cire qui est une substance lipophile. Ces deux traitements ne posent donc pas de problème dans la qualité des cires. [43]

ii. *Traitements non autorisés en apiculture*

○ Antibiotiques

Peu d'études ont été réalisées sur les résidus d'antibiotiques dans la cire. Cependant, de nombreuses études montrent la présence de résidus d'antibiotiques dans le miel. Le miel et la cire étant souvent importées des mêmes pays, la présence de résidus d'antibiotiques dans le miel pose la question de la présence de résidus d'antibiotiques dans la cire. Les deux matrices étant en contact étroit dans la ruche, il existe des échanges entre ces deux matériels et donc une contamination est possible depuis le miel vers la cire. [90]

○ Acaricides

Le coumaphos et l'acrinathrine sont deux exemples d'acaricides n'ayant pas d'AMM en France, mais dont l'utilisation est autorisée dans d'autres pays européens. Le coumaphos, en Europe, est autorisé en Bulgarie, à Chypre, en Allemagne, en Grèce, en Hongrie, en Italie, en Roumanie ainsi qu'en Slovénie. L'acrinathrine est autorisée dans quelques pays d'Europe de l'est (Lituanie, République Tchèque, Slovaquie). Ces deux molécules sont des molécules lipophiles et non volatiles qui s'accumulent dans les cires. Le coumaphos possède une LMR dans le miel de 100 µg/kg, l'acrinathrine quant à elle ne possède aucune LMR. [43]

Une étude espagnole a analysé des cires du commerce. Sur 35 échantillons analysés, tous contenaient des résidus de coumaphos et 81,8% des résidus d'acrinathrine. En moyenne, la concentration en coumaphos était de 9486,2 µg/kg (min : 25,0 µg/kg ; max : 17370,7 µg/kg) et celle d'acrinathrine de 414,8 µg/kg (min : 96,3 µg/kg ; max : 2584 µg/kg). Une nouvelle fois, les concentrations sont assez élevées, surtout en coumaphos où elles sont très élevées. Pour ce qui est de l'acrinathrine, l'accumulation reste moindre comparée à celle du fluvalinate pourtant autorisée en France. [86]

iii. *Résidus liés aux pratiques apicoles*

○ Traitement contre la fausse teigne

Certains apiculteurs utilisent des traitements contre la fausse teigne qui se retrouvent dans la cire. Par exemple, le paradichlorobenzène est une substance qui s'insère dans le cycle de la cire et la contamine. Une étude menée en Suisse a montré que 34% des miels en contenaient et que dans près de la moitié des cas, la LMR était dépassée. De la même façon, de la naphthaline a été retrouvée dans des miels analysés. A nouveau, si ces substances sont présentes dans les miels, elles le sont très probablement aussi dans les cires des ruches. [91]

○ Traitement du bois et peintures

Les traitements appliqués sur le bois des ruches ne doivent pas contenir de fongicides ou d'insecticides. En effet, il a été démontré que ces substances peuvent par la suite se retrouver dans les cires et les miels. De la même façon, certains composants métalliques ou organiques

des peintures peuvent également les contaminer, leur choix doit alors être raisonné afin d'être le moins toxique et laissant le moins de résidus possibles. [91]

#### *iv. Résidus liés à l'environnement*

##### ○ Métaux lourds

Les principaux métaux lourds toxiques sont le plomb et le cadmium. Ils sont produits principalement par l'industrie ainsi que les transports. Ils sont incorporés dans les nectars et les pollens des plantes et peuvent par la suite se retrouver dans les produits de la ruche. [91]

Une étude italienne a mesuré les concentrations de plomb, de chrome ainsi que de cadmium dans différentes cires d'Italie. Les cires contenaient en moyenne 117,42 µg/kg (min : 72,6 µg/kg ; max : 180 µg/kg) de plomb, 27,04 µg/kg (min : 15 µg/kg ; max : 52,1 µg/kg) de cadmium ainsi que 52,9 µg/kg (min : 32,0 µg/kg ; max : 94,0 µg/kg) de chrome. Cette étude a réalisé des mesures à plusieurs reprises à 4 semaines d'intervalle à chaque fois. Cela a permis de démontrer qu'il n'y a pas de diminution ni d'accumulation de ces métaux lourds dans les cires. [92]

##### ○ Les traitements phytopharmaceutiques

Plusieurs types de traitements phytopharmaceutiques peuvent être retrouvés dans les cires. Ces traitements phytopharmaceutiques dépendent des pratiques agricoles et des cultures et se répartissent en quatre grandes familles : les herbicides, les acaricides, les fongicides et les insecticides. De nombreuses molécules sont aujourd'hui autorisées en France, et beaucoup d'autres sont autorisées dans d'autres pays qui exportent de la cire vers la France. [93]

Une étude italienne a étudié la contamination de 178 échantillons de cire en résidus de traitement phytopharmaceutiques. En tout, 247 molécules phytosanitaires (13 acaricides, 47 herbicides, 65 fongicides, 122 insecticides) ont été recherchées dans les échantillons de cire. En tout, 41 de ces 247 molécules ont été retrouvées dans les cires. Seulement 25% des échantillons étaient exempts de résidus. En moyenne, les échantillons contenaient 3 pesticides différents, mais certains contenaient jusqu'à 14 molécules différentes. Cette étude a montré que les résidus retrouvés en plus grande quantité dans les cires sont des molécules de traitements utilisés en apiculture. Cependant, beaucoup de molécules utilisées en agriculture sont également retrouvées dans les cires en quantités non négligeables. De plus, les échantillons de cire contiennent souvent plusieurs molécules différentes ce qui pose le problème d'effet cocktail. De plus, ici les mesures sont réalisées à un moment unique, nous n'avons pas ici d'informations sur l'accumulation possible de toutes ces molécules. [93]

##### ○ Les organismes génétiquement modifiés

Contrairement à l'Union Européenne, des pays autorisent les cultures d'organismes génétiquement modifiés. Il a été démontré que le pollen de ces espèces est présent dans le miel. De plus, on sait également que la cire contient du pollen. Ainsi, il est possible que dans certaines cires importées, du pollen OGM y soit retrouvé. [40]

### c. Contraintes pour les analyses

#### i. Choix et recherche du laboratoire

L'ITSAP propose sur son site internet une base de données de tous les laboratoires vétérinaires offrant des analyses apicoles en France et dans quelques pays voisins. L'annuaire comprend 47 établissements répartis selon le type d'analyses qu'ils proposent. Y sont recensés les laboratoires réalisant : des analyses physico-chimiques, analyses sensorielles, analyses microbiologiques, analyses palynologiques, analyses d'adultération, analyses de résidus, analyses nutritionnelles, les recherches d'agents pathogènes et de parasites et les autres types d'analyses telles que les OGM. Cependant, les laboratoires offrant des analyses de cires sont bien moins nombreux que ceux réalisant des analyses sur le miel. La cire est en effet, une matrice bien plus difficile à analyser que le miel. [94]

Cette base de données permet de chercher un laboratoire grâce au type d'analyse que l'on souhaite réaliser ou par la localisation des laboratoires. De plus, elle permet de connaître la nature des prélèvements ainsi que les conditions d'envoi des échantillons que l'on souhaite analyser. [94]

#### ii. Prix et choix des analyses

Comme vu précédemment, beaucoup de molécules peuvent s'accumuler et se retrouver dans la cire. Face à un problème sanitaire où l'on suspecte la mauvaise qualité des cires, il est nécessaire de savoir ce que l'on souhaite analyser. En effet, la multitude de molécules rend compliqué voire impossible de « tout chercher ». De plus, le coût de telles analyses est à prendre en compte. A titre d'exemple, une analyse multi-résidus sur la cire coûte généralement autour de 200 € ce qui est très cher si l'on ne demande pas la bonne analyse. [94]

De plus, la cire étant exposée à énormément de molécules pouvant s'y accumuler, il est nécessaire de cibler ses analyses par rapport aux signes cliniques observées sur les colonies d'abeilles. En effet, une analyse peut montrer la présence de molécules qui n'expliquent pas totalement la symptomatologie et donc, qui ne seront probablement pas la cause des troubles observés. [94]

#### iii. Temps d'analyse

Comme vu précédemment, certaines molécules que l'on pourrait souhaiter rechercher sont volatiles. Il est donc nécessaire de prélever rapidement les échantillons de cire et demander l'analyse rapidement également si l'on souhaite avoir des résultats probants. De plus, des analyses de résidus peuvent être très longues à réaliser. Le délai entre l'envoi de l'échantillon à analyser et la réception des résultats peut être de quelques semaines voire quelques mois. A l'échelle de la saison apicole, il est souvent trop long. Ainsi, les apiculteurs préfèrent par précaution, changer les cires sans savoir réellement ce qui affaiblissait les colonies. [94]

## 5. Conséquences de la mauvaise qualité des cires

### a. Sur la reine

Une étude américaine a étudié l'impact de la combinaison du coumaphos et du fluvalinate dans la cire sur le développement et la viabilité des reines. Il a été démontré que les reines élevées

sur de la cire contaminée étaient légèrement plus petites que celles élevées sur de la cire non contaminée. La grande différence a été au niveau de leur système reproducteur. Les reines élevées sur de la cire contaminée possèdent des spermathèques plus petites dans lesquelles les spermatozoïdes sont moins bien stockés et donc moins viables. Il a également été démontré que ces reines s'accouplaient avec un plus grand nombre de mâles que les reines élevées sur de la cire de bonne qualité. Cela peut être positif à condition que les spermatozoïdes de ces mâles soient viables. Cette différence peut s'expliquer par le fait que les reines cherchent à compenser la mauvaise viabilité des spermatozoïdes dans leur spermathèque. [95]

### b. Sur le couvain

Des études de terrain réalisées en Belgique ont montré que l'adultération de la cire d'abeille avec de la stéarine et de la palmitine avait un impact néfaste sur le développement et la survie du couvain dans les ruches. Des taux de mortalité de 45% du couvain ont été observés dans des ruches où la proportion de stéarine incorporée était de 5% et celle de palmitine de 7,5%. Des taux de plus de 80% ont également été mesurés dans des ruches où l'incorporation de ces deux molécules était de 10%. [90]

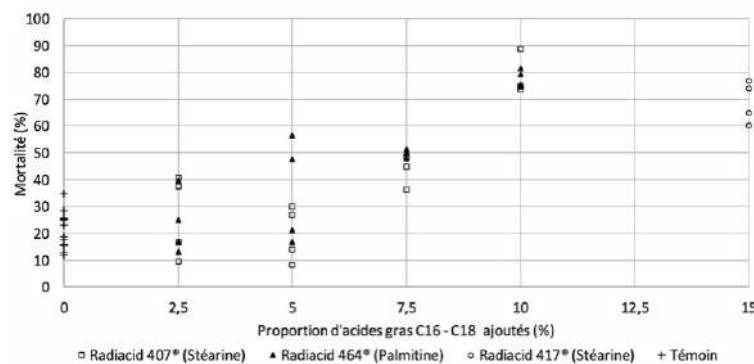


Figure 59 : Influence d'un ajout de stéarine ou de palmitine à la cire d'abeille sur la mortalité des larves d'abeilles élevées sur des rayons constitués de ce mélange d'après Reybroeck [96]

La contamination de la cire par des métaux lourds semblerait diminuer la croissance relative des larves ainsi qu'augmenter leur mortalité. [90]

### c. Sur les abeilles adultes

Les conséquences sur les abeilles à des expositions à des pesticides présents dans les cires sont compliquées à évaluer. En effet, les études sur les expositions chroniques à des concentrations sub-létales sont peu nombreuses. Cependant, il a été démontré que l'exposition à certaines substances dans le milieu extérieur telles que les néonicotinoïdes a des conséquences sur la santé des abeilles. Dans le cas des néonicotinoïdes par exemple, l'atteinte des abeilles se fait au niveau neurologique, les abeilles exposées présentent des troubles de la mémoire qui les empêchent une fois dehors de retrouver la ruche. Il est alors possible de penser que si de telles substances sont présentes dans les cires de la ruche, les abeilles jeunes y sont exposées et peuvent présenter ces troubles neurologiques lorsque celles-ci deviendront butineuses. [90]

De plus, lors de contamination des cires se pose le problème de la synergie. En effet, il a été démontré que la combinaison de plusieurs substances est plus toxique que la somme des toxicité de chacune de ces substances. C'est un des facteurs qui rend l'étude des conséquences des résidus dans les cires si compliquée. Néanmoins, il semble évident que même à des doses faibles, la qualité des cires a un impact sur la santé des abeilles. [90]

Tableau IX : Aperçu des interactions entre substances actives sur la santé des abeilles démontrées dans la littérature scientifique [90]

	Acétamipride	Acide oxalique	Amitraze	Atrazine	Boscalid	Carbendazime	Carbofuran	Chlorothalonil	Chlorpyrifos	Coumaphos	Cyfluthrine	Cyperméthrine	Cyprodinil	Deltaméthrine	Diméthoate	Fenpyroximate	Fluméthrine	Flusilazole	tau-Fluvalinate	Fipronil	Fumagilline	Imazalil	Imidaclopride	Oxytétracycline	Perméthrine	PBO	Prochloraze	Propiconazole	Pyraclostrobin	Tébuconazole	Thiaclopride	Thiaméthoxame	Thymol						
Acétamipride	X																																						
Acide oxalique		X																																					
Amitraze			X																																				
Atrazine				X																																			
Boscalid					X																																		
Carbendazime						X																																	
Carbofuran							X																																
Chlorothalonil								X																															
Chlorpyrifos									X																														
Coumaphos										X						X	X								X		X	X	X		X					X			
Cyfluthrine											X																												
Cyperméthrine												X											X																
Cyprodinil													X																								X		
Deltaméthrine														X																									
Diméthoate															X																								
Fenpyroximate																X								X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Fluméthrine																	X							X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Flusilazole																	X																						
tau-Fluvalinate																	X							X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
Fipronil																							X																
Fumagilline																																							
Imazalil																																						X	
Imidaclopride																											X	X	X										
Oxytétracycline																																							
Perméthrine																											X												
PBO																																						X	
Prochloraze																																					X	X	
Propiconazole																																						X	
Pyraclostrobin																																						X	
Tébuconazole																																						X	
Thiaclopride																																						X	
Thiaméthoxame																																						X	
Thymol																																						X	

Les croix représentent les synergies démontrées : si mélangés, les deux substances ont un effet plus toxique que la somme de leur toxicité respective.

#### d. Sur les mâles

Il a été démontré qu'une contamination de la cire avait également des conséquences négatives sur le bon développement des faux-bourçons. Une étude a montré que la présence d'amitraze dans la cire d'élevage rendait la viabilité des spermatozoïdes moins bonne. Les mâles ayant été élevés sur de la cire contenant des résidus d'amitraze présentent une viabilité spermatique de 80,1 % (± 1,0 %) contre 99,2 % (± 0,2 %) chez les mâles élevés sur de la cire sans résidus d'amitraze. [97]

#### e. Sur les pratiques apicoles

C'est surtout l'adultération des cires avec des cires synthétiques ou végétales qui pose problème du point de vue des pratiques apicoles. L'ajout de ces cires peut modifier les caractéristiques physico-chimiques des rayons ou des feuilles de cires gaufrées. De nombreux apiculteurs ont déjà été confrontés à des feuilles sur lesquelles les colonies refusent de bâtir, ou des rayons entiers qui s'effondraient dans la ruche sous le poids du couvain ou du miel. [98]





Figure 60 : Cadre déformé à cause d'une mauvaise qualité de cire [98]

#### f. Sur la santé publique

Comme vu précédemment (Partie II – 1 – c – iii), la cire d'abeille est parfois utilisée dans l'agroalimentaire, elle peut donc être consommée. De la même façon, même si elle n'est pas directement consommée, elle contient le miel dans la ruche, or, il existe de nombreux échanges entre ces deux matrices apicoles. De ce fait, les consommateurs sont exposés à tout ce que contient la cire.

Il a d'ailleurs été montré par des chercheurs israéliens que lors de consommation de miel et de cire sous forme de miel en rayon, des effets néfastes sur la santé ne peuvent être exclus. Dans cette étude, ils ont démontré que la cire était un secteur concentrant beaucoup de molécules néfastes au couvain. Cependant, la cire étant énormément utilisée en pharmacie et en agroalimentaire, il est recommandé de purifier la cire au maximum avant son utilisation. [37]



## **Partie 3 : Améliorer la qualité de la cire : le vétérinaire apicole**

### **1. Le vétérinaire apicole en France**

#### **a. Présentation du vétérinaire apicole**

##### *i. Historique de la place du vétérinaire apicole dans la filière*

Le vétérinaire est un acteur très récent de la filière apicole. Pendant longtemps, les abeilles domestiques n'ont pas présenté de problèmes de santé, ce qui poussait les vétérinaires à se désintéresser de cette espèce. Cependant, dans les années 1980, deux événements ont modifié cette situation : *Varroa destructor* est apparu en Europe causant des pertes de production et la crise sanitaire à l'origine de mortalités intenses. Le savoir-faire du vétérinaire est alors devenu indispensable à la filière apicole. [99]

##### *ii. Cursus et groupes de travail*

En France, a été créée en 2005 un cursus postuniversitaire diplômant pour les vétérinaires qui souhaiteraient se perfectionner en apiculture. Le Diplôme Inter-École (DIE) apiculture et pathologie apicole a été créé par l'École Nationale Vétérinaire de Nantes (Oniris) ainsi que l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort. Il permet de fournir aux vétérinaires intéressés une formation théorique dans différents domaines dans lesquels ils sont susceptibles d'intervenir s'ils pratiquent en apiculture. [99]

La Société Nationale des Groupements Techniques Vétérinaires (SNGTV) a mis en place en 2009 un comité de vétérinaires formés en pathologie apicole et ayant une activité de terrain dans ce domaine. Ce comité représente un interlocuteur de choix pour les autorités sanitaires ainsi que les techniciens apicoles. [99]

La Fédération des Vétérinaires d'Europe (FVE) a également créé un groupe de travail en 2012 afin d'harmoniser les connaissances à fournir aux étudiants vétérinaires au sujet de la santé de l'abeille mellifère. Ce groupe de travail formule des propositions également sur la place et le rôle du vétérinaire dans la filière ainsi que sur la place du médicament en apiculture. [99]

#### **b. Rôle et missions**

##### *i. Examiner, diagnostiquer, soigner, prévenir*

De la même façon que dans les autres filière d'élevage, le vétérinaire apicole possède un rôle dans la prophylaxie, le diagnostic et la gestion des troubles sanitaires des colonies. Il doit appliquer son savoir-faire de clinicien lors de troubles de la santé des abeilles à la fois en présence d'agents pathogènes ou de dangers chimiques. [99]

Le vétérinaire apicole est également le seul à pouvoir prescrire des traitements en cas de troubles sanitaires dans les colonies. Le traitement doit prendre en compte le trouble diagnostiqué, les risques pour la santé publique avec les résidus potentiels dans les productions, la réglementation ainsi que l'abeille et son environnement. C'est une mission que remplit le vétérinaire pour les autres espèces animales, il semble donc logique qu'il le remplisse de la même façon en apiculture. [99]

### ii. Audit sanitaire apicole

Les vétérinaires sont formés à élaborer des audits d'élevage. Les vétérinaires diplômés du DIE apiculture et pathologie apicole le sont en particulier pour ce qui est des élevages apicoles. Les audits permettent de corriger des troubles chroniques pouvant affecter notamment la production d'une exploitation. Cela consiste en l'analyse de la conduite d'élevage et des pratiques sanitaires de l'apiculteur afin de proposer à l'apiculteur des modifications visant à améliorer ses pratiques. [99]

Cette capacité d'analyse peut parfois être demandée par des assurances, le vétérinaire a alors un rôle d'expert.

### iii. Épidémiosurveillance

Les vétérinaires sont impliqués dans plusieurs organismes d'épidémiosurveillance en lien avec l'apiculture. Ce fut le cas avec le programme EPILOBEE en 2013-2014. Ce programme européen a permis de surveiller les mortalités hivernales des abeilles domestiques. Cette étude conduite par les vétérinaires apicoles au sein de 17 états membres, a permis d'obtenir de nombreuses données sur les mortalités en fonction de la situation géographique, de l'utilisation des traitements vétérinaires ainsi que sur les variations des pratiques et des réglementations en fonction du pays d'élevage. [100]

De la même façon aujourd'hui, la plateforme Épidémiosurveillance en Santé Animale (ESA) en relation avec des vétérinaires apicoles, a créé un programme de surveillance des mortalités d'abeilles. L'Observatoire des Mortalités et des Affaiblissements des Abeilles mellifère (OMAA) a été créé en 2017 dans plusieurs régions françaises. Son objectif est de permettre de recenser les événements sanitaires dans le cheptel apicole. A l'avenir, l'OMAA devrait permettre de prévenir la recrudescence d'événements à l'origine de mortalités de colonies et donc d'éviter la perte des colonies à l'échelle régionale. [101]



Figure 61 : Flyer OMAA Bretagne [101]

Enfin, le vétérinaire apicole joue un rôle de lanceur d'alerte. En effet, s'il est confronté à des cas de suspicions d'intoxications ou de dangers sanitaires de première catégorie, il est tenu de le

déclarer auprès des autorités compétentes. De plus, dans ce contexte, il devra mettre en place les actions à suivre, que ce soient les analyses ou les traitements, afin de résoudre ce problème sanitaire. [99]

#### *iv. Le vétérinaire apicole et la santé publique*

L'abeille mellifère est la seule espèce animale de rente dont il est impossible de contrôler strictement l'alimentation. La production des abeilles est très dépendante de son environnement et peut facilement être contaminée par des xénobiotiques et des pesticides. Le vétérinaire possède alors un rôle primordial dans la garantie de l'innocuité de ces productions pour les consommateurs. [99]

#### *v. Les missions de l'État*

Le vétérinaire apicole peut être mandaté par l'État. Cela signifie qu'il remplit des missions pour le compte de l'État et c'est donc ce dernier qui le rémunère. La première mission qui peut lui être confiée est la mise en œuvre de la police sanitaire : dans un contexte de maladie réglementée (suspicion ou confirmation), le vétérinaire doit mettre en place les mesures prévues par la réglementation. Cette mission ne peut être réalisée que par un vétérinaire, au même titre que la future réalisation des visites sanitaires apicoles obligatoires pour les apiculteurs possédant plus de 50 ruches. [102]

La dernière mission du vétérinaire mandaté en apiculture consiste en la visite de colonies en cas de mortalité aiguë des abeilles. Cette mission peut également être réalisée par un TSA sous la responsabilité d'un vétérinaire. [102]

#### **c. Répartition**

Il est assez compliqué de savoir réellement combien de vétérinaires exercent en élevages apicoles. A titre d'exemple, beaucoup de vétérinaires diplômés du DIE apiculture et pathologie apicole n'ont pas forcément d'activité en apiculture. Beaucoup ont choisi de suivre cette formation par intérêt personnel pour l'apiculture ou l'entomologie sans avoir pour autant envie de développer une activité apicole de terrain. La seule information que l'on peut exploiter est la liste des vétérinaires mandatés en apiculture. Cette liste permet de se faire une idée de la répartition des vétérinaires apicoles même s'il est important de savoir qu'à nouveau une partie des mandatés n'ont pas forcément de pratique apicole en dehors des missions de mandatement et certains vétérinaires apicoles peuvent avoir une activité de terrain sans s'être déclaré pour le mandatement.

Ainsi, grâce à la liste des vétérinaires mandatés en apiculture, on se rend compte que la répartition en vétérinaires apicoles est très inégale. En effet, certains départements comptent jusqu'à 11 vétérinaires (c'est le cas de l'Aisne) alors que d'autres n'en comptent aucun (comme les Ardennes, la Gironde et la Moselle) entre autres. Certaines régions connaissent un réel manque en vétérinaires apicoles, le Grand Est en est un exemple frappant où 4 des 10 départements ne possèdent aucun vétérinaire mandaté en apiculture. A l'inverse, au niveau du Massif Central, on trouve beaucoup plus de vétérinaires apicoles.

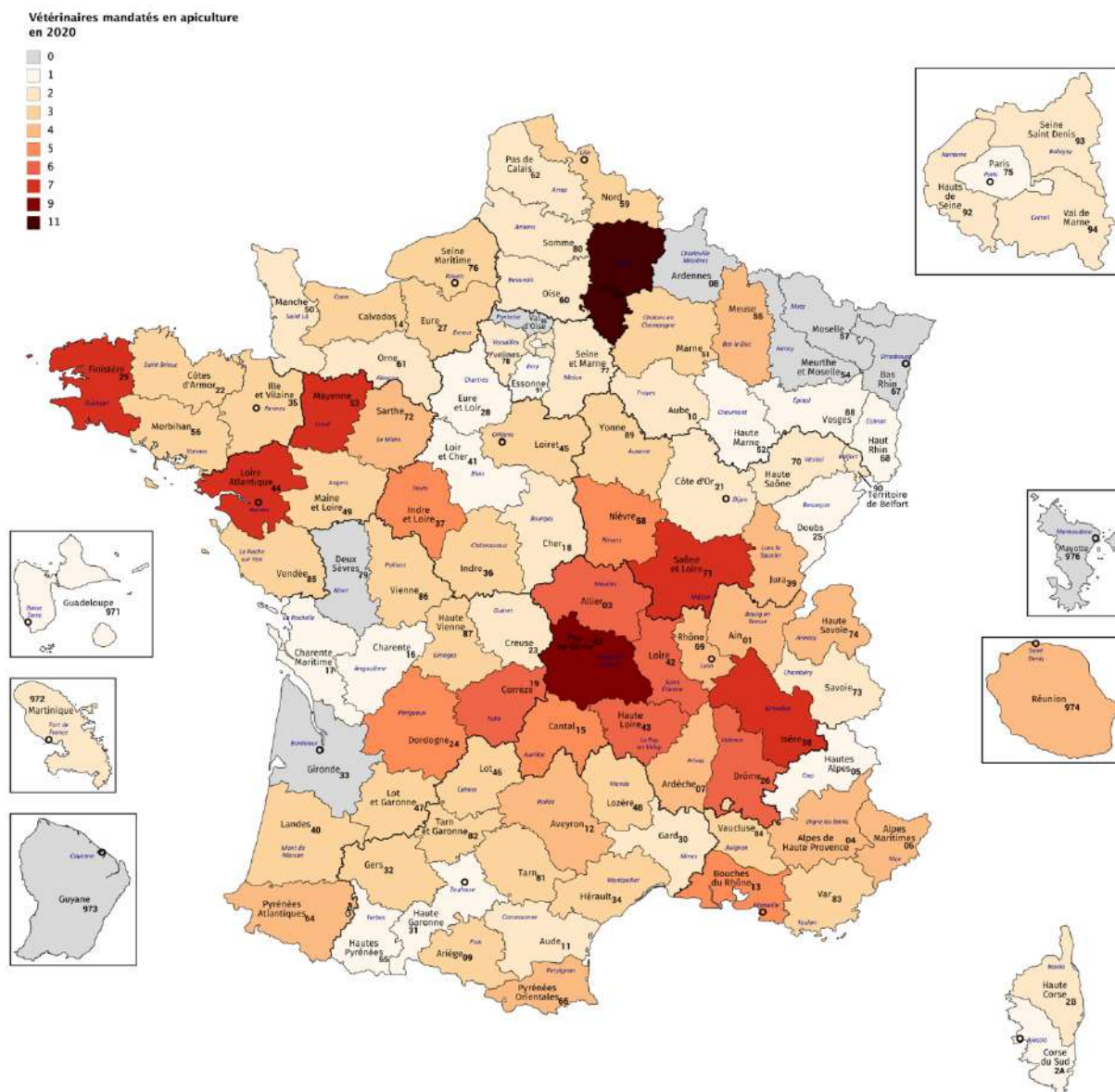


Figure 62 : Répartition des vétérinaires mandatés en apiculture en 2020

*Nina Carvalho Gonçalves*

Cette carte permet de mettre en évidence une pénurie évidente de vétérinaires apicoles. Cette pénurie est un problème pour l'activité des vétérinaires apicoles, en effet si les apiculteurs arrivent à s'en passer là où il n'y en a pas, pour les autres, il peut alors sembler que les vétérinaires ne sont pas nécessaires à l'activité apicole. C'est d'ailleurs ce que nous confirment les apiculteurs dans l'enquête menée auprès d'eux. En effet, plus de la moitié des apiculteurs de loisirs comme les apiculteurs professionnels disent n'avoir jamais fait appel à un vétérinaire apicole et ne pas en posséder.

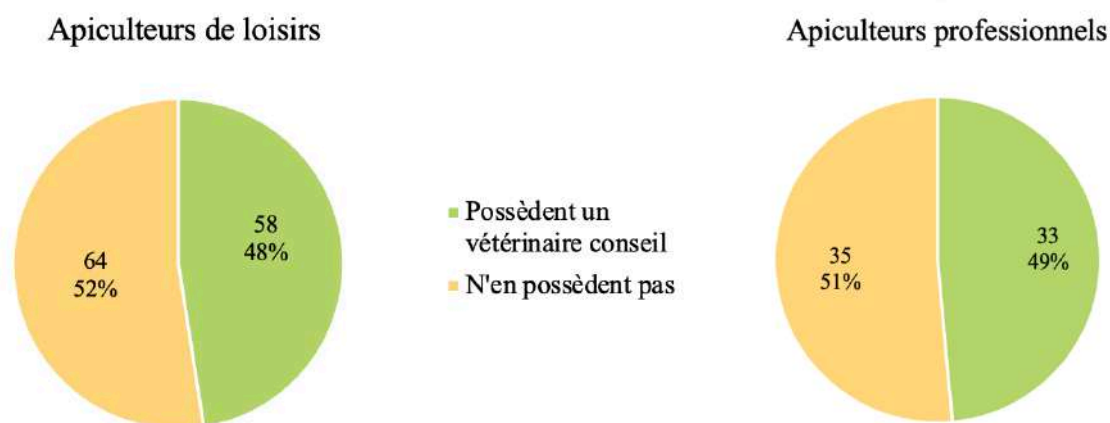


Figure 63 : Répartition des apiculteurs en fonction de s'ils possèdent ou non un vétérinaire apicole conseil pour leurs ruches

*Nina Carvalho Gonçalves*

## 2. Enquête auprès des vétérinaires apicoles

### a. Méthodologie de l'étude

#### i. But et principe de l'enquête

Le but de cette étude est de faire le point sur le rôle actuel des vétérinaires apicoles en apiculture en général ainsi que dans le domaine de la cire plus particulièrement. Elle permet également de faire un bilan de la légitimité, de l'acceptation du vétérinaire dans la filière apicole ainsi qu'un constat des problèmes de qualité de cire rencontrés en France sur le terrain par les vétérinaires. Le but de cette enquête est de chercher des pistes d'amélioration de la pratique vétérinaire apicole dans l'objectif d'améliorer la qualité des cires.

#### ii. Population cible

La population cible se compose des vétérinaires ayant une activité apicole. Afin d'obtenir le plus grand nombre de vétérinaires possibles, ont été contactés les vétérinaires diplômés du Diplôme Inter-École (DIE) apiculture et pathologie apicole que l'on peut retrouver sur le site de l'ordre des vétérinaires (Annexe 5) ainsi que les vétérinaires déclarés comme vétérinaires mandatés en apiculture (Annexe 6).

Ces deux listes ont été recoupées (beaucoup des vétérinaires mandatés étant diplômés du DIE) afin d'en extraire un total de 288 vétérinaires auxquels un questionnaire a été envoyé. Il est possible que cette population ne représente qu'une partie des vétérinaires ayant une activité apicole, cependant ces deux listes sont le moyen le plus simple pour toucher des vétérinaires qui ont effectivement une pratique apicole.

#### iii. Questionnaire

Les vétérinaires apicoles ont été contactés dans un premier temps par mail ou téléphone afin d'obtenir une adresse électronique sur laquelle envoyer le questionnaire (Annexe 7).

Le questionnaire est un document composé de questions ouvertes réparties en quatre catégories : la présentation de l'activité du vétérinaire, l'avis des vétérinaires sur la filière de la

cire, leur ressenti dans leur pratique apicole et enfin leur pratique, en particulier celle liée à la cire, en apiculture.

Idéalement, il aurait été intéressant d'envoyer un second questionnaire composé de questions à choix multiples créé grâce aux réponses reçues au premier questionnaire. Cependant cela demande beaucoup de temps aux vétérinaires qui n'en ont souvent que très peu à accorder à ce genre d'enquête.

Le choix de questions ouvertes permet aux répondants une plus grande liberté dans leur réponses. L'utilisation de questions type QCM enferme les répondants dans ce qu'on leur propose. Ce format permet aux vétérinaires de répondre sous la forme qu'ils souhaitent et d'évoquer leurs pensées au plus juste. Tous les répondants ayant reçu les mêmes questions, il est aisé de les comparer et si une idée est retrouvée dans plusieurs réponses, cela en renforce sa valeur.

#### *iv. Organisation temporelle*

La prise de contact avec les vétérinaires et l'envoi des questionnaires se sont déroulés par message électronique entre le 20 janvier 2020 et le 27 mars 2020. Un mail de relance a été envoyé en avril 2020, pendant la période de confinement liée à la pandémie de covid 19, permettant aux vétérinaires n'ayant pas eu le temps de répondre lors de la première sollicitation d'être plus disponibles.

#### *v. Réponses reçues*

Sur les 288 vétérinaires issus des listes, les coordonnées de seulement 198 d'entre eux ont pu être trouvées grâce au site de l'Ordre des vétérinaires, fournissant le numéro de téléphone des structures dans lesquels ces derniers pratiquent.

Sur ces 198 questionnaires envoyés, seulement 37 réponses ont été reçues, beaucoup de vétérinaires expliquant que malgré leur présence sur l'une ou l'autre des deux listes, ils n'avaient en réalité aucune activité apicole.

### **b. Présentation des vétérinaires de l'enquête**

#### *i. Sexe*

Sur les 37 réponses au questionnaire de vétérinaires reçues, 28 étaient des vétérinaires hommes et 9 des vétérinaires femmes. Cela correspondant donc à une proportion de  $\frac{3}{4}$  d'hommes pour  $\frac{1}{4}$  de femmes. Il est difficile de comparer cette proportion dans la population des vétérinaires apicoles, cependant, elle semble disproportionnée par rapport à la population des vétérinaires inscrit au tableau de l'ordre des vétérinaires. L'ordre déclare que 52,6 % des vétérinaires en activité en 2019 sont des femmes. [103]



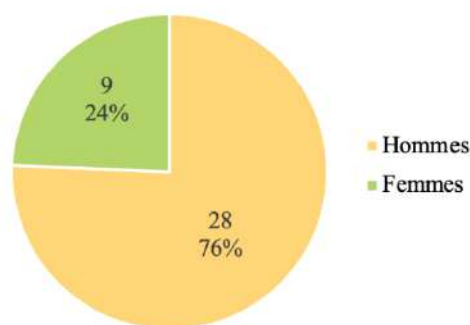


Figure 64 : Répartition des sexes des répondants à l'enquête  
*Nina Carvalho Gonçalves*

*ii. Activité*

Les vétérinaires ayant répondu à l'enquête sont pour plus de 70% des vétérinaires ayant une pratique libérale, les plus représentés étant les vétérinaires libéraux exerçant en clientèle mixte. Néanmoins, beaucoup de branches de la profession sont représentées dans les réponses reçues, certains répondants étant des vétérinaires travaillant au sein de GDS, de la DGAL, dans la recherche ou encore des inspecteurs de la santé publique.

Tableau X : Activité professionnelle des répondants  
*Nina Carvalho Gonçalves*

Type d'activité	Nombre de répondants
Pratique libérale mixte	12 – 32,4 %
Pratique libérale canine	8 – 21,6 %
Pratique libérale rurale	6 – 16,2 %
ISPV	1 – 2,7 %
Poste au sein d'un GDS	4 – 10,8 %
Poste au sein de la DGAL	2 – 5,4 %
Recherche	2 – 5,4 %
Retraite	2 – 5,4 %

Parmi les vétérinaires libéraux, 21 d'entre eux (ce qui équivaut à 80%) disent avoir une activité apicole. Cependant, pour la grande majorité de ces derniers, cette activité peut être qualifiée d'anecdotique à l'échelle de leur activité. Pour plus de la moitié, soit 11 vétérinaires ayant une activité apicole, le chiffre d'affaire issu de cette activité représente moins de 1% du chiffre d'affaire de la clinique. Pour 7 vétérinaires, la pratique apicole représente entre 1 et 10% de leur chiffre d'affaire. Un vétérinaire nous explique que durant la saison apicole, cette pratique peut lui rapporter jusqu'à 15 % de son chiffre d'affaire. Enfin, seuls deux vétérinaires ont une activité apicole qui, sur l'année, représente entre 15 % et 25 % de leur chiffre d'affaire.

*iii. Diplôme du DIE apiculture – pathologie apicole*

La majorité des répondants sont des vétérinaires diplômés du DIE apiculture et pathologie apicole, sur les 37 réponses, 29 (soit 78%) possèdent ce diplôme. Un seul des répondants a suivi les quatre premiers modules de la formation, il a suivi les modules théoriques ainsi que le

module de stage, néanmoins il explique qu'il n'a pas pu assister au module de soutenance et qu'il n'a donc pas validé le diplôme.

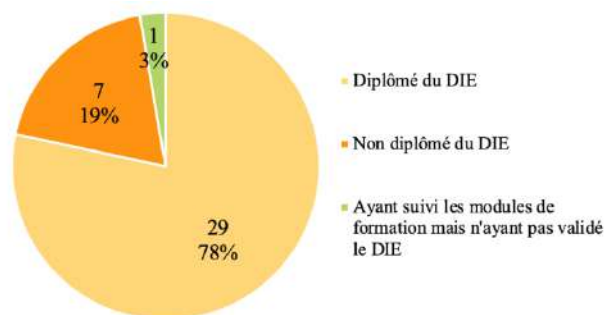


Figure 65 : Proportion des répondants ayant obtenu le DIE apiculture - pathologie apicole

*Nina Carvalho Gonçalves*

Les raisons ayant poussé les vétérinaires diplômés à suivre la formation sont variées. Les raisons les plus citées sont l'intérêt personnel pour la discipline et la nécessité d'approfondir les connaissances dans le but d'occuper un poste particulier. Toutes les raisons citées sont regroupées dans le tableau XI ci-dessous. Certains répondants ont évoqué plusieurs raisons distinctes.

Tableau XI : Raisons ayant poussées les répondants à suivre la formation du DIE apiculture - pathologie apicole

*Nina Carvalho Gonçalves*

Raison évoquée	Nombre de répondants l'ayant mentionnée
Intérêt personnel - culture générale	16 - 55,2 %
Nécessité pour le poste occupé	8 - 27,6 %
Approfondissement connaissances	5 - 17,2 %
Se sentir plus légitime dans la filière	3 - 10,3 %
S'investir dans la filière	1 - 3,4 %
Pour la thèse d'exercice vétérinaire	1 - 3,4 %
Développer une activité apicole	1 - 3,4 %
Création de la formation	1 - 3,4 %

#### *iv. Possession de ruches*

Une majorité des répondants disent posséder des ruches, ils sont au nombre de 28 soit 75,7%. Dans ces vétérinaires, un seul répondant est un pluri-actif (20% apiculteur, 80% vétérinaire praticien), les autres se qualifient d'apiculteurs amateurs et possèdent entre une et vingt ruches.

Pour la plupart d'entre eux, la possession de ruches est nécessaire afin d'acquérir de la légitimité face aux apiculteurs et permet de proposer des pratiques réalisables et non pas utopiques.

#### v. Répartition géographique

La répartition géographique des réponses n'est pas optimale. En effet, plus de la moitié des réponses, 19 soit 51 %, se regroupent sur seulement deux régions : la région Auvergne – Rhône – Alpes et la Nouvelle-Aquitaine. De plus, certaines régions sont sous représentées telles que le Grand Est et l'Occitanie et d'autres totalement absentes des réponses, c'est le cas de la Normandie, des Hauts-de-France et de l'Île de France.

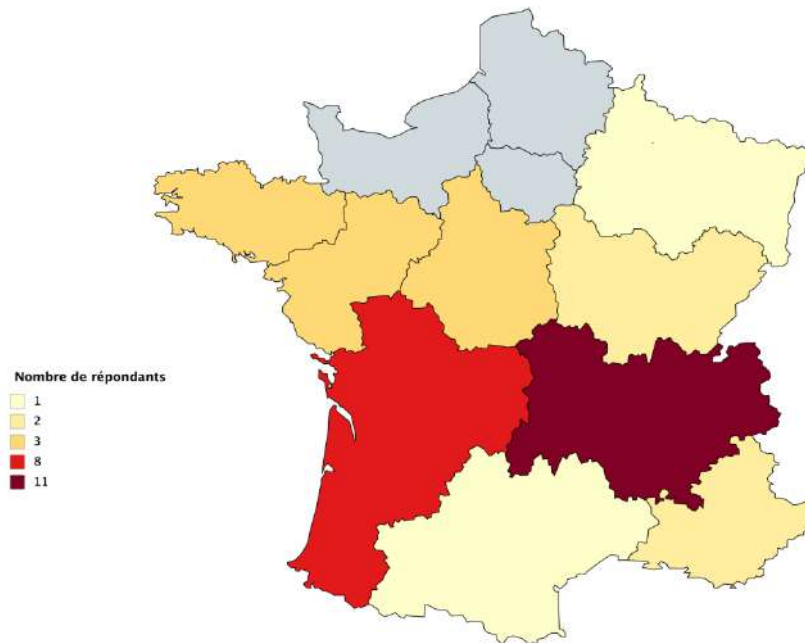


Figure 66 : Répartition géographique des répondants

*Nina Carvalho Gonçalves*

#### c. Le ressenti des vétérinaires apicoles

##### i. La place du vétérinaire apicole dans la filière

La majorité des vétérinaires ayant répondu à l'enquête trouvent que le rôle du vétérinaire apicole dans la filière n'est pas bien défini, 52 % d'entre eux disent ne pas réellement connaître leur rôle. Pour ce qui est de l'autre moitié des répondants, ils se répartissent en deux groupes, 31 % trouvent que le rôle du vétérinaire apicole est bien défini dans les textes de lois, et qu'il est bien défini pour les missions qu'il remplit pour l'État et les 17 % restants trouvent que le rôle du vétérinaire apicole se met en place de façon très encourageante sur le terrain.

D'après les répondants, plusieurs pistes sont envisageables afin d'appuyer d'avantage le rôle du vétérinaire sur le terrain. Cependant c'est un travail qui doit être fait à la fois de la part de l'État, des vétérinaires et des apiculteurs.

Comment les apiculteurs pourraient aider le vétérinaire à prendre sa place dans la filière :

- Les apiculteurs devraient faire l'effort de remettre en question leurs pratiques apicoles
- Ils devraient faire plus confiance aux vétérinaires et ne pas le voir uniquement comme la police envoyé par l'État

- Les apiculteurs devraient arrêter de toujours penser que les mortalités sont liées aux intoxications par les pesticides
- Il serait important qu'ils déclarent leurs problèmes, notamment sanitaire, ce qu'ils ne font souvent pas aujourd'hui
- Ils devraient prendre l'habitude de consulter un vétérinaire apicole plutôt qu'un autre apiculteur en cas de problème sanitaire ou de mortalité.

Comment l'État pourrait aider le vétérinaire à prendre sa place dans la filière :

- En instaurant un système de PSE comme c'est le cas dans les autres filières de production animale
- En mettant en place plus de missions de polices sanitaires en apiculture
- En finançant et en déployant le dispositif OMAA partout sur le territoire
- En réformant les médicaments apicoles afin qu'ils ne soient disponibles uniquement que via les vétérinaires prescripteurs

Comment les vétérinaires pourraient s'améliorer afin de prendre leur place dans la filière :

- Il est nécessaire que pour être sollicités, les vétérinaires aient des connaissances solides afin d'être compétitifs par rapport à un TSA ou un autre apiculteur
- Les vétérinaires doivent valoriser leur savoir-faire, en particulier la démarche diagnostique qu'il faut mettre en œuvre dès lors qu'ils sont sollicités pour des raisons sanitaires ou de mortalité

#### *ii. La légitimité des vétérinaires apicoles dans la filière*

Parmi les répondants, la grande majorité des vétérinaires se sentent légitimes face à un apiculteur lors de leur pratique. Seulement 12 % ne se sentent pas du tout légitimes notamment par manque d'expérience et de connaissances. En effet, comme nous l'avons vu plus haut, la grande majorité des répondants possèdent eux-mêmes des ruches. Cela semble être une façon d'obtenir une légitimité liée à l'expérience de l'apiculture. Cependant, ce besoin d'être soit même apiculteur afin de se sentir légitime en tant que vétérinaire apicole démontre un problème dans la formation des vétérinaires ou dans la vision du vétérinaire par les acteurs de la filière. En effet, si l'on dresse un parallèle avec un vétérinaire pratiquant en élevage bovin, il n'est pas nécessaire qu'il possède des vaches pour se faire accepter en élevage.

#### *iii. Acceptation du vétérinaire par les différents acteurs de la filière*

Seulement 4 vétérinaires (soit 14 %) ayant répondu à l'enquête se sentent acceptés dans la filière. La majorité a l'impression que les vétérinaires ne sont encore que très peu acceptés dans la filière apicole même si cela semble être en bonne évolution. En effet, les acteurs de la filière se méfient des vétérinaires en dehors de ceux de groupements sanitaires. Ce phénomène s'explique par le fait que les vétérinaires ne sont impliqués dans la filière apicoles que depuis très récemment et que cette filière fonctionnait jusqu'alors sans l'intervention des vétérinaires.

#### d. Le point de vue des vétérinaires apicoles sur la filière de la cire

##### i. La traçabilité de la cire en France

Tous les vétérinaires ayant répondu à notre enquête s'accordent pour dire que la traçabilité de la cire n'est pas bonne. Une grande majorité d'entre eux la considère comme inexistante (10 vétérinaires soit 29 % des répondants), mauvaise (5 vétérinaires soit 15 %), ou encore insuffisante (12 vétérinaires soit 35 %). Les autres sont plus mitigés, 4 d'entre eux (12 %) expliquent qu'elle est inégale puisque certains ciriers proposent une traçabilité contrairement à d'autres mais que malgré cet effort il est difficile d'avoir complètement confiance en la traçabilité qui est proposée aux apiculteurs. Enfin, les 3 derniers (9 %) trouvent qu'elle est moyenne, imparfaite mais existante et possiblement perfectible.

##### ii. Avis des vétérinaires sur les bonnes pratiques recommandées par l'ITSAP

L'ITSAP dans son guide des bonnes pratiques formule plusieurs recommandations concernant les cires. Il est par exemple recommandé de faire une rotation des cadres (et donc de la cire) des ruches sur 5 ans. [49]

La majorité des vétérinaires interrogés sont favorables à cette recommandation, 18 (soit 49 % des répondants) trouvent qu'une rotation sur 5 ans est une bonne pratique. Un second groupe de réponse se détache pour dire que 5 ans est un minimum et qu'il est préférable de réaliser une rotation sur 3 ans à condition d'analyser les cires introduites dans les ruches. Il a été également mentionné par un vétérinaire qu'il était préférable de changer l'intégralité des cires des ruches d'une partie du cheptel plutôt que quelques cadres dans chaque ruche du cheptel. De plus, un répondant affirme que de telles pratiques sont à risques sanitaires pour les abeilles et que cela ne se justifie pas à cause de la quantité de travail imposé aux abeilles.

L'ITSAP recommande également d'utiliser la cire de ses propres opercules afin de renouveler les cadres de son exploitation. Tous les répondants s'accordent à dire que c'est effectivement l'idéal et que cette pratique est à privilégier par rapport à l'achat de cire gaufrée dont l'origine est inconnue. Cependant, beaucoup trouvent que c'est une pratique utopiste : en effet, c'est possible pour les apiculteurs professionnels produisant de grandes quantités de miel et de cire, mais il est impossible pour les apiculteurs amateurs de gaufrer leur propre cire d'opercule par manque de volume. Il reste alors possible de créer des groupements pour ces derniers mais se pose alors un problème sanitaire avec des mélanges de cires dont les qualités ne sont pas toujours similaires. Plusieurs vétérinaires recommandent quant à eux de privilégier la bâtisse libre.

##### iii. Contraintes du gaufrage en exploitation

Gaufrer sa propre cire semble donc être un moyen de contrôler la qualité des cires introduites dans les ruches. Cependant, cette pratique présente de nombreuses contraintes. Voici les principales contraintes qui ont été mentionnées par les vétérinaires ayant répondu à l'enquête :

- Le coût de l'appareil à gaufrer est très important, de plus il est ensuite nécessaire de l'entretenir, ce qui représente un coût souvent prohibitif pour les apiculteurs
- Cette pratique est très chronophage et souvent compliquée voire impossible à introduire dans la routine de l'exploitation

- La majeure partie des apiculteurs ne produisent pas assez de cire par rapport au besoin de renouvellement
- Le gaufrage est une pratique complexe qui nécessite un savoir-faire et donc une formation que beaucoup d'apiculteurs ne souhaitent pas faire
- Le gaufrage à l'exploitation pose souvent des risques sanitaires que ce soit lors de mise en commun de cires de différentes exploitations ou de la cire personnelle mais dont la température de gaufrage n'est pas parfaitement maîtrisée
- Lorsque la température de gaufrage et de fonte n'est pas parfaitement maîtrisée, la cire peut perdre en qualité et par la suite poser problème lors de l'élevage.

#### *iv. Les vétérinaires apicoles et les problèmes de qualité des cires*

Parmi les vétérinaires interrogés, 80 % se disent concernés par les problèmes de qualité de cires apicoles que ce soit dans leur pratique apicole ou dans leur travail en tant que vétérinaire. Beaucoup pensent que la mise en place de contrôles systématiques pour les cires est nécessaire (16 répondants soit 59 %) ou tout du moins souhaitable (8 répondants soit 30%). Cependant, pour certains d'entre eux, l'idée de mettre en place des contrôles est irréalisable dans la filière d'aujourd'hui parce que cela rendrait la cire extrêmement chère. Il semble peut-être alors plus intéressant de modifier la filière en encadrant d'avantage les traitements et leurs résidus potentiels dans les cires apicoles.

#### *v. Rôle du vétérinaire dans la filière de la cire aujourd'hui*

Trois groupes se dégagent : les vétérinaires trouvant que leur rôle vis à vis de la cire est aujourd'hui inexistant, ceux qui pensent que leur rôle se résume à du conseil auprès des apiculteurs et enfin les vétérinaires se sentant plus impliqués dans la filière. Pour ces derniers, ils affirment avoir un rôle de surveillance et de garant des bonnes pratiques en exploitations apicoles, jouer un rôle important dans la qualité et l'innocuité des aliments puisque la cire est en contact avec des denrées alimentaires, et enfin avoir un rôle de lanceur d'alerte dans des cas de suspicion de défaut de qualité des cires.

#### *vi. Pistes d'améliorations du rôle du vétérinaire dans la filière de la cire*

Parmi les répondants, seuls 3 vétérinaires pensent que leur rôle en rapport avec la cire est suffisant, les autres ont proposé de nombreuses pistes d'amélioration afin de valoriser leur rôle dans la filière dans l'objectif d'en améliorer la qualité. Voici les principales pistes évoquées :

- Les vétérinaires apicoles devraient réaliser des contrôles réguliers auprès des ciriers et/ou des fournisseurs de cire
- Les vétérinaires doivent créer des relations de confiance avec les apiculteurs afin que ces derniers leurs fassent plus confiance et croient en leur position d'expert, en particulier en ce qui concerne les pratiques en relation avec la cire de la ruche
- Une certification de la qualité de la cire devrait être créée
- La traçabilité de la cire devrait être imposée comme elle l'est pour la majorité des autres produits d'origine animale
- Les vétérinaires doivent créer de nouveaux outils leur permettant de contrôler la qualité de la cire sans en augmenter le prix à outrance

- Réaliser des recherches sur les conséquences des intoxications sur le couvain lié aux mauvaises qualités des cires
- Les vétérinaires devraient devenir des prescripteurs d'analyse de cire
- La cire devrait être considérée comme une denrée alimentaire et donc des LMR doivent être recherchées
- Une réglementation plus stricte et donc des sanctions sont à mettre en place pour les ciriers et les fournisseurs de cire ne respectant pas des normes minimales de qualité.

#### e. La cire et les vétérinaires sur le terrain

##### i. Renouvellement des cires

Les réponses des vétérinaires recourent celles des apiculteurs. En effet, la majorité des vétérinaires expliquent que dans leur patientèle, la majorité des apiculteurs ont recours à l'achat de cire gaufrée. Un petit 1/4 seulement mentionne du recyclage local par des groupements ou intra-exploitation pour les apiculteurs professionnels.

Pour ce qui est du temps de rotation, environ 50 % des répondants affirment que le renouvellement des cires dans leur patientèle est de l'ordre de 2 ou 3 cadres par an. Les autres mentionnent des temps de rotations plus variables ou insuffisants afin de bien gérer les risques sanitaires des cires âgées.

##### ii. Sollicitation des vétérinaires pour les problèmes de cire

Seulement 37 % des vétérinaires répondants ayant une activité apicole de terrain ont déjà été sollicité pour des problèmes de qualité de cire. Plusieurs raisons sont à l'origine de ces sollicitations :

- Des fontes anormales des cires sur les cadres dans les ruches
- Des pertes de productivité et des effondrements de colonies
- Des abeilles qui refusent de bâtir sur les cires qui leurs sont proposées
- Des mortalités de couvain
- Des achats de cire ayant des analyses douteuses

##### iii. Les problèmes de cire en apiculture biologique

Tous les vétérinaires ayant dans leur patientèle des apiculteurs pratiquant une apiculture biologique affirment qu'ils sont confrontés à un problème d'approvisionnement en cire biologique. Les problèmes à l'origine des difficultés d'approvisionnement sont nombreux :

- Le coût des cires biologiques est très élevé
- Les cires biologiques disponibles sur le marché aujourd'hui sont toutes des cires d'importation, or, les pays exportateurs n'ont pas les mêmes normes pour les cires biologiques qu'en France. De plus, beaucoup de ces cires sont issus d'*Apis cerana* et ne sont donc pas forcément utilisées par la suite lorsqu'elles sont introduites dans les colonies d'*Apis mellifera*
- Les cires biologiques sont, comme les autres cires apicoles, très peu analysées, se posent alors des problèmes de contamination et de pollution
- L'offre de cire biologique certifiée est bien inférieure à la demande

Pour la majorité des vétérinaires (84 %), le cahier des charges de l'apiculture biologique est incompatible avec la pratique apicole d'aujourd'hui. En effet, ce cahier des charges demande une cire exempte de résidus, cependant, la cire est une matrice apicole qui concentre beaucoup de molécules. Quand bien même les apiculteurs respecteraient les pratiques apicoles du cahier des charges, il est utopiste d'espérer ne pas y retrouver le moindre résidu de pesticides. De plus, le prix de vente du miel aujourd'hui ne permet pas aux apiculteurs de réaliser les analyses de cires leur permettant de s'assurer de la qualité de leurs cires.

Certains vétérinaires proposent d'augmenter les délais de conversion en apiculture biologique, en effet un renouvellement interne des cires à base d'opercules semble être la seule solution permettant au mieux de respecter les normes du cahier des charges de l'apiculture biologique.

### 3. Le rôle des vétérinaires en apiculture à l'étranger

#### a. Dans l'Union Européenne

Dans les autres pays de l'Union Européenne, les vétérinaires sont impliqués dans la filière apicole. Le rôle précis de ces derniers dépend de la réglementation de chaque pays. Néanmoins, ils possèdent un rôle sanitaire très important pour les exportations. En effet, toute importation d'abeilles ou de reines entre deux états membres nécessite un certificat sanitaire produit par un vétérinaire officiel de l'état membre exportateur après qu'il ait réalisé une visite sanitaire du rucher.

#### b. En Amérique du nord

Que ce soit au Canada ou aux États-Unis, les vétérinaires sont très peu investis dans la filière apicole. La formation des vétérinaires en santé des abeilles mellifères n'en est qu'à ses balbutiements. Le Honey Bee Veterinary Consortium (HBVC) est une organisation américaine qui essaye de promouvoir l'éducation des vétérinaires en médecine apicole et produit des conférences et formation dans ce domaine. Néanmoins, la législation de ces pays permet aujourd'hui à la filière de tourner sans l'implication des vétérinaires.

Au Québec, très peu de vétérinaires pratiquent en apiculture. Plusieurs organisations gouvernementales tentent d'intégrer la profession à la filière tels que le programme d'Amélioration de la Santé Animal au Québec (ASAQ) qui finance des visites vétérinaires pour les apiculteurs. De la même façon le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) est très investi dans la filière apicole, un groupe de vétérinaires réalise des visites sanitaires et pratique des analyses gratuitement pour les apiculteurs enregistrés au Québec depuis plus de vingt ans. De la même façon qu'en Europe les vétérinaires sont au Québec les seuls prescripteurs de médicaments en apiculture. Cependant, il est important de noter que les antibiotiques tels que la fumagilline et l'oxytétracycline sont encore autorisés en apiculture.

Pour ce qui est des cires à usage apicole, l'utilisation de cire gaufrée ne fait pas office de norme dans ces deux pays. Beaucoup d'apiculteurs utilisent des bases de polymères gaufrées sur lesquelles est déposée une très fine couche de cire en pulvérisation. Cette technique permet de contrer la pénurie de cire que l'on connaît en France et permet également d'utiliser des quantités très faibles de cire et donc de mieux en contrôler la qualité. Les abeilles bâtissent sur ces polymères comme sur de la cire gaufrée classique.



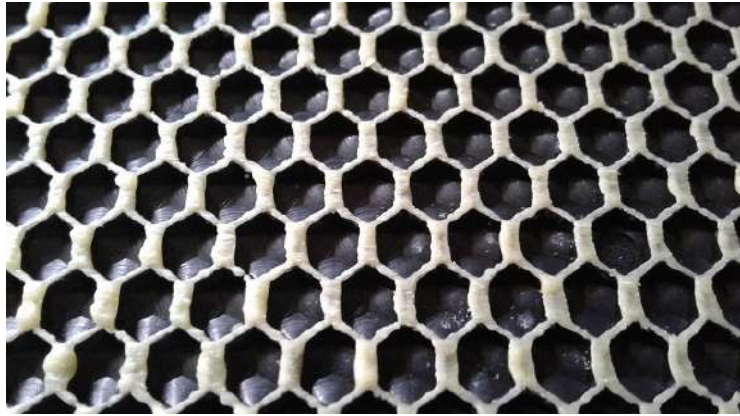


Figure 67 : Feuille de polymère en construction par les abeilles [104]



## Conclusion

La cire d'*Apis mellifera*, l'abeille domestique, est une production très importante dans l'élevage apicole. Sa composition est très complexe, elle rassemble environ 300 molécules différentes qui confèrent ses caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques si particulières à la cire d'abeilles. Celle-ci est produite dans les glandes cirières des jeunes abeilles ouvrières. La cire permet à la colonie de bâtir son environnement. En effet, la ruche se construit autour de rayons parallèles de cire, ces rayons se constituent d'un pavage de cellules hexagonales légèrement inclinées par rapport à la verticale. La production de la cire se fait par un mécanisme complexe impliquant les glandes cirières et la mastication des écailles de cires par les jeunes abeilles ouvrières. Cette production est régulée par de nombreux phénomènes tels que le manque de cellules vides, l'abondance de nourriture ou encore la présence de vide dans la ruche. Dans la ruche, la cire présente des rôles divers et variés, elle est indispensable à la croissance de la colonie puisqu'elle abrite le couvain, elle permet également le stockage des réserves alimentaires de la colonie en miel, en pollen et en eau, et elle joue un rôle important dans la communication entre les abeilles via les danses.

Le marché de la cire en France a la particularité d'être une boucle. L'apiculteur en est à la fois le producteur, et un des principaux utilisateurs. En effet, la cire d'abeille est utilisée dans un premier temps pour les besoins apicoles dans les ruches d'élevage, nonobstant, elle a beaucoup d'autres utilisations. On la retrouve dans l'industrie cosmétique, pharmaceutique ou encore agroalimentaire. Un des acteurs clé de la filière avec l'apiculteur est le cirier : il est celui qui récolte et fabrique la cire pour qu'elle soit réutilisée dans les ruches de production. A ce jour, la réglementation concernant la cire est très succincte pour ne pas dire inexistante, la demande en cire apicole étant bien supérieure à la production française, le recours aux importations est indispensable. De ce fait, la qualité est souvent un problème. En effet, la nature lipidique de la cire fait qu'elle concentre de nombreux résidus que ce soient des traitements appliqués aux ruches ou des pesticides présents sur les plantes sur lesquelles les abeilles sont allées butiner. De plus, il est commun que les cires importées aient subies des adultérations et contiennent des cires synthétiques ou végétales. Les conséquences de cette mauvaise qualité des cires peuvent avoir des effets néfastes sur la pratique apicole, sur la santé des abeilles et même sur la santé publique puisque la cire est en contact direct avec le miel.

Le vétérinaire apicole est un acteur récent de la filière apicole qui a du mal à y trouver sa place. Conscient du problème causé par la qualité des cires, il semble nécessaire de mettre en place une réforme importante de la filière afin de l'améliorer. Il semble indispensable que la réglementation de la cire soit modifiée, elle est une des seules productions animales pour laquelle aucune traçabilité n'est imposée. Les vétérinaires devraient également pouvoir agir à tous les niveaux de la filière de la cire, en particulier au niveau des ciriers et des fournisseurs de cire où une réglementation plus stricte ainsi que des visites sanitaires devraient être mises en place. Enfin, il n'existe aujourd'hui aucun label garantissant la bonne qualité des cires, la France étant déficitaire en production de cire, il semble indispensable d'avoir un gage de qualité sur les cires d'importation. La création de nouveaux outils d'analyses ainsi que l'implication de l'État par le biais des vétérinaires semblent alors plus que nécessaires si l'on souhaite améliorer la qualité des cires apicoles.

L'amélioration de la qualité des cires apicoles demande une implication à toutes les échelles de la filière. Les apiculteurs pourraient modifier leurs pratiques en sacrifiant une partie de leur production en privilégiant les amorces plutôt que des cadres gaufrés ou en utilisant des polymères comme en Amérique du Nord. Les vétérinaires ont un rôle très important à jouer dans cette réforme, ils doivent se faire une place en valorisant au maximum leur savoir-faire et leurs connaissances. Dans un monde idéal, l'arrêt de l'utilisation de pesticides en agriculture serait une façon de garantir la bonne santé des abeilles et une bonne qualité des cires apicoles. Cependant, les besoins alimentaires humains actuels ne permettent pas de telles pratiques. Il est donc indispensable que les acteurs de la filière apicole trouvent des alternatives permettant à la fois de produire tout en évitant une trop forte contamination des produits apicoles. La solution se trouve peut-être alors finalement dans une revalorisation des prix de vente des productions, ce qui permettrait aux vétérinaires de pratiquer leur métier au mieux sans le frein économique qui les bloque aujourd'hui.

## **Bibliographie**

- [1] Encyclopædia Universalis France, "Encyclopædia Universalis," 2020. [Online]. Available: <https://www.universalis.fr/>. [Accessed: 09-Jan-2020].
- [2] H. Guerriat, *Être performant en apiculture*, Hozro. 2017.
- [3] P. Jean-Prost and Y. Le Conte, *Apiculture - Connaître l'abeille, conduire le rucher*, Lavoisier. 2005.
- [4] Apiconso, "Les différentes castes de l'abeille," 2018. [Online]. Available: <https://apiconso.fr/>. [Accessed: 03-Feb-2020].
- [5] M. L. Winston, *The Biology of the Honey Bee*, First Harv. 1987.
- [6] S. Wendling, "Le superorganisme," in *DIE Apiculture et pathologie apicole*, 2019.
- [7] G. Therville-Tondreau and C. Sourdeau, "Le superorganisme," in *DIE Apiculture et pathologie apicole*, 2019.
- [8] GDS Aquitaine, "Encagement de reines et blocage de ponte pour traiter efficacement contre Varroa en hiver," 2015.
- [9] P. Maréchal, *Les abeilles comme vous ne les avez jamais vues*, Editions C. 2014.
- [10] S.A.R.L. idéMobi, "DicoLatin," 2020. [Online]. Available: <http://www.dicolatin.com>. [Accessed: 20-Apr-2020].
- [11] N. Wilson-Rich, *Abeilles : Une histoire naturelle*, Artémis Ed. 2016.
- [12] E. Bruneau, "Les produits apicoles," in *DIE Apiculture et pathologie apicole*, 2020.
- [13] O. Wilmart *et al.*, "Residues in Beeswax: A Health Risk for the Consumer of Honey and Beeswax?," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 64, no. 44, pp. 8425–8434, 2016.
- [14] H. Clément, *Le traité Rustica de l'apiculture*, Rustica. 2002.
- [15] P. D. Paterson, "La cire d'abeille," in *L'apiculture*, Quae Cta., 2008, pp. 137–142.
- [16] ITSAP, "Bonnes pratiques : Connaissance, prévention, surveillance et lutte contre les principales maladies et agresseurs des colonies." 2018.
- [17] C. Beauvais, "La loque américaine," in *DIE Apiculture et pathologie apicole*, 2020.
- [18] C. Beauvais, "La loque européenne," in *DIE Apiculture et pathologie apicole*, 2020.
- [19] E. Moreau, "Immunité individuelle et coloniale chez l'abeille domestique *Apis mellifera* – facteurs de variation," in *DIE Apiculture et pathologie apicole*, 2019.
- [20] R. Chauvin, *Traité de biologie de l'abeille - Tome I : Biologie et physiologie générales*. 1968.
- [21] B. Bertrand, "Analyse de la diversité génétique de populations d'abeilles de la lignée Ouest-Méditerranéenne (*Apis mellifera mellifera*) Application à la conservation," Université Paris-Sud, 2013.
- [22] Buckfast Abbey, "Br Adam OSB," 2020. [Online]. Available: <https://www.buckfast.org.uk/bees-past-and-present>. [Accessed: 29-Jan-2020].
- [23] Z. Y. Tan, "Comparison of four honey bees (worker) in Singapore," 2016. [Online]. Available: <https://wiki.nus.edu.sg/>. [Accessed: 25-Jan-2020].

- [24] R. Friedrich, *Biogeography and Taxonomy of Honeybees*, Springer-V. 1988.
- [25] A. Newey, "Honey hunter collecting wild Himalayan honey, Kaski region, Nepal," 2014. [Online]. Available: <https://www.andrewnewey.com>. [Accessed: 25-Apr-2020].
- [26] G. Suwannapong, M. E. Benbow, and J. C. Nieh, "Biology of Thai Honeybees : Natural History and Threats," in *Bees: Biology, Threats and Colonies*, Nova Scien., 2011, pp. 1–98.
- [27] B. Frohlich, J. Tautz, and M. Riederer, "Chemometric classification of comb and cuticular waxes of the honeybee *Apis mellifera carnica*," *J. Chem. Ecol.*, no. 26, pp. 123–137, 2000.
- [28] A. H. Warth, *The chemistry and technology of waxes*. New York, 1956.
- [29] A. P. Tulloch, "The composition of beeswax and other waxes secreted by insects," *Lipids*, vol. 5, no. 2, pp. 247–258, 1970.
- [30] H. R. Hepburn *et al.*, "Synthesis and secretion of beeswax in honeybees," *Apidologie*, vol. 22, no. 1, pp. 21–36, 1991.
- [31] N. Garnier, C. Cren-Olivé, C. Rolando, and M. Regert, "Characterization of archaeological beeswax by electron ionization and electrospray ionization mass spectrometry," *Anal. Chem.*, vol. 74, no. 19, pp. 4868–4877, Oct. 2002.
- [32] C. S. Bisson, G. H. Vanbell, and W. B. Dye, "Investigations on the physical and chemical properties of beeswax," *United states Dep. Agric. Washinft. DC*, no. 716, 1940.
- [33] G. E. Timbers, G. D. Robertson, and T. A. Gochnauer, "Thermal properties of beeswax and beeswax-paraffin mixtures," *J. Apic. Res.*, vol. 16, pp. 49–55, 1977.
- [34] A. P. Tulloch, "Beeswax - Composition and Analysis," *Bee World*, vol. 61, pp. 47–62, 1980.
- [35] R. Buchwald, M. D. Breed, and A. R. Greenberg, "The thermal properties of beeswaxes: Unexpected findings," *J. Exp. Biol.*, vol. 211, no. 1, pp. 121–127, 2008.
- [36] J. Serra Bonvehi and F. J. Orantes Bermejo, "Detection of adulterated commercial Spanish beeswax," *Food Chem.*, vol. 132, no. 1, pp. 642–648, 2012.
- [37] V. Bommuraj, Y. Chen, H. Klein, R. Sperling, S. Barel, and J. A. Shimshoni, "Pesticide and trace element residues in honey and beeswax combs from Israel in association with human risk assessment and honey adulteration," *Food Chem.*, vol. 299, no. July, pp. 125–123, 2019.
- [38] ITSAP, "Bonnes pratiques : Conduite des ruchers," 2018.
- [39] S. Bogdanov, "Beeswax : Uses and Trade," in *The Beeswax*, no. September 2009, 2009, pp. 1–16.
- [40] Rucher de la Huberdière, "Pour ou contre la grille à reine," *Miel et Abeilles en Touraine*, 2012. [Online]. Available: <http://miel-et-abeilles-en-touraine.over-blog.com/>. [Accessed: 20-Apr-2020].
- [41] R. Borneck, "La Cire," in *L'abeille*, 1977, pp. 79–81.
- [42] A. Fayet, "Fiche Technique: Elevage de mâles," 2015. [Online]. Available: [http://www.cari.be/medias/abcie\\_articles/168\\_fiche\\_elevage.pdf](http://www.cari.be/medias/abcie_articles/168_fiche_elevage.pdf). [Accessed: 30-Mar-2020].
- [43] S. Wendling, "Varroa destructor, la varroose, gestion de la varroose," in *DIE Apiculture et pathologie apicole*, 2020.

- [44] K. Legeay, "Lutte complémentaire contre le Varroa grâce au retrait du couvain de mâles," 2018. [Online]. Available: <http://lamancheapicole.fr>. [Accessed: 18-Feb-2020].
- [45] B. Nicollet, "Les cadres à jambage dans toutes les ruches," *Abeille & Nature*, 2020. [Online]. Available: <https://abeille-et-nature.com>. [Accessed: 17-Feb-2020].
- [46] L. Svečnjak *et al.*, "Influence of beeswax adulteration with paraffin on the composition and quality of honey determined by physico-chemical analyses, 1 H NMR, FTIR-ATR and HS-SPME/GC-MS," *Food Chem.*, vol. 291, no. June 2018, pp. 187–198, 2019.
- [47] R. Chauvin, *Traité de biologie de l'abeille - Tome II : Système nerveux, comportement et régulations sociales*. 1968.
- [48] E. Fourrey, "Les alvéoles des abeilles," in *Curiosité Géométrique*, 1907, pp. 372–388.
- [49] ITSAP, "Bonnes pratiques : Conduite des ruchers." 2018.
- [50] G. F. Maraldi, "Observations sur les abeilles," 1712.
- [51] R. Buchwald, M. D. Breed, A. R. Greenberg, and G. Otis, "Interspecific variation in beeswax as a biological construction material," *J. Exp. Biol.*, vol. 209, no. 20, pp. 3984–3989, 2006.
- [52] M. D. Breed, M. F. Garry, A. N. Pearce, B. E. Hibbard, L. B. Bjostad, and R. E. Page, "The role of wax comb in honey bee nestmate recognition," *Anim. Behav.*, no. 50, pp. 489–496, 1995.
- [53] M. N. Ledoux, M. L. Winston, H. Higo, C. I. Keeling, K. N. Slessor, and Y. LeConte, "Queen and pheromonal factors influencing comb construction by simulated honey bee (*Apis mellifera* L.) swarms," *Insectes Soc.*, vol. 48, no. 1, pp. 14–20, 2001.
- [54] S. Pratt, "Collective control of the timing and type of comb construction by honey bees (*Apis mellifera*)," *Apidologie, Springer Verlag*, vol. 35, no. 2, pp. 193–205, 2004.
- [55] W. Whitcomb, "Feeding Bees for Comb Production," *U.S. Dep. Agric. Agric. Res. Adm. Bur. Entomol. Plant Quar.*, 1946.
- [56] H. R. Mattila and T. D. Seeley, "Genetic diversity in honey bee colonies enhances productivity and fitness," *Science (80-. )*, vol. 317, no. 5836, pp. 362–364, 2007.
- [57] K. Bienefeld and F. Pirchner, "Genetic correlations among several colony characters in the honey bee (Hymenoptera: Apidae) taking queen and worker effects into account," *Ann. Entomol. Soc. Am.*, vol. 84, no. 3, pp. 324–331, 1991.
- [58] T. D. Seeley, *The wisdom of the hive*, Harvard Un. London, 1995.
- [59] Abeilles Ruches et Miels de Bourgogne, "Transvasement," 2012. [Online]. Available: <http://lamielleriedemagali.over-blog.com>. [Accessed: 18-Feb-2020].
- [60] K. Von Frisch, *The dance language and orientation of bees*, De Gruyter. 1965.
- [61] F. Fratini, G. Cilia, B. Turchi, and A. Felicioli, "Beeswax: a minireview of its antimicrobial activity and its application in medicine," *Asian Pac. J. Trop. Med.*, vol. 9, no. 9, pp. 839–843, 2016.
- [62] A. Schryve, "Etat des lieux sur les cires à usage apicole utilisées en France Métropolitaine. Evaluation des points critiques," *VetAgro Sup*, 2016.
- [63] M. L'Hostis, "Présentation générale de la filière apicole française," in *DIE Apiculture et pathologie apicole*, 2019.

- [64] FranceAgrimer, "Observatoire de la production de miel et gelée royale," 2019, pp. 1–4.
- [65] "Règlement (CE) n°1333/2008 du parlement européen et du conseil du 16 décembre 2008 sur les additifs alimentaires," in *JOUE n° L 354 du 31 décembre 2008*, 2008.
- [66] European Food Safety Authority, "Scientific Opinion on the evaluation of the substances currently on the list in the annex to Commission Directive 96/3/EC as acceptable previous cargoes for edible fats and oils – Part II of III," *EFSA J.*, vol. 10, no. 5, pp. 103–106, 2012.
- [67] E. Casson, "Tout savoir sur les cosmétiques à la cire d'abeille," *Elle*, 2019. [Online]. Available: <https://www.elle.fr/>. [Accessed: 10-Mar-2020].
- [68] ADA AURA, *La qualité toxicologique en apiculture - Guide pratique*. 2018.
- [69] American Chemical Society, "Chemical Abstracts Service," 2020. [Online]. Available: <https://www.cas.org/>.
- [70] European Chemicals Agency, "Inventaire CE," 2020. [Online]. Available: <http://echa.europa.eu/>. [Accessed: 07-May-2020].
- [71] "Décret n°2003-587 du 30 juin 2003 pris pour l'application de l'article L. 214-1 du code de la consommation en ce qui concerne le miel," in *JORF n°151 du 2 juillet 2003*, 2003.
- [72] "Directive 96/77/CE de la Commission portant établissement de critères de pureté spécifiques pour les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants," in *JOUE n° L 339 du 30 décembre 1996*, 1996.
- [73] ITSAP, *Bonnes Pratiques : Composition et contaminants du miel*. 2018.
- [74] "Règlement (CE) n°834/2007 du conseil du 28 juin 2007 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques," in *JOUE n° L 189 du 20 juillet 2007*, 2007.
- [75] "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 bio," *JOUE n° L 250 du 18 Sept. 2008*, 2008.
- [76] ANSES, "Index des Médicaments vétérinaires autorisés en France," 2020. [Online]. Available: <http://www.ircp.anmv.anses.fr>. [Accessed: 10-May-2020].
- [77] Véto-pharma, "Présentation produit," 2020. [Online]. Available: <https://www.veto-pharma.fr>. [Accessed: 03-May-2020].
- [78] Fédération Nationale d'Agriculture Biologique, *La réglementation en apiculture biologique*. 2017.
- [79] FNOSAD, "Informations sanitaires," 2020. [Online]. Available: <https://www.fnosad.com>. [Accessed: 05-Apr-2020].
- [80] Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, "Les missions de la Brigade Nationale d'Enquête Vétérinaire et Phytosanitaire (BNEVP)," 2020. [Online]. Available: <https://agriculture.gouv.fr/les-missions-de-la-brigade-nationale-denquetes-veterinaires-et-phytosanitaires-bnevp>. [Accessed: 22-Apr-2020].
- [81] BNEVP, "Enquête sur la filière française de transformation des cires d'abeilles à usage apicole," 2018.



- [82] International Dendrology Society, "Rhus verniciflua strokes," *Trees and Shrubs Online*, 2019. [Online]. Available: <https://treesandshrubsonline.org/articles/rhus/rhus-vernificiflua/>. [Accessed: 15-Aug-2020].
- [83] J. J. Jiménez, J. L. Bernal, S. Aumente, M. J. Del Nozal, M. T. Martín, and J. Bernal, "Quality assurance of commercial beeswax: Part I. Gas chromatography- electron impact ionization mass spectrometry of hydrocarbons and monoesters," *J. Chromatogr. A*, vol. 1024, no. 1–2, pp. 147–154, 2004.
- [84] M. Maia, A. Barros, and F. M. Nunes, "A novel, direct, reagent-free method for the detection of beeswax adulteration by single-reflection attenuated total reflectance mid-infrared spectroscopy," *Talanta*, vol. 107, pp. 74–80, 2013.
- [85] L. Svečnjak, G. Baranović, M. Vinceković, S. Prđun, D. Bubalo, and I. Tlak Gajger, "An Approach for Routine Analytical Detection of Beeswax Adulteration Using FTIR-ATR Spectroscopy," *J. Apic. Sci.*, vol. 59, no. 2, pp. 37–49, 2015.
- [86] P. Calatayud-Vernich, F. Calatayud, E. Simó, and Y. Picó, "Occurrence of pesticide residues in Spanish beeswax," *Sci. Total Environ.*, vol. 605–606, pp. 745–754, 2017.
- [87] M.-P. Chauzat and J.-P. Faucon, "Pesticide residues in beeswax samples collected from honey bee colonies (*Apis mellifera* L.) in France," *Pest Manag. Sci.*, vol. 63, no. September, pp. 1100–1106, 2007.
- [88] N. El Agrebi, O. Wilmart, B. Urbain, E. L. Danneels, D. C. de Graaf, and C. Saegerman, "Belgian case study on flumethrin residues in beeswax: Possible impact on honeybee and prediction of the maximum daily intake for consumers," *Sci. Total Environ.*, vol. 687, pp. 712–719, 2019.
- [89] S. Bogdanov, A. Imdorf, and V. Kilchenmann, "Residues in wax and honey after Apilife VAR® treatment," *Apidologie*, vol. 29, no. 6, pp. 513–524, 1998.
- [90] Comité Scientifique de l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire, "Contamination et adultération de la cire d'abeille : risque pour la santé des abeilles," 2018.
- [91] S. Bogdanov, "Contaminants of bee products," *Apidologie*, vol. 37, no. 1, pp. 1–18, 2006.
- [92] M. E. Conti and F. Botre, "Honeybees and their products as potential bioindicators of heavy metals contamination," *Environ. Monit. Assess.*, vol. 69, pp. 267–282, 2001.
- [93] M. Perugini, S. M. R. Tulini, D. Zezza, S. Fenucci, A. Conte, and M. Amorena, "Occurrence of agrochemical residues in beeswax samples collected in Italy during 2013–2015," *Sci. Total Environ.*, vol. 625, pp. 470–476, 2018.
- [94] ITSAP, "Annuaire des laboratoires," 2020. [Online]. Available: <https://itsap.asso.fr/>. [Accessed: 14-Apr-2020].
- [95] J. Rangel and D. R. Tarpy, "The combined effects of miticides on the mating health of honey bee (*Apis mellifera* L.) queens," *J. Apic. Res.*, vol. 54, no. 3, pp. 275–283, 2015.
- [96] W. Reybroeck, "Field Trial: effect of the addition of stearic and palmitic acid to beeswax on the development of the worker bee brood," p. 21, 2018.
- [97] A. Fisher and J. Rangel, "Exposure to pesticides during development Negatively affects honey bee (*Apis mellifera*) Drone sperm viability," *PLoS One*, vol. 13, no. 12, pp. 1–12, 2018.

- [98] European Food Safety Authority, “Adulteration of beeswax intended for honey production with stearin and paraffin Beeswax on the EU market,” 2018.
- [99] C. Roy and L. Géorgiques, “La profession vétérinaire : un atout pour la filière apicole,” *Trib. OIE*, no. 1, pp. 2012–2015, 2014.
- [100] ANSES, “Le programme européen EPILOBEE,” 2017. [Online]. Available: <https://www.anses.fr/fr/content/le-programme-europeen-epilobee>. [Accessed: 03-Oct-2020].
- [101] Plateforme ESA, “Observatoire des Mortalités et des Affaiblissements de l’Abeille mellifère,” 2020. [Online]. Available: <https://www.plateforme-esa.fr/page/observatoire-des-mortalites-et-des-affaiblissements-de-l-abeille-mellifere-omaa>. [Accessed: 03-Oct-2020].
- [102] Ministère de l’Agriculture et de l’Alimentation, “Vétérinaires apicoles et Techniciens sanitaires apicoles,” 2014.
- [103] Ordre des Vétérinaires, “Atlas vétérinaire,” 2019. [Online]. Available: <https://www.veterinaire.fr/actualites/atlas-veterinaire-2019.html>. [Accessed: 23-Aug-2020].
- [104] Reine Buck F1, “Cirer un cadre avec feuille alvéolée en plastique,” *Abeille Reine Buckfast Frère Adam F1*, 2017. [Online]. Available: <https://reinebuckf1.wordpress.com/cirer-un-cadre-avec-feuille-alveolee-en-plastique/>. [Accessed: 04-Oct-2020].
- [105] Lerouge Apiculture Oise, *Catalogue Lerouge Apiculture Oise*. 2019.
- [106] Lerouge Apiculture Charente-Maritime, *Catalogue Lerouge Apiculture Charente-Maritime*. 2020.
- [107] Alp’Abeilles, “Tarifs cire Alp’Abeilles,” 2020. [Online]. Available: <https://www.alpabeille.com>. [Accessed: 13-Mar-2020].
- [108] Etablissements Nevière, “Tarifs Etablissements Nevière,” 2020. [Online]. Available: <https://pro.neviere.com/home.html>. [Accessed: 13-Mar-2020].
- [109] Bretagne Apiculture, *Catalogue Bretagne Apiculture*. 2020.
- [110] Thomas Apiculture, “Tarifs cire Thomas Apiculture,” 2020. [Online]. Available: <https://www.thomas-apiculture.com>. [Accessed: 13-Mar-2020].
- [111] Matthieu Bertschy Apiculture, *Catalogue Matthieu Bertschy Apiculture*. 2020.
- [112] ICKO Apiculture, “Tarifs cire ICKO Apiculture,” 2020. [Online]. Available: <https://www.icko-apiculture.com>. [Accessed: 13-Mar-2020].
- [113] Apiculture Route d’Or, “Tarifs cire Apiculture Route d’Or,” 2020. [Online]. Available: <https://www.routedor.fr>. [Accessed: 13-Mar-2020].
- [114] Ordre des Vétérinaires, “Liste des vétérinaires diplômés du DIE apiculture - pathologie apicole,” 2019. [Online]. Available: <https://www.veterinaire.fr/annuaires/liste-des-veterinaires-titulaires-du-die-apiculture-pathologie-apicole.html>. [Accessed: 22-Aug-2020].

[115] DGAL, "Liste des vétérinaires mandatés en apiculture," 2020. [Online]. Available: [https://fichiers-publics.agriculture.gouv.fr/dgal/ListesOfficielles/SPA7\\_VM\\_APICOLE.pdf](https://fichiers-publics.agriculture.gouv.fr/dgal/ListesOfficielles/SPA7_VM_APICOLE.pdf). [Accessed: 22-Aug-2020].



## Annexes

Annexe 1 : Questionnaire apiculteurs

### **Pratiques apicoles : Utilisation et qualité des cires**

Je suis étudiante vétérinaire en 5A à l'École Vétérinaire Nationale de Nantes.

Dans le cadre de ma thèse d'exercice, je m'intéresse à la qualité des cires d'abeilles. Mon sujet est : Contribution à l'amélioration de la qualité de la cire en élevage apicole : rôle du vétérinaire conseil en apiculture.

Dans ce cadre, j'aimerais avoir une idée des pratiques apicoles actuelles pour les cires. Je vous remercie d'avance de votre temps.

*\*Obligatoire*

1. Dans quelle région se trouvent vos ruches ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Auvergne - Rhône-Alpes
- Bourgogne - Franche-Comté
- Bretagne
- Centre - Val de Loire
- Corse
- Grand Est
- Hauts-de-France
- Ile-de-France
- Normandie
- Nouvelle Aquitaine
- Occitanie
- Pays de la Loire
- Provence - Alpes - Côte d'Azur
- DROM

2. Combien de ruches possédez-vous ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Moins de 50 ruches
- Entre 50 et 200 ruches
- Plus de 200 ruches

### **Vos pratiques**

3. Temps de rotation des cires de corps : \*

4. Temps de rotation des cires de hausses : \*

5. Quelles cires utilisez-vous ? \*

6. Gaufrez-vous vos propres cires ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non, mais je l'ai déjà fait
- Non, je ne le fais pas et je ne l'ai jamais fait

7. Faites-vous appel à un cirier ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non, mais je l'ai déjà fait
- Non, je ne le fais pas et je ne l'ai jamais fait

8. Si oui, connaissez-vous exactement l'origine et la qualité des cires que vous lui acheter ?

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non
- Autre :

9. Précisions que vous souhaitez ajouter à propos de vos pratiques :

## **Pratiques recommandées**

10. Êtes-vous familier avec les recommandations de bonnes pratiques de l'ITSAP ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non

## **Valorisation des cires**

Valorisez-vous les cires d'opercules ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non

12. Si oui, en quoi ?

13. Valorisez-vous les cires de hausses ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non

14. Si oui, en quoi ?

15. Valorisez-vous les cires de corps ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non

16. Si oui, en quoi ?

## **Vétérinaire conseil apicole**

17. Avez-vous un vétérinaire apicole conseil ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non

18. Si oui, avez-vous déjà fait appel à lui en relation avec des problèmes liés à vos cires ?

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non

19. Si oui, quel en était le motif ?

20. Avez-vous déjà effectué des analyses de vos cires ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non

21. Si oui, était-ce suite à un conseil de votre vétérinaire ?

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non

22. Si oui, accepteriez-vous de nous communiquer ces résultats ?

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non

## Résultats d'analyses :

Si vous acceptez de nous communiquer vos résultats d'analyse, vous pouvez les envoyer à l'adresse mail suivante :

[nina.carvalhgoncalves@gmail.com](mailto:nina.carvalhgoncalves@gmail.com)

Vous pouvez nous les envoyer déjà anonymés mais ils le seront de toute façon par la suite.

## Contact

23. Si vous souhaitez me laisser votre contact :

Si vous souhaitez me contacter :

Nina Carvalho Gonçalves

[nina.carvalhgoncalves@gmail.com](mailto:nina.carvalhgoncalves@gmail.com)

07 83 84 92 98



Annexe 2 : Répartition des réponses reçues au questionnaire à l'attention des apiculteurs en fonction de leur type d'apiculture et de la région d'activité

Région	Apiculteurs de loisirs (moins de 50 ruches)	Apiculteurs « multi-actifs » (entre 50 et 199 ruches)	Apiculteurs professionnels (plus de 200 ruches)	Total
Auvergne - Rhône-Alpes	11	5	3	19
Bourgogne - Franche-Comté	5	1	1	7
Bretagne	4	8	2	14
Centre - Val de Loire	6	4	6	16
Corse	1	1	1	3
DROM	1	/	/	1
Grand Est	12	/	3	15
Hauts-de-France	31	/	2	33
Ile-de-France	5	1	1	7
Normandie	5	2	/	7
Nouvelle Aquitaine	20	7	6	33
Occitanie	4	5	5	14
Pays de la Loire	8	2	2	12
Provence - Alpes - Côte d'Azur	9	/	1	10
<b>Total</b>	<b>122</b>	<b>36</b>	<b>33</b>	<b>191</b>

Annexe 3 : Liste des médicaments autorisés en apiculture d'après l'ANSES [76]

<b>Nom du médicament</b>	<b>Détenteur de l'AMM</b>	<b>Date de l'AMM</b>	<b>Forme pharmaceutique</b>	<b>Substance active</b>
Api-Bioxal ®	Chemicals Laif	14/08/2015	Poudre pour sirop	Acide oxalique
Apiguard ®	Vita Bee Health	21/12/2001	Gel pour ruche	Thymol
Apilife Var ®	Chemicals Laif	28/01/2010	Plaquette pour ruche	Camphre, Eucalyptus, Lévométhol, Thymol
Apistan ®	Vita Bee Health	15/02/1989	Lanière	Tau-fluvalinate
Apitraz ®	Laboratorios Calier	05/11/2015	Lanière	Amitraz
Apivar ®	Veto-Pharma	21/04/1995	Lanière	Amitraz
Bayvarol ®	Bayer Healthcare	17/05/2017	Lanière	Fluméthrine
Dany's Bienenwohl, poudre et solution pour dispersion pour ruche ®	Dany Bienenwohl	14/06/2018	Poudre et solution pour solution pour ruche	Acide oxalique
MAQS ®	Nod Apiary Ireland	15/05/2014	Bande pour ruche	Acide formique
Oxybee ®	Dany Bienenwohl	01/02/2018	Poudre et solution pour solution pour ruche	Acide oxalique
PolyVar ® Yellow	Bayer Healthcare	27/02/2017	Ruban pour ruche	Fluméthrine
Thymovar ®	Andermatt Bio Vet	12/01/2007	Plaquette pour ruche	Thymol
VarroMed ®	Bee Vital	02/02/2017	Dispersion pour ruche	Acide formique, Acide oxalique

Annexe 4 : Prix des cires chez certains ciriers en 2020

<b>Cirier</b>	<b>Cire en pain (au kg)</b>	<b>Cire gaufrée standard (au kg)</b>	<b>Cire gaufrée d'opercule (au kg)</b>	<b>Gaufrage à façon (au kg)</b>
Lerouge Apiculture Oise [105]	27,00 €	21,00 € +5 kg 18,40 € +10 kg 17,40 € +20 kg 16,60 € +50 kg 15,55 € +100kg 14,95 €	26,60 € +5 kg 24,90 € +10 kg 23,00 € +20 kg 21,00 € +50 kg 19,50 € +100kg 18,40 €	4,25 € +5 kg 4,00 € +10 kg 3,75 € +20 kg 3,45 € +50 kg 3,05 € +100 kg 2,50 € +500 kg 2,25 €
Lerouge Apiculture Charente-Maritime [106]	/	19,50 € +5 kg 17,90 € +10 kg 16,90 € +20 kg 16,20 € +50 kg 14,55 € +100kg 14,15 €	26,20 € +5 kg 24,50 € +10 kg 22,60 € +20 kg 20,80 € +50 kg 19,10 € +100kg 17,40 €	4,10 € +5 kg 3,83 € +10 kg 3,62 € +20 kg 3,25 € +50 kg 2,73 € +100 kg 2,25 € +500 kg 2,05 €
Alp' Abeille [107]	16,20 € +5 kg 14,58 €	25,95 € +5 kg 23,36 € +10 kg 22,06 € +20 kg 19,46 € +50 kg 18,17 €	/	4,20 € +5 kg 3,78 € +10 kg 3,57 € +20 kg 3,15 € +50 kg 2,94 €
Etablissements Nevières [108]	21,00 €	19,20 € +5 kg 16,80 € +10 kg 16,20 € +20 kg 15,6 € +50 kg 14,40 € +100kg 13,92 € +200kg 13,56 €	/	3,72 € +5 kg 3,48 € +10 kg 3,06 € +20 kg 2,88 € +50 kg 2,52 € +100 kg 2,22 €
Bretagne Apiculture [109]	/	22,03 € +5 kg 20,54 € +10 kg 19,51 € +20 kg 18,49 € +50 kg 16,43 € +100kg 15,41 €	/	4,52 € +5 kg 4,29 € +10 kg 3,95 € +20 kg 3,39 € +50 kg 2,94 € +100 kg 2,48 €
Thomas Apiculture [110]	20,36 € +5 kg 19,34 €	20,42 € +5 kg 19,40 € +10 kg 18,38 € +20 kg 17,36 € +50 kg 16,34 € +100kg 14,91 €	/	4,38 € +5 kg 4,16 € +10 kg 3,94 € +20 kg 3,72 € +50 kg 3,29 € +100 kg 2,85 € +200 kg 2,41 €

Matthieu Bertschy Apiculture [111]	15,00 €	17,00 € +10 kg 16,00 € +25 kg 15,50 €	/	3,90 € +10 kg 3,60€ +25 kg 3,30 €
ICKO Apiculture [112]	25,48 €	21,98 €	/	/
Apiculture Route D'Or [113]	19,60 € +20kg 17,70€ +50kg 14,35€	20,45 € +5 kg 18,40 € +20 kg 17,50 € +50 kg 16,70 € +100kg 15,98 €	/	/

Annexe 5 : Liste des vétérinaires diplômés du DIE apiculture - pathologie apicole en 2019 [114]

LISTE DES VÉTÉRINAIRES TITULAIRES DU DIPLÔME INTER-ÉCOLE « APICULTURE-PATHOLOGIE APICOLE » ÉCOLES NATIONALES VÉTÉRINAIRES DE NANTES (ONIRIS) ET D'ALFORT

MISE À JOUR LE 26/02/19

Nom Prénom	Ecole D'origine/ Année de Sortie	Numéro Ordinal	Diplôme Interécole d'Apiculture, Pathologie Apicole Année d'obtention
ABDELLAHI Abdelaziz	Rabat, 1995	17148	2017
ANDRÉ Loïc	Lyon, 2004	18616	2011
ANDREU DE LAPIERRE Etienne	Toulouse, 1994	12550	2016
ARCHAMBEAU Luc	Liège, 1995	13410	2016
AREA Cécile	Nantes, 2005	19772	2013
ARNOULD Alban	Liège, 2011	25470	2016
AUBERT Christophe	Toulouse, 1997	14706	2018
AUDUREAU Delphine	Nantes, 2007	21571	2017
AVAGNINA Alessandra	Turin, 2004	-	2015
BARASSIN Éric	Alfort, 1998	14249	2015
BARBANÇON Jean-Marie	Lyon, 1975	-	2010
BART Jean-Nicolas	Lyon, 1972	05070	2013
BASTIAN Suzanne	Alfort, 1992	-	2010
BASTIN Luc	Liège, 1982	4154	2014
BATY Eva	Nantes, 2001	15562	2016
BAUGNÉE Axelle	Liège, 2009	F4701 Be	2014-2016
BEAUVAIS Claire	Alfort, 1993	14146	2011
BELLIARD Maud	Nantes, 2004	18887	2017
BERNARD-TOMASI Gisèle	Lyon, 1994	13069	2015
BERTRAND Olivier	Liège, 2014	30374	2017
BESLIN Frédérique	Toulouse, 1994	14006	2011
BIETRIX Jacques	Lyon, 2004	18626	2016
BLANC Barbara	Nantes, 2011	24458	2012
BLANPAIN Baudouin	Alfort, 1965	6052	2010
BLONZ Olivier	Nantes, 1987	9455	2018
BODART Benoit	Liège, 1989	10036	2011
BOIGNÉ Michel	Nantes, 1985	8676	2018
BONNET-MASSON Laurence	Lyon, 1991	10808	2017
BORSA Karlo	Antananarivo, 2011	-	2013
BOUCHER Samuel	Nantes, 1992	11221	2013

BOUDET-DALBIN Jean-Marie	Toulouse, 1972	-	2008
BOUMANS Jonathan	Gand, 2008	23460	2017
BOUSSIDA Salah	Alger, 1993	-	2015
BOUTRY Agnès	Nantes, 1991	11653	2015
BRETON-NAZAC Valérie	Alfort 1987	9524	2010
BREUL Sabine	Giessen, 1997	13579	2015
BREYTON Isabelle	Nantes, 1986	-	2015
BRON Olivier	Nantes, 1989	-	2010
BRUCHON-HUGNET Christine	Lyon, 1992	11937	2016
BUTON Éric	Nantes, 1989	10387	2015
CABRERO-ARANSAY Arrate	Saragosse (Espagne), 2008	26232	2015
CALVET Isabelle	Liège, 2008	23300	2016
CAUQUIL Laura	Toulouse, 2011	24263	2012-2016
CÉLESTE Christophe	Nantes, 1997	Québec 3498	2018
CELLI Marie	Liège, 2015	31045	2018
CERCELET Sophie	Nantes, 2011	24470	2015
CHABAT Didier	Lyon, 1990	012361	2014
CHAGOT Pascale	Toulouse, 1987	9678	2012
CHANFORAN Gilles	Toulouse, 1977	2685	2010
CHARLES Benjamin	Liège, 2010	F4801 Be	2016
CHENNET Nacim	Alger, 2000	25535	2015
CHERMETTE René	Lyon, 1972	-	2007
CHOFFRAY Kristof	Liège, 2005	20329	2016
CHOPIN-FÉRARD Emeline	Nantes, 2014	27589	2014
CHRISTOPHE Olivier	Liège, 1994	013231	2016
CLERC Gaël	Nantes, 2013	25971	2013
COILLIOT Jean-Edouard	Lyon, 1970	142	2014
COLIN Marc-Edouard	Toulouse, 1974	25473	2011
COLONVAL Tristan	Liège, 1992	11348	2011
CONILHERE-SPITZER Eléonore	Montréal, 2014	7181044 (RCVS)	2016
CONSTANTIN Prémila	Nantes, 2012	24978	2016
COULON Joëlle	Liège, 1999	14797	2017
COULON Marie-Dominique	Nantes, 1987	-	2016
DE CARA Henry	Toulouse, 1981	7635	2016
DE HAES Alain	Liège, 1982	31101	2013
DE KERSAUSON Mannaig	Liège, 2006	21183	2017
DEFFREIX Laurent	Toulouse, 1988	10326	2015
DEJA Andrzej	Lublin (Pologne)	25429	2016
DEKLERCK Luc	Gand, 1978	4281	2011
DELACHARLERIE – GREPIN	Lyon, 1995	16078	2008

Magail			
DELEFOSSE Hélène	Toulouse, 1988	-	2014
DENIS Bruno	Alfort, 1980	7055	2012
DESCHAMPS Line	Liège, 2002	17276	2016
DESMARAIS Francis	Toulouse, 1977	7482	2016
DIVOL Guilhem	Toulouse, 2015	27969	2016
DUCHEMIN Dominique	Toulouse, 1977	04535	2016
DUCLOS Pierre	Lyon, 1970	6094	2010
DUPEYRON Charles-Henri	Alfort, 1994	13633	2016
DUPUY Catherine	Alfort, 1977	-	2010
ERCOLANO Charlotte	Liège, 1995	12569	2016
ESNAULT Olivier	Toulouse, 2007	21483	2013
ESPINASSE Thierry	Toulouse, 1987	25412	2011
FAGE Odile	Alfort, 1987	9467	2017
FAURE Bénédicte	Toulouse, 2007	21485	2015
FOURNIER Alexis	Liège, 2010	24568	2014
FRANCHI Cyrielle	Toulouse, 2011	24 283	2017
FRANCO Stéphanie	Lyon, 2005	-	2012
FREISS Julien	Nantes, 2009	22777	2016
FROMENTAL Perrine	Toulouse, 2002	17614	2016
GARBAY Luc	Toulouse, 1987	9979	2010
GARCIA Philippe	Lyon, 1988	9631	2014
GAUTIER Marie-Catherine	Toulouse, 1974	2377	2011
GAUTIER Nathalie	Liège, 2007	22623	2011
GERMAIN Martine	Alfort, 1992	11948	2015
GILLES Pascal	Lyon, 1995	14330	2015
GIRAUD Claude Florentine	Toulouse, 1989	11134	2012
GIRAUD Philippe	Lyon, 1985	-	2011
GONEL Véronique	Lyon, 1999	15826	2014
GONELLA Benjamin	Lyon, 1990	10916	2011
GONELLA Christine	Lyon, 1990	10872	2012
GRIMEAU Vincent	Nantes, 2012	25322	2013
GRUNWALD Anne-Laure	Alfort, 1982	-	2014
GSPANN Robert	Alfort, 2016	28491	2016
GUÉRIN Anne-Sophie	Liège, 2007	21873	2018
GUILLON Jean-Alain	Alfort, 1980	007659	2008
HAKIMI Mohamed Mehdi	Alfort, 2000	15472	2017
HANNIER Igor	Alfort, 1992	13732	2013
HARTNAGEL Olivier	Lyon, 1992	11686	2016
HEDON Jean-Marie	Alfort, 1983	7429	2011
HENDRIKX Pascal	Lyon, 1987	-	2016
HOFFMANN Sébastien	Alfort, 2005	19512	2016

HUAUX Christian	Liège, 1999	15208	2016	MENAGE Agnès	Lyon, 2003	16543	2016	REME Anne-Marie	Lyon, 1977	-	2018
ISOARD Éric	Alfort, 1992	12796	2017	MENNESSIER Katy	Toulouse, 2013	26104	2018	RIBBENS Lisa	Toulouse, 2018	29362	2018
JANKOWIAK Anne	Lyon, 1983	13433	2013	METRAL Vincent	Nantes, 2002	16544	2011	RIBIER Corinne	Toulouse, 1989	10060	2014
JANVRIN Pascale	UPLB, 2003 (University of the Philippine)	-	2015	MEYRIEU Sébastien	Lyon, 2001	15860	2016	RICODÉAU Michel	Alfort, 1975	007593	2007
JOLY Claude	Alfort, 1978	5238	2011	MEZIANI Fayçal	Batna, 1991	017195	2012	RIOU Jean-François	Nantes, 1989	11418	2015
JOLY Claudine	Alfort, 1977	-	2010	MIGNOT-GASPAROUX Sylvie	Toulouse, 1988	09258	2013	RIVES Matthieu	Toulouse, 1977	8659	2018
KNOOPS Jean-François	Liège, 1981	5020	2016	MILLOUR Victor	Liège, 2006	21199	2011	ROMAN Yannick	Toulouse, 1999	20017	2010
L'HOSTIS Monique	Alfort, 1976	13143	2007	MIRATON Alice	Toulouse, 2007	21521	2018	ROUMÉGOUS Bertrand	Toulouse, 1993	14979	2016
LABOURDETTE Laurent	Lyon, 1996	14433	2017	MOREAU Emmanuelle	Nantes, 1993	-	2015	ROY Christelle	Alfort, 1997	14898	2010
LALLOZ Jean-Marc	Toulouse, 1972	4318	2011	MOUGENOT Anne-Flore	Nantes, 2003	17906	2012	ROY Christophe	Toulouse, 1997	14849	2008
LAMOISE Elsa	Alfort, 2005	19521	2011	MOURET Coralie	Nantes, 2011	5116 Be	2011	ROY Xavier	Toulouse, 1984	3494	2012
LANDRIN Sophie	Toulouse, 2009	20737	2012	MULLER Gérard	Alfort, 1982	590595	2018	ROYER Violette	Nantes, 2016	26648	2018
LANTUEJOUL Caroline	Nantes, 2006	20875	2015	NETCHAÏEFF Marguerite	Toulouse, 2014	27508	2016	RUIZ-BASCARAN Maria	Caceres, Espagne, 1993	30434	2015
LARCHER Thibaut	Nantes, 2003	-	2014	NEVEJANS Yanne	Lyon, 2002	16549	2014	SAGET Karine	Nantes, 1997	13607	2016
LE BOURDIEC-SHAFFII Anahita	Liège, 2008	26183	2016	NEYROU Jean-François	Lyon, 1983	5385	2016	SAVELS Koenraad	Gand, 1987	10395	2016
LEABAD Sophia	Liège, 2003	-	2018	NGUYEN Marie	Nantes, 1997	14960	2017	SCHMIT Pierre	Liège, 1982	3991	2014
LEBEAU Xavier	Nantes, 1997	15271	2012	NICOLAY Damien	Liège, 1997	14078	2016	SCHMITT Achille	Nantes, 2016	28650	2016
LECOEUR-BITCHATCHI Sylvaine	Toulouse, 1988	-	2017	NOIRETERRE Philippe	Lyon, 2006	20638	2010	SENMARTIN Cécile	Toulouse, 2013	26130	2018
LEGROS Marc	Liège, 1979	656	2013	NONY Mathieu	Nantes, 2014	27646	2018	SICARD Sébastien	Toulouse, 2009	23108	2011
LEMAIRE-MEYER Mylène	Liège, 1990	24700	2017	NOUZIÈRES Serge	Nantes, 1995	13669	2014	SIEFERT Benoît	Nantes, 1987	14842	2007
LEMOINE Héléne	Nantes, 2010	23002	2015	ODIENNE Sarah	Nantes, 2004	18959	2017	SMEETS Frédéric	Liège, 2000	3790 Be	2015
LEQUET Laudine	Lyon, 2009	22951	2011	OGIER DE BAULNY Myriam	Nantes, 1991	-	2007	SOLEILHAC Bruno	Toulouse, 1984	6584	2014-2016
LEROY Isabelle	Alfort, 1998	20940	2014	ORDONNEAU Dorothée	Nantes, 2005	19 841	2011	SOURDEAU Cédric	Nantes, 1997	-	2011
LEROY Jean-Jacques	Cureghem, 1984	10377	2017	ORIO Romain	Nantes, 2005	19842	2016	STERCKX Jacques	Liège, 1982	3429	2013
LIABEUF Jean-Marie	Alfort, 1974	8587	2008	PARRY Caroline	Toulouse, 2003	16437	2014	TERNOIS Erwan	Nantes, 2003	15654	2011
LICON LUNA Rosa Maria	Basse Califorme, Mexique	-	2016	PASTORINO-GOEDERTIER Mia	Gand, 1992	11256	2016	THENAULT Christophe	Nantes, 2002	16571	2016
LOUIS Chantal	Liège, 1990	12767	2010	PAYEN Brigitte	Lyon, 1980	5976	2014	THERVILLE-TONDREAU Gérald	Liège, 1996	14201	2011
LOUVET Pierre	Lyon, 1970	88	2010	PELENC Frédéric	Toulouse, 1980	2423	2013	TURBÉ Jean-Rémy	Nantes, 1999	18099	2010
LUCAS Paul	Liège, 1981	4741	2015	PELLERIN Morgane	Nantes, 2011	24517	2016	VAN CAM Ambre	Lyon, 2008	22161	2018
MACFARLANE Scott	Montréal, 1998	NB0207	2017	PERIANEZ RAMOS Margarita	Las Palmas de Gran Canaria, 2012	31120	2017	VASQUEZ-GOMEZ Sandra Y.	San Martin, Colombie, 2010	-	2014
MALERGUE Jean-Jacques	Toulouse, 1975	7210	2013	PEROZ Carole	Nantes 2003	-	2015	VIAL-NOVELLA Corinne	Toulouse, 1989	14299	2016
MARC Jean-Michel	Toulouse, 1982	7381	2012	PILLU Patricia	Alfort, 2005	-	2014	VIDAL-NAQUET Nicolas	Alfort, 1987	8969	2008
MARCILLAT Isabelle	Nantes, 1987	9150	2014	PIZETTE Florian	Lyon, 2007	21341	2017	VIGOUROUX André	Alfort, 1965	-	2008
MARECHAL Didier	Nantes, 1985	3611	2011	PLANCHAIS Marion	Nantes, 2015	28159	2015	VILAGINES Lydia	Toulouse, 1996	14877	2008
MARGUERITTE Aurélien	Liège, 2005	20266	2015	POIRRIER Jean-Yves	Nantes, 1993	13568	2010	VILLAIN-MENAGER Dany	Nantes, 1985	14061	2011
MARLY-VERSAILLES Christine	Liège, 1992	11010	2015	PONNAU Adeline	Nantes, 2012	25019	2013	VIXÈGE Isabelle	Nantes, 1991	11487	2013
MASSON Fabienne	Alfort, 1986	09156	2010	PORET Florence	Toulouse, 1990	14541	2008	VYNCKIER Luk	Gand, 1987	10673	2018
MASSOT Jérémie	Toulouse, 2003	17898	2018	PORTEJOIE Yves	Alfort, 1974	-	2015	WENDLING Sébastien	Alfort, 2011	24238	2013
MAURIN Loïc	Nantes, 1998	14624	2017	POULEUR Bénédicte	Nantes, 2010	22812	2010	WENISCH-PRINTZ Emilie	Toulouse, 2012	25303	2017
				QUENTIN Patricia	Lyon, 1998	14628	2014	YVINEC Michel	Nantes, 1983	8715	2011
				RELUN Anne	Nantes, 2003	17670	2012				

Annexe 6 : Liste des vétérinaires mandatés en apiculture en 2020 [115]

Numéro de département	N° Ordre	Nom - Prénom	Adresse	Code postal	Ville
01	29	BARRAS Jean	196 rue de la poivrière Forens	01410	CHEZERY FORENS
01	14628	DESCHER-QUENTIN Patricia	Cabinet Veterinaire 25 Rue Carnot	39200	ST CLAUDE
01	11686	HARTNAGEL Olivier	Clinique vétérinaire de Pont d'A 20 Rue Antoine de Saint Exupéry	01160	PONT D AIN
01	21341	PIZETTE Florian	827 route de Chatillon Les Reverètes	01990	RELEVANT
02	4154	BASTIN Luc	5 Rue Du Chemin Sale	08400	VOUZIERES
02	28182	BRICHE Pauline	11 Place Jean Jaurès	62380	LUMBRES
02	24470	CERCLET Sophie	2A les Verts Paturages Chemin de Maubeuge	59550	MARAILLES
02	11348	COLONVAL Tristan	56c Routs Nationale	59680	COLLERET
02	17456	GHYSELINCK Laurent	6 Rue Du Poncelet	02630	WASSIGNY
02	5238	JOLY Claude	11, Place J. Jaures	62380	LUMBRES
02	171	KIEFFER Pascal	Clinique Vétérinaire d'Isle Scp De Veterinaires 32, Rue De Guise	02100	ST QUENTIN
02	21626	LUCAS Nicolas	60 Rue De Francastel	60360	CREVECOEUR LE GRAND
02	16861	MANNER Yannick	4, Rue Du Cimetière	80600	DOULLENS
02	21110	NEURISSE Aurélien	Za Les Moulins 50 Impasse Claude Bourgelat	62610	AUTINGUES
03	21183	DE KERSAUSON DE PENNENDREFF Mannaig	Patry	03000	NEUVY
03	24568	FOURNIER Alexis	Clinique Vétérinaire des Bourbon 11 Avenue Jean Nègre	03100	MONTLUCON
03	24283	FRANCHI Cyrielle	Cabinet Vétérinaire 6, Rue Du Général De Gaulle	03130	LE DONJON
03	20638	NOIRETERRE Philippe	Clinique Vétérinaire du Val de B La Chapelle Route de Moulins	03290	DOMPIERRE SUR BESBRE
03	11418	RIOU Jean Francois	Cli Vet La Prairie Rue Colonel Pierre Collinet	18200	ST AMAND MONTROND
03	14979	ROUMEGOUS Bertrand	Clinique vétérinaire des Colette Route de Chantelle	03330	BELLENAVES
04	9574	APPRIIN Marie-Pauline	Clinique St Christophe Zi St Christophe	04000	DIGNE LES BAINS
04	9631	GARCIA Philippe	Clinique Vétérinaire de la Crau 4 rue Albert Einstein ZA du Salat	13310	ST MARTIN DE CRAU
04	9047	LAMOTHE Jacques	1 rond-point Antoine de St Exupé	06510	CARROS
04	356	LETERRIER Bernard	8 Ter rue du Capitaine de Bresso	05010	GAP CEDEX
05	356	LETERRIER Bernard	8 Ter rue du Capitaine de Bresso	05010	GAP CEDEX
06	7055	DENIS Bruno	36 Avenue du Général Leclerc	83120	STE MAXIME
06	7482	DESMARIS Francis	830 R.N. 8 Quartier Saint Laze	83190	OLLIOULES
06	9047	LAMOTHE Jacques	1 rond-point Antoine de St Exupé	06510	CARROS
06	6893	VAN NAYENBERGE Marc	22 avenue de la République	06530	SAINT-CÉZAIRE-SUR-SIAGNE
07	15562	BATY Eva	Chez Mme Tracol 15 Rue Pasteur	38550	SABLONS
07	18626	BITRIX Jacques	Clinique Vétérinaire de l'Arche 192 Avenue de Romans	26000	VALENCE
07	14330	GILLES Pascal	Ci Veterinaire Du Royans 24 Av Marechal Leclerc	26190	ST JEAN EN ROYANS
07	26104	MENNESSIER Katy	Cabinet vétérinaire du Mont des 71 Grande Rue	07410	SAINT-FÉLICIEN
09	24700	LEMAIRE - MEYER Mylène	39, Avenue Pierre Molette	31100	TOULOUSE
09	16437	PARRY Caroline	44 avenue Raymond Sommer	31480	CADOURS
09	14877	VILAGINES Lydia	C/Sedeilhan Hart Clin Vet Des 3 Valles 44 Av Pechiney	09400	TARASCON SUR ARIEGE
10	656	LEGROS Marc	Clinique Veterinaire Le Buisson Des Caves	89240	VILLEFARGEAU
10	17946	LEJEUNE Thibault	Clinique Veterinaire Rongean Zac Du Rongean	52300	JOINVILLE
11	23460	BOUMANS Jonathan	CLINIQUE VÉTÉRINAIRE 24 rue du Cers	11130	SIGEAN
11	9979	GARBAY Luc	Clinique Vétérinaire la Mayrale 4 rue Sénateur Emile Roux	11100	NARBONNE
12	20329	CHOFFRAY Kristof	Engranyrois ZA de Bel Air	81230	LACAUNE
12	12948	LAFON Lionel	76 avenue de Rodez	12450	LA PRIMAUBE
12	7381	MARC Jean Michel	Cabinet Vétérinaire 10 Place De La Revolution	81400	CARMAUX
12	13607	SAGET Karine	Scp Delestre Saget Coutrot 14 Rue Du Campagnol	12240	RIEUPEYROUX
13	20884	BAYOL Philippe	Cc Grand Littoral BP 142	13464	MARSEILLE CEDEX 16
13	21485	FAURE CASALBOU Bénédicte	151 chemin des Plaines	13126	VAUVENARGUES
13	9631	GARCIA Philippe	Clinique Vétérinaire de la Crau 4 rue Albert Einstein ZA du Salat	13310	ST MARTIN DE CRAU
13	19512	HOFFMANN Sébastien	Clinique Vétérinaire des Genêts 44 Avenue De Farcionnes	30300	BEUCAIRE
13	7593	RICODEAU Michel	55, Rue Tour Neuve	84300	CAVAILLON
14	23002	LEMOINE Helene	Clinique vétérinaire Animalia Rue Des Cerisiers	14210	EVRECY
14	28646	ROYER Violette	Clinique vétérinaire de l'Olivie 26 voie des Alliés	14440	DOUVRES-LA-DÉLTVRANDE
14	18099	TURBE Jean-Remy	Clinique Veterinaire De Graville 43 Rue Auguste Blanqui	76600	LE HAVRE
15	12361	CHABAT Didier	Cabinet Vétérinaire Za La Croix De Combe	63610	BESSE ET ST ANASTAISE
15	14702	LAROUERE Jaky	Clin. Vét. De L'Allagnon 59 Avenue Charles De Gaulle	15500	MASSIAC
15	23057	NELLINGER-PERROT Julie	1, Impasse des Ecureuils	15100	ST FLOUR
15	8883	POUCHOT-CANOZ-GANDORNE François	Clinique vétérinaire de Mauriac 24 rue Antonin Fruquière	15200	MAURIAC
15	14849	ROY Christophe	Clinique Vétérinaire Des Mazets Les Mazets	15400	RIOM ES MONTAGNES
16	25429	DEJA Andrzej	14 RUE PIERRE DUDITLIEU	87250	BESSINES SUR GARTEMPE
17	10377	LEROY Jean-Jacques	38 Avenue de l'Aquitaine	16190	MONTMOREAU-SAINT-CYBARD
18	11418	RIOU Jean Francois	Cli Vet La Prairie Rue Colonel Pierre Collinet	18200	ST AMAND MONTROND
18	23108	SICARD Sébastien	Rue des Etablissements Merlin	18100	VIERZON
19	15271	LEBEAU Xavier	Centre Veterinaire Des Fauvettes Route De Salviac Bp 9	46300	GOURDON
19	16417	LOUCHE Arnaud	3 Faubourg De La Pomme	19140	UZERCHE
19	15488	MARTIN Sebastien	rue des Monédières ZA Les Combes	19300	EGLETONS

Numéro de département	N° Ordre	Nom - Prénom	Adresse	Code postal	Ville
19	14905	MORIZE Franz	34 Avenue R. Poincare	19130	OBJAT
19	8883	POUCHOT-CAMOZ-GANDORNE François	Clinique vétérinaire de Mauriac 24 rue Antonin Fruquière	15200	MAURIAC
19	14849	ROY Christophe	Clinique Vétérinaire Des Mazets Les Mazets	15400	RIOM ES MONTAGNES
21	14433	LABOURDETTE Laurent	44 RUE DES COURBES RAIES	21600	LONGVIC
21	10673	VYNCKIER Luk	CLINIQUE VETERINAIRE DES TROIS R 16 AVENUE DU PONT NATIONAL	71350	VERDUN SUR LE DOUBS
22	25995	HENAFF Nicolas	12 rue de La Corderie	22800	QUINTIN
22	15208	HUAUX-DECEULENER Christian	CLINIQUE VÉTÉRINAIRE ANIMA 1 Avenue Rene Cassin	22100	DINAN
22	10395	SAVELS Koenrad	Kernnac'H	22260	PLOEZAL
23	24568	POURNIER Alexis	Clinique Vétérinaire des Bourbon 11 Avenue Jean Nègre	03100	MONTLUCON
23	10451	STANDAERT Rafael	4-5 Le Camp Château	23210	MOURILOUX-VIEILLEVILLE
24	10326	DEFFREIX Laurent	Lieu-dit St Charles Route de Lavaur	81300	GRAULHET
24	11461	GAUCHOT Jean Yves	21 Route De Campagne Terre de Fo	24260	LE BUGUE
24	9547	GERGOUIL Daniel	43, avenue de l'Europe	33350	SAINT MAGNE DE CASTILLON
24	15271	LEBAU Xavier	Centre Veterinaire Des Fauvettes Route De Salviac Bp 9	46300	GOURDON
24	20266	MARGUERITE Aurélien	Cité Des Cigognes Route De Montron	24800	THIVIERS
25	10037	GRISOT Lionel	Clinique Veterinaire Des Tourbie 1 Rue De Beaucaire	25560	FRASNE
26	15562	BATY Eva	Chez Mme Tracol 15 Rue Pasteur	38550	SABLONS
26	18626	BIERRIX Jacques	Clinique vétérinaire de l'Arche 192 Avenue de Romans	26000	VALENCE
26	20467	CHARASSE Simon	Clinique Vétérinaire des Vallons 678 Route De Lyon	38110	ST JEAN DE SOUDAIN
26	14330	GILLES Pascal	Cl Veterinaire Du Royans 24 Av Marechal Leclerc	26190	ST JEAN EN ROYANS
26	11937	HUGNET-BRUCHON Christine	Cl Vétérinaire des Lavandes Quartier Boulagne BP54	26160	LA BEGUDE DE MAZENC
26	26104	MENNESSIER Katy	Cabinet vétérinaire du Mont des 71 Grande Rue	07410	SAINT-FÉLICIEN
27	5020	KNOOPS Jean François	CLINIQUE VETERINAIRE DE L'AULNAI 80 avenue du Général Leclerc	76220	GOURNAY EN BRAY
27	17519	PERIE Paul	Clinique vétérinaire de la Risle 6 quai Félix Faure	27500	PONT AUDEMER
27	18099	TURBE Jean-Remy	Clinique Veterinaire De Graville 43 Rue Auguste Blanqui	76600	LE HAVRE
28	14146	BEAUVAIS Claire	41 Avenue Lulli	92330	SCEAUX
29	9455	BLONZ Olivier	Clinique Veterinaire 1, Hent Coat Menhir	29170	FOUESNANT
29	2128	DOUGUET Philippe	41, rue de Quimper	29190	PLEYBEN
29	16543	MENAGE Agnès	6, Ter Rue Jean Jaures	29390	SCAER
29	21199	MILLOUR Victor	Cabinet Veterinaire De L'Ile Ker Port Tudy	56590	GROIX
29	21521	MIRATON Alice	Rue de Pouldreuzic	29700	PLUGUFFAN
29	6584	SOLEILHAC Bruno	Clinique Veterinaire 5, Rue Théodore Monod Zac Parco	56700	HENNEBONT
29	15654	TERNOIS Erwan	28 Avenue de Royan	17130	MONTENDRE
2A	22021	MERLIN Louis	Quartier Saint Joseph Route de Sartène	20110	PROPRIANO
2B	8661	D'ANGELI Claud	Route de Castirla	20250	CORTE
2B	1444	SEGALEN Thierry	Route de la Gare de Lupino Lieu Dit Macchione	20600	BASTIA
30	9631	GARCIA Philippe	Clinique Vétérinaire de la Crau 4 rue Albert Einstein ZA du Salat	13310	ST MARTIN DE CRAU
30	19512	HOFFMANN Sébastien	Clinique Vétérinaire des Genêts 44 Avenue De Parciennes	30300	BEAUCAIRE
31	16437	PARRY Caroline	44 avenue Raymond Sommer	31480	CADOURS
32	7429	HEDON Jean-Marie	2 rue Jean Chenevoy Guilhem Bas	47600	NÉRAC
32	16437	PARRY Caroline	44 avenue Raymond Sommer	31480	CADOURS
32	30434	RUIZ BASCARAN Maria	Lieu Dit Saubolle	32300	IDRAC RESPAILLES
34	20329	CHOFFRAY Kristof	Engranayrols ZA de Bel Air	81230	LACAUNE
34	9979	GARBAY Luc	Clinique Vétérinaire la Mayrale 4 rue Sénateur Émile Roux	11100	NARBONNE
34	16576	VISSE Julien	SELARL VELVET Chemin De Granisse	81230	LACAUNE
35	20384	CIEUX Michael	Cabinet Vétérinaire Rue Pasteur Z.A Du Maupas	35290	ST MEEN LE GRAND
35	15584	DEJONGHE Laurent	Rue de la Crépinière	35480	GUIPRY-MESSAC
35	8715	YVINEC Michel	Zone Artisanale le Triangle Vert	35520	LA MÉZIÈRE
36	19992	BARRETEAU Pascal	Clinique vétérinaire Chemin Des Mirebeaux Za De L'Avenue D'Auvergne	36400	LA CHATRE
36	2925	BRUAUX Etienne	La Grande Croix Route D'Argenton	36230	NEUVY ST SEPULCHRE
36	14061	MENAGER Dany	108 bis Avenue D'Argenton	36000	CHATEAURoux
37	24458	BLANC Barbara	Centre Hospitalier Vétérinaire A 22 Rue René Viviani	44200	NANTES
37	11256	GOEDERTIER Mia	La Bonne Dame 3 route de Descartes	37240	LIGUEIL
37	14597	MALHERBE Laure	Gds 37 38, Rue A. Fresnel B.P 50139	37171	CHAMBRAY LES TOURS CEDEX
37	9150	MARCILLAT ISABELLE	52 Rue De Targe	86100	CHATELLERAULT
37	14201	THERVILLE-TONDREAU Gérald	Clinique Vétérinaire Ma Campagne Route de Champigné CHATEAUNEUF SUR SARTHE	49330	LES HAUTS D'ANJOU
38	15562	BATY Eva	Chez Mme Tracol 15 Rue Pasteur	38550	SABLONS
38	17344	CAUCHY Jean-Christophe	13 route de Freydure Les Fontaines	38570	CRETS EN BELLEDONNE
38	20467	CHARASSE Simon	Clinique Vétérinaire des Vallons 678 Route De Lyon	38110	ST JEAN DE SOUDAIN
38	16703	DEVILLARD Angelique	Cabinet Vétéri 'Zen ZA des Carlares	38650	MONESTIER-DE-CLERMONT
38	16229	DREVON-GAUD Renaud	Clinique vétérinaire de l'Esplan 14 route de Lyon	38000	GRENOBLE
38	14330	GILLES Pascal	Cl Veterinaire Du Royans 24 Av Marechal Leclerc	26190	ST JEAN EN ROYANS
38	10907	GRAS Pierre David	Cabinet Veterinaire Gmc Veto Za Les Gouvernaux	26120	CHABEUIL



Numéro de département	N° Ordre	Nom - Prénom	Adresse	Code postal	Ville
39	14628	DESCHER-QUENTIN Patricia	Cabinet Veterinaire 25 Rue Carnot	39200	ST CLAUDE
39	10975	FOLLINET Marc	Clinique Veterinaire 512 Rue Leon Et Georges Bazinet	39300	CHAMPAGNOLE
39	10037	GRISOT Lionel	Clinique Veterinaire Des Tourbie 1 Rue De Beaucaire	25560	FRASNE
39	10673	VYNCKIER Luk	CLINIQUE VETERINAIRE DES TROIS R 16 AVENUE DU PONT NATIONAL	71350	VERDUN SUR LE DOUBS
40	26232	CABRERO ARANSAY Arrate	36 rue Albert Thomas 1er étage	64100	BAYONNE
40	10326	DEFFREIX Laurent	Lieu-dit St Charles Route de Lavaur	81300	GRAULHET
40	7429	HEDON Jean-Marie	2 rue Jean Chenevoy Guilhem Bas	47600	NÉRAC
41	13669	NOUZIERES Serge	18 rue Paul Berthereau	41000	BLOIS
42	5217	DEVOS Jacques	Clinique Veterinaire 1424 route de Tarare	42360	PANISSIERES
42	14028	EVARD Marc-Gregoire	Clinique Veterinaire Magellan 453 Rue Magellan	42190	ST NIZIER SOUS CHARLIEU
42	16883	FUKS Vanessa	la Violette 600 chemin des Presles	42210	L'HÔPITAL-LE-GRAND
42	22218	JALON Huguette	Cl Veterinaire Des Vingtain 5 Chemin D'Urfe	42260	ST GERMAIN LAVAL
42	18057	PERRIER Sophie	Allat	42123	CORDELE
42	3429	STERCKX Jacques	283 rue des Rameys	42130	MARCILLY LE CHATEL
43	13491	GOBLET Arnaud	Cabinet vétérinaire Vet Arverne Rue Marsset	43300	LANGÉAC
43	13732	HANNIER Igor	Clinique vétérinaire Des Deux Ro 12 Avenue D'Aiguilhe	43000	LE PUY EN VELAY
43	15270	LACOMBRE Agnès	Clinique Vétérinaire St Pierre 60 rue les Bouleaux Z.A. De Villeneuve	43200	YSSINGEAUX
43	25019	PONNAU Adeline	10, Rue du châtaigniers lieu dit la mollière	63270	YRONDE-ET-BURON
43	12649	ROILETTE Jacques	Crouzilloux	43200	YSSINGEAUX
43	14849	ROY Christophe	Clinique Vétérinaire Des Mazets Les Mazets	15400	RIOM ES MONTAGNES
44	24458	BLANC Barbara	Centre Hospitalier Vétérinaire A 22 Rue René Viviani	44200	NANTES
44	11221	BOUCHER Samuel	Labovet Conseil Zac De La Buzeniére Bp 539	85505	LES HERBIERS CEDEX
44	7659	GUILLOTON Jean-Alain	Cabinet Vétérinaire Bon Secours 5 Rue Du Bon Secours	44810	HERIC
44	20875	LANTUEJOU Caroline	7 AVENUE DES LANDES DE LA TOUCHE	44240	SUCÉ-SUR-ERDRE
44	27646	NONY Mathieu	Clinique Vétérinaire de l'Arche 243 Route de Vannes	44800	ST HERBLAIN
44	3991	SCHMIT Pierre	Clinique Vétérinaire de la Fonta 13 Allée Joseph Touchais DOUÉ LA FONTAINE	49700	DOUÉ EN ANJOU
44	14201	THERVILLE-TONDREAU Gérald	Clinique Vétérinaire Ma Campagne Route de Champigné CHATEAUNEUF SUR SARTHE	49330	LES HAUTS D'ANJOU
45	14146	BEAUVAIS Claire	41 Avenue Lulli	92330	SCEAUX
45	4741	LUCAS Paul	Z.A De La Champagne	45420	BONNY SUR LOIRE
45	16571	TRENAULT Christophe	Clinique Veterinaire 82, Route D'Orleans	45110	CHATEAUNEUF SUR LOIRE
46	12948	LAPON Lionel	76 avenue de Rodez	12450	LA PRIMAUBE
46	15271	LEBEAU Xavier	Centre Veterinaire Des Fauvettes Route De Salviac Bp 9	46300	GOURDON
46	7381	MARC Jean Michel	Cabinet Vétérinaire 10 Place De La Revolution	81400	CARMAUX
47	10326	DEFFREIX Laurent	Lieu-dit St Charles Route de Lavaur	81300	GRAULHET
47	7429	HEDON Jean-Marie	2 rue Jean Chenevoy Guilhem Bas	47600	NÉRAC
47	10396	MERCIER Olivier	Clinique Vétérinaire du Rogas Lieu dit Jullia	47110	STE LIVRADE SUR LOT
48	21571	AUDUREAU Delphine	GRASL 13 Rue Auguste Comte	87280	LIMOGES
48	16337	COENDERS Nico	14 Quartier Croix Blanche	48400	FLORAC
48	10916	GONELLA Benjamin	Clinique Veterinaire Chaubets 32 Avenue Du Père Coudrin	48000	MEUDE
49	11221	BOUCHER Samuel	Labovet Conseil Zac De La Buzeniére Bp 539	85505	LES HERBIERS CEDEX
49	3991	SCHMIT Pierre	Clinique Vétérinaire de la Fonta 13 Allée Joseph Touchais DOUÉ LA FONTAINE	49700	DOUÉ EN ANJOU
49	14201	THERVILLE-TONDREAU Gérald	Clinique Vétérinaire Ma Campagne Route de Champigné CHATEAUNEUF SUR SARTHE	49330	LES HAUTS D'ANJOU
50	13231	CHRISTOPHE Olivier	Zone Industrielle Du Mexique	50190	PERIERS
50	23002	LEMOINE Helene	Clinique vétérinaire Animalia Rue Des Corisiers	14210	EVRECY
51	4154	BASTIN Luc	5 Rue Du Chemin Sale	08400	VOUZIERES
51	11433	CARNOY Christophe	13 Rue Des Raines	51340	HEILTZ LE MAURUPT
51	14592	PEKUS Fabien	2, route d'Argers	51800	DOMMARTIN-DAMPIERRE
52	17946	LEJEUNE Thibault	Clinique Veterinaire Rongeant Zac Du Rongeant	52300	JOINVILLE
53	18887	BELLIARD Maud	Clinique Vétérinaire de la Roche ZAC de la Bourdaiserie	53120	GORRON
53	30374	BERTRAND Olivier	4, rue Pierre Marel Zone d'Activité de La Meslais	35133	LECOUSSE
53	11221	BOUCHER Samuel	Labovet Conseil Zac De La Buzeniére Bp 539	85505	LES HERBIERS CEDEX
53	15472	HAKIMI Mohamed Mehdi	Clinique Vétérinaire Artemis 2 Route De St Pierre Sur Erve	53480	VAIGES
53	3991	SCHMIT Pierre	Clinique Vétérinaire de la Fonta 13 Allée Joseph Touchais DOUÉ LA FONTAINE	49700	DOUÉ EN ANJOU
53	28650	SCHMIT Achille	Clinique Vétérinaire Vetavi ZA Pole Odyssee 2 Route D'Aizenay	85220	COEX
53	14201	THERVILLE-TONDREAU Gérald	Clinique Vétérinaire Ma Campagne Route de Champigné CHATEAUNEUF SUR SARTHE	49330	LES HAUTS D'ANJOU
55	4154	BASTIN Luc	5 Rue Du Chemin Sale	08400	VOUZIERES
55	22619	EVERAERT Dries	2 Bis, Rue Ouvrage De Villy	55700	STENAY

Numéro de département	N° Ordre	Nom - Prénom	Adresse	Code postal	Ville
55	17946	LEJEUNE Thibault	Clinique Veterinaire Rongeant Zac Du Rongeant	52300	JOINVILLE
55	14592	PEKUS Fabien	2, route d'Argers	51800	DOMMARTIN-DAMPIERRE
56	15584	DEJONGHE Laurent	Rue de la Crépinière	35480	GUIPRY-MESSAC
56	21199	MILLOUR Victor	Cabinet Veterinaire De L'Ile Ker Fort Tudy	56590	GROIX
56	6584	SOLEILHAC Bruno	Clinique Veterinaire 5, Rue Théodore Monod Zac Parco	56700	HENNEBONT
58	21183	DE KERSAUSON DE PENNENDREFF Mannaig	Patry	03000	NEUVY
58	24283	FRANCHI Cyrielle	Cabinet Vétérinaire 6, Rue Du Général De Gaulle	03130	LE DONJON
58	4741	LUCAS Paul	Z.A De La Champagne	45420	BONNY SUR LOIRE
58	20638	NOIRETERRE Philippe	Clinique Vétérinaire du Val de B La Chapelle Route de Moulins	03290	DOMPIERRE SUR BESBRE
58	1855	WYNDAELE Jan	Clinique Veterinaire La Corne	58380	LUCENAY LES AIX
59	24470	CERCELET Sophie	ZA les Verts Paturages Chemin de Maubeuge	59550	MAROLLES
59	11348	COLONVAL Tristan	56c Route Nationale	59680	COLLERET
59	5238	JOLY Claude	11, Place J. Jaures	62380	LUMBRES
60	5238	JOLY Claude	11, Place J. Jaures	62380	LUMBRES
60	5020	KNOOPS Jean François	CLINIQUE VETERINAIRE DE L'AULNAI 80 avenue du Général Leclerc	76220	GOURNAY EN BRAY
61	5070	BART Jean-Nicolas	GDSO Section Apicole 76-78 chemin des Maures	61000	ALENCON
62	12823	BERTRAND Frédéric	Rue Georges Lamiot Z.A.L.	62690	AUBIGNY EN ARTOIS
63	12361	CHABAT Didier	Cabinet Vétérinaire Za La Croix De Combe	63610	BESSE ET ST ANASTAISE
63	21183	DE KERSAUSON DE PENNENDREFF Mannaig	Patry	03000	NEUVY
63	24283	FRANCHI Cyrielle	Cabinet Vétérinaire 6, Rue Du Général De Gaulle	03130	LE DONJON
63	5385	NEYROU Jean-François	A.D.N. DOCTEURS VÉTÉRINAIRES Rue Blaise Pascal	63390	ST GERVAIS D AUVERGNE
63	20638	NOIRETERRE Philippe	Clinique Vétérinaire du Val de B La Chapelle Route de Moulins	03290	DOMPIERRE SUR BESBRE
63	25019	PONNAU Adeline	10, Rue du châtaigniers lieu dit la mollière	63270	YRONDE-ET-BURON
63	14979	ROUMEGOUS Bertrand	Clinique vétérinaire des Colette Route de Chantelle	03330	BELLENAVES
63	14849	ROY Christophe	Clinique Vétérinaire Des Mazets Les Mazets	15400	RIOM ES MONTAGNES
63	22901	SIENG Marivan	Lieu-Dit Le Montel	63810	BAGNOLS
64	9507	BISCAICHIPY Jean-Pierre	Gaztainadois	64220	ST JEAN LE VIEUX
64	26232	CABRETO ARANSAY Arrate	36 rue Albert Thomas 1er étage	64100	BAYONNE
64	10326	DEFFREIX Laurent	Lieu-dit St Charles Route de Lavaur	81300	GRAULHET
64	10664	MERLE Gilles	1 Impasse De La Fontaine	64320	BIZANOS
65	16437	PARRY Caroline	44 avenue Raymond Sommer	31480	CADOURS
66	23460	BOUMANS Jonathan	CLINIQUE VÉTÉRINAIRE 24 rue du Cers	11130	SIGEAN
66	5584	DEPIGNY Jean-Francois	Km 1 - Route D'Elne	66100	PERPIGNAN
66	18102	HAENTJENS Nils	7 Carrer de l' Empresa	66740	VILLELONGUE DELS MONTS
66	19842	ORIO Romain	CLINIQUE VETERINAIRE 2 chemin du Mas Fiques	66760	BOURG MADAME
68	22777	FREISS Julien	Clinique Veterinaire 149 Faubourg De Mulhouse	68260	KINGERSHEIM
69	5217	DEVOS Jacques	Clinique Veterinaire 1424 route de Tarare	42360	PANISSIERES
69	21485	FAURE CAZALBOU Bénédicte	151 chemin des Plaines	13126	VAUVENARGUES
69	21341	PIZETTE Florian	827 route de Chatillon Les Reverètes	01990	RELEVANT
69	14396	VERBIEST Wim	SAS Univet 427 avenue Font Roubert	06250	MOUGINS
70	6005	HERNOU Michel	1 RUE DE LA MADELEINE	70300	LUXEUIL LES BAINS
70	14280	LÉTONDAL Joseph	Clinique Vet Jean De La Fontaine 1 Place De La Liberté	70170	PORT SUR SAONE
71	21183	DE KERSAUSON DE PENNENDREFF Mannaig	Patry	03000	NEUVY
71	14028	EVARD Marc-Gregoire	Clinique Veterinaire Magellan 453 Rue Magellan	42190	ST NIZIER SOUS CHARLIEU
71	24283	FRANCHI Cyrielle	Cabinet Vétérinaire 6, Rue Du Général De Gaulle	03130	LE DONJON
71	14433	LABOURDETTE Laurent	44 RUE DES COURBES RAIES	21600	LONGVIC
71	20638	NOIRETERRE Philippe	Clinique Vétérinaire du Val de B La Chapelle Route de Moulins	03290	DOMPIERRE SUR BESBRE
71	11010	VERSAILLES MARLY Christine	ZA 'La Champagne'	45420	BONNY-SUR-LOIRE
71	10673	VYNCKIER Luk	CLINIQUE VETERINAIRE DES TROIS R 16 AVENUE DU PONT NATIONAL	71350	VERDUN SUR LE DOUBS
72	18887	BELLIARD Maud	Clinique Vétérinaire de la Roche ZAC de la Bourdaiserie	53120	GORRON
72	11221	BOUCHER Samuel	Labovet Conseil Zac De La Buzeniére Bp 539	85505	LES HERBIERS CEDEX
72	15472	HAKIMI Mohamed Mehdi	Clinique Vétérinaire Artemis 2 Route De St Pierre Sur Erve	53480	VAIGES
72	14201	THERVILLE-TONDREAU Gérald	Clinique Vétérinaire Ma Campagne Route de Champigné CHATEAUNEUF SUR SARTHE	49330	LES HAUTS D'ANJOU
73	6309	GOTTARDI Claude	22 Boulevard Gambetta	73000	CHAMBERY
73	16549	NEVEJANS Yanne	Le Miradou Chef Lieu	73190	PUYGROS
74	8676	BOIGNE Michel	67 impasse de Trefle	74290	ALEX
74	12354	CHENEVAL Ludovic	Clinique vétérinaire du Coteau 500 rue des Grands Champs	74300	THYEZ
74	11134	GIRAUD Claude, Florentine	182 Route du Pont	74310	LES HOUCHES
74	18723	SIRVINS Sophie	Clinique vétérinaire du THY 452 route du Thy	74250	VIUZ EN SALLAZ
75	8969	VIDAL-NAQUET Nicolas	Vetoatom 140 Rue Henri Ginoux	92120	MONTROUGE
76	28491	GSPANN Robert	Cabinet vétérinaire du Lac Le Chatelier	61210	PUTANGES-LE-LAC
76	5020	KNOOPS Jean François	CLINIQUE VETERINAIRE DE L'AULNAI 80 avenue du Général Leclerc	76220	GOURNAY EN BRAY

Numéro de département	N° Ordre	Nom - Prénom	Adresse	Code postal	Ville
76	18099	TURBE Jean-Remy	Clinique Veterinaire De Graville 43 Rue Auguste Blangu	76600	LE HAVRE
77	14146	BEAUVAIS Claire	41 Avenue Lulli	92330	SCEAUX
77	9678	CHAGOT Pascale	Cabinet Veterinaire Route De La Liberation Ctre Cial Market	77220	TOURNAN EN BRIE
78	14146	BEAUVAIS Claire	41 Avenue Lulli	92330	SCEAUX
78	8969	VIDAL-NAQUET Nicolas	Vetoadom 140 Rue Henri Ginoux	92120	MONTRouGE
80	5238	JOLY Claude	11, Place J. Jaures	62380	LUMBRES
80	10437	NEEL Eric	325/327 Bld Beauville	80000	AMIENS
81	20329	CHOFFRAY Kristof	Engranayrols ZA de Bel Air	81230	LACAUNE
81	7381	MARC Jean Michel	Cabinet Vétérinaire 10 Place De La Revolution	81400	CARMAUX
81	13607	SAGET Karine	Scp Delestre Saget Coutrot 14 Rue Du Campagnol	12240	RIEUPEYROUX
82	15271	LEBEAU Xavier	Centre Veterinaire Des Fauvettes Route De Salviac Bp 9	46300	GOURDON
82	7381	MARC Jean Michel	Cabinet Vétérinaire 10 Place De La Revolution	81400	CARMAUX
82	16437	FARRY Caroline	44 avenue Raymond Sommer	31480	CADOURS
83	7055	DENIS Bruno	36 Avenue du Général Leclerc	83120	STE MAXIME
83	7482	DESMARIS Francis	830 R.N. 8 Quartier Saint Laze	83190	OLLIouLES
83	15956	VEYS Julien	SAS UNIVET 427 avenue Font Roubert	06250	MOGINS
84	10907	GRAS Pierre David	Cabinet Veterinaire Gmc Veto Za Les Gouvernaux	26120	CHABEUIL
84	914	MARY Jean-Louis	308, Rue Saint Martin	84120	PERTUIS
84	7593	RICODEAU Michel	55, Rue Tour Neuve	84300	CAVAILLON
85	11221	BOUCHER Samuel	Labovet Conseil Zac De La Buseniere Bp 539	85505	LES HERBIERS CEDEX
85	3991	SCHMIT Pierre	Clinique Vétérinaire de la Fonta 13 Allée Joseph Touchais DOUÉ LA FONTAINE	49700	DOUÉ EN ANJOU
85	14201	THERVILLE-TONDREAU Gérald	Clinique Vétérinaire Ma Campagne Route de Champigné CHATEAUNEUF SUR SARTHE	49330	LES HAUTS D'ANJOU
86	24458	BLANC Barbara	Centre Hospitalier Vétérinaire A 22 Rue René Viviani	44200	NANTES
86	25322	GRIMEAU Vincent	5 taillis de La Georginiere	86600	LUSIGNAN
86	9150	MARCILLAT ISABELLE	52 Rue De Targe	86100	CHATELLERAULT
87	21571	AUDUREAU Delphine	GRASL 13 Rue Auguste Comte	87280	LIMOGES
87	13101	BAUDIN-JACQUEMIN Nicolas	2 Rue Général Desaix	56100	LORIENT
87	25429	DEJA Andrzej	14 RUE PIERRE DUDITLIEU	87250	BESSINES SUR GARTEMPE
88	14280	LÉTONDAL Joseph	Clinique Vet Jean De La Fontaine 1 Place De La Liberte	70170	PORT SUR SAONE
89	14249	BARASSIN Eric	Clinique Vet De La Carriere Zi La Carriere	89130	TOUCY
89	656	LEGROS Marc	Clinique Veterinaire Le Buisson Des Caves	89240	VILLEFARGEAU
89	4741	LUCAS Paul	Z.A De La Champagne	45420	BONNY SUR LOIRE
90	6005	HERNOU Michel	1 RUE DE LA MADELEINE	70300	LUXEUIL LES BAINS
90	14280	LÉTONDAL Joseph	Clinique Vet Jean De La Fontaine 1 Place De La Liberte	70170	PORT SUR SAONE
91	9467	FAGE Odile	74/80 Av. Du Gal De Gaulle	91170	VIRY CHATILLON
92	14146	BEAUVAIS Claire	41 Avenue Lulli	92330	SCEAUX
92	8969	VIDAL-NAQUET Nicolas	Vetoadom 140 Rue Henri Ginoux	92120	MONTRouGE
93	14146	BEAUVAIS Claire	41 Avenue Lulli	92330	SCEAUX
93	8969	VIDAL-NAQUET Nicolas	Vetoadom 140 Rue Henri Ginoux	92120	MONTRouGE
94	14146	BEAUVAIS Claire	41 Avenue Lulli	92330	SCEAUX
94	17483	LACROIX Celine	18 Route La Queue De La Brie	94880	NOISEAU
971	3494	ROY Xavier	Immeuble Plein Sud Moudong Sud	97122	BAIE MAHAULT
972	20737	LANDRIN Sophie	Clinique Vétérinaire HOAREAU Centre Vert Acajou	97232	LE LAMENTIN
972	8587	LIABEUF Jean Marie	Clinique Vet. Centre Commercial De Place D'Armes	97232	LE LAMENTIN
974	21483	ESNAULT Olivier	Gds Reunion 1 Rue Du Pere Hauck	97418	LA PLAINE DES CAFRES
974	23590	JOVENEAU Julie	Clinique Vétérinaire Du Grand B 19 C Rue André Letouillec Ste Thérèse	97419	LA POSSESSION
974	29113	RAGE Antoine	VETORUN 1 RUE DE LA DESSERTTE	97410	SAINT-PIERRE
974	29517	VASSEUR Maleck	Angle De La Rue Des Artisans Et De L'Allée De La Desserte Zi N°2	97410	SAINT-PIERRE

## Votre activité

- Quelle est votre activité principale ?
- Pratiquez-vous ou avez-vous déjà pratiqué en apiculture ? Si oui, quel pourcentage de votre chiffre d'affaire représente votre activité de vétérinaire apicole ?
- Êtes-vous diplômé du DIE apiculture et pathologie apicole ?
- Si oui, pourquoi avez-vous fait cette formation ?
- Dans quelle région pratiquez-vous ?
- Possédez-vous des ruches ?

## La cire dans la filière aujourd'hui

- Que pensez-vous de la traçabilité actuelle des cires ?
- D'après les bonnes pratiques apicoles de l'ITSAP, il est recommandé de renouveler les cadres de corps au moins tous les 5 ans. Que pensez-vous de cette recommandation ?
- D'après ces mêmes bonnes pratiques, il est recommandé d'utiliser sa propre cire d'opercule pour renouveler ses cadres. Dans le contexte actuelle de la filière, cela vous semble-t-il réalisable sur le terrain ? Y voyez-vous un risque sanitaire ?
- Quelles sont les contraintes techniques pour gaufrer sur place ?
- Vous sentez-vous concerné par les problèmes de qualités des cires (que ce soit du point de vue des résidus ou des fraudes) ?
- Selon vous, devrait-il exister des contrôles systématiques des cires comme il en existe pour les miels ?
- Quels est le rôle du vétérinaire par rapport à la cire aujourd'hui ?
- Est-ce suffisant ?
- Si non, comment pourrait-il être amélioré ?
- Que devrait-il être ?

## Votre ressenti de vétérinaire apicole

- Selon vous, la place du vétérinaire en apiculture est-elle bien définie ?
- Comment pourrait-elle être améliorée selon vous ?
- Vous sentez-vous légitime face à un apiculteur ?
- Pensez-vous que le vétérinaire soit bien accepté dans la filière ?

## Votre activité apicole

- En règle générale, comment les apiculteurs de votre patientèle renouvellent-ils leurs cires ?
- En tant que vétérinaire apicole, avez-vous déjà été sollicité par des apiculteurs au sujet de la gestion de leur cire ? Si oui, dans quelles circonstances ?
- Un apiculteur de votre patientèle a-t-il déjà été confronté à des anomalies, des non-conformités, voire des fraudes de cires ? Si oui, comment avez-vous géré cela ?
- Si dans votre patientèle vous avez des apiculteurs biologiques, conseillez-vous une gestion des cires différentes de celle des apiculteurs conventionnels ? Si oui de quelle façon ?
- Vos clients apiculteurs biologiques rencontrent-ils des difficultés dans leur approvisionnement en cire biologique ?
- Avez-vous déjà rencontré des apiculteurs souhaitant se convertir au biologique mais n'y arrivant pas à cause de la cire ? Si oui, quel était le problème ?
- Quelles problèmes rencontrez-vous plus en apiculture biologique par rapport à l'apiculture conventionnelles ?
- Pensez-vous que le cahier des charges de l'apiculture biologique en matière de cire est compatible avec le marché actuel ? Si non, quel est le problème ?





# CONTRIBUTION À L'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE LA CIRE EN ÉLEVAGE APICOLE : RÔLE DU VÉTÉRINAIRE CONSEIL EN APICULTURE

## RÉSUMÉ

La cire est une production de la jeune abeille ouvrière. Composée de plus de 300 molécules, sa synthèse en est très complexe. Elle est indispensable à la vie de la colonie puisqu'elle permet notamment d'abriter le couvain ou encore de stocker eau et nourriture dans la ruche. La cire ayant une production très coûteuse en énergie, il est souvent proposé aux colonies de production des cadres de cire gaufrée par les apiculteurs. Cependant, la filière apicole est aujourd'hui victime de nombreux problèmes d'adultérations et de présence de résidus divers dans les cires. Cette mauvaise qualité a des conséquences sur la santé des abeilles, les pratiques apicoles et même sur la santé publique. Ce travail comporte une enquête réalisée auprès de vétérinaires ayant une activité apicole afin de collecter leur ressenti par rapport à la cire dans la filière apicole aujourd'hui. L'objectif est de proposer des pistes de réforme de la réglementation concernant la cire, du rôle du vétérinaire conseil en apiculture ainsi que des modifications des pratiques apicoles afin de garantir une meilleure qualité des cires dans le contexte de production actuel.

## MOTS CLÉS

- APICULTURE
- ABEILLE
- VÉTÉRINAIRE
- CIRE D'ABEILLE
- RÉSIDU
- RÉGLEMENTATION

## JURY

Président : Monsieur Patrick Lustenberger, Professeur émérite à l'université de Nantes

Rapporteur : Madame Isabelle Breyton, Maître de conférence à Oniris

Assesseur : Monsieur Hervé Pouliquen, Professeur à Oniris

## ADRESSE DE L'AUTEUR

Nina Carvalho Gonçalves  
14 Rue de Metz  
08000 Charleville-Mézières

**IMPRIMEUR**  
SOPAIC