

**VETAGRO SUP
CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON**

Année 2016 - Thèse n°114

***ÉTAT DES LIEUX SUR LES CIRES À USAGE APICOLE
UTILISÉES EN FRANCE METROPOLITAINE.
ÉVALUATION DES POINTS CRITIQUES.***

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 16 décembre 2016
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

*SCHRYVE Agnès
Née le 22 mars 1991
à Saint Pol sur Mer*



**VETAGRO SUP
CAMPUS VETERINAIRE DE LYON**

Année 2016 - Thèse n°114

***ÉTAT DES LIEUX SUR LES CIRES À USAGE APICOLE
UTILISÉES EN FRANCE METROPOLITAINE.
ÉVALUATION DES POINTS CRITIQUES.***

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 16 décembre 2016
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

*SCHRYVE Agnès
Née le 22 mars 1991
à Saint Pol sur Mer*



LISTE DES ENSEIGNANTS DU CAMPUS VÉTÉRIINAIRE DE LYON

Mise à jour le 09 juin 2015

Civilité	Nom	Prénom	Unités pédagogiques	Grade
M.	ALOGNINOUIWA	Théodore	UP Pathologie du bétail	Professeur
M.	ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	UP Gestion des élevages	Maître de conférences
Mme	ARCANGIOLI	Marie-Anne	UP Pathologie du bétail	Maître de conférences
M.	ARTOIS	Marc	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
M.	BARTHELEMY	Anthony	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences Contractuel
Mme	BECKER	Claire	UP Pathologie du bétail	Maître de conférences
Mme	BELLUCO	Sara	UP Pathologie morphologique et clinique des animaux de compagnie	Maître de conférences
Mme	BENAMOU-SMITH	Agnès	UP Equine	Maître de conférences
M.	BENOIT	Etienne	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	BERNY	Philippe	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
Mme	BERTHELET	Marie-Anne	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
Mme	BONNET-GARIN	Jeanne-Marie	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
Mme	BOULOCHER	Caroline	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
M.	BOURDOISEAU	Gilles	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
M.	BOURGOIN	Gilles	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
M.	BRUYERE	Pierre	UP Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Maître de conférences
M.	BUFF	Samuel	UP Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Maître de conférences
M.	BURONFOSSE	Thierry	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	CACHON	Thibaut	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
M.	CADORE	Jean-Luc	UP Pathologie médicale des animaux de compagnie	Professeur
Mme	CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
M.	CAROZZO	Claude	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
M.	CHABANNE	Luc	UP Pathologie médicale des animaux de compagnie	Professeur
Mme	CHALVET-MONFRAY	Karine	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	COMMUN	Loic	UP Gestion des élevages	Maître de conférences
Mme	DE BOYER DES ROCHES	Alice	UP Gestion des élevages	Maître de conférences
Mme	DELIUNETTE-MULLER	Marie-Laure	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	DEMONT	Pierre	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
Mme	DESJARDINS PESSON	Isabelle	UP Equine	Maître de conférences Contractuel
Mme	DJELOUADJI	Zorée	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
Mme	ESCRIOU	Catherine	UP Pathologie médicale des animaux de compagnie	Maître de conférences
M.	FAU	Didier	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Professeur
Mme	FOURNEL	Corinne	UP Pathologie morphologique et clinique des animaux de compagnie	Professeur
M.	FREYBURGER	Ludovic	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
M.	FRIKHA	Mohamed-Ridha	UP Pathologie du bétail	Maître de conférences
Mme	GILOT-FROMONT	Emmanuelle	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
M.	GONTHIER	Alain	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
Mme	GRAIN	Françoise	UP Gestion des élevages	Professeur
M.	GRANCHER	Denis	UP Gestion des élevages	Maître de conférences
Mme	GREZEL	Delphine	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
M.	GUERIN	Pierre	UP Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Professeur
Mme	HUGONNARD	Marine	UP Pathologie médicale des animaux de compagnie	Maître de conférences
M.	JUNOT	Stéphane	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
M.	KECK	Gérard	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	KODJO	Angeli	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
Mme	LAABERKI	Maria-Halima	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
M.	LACHERETZ	Antoine	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
Mme	LAMBERT	Véronique	UP Gestion des élevages	Maître de conférences
Mme	LATTARD	Virginie	UP Biologie fonctionnelle	Maître de conférences
Mme	LE GRAND	Dominique	UP Pathologie du bétail	Professeur
Mme	LEBLOND	Agnès	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
Mme	LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	UP Equine	Maître de conférences
M.	LEPAGE	Olivier	UP Equine	Professeur
Mme	LOUZIER	Vanessa	UP Biologie fonctionnelle	Maître de conférences
M.	MARCHAL	Thierry	UP Pathologie morphologique et clinique des animaux de compagnie	Professeur
M.	MOUNIER	Luc	UP Gestion des élevages	Maître de conférences
M.	PEPIN	Michel	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
M.	PIN	Didier	UP Pathologie morphologique et clinique des animaux de compagnie	Maître de conférences
Mme	PONCE	Frédérique	UP Pathologie médicale des animaux de compagnie	Maître de conférences
Mme	PORTIER	Karine	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
Mme	POUZOT-NEVORET	Céline	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
Mme	PROUILLAC	Caroline	UP Biologie fonctionnelle	Maître de conférences
Mme	REMY	Denise	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Professeur
Mme	RENE MARTELLET	Magalie	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences stagiaire
M.	ROGER	Thierry	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Professeur
M.	SABATIER	Philippe	UP Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	SAWAYA	Serge	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
M.	SCHRAMME	Serge	UP Equine	Professeur associé
Mme	SEGARD	Emilie	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences Contractuel
Mme	SERGESET	Delphine	UP Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
Mme	SONET	Juliette	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences Contractuel
M.	THIEBAULT	Jean-Jacques	UP Biologie fonctionnelle	Maître de conférences
M.	TORTEREAU	Antonin	UP Pathologie morphologique et clinique des animaux de compagnie	Maître de conférences stagiaire
M.	VIGUIER	Eric	UP Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Professeur
Mme	VIRIEUX-WATRELOT	Dorothee	UP Pathologie morphologique et clinique des animaux de compagnie	Maître de conférences Contractuel
M.	ZENNER	Lionel	UP Santé Publique et Vétérinaire	Professeur

Remerciements professionnels

Aux membres du jury

A Monsieur le Professeur Dominique Chassard

Pour avoir accepté la présidence de ce jury de thèse,
Remerciements respectueux.

A Monsieur le Docteur Alain Gonthier,

De VetagroSup, campus vétérinaire de Lyon
Pour avoir accepté d'encadrer cette thèse et de la corriger,
Sincères remerciements.

A Madame le Docteur Maria-Halima Laaberki,

De Vetagrosup, campus vétérinaire de Lyon
Pour avoir accepté de juger ce travail
Sincères remerciements.

Aux membres du comité de suivi de cette thèse

A Madame Cécile Ferrus, coordinatrice « Qualité et valorisation des produits de la ruche » à l'ITSAP

Pour son encadrement sur ce travail et ses conseils précieux
Mes plus sincères remerciements.

A Madame Pascale Dunoyer, inspectrice en chef de la santé publique vétérinaire au CGAAER,

Pour avoir proposé ce sujet, pour son aide, sa disponibilité et le temps consacré,
Mes plus sincères remerciements.

A Madame Sophie Cluzeau-Moulay (ITSAP), Mme Marie Pierre Chauzat (Anses),

Monsieur Cyril Vidau (ITSAP), Monsieur Axel Decourtye (ITSAP)

Pour vos conseils précieux,
Mes plus sincères remerciements.

A tous les participants de l'étude

A Florent Guillaud, apiculteur,

Pour m'avoir fait découvrir ses ruches et permis d'illustrer cette thèse,
Mes plus sincères remerciements

Aux **ciriers**, aux **apiculteurs**, aux **syndicats apicoles de l'UNAF et du SNA**, aux **GDSA** et à la **FNOSAD**, à **GDS**

France et aux **FRGDS Rhône-Alpes et PACA**, aux **ADA** et à **ADA France**, aux **laboratoires**, à la **FNAB**,

A **l'Anses Sophia antipolis**, aux **agents des DDPP et des PIF**, aux **organismes certificateurs**, à l'**INAO**,

A **Monique L'hostis, Cédric Sourdeau, Jean-Yves Foignet, Marion Guinemer,**

A toutes les personnes qui ont accepté de répondre à mes questions et de m'aider,

Pour votre contribution précieuse à cette étude.

Mes plus sincères remerciements.

Au Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt,

Pour sa participation au financement de l'étude,

Remerciements respectueux.

Remerciements personnels

A mes parents,

Vous nous avez soutenues toutes les quatre dans nos études et dans nos choix.

Merci pour votre présence et votre investissement quotidien à nos côtés.

Merci de partager nos passions.

A Cécile, Lise et Zoé,

Pour nos discussions, pour votre présence, votre soutien dans les bons moments comme les moins bons.

Je vous aime.

A Elyana,

Tu as su me donner le sourire quand j'en avais le plus besoin !

A Billow,

Tout se résume en trois mots.

Et peut-être un quatrième également : merci !

A mes proches et mes amis,

Pour leur présence durant toutes ces années,

Un grand merci.

Table des matières

TABLE DES ANNEXES	13
TABLE DES FIGURES.....	15
TABLE DES TABLEAUX.....	17
LISTE DES ABREVIATIONS	19
INTRODUCTION.....	21
1 CONTEXTE : LA CIRE D’ABEILLE, UN INTRANT UTILISE EN APICULTURE A MIEUX CONNAITRE	23
1.1 Les acteurs de la filière apicole impliqués dans le circuit de la cire	23
1.2 Définitions, caractéristiques de la cire	25
1.2.1 La cire, une production de l’abeille	25
1.2.2 Composition de la cire et caractéristiques physico-chimiques	26
1.3 Obtention et utilisation de la cire	28
1.3.1 Différents domaines d’utilisation	28
1.3.2 Utilisation de la cire en apiculture.....	29
1.4 Étude du cadre réglementaire	41
1.4.1 La cire d’abeille dans la réglementation européenne et française	41
1.4.2 Cas particulier de la cire utilisable en apiculture biologique	43
1.5 Étude des contaminants de la cire	46
1.5.1 Des dangers biologiques peuvent être véhiculés par la cire	46
1.5.2 La cire : une matrice accumulant de nombreux contaminants chimiques	52
1.5.3 L’adultération de la cire d’abeille constitue une fraude	56
1.6 La cire : elle représente des enjeux manifestes pour la santé publique vétérinaire et la filière apicole	58
1.6.1 Enjeux pour la santé humaine	58
1.6.2 Enjeux pour la santé de l’abeille.....	59
2 METHODOLOGIE MISE EN PLACE POUR L’ETUDE DE TERRAIN.....	61
2.1 Cadre de l’étude et objectifs	61
2.2 Méthodologie générale.....	61
2.3 Présentation des acteurs contactés	62
2.3.1 Les acteurs de la filière apicole.....	62

2.3.2	Les autres acteurs	63
2.4	Les outils utilisés et l'analyse des données	64
3	RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....	67
3.1	Le marché de la cire en France : un manque de transparence	67
3.1.1	Production, importation et exportation de la cire d'abeille : une méconnaissance des flux.....	67
3.1.2	Une grande variabilité du prix de la cire commercialisée	68
3.2	La gestion de la cire dans les ruchers : des pratiques perfectibles	69
3.2.1	La fréquence de renouvellement des cadres de corps	69
3.2.2	Les modalités de renouvellement des cadres de corps	76
3.2.3	Le renouvellement des cadres des hausses	77
3.2.4	La gestion différentielle des cires de cadres et d'opercules	78
3.2.5	Les modalités d'approvisionnement des apiculteurs en feuilles de cire gaufrée	82
3.2.6	La nature et la qualité de la cire apportée par l'apiculteur pour la transformation, l'échange ou le regroupement	84
3.2.7	Le contrôle de résidus de produits phytopharmaceutiques dans la cire utilisée par l'apiculteur	86
3.2.8	Le contrôle de résidus dans la cire des ruches des apiculteurs	87
3.3	Une organisation locale de collecte groupée de cire : un service à valoriser qualitativement	89
3.3.1	Les recommandations données aux apiculteurs et le contrôle de la cire apportée	89
3.3.2	L'organisation du recyclage de la cire	91
3.4	Les ciriers, transformateurs de la cire	93
3.4.1	Présentation générale des entreprises visitées et de leurs services.....	93
3.4.2	Le procédé de transformation à proprement parler	93
3.4.3	La traçabilité mise en place	98
3.4.4	Les analyses réalisées	99
3.5	Disponibilité et qualité des méthodes d'analyse.....	101
3.5.1	Les freins à l'analyse de cire sont nombreux	101
3.5.2	Les méthodes d'analyse des résidus de pesticides et d'acaricides sont perfectibles	102
3.6	L'évaluation de la conformité des cires « bio » par les organismes certificateurs : une absence de référentiel harmonisé	103
4	DISCUSSION, LIMITES DE L'ETUDE ET RECOMMANDATIONS	106
4.1	Discussion.....	106
4.1.1	La contamination de la feuille de cire peut avoir plusieurs origines.....	106
4.1.2	Des difficultés pour évaluer la contamination de la cire.....	109
4.1.3	Des points défailants dans la traçabilité de la cire	110
4.1.4	Comment définir une cire « bio » ?	110

4.2	Limites de l'étude	111
4.2.1	Des échantillons d'acteurs non représentatifs.....	111
4.2.2	Limites de l'analyse de données rétrospectives.....	111
4.2.3	Une analyse de risque des pratiques tribulaire d'une bibliographie lacunaire	112
4.2.4	Une étude centrée sur quelques étapes de la filière cire	112
4.3	Recommandations	113
4.3.1	Propositions de moyens de maîtrise pour les acteurs de la filière apicole.....	113
4.3.2	Recommandations à moyen et long terme à destination des acteurs de la filière apicole	131
	CONCLUSION.....	137
	LISTE DES REFERENCES.....	139
	ANNEXES.....	147

Table des annexes

Annexe 1 : Certificat sanitaire pour les sous-produits apicoles à utiliser en apiculture, destinés à être expédiés ou à transiter par l'Union européenne.....	147
Annexe 2 : Caractéristiques des agents biologiques véhiculés par la cire	149
Annexe 3 : Schéma de méthodologie générale.....	150
Annexe 4 : Liste des ciriers de France.....	151
Annexe 5 : Trame du guide d'entretien utilisé lors de la visite des ciriers.....	152
Annexe 6 : Questionnaire en ligne envoyé aux GDSA	153
Annexe 7 : Questionnaire envoyé aux laboratoires	158
Annexe 8 : Parties de la grille d'audit sanitaire exploitées dans le travail de thèse	159
Annexe 9 : Fiche du GBPA sur la gestion des cires mise à jour	159

Table des figures

Figure 1 : Coupe transversale d'une ruche Langstroth	29
Figure 2 : Les ruches Dadant et Langstroth	29
Figure 3 : Cire de cadre de corps recouverte d'abeilles avec au centre de la cire d'opercules du couvain.....	30
Figure 4 : Cire de cadres de hausses (alvéoles en haut à gauche), et cire d'opercules permettant l'obturation des alvéoles de miel (au centre, de couleur blanche).....	30
Figure 5 : Désoperculation manuelle de la cire d'opercules d'une hausse à l'aide d'un couteau	31
Figure 6 : La chaudière à vapeur.....	33
Figure 7 : Cire d'opercules avant la fonte.....	33
Figure 8 : Ecoulement de la cire fondue de la chaudière à vapeur	34
Figure 9 : Résidus de miel après la fonte.....	34
Figure 10 : Détritus emprisonnés dans le bas de nylon	34
Figure 11 : Pains de cire d'opercules démoulés après le refroidissement.....	34
Figure 12 : Cérificateur solaire contenant un cadre de cire de corps	35
Figure 13 : Feuille de cire gaufrée fixée sur un cadre	37
Figure 14 : Feuille de cire bâtie par les abeilles (le trait en pointillé rouge sépare la partie supérieure bâtie de la partie inférieure non bâtie).....	37
Figure 15 : Nouvelle feuille de cire prête à être introduite dans le corps de la ruche.....	38
Figure 16 : Cadre de cire de corps d'environ deux ans	38
Figure 17 : Schéma d'une méthode de rotation des cadres de corps.....	40
Figure 18 : Cadres de couvain en mosaïque (à gauche) et sain (à droite)	59
Figure 19 : Nombre conseillé de cadres de corps à renouveler par ruche et par an par les syndicats apicoles départementaux et les GDSA	70
Figure 20 : Distribution du nombre moyen de cadres renouvelés par ruche mise en production au printemps et par an par les apiculteurs (données 2013 ITSAP)	72
Figure 21 : Distribution du nombre de cadres renouvelés par ruche et par an (données des audits sanitaires)	73
Figure 22: Evolution du nombre moyen de cadres renouvelés par ruche et par an entre 2005 et 2015 (données des audits sanitaires)	75
Figure 23 : Destinations des cires de cadres de corps selon les apiculteurs.....	79
Figure 24 : Destinations des cires de cadres de corps selon les apiculteurs (circuit apicole et hors circuit apicole)	80
Figure 25 : Destinations des cires d'opercules choisie par les apiculteurs	81
Figure 26 : Destinations des cires d'opercules selon les apiculteurs dans le circuit apicole	81
Figure 27 : Modalités d'approvisionnement en feuilles gaufrées par les apiculteurs	83

Figure 28 : Nature de la cire apportée par l'apiculteur pour la transformation d'un lot personnel, le gaufrage à façon ou le regroupement	84
Figure 29 : Répartition des acteurs ayant réalisé une analyse de la cire utilisée par les apiculteurs pour la recherche de résidus de produits pharmaceutiques	86
Figure 30 : Répartition des acteurs ayant réalisé une analyse de la cire d'apiculteur pour la recherche de résidus de traitement des abeilles	87
Figure 31 : Répartition des acteurs ayant réalisé une analyse de la cire d'apiculteur pour la recherche de résidus de produits phytopharmaceutiques de l'environnement	88
Figure 32 : Recommandations des GDSA sur la nature de la cire à apporter	90
Figure 33 : Recommandations des syndicats apicoles départementaux sur la nature de la cire à apporter	90
Figure 34 : Les différentes organisations logistiques des GDSA en vue du recyclage de la cire ...	91
Figure 35 : Les différentes organisations logistiques des syndicats apicoles départementaux en vue du recyclage de la cire	92
Figure 36 : Palox rempli de pains de cire garantie « issue des opercules des hausses »	94
Figure 37 : Palox rempli de pains de cire non garantie « issue des opercules des hausses »	94
Figure 38 : Cuve de fonte contenant de la cire fondue	95
Figure 39 : Laminage de la cire	96
Figure 40 : Passage par le bac d'eau puis par les rouleaux gaufreurs	97
Figure 41 : Découpe des feuilles	97
Figure 42 : Déchets du fond de cuve	98
Figure 43 : Schéma du circuit de la cire à usage apicole	105

Table des tableaux

Tableau I : Composition détaillée de la cire d'abeille (Tulloch 1980).....	26
Tableau II : Caractéristiques sensorielles et physico-chimiques de la cire d'abeille (Bogdanov 2004 ; JECFA 2005 ; Pharmacopée Européenne 2005)	27
Tableau III : Evolution des caractéristiques des cires de cadres de corps en fonction du nombre de génération d'abeilles de la colonie (Bogdanov 2009a)	38
Tableau IV : Provenance des lots de cire d'abeille contrôlés par les PIF en 2014 et 2015	67
Tableau V : Prix d'achat, de vente et de transformation de la cire appliqués par les ciriers en fonction de sa qualité (*: une seule donnée disponible)	69
Tableau VI : Nombre moyen de cadres de cire renouvelés par an et par ruche mise en production au printemps (données 2013)	71
Tableau VII : Les analyses de cire d'abeille proposées par les laboratoires référencés dans l'annuaire de l'ITSAP	101

Liste des abréviations

AB : Agriculture Biologique

ABPV : Virus de la paralysie aiguë

ADA France : Fédération nationale des associations régionales de développement de l'apiculture

ADARA : Association de développement de l'apiculture en Rhône-Alpes

AMA : Activité minimale d'assujettissement

AMM : Autorisation de mise sur le marché

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

AOP : Appellation d'origine protégée

CBPV : Virus de la paralysie chronique

CE : Commission européenne

CGAAER : Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux

CNAB : Comité national de l'agriculture biologique

COFRAC : Comité français d'accréditation

DDecPP : Direction départementale en charge de la protection des populations

DIE : Diplôme inter-écoles

DWW : Virus des ailes déformées

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

FFAP : Fédération française des apiculteurs professionnels

FNAB : Fédération nationale d'agriculture biologique

FNOSAD : Fédération nationale des organisations sanitaires apicoles départementales

FRGDS : Fédération régionale des groupements de défense sanitaire

GBPH : Guide de bonnes pratiques d'hygiène

GDS : Groupement de défense sanitaire

GDS France : Fédération nationale des groupements de défense sanitaire

GDSA : Groupement de défense sanitaire apicole

HACCP : Hazard analysis-critical control point

HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques

IGP : Indication géographique protégée

INAO : Institut national de l'origine et de la qualité

ITSAP : Institut technique et scientifique de l'apiculture et de la pollinisation

JECFA : Comité d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires

KGy : Kilogray

LMR : Limites maximales en résidus

LNR : Laboratoire national de référence français
LRUE : Laboratoire de référence de l'Union européenne
MAAF : Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt
MSA : Mutualité sociale agricole
OC : Organisme certificateur
OIE : Organisation mondiale de la santé animale
OMS : Organisation mondiale de la santé
PCB : Polychlorobiphényles
PDCB : Paradichlorobenzène
PIF : Poste d'inspection frontalier
SBV : virus du couvain sacciforme
SIQO : Signes d'identification de la qualité et de l'origine
SIVEP : Service d'inspection vétérinaire et phytosanitaire aux frontières
SMA : Surface minimale d'assujettissement
SNA : Syndicat national d'apiculture
SNFGMA : Syndicat national des fabricants et grossistes de matériel apicole
SPMF : Syndicat des producteurs de miel français
UNAF : Union nationale de l'apiculture française

Introduction

Depuis plusieurs années, un phénomène d'affaiblissement et de mortalité des colonies d'abeilles est constaté en France, en Europe et dans de nombreux pays. En 2012, l'Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) a réalisé une étude visant à évaluer l'impact des facteurs de stress (agents infectieux, pesticides, médicaments vétérinaires, ...), susceptibles d'interagir entre eux, sur la mortalité des colonies et a, entre autre, identifié la cire comme l'un des facteurs de risque pour la santé des colonies d'abeilles (Anses 2015).

La cire est une production de l'abeille. Les abeilles cirières construisent les alvéoles qui composent les rayons dans lesquels prendra place le futur couvain (œufs, larves et nymphes). Les alvéoles servent aussi au stockage des réserves de la ruche (miel et pollen). La cire est donc un composant qui est en permanence au contact des abeilles et de toutes leurs productions. A ce titre, elle peut avoir un impact non négligeable sur la qualité de la colonie et de ses productions. Enfin, afin d'économiser le miel nécessaire aux abeilles pour synthétiser la cire, l'apiculteur facilite leur travail en leur fournissant des feuilles de cire comprenant des alvéoles préformées fixées sur des cadres.

La cire, du fait de sa nature lipidique, accumule de nombreux résidus chimiques lipophiles. Nous retrouvons ainsi principalement des acaricides de synthèse utilisés pour traiter les ruches contre *Varroa*, dont certains sont interdits depuis plusieurs années en France, et des pesticides environnementaux (Chauzat et Faucon 2007). Elle peut aussi conserver des spores de loque américaine, maladie réglementée de première catégorie ou d'autres bactéries et véhiculer des parasites (Mutinelli 2011). Ces contaminants biologiques ou chimiques peuvent s'accumuler au fil du temps dans les cires et être préjudiciables à la santé des colonies (Wu, Anelli, et Sheppard 2011; Collins et al. 2004). Le retrait des vieilles cires est donc nécessaire afin de diminuer la pression en contaminants chimiques et biologiques dans la ruche (ITSAP 2014a). Leur remplacement doit se faire par des nouvelles feuilles non contaminées.

En France, nous recensons une dizaine de ciriers industriels qui récupèrent, traitent, importent et vendent la cire pour les apiculteurs sachant parallèlement que des apiculteurs peuvent aussi eux-mêmes recycler leur propre cire. Au titre des règlements (CE) n°1069/2009 et (UE) n° 142/2011, la cire relève des sous-produits animaux (Anonyme 2009a ; Anonyme 2011). Les établissements qui collectent et traitent la cire issue des ruches pour fabriquer de nouvelles feuilles doivent disposer d'un agrément sanitaire. Cependant, à ce jour, ces ciriers sont loin d'être tous agréés.

Notons également que peu de données sont disponibles sur le circuit marchand des cires à usage apicole, la traçabilité et la qualité sanitaire des cires. Or, cette dernière apparaît être un élément fondamental dans la bonne gestion des ruchers.

C'est dans ce contexte général que s'inscrit ce travail de thèse pour l'obtention du grade de Docteur vétérinaire. Cette étude, réalisée dans le cadre du plan de développement durable de l'apiculture, a été effectuée en partenariat avec l'ITSAP-Institut de l'abeille (Institut technique et scientifique de l'apiculture et de la pollinisation) et le Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux (CGAAER).

L'objectif de cette étude est, en retraçant le circuit de la cire à usage apicole, en identifiant les acteurs impliqués et leurs rôles, de mettre en évidence des points à risques (c'est-à-dire des points faibles du circuit pouvant impacter la qualité des cires) ou confirmer ceux déjà mentionnés dans la littérature afin de proposer des pistes d'action qui permettront une amélioration de la qualité des cires.

La première partie apportera des éléments bibliographiques et de contexte sur les acteurs de la filière apicole impliqués dans le circuit de la cire, les caractéristiques de la cire et son utilisation en apiculture, le cadre réglementaire, la contamination de la cire et les enjeux pour la santé publique vétérinaire et la filière apicole. La méthodologie générale retenue pour l'étude fera l'objet d'une deuxième partie. Puis, les résultats obtenus, leur interprétation et la discussion et les limites de l'étude seront présentés. Enfin, des recommandations seront proposées.

Pour faciliter la lecture, des « POINTS CLÉS » sont présents à la fin de la plupart des parties sous la forme d'encart. Ils synthétisent les informations principales et majeures énoncées dans ces parties.

1 Contexte : la cire d'abeille, un intrant utilisé en apiculture à mieux connaître

1.1 Les acteurs de la filière apicole impliqués dans le circuit de la cire

Cette partie présente succinctement le rôle des acteurs majeurs de la filière apicole et permet de comprendre leur implication potentielle dans le circuit de la cire.

✓ Les apiculteurs

Un apiculteur peut être défini comme une personne physique ou morale propriétaire ou détentrice d'une ou plusieurs ruches. En 2015, la filière apicole comptait 41 520 apiculteurs avec plus d'un million de ruches déclarées¹. La production de miel s'élevait à près de 18 000 tonnes (MAAF 2016).

On distingue deux grands « types » d'apiculteurs :

- Les apiculteurs de production ou apiculteurs « professionnels » qui possèdent plus de 50 ruches ;
- Les apiculteurs « de loisirs » qui possèdent moins de 50 ruches.

A titre d'information, ces seuils sont définis selon les conditions d'affiliation à la MSA (Mutualité Sociale Agricole). Chaque apiculteur cotise à la MSA pour sa couverture sociale. En 2015, la loi d'avenir pour l'agriculture a changé les conditions d'assujettissement à la MSA. La MSA considère différents « types » d'apiculteurs en fonction du type d'activité et de l'importance de l'activité définie par l'Activité Minimale d'Assujettissement (AMA). En apiculture, l'apiculteur est affilié de droit à la MSA et considéré comme apiculteurs « de production » si l'un des trois critères suivants est respecté :

- L'équivalence de la surface minimale d'assujettissement (SMA) est supérieure ou égale à 200 ruches,
- Le temps de travail consacré à l'activité apicole est au moins de 1200 heures de travail par an,
- Les revenus professionnels annuels générés par l'activité apicole sont supérieurs à 7688 euros (800 fois le SMIC horaire) pour un apiculteur possédant au moins 50 ruches.

Si l'apiculteur ne respecte pas l'un des critères de l'AMA, une affiliation dérogatoire peut néanmoins être demandée par celui-ci sous réserve d'avoir un revenu professionnel de plus de 6150 euros (640 fois le SMIC horaire) ou de mettre en valeur une superficie supérieure ou égale à un quart de la SMA nationale, soit 50 ruches.

Le seuil de 50 ruches définissant un apiculteur « professionnel » est faible. Se pose alors la question de savoir si l'on peut réellement considérer qu'un apiculteur est professionnel et s'il peut vivre en exploitant ce nombre de ruches. La réponse est non mais avec 50 ruches, un apiculteur acquiert une professionnalisation de l'activité et un savoir-faire.

¹ ces données sont sous estimées – une révision des modalités de déclaration des apiculteurs et des ruches est en cours.

Au niveau européen, un apiculteur professionnel est défini dans l'annexe II du règlement (CE) n°917/2004 comme « celui qui a en exploitation plus de 150 ruches » (Anonyme 2004). Le seuil éligible est donc trois fois plus élevé que celui défini par la MSA.

La filière apicole française présente une particularité : les apiculteurs professionnels au sens communautaire (plus de 150 ruches) sont en très petit nombre et représentent 4 % du nombre total d'apiculteurs. Cependant, ils possèdent 60% des ruches et assurent 65% de la production française de miel. A l'inverse, les apiculteurs pluri-actifs (détenteurs de 50 à 150 ruches) et de loisirs (détenteurs de moins de 50 ruches) représentent 96% des détenteurs de ruche et réalisent 35% de la production nationale (MAAF 2016).

La profession est majoritairement tournée vers la production de miel mais certains apiculteurs décident de se diversifier ou de se spécialiser en produisant, par exemple, de la gelée royale, du pollen, de la propolis ou en vendant des reines et des essaims. Ils peuvent également louer un service de pollinisation pour certaines productions végétales. Les apiculteurs peuvent aussi valoriser leur produit en bénéficiant de signes d'identification de la qualité et de l'origine (SIQO) tels que l'appellation « agriculture biologique » (AB) ou encore des appellations d'origine protégée (AOP), label rouge ou indication géographique protégée (IGP). En 2010, la production de miels sous SIQO représentait seulement 4,8% de la production française. La production de miel AB s'élevait à 950 tonnes répartie entre 360 exploitations et représentait plus de la moitié des miels sous SIQO (FranceAgriMer 2012). En 2015, la production de miel certifiée AB ou en cours de conversion s'élevait à 11% de la production française, soit 1980 tonnes. En cinq ans, on constate donc une nette augmentation de la production de miel sous signe de qualité. Celle-ci est probablement liée à l'augmentation du nombre d'apiculteurs certifiés en production biologique constatée depuis une dizaine d'années (ITSAP et ADA France 2015).

Dans le circuit de la cire à usage apicole, l'apiculteur a un rôle incontournable puisqu'il peut agir à toutes les étapes : il est le producteur, l'utilisateur et parfois le transformateur de la cire.

✓ **Les ciriers**

En tant que principal transformateur de la cire, les ciriers ont un rôle central dans le circuit. Ils produisent les feuilles de cire utilisables par les apiculteurs dans leurs ruchers. On en recense une dizaine en France.

✓ **Les acteurs sanitaires**

Historiquement, l'organisation sanitaire apicole française a été mise en place au niveau départemental. Selon les départements, les organismes sanitaires apicoles sont des sections apicoles des groupements de défense sanitaire multi-espèces (GDS) ou des groupements de défense sanitaire apicole (GDSA). Les GDS multi-espèces sont organisés au niveau régional par les FRGDS (Fédération régionale des groupements de défense sanitaire) et au niveau national par la Fédération nationale des groupements de défense sanitaire (GDS France). Les GDSA sont fédérés par la Fédération nationale des organisations sanitaires apicoles départementales (FNOSAD).

Ces structures, à vocation sanitaire, ont pour but d'informer sur les pratiques sanitaires apicoles, d'améliorer l'état sanitaire des ruchers et de conseiller leurs adhérents en cas de problèmes. Dans le circuit de la cire, ils peuvent intervenir dans l'organisation de collecte groupée de cires et donner des recommandations sur les bonnes pratiques apicoles concernant la gestion de la cire dans les ruchers.

✓ **Les syndicats apicoles**

Les syndicats apicoles ont pour but de soutenir, représenter et défendre les intérêts économiques de leurs adhérents au sein de la filière. Le Syndicat des producteurs de miel français (SPMF) et la Fédération française des apiculteurs professionnels (FFAP) représentent uniquement les apiculteurs professionnels. L'Union nationale de l'apiculture française (UNAF) et le Syndicat national d'apiculture (SNA) représentent tous types d'apiculteurs. Ceux-ci fédèrent des syndicats départementaux auxquels adhèrent les apiculteurs. Concernant leur implication dans le circuit de la cire, ils peuvent sensibiliser leurs adhérents sur les bonnes pratiques apicoles et organiser des collectes groupées de cire.

✓ **Le SNFGMA** (Syndicat national des fabricants et grossistes de matériel apicole)

Il regroupe et représente principalement des fabricants de matériel (ruches, matériel de miellerie, pot...) et des ciriers.

✓ **Les laboratoires**

Les laboratoires répondent aux besoins des apiculteurs et des autres acteurs de la filière en proposant des analyses sur les matrices apicoles (miel, pollen, gelée royale, abeilles, cire, ...). Certains d'entre eux effectuent des analyses de la cire : analyses physico-chimiques, microbiologiques ou de résidus.

Le laboratoire de l'Anses basé à Sophia-Antipolis est le laboratoire national de référence français (LNR), le laboratoire de référence européen (LRUE) ainsi que le laboratoire de référence de l'OIE (Organisation Mondiale de la Santé Animale) pour les maladies des abeilles (parasitaires, bactériennes et virales). Il est le LNR pour l'analyse de résidus de pesticides dans les denrées alimentaires d'origine animale (tel que le miel) et les produits à forte teneur en matière grasse.

1.2 Définitions, caractéristiques de la cire

1.2.1 La cire, une production de l'abeille

La cire est une production de l'abeille. Elle est synthétisée par les ouvrières de la colonie et sert à la construction du nid. Pour élaborer les rayons de cire constituant la structure physique du nid, les ouvrières travaillent collectivement : elles s'accrochent les unes aux autres, formant ainsi une « chaîne cirière » et sécrètent de la cire.

La synthèse de cire se déroule au niveau des glandes cirières situées sur la face ventrale de l'abdomen. Elles sont au nombre de huit, réparties par paires sur les segments 4, 5, 6 et 7 de l'abdomen. La cire est excrétée par ces glandes au niveau de plaques cirières appelées également « miroirs à cire ». Au contact de l'air, elle va se solidifier et former une écaille de cire. Cette écaille est très blanche, voire translucide et pèse environ 0,8 mg (Darchen 1968). Ensuite, la récolte des écailles va se dérouler en plusieurs étapes. D'abord, l'ouvrière prélève l'écaille de cire à l'aide d'une patte postérieure. L'écaille est alors fixée sur les poils de la patte et va être ensuite amenée jusqu'aux mandibules pour y être mastiquée pendant environ quatre minutes (Casteel 1912).

Les ouvrières sont capables de produire de la cire dès le premier jour de vie mais c'est entre le 12ème et 18ème jour que les glandes cirières atteignent leur développement maximal. La synthèse de cire diminue ensuite considérablement avec l'âge (Bogdanov 2009a).

La production de cire dépend de nombreux facteurs et est notamment favorisée par les facteurs suivants (Bogdanov 2009a) :

- ✓ lors d'une forte miellée : la production de miel augmente et les abeilles ont besoin de rayons de cire pour stocker le miel, la production de cire augmente alors,
- ✓ lors de l'augmentation du nombre d'œufs,
- ✓ si une reine est présente dans la colonie,
- ✓ lorsque la température extérieure est supérieure à 15°C,
- ✓ lorsque les abeilles ont accès à des protéines, notamment du pollen.

1.2.2 Composition de la cire et caractéristiques physico-chimiques

1.2.2.1 Composition de la cire

La cire d'abeille est une matrice complexe de nature lipidique qui peut contenir plus de 300 substances (Tulloch, 1980). Une composition détaillée de la cire est présentée dans le tableau I.

Tableau I : Composition détaillée de la cire d'abeille (Tulloch 1980)

Composés	Fraction de chaque composé dans la composition totale (en %)	Nombre de composés présents dans la fraction	
		Composants dont la teneur est supérieure à 1%	Composants dont la teneur est inférieure à 1%
Hydrocarbones	14	10	66
Monoesters	35	10	10
Diesters	14	6	24
Triesters	3	5	20
Hydroxy monoesters	4	6	20
Hydroxy polyesters	8	5	20
Esters d'acide	1	7	20
Polyesters d'acide	2	5	20
Acides libres	12	8	10
Alcools libres	1	5	?
Composés non identifiés	6	7	?
TOTAL	100	74	> 210

Les familles de composants dits « majeurs » sont ceux dont la teneur est supérieure à 5%. Il s'agit des hydrocarbures, des acides gras libres, des monoesters, des diesters, et des hydroxy-polyesters. Les alcools, les esters d'acide et les hydroxy-monoesters sont présents en plus faible quantité. La cire d'abeille est également composée de protéines (Kurstjens, MC Clain, et Hepburn 1990) et quarante-huit composés aromatiques y ont été identifiés (Ferber et Nursten 1977). Sa nature lipidique et sa composition rendent son analyse complexe en laboratoire.

1.2.2.2 Caractéristiques sensorielles et physico-chimiques

La cire d'abeille peut également être définie par ses caractéristiques sensorielles et physico-chimiques. Ces dernières sont publiées dans les pharmacopées et par le JECFA, Comité d'expert FAO/OMS (Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture/ Organisation mondiale de la santé) sur les additifs alimentaires. Elles sont présentées dans le tableau II.

Tableau II : Caractéristiques sensorielles et physico-chimiques de la cire d'abeille (Bogdanov 2004 ; JECFA 2005 ; Pharmacopée Européenne 2005)

Paramètres	Propriétés retenues
<u>Caractéristiques sensorielles</u>	
Couleur	Jaune clair à jaune brun
Odeur	Similaire à celle du miel
Consistance	Corps solide à température ambiante, se ramollit à partir de 35°C
<u>Caractéristiques physico-chimiques</u>	
Point de fusion	61-66°C
Densité	0,950-0,965
Solubilité	Insoluble dans l'eau, soluble à chaud dans l'éther, l'acétone, le chloroforme et benzène
Indice de réfraction (à 75°C)	1,440-1,445
Indice d'acide	18-23
Indice d'ester	70-90
Ratio esters/acide	3,3-4,3 pour la cire européenne, 8-9 pour la cire asiatique
Indice de saponification	87-104
Résidus d'acaricides	Absence
Adultération	Absence
Teneur en hydrocarbures (Estimé par gravimétrie)	Maximum 14,5% pour <i>Apis mellifera</i> , 13,8% pour les espèces africaines

1.2.2.3 Différences observées en fonction des espèces d'abeille

La composition et les propriétés de la cire varient en fonction des espèces. Les composants de la cire de l'espèce africaine, *Apis adansonii*, sont les mêmes que celle de l'abeille européenne, *Apis mellifera* avec cependant des proportions différentes pour certains d'entre eux (Beverly, Kay, et Voorhees 1995; Bogdanov 2009a). La cire produite par les espèces asiatiques *Apis dorsata*, *Apis florea* et *Apis indica* présente des différences de composition avec la cire d'*Apis mellifera*. Elle contient moins de composés et présente également des différences de teneur de certains constituants (Krell 1996).

Une étude a mis en évidence des différences de résistance, d'élasticité et de rigidité de la cire entre l'abeille européenne et des espèces asiatiques (Buchwald et al. 2006) :

- ✓ la cire d'*Apis dorsata* et *cerana* est la plus résistante, celle d'*Apis mellifera* intermédiaire et celle d'*Apis andreniformis* est la moins résistante,
- ✓ la cire d'*Apis andreniformis* est la moins élastique, celle d'*Apis mellifera* et d'*Apis cerana* est intermédiaire et celle d'*Apis dorsata* est la plus élastique,
- ✓ la cire d'*Apis dorsata* est plus rigide que celle des autres espèces.

Ainsi, la cire de l'abeille européenne *Apis mellifera* présente une résistance et une élasticité intermédiaires par rapport aux cires des espèces asiatiques étudiées.

1.3 Obtention et utilisation de la cire

1.3.1 Différents domaines d'utilisation

Les domaines d'utilisation de la cire d'abeille sont très nombreux avec plus de 300 utilisations industrielles recensées. Les industries cosmétiques et pharmaceutiques sont les principaux utilisateurs, à raison de 70% du commerce mondial (FAO 2005). Dans l'industrie cosmétique, son pouvoir filmogène est mis à profit dans les rouges à lèvres et les sticks déodorants, son pouvoir texturant dans les gloss, son pouvoir durcisseur dans les savons et ses arômes dans les parfums. En industrie pharmaceutique, elle est utilisée pour la fabrication de médicaments et de capsules. Dans l'industrie alimentaire, elle sert d'agent d'enrobage et c'est un additif alimentaire classé sous le code E901. Elle peut servir également à confectionner des bougies, des sculptures et certains instruments de musique. Elle fait partie de la composition de certains encaustiques, produits destinés à lustrer le bois (Bogdanov 2009b).

Enfin, la cire d'abeille constitue un intrant majeur en apiculture. Elle est alors utilisée sous forme de feuilles et a pour fonction d'accueillir le couvain ou le miel. **Les domaines d'utilisation de la cire d'abeille sont multiples et pourrait faire chacun l'objet d'une étude. Cette étude se limite à la cire destinée à l'usage apicole.**

Pour aborder la suite de l'étude, des informations d'ordre général concernant l'apiculture sont nécessaires et font l'objet de la fiche explicative présentée ci-après.

1.3.2 Utilisation de la cire en apiculture

Fiche explicative

✓ Présentation de la ruche et de la colonie

Une colonie d'abeille est formée de trois castes différentes (Le Conte, 2004) :

- La reine pond des œufs et assure ainsi la pérennité de la colonie,
- Les ouvrières assurent l'ensemble des fonctions indispensables au développement de la colonie,
- Les mâles, encore appelés faux-bourçons, ont pour fonction principale la fécondation des reines.

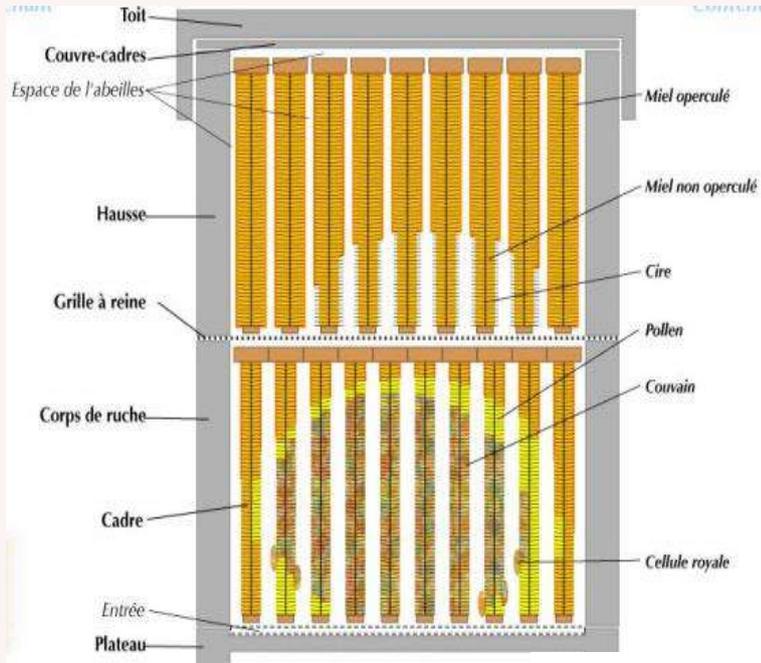


Figure 1 : Coupe transversale d'une ruche Langstroth (©Les abeilles de Lifou)

En élevage, la ruche accueille le nid de la colonie, constituant ainsi son habitat. Elle est constituée d'une partie principale appelée le corps de la ruche. On y trouve le couvain (œufs, larves et nymphes), situé en général au centre, la reine et les ouvrières.

Le corps sert également au stockage des réserves de miel ou de pollen. Il comprend des cadres sur lesquels sont bâtis des rayons de cire. Ces rayons sont placés parallèlement les uns aux autres et sont composés sur leurs deux faces de cellules hexagonales, appelées alvéoles.

La reine pond des œufs dans les alvéoles. La taille des alvéoles est différente en fonction des œufs pondus. Pour *Apis mellifera mellifera*, les cellules accueillant les œufs qui donneront des ouvrières mesurent en moyenne 5,7 mm de diamètre tandis que les cellules des mâles mesurent en moyenne 6,91 mm de diamètre (Jeanne, 2001). Les cellules contenant des larves de

9 jours sont fermées par une fine pellicule de cire produite par les abeilles (Le Conte 2004).

Le corps de ruche peut être surmonté d'une ou plusieurs hausses ayant pour fonction le stockage du miel destiné à être commercialisé. Celles-ci sont mises en place au début du printemps lorsque les abeilles commencent à produire du miel. Comme le corps, elles sont constituées de cadre de cire. Les abeilles déposent au sein des alvéoles le miel puis les obturent avec de la cire. Certains apiculteurs placent une grille à reine entre le corps et la hausse, empêchant la reine de monter dans la hausse et de pondre, afin d'obtenir des cadres de hausses remplis uniquement de miel.

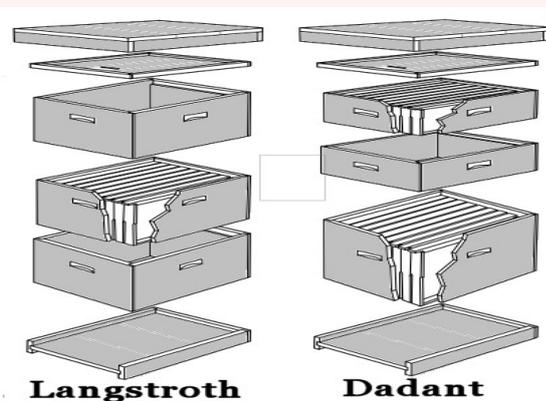


Figure 2 : Les ruches Dadant et Langstroth (©apiculture-populaire.com)

✓ Différents types de ruches (Fert, 2004)

Il existe différents types de ruche. Les ruches Dadant et Langstroth sont les plus utilisées et font l'objet d'une présentation ci-contre.

La ruche Dadant présente un corps à 12 cadres. Les hausses contiennent 8 ou 9 cadres. La hauteur du corps et de la hausse est différente. Ceci impose d'avoir deux types de cadre. Dans le corps, les cadres mesurent 27 cm de hauteur sur 42 cm de large. Ils sont espacés d'environ 37 mm de centre à centre pour une ruche Dadant 12 cadres. Dans la hausse, les cadres mesurent 13,5 cm de haut et 42 cm de large.

La Langstroth présente un corps à 10 cadres. Elle a comme particularité de pouvoir présenter les mêmes dimensions pour

le corps et les hausses et de permettre une méthode de conduite appelée « méthodes ruches divisibles ». Celle-ci a pour avantage de n'utiliser qu'un seul format de cadre. Les cadres utilisés mesurent 20cm*43 cm.

1.3.2.1 Les différents types de cires

On distingue différents types de cires dans la ruche :

- ✓ la cire de cadres qui constitue les rayons des cadres de bois. En fonction de sa localisation, on distingue la cire de cadres du corps de la cire de cadres des hausses (figure 3).
- ✓ la cire d'opercule qui sert à fermer les alvéoles contenant le miel ou le couvain. On distingue la cire d'opercules des hausses qui sert à obturer les alvéoles remplies de miel (figure 4) de la cire d'opercules du corps qui sert à obturer les alvéoles contenant une larve (figure 3) ou des réserves de miel.



Figure 3 : Cire de cadre de corps recouverte d'abeilles avec au centre de la cire d'opercules du couvain

(©Florent Guillaud et Agnès Schryve)



Figure 4 : Cire de cadres de hausses (alvéoles en haut à gauche), et cire d'opercules permettant l'obturation des alvéoles de miel (au centre, de couleur blanche)

(©Florent Guillaud et Agnès Schryve)

1.3.2.2 Origine et fabrication de la feuille de cire

La cire constituant une feuille peut avoir plusieurs origines. Elle peut provenir de la cire d'opercules ou de la cire des cadres des hausses ou du corps. Il y a de nombreuses étapes entre la récupération de la cire dans la ruche et la fabrication d'une feuille de cire. Les trois premières étapes sont réalisées par l'apiculteur et permettent l'obtention d'un pain de cire. La dernière étape (le gaufrage) peut être effectuée par les ciriers mais aussi les apiculteurs. Ces étapes sont présentées succinctement ci-dessous (Jéanne 2003 ; Centre de Formation Professionnelle et de Promotion agricoles, s.d.).

1.3.2.2.1 Récupération de la cire

Il faut distinguer la cire d'opercule de la cire de cadre. Pour la cire d'opercule, il existe une étape de désoperculation. Celle-ci consiste à retirer les opercules des cadres des hausses lors de l'extraction du miel. Elle peut être réalisée à la main avec un couteau à désoperculer (figure 5) ou grâce à une machine à désoperculer automatisée. Pour 100 kg de miel operculé produit, on récupère, selon les auteurs, 1,5 à 1,6 kg de cire d'opercules (Bruneau 2004 ; Conseil des productions végétales du Québec 1980). Pour la cire de cadre, les feuilles peuvent être découpées et retirées des cadres avant d'être fondues ou laissées sur le cadre. Cela dépend du procédé utilisé pour faire fondre la cire.



Figure 5 : Désoperculation manuelle de la cire d'opercules d'une hausse à l'aide d'un couteau (©Alexa Brunet)

1.3.2.2.1 Séparation du miel de la cire d'opercules

La cire d'opercules est au contact direct du miel. Lors de la désoperculation, une petite quantité de miel reste collée à la cire d'opercules et est entraînée avec celle-ci. Cette étape permet donc d'extraire le miel résiduel de la cire d'opercules. Différentes techniques sont utilisées :

- ✓ **L'égouttage** sur un tamis ou sur un bac à désoperculer équipé d'une grille filtrante : le tamis ou la grille retient les opercules et laisse passer le miel. Cependant, les opercules retiennent toujours une quantité de miel qui ne pourra être extraite que par centrifugation, pressage, lavage ou pillage.
- ✓ **Le pressage** : cette technique peut être utilisée en ayant recours à un presseur à fruits. Elle a l'avantage de pouvoir récupérer le miel encore retenu par les opercules. Le pressage des opercules doit s'effectuer durant 24 heures minimum mais peut durer plus longtemps. Une fois le pressage terminé, une galette d'opercules pressés est récupérée puis lavée à

l'eau tiède pour enlever le miel résiduel. D'autres techniques de pressage utilisant des machines spécialement conçues à cet effet sont utilisées : le produit de désoperculation est mis sous pression par une vis sans fin séparant ainsi le miel et la cire. Le miel passe au travers d'une grille et la cire est récupérée sous forme d'écailles sèches en bout de l'appareil.

- ✓ **La centrifugation** : le produit de désoperculation est placé dans un sac en toile de nylon puis déposé dans la cage rotative de la centrifugeuse. Lors de la centrifugation, la cire est retenue par la toile tandis que le miel est projeté sur la paroi de la cuve.

Contrairement aux trois techniques présentées ci-dessus, les deux techniques suivantes ne permettent pas de récupérer le miel résiduel à des fins de consommation humaine :

- ✓ **Le lavage** : les opercules sont mis à tremper dans de l'eau tiède (entre 40 et 45°C) puis passés dans une passoire. Ils sont ensuite mis à sécher sur une toile.
- ✓ **Le pillage** : dans ce dernier cas, les opercules sont placés à proximité de la ruche et la cire est nettoyée par les abeilles qui viennent lécher le miel présent sur les opercules. Néanmoins, ce procédé doit être utilisé avec prudence car il peut constituer un risque de diffusion d'agents pathogènes et peut rendre les abeilles agressives.

1.3.2.2.3 Extraction de la cire

Cette étape concerne la cire de cadres et d'opercules. La fonte permet l'extraction de la cire et l'élimination de certaines impuretés telles que les restes de cocons, d'abeilles, ... qui peuvent être présents. Différentes techniques peuvent être utilisées :

- ✓ **L'extraction à la vapeur**, réalisée grâce à une chaudière à cire. La chaudière est constituée de deux cuves superposées. La cuve du dessus reçoit les cadres de cire à fondre et/ou les cires d'opercules. Ils sont déposés au fond de la cuve sur une grille métallique. La cuve du dessous contient de l'eau qui est portée à ébullition. La chaudière étant fermée par un couvercle, la vapeur d'eau va permettre de fondre la cire qui va s'écouler vers l'extérieur par un tuyau. Un deuxième filtre peut être placé au niveau du tuyau de sortie de la cire. A titre d'exemple, un bas en nylon peut être utilisée. Les différentes étapes sont illustrées dans les figures ci-dessous.



Figure 6 : La chaudière à vapeur
(©Florent Guillaud et Agnès Schryve)



Figure 7 : Cire d'opercules avant la fonte
(©Florent Guillaud et Agnès Schryve)

Etape 1 : la chaudière à vapeur est constituée de deux cuves, en inox imbriquée l'une dans l'autre.

Etape 2 : la cire d'opercules (en réalité il s'agit plutôt d'un mélange de miel et de cire d'opercules) est placée dans la cuve intérieure.

La cuve extérieure contient de l'eau portée à ébullition.



Figure 8 : Ecoulement de la cire fondue de la chaudière à vapeur

(©Florent Guillaud et Agnès Schryve)

Etape 3 : le couvercle est fermé et la vapeur permet la fonte et l'écoulement de la cire dans un bac en inox placé à cet effet. Sur le tuyau est placé un bas en nylon jouant le rôle de filtre et permettant de retenir les débris éventuels.



Figure 9 : Résidus de miel après la fonte

(©Florent Guillaud et Agnès Schryve)

Etape 4 : une fois que la cire cesse de s'écouler par le tuyau, la chaudière est ouverte. On y voit le miel initialement mélangé aux opercules qui est retenu par le fond tamisé de la cuve. Celui-ci est nettoyé directement à chaud pour éviter que le miel ne colle en refroidissant



Figure 10 : Débris emprisonnés dans le bas de nylon

(©Florent Guillaud et Agnès Schryve)

Etape 5 : le bas de nylon est enlevé du tuyau. Celui-ci a été ouvert pour visualiser l'aspect des débris.



Figure 11 : Pains de cire d'opercules démoulés après le refroidissement

(©Florent Guillaud et Agnès Schryve)

Etape 6 : une fois les pains refroidis, ils sont démoulés puis pesés.

- ✓ **L'extraction par la chaleur solaire** grâce à un cérificateur solaire (figure 12). La cire est placée dans le cérificateur qui est fermé par une plaque en verre. Celle-ci va chauffer l'air de l'intérieur en laissant passer les rayons du soleil. Au-dessus de 68 à 70°C, la cire fond et s'écoule vers le bas. La fonte par la chaleur solaire permet d'éclaircir la cire (Bogdanov 2009a).



Figure 12 : Cérificateur solaire contenant un cadre de cire de corps

(@rucher d'Escudié)

- ✓ **L'extraction à l'eau chaude avec immersion forcée.** La cire est placée dans un sac de jute fermé. Ce sac est lesté avec des poids et placé dans une marmite remplie d'eau. L'eau est portée à ébullition. Une fois la cire fondue, elle passe à travers le sac et remonte à la surface car la densité de la cire est plus faible que celle de l'eau. En laissant refroidir, la cire se solidifie et est récupérée. Le sac retient les débris initialement présents dans la cire.
- ✓ Des méthodes de pressage et de centrifugation de la cire associées à sa fonte dans de l'eau bouillante peuvent également être employées.

Le rendement est différent selon la cire utilisée. Pour une cire de cadre, il est faible car elle contient beaucoup d'impuretés. Selon les auteurs, le rendement d'une cire de cadre varie entre 10 et 50 % (Bogdanov 2009a; Bruneau 2012). Celui-ci dépend de l'âge et de l'état des cadres ainsi que de la méthode d'extraction utilisée (Bogdanov 2009a). La cire d'opercules a un rendement beaucoup plus élevé. Le matériel utilisé pour la fonte de la cire ne doit pas être en fer, zinc, cuivre ou laiton sous peine de noircir la cire lors de sa transformation. L'utilisation de matériel en plomb est également à proscrire pour éviter la contamination de la cire. L'acier inoxydable, l'aluminium ou encore le bois peuvent être utilisés (Bogdanov 2009a).

La cire fondue est ensuite refroidie très lentement pour permettre une bonne décantation des impuretés et une « purification » de la cire. La différence de densité entre la cire et les impuretés entraîne celles-ci vers le fond. La cire, en se refroidissant, se solidifie et les impuretés se retrouvent fixées sous celle-ci. Elles sont alors enlevées par la suite en grattant la cire après son démoulage. Le produit récupéré après le refroidissement est appelé **pain de cire** (figure 11).

Si la cire a emprisonné trop d'impuretés en refroidissant trop rapidement, une refonte des pains est réalisée et permet alors d'éliminer le maximum d'impuretés restantes.

NB : Dans le langage apicole courant, la cire constituant le pain est qualifiée de « brute ». Cependant, l'OIE donne une définition différente de la cire brute : « la cire soumise à un traitement thermique à 60°C puis refroidie jusqu'à sa solidification est qualifiée de transformée. Toute cire d'abeille n'ayant pas subi ce traitement est brute » (OIE 2016a). **Pour la suite de l'étude, la définition utilisée dans le langage courant est retenue.**

Certaines installations permettent de réaliser toutes les étapes de la désoperculation et la récupération du miel jusqu'à la fonte de la cire : il s'agit des chaînes d'extraction du miel. Ce matériel, coûteux, est utilisé dans de grandes exploitations apicoles.

1.3.2.2.1 *Gaufrage de la cire*

Dans de rares cas, des apiculteurs réalisent eux-mêmes le gaufrage à l'aide d'un gaufrier manuel. Les pains de cire sont fondus, puis la cire est versée sur le gaufrier qui va l'aplatir et lui donner l'empreinte des alvéoles. La plaque obtenue est ensuite découpée aux dimensions souhaitées. Dans la majorité des cas, les apiculteurs font appel à une prestation par un artisan équipé du matériel nécessaire : le cirier. La cire est fondue, parfois laminée puis gaufrée. La cire liquide est maintenue aux alentours de 75°C pour sa transformation en feuilles mais certains ciriers réalisent des traitements préalables à des températures plus élevées (120°C).

1.3.2.3 **Utilisation de la feuille de cire gaufrée**

Les abeilles sont capables de construire les rayons de cire mais en consommant une grande quantité de miel. En effet, elles peuvent consommer jusqu'à 30 kg de sucre pour sécréter 1 kg de cire (Weiss, cité par Bogdanov 2009a). Cependant, les auteurs s'accordent à dire qu'**elles consomment 4 à 10 kg de miel pour produire 1 kg de cire** (Centre de Formation Professionnelle et de Promotion agricoles s. d.).

Pour économiser le miel et optimiser sa récolte, l'apiculteur aide les abeilles **en introduisant dans le corps et les hausses des feuilles de cire gaufrées fixées sur des cadres** (figure 13). Ces feuilles vont servir de guide permettant une construction ordonnée et parallèle des rayons. Enfin, elles ont également pour avantage de présenter une meilleure résistance à l'extraction de miel que les constructions entièrement naturelles.

La feuille de cire gaufrée est de forme rectangulaire, aux dimensions légèrement plus petites que celles du cadre sur lequel elle est fixée. Elle présente sur chacune des faces des alvéoles préformées. Le nombre d'alvéoles au dm² est généralement compris entre 780 et 800. Une feuille de cire pèse un peu moins de 100g et mesure environ 1mm d'épaisseur (Jeanne, 2001).

Après l'introduction de la feuille de cire, les ouvrières agissent de manière individuelle en deux étapes : elles étirent et allongent la cire, modifiant ainsi les dimensions des alvéoles préformées puis sécrètent de la cire et construisent les alvéoles en relief (Jeanne 2001). Le bâtissage d'un cadre réalisé par des abeilles est illustré par la figure 14.



Figure 13 : Feuille de cire gaufrée fixée sur un cadre
(©Florent Guillaud et Agnès Schryve)



Figure 14 : Feuille de cire bâtie par les abeilles (le trait en pointillé rouge sépare la partie supérieure bâtie de la partie inférieure non bâtie)
(©Florent Guillaud et Agnès Schryve)

L'apiculteur est amené à introduire des cadres de cire gaufrée dans la ruche pour différentes raisons (May 2001; Clément 2004) :

- ✓ Lors de la création d'un essaim artificiel au printemps. L'apiculteur va prélever d'une ruche « donneuse » des cadres de couvain, d'abeilles et de réserves et les introduire dans une ruchette. Les espaces vides de la ruche « donneuse » seront alors comblés par des nouveaux cadres de cire gaufrée.
- ✓ Pour prévenir l'essaimage². L'apiculteur va enlever des cadres de couvain excédentaire, les mettre dans une ruchette ou une ruche et introduire à leur place des nouvelles feuilles de cires gaufrées.
- ✓ Pour le piégeage d'essaim. La ruchette destinée à accueillir la nouvelle colonie est en général remplie pour moitié de nouveaux cadres de cire.
- ✓ Lors du transvasement de la colonie d'une ruchette à une ruche. Des cadres de cire gaufrée sont placés en périphérie du corps de la ruche.
- ✓ Lorsqu'un cadre est cassé. Cela est courant dans les hausses, en raison du poids important du miel stocké dans les cadres.
- ✓ Pour le renouvellement des cadres : il s'agit du retrait des cires noires, comportant des détritiques et leur remplacement par des nouvelles. Il est effectué en général au printemps pour des raisons sanitaires. Cette pratique fait l'objet de la partie suivante.

² l'essaimage est défini comme « un processus de division de la colonie en deux populations. La reine quitte la ruche, accompagnée par une grande partie des ouvrières pour former un nouvel essaim »(Le Conte 2004)

1.3.2.4 Le renouvellement des cadres

1.3.2.2.1 Le vieillissement des cires

Après son introduction dans le corps de la ruche, la cire va progressivement se colorer en jaune au contact du pollen et de la propolis ramenés par les abeilles. En vieillissant, la cire des cadres de corps accumule des débris tels que les restes de cocons ou de propolis et les excréments des larves qui la colorent en brun. Elle peut également accumuler des parasites et des bactéries. Les figures 15 et 16 ci-dessous montrent la différence de couleur entre une nouvelle feuille de cire prête à être introduite et une cire de cadres de corps de deux ans.



Figure 15 : Nouvelle feuille de cire prête à être introduite dans le corps de la ruche

(©Florent Guillaud et Agnès Schryve)

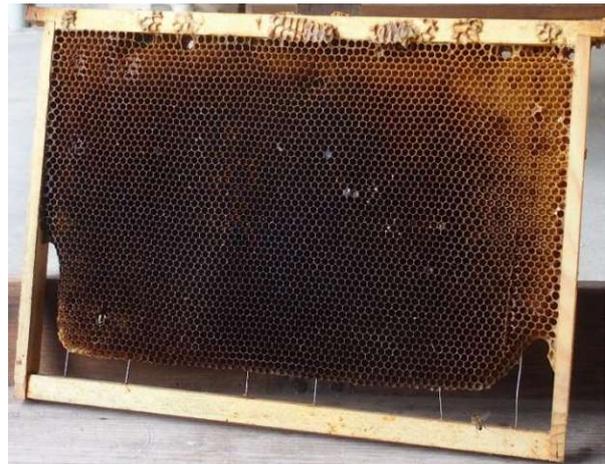


Figure 16 : Cadre de cire de corps d'environ deux ans

(©Florent Guillaud et Agnès Schryve)

En accumulant progressivement les débris, les cellules vont devenir de plus en plus petites et les rayons de plus en plus épais. Une étude a montré que la taille des abeilles varie en fonction de la taille des alvéoles dans lesquelles elles sont élevées (Krivtsov, cité par Bogdanov 2009a). Les résultats de cette étude sont présentés dans le tableau III ci-dessous. Aucune information n'était mentionnée sur les conséquences de la diminution de la taille des abeilles.

Tableau III : Evolution des caractéristiques des cires de cadres de corps en fonction du nombre de génération d'abeilles de la colonie (Bogdanov 2009a)

Nombre de génération d'abeilles	Couleur des rayons	Volume des cellules (cm ³)	Epaisseur du rayon (mm)	Diamètre des cellules (mm)	Poids d'une abeille (mg)	% de cire
0-1	jaune	0.282	0.22	5.42	123	86-100
2 à 5	brun	0.262	0.4	5.26	120	60
6 à 10	brun-noir	0.255	0.73	5.24	118	49
13 à 15	noir	0.249	1.08	5.21	106	46

Dans les hausses, le changement visuel de la cire dépend de l'emploi d'une grille à reine par les apiculteurs. Lorsque l'apiculteur n'utilise pas de grille, la reine peut monter dans la hausse et pondre dans les cadres destinés au stockage du miel. Le miel stocké dans des vieux cadres noirs peut prendre une couleur plus foncée et être contaminé par des débris (Bogdanov 2009a). Enfin, les réserves de nourriture contenues dans les vieux cadres de corps cristallisent plus facilement et peuvent rendre l'hivernage plus difficile pour la colonie (Krivtsov, cité par Bogdanov 2009a). Le renouvellement des cadres est donc important, en premier lieu pour des raisons sanitaires, mais aussi pour permettre le développement correct du couvain et faciliter l'hivernage de la colonie.

1.3.2.2.1 *Les modalités du renouvellement des cires de cadres de corps*

Le renouvellement des cadres est effectué chaque année au printemps. L'apiculteur choisit les cadres à enlever en fonction de leur aspect visuel et retire les cadres noirs présentant des débris. Deux facteurs vont être pris en compte dans le renouvellement des cadres :

- ✓ La **fréquence de renouvellement des cadres**, c'est-à-dire le nombre de cadres renouvelés par ruche et par an. Il est conseillé aux apiculteurs de renouveler entre 2 à 3 cadres de corps par ruche et par an (Bogdanov 2009a). Dans son guide de bonnes pratiques apicoles, l'ITSAP conseille de renouveler entre 1/4 et 1/3 des cadres de corps par ruche et par an (ITSAP 2014a), ce qui correspond au renouvellement de 2,5 à 3 cadres de cire pour un corps à 10 cadres.
- ✓ La **méthode de rotation des cadres de corps**, c'est-à-dire la façon dont l'apiculteur renouvelle ses cadres. Il est conseillé aux apiculteurs d'avoir une méthode de rotation permettant d'organiser le renouvellement des cadres. La méthode la plus employée consiste à déplacer progressivement les cadres du centre du corps vers les rives (parois latérales) de la ruche afin de pouvoir les enlever (Billard 2013). Cette méthode permet un renouvellement progressif de l'ensemble des cadres de la ruche. Avec un minimum de deux cadres renouvelés par an, la durée totale de rotation est de cinq ans pour l'ensemble de la ruche (pour un corps à 10 cadres). Elle est illustrée par la figure 17.

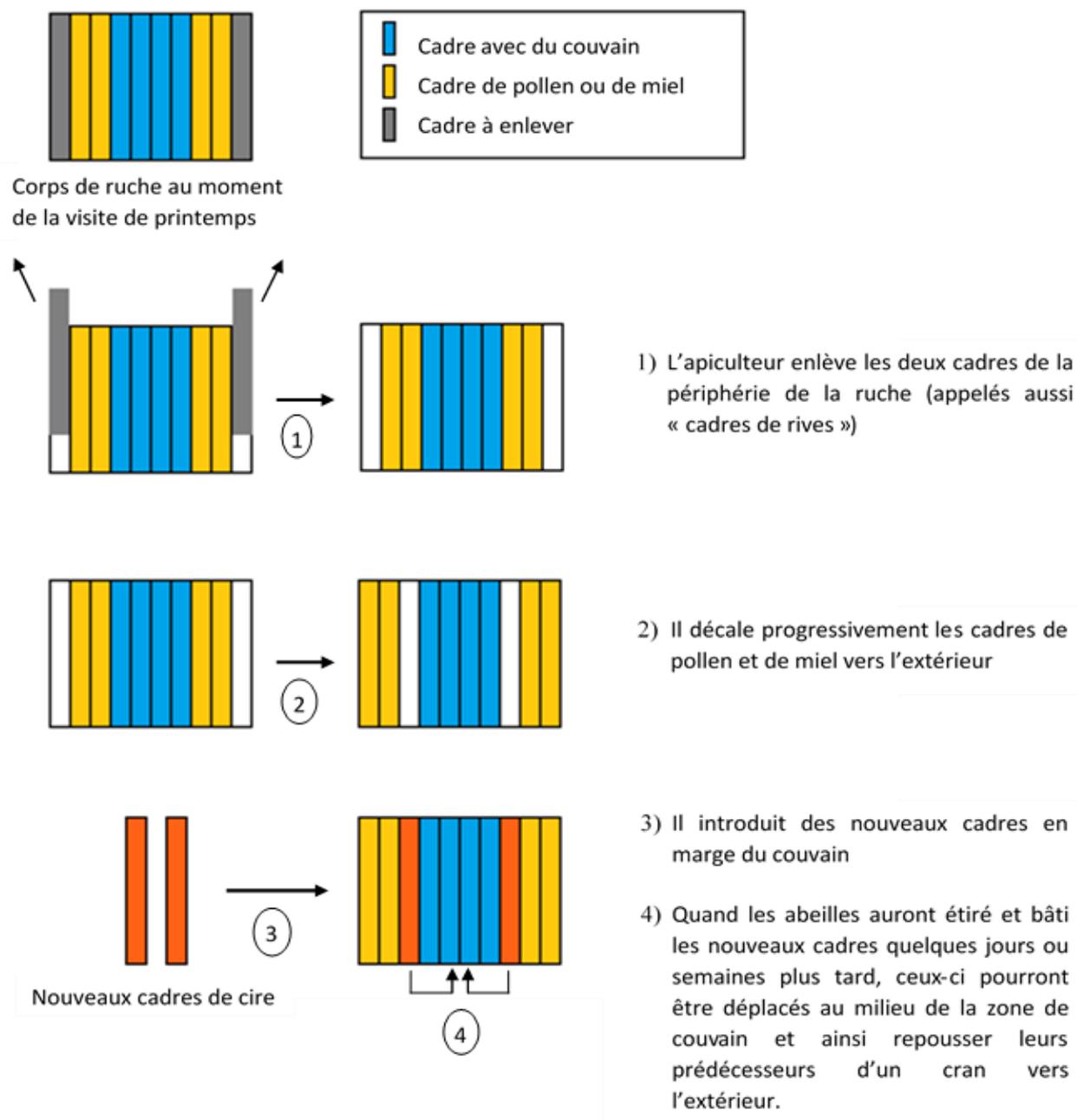


Figure 17 : Schéma d'une méthode de rotation des cadres de corps (inspiré de vevebm.free.fr)

POINTS CLÉS

La cire est une production de l'abeille. C'est une **matrice dont l'analyse est complexe en laboratoire**. Elle est utilisée par l'apiculteur **sous forme de feuilles pour le renouvellement des cadres** afin d'améliorer l'état sanitaire des ruches. Le renouvellement des cadres doit être **régulier** à hauteur de 2,5 à 3 cadres par ruche et par an, et être réalisé selon **une méthode de rotation permettant l'élimination progressive des cires les plus âgées**. Les feuilles de cire utilisées sont fabriquées à partir de cires d'opercules, des cadres du corps ou des hausses.

1.4 Étude du cadre réglementaire

Cette partie vise à présenter la réglementation relative à la production de cires destinées à l'usage apicole ainsi que le cas particulier de l'utilisation des cires en apiculture biologique.

1.4.1 La cire d'abeille dans la réglementation européenne et française

1.4.1.1 La cire d'abeille, un sous-produit apicole de catégorie 3 dont la transformation relève du régime de l'agrément

Le règlement (CE) n° 1069/2009 établit les règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés non destinés à la consommation humaine. Le règlement (CE) n° 142/2011 porte application du règlement (CE) n° 1069/2009.

Au titre de ces réglementations, la cire d'abeille relève des sous-produits animaux. C'est un sous-produit animal issu de la fabrication du miel, produit destiné à la consommation humaine. Les sous-produits animaux sont classés en trois catégories en fonction du degré de risque qu'ils présentent pour la santé publique. Ceux de catégorie 1 sont les plus à risque et ceux de catégorie 3 les moins à risque. Les sous-produits de catégorie 2 présentent un risque intermédiaire. La cire d'abeille est classée dans les sous-produits apicoles de catégorie 3³ (Anonyme 2011b; Anonyme 2009a).

La cire a pour destination finale la vente aux apiculteurs pour la restauration des cadres de ruches. L'utilisation et la transformation des sous-produits animaux est possible sous réserve que les risques sanitaires soient maîtrisés. La cire peut en effet constituer un agent de dissémination de la loque américaine, maladie réglementée de catégorie 1. La cire nécessite donc un traitement qui doit assurer l'élimination des spores de loque américaine. Le processus de traitement des cires relève à ce titre du régime de l'agrément⁴ (Anonyme 2009a).

1.4.1.2 La majorité des ciriers français ne dispose pas de l'agrément sanitaire pourtant obligatoire

D'après l'arrêté ministériel du 8 décembre 2011 établissant les règles sanitaires applicables aux sous-produits et produits dérivés en application des règlements européens (CE) n° 1069/2009 et (UE) n° 142/2011, l'agrément est délivré par le préfet du département d'implantation de l'établissement sur la base d'une demande déposée auprès de la direction départementale en charge de la protection des populations (DDecPP) de ce département (Anonyme 2011a). **Cette demande doit être accompagnée d'un dossier d'agrément comprenant des documents descriptifs de l'établissement et le plan de maîtrise sanitaire, notamment fondé sur les principes de l'HACCP** (Hazard analysis-critical control point). Le plan de maîtrise sanitaire décrit les mesures prises par l'établissement pour assurer l'hygiène et la sécurité sanitaire de ses productions vis-à-vis des dangers biologiques, physiques et chimiques identifiés pour le produit et pour l'usage attendu. Le principe HACCP est basé sur l'analyse des

³ Article 10, point e du règlement (CE) n° 1069/2009 et de l'annexe 1 du règlement (UE) n° 142/2011

⁴ Article 24, point 1.a du règlement (CE) n° 1069/2009 (stérilisation sous pression) et/ou de l'article 15, paragraphe 1, point b (autres méthodes de stérilisation répondant aux paramètres validés à respecter par le couple temps/température, voire pression)

dangers, la détermination de mesures appropriées pour en assurer la maîtrise et la preuve que ces mesures sont correctement appliquées et efficaces.

Malgré cette obligation réglementaire, il n'existe à ce jour en France qu'un seul cirier disposant d'un agrément sanitaire au titre du règlement européen. Les professionnels rencontrent des difficultés dans la constitution de leur plan de maîtrise sanitaire et il n'existe pas de guide de bonnes pratiques d'hygiène (GBPH) dans leur secteur d'activité auquel ils pourraient se référer. De plus, il apparaît un manque d'information bibliographique (scientifique, technique, analytique, ...), notamment sur des barèmes de stérilisation de la cire vis-à-vis des spores de loque américaine applicables dans le cadre de leur activité. A fortiori, le cirier ne dispose pas aujourd'hui de référentiel quant aux critères à prendre en compte en matière de résidus chimiques.

1.4.1.3 Conditions réglementaires et contrôle de la cire d'abeille importée en France

Le règlement (CE) n° 142/2011 stipule que l'importation dans l'Union européenne et le transit par celle-ci de la cire d'abeille sous forme de rayon de miel est interdite.

L'importation de la cire d'abeille à usage apicole est autorisée sous condition d'avoir été transformée selon une méthode précise⁵ et d'avoir été raffinée⁶ avant l'importation. La cire doit provenir d'un pays tiers autorisé à exporter et d'une région pour laquelle la loque américaine, l'acariose, l'infestation par le petit coléoptère des ruches et par l'acarien *Tropilaelaps* sont des maladies à déclaration obligatoire et pour lesquelles il n'y a aucune restriction. Ces conditions sont mentionnées sur un certificat sanitaire qui accompagne obligatoirement la cire importée destinée à l'usage apicole. Celui-ci est présenté en annexe 1.

La cire importée des pays tiers vers l'Union européenne est contrôlée au niveau des postes d'inspection frontalier (PIF). Un contrôle documentaire puis un contrôle d'identité sont systématiquement effectués (Direction générale de l'alimentation, sous-direction des affaires sanitaires européennes et internationales, Service d'inspection vétérinaire et phytosanitaire aux frontières 2016). Le premier vise à vérifier les documents d'accompagnement (dont le certificat sanitaire) justifiant la conformité de la provenance et des conditions sanitaires présentées précédemment. Le deuxième vise à s'assurer de la concordance des marchandises avec les informations déclarées sur les documents d'accompagnement. Enfin, il existe un contrôle physique effectué de manière aléatoire sur 10% des lots de cire importée⁷. Il consiste à vérifier de manière visuelle que la cire est apte à l'usage déclaré et aux exigences réglementaires. Pour certains produits, ce contrôle peut comporter des prélèvements pour analyses de laboratoire. Ce n'est pas le cas pour la cire.

Depuis 2006, le service d'inspection vétérinaire et phytosanitaire aux frontières (SIVEP) comprenant les PIF n'a recensé que quelques cas de non-conformité documentaire (le pays d'origine n'était pas autorisé à exporter vers l'Union européenne).

⁵ Méthodes 1 à 5 citées à l'annexe IV du chapitre III du règlement 142/2011

⁶ Raffiner un produit consiste à le purifier. Dans le cas de la cire, la transformation des cires de cadres ou d'opercules en pain permet de purifier la cire et donc de la raffiner

⁷ Communication personnelle avec un agent du PIF contrôlant la majorité des lots de cire importée en France.

1.4.1.4 Conditions réglementaires pour l'exportation de cire d'abeille française

L'article 12 du règlement (CE) n° 178/2002 s'applique *mutatis mutandis*. La cire d'abeille destinée à être exportée dans le but d'être mise sur le marché dans un pays tiers doit « respecter les prescriptions applicables de la législation alimentaire sauf s'il en est disposé autrement par les autorités du pays importateur ou dans les lois, règlements, normes, codes de pratiques et autres procédures législatives et administratives en vigueur dans le pays importateur. Lorsque les dispositions d'un accord bilatéral conclu entre la Communauté ou l'un de ses États membres et un pays tiers sont applicables, le produit exporté de la Communauté ou de l'État membre concerné vers ce pays tiers respecte les dispositions en question » (Anonyme 2002). De plus, l'envoi de cire vers certaines îles françaises peut nécessiter également le respect de certaines dispositions particulières. Ainsi, par exemple, jusqu'en 2015, la Nouvelle Calédonie imposait que la cire importée subisse un traitement par irradiation.

1.4.2 [Cas particulier de la cire utilisable en apiculture biologique](#)

1.4.2.1 Les exigences réglementaires

La réglementation européenne est basée sur le règlement (CE) n° 834/2007 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques et le règlement (CE) n° 889/2008 portant modalités d'application du règlement (CE) n°834/2007 en ce qui concerne la production biologique, l'étiquetage et les contrôles (Anonyme 2008a; Anonyme 2007).

D'après l'annexe 1 du Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne, la cire d'abeille n'est pas reconnue comme un produit agricole (Anonyme 2008b). **Elle ne peut donc pas être certifiée « biologique »**. Néanmoins, le règlement (CE) n°889/2008 stipule tout de même qu'elle doit provenir d'unités de production biologique pour pouvoir être utilisée par les apiculteurs en production biologique. **Une cire d'abeille est donc considérée utilisable en apiculture biologique dès lors qu'elle est issue d'une exploitation certifiée AB.**

Le règlement (CE) n° 889/2008 indique les points suivants concernant la cire :

- ✓ La cire destinée aux nouveaux cadres introduits dans la ruche doit provenir d'unités de production biologique⁸.
- ✓ Lors de la période de **conversion** de l'apiculture conventionnelle à l'apiculture biologique qui dure un an, la cire est remplacée par de la cire provenant de l'apiculture biologique⁹.

Le guide de lecture de l'INAO (Institut national de l'origine et de la qualité) précise que « les stocks de cire issue de l'apiculture conventionnelle non présents dans les ruches au début de la conversion ne peuvent être utilisés sur l'exploitation à l'exception de la dérogation [présentée dans le point suivant] ». Il dit également que « Pour les **nouveaux cadres des hausses**, la cire utilisée est impérativement issue d'apiculture biologique. Dans le corps de la ruche, les cires seront remplacées au fur et à mesure des possibilités matérielles (en absence de couvain) ». Cela signifie que l'apiculteur n'est pas obligé de

⁸ Article 13, point 4 du règlement (CE) N° 889/2008

⁹ Article 38 point 5 du règlement (CE) N° 889/2008

changer tous ses cadres de cires de corps au cours de la période de conversion s'il n'en a pas la capacité. Or tous les produits de la ruche deviennent utilisables en apiculture biologique dès que la période de conversion est finie. **Ainsi, une cire de cadre de corps provenant d'une production conventionnelle est considérée comme une cire « provenant d'unités de production biologique » au terme de cette période d'un an. Elle peut ensuite être recyclée par l'apiculteur ou être vendue en tant que cire provenant d'unités de production biologique alors qu'elle est susceptible de contenir des contaminants chimiques tels que les acaricides de synthèse utilisés par l'apiculteur avant sa conversion.**

- ✓ Dans le cas de nouvelles installations ou pendant la période de la conversion, de la cire non issue de l'apiculture biologique ne peut être utilisée que :
 - lorsque de la cire issue de l'apiculture biologique n'est plus disponible sur le marché,
 - lorsqu'il a été établi qu'elle n'est pas contaminée par des substances non autorisées en apiculture biologique et,
 - pour autant qu'elle provienne des opercules des cellules¹⁰.

La réglementation impose un contrôle des apiculteurs en production biologique par l'autorité ou l'organisme de contrôle au minimum une fois par an pour évaluer le respect des règles de la production biologique, notamment celles citées précédemment. Ces organismes sont présentés dans les parties suivantes.

1.4.2.2 Des organismes certificateurs (OC) contrôlent les apiculteurs et les ciriers

D'après le COFRAC (Comité français d'accréditation), la certification est une attestation réalisée par une tierce partie relative à des produits, des processus, des systèmes ou des personnes, grâce à des audits, des essais, des examens et toute autre activité de surveillance.

Les OC sont, dans le cas présent, des entreprises qui assurent la certification et le contrôle du respect par l'opérateur de la réglementation relative aux règles de production et d'étiquetage en AB. Les OC sont accrédités par le COFRAC. L'accréditation vérifie notamment leur compétence, leur indépendance et leur impartialité.

Pour la cire issue de l'apiculture biologique, deux types d'opérateurs majeurs peuvent être certifiés :

- ✓ **les apiculteurs, la plupart pour la production biologique du miel mais aussi pour d'autres productions : gelée royale, pollen, ...** Chaque apiculteur est contrôlé une fois par an. L'OC réalise en sus 50% de contrôle par sondage (INAO 2013).
- ✓ **les ciriers pour le processus de gaufrage de la cire provenant d'unité de production biologique.** On en recense au moins 9 certifiés¹¹. Un contrôle annuel ainsi qu'un contrôle par sondage sont réalisés chez tous les ciriers¹².

NB 1 : Le contrôle par sondage est réalisé en fonction d'une analyse de risque et porte en général sur quelques points particuliers.

¹⁰ Article 44 du règlement (CE) N° 889/2008

¹¹ Communication personnelle avec un organisme certificateur

¹² Communication personnelle avec un organisme certificateur

NB 2 : en raison du statut particulier de la cire, les distributeurs de cire « utilisable en apiculture biologique » (magasins de distribution, revendeurs) n'ont pas besoin d'être certifiés pour commercialiser ce produit et ne sont pas contrôlés par les OC¹³. Pour le miel ou les autres produits de la ruche (gelée royale, pollen) certifiés biologiques, ils doivent cependant avoir une certification et sont contrôlés par les OC (INAO 2013).

Lors de ces contrôles, les OC relèvent les manquements de ces opérateurs notamment, dans le cas de la cire par rapport aux exigences réglementaires énumérées dans la partie précédente. Pour les apiculteurs, le non-respect de l'utilisation de cire provenant d'unité biologique est classé en manquement altérant le caractère biologique des produits et entraîne le déclassement de la production dans le circuit conventionnel, voire la suspension partielle de la certification (INAO 2013).

NB 3 : Une entreprise certifiée se doit de respecter toutes les réglementations applicables à la production certifiée dès lors où elles encadrent la qualité générique dudit produit. Ainsi, un cirier commercialisant sa production se doit d'être agréé au titre des réglementations présentées au point 1.3.

1.4.2.3 L'INAO supervise le dispositif de contrôle relatif à l'appellation agriculture biologique

L'INAO est un établissement public rattaché au Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt (MAAF). Il a pour rôle de veiller à l'application homogène de la réglementation européenne, d'agréer les OC dont il assure le suivi et la bonne réalisation des contrôles et de gérer la délivrance des dérogations individuelles prévues par la réglementation. Les demandes de dérogation des apiculteurs concernant l'utilisation en production biologique de cires conventionnelles sont donc transmises des OC à l'INAO qui, au vu des éléments transmis, refuse ou accorde la dérogation.

¹³ Communication personnelle avec un organisme certificateur

POINTS CLÉS

La cire est un sous-produit apicole de catégorie 3 dont la transformation requiert un agrément sanitaire. Un seul cirier en France dispose actuellement de cet agrément. A ce jour, les procédés techniques utilisés par les ciriers ainsi que la maîtrise des risques sanitaires par ces professionnels sont peu connus. En apiculture biologique, la cire a un statut réglementaire particulier puisqu'elle ne peut pas être certifiée « biologique ». Cependant, la réglementation européenne impose que la cire provienne **d'unités de production biologique**. Elle doit être contrôlée comme étant « utilisable en agriculture biologique » (INAO 2015). **Il n'existe pas d'autres conditions réglementaires sur la cire telles que des seuils réglementaires tolérés en résidus de pesticides/produits de traitements vétérinaires ou des conditions sur le type de cire à recycler (cires provenant d'opercules, de cadres de hausses ou de corps).**

De plus, il est possible que des cires de cadre de corps utilisées en apiculture conventionnelle et ayant accumulées des substances dont l'utilisation est interdite en production biologique rejoignent le circuit des cires en production biologique après la période de conversion d'un an. Il se pose alors la question de savoir **comment distinguer une cire utilisable en apiculture biologique d'une cire conventionnelle sachant qu'aucun seuil réglementaire en résidus n'est défini.**

De manière générale, que ce soit en apiculture conventionnelle ou biologique, la réglementation ne définit aucun seuil à respecter concernant les contaminants de la cire d'abeille, comme il existe les limites maximales en résidus (LMR) pour le miel

Enfin, la grande majorité des ciriers, certifiés en agriculture biologique ou non, ne respecte pas les réglementations sanitaires à savoir l'agrément de leur établissement au titre des sous-produits animaux.

1.5 Étude des contaminants de la cire

1.5.1 Des dangers biologiques peuvent être véhiculés par la cire

La cire peut constituer un agent de dissémination de bactéries, de parasites et de virus. En introduisant des feuilles de cire contaminées dans ses ruches, l'apiculteur risque d'introduire ou de propager des maladies pouvant s'étendre à tout son cheptel. Il existe de nombreux agents infectieux touchant l'abeille mellifère. L'objectif de ce travail n'est pas d'en faire une liste exhaustive mais de présenter les agents pathogènes principaux (en raison de leurs conséquences économiques et/ou sanitaires, leur présence ou non sur le territoire français et bien sur leur risque de dissémination et d'introduction par l'intermédiaire de la cire d'abeille). Les bactéries et les parasites retenus sont présentés ci-dessous. Les virus seront ensuite abordés dans une partie générale.

Parmi les bactéries véhiculées par la cire, on peut citer :

- ✓ ***Paenibacillus larvae***, responsable de la loque américaine,
- ✓ ***Melissococcus plutonius***, agent de la loque européenne.

Parmi les parasites transportés par la cire, on peut citer :

- ✓ ***Nosema apis* et *Nosema ceranae***, responsables de la nosérose,
- ✓ ***Aethina tumida***, le petit coléoptère des ruches,
- ✓ ***Tropilaelaps spp***, un acarien,
- ✓ ***Varroa spp***, principalement *Varroa destructor*,
- ✓ ***Ascosphaera apis*** responsable de la maladie du couvain plâtré.

Le tableau présenté en annexe 2 donne une synthèse des symptômes et des conséquences des maladies, leur catégorisation vis-à-vis de la réglementation et leur présence en France.

Les agents pathogènes sont présentés de manière succincte dans les parties suivantes. Pour chacun d'entre eux, leurs caractéristiques de résistance dans la cire sont précisées lorsque des informations à ce sujet ont pu être trouvées dans la littérature.

1.5.1.1 Les bactéries

1.5.1.1.1 *Paenibacillus larvae*, agent de la loque américaine

La loque américaine est une maladie du couvain operculé due à un bacille sporulé GRAM positif *Paenibacillus larvae*. Il s'agit d'une épizootie responsable de mortalité larvaire. D'après l'arrêté du 29 juillet 2013, la loque américaine est classée dans les dangers sanitaires de première catégorie (Anonyme 2013). Il s'agit d'une maladie à déclaration obligatoire. A l'échelle européenne, cette maladie est réglementée par le règlement (UE) n° 206/2010 et la directive 92/65/CEE (Anonyme 2010; Anonyme 1992). En 2015, selon la base WAHIS de l'OIE, la France n'était pas indemne pour cette maladie.

La bactérie peut être présente sous forme végétative ou sous forme sporulée. La spore constitue l'élément de dissémination de la maladie et de contamination de la colonie. Les spores sont présentes dans le tube digestif des larves et il est estimé qu'une larve infectée peut produire à elle seule plus d'un milliard de spores. Celles-ci seront disséminées après la mort de la larve dans toute la ruche (rayons, cadres, ...). La spore peut survivre dans les produits de la ruche (miel, cire) pendant 10 ans et est très résistante à la chaleur et aux agents chimiques (OIE 2016b). La propagation de la maladie s'effectue par les abeilles, les produits de la ruche et le matériel (cadres, ...). Elle est favorisée par les échanges de cadres de cire contenant des restes de couvain malade ainsi que par l'introduction de nouveaux cadres de cire contaminés par des spores (ITSAP 2014b).

Les formes végétatives de *Paenibacillus larvae* sont détruites par un traitement thermique à 60°C pendant 15 minutes (Rose cité par Máchová 1993). Par contre, les spores sont extrêmement résistantes à la chaleur. Elles sont détruites à 110°C sous une chaleur sèche en 2 à 3 heures ou à 140°C pendant 60 à 90 minutes (Savov et Arsenov, cités par Máchová 1993).

La résistance des spores varie en fonction de la température appliquée, de la présence de corps gras et d'eau. **Dans la cire, la thermo-résistance des spores augmente considérablement**¹⁴. Les barèmes mentionnés ci-dessus concernent des spores isolées, ils ne sont donc pas suffisants pour éliminer les spores présentes dans la cire. Une étude a montré qu'après un chauffage de cire de cadre fortement contaminée par des spores (9 millions de spores par grammes) dans de l'eau bouillante pendant 20 minutes, la teneur en spores retrouvées était très faible. De plus, la viabilité des spores restantes a été réduite à environ 0,001% en comparaison de celle des spores non chauffées. (Gochnauer cité par Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand 2004).

Enfin, une autre étude a montré que l'inactivation de toutes les spores était effectuée lors d'un traitement thermique de la cire à une température minimale de 120°C pendant 24 heures (Smirnov and Tsvilev cité par Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand 2004).

L'irradiation de la cire permet également aujourd'hui de s'assurer de la destruction des spores. Ce procédé ne change pas la structure physique de la cire et une irradiation de 10 kGy (kilogray) suffit pour éliminer les spores (Hornitzky et Wills 1983). Ce traitement est d'ailleurs l'un de ceux recommandés par l'OIE dans le cadre de l'importation de cire (OIE 2016b).

1.3.2.2.1 *Melissococcus plutonius*, agent de la loque européenne

La loque européenne est une maladie du couvain « ouvert » due à *Melissococcus plutonius*, bactérie GRAM positif et non sporulée. Il s'agit d'une maladie infectieuse, contagieuse et enzootique (OIE 2016c). Elle se traduit par des mortalités larvaires et provoque un affaiblissement des colonies susceptible d'impacter la production de miel. Il ne s'agit pas d'une maladie réglementée. En effet, cette bactérie n'a pas la capacité de sporuler, ce qui la rend moins « dangereuse » que *Paenibacillus larvae*, agent de la loque américaine.

La bactérie contamine mécaniquement les rayons de cire puisqu'elle est au contact direct de ceux-ci (OIE 2016c). La maladie peut donc être véhiculée directement par les cadres à couvain, à pollen ou à miel infectés. Sa propagation peut être favorisée par l'échange de cadres entre colonies, la réunion de cadres provenant de deux colonies différentes pour en fabriquer une nouvelle ou encore par l'introduction de nouvelles feuilles gaufrées provenant de la transformation de cire contaminée en raison d'un traitement thermique insuffisant. Un renouvellement des cadres de corps non maîtrisé peut favoriser l'apparition de la maladie. Celui-ci doit être régulier et de l'ordre de 3 cadres par ruche et par an. Il s'agit d'une des mesures de prophylaxie préconisées pour prévenir l'apparition de la maladie (FNOSAD 2014). De plus, le renouvellement des cadres doit s'effectuer avec des nouvelles feuilles gaufrées ayant subi un traitement thermique suffisant. Une étude a montré qu'un traitement thermique à 80°C pendant 22 minutes, sous agitation, permet de réduire de 6 réductions décimales le nombre de bactéries initialement présentes (cela correspond à une réduction de 99,9999% du nombre de bactéries) (Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand 2004). L'irradiation peut également être utilisée pour détruire ces bactéries. Une dose de 15 kGy permet de détruire cette bactérie dans le miel (Hornitzky cité par Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand 2004). L'OIE recommande le traitement de la cire importée par irradiation à la dose de 15kGy (OIE 2016c).

¹⁴ Communication personnelle avec le CTCPA (Centre Technique de la Conservation des Produits Agricoles)

1.5.1.2 Les parasites

1.3.2.2.1 *Nosema apis* et *Nosema ceranae*, agents de la nosérose

La nosérose est une maladie contagieuse due à la prolifération d'un champignon parasite dans les cellules intestinales de l'abeille adulte. Cette maladie est souvent considérée comme opportuniste et peut être présente dans la colonie sans provoquer de symptômes. La forme clinique de la maladie provoque un affaiblissement des colonies et favorise alors le développement d'autres maladies notamment virales. On distingue deux noséroses : celle à *Nosema apis* et celle à *Nosema ceranae*. D'après l'arrêté du 29 juillet 2013, la nosérose à *Nosema apis* est classée en danger sanitaire de première catégorie. Il s'agit d'une maladie à déclaration obligatoire. La nosérose à *Nosema ceranae* n'a pas de statut réglementaire en France (Anonyme 2013).

Les spores de *Nosema* constituent les éléments de résistance et de dissémination de la maladie. Elles sont excrétées dans les excréments des abeilles infectées. Les spores de *Nosema* s'accumulent dans les rayons et peuvent survivre jusqu'à un an dans la cire (Fries 1988). Il est donc conseillé de renouveler régulièrement les cires pour éviter leur accumulation (FNOSAD 2015). La destruction des vieux rayons et des rayons contaminés doit également être mise en œuvre (ITSAP 2014a). Ces spores sont sensibles à l'acide acétique et à la chaleur. Un traitement de 60°C pendant au moins 15 minutes permet leur destruction (OIE 2013). Les rayons de cire contaminés peuvent également être stérilisés par un traitement thermique à 49°C pendant 24 heures (Cantwell et Shimanuki, cité par OIE 2013).

1.3.2.2.1 Le petit coléoptère de la ruche : *Aethina tumida*

L'infestation des abeilles mellifères par *Aethina tumida* est une maladie réglementée en France et dans l'Union européenne par le règlement (UE) n° 206/2010 et la directive 92/65/CEE (Anonyme 2010; Anonyme 1992). D'après l'arrêté du 29 juillet 2013, il s'agit d'un danger sanitaire de première catégorie (Anonyme 2013). C'est une maladie à déclaration obligatoire. Bien que la France soit pour l'instant indemne de cette maladie, sa présence en Italie menace sérieusement le statut de la France vis-à-vis de cette maladie.

Aethina tumida est un parasite ravageur de la ruche. La larve se nourrit de couvain tandis que les adultes se nourrissent de miel et de pain d'abeilles. Les larves du coléoptère creusent des galeries dans les cires des cadres et peuvent ainsi les détruire. La dissémination du petit coléoptère de la ruche se fait naturellement car celui-ci peut voler sur de longues distances mais elle peut également être favorisée par les mouvements de matériel apicole et de cire (Anses Sophia antipolis et al. 2015). L'OIE recommande pour l'importation de cire qu'elle soit transformée (donc chauffée à plus de 60°C) ou irradiée à la dose de 400 Gray.

1.3.2.2.3 *Tropilaelaps*

L'infestation des abeilles mellifères par les acariens du genre *Tropilaelaps* est également une maladie réglementée en France et dans l'Union européenne par le règlement (UE) n° 206/2010 et la directive 92/65/CEE (Anonyme 2010; Anonyme 1992). D'après l'arrêté du 29 juillet 2013, il s'agit d'un danger sanitaire de première catégorie (Anonyme 2013). Il s'agit également d'une maladie à déclaration obligatoire. Cette maladie n'est pas présente

actuellement en France. Elle engendre une perte de couvain et d'abeilles conduisant à l'affaiblissement et la mortalité des colonies. La cire, sous sa forme transformée ou irradiée à la dose de 350 Gray, ne constitue pas un risque d'introduction de l'acarien en France (OIE 2016c). La réglementation sur les importations, à condition qu'elle soit respectée, constitue donc aujourd'hui la principale protection contre le risque d'introduction de *Tropilaelaps* en France et en Europe (Anses Sophia antipolis et al 2013).

1.3.2.2.1 *Varroa destructor*, agent de la varroose

La varroose est une maladie de l'abeille mellifère due à l'acarien *Varroa destructor*. Il s'agit d'un ectoparasite qui affecte à la fois l'abeille adulte et le couvain. Vecteur de virus, il facilite leur pénétration et l'infection des abeilles. C'est l'action concomitante des virus et de l'acarien qui concourt en général à l'affaiblissement de la colonie, parfois jusqu'à sa mort. Cette maladie est aujourd'hui largement répandue en France. D'après l'arrêté du 29 juillet 2013, il s'agit d'un danger sanitaire de deuxième catégorie (Anonyme 2013). Cette maladie est toujours soumise à l'avis de l'Anses pour décider si elle doit être à déclaration obligatoire ou non.

Ce parasite peut résister dans la cire en moyenne pendant 37 heures à 26°C et 35 heures à 13°C (De Guzman, Rinderer, et Beaman 1993). Il a été montré qu'un chauffage à 44°C pendant 4 heures du couvain détruisait la totalité des parasites contenus dans les cellules operculées (Goodwin et Van Eaton 2001). L'OIE estime que l'importation de cire, sous forme transformée, ne présente pas de risque de dissémination de *Varroa spp.* La transformation de la cire se fait en effet à une température minimale de 60°C (température nécessaire pour que la cire commence à fondre) alors que les insectes les plus résistants meurent à une température de 52°C (Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand 2004). L'irradiation à la dose de 350 Gray permet également la destruction de ce parasite (Secretariat of the International plant Protection Convention 2006). Les nouvelles feuilles de cire introduites dans la ruche ne permettent donc pas l'introduction de *Varroa* dans les ruchers. L'échange de cadres entre des ruches pourrait favoriser la dissémination de la maladie au sein d'un rucher.

Cependant, bien plus que la présence de *Varroa* dans la cire, c'est l'utilisation des molécules vétérinaires pour lutter contre ce parasite et leur accumulation dans la cire qui représente aujourd'hui le problème principal. En effet, la stratégie de lutte contre *Varroa* dans les ruchers passe généralement par l'utilisation de médicaments vétérinaires acaricides. Il existe aujourd'hui quatre molécules utilisables pour lutter contre *Varroa* qui possèdent une AMM (Autorisation de mise sur le marché) abeille : l'amitrazé (APIVAR[®], APITRAZ 500 MG LANIERE POUR ABEILLES[®]), le tau-fluvalinate (APISTAN[®]), le thymol (THYMOVAR[®], APILIFE VAR[®], APIGUARD[®]) et l'acide oxalique (API-BIOXAL POUDRE POUR TRAITEMENT DANS LA RUCHE[®]). Le thymol et l'acide oxalique peuvent être utilisés en apiculture biologique. L'utilisation de la plupart des médicaments peut conduire à leur accumulation dans la cire. Pour la majorité de ces produits, leur pharmacocinétique et leur devenir dans les produits de la ruche ne sont pas précisés dans le résumé des caractéristiques des produits. Pour le THYMOVAR[®], il est uniquement mentionné que « les résidus dans la cire sont rapidement évacués ». Il ne figure aucune indication précise concernant la vitesse d'élimination des résidus dans la cire. Davantage d'informations sur la contamination des cires par les acaricides sont données dans la suite de l'exposé.

1.3.2.2.3 *Ascosphaera apis*, agent de l'ascosphérose ou « maladie du couvain plâtré »

L'ascosphérose est une maladie du couvain due au champignon *Ascosphaera apis*. Elle est aussi appelée « maladie du couvain plâtré ». L'ascosphérose n'est pas une maladie réglementée. Elle se traduit par une mortalité larvaire qui engendre secondairement un affaiblissement de la colonie. Il s'agit d'une maladie contagieuse dont l'élément de dissémination est la spore.

Les spores sont en général présentes dans le miel et le pollen de la ruche mais elles ont également été isolées à la surface des rayons de cire (Campano et al. 1999). Les spores peuvent survivre plusieurs années dans la ruche et donc sur la cire (Campano et al. 1999). La thermo-résistance de la spore dans la cire est inconnue mais une étude a montré que des spores présentes dans le miel sont détruites lors d'un traitement thermique dans l'eau à 70°C pendant 2h (Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand 2004). Les spores peuvent également être détruites par irradiation au Cobalt-60 (Davis et Ward 2003).

L'échange de cadres contenant des spores entre les ruches peut favoriser la propagation de la maladie sur le rucher. Par conséquent, cette pratique est déconseillée (ITSAP 2014a). L'introduction de nouvelles feuilles de cire contaminées par des spores dans le corps de la ruche peut également être responsable de la contamination de la colonie (Flores, Spivak, et Gutiérrez, 2005). Le renouvellement régulier des cadres avec de la cire non contaminée par des spores constitue donc l'une des mesures de prophylaxie à mettre en œuvre pour lutter contre cette maladie (Campano et al. 1999).

1.5.1.3 Les virus

Il existe de nombreux virus susceptibles d'infecter les abeilles. On en recense environ 20. Ils touchent principalement les larves et les nymphes mais également les abeilles adultes (Berthoud et al. 2005). Parmi les virus affectant les colonies, on peut citer pour exemple le virus du couvain sacciforme (SBV), le virus de la paralysie aiguë (ABPV), le virus de la paralysie chronique de l'abeille (CBPV) ou encore le virus des ailes déformées (DDW).

La présence de parasites dans les ruchers tels que *Varroa* contribue à l'augmentation du taux d'infection de la colonie par certains virus (Berthoud et al. 2005). Ce parasite constitue un vecteur de dissémination de plusieurs virus, notamment l'ABPV et le DDW. En France et dans le monde entier, un pourcentage important des effondrements des colonies d'abeilles est attribué à l'action synergique de *Varroa destructor* et des virus (Ribière et al. 2008). Cependant, peu de virus ont un réel impact pathologique démontré. Certains, bien qu'ils puissent engendrer dans certaines circonstances des mortalités massives, se traduisent le plus souvent par des infections inapparentes (Ribière, Ball, et Aubert 2008). L'implication des virus dans les phénomènes d'affaiblissement des colonies d'abeilles est encore trop peu étudiée.

De même, la capacité de résistance des virus dans l'environnement et leur voie de dissémination sont peu documentées. Il n'y a pas d'études portant sur la dissémination des virus par la cire ainsi que sur leur résistance dans celle-ci. Cependant, pour certains virus, les voies de dissémination sont connues. Par exemple, le CBPV peut se transmettre par contact direct entre les abeilles mais également par des fèces ou de la nourriture contaminées (le virus contamine la nourriture lorsqu'elle est en contact avec de la salive d'une abeille infectée) (Ribière, Olivier, et Blanchard 2010). Dans la mesure où la cire est malaxée dans la cavité

buccale de l'abeille après sa sortie des glandes cirières, la question de la transmission du virus à la cire se pose alors. En supposant une réponse favorable à cette question, l'infection d'une abeille saine nécessiterait probablement un transfert du virus de la cire contaminée vers la cavité buccale de l'abeille saine, comme c'est le cas lors d'une contamination par de la nourriture. Les fèces contaminées constituent une deuxième voie de dissémination du CBPV. Celles-ci peuvent être présentes dans la ruche, notamment au niveau des rayons de cire. L'introduction de cadres de cire provenant de colonies malades et souillés par des fèces dans des colonies saines mériterait d'être étudiée afin de connaître la potentialité de la dissémination du CBPV par la cire.

Ainsi, aucune donnée n'a été trouvée sur la présence, la résistance des virus dans la cire d'abeille. Son rôle dans la dissémination des agents viraux reste donc à ce jour inconnu et mériterait d'être étudié.

POINTS CLÉS

Peu d'études portant sur la présence et la dissémination des agents pathogènes dans la cire ont été réalisées à ce jour. Pourtant, la cire est un intrant majeur utilisé par l'apiculteur. **Les études portant sur la destruction par traitement thermique des agents infectieux contenus dans la cire sont également peu nombreuses.** La fonte de la cire lors de sa première transformation permet de détruire les parasites exotiques (*Aethina tumida* et *Tropilaelaps*) mais cela n'est pas vrai pour d'autres parasites ou bactéries. ***Paenibacillus larvae*, considéré comme l'agent pathogène le plus résistant dans la cire, est tué par un traitement thermique de 120°C pendant 24h.** L'irradiation peut également être utilisée pour stériliser la cire. Cependant, sa mise en œuvre nécessite le recours à un centre d'irradiation.

1.5.2 La cire : une matrice accumulant de nombreux contaminants chimiques

Les matrices apicoles peuvent être contaminées par de nombreuses substances potentiellement toxiques. Il existe deux sources majeures de contamination de la cire : l'apiculture et l'environnement.

Les principaux contaminants retrouvés dans les cires sont :

- ✓ **des médicaments utilisés en apiculture** pour combattre certaines maladies des abeilles, ce sont majoritairement des acaricides utilisés pour lutter contre *Varroa*,
- ✓ **des pesticides utilisés en agriculture**, il peut s'agir d'insecticides, fongicides ou herbicides.

La cire d'abeille, par sa nature lipidique, peut accumuler progressivement ces contaminants. Elle est aussi susceptible d'en contenir d'autres comme les antibiotiques (interdits en apiculture), les métaux lourds ou les polluants organiques (hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), polychlorobiphényles (PCB)).

1.5.2.1 Les contaminants d'origine apicole

1.3.2.2.1 Les acaricides

La grande majorité des acaricides employés par les apiculteurs est lipophile et laisse des résidus dans les cires (Bogdanov, Kilchenmann, et Imdorf 1999). On peut classer les acaricides en deux groupes : ceux de synthèse et ceux d'origine naturelle.

✓ Contamination des cires par des acaricides de synthèse

Les acaricides de synthèse sont utilisés depuis de nombreuses années pour lutter contre *Varroa*. Certains, jugés toxiques, ont été depuis interdits. Cependant, l'utilisation prolongée de ces molécules et leur caractère lipophile a contribué à leur persistance - encore aujourd'hui - dans la cire.

Une étude réalisée en 2002 a mis en évidence la présence de coumaphos et de tau-fluvalinate dans la majorité des prélèvements de cire (Chauzat et Faucon 2007). Quarante-sept prélèvements de cire de cadres, contenant de la cire gaufrée et de la cire bâtie par les abeilles, ont été effectués dans 25 ruchers de 5 départements français. Les acaricides retrouvés le plus fréquemment étaient le tau-fluvalinate (61,9% des échantillons) et le coumaphos (52,2%). Le tau-fluvalinate est à la fois utilisé en apiculture pour lutter contre *Varroa* et en agriculture. Il est donc difficile de connaître l'origine précise de la contamination de la cire. Parmi les acaricides retrouvés, c'est le coumaphos qui présentait la teneur moyenne la plus élevée (792,6 µg/kg). L'utilisation de cette molécule pour lutter contre *Varroa* n'est pas autorisée et elle n'est plus commercialisée en France depuis 2002. Pourtant, des apiculteurs retrouvent aujourd'hui cette molécule dans leur cire¹⁵.

Les cires peuvent également accumuler d'autres molécules comme le bromopropylate ou la fluméthrine (Bogdanov et al. 2003). Ces molécules étaient auparavant homologuées en Suisse et utilisées par les apiculteurs sous le nom déposé de Folbex VA® (bromopropylate) et de Bayvarol® (fluméthrine) jusque respectivement 1991 et 1999. Par ailleurs, il existe un acaricide de synthèse instable dans la cire. En effet, il a été montré qu'après un traitement à l'amitraz, ce composé est totalement dégradé dans la cire au bout d'un jour. En fait, il se dégrade en deux métabolites : le DMF (2,4-diméthylphénylformamide) et le DPMF (N-(2,4-diméthylphényl)-N-méthylformamide) qui persistent dans les cires et dont la toxicité pour les abeilles n'a pas été étudiée (Korta et al. 2001).

✓ Contamination des cires par un acaricide naturel

Le thymol est le principal varroacide naturel utilisé. Une étude a montré qu'il s'accumule dans la cire (Bogdanov, Imdorf, et Kilchenmann 1998) : après un traitement de quatre années consécutives à l'ApiLife Var®, les teneurs moyennes en thymol étaient de 574 mg/kg dans la cire de corps et de 21,6 mg/kg dans la cire des hausses. En raison de sa volatilité, la teneur de cette molécule diminuait cependant rapidement lorsque les cadres de cire étaient placés à l'air libre.

¹⁵ Communication personnelle avec des apiculteurs

✓ Contamination de différents types de cires

Le Centre suisse de recherche apicole a comparé les teneurs en coumaphos, fluvalinate, bromopropylate dans les cires des cadres de corps et des cadres des hausses après un traitement des ruches avec ces molécules selon les préconisations d'utilisation des médicaments (notamment, traitement des ruches en automne, en absence des hausses). Les deux types de cires sont contaminés mais **il apparaît que la teneur en résidus est plus forte dans les cadres de corps que dans les cadres des hausses** (Bogdanov, Kilchenmann, et Imdorf 1999). Pour le coumaphos, les valeurs moyennes mesurées dans la cire de cadre de corps étaient comprises entre 4,3 et 7,4 mg/kg tandis que celles des cadres des hausses étaient dix fois moins importantes (entre 0,5 et 0,7 mg/kg). **Une étude a montré que des résidus de ces acaricides peuvent également être trouvés dans les cires d'opercules nouvellement produites** (Persano et al. 2003). **Cependant, les teneurs moyennes de contamination sont en général plus faibles que celles des cadres de corps** (Tsigouri et al. 2003 ; Persano et al. 2003).

Une étude réalisée par l'Anses en 2007 a révélé une **contamination de la majorité des cires commerciales françaises** par le coumaphos et le fluvalinate. Le coumaphos a été trouvé dans 42 échantillons sur 47 avec des teneurs allant de 0,27 à 5,81 mg/kg et 33 échantillons étaient contaminés par du fluvalinate à hauteur de 0,13 à 3,62 mg/kg (Martel et al. 2007). **Ces deux molécules ne sont pas détruites par le traitement thermique réalisé lors de la transformation de la cire**. Une étude a montré que lors d'un chauffage à 140°C pendant 2 heures, les teneurs de ces deux molécules dans la cire ne diminuent pas (Bogdanov, Kilchenmann, et Imdorf 1998).

1.3.2.2.1 *Les autres intrants utilisés en apiculture*

D'autres intrants médicamenteux peuvent s'accumuler dans les cires tels que les antibiotiques. Parmi ceux-ci, les sulfamides furent préconisés pour lutter contre la loque américaine et la nosérose. Il a été montré que l'utilisation de ces molécules pour le traitement des ruchers peut conduire à la présence de résidus dans la cire (Martinello et al. 2013). De même, il a été montré expérimentalement que de la cire au contact direct de chloramphénicol accumule celui-ci et peut jouer le rôle de compartiment réservoir (Adams et al. 2008). L'utilisation de rayons de cire contaminés par du chloramphénicol pourrait être responsable secondairement de la contamination de miel. Cependant, on ne recense aujourd'hui aucune étude qui porte sur la contamination par les antibiotiques des cires utilisées par les apiculteurs. L'utilisation des antibiotiques en apiculture est interdite en France et en Europe mais ce n'est pas le cas dans tous les pays du monde. L'analyse de miels importés en France, Belgique et Suisse a montré que 20 à 50% d'entre eux contenaient des résidus d'antibiotiques. La présence de résidus de sulfamides et de chloramphénicol dans le miel (tous deux capables de s'accumuler dans la cire) ont, entre autres, été constatés (Bogdanov 2006). **Le marché de la cire étant largement mondialisé, il est dommageable qu'aucune étude ne se soit portée jusqu'alors sur la contamination des cires par les antibiotiques.**

Le paradichlorobenzène (PDCB) ou la naphthaline sont des produits qui sont appliqués par certains apiculteurs sur les cadres de bois pour les protéger contre la fausse teigne. **Des résidus de ces produits peuvent être retrouvés dans la cire suite à un transfert des cadres de bois vers celle-ci** (Bogdanov 2006). L'analyse de cires gaufrées commerciales a montré la présence de résidus de PDCB à des teneurs moyennes de 2 à 11 mg/kg (Charrière et Bogdanov 2004). Dans le guide des bonnes pratiques apicoles de l'ITSAP, il est donc recommandé aux

apiculteurs de « bannir l'utilisation du paradichlorobenzène et de la naphthaline et de tous les traitements antimites qui laissent des résidus dans les cires, et peuvent contaminer le miel ou la gelée royale » (ITSAP 2014a).

1.5.2.2 Les contaminants d'origine environnementale

1.3.2.2.1 Les pesticides

Les pesticides sont les principaux contaminants chimiques retrouvés dans les cires, ils peuvent appartenir à deux catégories différentes (MAAF, 2014) :

- ✓ les biocides, définis comme les substances actives ou produits « destinés à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre de toute autre manière, par une action chimique ou biologique »,
- ✓ les produits phytopharmaceutiques, définis comme « les produits, sous la forme dans laquelle ils sont livrés à l'utilisateur, composés de substances actives, phytoprotecteurs ou synergistes, ou en contenant, et destinés notamment à assurer la conservation et la protection des végétaux ou à freiner la croissance et détruire les végétaux indésirables ».

Les pesticides utilisés en agriculture sont relargués dans l'environnement et sont alors présents dans l'eau, l'air, les plantes pouvant ainsi contaminer secondairement les matrices apicoles. Les abeilles, qui explorent leur environnement à la recherche de ressources alimentaires, peuvent ramener dans la ruche du nectar ou du pollen potentiellement contaminés par des pesticides. Parmi ceux-ci, on peut trouver des insecticides, herbicides et fongicides qui vont s'accumuler dans les cires.

En 2002 et 2003, des analyses de 47 échantillons de cire dans 5 départements français ont mis en évidence la présence de 14 pesticides différents dont 12 d'origine agricole. Des composés de la famille des **organophosphorés** ont été retrouvés dans 60,1% des échantillons en 2002 et 45,8% en 2003, à savoir le chlorpyrifos, le fénitrothion, l'azinphos-méthyl, le malathion et le parathion. L'usage de ces trois derniers pesticides est depuis interdit par la réglementation européenne. **Des pyréthrinoïdes de synthèse** ont également été retrouvés dans 21,7 % des échantillons en 2002 et 53,8% en 2003. La cyperméthrine était présente dans 21,9% des échantillons, la cyfluthrine dans 12,2%, la delta-méthrine dans 2,4% (Chauzat et Faucon 2007)

Les **organochlorés** ont été détectés dans environ 12% des échantillons de cire en 2002 et 31% en 2003. Parmi ceux-ci, l'endosulfane était le pesticide d'origine agricole le plus fréquemment retrouvé avec une présence dans 23,4% des échantillons. Le lindane, pesticide pourtant interdit depuis 1998, a été également trouvé dans certains échantillons. Les teneurs moyennes en pesticides allaient de 14,7 µg/kg (deltaméthrine) à 511 µg/kg (fénitrothion) (Chauzat et Faucon 2007).

En Belgique, une étude réalisée en 2012 a montré que tous les échantillons de cire étaient contaminés par au moins un pesticide. Des substances interdites depuis de nombreuses années telles que le lindane et le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) ont été retrouvées. Trois substances n'ayant jamais été trouvées auparavant dans les cires ont été mises en évidence : le N,N-diéthyl-3-méthylbenzamide (DEET) répulsif contre les insectes, la propargite, acaricide utilisé en viticulture et en arboriculture fruitière et le bromophos, un insecticide. Les néonicotinoïdes, également recherchés, n'ont pas été mis en évidence dans cette étude (Ravoet, Reybroeck, et Graaf 2015). Ces insecticides, nocifs pour les abeilles, s'accumulent

pourtant dans les autres produits de la ruche tels que le pollen ou le miel (Chauzat et al. 2011). **La présence de certains néonicotinoïdes a été constatée dans la cire des ruchers américains :** 1,9% des 259 échantillons de cire contenaient du thiaclopride et 1% de l'imidaclopride. Aucune autre molécule de la famille des néonicotinoïdes telle que l'acétamipride, le thiametoxam ou la clothianidine, pourtant retrouvés dans le pollen ou le miel, n'a pour l'instant été détectée dans la cire (Johnson et al. 2010).

La recherche des pesticides environnementaux dans les produits de la ruche est de plus en plus effectuée. D'autres études européennes et américaines ont mis en évidence la contamination importante des cires par les pesticides d'origine agricole (C. A. Mullin et al. 2010 ; Jiménez et al. 2005). Les principales familles et molécules retrouvées dans la cire ont été présentées ci-dessus. Une synthèse détaillée des teneurs maximales en résidus retrouvées dans les cires aux Etats Unis depuis 1985 est présentée dans l'article de Johnson (Johnson et al. 2010).

1.3.2.2.1 *Les autres polluants environnementaux*

On peut également trouver dans la cire des métaux lourds ou des polluants organiques. Parmi les métaux lourds, le plomb et le cadmium sont les contaminants les plus recherchés. La littérature scientifique montre que les teneurs retrouvées dans la cire varient de 0,06 à 6,2 mg/kg pour le plomb et 0,01 à 0,1 mg/kg pour le cadmium (Bogdanov 2006).

Une étude menée de 2008 à 2010 en Isère (ADARA et Chambre régionale d'agriculture Rhône-Alpes 2011) a mis en évidence la présence de nickel dans la cire (jusqu'à 5,64 mg/kg), de plomb (0,1 à 0,4 mg/kg), de chrome (0,1 à 1,9 mg/kg), de manganèse (jusqu'à 50 mg/kg), de cadmium, et de zinc. Des hydrocarbures aromatiques polycycliques ont également été trouvés : du dibenzanthracène (15,5 µg/kg) et de l'anthracène (11,4 µg/kg). Ces molécules émises lors des combustions peuvent provenir essentiellement d'activités anthropiques (fumées industrielles, de moteur, ...) mais aussi de phénomènes de combustions naturelles (feux de forêt, volcans, ...). Enfin, les polychlorobiphényles sont des contaminants environnementaux d'origine anthropique fortement liposolubles pouvant s'accumuler dans la cire et être présents à des teneurs élevées (Bogdanov 2006).

1.5.3 L'adultération de la cire d'abeille constitue une fraude

1.5.3.1 **Les principaux additifs trouvés dans la cire d'abeille**

Le Centre national de ressources textuelles et lexicales définit le terme « adultérer » comme le fait de « dégrader une substance pure et active en y mêlant une ou plusieurs substances étrangères de moindre qualité » (ITSAP 2014). Les pratiques frauduleuses d'adultération permettent de valoriser des sous-produits de la production industrielle ou d'utiliser des matières premières à faible coût.

Les produits apicoles tels que le miel ou la cire peuvent subir des pratiques d'adultération. **La cire d'abeille peut être adultérée par d'autres cires d'origine végétale, animale ou industrielle à faible coût.** Parmi les cires d'origine végétale, on trouve la cire « carnauba » provenant d'un arbre brésilien, le « jojoba » ou encore l'ouricuri d'Amérique tropicale. Parmi les cires animales, on trouve du suif de bœuf. Les cires industrielles ajoutées sont la paraffine ou la cire microcristalline, cette dernière est notamment utilisée en apiculture pour

désinfecter les cadres de bois. Une étude menée en Espagne a montré que plus de 30 % des cires commerciales analysées étaient adultérées par de la paraffine. Les teneurs retrouvées variaient de 5 à 30% (Serra Bonvehi et Orantes Bermejo 2012).

Enfin, l'ajout d'agents permettant de blanchir la cire peut également être constaté. Il peut s'agir d'acides tels que l'acide oxalique ou l'acide stéarique, du permanganate de potassium ou du peroxyde d'hydrogène (Bogdanov 2009a). Ces produits permettent d'éclaircir la cire et donnent alors l'impression d'avoir une cire de meilleure qualité.

1.5.3.2 Les différentes techniques pour détecter l'adultération de la cire

Une méthode visuelle peut être utilisée. Celle-ci permet de détecter une adultération par de la paraffine supérieure à 5%. Elle consiste à observer le changement de couleur de la cire lors d'un traitement thermique : si lors d'un chauffage égal à 65°C, la cire s'éclaircit, alors il est très probable qu'elle ne soit pas adultérée (Bogdanov 2009a). La gravimétrie peut également être employée, celle-ci se base sur la détermination de la masse du composé pur.

Enfin, l'adultération de la cire d'abeille peut être mise en évidence très précisément par la chromatographie en phase gazeuse. Cette technique permet d'identifier des molécules ne faisant pas partie de la composition de la cire d'abeille ainsi qu'une modification des concentrations des constituants de la cire. Par exemple, l'étude de la teneur en hydrocarbures permettra de détecter une adultération par de la paraffine. L'étude de certaines chaînes carbonées et de certains alcools mets en évidence une adultération par de la cire « carnauba ». Cette technique permet de détecter l'adultération de la cire d'abeille par de la paraffine à partir de 0,6% d'adultération, par de la cire « carnauba » à partir de 3%, ou par de l'acide stéarique à partir de 2% (J.J. Jiménez et al. 2009).

POINTS CLÉS

L'exposition chronique des ruches aux polluants endogènes ou exogènes présentés entraîne leur accumulation progressive dans la cire. **Il semble exister un niveau de contamination différent selon le type de cire : les cires de corps seraient les plus fortement contaminées, suivies des cires des hausses et d'opercules. L'ITSAP recommande à ce sujet d'utiliser les cires d'opercules pour la production de nouvelles feuilles de cire** (ITSAP 2014a).

Les contaminants chimiques de la cire sont stables même lorsqu'ils sont soumis à des températures élevées. L'étape de transformation de la cire brute en cire gaufrée ne permet donc pas leur destruction. **Les feuilles de cire gaufrée utilisées par les apiculteurs sont donc susceptibles d'être contaminées.**

Enfin, la cire peut être contaminée délibérément par l'ajout de cires industrielles, animales ou végétales de faible coût. On ne sait pas à ce jour si l'ajout de ces cires a un impact sur la santé de l'abeille ou le bâtissage des feuilles.

1.6 La cire : elle représente des enjeux manifestes pour la santé publique vétérinaire et la filière apicole

1.6.1 Enjeux pour la santé humaine

Les cires sont au contact direct du miel, se pose donc la question du transfert des molécules de la cire vers celui-ci et de l'impact potentiel sur la santé du consommateur. Une étude a montré qu'à partir d'une concentration de 10 ppm (partie par million) en coumaphos, un transfert de cet acaricide de la cire vers le miel est observé (Kochansky, Wilzer, et Feldlaufer 2001). De plus, la cire peut parfois être consommée sous la forme de miel en rayons ou avec morceaux de rayons ou encore incorporé à des aliments sous la forme de l'additif alimentaire E 901. Le miel en rayons est défini par la directive 2001/110/CE 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 couvain, et vendu en rayons, entiers ou non » (Anonyme 2001). D'après l'annexe I de la directive 2001/110/CE, le miel en rayons constitue une variété de miel (Anonyme 2001). A ce titre, ce produit doit respecter les LMR fixées par la réglementation (Anonyme 2005 ; Anonyme 2009b). Cependant, la cire d'abeille n'est pas considérée comme une denrée alimentaire. **Il n'y a donc pas de LMR définie pour la cire d'abeille.**

L'impact sur la santé humaine est à nuancer. Le Comité scientifique de l'agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire belge a évalué le risque lié à la consommation directe de cire (sous forme d'additif ou de miel en rayons) pour 18 résidus de produits phytopharmaceutiques et de médicaments vétérinaires. Le choix de ces résidus s'est fait en fonction de leur toxicité pour l'homme, de leur liposolubilité, de leur présence dans la cire et le miel en France et en Belgique et, pour certains, de leur autorisation d'utilisation en apiculture. L'estimation de l'exposition chronique potentielle des consommateurs s'est basée sur un scénario du pire des cas. Celui-ci a consisté à ajouter, pour chaque résidu et sur la base d'un niveau de concentration de ce résidu égal à sa limite maximale ou à sa limite d'action, la contribution du miel en rayons ou avec morceaux de rayons et de la cire d'abeille sous forme d'additif à l'ingestion journalière maximale théorique via d'autres denrées alimentaires et à vérifier que la valeur de dose journalière admissible n'était pas dépassée. Il conclut que la consommation de miel et de cire d'abeille contaminées par cette sélection de résidus ne compromet pas la santé du consommateur pour une teneur en résidus inférieure ou égale aux limites d'action ou aux limites maximales retenues. Néanmoins, il souligne la nécessité de réaliser une étude nationale visant à collecter des données supplémentaires sur la contamination des cires belges, de mieux connaître la toxicité pour l'homme de certaines molécules retrouvées dans la cire et d'explorer davantage la problématique du transfert des résidus de la cire vers le miel (Comité scientifique de l'agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire 2015).

Enfin, le miel et les produits apicoles bénéficient d'une image de qualité auprès des consommateurs qui les considèrent comme des produits sains. La contamination de la cire d'abeille peut affecter cette image et avoir des conséquences économiques néfastes pour les acteurs de la filière apicole.

1.6.2 Enjeux pour la santé de l'abeille

Quelques études ont visé à comprendre l'impact de la contamination de la cire sur la santé de l'abeille. Il a été montré que la présence de cires fortement contaminées par des pesticides au contact du couvain a un effet néfaste sur le développement de la larve et la longévité de l'abeille (Wu, Anelli, et Sheppard 2011). L'exposition chronique de reines à des cires contaminées par du coumaphos à hauteur de 100 mg/kg empêche leur développement (Collins et al. 2004). Il a également été montré que des interactions entre un antibiotique (oxytétracycline) et des acaricides (coumaphos et tau-fluvalinate) augmentent la probabilité d'intoxication des abeilles par les acaricides contaminants les cires (Anses 2015).

En Rhône-Alpes, des apiculteurs ont constaté, après l'introduction de feuilles gaufrées commerciales dans le corps de la ruche, un développement anormal de leur couvain (appelé également « couvain en mosaïque » (figure 18), des larves affaissées et un abandon de cadres par la reine. Des analyses de cire ont été mises en place par l'ADARA (Association pour le développement de l'Apiculture en Rhône Alpes) pour investiguer le rôle de la qualité de la cire dans les symptômes observés. Des cires témoins et de la cire suspecte ont été analysées en laboratoire. La cire suspecte s'est révélée être contaminée par de nombreux insecticides ou acaricides dont l'utilisation est interdite dans l'UE (par exemple, par du bromopropylate, de la propargite, du dicofol, du coumaphos, ...). La cire témoin était contaminée par une molécule interdite dans l'UE : le coumaphos et un fongicide, le fludioxonil (ADARA 2016). L'impact de la qualité de la cire sur la santé de la colonie est de plus en plus questionné par les apiculteurs et les acteurs de la filière apicole.



Figure 18 : Cadres de couvain en mosaïque (à gauche) et sain (à droite)

(©ADARA)

Dans son rapport sur la co-exposition des abeilles aux facteurs de stress, l'Anses a effectivement identifié la cire comme un facteur de risque pour la mortalité des abeilles (Anses 2015). Ce rapport souligne la nécessité d'étudier le devenir des substances chimiques (cinétique de dégradation, accumulation, ...) dans la cire, de respecter les bonnes pratiques

apicoles telles que le renouvellement des cadres à hauteur de 1/4 à 1/3 par an ainsi que l'utilisation de la cire d'opercules pour le recyclage de la cire. Il mentionne également les points faibles de la filière de la cire. **Ainsi, le circuit marchand des cires est mal connu et peu de données existent sur la traçabilité et la qualité sanitaire des cires. Or, celle-ci est un élément fondamental pour la bonne gestion des ruchers et la santé des colonies.** De nombreuses interrogations se posent donc aujourd'hui sur la qualité des cires, les pratiques et les procédés de recyclage et de transformation utilisés.

Enfin, la cire peut propager des épizooties telles que la loque américaine, entraînant ainsi des conséquences sanitaires et économiques importantes pour l'ensemble de la filière apicole.

POINTS CLÉS

Dans la ruche, la cire est au contact permanent du miel et des abeilles. Par sa nature lipidique, elle a tendance à retenir les molécules liposolubles (pesticides, acaricides, PCB, ...) qui ne vont à priori pas ou peu être transférées vers le miel. Cependant, peu d'études ont été réalisées à ce jour sur ce sujet. L'impact sur la santé humaine est peu connu et mériterait d'être davantage exploré.

La cire peut être un agent de propagation de maladies ayant des conséquences économiques et sanitaires importantes. **De plus, les contaminants chimiques présents dans les cires contribuent à la mortalité des abeilles. L'enjeu est donc bien réel pour la santé des colonies d'abeilles.**

2 Méthodologie mise en place pour l'étude de terrain

2.1 Cadre de l'étude et objectifs

Cette étude s'inscrit dans le cadre du plan de développement durable de l'apiculture. Les enjeux de ce plan pour la filière apicole sont multiples : économiques, écologiques, de développement rural et de santé publique. Ce plan a pour principal objectif le développement d'une apiculture durable au sein d'une agriculture durable. Publié en février 2013 pour 3 ans et prorogé en 2016 pour 2 ans, il synthétise les constats issus des discussions avec de nombreux acteurs de la filière apicole et propose des actions à mettre en œuvre sur de grands thèmes comme la santé de l'abeille, les ressources mellifères, l'organisation et l'économie de la filière, ... Notre étude sur les cires se rapporte à plusieurs thèmes et objectifs énoncés dans ce plan :

- ✓ **l'organisation et l'économie de la production** : celle-ci est en effet peu connue pour la cire d'abeille à usage apicole et on dispose de peu de données techniques et économiques à ce sujet,
- ✓ **les produits de la ruche et leur qualité** : la réglementation concernant la cire d'abeille est peu respectée et il n'existe pas de guide de bonnes pratiques d'hygiène utilisable par les professionnels,
- ✓ **la diminution des mortalités d'abeilles** : l'effondrement des populations de colonies d'abeilles résulte de différents facteurs, encore peu connus et mal maîtrisés. La qualité de la cire est un des facteurs à prendre en compte pour étudier la santé de l'abeille.

Ainsi, cette étude s'inscrit pleinement dans le cadre du plan de développement durable de l'apiculture. Elle a été encadrée par le Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux du MAAF et par l'ITSAP-Institut de l'abeille.

Ce travail a consisté en la réalisation de deux objectifs principaux :

- ✓ **comprendre et retracer le circuit de la cire d'abeille à usage apicole en France, identifier les acteurs impliqués et leurs rôles ;**
- ✓ **mettre en évidence des points à risques, c'est-à-dire des points faibles du circuit pouvant impacter la qualité des cires à usage apicole ou confirmer ceux déjà mentionnés dans la littérature, afin de proposer des actions correctives ou des pistes de recherche qui permettront une amélioration de la qualité des cires.**

2.2 Méthodologie générale

La méthodologie générale a été décidée lors de la réunion de lancement de l'étude en mars 2016. Celle-ci est présentée sous la forme de schéma dans l'[annexe 3](#). L'étude de terrain s'est étalée de mars à juin 2016. L'étude complète, du lancement jusqu'à la rédaction de cette thèse, a duré sept mois. Un comité de suivi a été créé afin de m'épauler et me conseiller durant

ce travail. Il était composé d'un membre du CGAAER, maître d'ouvrage de ce projet, d'un membre de l'Anses ainsi que de quatre membres de l'ITSAP-Institut de l'abeille.

Lors de la première réunion avec le comité de suivi, le sujet de l'étude a été clairement délimité. Il a été décidé qu'il se limitait à l'étude de la cire d'abeille à usage apicole, c'est-à-dire destinée à être utilisée dans une ruche. Les objectifs stratégiques principaux présentés précédemment ont alors été définis.

Le premier objectif stratégique nécessitait d'identifier les acteurs impliqués dans le circuit et leur rôle. Ceux-ci peuvent faire partie de la filière apicole et/ou biologique ou être des acteurs institutionnels. Les acteurs à contacter ont été recensés suite à la réunion de lancement de l'étude et sont présentés dans la partie suivante.

Au vu du peu de données dans la littérature, il était essentiel de recueillir le maximum d'informations sur ce sujet sur le terrain. Dans cette optique exploratoire, des objectifs opérationnels ont été définis, ils consistaient majoritairement à mener des enquêtes qualitatives sous la forme d'entretien téléphonique et de visite auprès des acteurs identifiés. Des questionnaires d'enquêtes quantitatives ont été également utilisés dans certains cas.

2.3 Présentation des acteurs contactés

2.3.1 Les acteurs de la filière apicole

✓ **Les apiculteurs**

Nous avons décidé de contacter des apiculteurs exerçant en apiculture conventionnelle et biologique afin d'avoir des renseignements sur les pratiques apicoles concernant la cire d'abeille. Des problématiques concernant la cire utilisable en production biologique avaient déjà été identifiées lors d'une enquête réalisée en 2015 sur la filière biologique par l'ITSAP-Institut de l'abeille et la ADA France (Fédération nationale des associations régionales de développement de l'apiculture). Ces problématiques portaient notamment sur l'approvisionnement en cire, sa qualité et son coût (ITSAP et ADA France 2015). Il était donc important d'intégrer des apiculteurs en AB dans cette étude.

Il a aussi été jugé nécessaire d'avoir des apiculteurs nouvellement installés afin d'avoir des informations sur l'achat de cire. Ces critères ont permis de constituer une liste d'une quinzaine d'apiculteurs à contacter. Cette liste était majoritairement composée de professionnels du réseau de l'ITSAP-Institut de l'abeille et d'ADA France.

Les apiculteurs ont, dans un premier temps, été contactés par mail à l'aide d'un courrier introductif afin d'explicitier l'étude et l'objectif de la sollicitation. Puis, pour les apiculteurs ayant répondu positivement, des dates d'entretien téléphonique ont été fixées.

✓ **Les ciriers**

Des recherches internet ont permis d'identifier douze ciriers. Une liste des ciriers identifiés est présentée en annexe 4. Les ADA (Association de développement apicole) et les DDecPP ont été sollicitées afin de compléter la liste déjà établie mais aucun cirier supplémentaire n'a été identifié. Tous les ciriers de France identifiés ont été sollicités ensuite par mail dans le but d'effectuer une visite de leur atelier de transformation.

✓ **Les GDSA et les sections apicoles des GDS multi-espèces**

Tous les GDSA et les sections apicoles des GDS ont été sollicités pour recueillir des informations sur l'organisation de collecte de cire et les préconisations données à leurs adhérents au sujet de la gestion de la cire dans les ruchers. Deux FRGDS (Fédération Régionale des Groupements de Défense Sanitaire) ont été contactées pour échanger au sujet de l'organisation de collecte groupée par leurs GDS départementaux

✓ **Les syndicats apicoles départementaux**

Les syndicats départementaux de l'UNAF et du SNA ont été sollicités pour échanger sur les mêmes points que les GDSA et les GDS.

✓ **Le SNFGMA**

Le président du SNFGMA a été sollicité afin d'avoir des informations sur le circuit de distribution et de commercialisation de la cire.

✓ **Les laboratoires**

L'annuaire des laboratoires de l'ITSAP¹⁶ a permis d'identifier les principaux laboratoires effectuant des analyses de cire. Quatre laboratoires ont été contactés pour répondre à un questionnaire sur les analyses effectuées et les méthodes utilisées.

Le laboratoire de l'Anses Sophia Antipolis a également été sollicité en tant que LNR pour l'analyse des résidus de pesticides dans les denrées alimentaires d'origine animale (notamment le miel) pour échanger sur les méthodes d'analyse des résidus dans la cire.

2.3.2 Les autres acteurs

✓ **Les DDecPP**

Toutes les DDecPP de France ont été sollicitées par mail afin d'avoir des renseignements sur les professionnels exerçant dans leur département et sur la délivrance d'agrément sanitaire.

✓ **Le SIVEP**

Le chef de service du SIVEP ainsi qu'un agent d'un PIF ont été contactés afin d'échanger sur les modalités de contrôle des lots de cire importés.

✓ **Les organismes certificateurs**

Deux organismes certificateurs en apiculture biologique ont été sollicités pour un entretien téléphonique au sujet de la certification de la cire utilisable en apiculture biologique.

¹⁶ <http://itsap.asso.fr/outils/laboratoires/annuaire-labos/>

✓ **L'Institut national de l'origine et de la qualité**

Un référent agriculture biologique de l'INAO a été sollicité afin d'échanger sur les cires utilisables en production biologique.

✓ **La Fédération Nationale d'Agriculture Biologique (FNAB)**

Elle a essentiellement pour objet l'organisation, la représentation et la défense de la profession d'agrobiologiste. Elle s'investit dans l'appui à l'organisation des producteurs en AB et plus largement du secteur biologique. Concernant son rôle dans le circuit de la cire, une étude a été réalisée en 2015 par la FNAB auprès des apiculteurs sur leurs approvisionnements en cire. Le représentant apicole de la FNAB a été contacté pour échanger sur ce sujet.

2.4 Les outils utilisés et l'analyse des données

Différents outils ont été utilisés pour répondre aux objectifs. La méthodologie s'est basée sur :

- ✓ Une **recherche bibliographique** permettant de faire l'état de l'art
- ✓ Des **entretiens téléphoniques semi-directifs** avec **huit apiculteurs, deux OC, l'INAO**

Le choix de l'entretien semi-directif par téléphone a été fait afin d'avoir une approche qualitative et interprétative ainsi qu'une idée précise des pratiques effectuées. A la fin de chaque entretien, une question générale était posée sur les attentes de ces acteurs par rapport au sujet.

Pour les **apiculteurs**, le guide d'entretien portait sur les grands thèmes suivants :

- la présentation générale de l'exploitation,
- le renouvellement des cadres dans les ruches,
- le recyclage de la cire,
- les pratiques apicoles ayant un impact sur les cires,
- les difficultés rencontrées et leurs attentes.

Pour les **OC**, les grands thèmes étaient les suivants :

- les opérateurs audités et les modalités de contrôle,
- les analyses de cire,
- les écarts constatés par rapport au respect de la réglementation,
- le cas de la conversion en AB,
- les problèmes et difficultés remontés par les opérateurs contrôlés.

Pour l'**INAO**, les thèmes abordés étaient :

- les plans de contrôle mis en œuvre par les OC,
- le respect de la réglementation et les manquements constatés,
- la gestion des demandes de dérogation,
- la gestion de crise.

✓ **Une visite de trois ateliers de transformation de cire**

L'objectif était de connaître et comprendre le procédé de transformation utilisé et d'évaluer la maîtrise du risque sanitaire par le cirier. Le guide de visite, présenté en [annexe 5](#), est structuré autour d'une trame basée sur la méthode des 5M, appelée aussi méthode d'Ishikawa. Celle-ci permet d'identifier la cause d'un problème (dans ce cas, la possibilité de contamination de la cire) en passant en revue les différentes sources possibles (la matière première, la méthode, le matériel, le milieu, la main d'œuvre).

L'entretien avec le cirier se déroulait en deux temps :

- une première phase de discussion lors de laquelle les grands thèmes de la trame étaient abordés,
- une deuxième phase de visite de l'atelier permettant de voir le procédé de transformation et de préciser certains points abordés précédemment.

NB : Chez un cirier, une visite s'est déroulée en présence d'un agent de la DDPP.

✓ **Un questionnaire en ligne à l'attention des syndicats apicoles départementaux, des GDSA et des sections apicoles des GDS**

Après avoir pris contact avec la FNOSAD pour avoir des renseignements sur les pratiques de collecte de leurs GDSA départementaux, celle-ci nous a proposé de diffuser un questionnaire à leurs GDSA adhérents. Un questionnaire en ligne a donc été construit, axé sur l'organisation de collecte groupée de cire et ses modalités ainsi que sur les recommandations données par les GDSA aux apiculteurs sur le renouvellement des cadres de cire dans les ruches. Ce questionnaire est présenté en [annexe 6](#). Il a été décidé ensuite de solliciter également la participation des syndicats apicoles de l'UNAF et du SNA et des sections apicoles de GDS France à ce questionnaire. Environ 90 syndicats apicoles départementaux et 40 GDSA ont répondu à ce questionnaire en ligne. Aucune réponse n'a été collectée des sections apicoles de GDS France.

✓ **Un questionnaire envoyé par mail aux laboratoires**

Ce questionnaire visait à faire un état des lieux sur la nature et le volume des analyses de cire d'abeille effectuées en France et les méthodes d'analyse utilisées. Il est présenté en [annexe 7](#). Sur les quatre laboratoires contactés, trois ont participé à cette étude.

✓ **Des entretiens téléphoniques non directifs** avec l'Anses Sophia Antipolis, un PIF, des DDPP, deux FRGDS, des experts dans le domaine de l'apiculture et des structures techniques (ADARA)

✓ **Un entretien direct** avec des agents de la DDPP ayant délivré un agrément pour la transformation de la cire

✓ **Des recueils de données** en provenance :

- **du réseau d'exploitations apicoles de référence de l'ITSAP** portant sur le renouvellement des cadres.
- **des audits sanitaires du Diplôme Inter-écoles (DIE) ONIRIS/ENVA** (Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes-Atlantique/ Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort) **en Apiculture et Pathologie apicole**. Les audits sanitaires ont été exploités hors contexte. En effet, ils n'ont pas été réalisés à des fins d'exploitation dans le cadre d'études et d'analyse des pratiques mais afin d'aider de manière individuelle les apiculteurs audités à la gestion des risques dans leur exploitation. Ces audits ont été majoritairement réalisés par des vétérinaires et par quelques ingénieurs agronomes. Les données transmises étaient anonymisées et portaient uniquement sur les pages du questionnaire d'audit présentées en annexe 8. Les données de 164 audits réalisés entre 2005 et 2015 ont été récupérées et analysées.
- **du SIVEP**, portant sur la provenance des lots de cire contrôlés en France au niveau des PIF en 2014 et 2015.

Concernant l'analyse des données, les entretiens et visites ont d'abord été retranscrits en **comptes rendus** et **analysés un par un**. Puis, l'ensemble des données quantitatives et qualitatives a été traité de manière complémentaire et **regroupé par thématique** afin de dresser un état des lieux des pratiques et du circuit de la cire. Par exemple, pour la thématique « gestion de la cire dans le rucher », les informations proviennent des entretiens semi-directifs des apiculteurs, de la partie « renouvellement des cadres » du questionnaire en ligne destiné aux syndicats apicoles départementaux et aux GDSA, des audits sanitaires du DIE en apiculture pathologie-apicole et des données du réseau d'exploitations de référence de l'ITSAP.

3 Résultats et interprétations

Cette partie vise à présenter les résultats obtenus grâce aux entretiens, visites et recueil de données. Un schéma bilan du circuit de la cire à usage apicole est présenté à la fin de cette partie.

3.1 Le marché de la cire en France : un manque de transparence

3.1.1 Production, importation et exportation de la cire d'abeille : une méconnaissance des flux

Peu de données sont disponibles sur le marché de la cire d'abeille en France. Les données présentées dans le paragraphe suivant concernent la cire d'abeille, **qu'elle soit utilisée en apiculture ou dans un autre domaine**. En effet, chaque produit importé ou exporté étant défini par un code douanier dont la classification repose uniquement sur la nature du produit, la distinction entre la cire d'abeille destinée à l'usage apicole et celle utilisée à d'autres fins est impossible. Ces données nous donnent tout de même une tendance de ce qui est observé pour la cire à usage apicole.

En 2013, la production de cire d'abeille en France est estimée à 420 tonnes. La France est le deuxième pays importateur de cire en Europe derrière l'Allemagne avec 2766 tonnes. Elle n'est pas autosuffisante et s'approvisionne majoritairement à l'extérieur. En vingt ans, l'importation de cire a été multipliée par 8 (FAO 2016). Une extraction de la base de données des lots de cire contrôlés au niveau des PIF avant leur entrée ou en transit sur le territoire français est présentée dans le tableau IV ci-après. Celle-ci permet d'avoir une première idée de la provenance de la cire importée.

Tableau IV : Provenance des lots de cire d'abeille contrôlés par les PIF en 2014 et 2015

Pays	Nombre de lots de cire d'abeille contrôlés par les PIF en 2014	Nombre de lots de cire d'abeille contrôlés par les PIF en 2015
Cameroun	2	
Chine	36	34
République centrafricaine	1	
Etats Unis		1
Japon		1
Tanzanie		1
Zambie		1

On constate que la Chine est le principal exportateur de cire en France en 2014 et 2015, cependant ces données ne permettent pas de conclure sur la provenance de la cire à usage apicole en raison de la nomenclature douanière qui ne distingue pas l'usage de la cire.

D'après l'étude de terrain, **l'absence d'autosuffisance semble bien concerner la cire à usage apicole**. Certains ciriers ont mentionné la nécessité de recourir à l'importation de cires brutes provenant de pays tiers (Chine, pays d'Amérique du Sud ou d'Afrique) dans le but de fournir leurs apiculteurs en feuilles de cire. On constate qu'il n'y a pas de lots de cire en provenance de l'Amérique du Sud contrôlés par les PIF. Cela signifie que des lots sont importés via d'autres pays européens. Les données recueillies n'ont pas permis de quantifier la part de la cire importée dans la production de feuilles par ces ciriers. Par ailleurs, certains apiculteurs rapportent que les abeilles ont des difficultés à bâtir les feuilles produites à partir de cires brutes d'origine étrangère car celles-ci seraient de moins bonne qualité.

L'exportation de feuilles de cire est réalisée par un des professionnels rencontrés vers l'Afrique du Nord, la Nouvelle Calédonie, la Polynésie française et les DOM TOM. De même que pour l'importation, aucune donnée quantitative n'a pu être récupérée.

Dans la filière biologique, l'offre en cire semble insuffisante sur le marché et des difficultés d'approvisionnement sont rapportées par les ciriers, les apiculteurs et la FNAB. D'après l'INAO, la possibilité de demande de dérogation pour utiliser de la cire conventionnelle est peu utilisée par les apiculteurs. Il semble en effet difficile aujourd'hui de trouver une cire ne contenant aucun résidu de pesticides ou acaricides. A titre d'exemple, depuis 2010, pour le quart sud-est de la France, seules cinq dérogations ont été demandées à l'INAO.

3.1.2 Une grande variabilité du prix de la cire commercialisée

La cire commercialisée peut se présenter sous la forme de pain de cire ou de feuille de cire. Différentes possibilités s'offrent aux apiculteurs pour se fournir en feuilles :

- ✓ **L'achat** auprès d'un cirier ou d'un fabricant de matériel apicole,
- ✓ Le **gaufrage à façon** par un cirier. Attention, certains acteurs de la filière utilisent ce terme pour parler de la transformation d'un lot personnel. Cependant, des ciriers le définissent autrement. Il s'agit en fait d'un **échange de cire brute apportée par l'apiculteur contre des feuilles de cire gaufrées à façon, c'est-à-dire aux dimensions souhaitées** (les feuilles récupérées ne proviennent pas de la transformation de la cire de l'apiculteur). L'apiculteur ne paie que la prestation de transformation,
- ✓ La **transformation d'un lot personnel par un cirier**. Il s'agit du gaufrage des cires amenées par l'apiculteur. Les feuilles de cire rendues à l'apiculteur proviennent donc exclusivement de la transformation de la cire apportée. Le cirier demande un poids minimum de cire pour réaliser la transformation du lot personnel. Certains apiculteurs qui n'atteignent pas individuellement ce poids minimum groupent leurs cires afin d'atteindre ce poids et les amènent ensuite au cirier.

Le tableau V présente des gammes de prix proposés par les ciriers pour l'achat, la vente et le gaufrage à façon.

Tableau V : Prix d'achat, de vente et de transformation de la cire appliqués par les ciriers en fonction de sa qualité (*: une seule donnée disponible)

Nature de la cire	Achat de cire brute (en euros, HT)	Vente de feuille de cire (en euros, HT)	Gaufrage à façon (en euros, HT)
Cire d'opercules	7-7,5	22*	2-4
Autres cires	5,5-6,5	12,4-19	2-4
Cire provenant d'unité de production biologique	14*	26,67*	3-4,5

Le prix de la cire varie en fonction de sa présentation et de sa qualité. Lors de l'achat, la qualité de la cire est estimée par le cirier en fonction de sa couleur, de son odeur, de sa nature (cire d'opercules ou de cadres) et si elle est issue de l'apiculture biologique. Les cires d'opercules, à priori moins contaminées que les cires de corps, sont considérées de meilleure qualité (leur prix d'achat et de vente est donc plus élevé). Les prix des cires utilisables en production biologique sont très élevés en raison du peu d'offre disponible sur le marché.

POINTS CLÉS

L'importation de cire brute par les ciriers en vue de leur transformation **semble nécessaire** pour répondre à la demande du marché. En raison de la nomenclature douanière, le marché de la cire d'abeille à usage apicole est peu connu. **L'absence de connaissance des volumes et des flux de cire importée destinés à l'apiculture peut s'avérer préjudiciable à une bonne analyse de risque de ces cires au regard de leur origine.** Des importations de cires non déclarées pour l'usage apicole pourraient in fine rejoindre l'apiculture.

Par ailleurs, les prix varient en fonction de la qualité de la cire (d'opercules, de cadres, provenant ou non d'unités de production biologique). Le manque d'offre en cire provenant d'unités de production biologique est responsable de prix parfois très élevés et des difficultés d'approvisionnement rencontrés par les apiculteurs.

3.2 La gestion de la cire dans les ruchers : des pratiques perfectibles

3.2.1 La fréquence de renouvellement des cadres de corps

Il est recommandé aux apiculteurs de renouveler entre 1/3 et 1/4 des cires des cadres de corps par an (ITSAP 2014a). **Cela correspond pour une ruche Dadant 10 cadres ou Langstroth au renouvellement de 2,5 à 3,3 cadres par ruche et par an. L'apiculteur renouvèle un nombre entier de cadre. Il paraît donc indispensable de raisonner en nombre entier de cadres renouvelés par ruche et par an. Il a donc été décidé que cela correspondait, en termes de**

bonnes pratiques, à un renouvellement strictement supérieur à 2 et allant jusque 3 cadres par ruche et par an. Ces valeurs seront prises comme références dans la suite de l'exposé.

Cette partie permet de faire un état des lieux sur le suivi de cette recommandation par les apiculteurs et le rôle des GDSA et des syndicats apicoles départementaux à ce sujet. Elle comporte plusieurs parties qui correspondent aux données provenant des différents acteurs.

3.2.1.1 Recommandations des GDSA et des syndicats apicoles départementaux sur la fréquence de renouvellement des cadres de corps

Les résultats de cette partie proviennent de l'analyse des données de la partie « Renouvellement des cadres » (questions 13, 14 et 15) du questionnaire envoyé aux GDSA et aux syndicats apicoles départementaux présenté à l'annexe 6.

La quasi-totalité des GDSA (38 sur 39) et environ 90% des syndicats apicoles interrogés font des recommandations à leurs adhérents sur la fréquence de renouvellement des cadres de corps. Le nombre de cadres de corps à renouveler par ruche et par an conseillé par les différentes structures est présenté dans la figure 19.

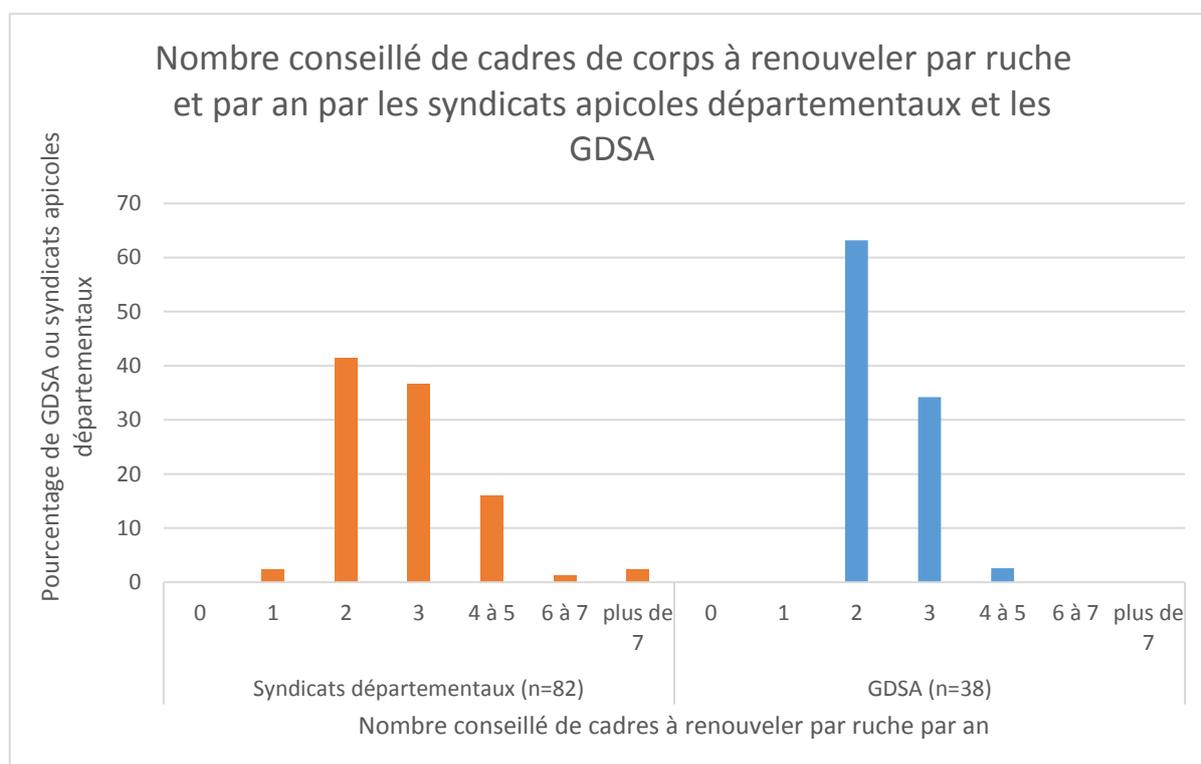


Figure 19 : Nombre conseillé de cadres de corps à renouveler par ruche et par an par les syndicats apicoles départementaux et les GDSA

Les GDSA et les syndicats apicoles départementaux suivent les recommandations données par l'ITSAP puisque la majorité d'entre eux conseille à leurs adhérents de renouveler entre 2 et 3 cadres de corps. Entre 2 et 3% des syndicats apicoles départementaux recommandent de renouveler seulement 1 cadre par ruche et par an mais plus de 15% d'entre eux recommandent de renouveler au moins 4 cadres.

Les moyens utilisés par ces structures pour inciter les apiculteurs au renouvellement sont :

- ✓ des recommandations orales lors de formations ou sur le terrain par plus de 90% de ces acteurs ;
- ✓ des recommandations écrites via le site internet de la structure, des communiqués ou des bulletins d'informations par environ 30% des acteurs ;
- ✓ la distribution de cadres de cire gaufrée ou uniquement de feuilles de cire gaufrée dans quelques cas.

3.2.1.2 Pratiques des apiculteurs concernant la fréquence de renouvellement des cadres de corps

3.2.1.2.1 Exploitation des données issues du réseau d'exploitations de référence de l'ITSAP

Les données du réseau d'exploitations de référence de l'ITSAP, concernant 61 exploitations d'apiculteurs professionnels en production conventionnelle ou biologique pour 2013, présentées dans le tableau VI, donnent le nombre moyen de cadres renouvelés par an par ruche mise en production au printemps.

La fréquence de renouvellement des cadres a été calculée en divisant le nombre total de cadres que l'apiculteur déclare renouveler par an par le nombre de ruches mises en production au printemps. Il est possible que cette fréquence soit surestimée. En effet, l'apiculteur est susceptible d'utiliser une partie des cadres destinés au renouvellement à d'autres fins comme le piégeage d'essaims. (NB: le plan d'échantillonnage dans le cadre de ce réseau n'est pas basé sur un échantillon représentatif des apiculteurs professionnels).

Tableau VI : Nombre moyen de cadres de cire renouvelés par an et par ruche mise en production au printemps (données 2013)

	Toutes les exploitations (n=61)	Exploitation conventionnelle (n=41)	Exploitation en AB (n=20)
Nombre moyen de cadres de cires renouvelés par an par ruche mise en production au printemps	2,70	2,60	3,00

Les apiculteurs semblent respecter les préconisations de la littérature en renouvelant en moyenne plus de 2 cadres par ruche et par an. Les apiculteurs en production biologique semblent en renouveler plus que ceux en apiculture conventionnelle. La médiane¹⁷ est de 2,8. On a donc autant d'apiculteurs qui renouvellent plus de 2,8 cadres que d'apiculteurs qui

¹⁷ La médiane est la valeur qui partage une distribution en deux parties égales : 50% de la population se situe en dessous de cette valeur et 50% se situe au-dessus (Insee).

renouvellent moins de 2,8 cadres par ruche et par an. L'écart-type¹⁸ est de 1,4. La majorité des apiculteurs renouvèle donc entre 1,3 et 4,1 cadres par ruche et par an.

La distribution du nombre de cadres renouvelés par ruche mise en production au printemps et par an par les apiculteurs est présentée dans la figure 20.

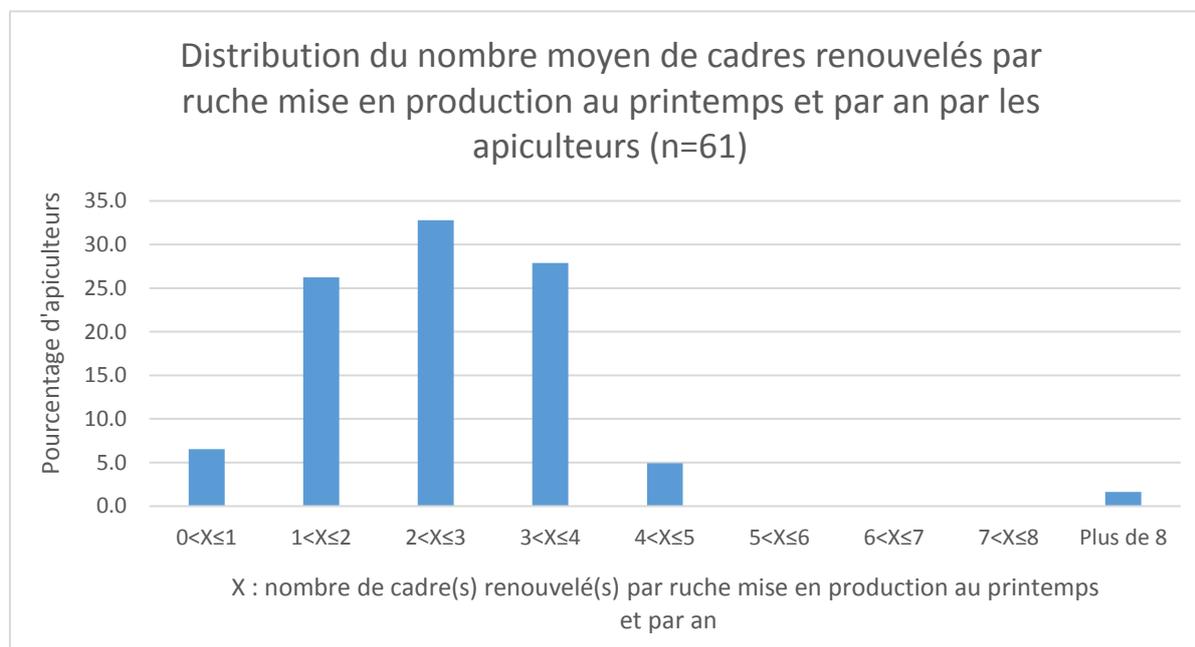


Figure 20 : Distribution du nombre moyen de cadres renouvelés par ruche mise en production au printemps et par an par les apiculteurs (données 2013 ITSAP)

Trois catégories d'apiculteurs, de proportions similaires, se distinguent :

- ✓ Un tiers des apiculteurs renouvèle entre 2 et 3 cadres par ruche et par an ce qui correspond à la fréquence de renouvellement recommandée.
- ✓ Près d'un tiers des apiculteurs renouvèle plus que ce qui est préconisé : en effet, 28% des apiculteurs renouvellent entre 3 et 4 cadres par ruche et par an. Quasiment 5% renouvellent entre 4 et 5 cadres par ruche et par an. Un des apiculteurs renouvèle même près de 10 cadres par ruche et par an, on peut donc supposer qu'il pratique un renouvellement annuel total de ses cadres.
- ✓ Un tiers des apiculteurs renouvelle moins de cadres que ce qui est préconisé : environ 26% ont une fréquence de renouvellement comprise entre 1 et 2 cadres par ruche et par an et près de 7% renouvellent un cadre ou moins.

On a donc deux tiers des apiculteurs qui renouvellent plus de 2 cadres par ruche et par an et respectent ainsi les préconisations de l'ITSAP. Cela semble cohérent puisque ces apiculteurs font partie du réseau de l'ITSAP qui est à l'origine du GBPA dans lequel apparaissent les recommandations à ce sujet. Cependant, ce chiffre est à relativiser car il est possible qu'il soit surestimé (en raison de l'utilisation de cadres de cire pour le piégeage d'essaims).

¹⁸ L'écart-type sert à mesurer la dispersion, ou l'étalement, d'un ensemble de valeurs autour de leur moyenne (Insee).

3.2.1.2.1 Exploitation des données issues des audits sanitaires

Sur les 164 audits, 14 questionnaires ont été écartés en raison d'une absence de question à ce sujet dans le questionnaire utilisé par l'auditeur, d'une absence de réponse ou d'une réponse inexploitable. Les résultats de cette partie proviennent de l'analyse des données de la partie intitulée « Rythme de renouvellement des cires » de la grille d'audit ([annexe 8](#)).

Parmi les 150 apiculteurs ayant répondu à la question sur le renouvellement des cadres, trois indiquent qu'ils pratiquent un renouvellement total de leurs cadres. Deux d'entre eux réalisent un renouvellement total tous les 4 à 5 ans, ce qui correspond à la fréquence de renouvellement annuelle recommandée qui est de deux à trois cadres par ruche et par an. Le dernier pratique un renouvellement total annuel. Deux apiculteurs ne pratiquent pas le renouvellement des cadres à une fréquence déterminée. Le premier réalise le renouvellement en fonction de l'état des cadres, le second en fonction du nombre d'essaim à constituer. Ces pratiques peuvent conduire à un non renouvellement des cadres dans certaines ruches et entraîner la persistance et/ou le développement d'agents infectieux ou de contaminants chimiques.

Nous avons recensé 145 questionnaires pour lesquels une réponse chiffrée a été donnée sur la fréquence de renouvellement des cadres par ruche et par an. La distribution du nombre de cadres renouvelés par ruche et par an est présentée dans la figure 21. En raison des données partielles transmises sur les audits, il n'était pas possible de savoir si les apiculteurs utilisaient des ruches avec un corps à 10 cadres ou à 12 cadres. Les ruches à 10 cadres étant les plus utilisées, nous avons donc utilisé cette valeur comme référence et considéré que tous les apiculteurs utilisaient ce type de ruche. **Le nombre moyen de cadres renouvelés par les apiculteurs est donc comparé au nombre de cadres à renouveler pris comme référence pour une ruche 10 cadres (2 à 3 cadres par ruche et par an)**. Il est donc possible qu'une surestimation du respect des bonnes pratiques soit effectuée. Celle-ci est cependant non quantifiable.

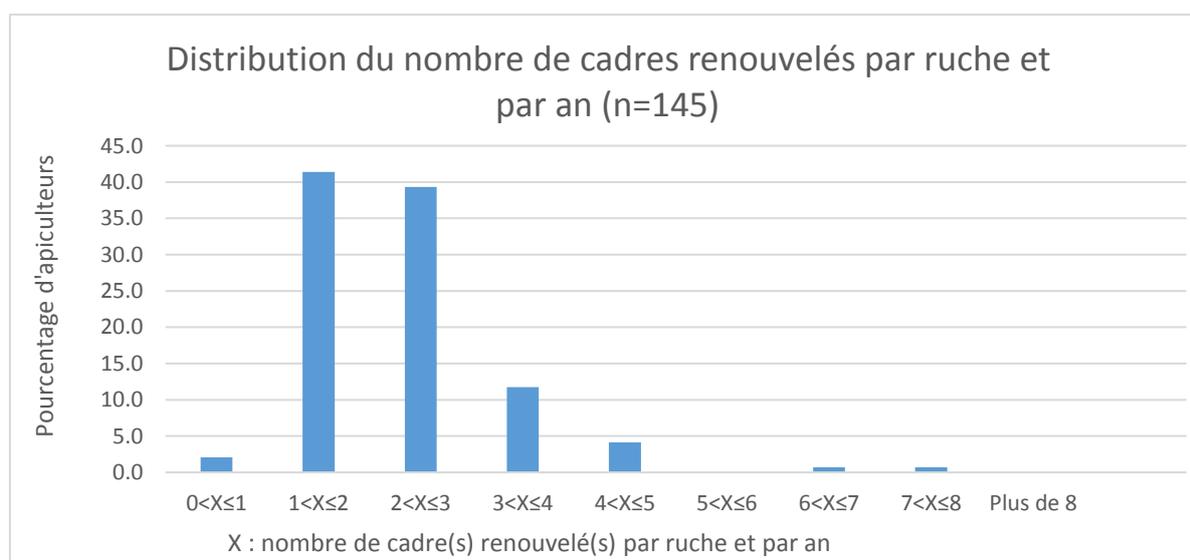


Figure 21 : Distribution du nombre de cadres renouvelés par ruche et par an (données des audits sanitaires)

Le nombre moyen de cadres renouvelés par ruche et par an est de 2,7. La médiane est de 2,5. On a donc autant d'apiculteurs qui renouvellent plus de 2,5 cadres par ruche et par an que d'apiculteurs qui renouvellent moins de 2,5 cadres par ruche et par an. L'écart-type est de 1 : la population d'apiculteurs est donc assez homogène et la majorité des apiculteurs renouvelle entre 1,7 et 3,7 cadres par ruche et par an.

On constate que plus de 80% des apiculteurs déclarent renouveler entre 1 et 3 cadres par ruche et par an. Cette catégorie peut être sous divisée en deux catégories, de proportions globalement similaires :

- ✓ **plus de 40 % des apiculteurs déclarent renouveler entre 1 et 2 cadres par ruche et par an.** 36% de l'ensemble des apiculteurs déclarent renouveler exactement 2 cadres par ruche et par an, se rapprochant ainsi des recommandations données par l'ITSAP,
- ✓ **environ 39% des apiculteurs renouvellent 2 à 3 cadres par ruche et par an** et près de 27% de l'ensemble des apiculteurs déclarent en renouveler exactement 3.

Concernant les apiculteurs restants, **17% des apiculteurs interrogés renouvellent plus de 3 cadres par ruche et par an**, ceux-ci renouvellent rarement plus de 5 cadres par ruche et par an et un faible pourcentage d'apiculteurs (2.1%) renouvellent un cadre ou moins par ruche et par an. **On a donc 56% d'apiculteurs qui disent renouveler plus de 2 cadres par ruche et par an et respectent donc les bonnes pratiques préconisées.** Cependant, une fois de plus, il est possible que le respect des bonnes pratiques soit surestimé cette fois-ci en raison de l'absence d'informations sur le type de ruches utilisées.

De plus, ce nombre peut varier en fonction de différents facteurs et s'écarter du nombre moyen donné par l'apiculteur pour l'ensemble de son rucher. Ainsi, dans les ruches qui seront divisées pour constituer de nouveaux essaims, le nombre de cadres introduit dans la ruche peut être supérieur car le renouvellement des cadres est simple à réaliser pour l'apiculteur. Par contre, il arrive que dans les ruches de production non divisées, le nombre de cadres renouvelés soit inférieur au nombre moyen annoncé par l'apiculteur ou que l'apiculteur ne renouvèle aucun cadre. Deux hypothèses peuvent expliquer ces pratiques :

- ✓ par manque de temps, l'apiculteur ne va pas changer les cadres des ruches de production,
- ✓ les cadres de rive à enlever peuvent être remplis de réserve et l'apiculteur ne veut pas priver la colonie de cette source d'énergie.

Les audits ont été réalisés entre 2005 et 2015. Ils permettent donc d'analyser l'évolution chronologique sur dix ans du nombre moyen de cadres renouvelés par ruche et par an. Celui-ci est présenté dans la figure 22. Le nombre d'audits est peu important les premières années puis augmente avec le temps en raison de l'augmentation du nombre de vétérinaires qui réalisent le DIE en apiculture-pathologie apicole. Des données provenant d'audits d'années différentes ont été rassemblées pour constituer certaines catégories. Ainsi, les audits réalisés de 2005 à 2007 ont été rassemblés. L'axe des abscisses correspond aux années scolaires. Certaines années scolaires ne sont pas présentes sur l'axe des abscisses en raison de l'absence de formation au DIE en apiculture-pathologie apicole pour certaines années.

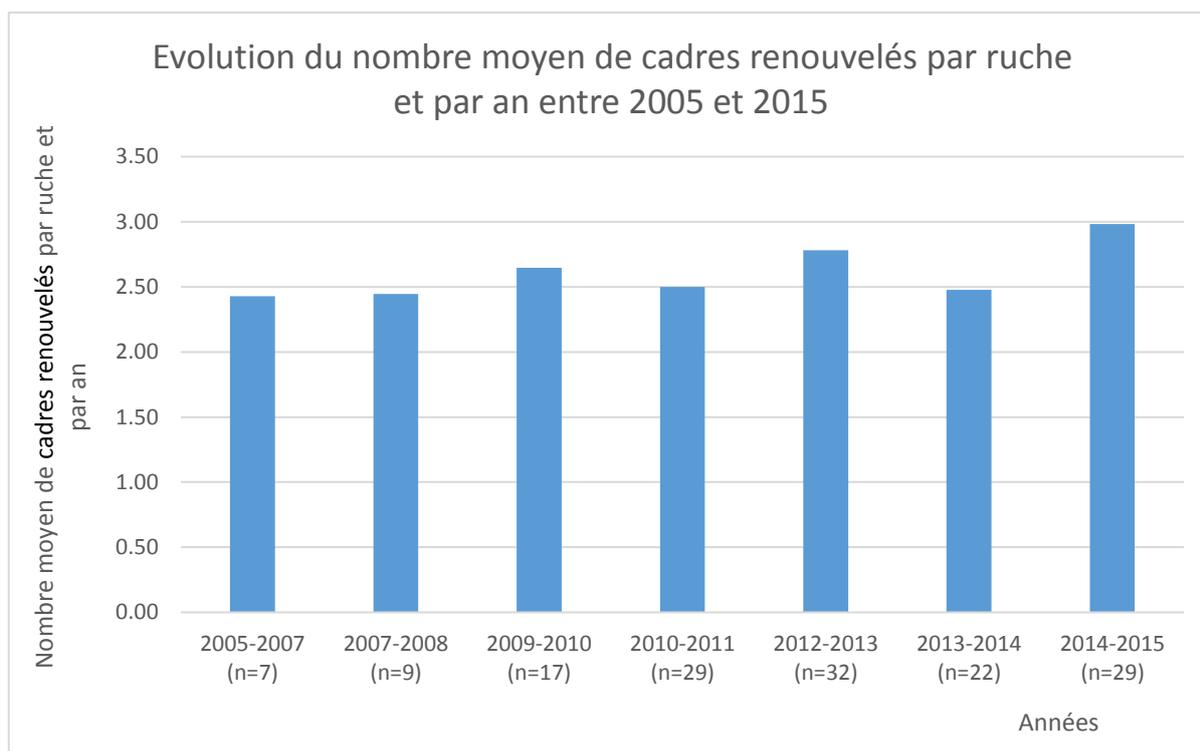


Figure 22: Evolution du nombre moyen de cadres renouvelés par ruche et par an entre 2005 et 2015 (données des audits sanitaires)

Le nombre moyen de cadres renouvelés par ruche et par an est globalement similaire d'une année sur l'autre et toujours compris entre 2 et 3. Il n'y a pas de différence nette entre les années. Cependant, on peut souligner que le nombre moyen de cadres renouvelés par ruche et par an en 2014-2015 atteint quasiment 3.

1.3.2.2.1 Exploitation des informations issues des entretiens avec les apiculteurs

Les entretiens avec les apiculteurs ont permis d'avoir des informations supplémentaires sur les facteurs pouvant faire varier le nombre de cadres renouvelés par ruche et par an. En effet, le chiffre donné par l'apiculteur sur le nombre de cadres renouvelés par ruche et par an est une moyenne. Cependant, ce chiffre varie notamment en fonction de :

- ✓ L'augmentation de cheptel : si un apiculteur augmente son nombre de ruches mises en production, alors il va avoir besoin de feuilles de cire pour constituer les cadres des nouvelles ruches. S'il veut rester en circuit fermé, il ne va pas acheter de cire provenant de l'extérieur. Ainsi, le nombre de cadres renouvelés par an et par ruche sera plus faible.
- ✓ De la date d'installation de l'apiculteur : un apiculteur installé depuis un an ne renouvelle pas forcément les cadres de ses ruches la première année.
- ✓ Enfin, au sein même d'une exploitation, le nombre de cadres renouvelés n'est pas le même dans toutes les ruches. Celui-ci dépend notamment de la force de la colonie. Ainsi, un des apiculteurs a indiqué qu'il renouvelle deux cadres par ruche au minimum chaque année mais peut renouveler six cadres pour les colonies les plus fortes.

POINTS CLÉS

Les données provenant du réseau des exploitations apicoles de référence de l'ITSAP et des audits réalisés dans le cadre du DIE en apiculture-pathologie apicole n'ont pas été comparées en raison du mode différent de recueil des données et de la manière utilisée pour calculer le nombre de cadres de corps renouvelés par ruche et par an.

On peut conclure qu'on a entre **33% et 40% d'apiculteurs qui respectent exactement les préconisations données sur la fréquence de renouvellement des cadres en renouvelant entre 2 et 3 cadres par ruche et par an**. On note cependant que **le nombre d'apiculteurs qui ne respecte pas les préconisations atteint sensiblement les mêmes proportions : entre 33% et 43%** des apiculteurs renouvellent 2 cadres ou moins par ruche et par an. Ces pratiques sont potentiellement dommageables à l'état sanitaire de la ruche et du rucher.

Enfin, on a globalement **56% à 65% d'apiculteurs qui respectent les bonnes pratiques en renouvelant plus de 2 cadres par ruche et par an**. Une majorité des apiculteurs respecte donc les préconisations données par la littérature. **Les GDSA et les syndicats apicoles départementaux semblent jouer un rôle important dans la sensibilisation de leurs adhérents au renouvellement régulier des cadres**.

3.2.2 Les modalités de renouvellement des cadres de corps

Le renouvellement des cadres de corps est effectué chaque année au printemps. L'apiculteur choisit les cadres à enlever en fonction de leur aspect visuel et retire les cadres noirs présentant des détritiques. Il est rappelé qu'il est conseillé aux apiculteurs d'avoir une **méthode de rotation** permettant d'organiser le renouvellement des cadres de corps. La méthode la plus employée consiste à déplacer progressivement les cadres du centre du corps vers les rives (parois latérales) de la ruche afin de pouvoir les enlever (Billard 2013).

D'après les entretiens téléphoniques réalisés avec les apiculteurs, les méthodes de rotation semblent hétérogènes. Certains apiculteurs interrogés utilisent la méthode présentée à la figure 17. D'autres insèrent leur nouveau cadre en périphérie à la place des anciens cadres enlevés, sans décaler les cadres de pollen et miel, puis les replacent au centre du couvain une fois qu'ils sont bâtis. D'autres placent un cadre à bâtir directement dans la zone du couvain dans le cas où la colonie est forte et lorsque les conditions climatiques sont bonnes. Un des apiculteurs interrogés réalise **une rotation complète de ses cadres au minimum tous les trois ans. Il note l'année d'insertion sur le bois du cadre ce qui lui permet d'avoir un suivi précis et de vérifier qu'il ne lui reste aucun cadre de plus de trois ans dans ses ruches**.

Dans certains cas, la méthode de rotation est plus empirique. Les cadres sont toujours enlevés en fonction de leur aspect mais la rotation n'est pas organisée, ni notée, et ne permet donc pas un renouvellement chronologique des cadres. **Ainsi, certains cadres peuvent rester plus longtemps que 5 ans dans le corps de ruche et sont susceptibles d'accumuler plus de résidus et d'agents pathogènes**.

3.2.3 Le renouvellement des cadres des hausses

Les résultats de cette partie proviennent des entretiens téléphoniques effectués avec les apiculteurs. Les audits étant à visée sanitaire, et non de production de miel, la question sur le renouvellement des cadres portait sur celui du corps de la ruche et peu d'informations en provenance des audits ont pu être récupérées sur le renouvellement des cadres des hausses.

3.2.3.1 Exploitation des informations issues des entretiens avec les apiculteurs

Les hausses sont posées au début du printemps quand commence la production de miel. Les cadres de cire des hausses sont réutilisés entre chaque miellée (production différente de miel) et d'une année sur l'autre. Les apiculteurs interrogés par téléphone n'ont pas de plan de renouvellement des cadres de hausse comme celui prévu au niveau du corps. Tous mentionnent qu'ils changent le cadre de cire quand celui-ci est cassé sauf un qui les change environ tous les cinq ans. Pour ceux ne mettant pas de grille à reine entre le corps et les hausses, il arrive que la reine vienne pondre dans les cadres des hausses qui peuvent alors contenir du couvain, des détritiques et des agents pathogènes et sont alors changés. La plupart des apiculteurs interrogés ne voient pas l'intérêt de changer ce type de cadre car ils ne contiennent que du miel et ne noircissent pas. De plus, il semble compliqué pour des raisons économiques de changer régulièrement ces cadres. En effet, pour chaque nouveau cadre introduit, cela imposerait aux abeilles de bâtir et donc de consommer du miel, entraînant ainsi une diminution de la récolte de miel. **Pourtant, la question du renouvellement des hausses se pose car la cire est susceptible d'accumuler des contaminants chimiques, notamment environnementaux au fil du temps.**

3.2.3.2 Exploitation des données issues des audits sanitaires

Concernant les audits sanitaires, seuls 7 audits sur 164 mentionnent le renouvellement des cadres de hausse. Pour quatre apiculteurs, les cadres sont renouvelés dans les hausses à la même fréquence que dans le corps de la ruche, à savoir 2 ou 3 cadres renouvelés par ruche et par an. Cette pratique permet de limiter l'accumulation des contaminants au contact du miel. Pour deux apiculteurs, les cadres sont peu renouvelés : 3% par ruche pour le premier et 5% pour le deuxième. Enfin, le dernier apiculteur ne renouvelle pas les cadres de ses hausses car il utilise des bâticadres. Il s'agit de cadres en plastiques alvéolés à usage alimentaire pouvant contenir le miel des abeilles et réutilisables après nettoyage d'une miellée sur l'autre. L'absence de données quantitatives en provenance des audits ne permet pas d'avoir des résultats précis. Cela nous donne toutefois un aperçu de différentes pratiques.

POINTS CLÉS

Certaines **pratiques semblent mal définies** comme la **rotation des cadres de corps** ou le **renouvellement des cadres de hausse** pouvant mener à une accumulation de résidus, susceptible d'avoir un impact sur la santé de l'abeille ou la qualité du miel. L'absence de données quantitatives à ce sujet ne permet pas d'avoir une idée précise des pratiques des apiculteurs.

3.2.4 La gestion différentielle des cires de cadres et d'opercules

Une première partie expose la gestion des cires par les apiculteurs interviewés par téléphone, puis une deuxième partie présente les pratiques des apiculteurs audités dans le cadre du DIE en apiculture-pathologie apicole.

3.2.4.1 Exploitation des informations issues des entretiens avec les apiculteurs

Les données présentées dans cette partie proviennent des entretiens téléphoniques réalisés avec les apiculteurs. D'après ces entretiens, la gestion de la cire apparaît différente en fonction de sa nature : les cires des cadres de corps et les cires d'opercules n'ont pas la même destination.

✓ La cire d'opercules

La cire des opercules reste dans le circuit apicole et est recyclée en feuilles de cire. Ce choix est fait par les apiculteurs dans un souci de maîtrise de la qualité de la cire. Néanmoins, pour un apiculteur interviewé, la cire des cadres de corps est recyclée avec la cire d'opercules après un tri visuel de la cire de cadres pour ne garder que celle jugée de bonne qualité.

La majorité des apiculteurs interviewés est en circuit fermé, c'est-à-dire que les feuilles de cire utilisées ont été fabriquées exclusivement avec des cires provenant de leurs ruches. Dans la plupart des cas, les apiculteurs font appel à un cirier et demandent la transformation d'un lot personnel. Le cirier exige alors un poids minimum de cire à gaufrer.

Dans le cas particulier d'un apiculteur n'ayant pas assez de cire pour effectuer un recyclage chaque année, celui-ci a décidé de constituer un stock pendant deux ans pour atteindre le poids minimal requis. Les apiculteurs n'atteignant pas le poids minimum sont obligatoirement en circuit ouvert. Cela signifie que la cire constituant les feuilles qu'ils utilisent ne provient donc pas exclusivement de leur exploitation.

✓ La cire des cadres de corps

Elle peut avoir trois destinations :

- elle peut être détruite, c'est le cas quand elle est trop vieille (noire, contenant beaucoup de détritrus) ou quand elle provient d'une colonie morte,
- elle peut être utilisée par l'apiculteur pour réaliser des bougies,
- elle peut être vendue à un cirier, à un magasin de matériel apicole ou à un industriel. L'un des apiculteurs la vend à une distillerie qui l'utilise pour ses arômes.

✓ La cire des cadres des hausses

Dans la majorité des cas, elle est écartée du circuit apicole et fondue avec la cire des cadres de corps. Dans quelques cas, elle repart dans le circuit de la cire à usage apicole et est mélangée avec la cire d'opercules.

3.2.4.2 Exploitation des données issues des audits sanitaires

Les résultats présentés dans cette partie proviennent de l'analyse des données des audits sanitaires de la partie « Circuit des cires ». Les destinations des cires de cadres de corps puis des cires d'opercules sont présentées respectivement.

✓ Destinations des cires des cadres de corps

Sur les 164 audits, 25 questionnaires ont été écartés en raison de l'absence de question à ce sujet dans le questionnaire utilisé par l'auditeur, de l'absence de réponse ou de réponse inexploitable. Pour cette question, 139 audits ont donc pu être exploités. Les destinations principales des cires de cadres de corps selon les apiculteurs sont présentées dans la figure 23 ci-dessous.

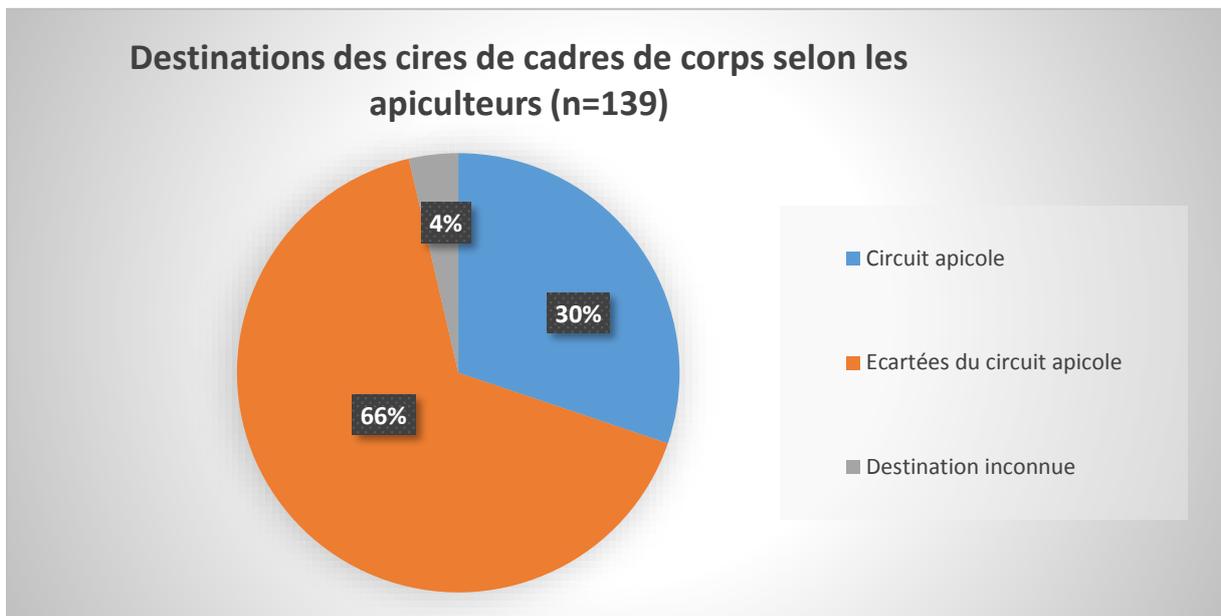


Figure 23 : Destinations des cires de cadres de corps selon les apiculteurs

On constate que 66% des apiculteurs écartent les cires de cadres de corps du circuit apicole et respectent ainsi les préconisations données par l'ITSAP. Par contre, la cire de cadres de corps de 30% des apiculteurs repart dans le circuit apicole. Pour 4% des apiculteurs, la destination de leur cire est inconnue car ils la stockent et ne précisent pas à quelle fin elle sera utilisée.

Une répartition plus précise de la destination des cires pour le circuit apicole et pour le circuit non apicole est donnée dans la figure 24.

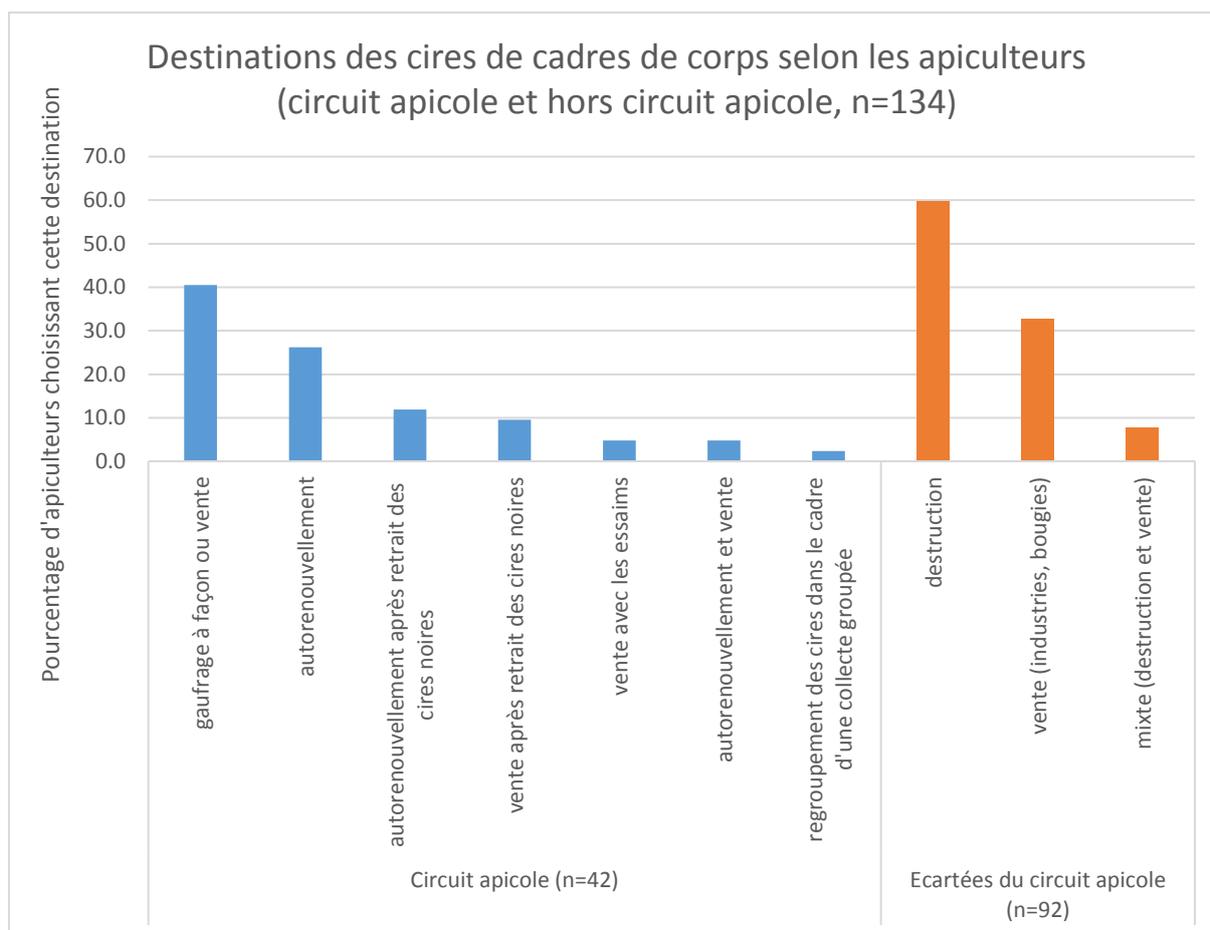


Figure 24 : Destinations des cires de cadres de corps selon les apiculteurs (circuit apicole et hors circuit apicole)

Pour le **circuit apicole**, environ 40% des apiculteurs vendent leur cire de cadres de corps ou l'échangent (gaufrage à façon). Cette cire sera donc transformée en feuilles gaufrées et utilisée ensuite par d'autres apiculteurs. Plus de 25% des apiculteurs utilisent leur cire de cadres de corps pour l'autorenouvellement de cire sur leur exploitation. Plus de 20% des apiculteurs mentionnent qu'ils trient et écartent les cires noires avant d'utiliser les cires de cadres pour leur autorenouvellement ou avant de les vendre. Enfin, la cire de cadres de quelques apiculteurs quitte l'exploitation lors de la vente des essaims. Un seul apiculteur pratique le groupement de sa cire de cadres avec celle d'autres apiculteurs par l'intermédiaire d'une collecte groupée organisée.

Pour le **circuit non apicole**, on constate que 60% des apiculteurs détruisent leur cire de cadres de corps. Plus de 30% des apiculteurs décident de valoriser leur cire de cadres de corps. Ils vendent leur cire à des industriels (distillerie, parfumerie, encaustique, ...) ou réalisent des bougies qu'ils vendront ultérieurement.

✓ Destinations des cires d'opercules

Sur les 164 audits, 22 questionnaires ont été écartés en raison d'une absence de question à ce sujet dans le questionnaire utilisé par l'auditeur, d'une absence de réponse ou de réponse inexploitable. 142 audits étaient donc exploitables. Les destinations principales des cires d'opercules sont présentées dans la figure 25.

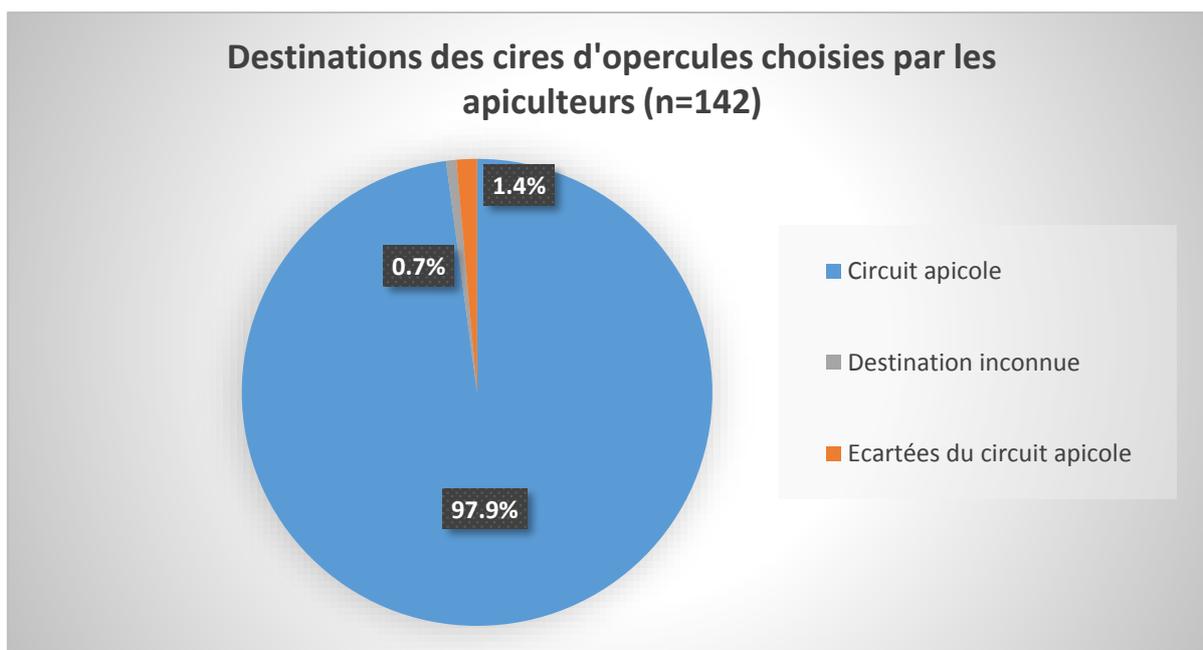


Figure 25 : Destinations des cires d'opercules choisie par les apiculteurs

On constate que 98% des apiculteurs valorisent leur cire d'opercules dans le circuit apicole. Cela est cohérent car il s'agit du type de cire jugée de « meilleure qualité ». Pour un apiculteur, la destination est inconnue car il n'est pas précisé s'il vend sa cire à un acteur de la filière apicole ou s'il l'écarte du circuit apicole. Deux apiculteurs déclarent écartier leur cire d'opercules du circuit apicole. Les raisons de cette pratique sont inconnues.

Les différentes destinations des cires d'opercules dans le circuit apicole sont détaillées dans la figure 26 présentée ci-dessous.

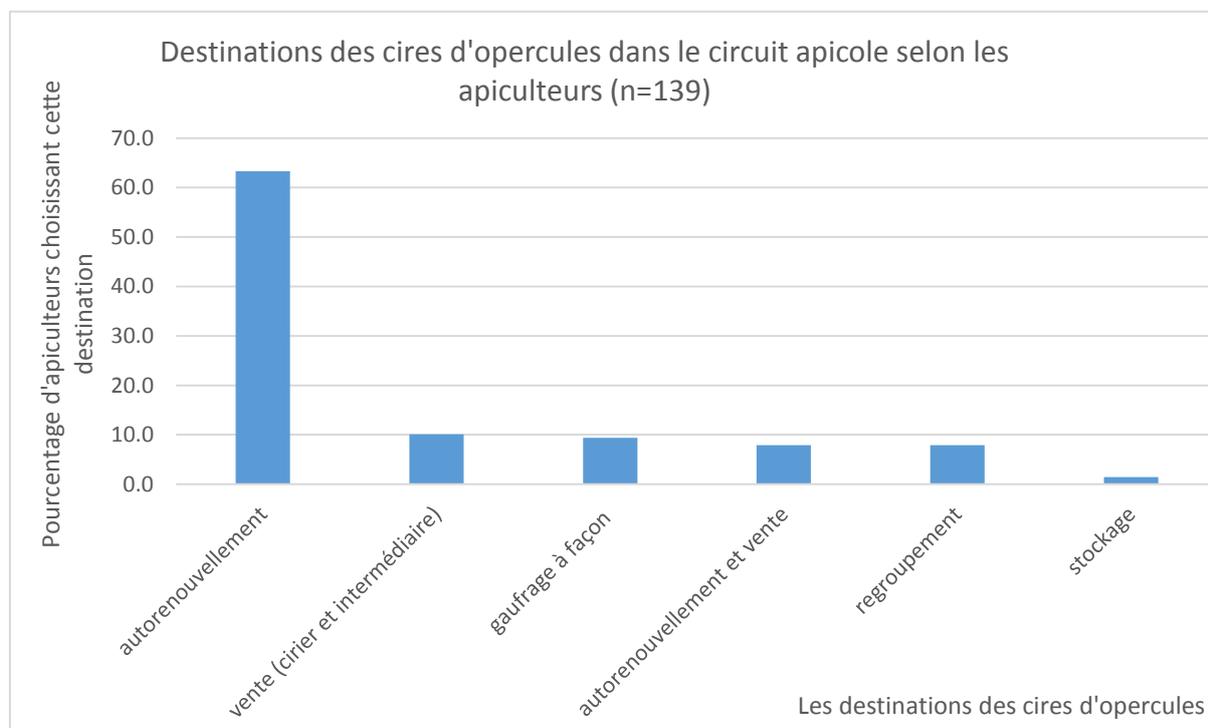


Figure 26 : Destinations des cires d'opercules selon les apiculteurs dans le circuit apicole

La majorité des apiculteurs (63%) utilise leur cire d'opercules pour l'autorenouvellement de cire sur leur exploitation. Cette cire d'opercules sera donc transformée en feuilles et réutilisée par l'apiculteur. Environ 8% des apiculteurs utilisent leur cire pour l'autorenouvellement et la vente : ils gardent la quantité de cire nécessaire pour le renouvellement des cadres sur leur exploitation et vendent le surplus de cire.

Environ 20% des apiculteurs se séparent de la totalité de leur cire d'opercules : la moitié des apiculteurs vend leur cire d'opercules à un cirier ou à un intermédiaire (grossiste, fabricants de matériel apicole), l'autre moitié amène leur cire d'opercules chez le cirier pour un échange (gaufrage à façon).

Environ 8% des apiculteurs ont fait le choix de regrouper leur cire d'opercules avec d'autres apiculteurs soit dans le cadre de collecte groupée organisée (par les GDSA ou les syndicats départementaux), soit avec quelques apiculteurs de confiance. On ne sait pas si les cires regroupées sont transformées et réutilisées par les apiculteurs ou si elles sont vendues et/ou échangées au cirier.

Enfin, moins de 2% des apiculteurs stockent leur cire, probablement afin d'atteindre le poids minimum demandé par le cirier pour leur transformation en circuit fermé.

POINTS CLÉS

La majorité des apiculteurs écarte leur cire de cadres de corps du circuit apicole qui sont les cires les plus contaminées. Ils les détruisent pour la plupart ou peuvent les valoriser sous la forme de bougies ou en les vendant pour un usage industriel. Parmi les apiculteurs qui recyclent les cires des cadres de corps, **certaines réalisent un tri pour éliminer les cires les plus vieilles** qui pourraient contenir davantage d'agents pathogènes et de contaminants chimiques et qui dans tous les cas donneraient un faible rendement lors de leur fonte. Cette pratique permet sûrement d'éliminer les cires les plus « à risques ».

La cire d'opercules est privilégiée par les apiculteurs et reste dans le circuit apicole. Probablement dans un souci de maîtrise de la qualité de la cire introduite sur le rucher, une grande majorité d'apiculteurs choisit de l'utiliser pour l'autorenouvellement.

3.2.5 Les modalités d'approvisionnement des apiculteurs en feuilles de cire gaufrée

Les résultats de cette partie proviennent de l'analyse des données provenant de la question « Approvisionnement en cire » de la grille d'audit. Sur les 164 audits, 3 questionnaires ont été écartés en raison d'une absence de question à ce sujet dans le questionnaire utilisé par l'auditeur ou d'une absence de réponse. 161 questionnaires ont donc été exploités pour cette question. Les modalités d'approvisionnement en feuilles gaufrées par les apiculteurs sont présentées dans la figure 27.

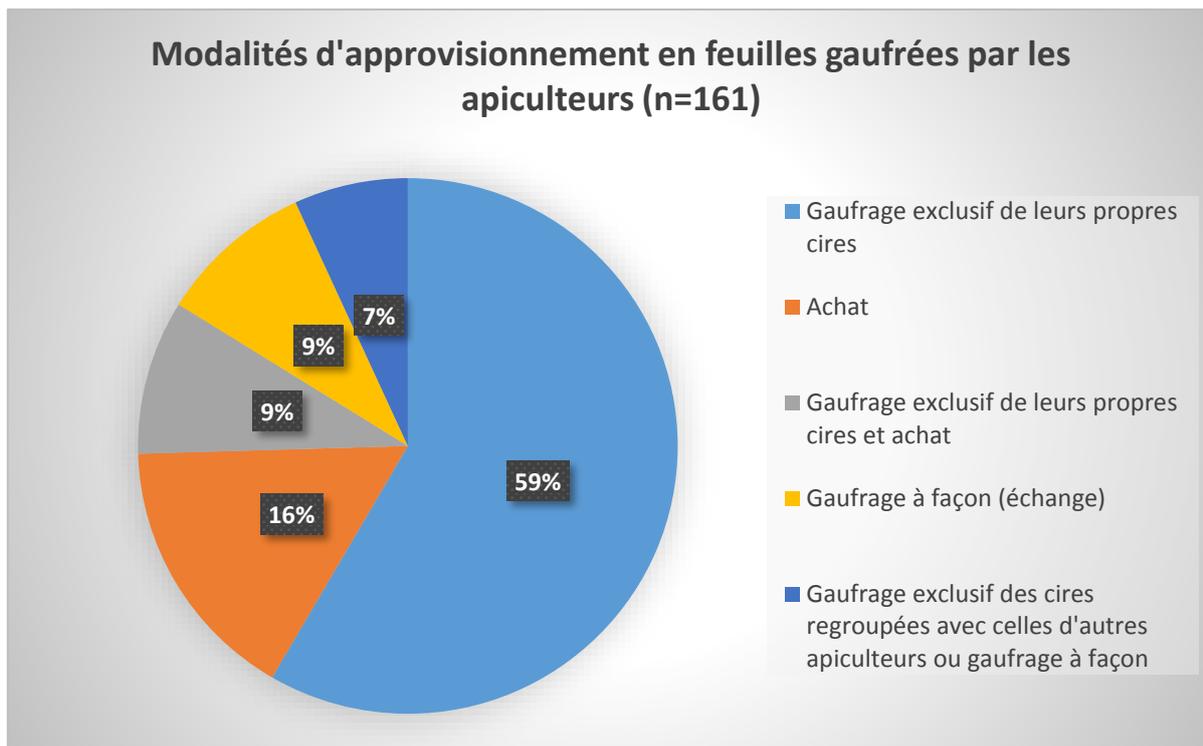


Figure 27 : Modalités d'approvisionnement en feuilles gaufrées par les apiculteurs

On constate que **59% des apiculteurs s'approvisionnent en feuilles gaufrées qui proviennent de la transformation exclusive de leurs cires**. Ils réalisent donc un circuit fermé qui leur permet de s'assurer de l'origine de la cire introduite. Ce pourcentage est assez élevé. En effet, les apiculteurs audités sont des professionnels et ont donc sûrement pour la plupart assez de ruches pour produire la quantité de cire minimale requise pour la transformation de leur lot personnel. Environ 9% des apiculteurs réalisent une transformation de leurs propres cires mais ne sont pas autosuffisants et réalisent donc également un achat de cire d'origine extérieure. Ils ne produisent donc pas assez de cire et réalisent cet achat par nécessité.

On note que 16% des apiculteurs se fournissent en feuilles en réalisant un achat chez le cirier ou un distributeur et ne recyclent donc pas leurs cires. Il est difficile d'avancer des hypothèses pour expliquer cette pratique. Il est possible que ces apiculteurs ne disposent pas des installations adéquates pour faire fondre leur cire ou décident de ne pas les fondre afin d'économiser du temps. Les achats réalisés par les apiculteurs sont tous d'origine inconnue : **à priori, aucune information sur la provenance des cires n'est demandée au vendeur par l'apiculteur.**

Le gaufrage à façon (échange de cire) est choisi par 9% des apiculteurs : les feuilles de cire qu'ils récupèrent proviennent de l'échange de leur pain de cire au cirier et sont d'origine inconnue. L'avantage de cette pratique pour l'apiculteur est qu'elle lui permet de repartir directement avec des feuilles gaufrées et lui évite d'attendre que ses pains soient transformés. L'inconvénient est que l'apiculteur ne connaît à priori ni l'origine, ni la qualité, à moins qu'il ne demande ces informations au cirier et que celui-ci soit en mesure de lui fournir. Enfin, 7% des apiculteurs regroupent leur cire avec celles d'autres apiculteurs, les feuilles récupérées proviennent soit de la transformation exclusive du lot constitué ou d'un échange du lot constitué contre des feuilles d'origine inconnue. Cette pratique est peu réalisée par les apiculteurs professionnels interrogés. Il semble cohérent que les apiculteurs privilégient la

transformation de leur propre cire quand cette solution est possible. Cela évite d'introduire des feuilles de cire provenant de la transformation d'un lot dont l'origine et potentiellement la qualité ne sont pas assurées.

3.2.6 La nature et la qualité de la cire apportée par l'apiculteur pour la transformation, l'échange ou le regroupement

Sur les 161 apiculteurs ayant répondu à la question précédente portant sur les modalités d'approvisionnement en feuilles, 135 réalisent une transformation de leur propre cire, un gaufrage à façon ou un regroupement de leur cire avec celle d'autres apiculteurs en vue d'un gaufrage du lot ou d'un échange. La nature de la cire apportée par l'apiculteur dans ces trois cas est présentée dans la figure 28. Ce graphique a été réalisé en croisant les données provenant des parties « Approvisionnement en cire » et « Circuit de la cire » de la grille des audits sanitaires. La nature de la cire apportée au cirier pour la transformation ou l'échange conditionne en général la qualité des feuilles de cire récupérées. Lors de la transformation d'un lot personnel, cela est évident car l'apiculteur récupère sa propre cire. Dans le cas du gaufrage à façon, d'après les entretiens réalisés avec les ciriers, l'échange se fait pour de la cire de qualité similaire (par exemple, si l'apiculteur ramène un pain de cire d'opercules, il récupère des feuilles issues de la fonte d'opercules). Dans le cas de collectes groupées organisées soit entre quelques apiculteurs, soit par un organisme de collecte, la nature des cires apportées par chaque apiculteur va conditionner la nature et la qualité du lot final collecté.

Ce graphique nous permet donc de manière indirecte d'avoir des renseignements sur la nature et la qualité des feuilles récupérées par les apiculteurs et qui seront ensuite introduites dans les ruches.

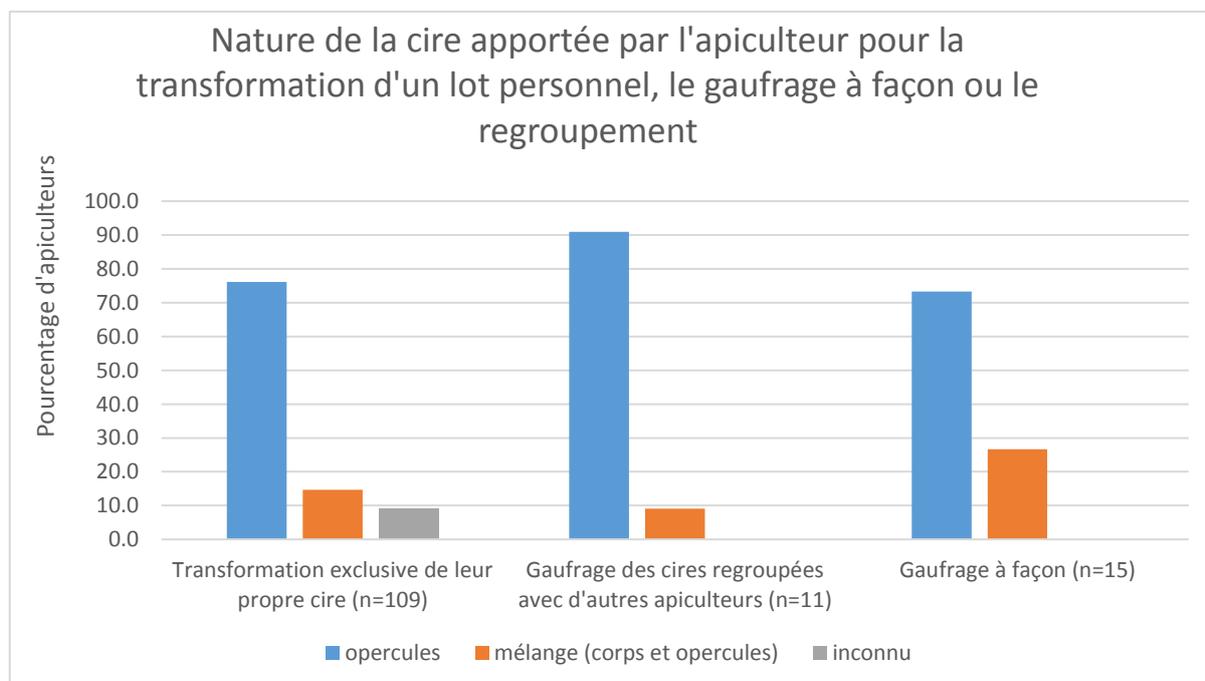


Figure 28 : Nature de la cire apportée par l'apiculteur pour la transformation d'un lot personnel, le gaufrage à façon ou le regroupement

De manière générale, dans plus de trois quarts des cas, la cire apportée par l'apiculteur est de la cire d'opercules. Cela rejoint les conclusions des paragraphes précédents : les apiculteurs décident d'écartier les cires de cadres et de recycler majoritairement les cires d'opercules pour des raisons de qualité. Sur les 109 apiculteurs qui réalisent une transformation de leur propre cire, environ 76 % amènent uniquement de la cire d'opercules. Près de 15% recyclent les deux types de cires. Dans 9% des cas, la nature de la cire apportée n'a pas pu être déterminée.

Dans le cas de collectes groupées, sur les 11 apiculteurs réalisant cette pratique, 10 amènent uniquement de la cire d'opercules. L'un des apiculteurs, organisant un regroupement de sa cire avec deux autres apiculteurs, précise qu'il a choisi des apiculteurs de confiance qui amènent uniquement de la cire d'opercules. Un seul apiculteur amène un mélange de cire d'opercules et de cire de cadres à un intermédiaire qui réalise une collecte groupée de cire (magasin de matériel apicole). On ne sait pas si ce dernier donne des préconisations à l'apiculteur concernant la nature de la cire à apporter. Le regroupement des cires avec celles de quelques apiculteurs en vue de leur transformation et réutilisation peut constituer une solution pour certains apiculteurs lorsque le poids minimum requis n'est pas atteint pour transformer un lot personnel. Lorsque l'apiculteur regroupe sa cire en passant par un organisme sanitaire (GDSA) ou un syndicat, on ne sait pas si celle-ci va être échangée ou transformée en circuit fermé.

Enfin, plus de deux tiers des apiculteurs choisissant le gaufrage à façon apportent de la cire d'opercules et repartent a priori avec des feuilles de même nature. Cependant, cela ne leur donne aucune garantie sur l'origine des feuilles récupérées. Un tiers des apiculteurs apporte un mélange de cires et reparte avec des feuilles provenant de la transformation de cires de cadres ou d'un mélange de cires.

POINTS CLÉS

Pour 59% des apiculteurs, un circuit fermé est réalisé. Par souci de qualité, la grande majorité d'entre eux recycle la cire d'opercules. **On a donc 50% des apiculteurs audités qui disent réaliser un circuit fermé avec de la cire d'opercules et qui respectent donc les bonnes pratiques préconisées dans le GBPA.** Cela signifie également que la moitié des apiculteurs ne respecte pas l'ensemble des bonnes pratiques préconisées. Certains semblent réaliser un achat d'origine extérieure par nécessité, d'autres par choix. De manière générale, les apiculteurs amènent majoritairement de la cire d'opercules à recycler, que ce soit pour l'autorenouvellement, un échange ou un regroupement.

3.2.7 Le contrôle de résidus de produits phytopharmaceutiques dans la cire utilisée par l'apiculteur

Les résultats de cette partie proviennent de l'analyse des données de la partie « Approvisionnement en cire - Contrôle de la présence de résidus phytopharmaceutiques dans les cires utilisées » de la grille des audits apicoles. Sur les 164 audits, 31 questionnaires ont été écartés en raison d'une absence de question à ce sujet dans le questionnaire utilisé par certains auditeurs ou d'une absence de réponse. 133 audits étaient donc exploitables pour cette question.

Pour 20% des apiculteurs audités, il y a eu au moins une fois un contrôle de la présence de résidus de produits phytopharmaceutiques¹⁹ dans la cire qu'ils utilisent (la cire « nouvelle » prête à être introduite dans la ruche). Ce contrôle n'est en réalité pas toujours à l'initiative de l'apiculteur. La répartition des analyses réalisées en fonction du commanditaire est présentée ci-dessous dans la figure 29.

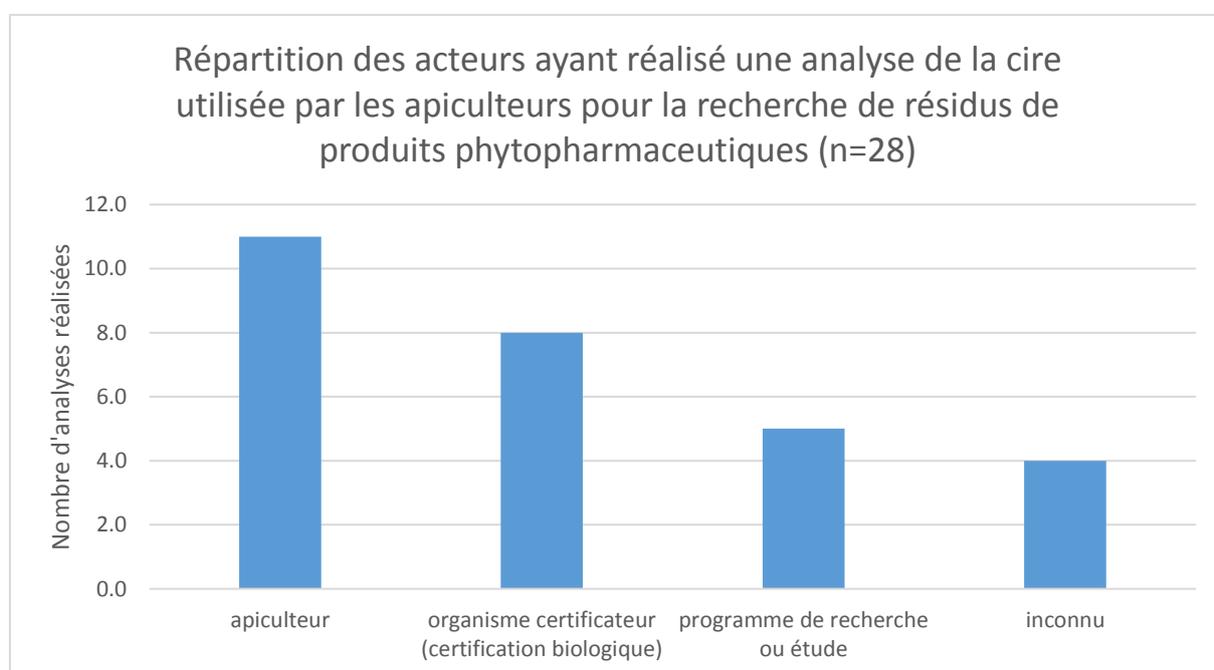


Figure 29 : Répartition des acteurs ayant réalisé une analyse de la cire utilisée par les apiculteurs pour la recherche de résidus de produits pharmaceutiques

8% des apiculteurs audités ont recherché au moins une fois la présence de résidus de produits phytopharmaceutiques dans la cire gaufrée utilisée. Les apiculteurs sont les premiers commanditaires en nombre à réaliser des analyses de résidus phytopharmaceutiques dans la cire tandis que les organismes certificateurs sont les deuxièmes. Dans ce dernier cas, les analyses sont effectuées dans le cadre de contrôle pour la certification biologique afin de vérifier que les apiculteurs utilisent de la cire provenant d'unités de production biologique. Chez cinq apiculteurs, des analyses ont été réalisées par le biais de programme de recherche ou d'étude. Enfin dans quatre cas, le questionnaire ne précisait pas dans quel cadre les analyses ont été réalisées. Les audits ne mentionnaient pas les résultats des analyses ou les molécules recherchées.

¹⁹ la définition est donnée dans la partie 1.5.2.2 : « les contaminants d'origine environnementale

3.2.8 Le contrôle de résidus dans la cire des ruches des apiculteurs

Les résultats de cette partie proviennent de l'analyse des données de la partie « Contrôle de résidus » de la grille des audits apicoles. Seules les données concernant le contrôle de résidus dans la cire ont été exploitées.

3.2.8.1 Le contrôle de résidus de traitement des abeilles dans la cire d'apiculteur

Sur les 164 audits, 18 questionnaires ont été écartés en raison d'une absence de question à ce sujet dans le questionnaire utilisé par certains auditeurs ou d'une absence de réponse. 146 audits étaient donc exploitables. Il est supposé ici que le terme « résidus de traitements des abeilles » correspond aux résidus de médicaments vétérinaires disposant d'une AMM ou de molécules utilisées par l'apiculteur délibérément dans le but de traiter les ruches de manière préventive ou curative.

Un contrôle de la présence de résidus de traitement des abeilles dans la cire a été réalisé au moins une fois pour 15% des apiculteurs audités. La répartition des acteurs ayant réalisé une analyse de la cire pour la recherche de résidus de traitement des abeilles est présentée dans la figure 30.

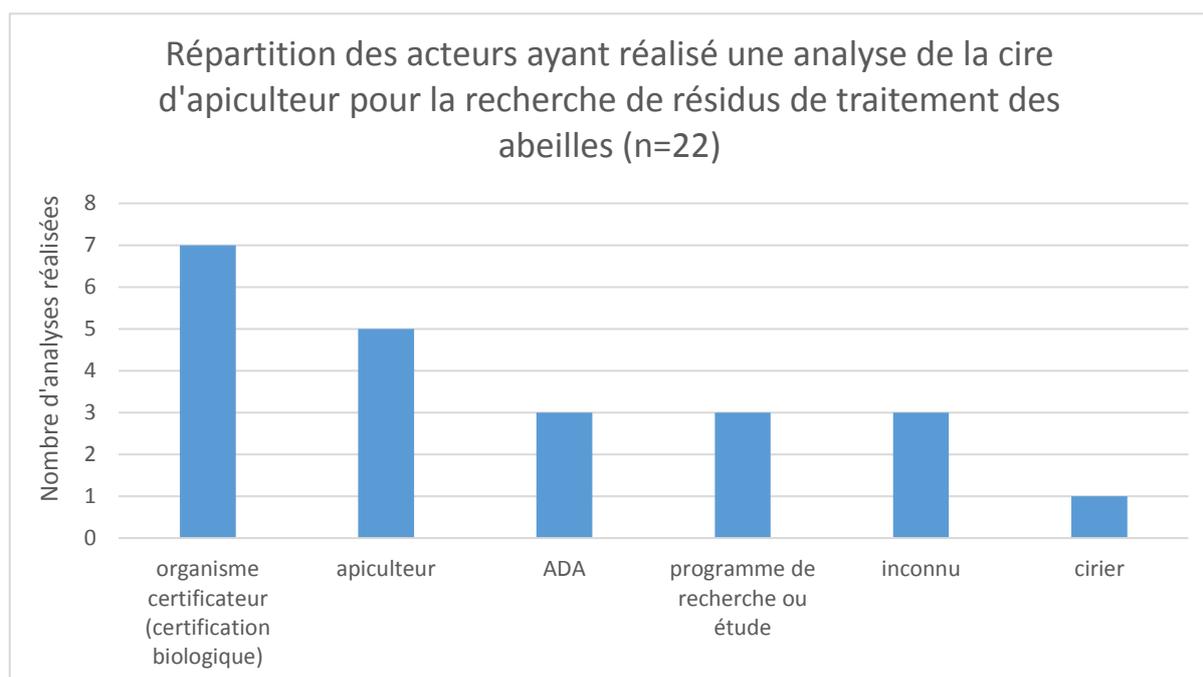


Figure 30 : Répartition des acteurs ayant réalisé une analyse de la cire d'apiculteur pour la recherche de résidus de traitement des abeilles

En premier lieu, les analyses sont réalisées chez des apiculteurs en production biologique dans le cadre de la certification biologique. Ces analyses permettent aux OC de vérifier la conformité des pratiques de l'apiculteur vis-à-vis de l'utilisation des médicaments en production biologique. Le deuxième commanditaire est l'apiculteur puisque cinq d'entre eux ont déjà effectué une analyse de cire pour rechercher des résidus de traitement des abeilles. Pour trois apiculteurs, des analyses ont été réalisées par les ADA et pour trois autres dans le cadre de programme de recherche ou d'étude. Dans trois autres cas, le questionnaire ne renseignait pas le commanditaire de l'analyse. Enfin, dans un cas, l'apiculteur a signalé que

c'est le cirier qui a réalisé des analyses sur la cire fournie. En effet, des ciriers réalisent des analyses de cire avant l'achat de certains lots afin de contrôler leur qualité.

3.2.8.2 Le contrôle de résidus de produits phytopharmaceutiques de l'environnement dans la cire d'apiculteur

Sur les 164 audits, 42 questionnaires ont été écartés en raison d'une absence de question à ce sujet dans le questionnaire utilisé par certains auditeurs ou d'une absence de réponse. 122 audits étaient donc exploitables.

Un contrôle de la présence de résidus de produits phytopharmaceutiques de l'environnement a été réalisé au moins une fois pour 11,5% des apiculteurs audités. Le pourcentage d'analyses réalisées est moins élevé que pour la recherche de résidus de traitement des abeilles. Ceci peut potentiellement s'expliquer par le fait qu'il est plus facile de cibler la recherche de résidus de médicaments vétérinaires que les résidus issus de l'environnement (le nombre de molécules à rechercher s'élève à quelques dizaines pour les médicaments vétérinaires contre quelques centaines pour les pesticides environnementaux). De plus, la connaissance des pratiques de l'apiculteur et des traitements utilisés permet également de cibler la recherche à quelques molécules précises tandis qu'il est plus difficile de connaître l'environnement de la ruche et les potentiels contaminants. La répartition des acteurs ayant réalisé une analyse de la cire pour la recherche de résidus de produits phytopharmaceutiques de l'environnement est présentée dans la figure 31.

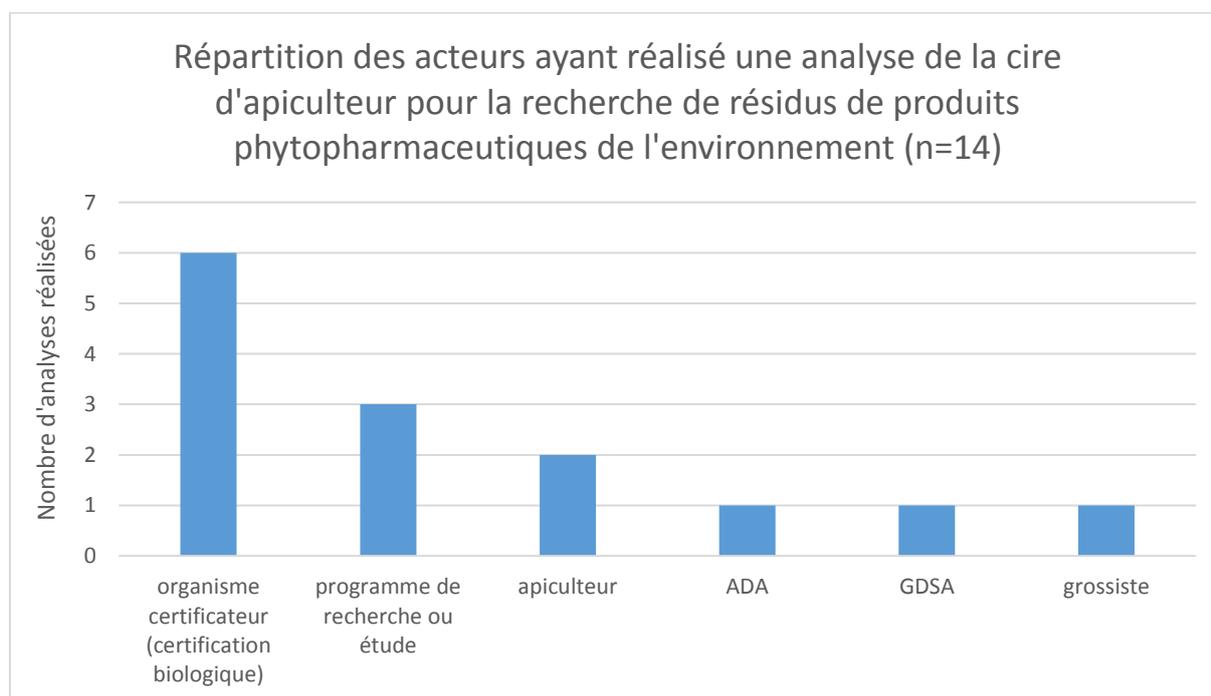


Figure 31 : Répartition des acteurs ayant réalisé une analyse de la cire d'apiculteur pour la recherche de résidus de produits phytopharmaceutiques de l'environnement

L'organisme certificateur est à nouveau le premier commanditaire des analyses. Dans cinq cas, les OC ont demandé une analyse multi-résidus pour la recherche à la fois des médicaments et des pesticides dans le même échantillon de cire. Les analyses réalisées chez les trois apiculteurs dans le cadre de programme de recherche ou d'étude ont également visé la recherche conjointe de médicaments vétérinaires et de résidus phytopharmaceutiques de

l'environnement. Les apiculteurs sont peu nombreux à réaliser ces analyses. D'autres acteurs peuvent réaliser des analyses comme des ADA, des GDSA ou encore un grossiste.

POINTS CLÉS

Le pourcentage d'analyses réalisées dans la cire utilisée par l'apiculteur ou présente dans les ruches est globalement peu élevé et ne dépasse pas 20%. L'apiculteur est le premier commanditaire pour la recherche de produits phytopharmaceutiques dans la cire qu'il utilise. Cependant, ce pourcentage est peu élevé puisque seulement 8% des apiculteurs ont réalisé une analyse sur de la cire gaufrée avant de l'introduire.

Très peu d'apiculteurs ont déjà recherché des résidus de médicaments vétérinaires (3,4% des apiculteurs) ou de produits phytopharmaceutiques de l'environnement (1,6% des apiculteurs) sur la cire présente dans les ruches. On peut supposer que les apiculteurs sont davantage préoccupés par l'introduction de cire contaminée dans leurs ruches que par leur contamination ultérieure par des résidus provenant d'intrants médicamenteux ou d'origine extérieure. Il est intéressant de constater que **dans 13 cas, le coût des analyses est mentionné comme un frein à leur réalisation.** Cela peut expliquer le faible pourcentage de réalisation des analyses et le fait que la majorité des analyses soit réalisée dans le cadre de contrôle pour la certification biologique ou d'études scientifiques.

3.3 Une organisation locale de collecte groupée de cire : un service à valoriser qualitativement

Ces collectes locales organisées par des GDSA et des syndicats apicoles départementaux permettent aux apiculteurs de donner des pains de cire et d'obtenir en retour des feuilles nécessaires pour le renouvellement des cadres. Les résultats suivants sont donnés grâce au questionnaire en ligne.

On recense 9 GDSA sur 39 et 43 syndicats apicoles départementaux sur 101 organisant une collecte de cire pour leurs adhérents. Selon les structures départementales, les modalités de collecte peuvent être différentes et sont présentées ci-dessous.

3.3.1 Les recommandations données aux apiculteurs et le contrôle de la cire apportée

8 GDSA sur 9 et 32 syndicats sur 43 donnent des recommandations à leurs adhérents concernant la nature de la cire qu'ils peuvent apporter pour une collecte. Celles-ci sont présentées dans les figures 32 et 33 pour chaque structure.

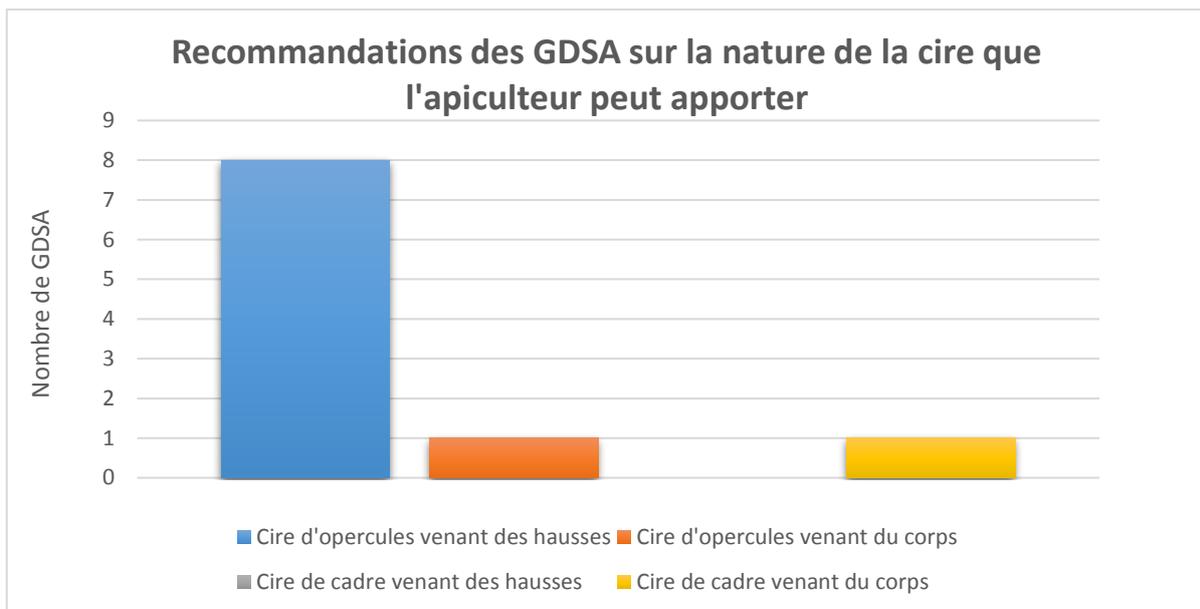


Figure 32 : Recommandations des GDSA sur la nature de la cire à apporter

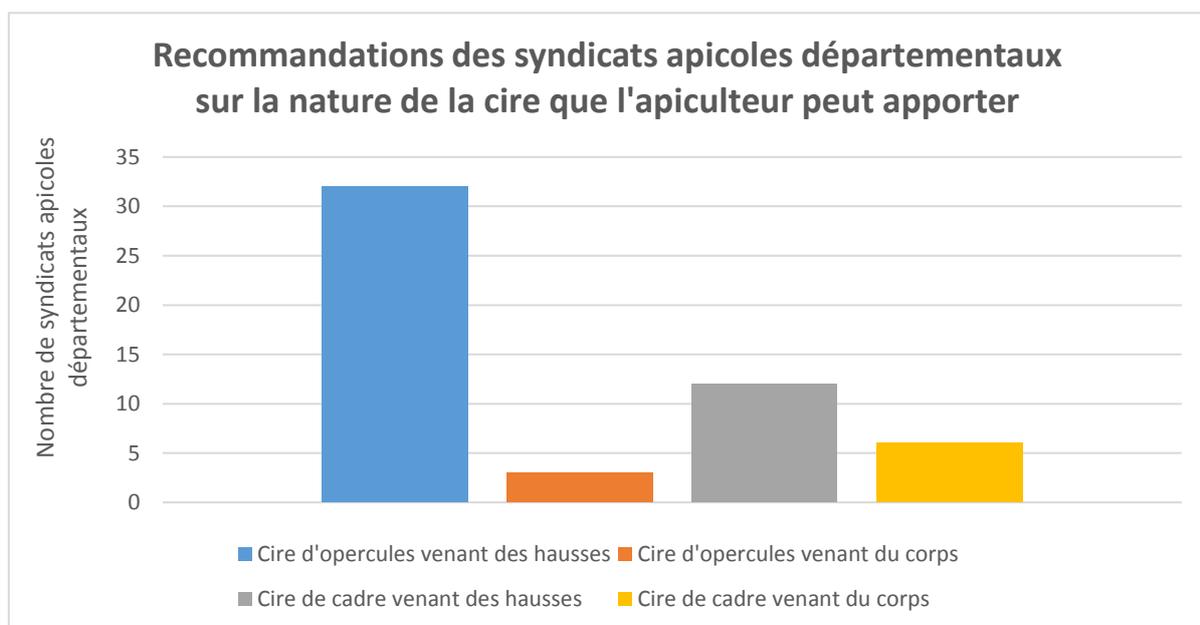


Figure 33 : Recommandations des syndicats apicoles départementaux sur la nature de la cire à apporter

On constate que :

- ✓ Toutes les structures conseillent à leurs adhérents de ramener de la cire d'opercules venant des hausses,
- ✓ 7 GDSA sur 8 conseillent de ramener uniquement de la cire d'opercules venant des hausses,
- ✓ 19 syndicats sur 32 conseillent de ne rapporter que de la cire d'opercules venant des hausses. Les autres recommandations portent principalement sur la cire de cadre venant des hausses. Certains syndicats permettent à leurs adhérents de ramener tous types de cire.

Il apparaît surprenant que certaines structures recommandent d'amener, entre autres, de la cire d'opercules provenant du corps. Cette cire est normalement non récupérée puisqu'elle sert à fermer les alvéoles contenant les larves ou les réserves des abeilles. De plus, elle est directement au contact des cires de cadres du corps qui sont les cires les plus contaminées. Un transfert de résidus est possible et elle est donc potentiellement chargée en résidus.

La majorité des GDSA et des syndicats apicoles départementaux a mis en place un **contrôle visuel** de la cire apportée permettant d'avoir une idée de sa nature et de savoir si les recommandations données sont suivies.

- ✓ 6 GDSA sur 8 effectuent ce contrôle et déclarent **qu'en général les apiculteurs respectent les recommandations données.**
- ✓ 31 syndicats apicoles départementaux sur 32 effectuent un contrôle, **22 déclarent qu'en général les apiculteurs respectent les recommandations**, 2 qu'ils les respectent totalement, 4 qu'ils les respectent parfois et 1 jamais. Les 3 restants déclarent ne pas savoir estimer si la cire collectée correspond aux recommandations données.

3.3.2 L'organisation du recyclage de la cire

La logistique de collecte et de l'envoi de cire pour les GDSA et les syndicats apicoles départementaux peut être différente d'une structure à une autre (cf. figures 34 et 35 ci-dessous).

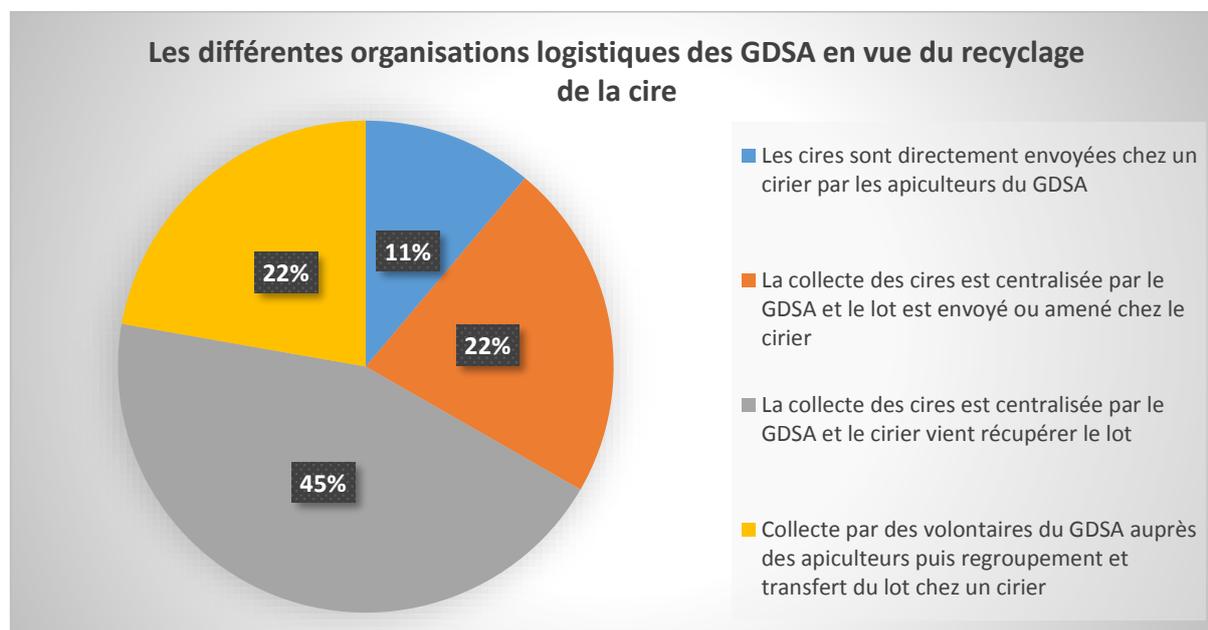


Figure 34 : Les différentes organisations logistiques des GDSA en vue du recyclage de la cire

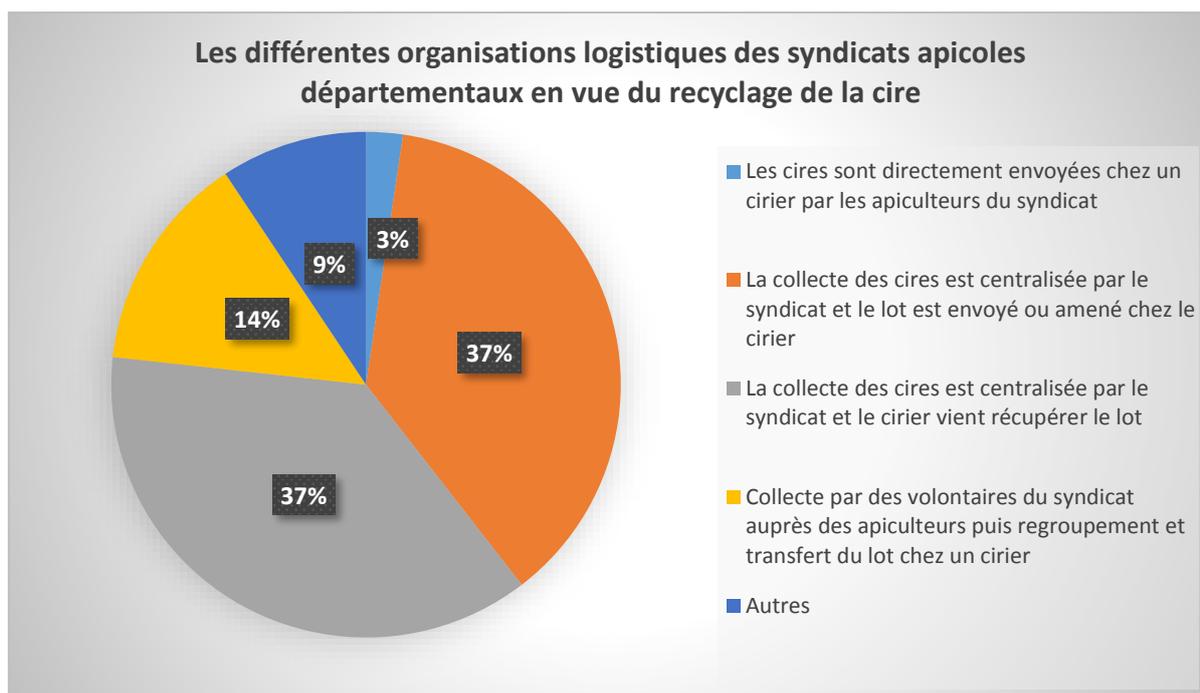


Figure 35 : Les différentes organisations logistiques des syndicats apicoles départementaux en vue du recyclage de la cire

Une grande partie des organismes de collecte fait appel à un cirier pour prendre en charge la cire collectée. La cire est alors envoyée chez le cirier ou récupérée sur place par celui-ci. La catégorie « Autres » correspond à des modalités de collecte et de transformation différentes de celles proposées. Par exemple, on peut citer le passage par un intermédiaire (un fournisseur de matériel apicole), la transformation directe de la cire grâce à un atelier appartenant au syndicat apicole départemental ou la location aux adhérents du syndicat d'une machine à gaufrer manuelle.

Les poids du lot total des cires collectées par les différentes structures est très variable. Il peut aller de 100 kg à 1500 kg. En général, la cire est envoyée au cirier une fois dans l'année mais ce chiffre peut monter jusqu'à 5 fois par an.

La moitié des GDSA et environ un tiers des syndicats apicoles départementaux organisant une collecte recyclent leur cire en circuit fermé. Cela signifie que les feuilles de cire récupérées proviennent uniquement de la transformation de la cire collectée auprès de leurs adhérents. Ceux-ci distribuent ensuite les feuilles de cire aux adhérents. Dans les autres cas, la cire collectée est récupérée par un cirier ou un distributeur qui donnent directement en échange des feuilles de cire ayant une autre origine. Il s'agit donc d'un gaufrage à façon. En général, les structures qui ne réalisent pas de circuit fermé ne connaissent ni le poids total de cire qu'elles collectent, ni le poids minimum demandé par leur cirier et semblent manquer d'informations à ce sujet.

POINTS CLÉS

Une grande partie des syndicats apicoles départementaux et quelques GDSA organisent une collecte de cire pour leurs adhérents. La majorité d'entre eux préconise à leurs adhérents de **ramener de la cire provenant des opercules des hausses** et estime que ceux-ci respectent **en général** cette recommandation grâce à un **contrôle visuel**. Toutefois, plus de la moitié des structures **ne réalisent pas un circuit fermé permettant de bénéficier de la qualité de la cire collectée auprès de leurs adhérents.**

3.4 Les ciriers, transformateurs de la cire

3.4.1 Présentation générale des entreprises visitées et de leurs services

Il s'agit de trois entreprises familiales dans lesquelles le travail de la cire est effectué de génération en génération. La transformation de la cire constitue leur cœur de métier même si d'autres activités sont développées comme la fourniture de matériel apicole, la production de miel ou le travail du bois pour la construction de ruches.

Il s'agit des trois plus grosses entreprises productrices de feuilles de cire en France. Le volume de production diffère selon les entreprises et varie de 65 tonnes jusqu'à plus d'une centaine de tonnes par an. Le rayon d'activité est national pour les trois entreprises et international pour l'une d'entre elles.

Les services proposés par ces ciriers sont :

✓ **La vente de feuilles de cire gaufrée**

Les feuilles de cire gaufrée proposées à la vente peuvent être de qualité différente, les ciriers les classent en trois grands groupes :

- la cire provenant uniquement des opercules des hausses,
- les autres cires (cires des cadres amenées par les apiculteurs ou cires importées),
- la cire issue de l'apiculture biologique.

✓ **Le gaufrage à façon**

L'apiculteur amène sa cire sous forme de pain et l'échange contre des feuilles de cire gaufrée (mais ne provenant pas de son lot). Le poids en feuilles de cire récupéré par l'apiculteur correspond au poids de cire brute apporté auquel on retire en général 5%. Ce pourcentage correspond à la perte moyenne observée lors de la transformation de la matière brute en produit fini. L'échange se fait pour de la cire de qualité similaire : si l'apiculteur amène de la cire provenant d'opercules, le cirier lui donnera des feuilles de cire issues d'opercules. Certains ciriers s'assurent de la qualité de la cire apportée en faisant signer une attestation sur l'honneur à l'apiculteur certifiant que la cire est issue d'opercules des hausses. D'autres conditions peuvent être mentionnées sur ce certificat, telles que le respect de l'utilisation des médicaments vétérinaires autorisés en apiculture.

✓ **La transformation d'un lot personnel**

Il s'agit du gaufrage exclusif des cires amenées par l'apiculteur. Les ciriers rencontrés requièrent un poids minimum pour gaufrer un lot personnel. Ce poids est de 80 kg pour deux d'entre eux et de 200 kg pour le dernier.

3.4.2 Le procédé de transformation à proprement parler

Il existe deux procédés de transformation : le procédé de gaufrage avec pré-laminage de la cire et le procédé de coulage. Les trois ciriers rencontrés utilisent le premier procédé. Le pré-laminage permet d'obtenir des feuilles de cire moins cassantes que le procédé de coulage.

Pour le premier procédé, les étapes de la fabrication de feuilles de cire sont présentées ci-dessous, d'après les informations collectées auprès des ciriers rencontrés.

✓ Origine des matières premières et destination des produits

La cire brute utilisée pour la fabrication de feuilles de cire peut provenir de France ou de pays étrangers. Un des ciriers rencontrés achète et transforme exclusivement de la cire provenant des apiculteurs français. Les deux autres se fournissent en France mais également à l'international (UE ou pays tiers). Les feuilles de cire produites sont majoritairement destinées aux apiculteurs français et sont vendues directement par le cirier ou par des distributeurs (magasins de matériel apicole, jardinerie).

Un des ciriers réalise l'envoi de cire vers des régions exigeant son irradiation par des rayons ionisants. Il fait donc appel à une entreprise qui ionise la cire brute puis la lui retourne pour qu'il la transforme en feuilles.

NB : les pays ou les régions d'importation et d'exportation de cire d'abeille (pour tout usage) sont mentionnés dans la partie 3.1.1.

✓ Réception et tri de la cire

La cire brute apportée par les apiculteurs est sous forme de pain. Le tri est effectué en fonction de deux facteurs :

- l'**aspect visuel** et notamment la couleur. Certains ciriers écartent du circuit apicole les cires jugées trop foncées (brunes voire noires). Elles partent alors dans un autre circuit (raffinerie, cosmétiques) ou sont refusées,
- la **nature** (opercules, autres cires, ou provenant de production biologique).

A son arrivée, la cire est pesée et stockée dans des palox (grandes caisses) en plastique ou en bois. Un des ciriers utilise des contenants de couleur différente, chacune se référant à une nature de cire. Chacun des ciriers enregistre la date de dépôt, le nom de l'apporteur, la nature, le poids apporté ainsi que le format de feuilles souhaité par l'apiculteur.



Figure 36 : Palox rempli de pains de cire garantie « issue des opercules des hausses »
(©Agnès Schryve)



Figure 37 : Palox rempli de pains de cire non garantie « issue des opercules des hausses »
(©Agnès Schryve)

✓ Constitution d'un lot

Un lot peut être défini comme « une quantité définie d'une marchandise déterminée, fabriquée ou produite dans des conditions présumées uniformes » (ISO 2006). Les ciriers regroupent des pains afin de constituer un lot à transformer.

- Cas d'un lot personnel : il est uniquement composé des pains apportés par l'apiculteur ou du lot groupé collecté.
- Les autres cas : la constitution du lot est faite en fonction de la qualité (les cires d'opercules sont transformées ensemble, de même pour les cires « bio » et les autres cires). Elle s'effectue la plupart du temps en fonction de l'arrivage chronologique : les cires sont ajoutées au fur et à mesure dans un palox. Dès lors qu'un ou plusieurs palox sont remplis, ils sont utilisés pour réaliser un lot.

Il est intéressant de noter qu'un des ciriers constitue son lot afin d'obtenir une couleur homogène d'un lot sur l'autre, il effectue donc une association de cires de différentes teintes pour pouvoir proposer à ses clients un produit similaire à chaque fois.

✓ Fonte de la cire



Figure 38 : Cuve de fonte contenant de la cire fondue
(©Agnès Schryve)

Les pains de cire du lot constitué sont placés dans des cuves de fonte dont la contenance maximale est, en général, de 500 kg. Celles-ci sont en inox et présentent une double paroi contenant de l'huile calorifique permettant de monter à des températures supérieures à 100°C. Le chauffage est réalisé pendant quelques heures (pendant toute une nuit pour l'un des ciriers) et permet la fonte des pains ainsi qu'une décantation des impuretés et des déchets potentiellement encore présents vers le fond de la cuve. Cette étape de décantation est parfois réalisée dans des cuves différentes appelées cuves à décantation. Dans ce

cas, le lot est transféré de la cuve de fonte à la ou les cuves à décantation. Les impuretés déposées au fond de la cuve peuvent être enlevées à plusieurs moments : l'un des ciriers ouvre une vanne en bas de la cuve une fois que la cire est fondue, ce qui permet leur évacuation, les deux autres les enlèvent à la fin de la transformation.

Deux ciriers effectuent un traitement thermique à « haute température » (>120°C), un autre à « basse température » (< 95°C). Tous considèrent que le traitement thermique est un point critique pour la maîtrise des dangers (CCP) vis-à-vis des spores de loque américaine et que les barèmes qu'ils appliquent permettent la stérilisation de la cire vis-à-vis de ce danger. Cependant, aucune référence scientifique ne permet de le confirmer. De plus, aucun professionnel rencontré ne réalise des analyses microbiologiques de routine visant la recherche de spores de loque sur le produit fini. L'un des ciriers en a réalisé une fois sur un lot de produit fini. Les résultats de cette analyse notifiaient alors une absence de spores de loque cependant ceci ne peut constituer une validation du barème de stérilisation utilisé. Toutefois, l'un des ciriers rencontrés est en voie de valider son protocole de traitement thermique pour la destruction des spores de loque américaine.

Pour les procédés « haute température », un enregistrement de la température est réalisé grâce à des sondes placées dans la cuve ou directement intégrées à celle-ci. Pour chaque « stérilisation » de lot, une vérification systématique du barème présent sur l'enregistrement est effectuée avant de poursuivre le procédé. Dans le cas où le barème n'a pas été respecté, la cire est stérilisée à nouveau.

L'un des ciriers a fait le choix d'utiliser un procédé « basse température ». Il mentionne que chauffer la cire à des températures plus élevées entraînerait sa dénaturation. A ce propos, la littérature stipule qu'un chauffage à 100°C pendant 24 heures entraîne un passage du ratio ester sur acide en dessous de la limite retenue pour la cire d'abeille pure (Bogdanov 2009a). Chez ce professionnel, la température est mesurée en continu et permet donc, contrairement aux autres, de vérifier qu'elle ne dépasse pas une certaine limite.

✓ Laminage

La cire fondue sort de la cuve en passant par un tuyau. Elle arrive au niveau d'un bac contenant de l'eau chaude. La cire, moins dense que l'eau, reste en surface puis vient au contact d'un rouleau. Dans celui-ci, un flux d'eau froide circule en sens inverse de son sens de rotation et permet de refroidir la paroi, sur laquelle se forme alors une pellicule très fine de cire qui fige de manière quasi-instantanée.



Cette pellicule est ensuite raclée par une lame et mise sous pression par un bloc compresseur. Elle est progressivement poussée à l'extérieur, passe au niveau d'une zone de rétrécissement et sort sous forme de ruban continu d'environ 2 à 3 millimètres d'épaisseur. Celui-ci passe ensuite dans un bac rempli d'eau contenant un savon démoulant. Ce dernier permet d'éviter que la cire ne colle aux rouleaux gaufreurs. Certains ciriers ont réalisé des analyses visant la recherche de résidus de ce savon démoulant dans le produit fini. Aucune trace de celui-ci n'a été retrouvée.

Figure 39 : Laminage de la cire

(©Agnès Schryve)

✓ Gaufrage



Figure 40 : Passage par le bac d'eau puis par les rouleaux gaufreurs

(©Agnès Schryve)

La bande de cire gaufrée est ensuite coupée en largeur puis en longueur aux dimensions souhaitées et les feuilles sont empilées progressivement. Elles sont ensuite emballées dans des cartons.

Les chutes de cire gaufrée, visibles en bas de l'illustration ci-contre, sont mises dans la cuve de fonte au cours de la transformation ou alors sont stockées puis utilisées lors de la constitution d'un nouveau lot.

Le ruban passe ensuite entre deux rouleaux gaufreurs. Ceux-ci vont permettre à la fois de réduire l'épaisseur du ruban de cire en l'aplatissant et d'apposer sur ses deux faces les motifs des alvéoles. Des rouleaux gaufreurs différents peuvent être utilisés pour réaliser des feuilles aux motifs de cellules mâles.

✓ Découpe des feuilles



Figure 41 : Découpe des feuilles

(©Agnès Schryve)

✓ Récupération du fond de cuve et destruction des déchets

A la fin du procédé de transformation, il reste un **fond de cuve et des déchets** qu'il est nécessaire d'enlever avant de réaliser le nettoyage. Le fond de cuve est défini par deux critères comme **la quantité de cire résiduelle** présente en fin de transformation dans la cuve de fonte ou dans le bac d'eau disposé avant le laminoir et **qu'il est impossible de gaufrer**. Pour un autre, il ne s'agit pas de cire mais uniquement des déchets restants dans la cuve de fonte après la transformation. Pour la suite de l'étude, **le fond de cuve sera désigné comme « la quantité résiduelle de cire restant à la fin de la transformation ne pouvant pas être gaufrée »**. On retiendra le terme « déchets du fond de cuve » pour les déchets et impuretés résiduels.

Le fond de cuve peut avoir plusieurs destinations :

- lors de la transformation d'un lot personnel, il est rendu à l'apiculteur sous forme de pain de cire.
- dans les autres cas, le cirier peut le réutiliser et l'ajouter à un nouveau lot.



Figure 42 : Déchets du fond de cuve

(©Agnès Schryve)

Les déchets sont enlevés par le haut de la cuve. Ils sont détruits ou donnés à des agriculteurs qui les utilisent en tant qu'engrais.

✓ **Nettoyage et désinfection**

Pour tous les ciriers, le nettoyage est réalisé entre chaque lot transformé. Pour deux ciriers, le nettoyage des cuves de fonte et des machines est réalisé à l'eau froide à l'aide d'un karcher si nécessaire. Les morceaux résiduels de cire présents sur les machines peuvent être grattés avec des brosses. L'un des ciriers réalise le nettoyage à chaud permettant de liquéfier la cire. Il utilise également de l'eau de javel à hauteur de 3 ppm de chlore par litre pour assurer le nettoyage des cuves, des machines et des locaux.

3.4.3 La traçabilité mise en place

En hygiène des aliments, d'après le règlement (CE) n°178/2002, la traçabilité est définie comme « la capacité de retracer, à travers toutes les étapes de la production, de la transformation et de la distribution, le cheminement d'une denrée alimentaire ».

Les trois ciriers rencontrés ont mis en place un système de traçabilité. Un numéro est défini pour chaque lot de produit fini et permet de retrouver les fournisseurs de cire brute ainsi que les clients ayant acheté les feuilles de cire. Chaque cirier a un système d'archivage des documents de traçabilité.

Un exemple de traçabilité mise en place chez un cirier est présenté ci-après de la réception des matières premières jusqu'au produit fini.

✓ Réception et stockage

- pour les lots importés, le numéro de lot du fournisseur est utilisé pour identifier la cire lors du stockage,
- pour les autres lots, la cire est placée dans un palox numéroté. Le nom de l'apporteur est enregistré et associé au numéro du palox. Il peut y avoir un seul ou plusieurs apporteurs associés au numéro de palox.

✓ Transformation

Un numéro de lot est créé pour le produit fini. Il correspond à la date ainsi qu'à l'ordre de réalisation de la stérilisation du jour. A ce numéro, sont associés les numéros de palette ou de palox des cires introduites dans la cuve de fonte. Il est indiqué sur un papier le numéro de produit fini, les numéros de palettes ou de palox associés, le numéro de la cuve de fonte de la cire et les numéros des cuves à décantation. Ensuite, le numéro du produit fini est inscrit sur une étiquette qui suivra progressivement la cire tout au long du procédé de fabrication : sur la cuve de fonte, la ou les cuves à décantation, les différentes machines et enfin sur l'étiquette du carton de feuilles de cire.

Globalement, les systèmes de traçabilité interne semblent correctement mis en place mais **la traçabilité aval est perfectible**. En effet, l'un des ciriers ne réalise pas systématiquement l'étiquetage de ses produits finis. Pour les professionnels travaillant avec de la matière brute importée, l'origine de celle-ci n'est pas mentionnée sur l'étiquette des produits finis. Cependant, l'indication de cette dernière n'est pas imposée par la réglementation. Ce manque de transparence engendre dans le premier cas une **perte de traçabilité aval** et de manière générale des **doutes de la part des consommateurs sur la fiabilité des professionnels et de leurs produits**.

3.4.4 Les analyses réalisées

Les trois ciriers rencontrés réalisent des analyses de cire. Il s'agit d'analyses multi-résidus permettant la recherche d'un grand nombre de molécules appartenant aux familles des acaricides, des pesticides et parfois des antibiotiques. Un des ciriers réalise systématiquement une analyse d'adultération sur la cire importée. Les analyses sont effectuées :

- ✓ dans le cadre d'autocontrôles du procédé de nettoyage pour vérifier l'absence de contamination des lots de cires conventionnelles vers les lots de cires provenant d'unités de production biologique,
- ✓ pour évaluer la fiabilité des fournisseurs et la qualité de la matière première, sur des lots de cire importés de pays tiers ou des lots de cires français de volume conséquent,
- ✓ pour respecter les exigences réglementaires des pays importateurs de cire,
- ✓ pour essayer d'avoir une idée de la contamination des cires en fonction de l'environnement des ruches,
- ✓ à la demande du client,
- ✓ dans le cas de l'analyse d'adultération sur les lots importés, celle-ci vise la recherche de paraffine afin d'être certain que le produit soit de la cire d'abeille « pure ».

Les prélèvements sont réalisés sur la matière première (la cire brute sous forme de pain), le produit intermédiaire (cire fondue dans la cuve de fonte) ou le produit fini (la feuille de cire).

Chaque cirier considère qu'il est essentiel d'évaluer le niveau de contamination en résidus des cires brutes. Cependant, ils ne peuvent pas analyser tous les lots de cires apportés (certains apiculteurs apportent de très faible quantité de cire) et **choisissent donc d'analyser les lots importés et les lots de volume conséquent**. A ce jour, on ne connaît pas les **seuils en résidus retenus par les ciriers** pour accepter ou refuser un lot de cire brute. Concernant l'achat de cire provenant d'unité de production biologique, l'un des ciriers transmet ses résultats d'analyse pour interprétation à son organisme certificateur.

L'analyse en laboratoire d'adultération de la cire par de la paraffine est effectuée par un seul cirier. Le résultat donné par le laboratoire permet de savoir précisément s'il s'agit de cire d'abeille « pure ». L'un des ciriers contrôle visuellement le produit lors de la fonte. Cependant, cette méthode ne permet pas de détecter des teneurs en paraffine inférieures à 5% (Bogdanov 2009a).

POINTS CLÉS

Les procédés techniques de transformation des ciriers rencontrés sont globalement similaires. La différence majeure réside dans les barèmes thermiques appliqués lors de la fonte de la cire. Les professionnels **considèrent ces barèmes suffisants pour réaliser une stérilisation vis-à-vis des spores de loque américaine mais n'en apportent pas la preuve. En l'absence de référence scientifique à ce sujet, les professionnels doivent aujourd'hui valider leur barème de traitement thermique.**

Le risque de contamination croisée entre différents lots apparaît maîtrisé par le retrait systématique des fonds de cuve et des déchets entre chaque lot et les procédés de nettoyage mis en place.

Concernant les **dangers chimiques**, ceux-ci sont pris en compte d'abord pour certains ciriers par **un tri visuel** des matières premières permettant d'écarter les cires trop foncées susceptibles d'avoir accumulées davantage de contaminants. **La réalisation d'analyses multi-résidus leur permet d'estimer**, uniquement pour certains lots achetés, **la qualité de la matière première** et dans certains cas de les refuser. Cependant, on ne connaît pas les seuils retenus par les ciriers pour accepter ou refuser un lot et il apparaît un manque de références officielles sur lesquelles ils pourraient baser leur décision.

La **recherche d'adultération par analyses** sur la matière première est mise en place uniquement chez un professionnel pour la cire importée. Elle est **pourtant le seul garant de la pureté de la matière première achetée.**

Enfin, les traçabilités interne et amont semblent correctement mises en place chez les trois ciriers rencontrés. Cependant, **le système de traçabilité aval est perfectible**, notamment concernant les informations figurant sur l'étiquetage des produits finis.

3.5 Disponibilité et qualité des méthodes d'analyse

Les résultats de cette partie viennent de l'analyse du questionnaire envoyé aux laboratoires et des entretiens réalisés avec différents acteurs (Anses Sophia Antipolis, ciriers, apiculteurs).

3.5.1 Les freins à l'analyse de cire sont nombreux

L'annuaire des laboratoires²⁰ établi par l'ITSAP recense neuf laboratoires effectuant des analyses dans la cire de résidus de pesticides, cinq des analyses d'acaricides, quatre des analyses d'antibiotiques. Il n'existe qu'un seul laboratoire dans l'annuaire proposant des analyses physico-chimique et d'adultération de la cire. Les laboratoires proposant des analyses de la cire recensés dans l'annuaire de l'ITSAP sont présentés dans le tableau VII.

Tableau VII : Les analyses de cire d'abeille proposées par les laboratoires référencés dans l'annuaire de l'ITSAP

	Résidus de pesticides	Médicaments vétérinaires (hors antibiotiques) ou produits de lutte contre <i>Varroa</i>	Résidus d'antibiotiques	Analyses physico-chimiques*
GIRPA (France)	x			
HOHENHEIM (Allemagne)	x	x		
INTERTEK (Allemagne)	x	x	x	x
ILVO (Belgique)			x	
IZSLER (Italie)	x		x	
IZSve (Italie)	x			
Michaud (France)	x	x		
Phytocontrol (France)	x	x		
PRIMORIS (France)	x			
PYRENEES (France)	x	x	x	

*les analyses physico-chimiques comprennent la recherche de l'acidité, de l'adultération par de la paraffine, le point de fusion, le ratio (teneur en esters/teneur en acides), la teneur en esters, la teneur en peroxyde et la valeur de saponification.

²⁰ Lien de la page : <http://itsap.asso.fr/outils/laboratoires/annuaire-labos/>

L'offre recensée en analyse de cire est peu élevée et peut s'expliquer par la difficulté à analyser cette matrice et par l'absence d'exigences réglementaires ou contractuelles sur la qualité des cires.

D'après l'étude de terrain, les commanditaires des analyses sont les apiculteurs, les ciriers, les organismes certificateurs et le MAAF. La majorité d'entre eux demande une analyse multi-résidus permettant la recherche des acaricides et d'un grand nombre de pesticides. Ces derniers sont en effet souvent soupçonnés d'être à l'origine de la mortalité des colonies. Certains laboratoires interrogés constatent une tendance à l'augmentation des demandes d'analyse multi-résidus de cire. Cependant, dans deux cas, celles-ci s'élèvent à peine à quelques dizaines de demandes par an. Ceci peut notamment s'expliquer par le coût très élevé de l'analyse (plus de 200 euros pour une analyse multi-résidus). Les apiculteurs et les ciriers interrogés mentionnent des difficultés dans le choix et les modalités du prélèvement à effectuer (types de cires à prélever, localisation du prélèvement dans la ruche, étape du procédé de transformation pour le cirier...) et un manque de confiance accordé dans les résultats.

3.5.2 Les méthodes d'analyse des résidus de pesticides et d'acaricides sont perfectibles

Les méthodes d'analyse des résidus peuvent être classées en deux grands groupes :

- ✓ les méthodes mono-résidu qui permettent la recherche d'un résidu en particulier ;
- ✓ les méthodes multi-résidus qui permettent la recherche de plusieurs résidus.

Suite à l'entretien réalisé avec l'Anses Sophia Antipolis, il apparaît qu'il n'existe pas de méthode d'analyse officielle²¹ ou de référence²² pour l'analyse multi-résidus de pesticides et d'acaricides dans la matrice cire. Il n'existe pas non plus de méthodes reconnues au niveau international ou national publiées et validées.

Dans ce cas, la **validation de la méthode d'analyse se fait par chaque laboratoire en interne.**

La validation d'une méthode s'effectue par rapport à des critères de performance choisis par le laboratoire ou donnés par certains référentiels. Les critères de performance servent à évaluer la sensibilité, la spécificité, la fiabilité de la méthode et l'incertitude du résultat.

En général, les méthodes d'analyse multi-résidus utilisées par les laboratoires interrogés sont la chromatographie en phase liquide ou gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

Les trois laboratoires ayant répondu au questionnaire ont chacun validé leur méthode d'analyse en interne. Les critères de performance de chaque laboratoire ont été comparés aux critères de performance des méthodes d'analyse proposés dans le document d'orientation sur le contrôle analytique de la qualité et les procédures de validation des méthodes pour l'analyse des résidus de pesticides dans les denrées alimentaires et les aliments pour animaux (European Commission, Directorate-General for Health and Food Safety 2016). **Au vu des critères de performance retenus par les laboratoires, les méthodes d'analyse multi-résidus utilisées sont perfectibles.** Néanmoins, il est intéressant de signaler qu'un des laboratoires a

²¹ Méthode d'analyse rédigée par le LNR publiée au Bulletin officiel du ministère chargé de l'Agriculture ou dans un texte officiel international, à mettre en œuvre pour la réalisation d'analyses officielles.

²² Méthode d'analyse reconnue par des experts ou prise comme référence par accord entre les parties, qui donne, ou est supposée donner, la valeur de référence acceptée de la grandeur de l'analyte à mesurer

pour projet de développer une nouvelle méthode pour l'analyse de la cire. Le laboratoire de l'Anses Sophia Antipolis a également travaillé sur le développement et la validation d'une méthode d'analyse multi-résidus des acaricides dans la cire. Cependant, certains critères de performance retenus n'ont pas été atteints et ce projet est pour l'instant à l'arrêt.

POINTS CLÉS

Les demandes d'analyse de cire portent majoritairement sur la **recherche de résidus d'acaricides et de pesticides**. Celles-ci semblent peu nombreuses en raison des freins budgétaires et du manque de confiance des acteurs de la filière apicole dans les résultats de ces analyses. Les **méthodes d'analyse multi-résidus de pesticides et d'acaricides des laboratoires sollicités sont des méthodes validées en interne par chaque laboratoire et sont perfectibles**.

3.6 L'évaluation de la conformité des cires « bio » par les organismes certificateurs : une absence de référentiel harmonisé

D'après l'étude de terrain, il apparaît que des cires utilisées en production biologique ne soient pas indemnes de résidus d'acaricides (présence de coumaphos, tau-fluvalinate) ou de pesticides (pyréthrinoides). **Malgré l'absence de seuil réglementaire en résidus d'acaricides et de pesticides dans la cire, certains OC réalisent parfois des analyses de cire de leurs opérateurs afin d'évaluer la conformité de leurs pratiques.**

Les OC vont s'assurer que les apiculteurs utilisent de la cire provenant d'unité de production biologique en effectuant des vérifications documentaires (factures, étiquette avec certification, ...) **ainsi que des analyses de cire multi-résidus visant à rechercher des pesticides d'origine environnementale, des acaricides ou des antibiotiques**. Ces analyses ne sont pas systématiques, elles sont réalisées selon un plan d'échantillonnage construit par chaque OC. L'un d'entre eux effectue des analyses de cire pour environ 10% des apiculteurs contrôlés. Les prélèvements peuvent être effectués sur :

- ✓ des stocks de feuilles de cire gaufrée,
- ✓ de la cire de cadre du corps de la ruche,
- ✓ de la cire d'opercules récupérée lors de l'extraction du miel.

Chez les ciriers, un contrôle documentaire est réalisé visant à vérifier qu'une traçabilité est mise en place pour la transformation de la cire. Les OC s'attachent principalement à vérifier qu'il n'y ait pas, lors du processus de transformation, des contaminations croisées des lots de cire conventionnelle vers les lots de cire provenant d'unité de production biologique. Un prélèvement de feuille de cire provenant d'un lot de produit fini est effectué une fois par an pour envoi à l'analyse.

Pour l'interprétation des résultats d'analyse, certains OC possèdent des **seuils internes** établis pour les contaminants chimiques. Les seuils utilisés sont confidentiels et n'ont malheureusement pas été transmis. Pour chaque résultat qui dépasse le seuil défini, des investigations sont menées pour déterminer l'origine de la contamination (demande de documents). L'interprétation finale du résultat et la conformité des pratiques de l'opérateur est jugée par l'un des OC en fonction du contexte (bonne foi de l'opérateur, incertitudes de mesure du laboratoire, résultat de contre-analyse).

Il semble qu'une distinction soit faite entre les molécules vétérinaires interdites en production biologique (acaricides de synthèse principalement) et les pesticides d'origine environnementale. Cependant, il n'y a aucune certitude à ce sujet. L'interprétation des résultats d'analyse semble encore plus compliquée sachant qu'après la période de conversion de l'apiculteur, la cire des cadres de corps auparavant conventionnelle et ayant potentiellement accumulée des acaricides de synthèse devient une cire provenant d'unités de production biologique (cf. paragraphe 1.4.1.2) et peut rejoindre le circuit de la cire « bio ». A ce propos, les OC préconisent à leurs apiculteurs de ne recycler que les cires d'opercules ou des cadres de hausse. Dans le cas où l'apiculteur souhaite recycler la cire des cadres de corps, l'OC lui recommande alors d'être en circuit fermé.

POINTS CLÉS

Certains OC réalisent des **analyses multi-résidus de cire** de leurs opérateurs afin d'évaluer la conformité de leurs pratiques. Celles-ci sont interprétées en fonction de **seuils critiques définis en interne**. Ces éventuels seuils internes utilisés pour juger de la conformité de la cire et des pratiques en apiculture biologique ne sont pas diffusés par les OC.

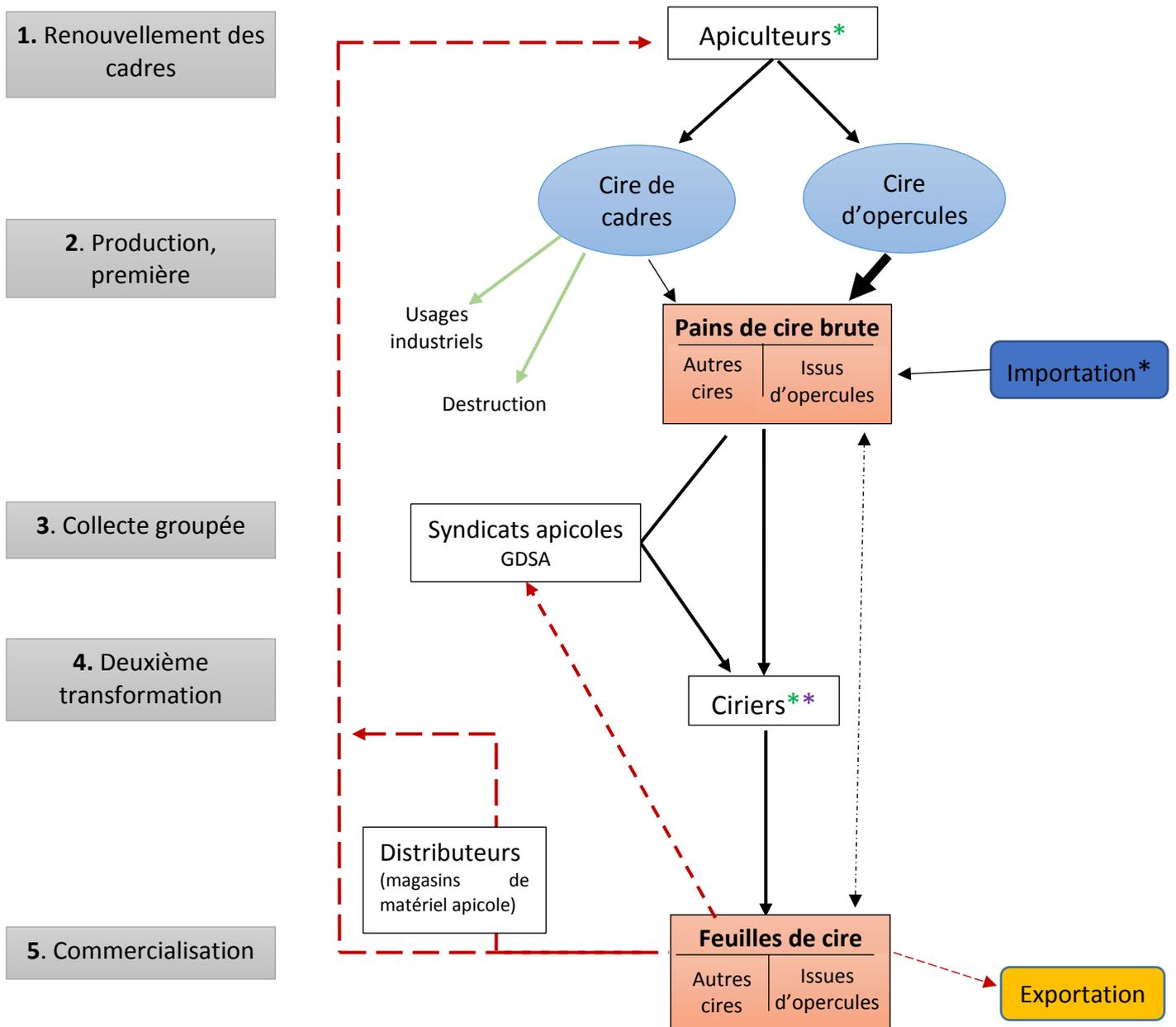


Figure 43 : Schéma du circuit de la cire à usage apicole

Légende :

- > Du producteur au transformateur
- - -> Du transformateur à l'utilisateur
- > Sortie du circuit apicole
- ⋯> Transformation réalisée par l'apiculteur
- Forme de cire commercialisée
- Acteurs
- Etapes
- * Contrôle des PIF
- * Agrément par les DDecPP
- * Certification en AB par les OC

NB : Le circuit présenté peut être « fermé » ou « ouvert ».

Circuit fermé : les feuilles de cires récupérées par l'apiculteur ou les syndicats apicoles départementaux et les GDSA sont issues exclusivement de la transformation respective de la propre cire de l'apiculteur ou de la cire collectée auprès de leurs adhérents.

Circuit ouvert : les feuilles de cires utilisées par l'apiculteur ou les syndicats apicoles départementaux et les GDSA ne sont pas issues de la transformation respective de la propre cire de l'apiculteur ou de la cire collectée auprès de leurs adhérents.

4 Discussion, limites de l'étude et recommandations

4.1 Discussion

4.1.1 La contamination de la feuille de cire peut avoir plusieurs origines

4.1.1.1 La qualité de la matière première transformée

4.1.1.1.1 *Une matière première dont la qualité est tributaire des difficultés d'approvisionnement nationales*

Une gestion différentielle de la cire en vue de sa transformation semble être mise en œuvre par les apiculteurs entre les cires de cadres de corps et les opercules. Nos résultats montrent que **la cire d'opercule est privilégiée par les acteurs rencontrés de la filière** (apiculteurs, GDSA ou syndicats apicoles départementaux) **pour la refonte et le gaufrage** tandis que les cires de cadres de corps sont en général écartées du circuit apicole. **Ces acteurs de la filière apicole respectent donc les préconisations du GBPA de l'ITSAP à ce propos.** Pour la gestion de la cire des cadres des hausses, les pratiques sont moins bien définies et certains apiculteurs la recyclent. L'absence de plan de renouvellement de ces cires conduit à leur utilisation pendant plusieurs années et potentiellement à une accumulation progressive en contaminants environnementaux ou médicamenteux. Par précaution, écarter toutes les cires de cadre, y compris celles des hausses, du circuit apicole pourrait constituer la meilleure solution pour avoir des feuilles de qualité. Cependant, même si tel est le cas à l'échelle de certaines exploitations apicoles, il apparaît difficile de mettre en place cette mesure chez tous les apiculteurs dans un contexte où la France n'est pas autosuffisante en cire d'abeille. En effet, cela conduirait certains apiculteurs soit à diminuer le nombre de cadres renouvelés dans leur rucher, soit à utiliser des cires non françaises dont la qualité est inconnue. Pour ces deux raisons, il apparaît aujourd'hui impossible de préconiser d'écarter les cires de cadres des hausses pour l'intégralité des apiculteurs français.

Les ciriers recyclent tous types de cire. Ils distinguent néanmoins des produits finis de qualité différente (par exemple, les feuilles issues exclusivement des opercules des hausses) en fonction de la qualité de la matière première utilisée. **Le manque d'autosuffisance en cire** en France semble être l'une des raisons pour laquelle certains réalisent l'achat de tous types de cire (les cires d'importation mais également les cires de cadres). Dans ce contexte, il est difficile de savoir s'il est préférable de recourir à des cires d'importation ou des cires de cadres de corps pour faire face aux difficultés d'approvisionnement. **La demande française en cire dépasse la capacité de production nationale, nécessitant alors le recours à l'importation de cire dont la qualité est aujourd'hui inconnue.** La question de l'utilisation des cires d'importation se pose d'autant plus car certains pays utilisent des molécules chimiques non autorisées en France et dans l'Union européenne. Pour faire face à ce risque, l'un des ciriers rencontrés importe sa cire d'Afrique car elle ne serait pas contaminée par des résidus chimiques²³.

²³ Conversation personnelle avec l'un des ciriers

L'utilisation de cires importées nécessite aujourd'hui la mise en place d'outils ou de moyens permettant de juger de leur qualité. Comme ce qui est déjà mis en place pour les miels d'importation, la réalisation de plans de surveillance et/ou de plans de contrôle au niveau des PIF de la présence d'adultérants ou de résidus chimiques dont l'utilisation est interdite en France pourrait être étudiée. Cela nécessite néanmoins une analyse de risques préalable pour cibler les contaminants prioritaires à rechercher. Or, pour l'instant, la nomenclature douanière ne permet pas la distinction entre la cire à usage apicole et la cire à usage technique. **Une distinction de la cire d'abeille par un code différent en fonction de son usage permettrait de cibler les lots de cire à destination de l'apiculture, prérequis nécessaire à la réalisation de ces plans de surveillance et/ou de contrôle.**

Concernant les cires de cadres de corps, celle-ci ne doivent pas, à priori, contenir des molécules dont l'autorisation est interdite en France. Cependant, elles restent en général plusieurs années dans la ruche, accumulant ainsi de fortes teneurs en résidus. Néanmoins, il faut souligner qu'il est possible d'améliorer la qualité de ces cires de cadres, en premier lieu par le respect des conditions d'utilisation des médicaments vétérinaires par tous les apiculteurs, par un tri et une élimination des cires les plus vieilles et par le contrôle, dans la mesure du possible, de l'environnement de la ruche.

Il apparaît à ce jour difficile de proposer d'autres solutions à ces difficultés d'approvisionnement qui impactent directement la qualité de la matière première utilisée. Cette qualité repose essentiellement aujourd'hui sur le respect des bonnes pratiques apicoles chez les apiculteurs d'une part et des bonnes pratiques d'hygiène et de traçabilité chez les ciriers d'autre part ainsi que sur la mise en place de moyens de contrôle et de vérification de la matière première utilisée.

4.1.1.1.2 Des démarches et des pratiques visant une amélioration de la qualité de la cire utilisée

Le recyclage de la cire en circuit fermé semble être une bonne alternative pour l'apiculteur, les GDSA et les syndicats apicoles départementaux afin de connaître l'origine des feuilles de cires utilisées pour le renouvellement des cadres. **Cette pratique est effectuée par la majorité des apiculteurs professionnels interviewés et 50% des apiculteurs audités dans le cadre du DIE en apiculture/pathologie apicole qui sont autonomes en cire et font gaufrer les cires provenant exclusivement de leurs ruches.** Dans certains cas, le poids minimum requis demandé par les ciriers constitue un frein à sa mise en place. Des alternatives ont cependant été mises en œuvre telles que le stockage de la cire par l'apiculteur sur deux ans afin d'atteindre le poids demandé ou le regroupement de quelques apiculteurs pour la transformation de leur cire mise en commun. Dans ce dernier cas, il apparaît essentiel que des conditions soient fixées sur la qualité de la matière première à apporter et le respect des bonnes pratiques (apport exclusif de cire d'opercules, respect des préconisations d'utilisation des médicaments, ...) par chaque apiculteur apportant sa cire pour former le lot collectif.

La collecte groupée de cire est mise en place dans de nombreux départements, apportant ainsi une solution simple aux apiculteurs qui veulent se fournir en cire. La plupart des organismes de collecte recommande à leurs apiculteurs adhérents de ne ramener que de la cire d'opercules, ce qui est en général respecté par les apiculteurs. Cependant, nos résultats montrent que seulement un tiers des syndicats apicoles départementaux et la moitié des GDSA interrogés proposent une transformation des cires en circuit fermé, à partir des cires

collectées auprès de leurs adhérents. **Pour les autres structures, des recommandations sont donc données aux apiculteurs sur le type de cire à apporter, et en général respectées, mais il est regrettable que les feuilles de cires récupérées ne proviennent pas de la collecte effectuée.** Le manque de connaissances de certains GDSA ou syndicats apicoles départementaux à ce propos semble en être à l'origine. Une information de certaines structures à ce sujet est donc à réaliser pour mettre en place ce dispositif.

3.2.1.2.1 *La cire d'opercules : une qualité « supérieure » à relativiser*

Il reste des questions sur la qualité chimique des opercules. Des études scientifiques montrent que la cire d'opercules est de meilleure qualité car moins contaminée que celle des cadres de corps (Persano et al. 2003; Tsigouri et al. 2003). Néanmoins, cela n'implique pas l'absence de résidus dans cette cire. Certaines publications ont d'ailleurs montré qu'elle contient parfois des pesticides tels que des pyréthriinoïdes en quantité aussi importante que celle des cadres de corps (Tene, Vetillard, et Treilhou 2009). Enfin, les abeilles manipulent et déplacent la cire dans la ruche, ce qui exclue toute étanchéité entre cire d'opercules et cire de cadres. Ainsi, en cas de faible production de miel, les abeilles peuvent utiliser la cire de corps pour fermer les alvéoles des hausses au lieu d'en sécréter (Adamczyk et al. 2010). Dans ce cas, le produit de la désoperculation est donc un mélange de nouvelles et de vieilles cires. **Bien qu'il apparaisse essentiel de privilégier la refonte et le gaufrage de la cire d'opercules à ceux de la cire de cadres et d'encourager les pratiques dans ce sens, des interrogations persistent quant à la teneur en résidus présents dans les cires d'opercules.**

4.1.1.2 **L'impact de la transformation**

Il est impossible d'affirmer que les risques sanitaires, au regard des dangers biologiques et notamment des spores de loque américaine, sont maîtrisés par les ciriers rencontrés. Ceux-ci ne l'ont pas démontré et le manque d'informations bibliographiques sur les barèmes thermiques applicables dans le cadre de leur activité empêche de l'affirmer. **Cela complique l'élaboration du dossier d'agrément demandé aux ciriers et sa validation par les agents des DDecPP.** Ainsi, la validation d'un protocole de stérilisation des cires applicable dans le cadre de l'activité de transformation des ciriers doit être mise en œuvre afin de garantir la maîtrise sanitaire du produit vis-à-vis des contaminants biologiques.

Concernant les dangers chimiques, les procédés de transformation utilisés ne permettent pas d'éliminer les contaminants dans les cires. **Le mélange de petites quantités de cire amenées par des apiculteurs différents pour réaliser un lot constitue le principal risque de contamination du produit fini.** Les analyses multi-résidus de la cire ont un coût élevé et il n'est pas possible pour le cirier d'effectuer une analyse de cire sur chaque lot apporté. **La qualité du produit fini repose donc sur le respect individuel des préconisations données sur la matière brute à apporter.**

4.1.2 Des difficultés pour évaluer la contamination de la cire

4.1.2.1 **La coloration du pain de cire n'est pas un critère fiable pour évaluer son origine et sa qualité**

Nos résultats montrent qu'une grande partie des acteurs de la filière se base sur la couleur de la cire pour évaluer son origine et sa qualité (opercules, cire de corps). Le tri visuel permet d'écartier les pains de cire trop « noirs », qui viennent du corps de la ruche. **Cependant, lorsque la cire est sous forme de pain de couleur jaune, il est difficile d'attester visuellement de son origine.** En effet, il est possible que des agents de blanchiment aient été utilisés lors de la première transformation (fonte des opercules et/ou des cires de cadres en pains) pour éclaircir la cire et la faire apparaître de meilleure qualité. La visualisation d'ajout de paraffine ou d'autres additifs, pour grossir les volumes, ne semble pas non plus évidente, surtout pour les faibles teneurs ajoutées. Ainsi, le **contrôle visuel effectué** par les organismes de collecte ou les ciriers **n'apparaît pas suffisant pour évaluer si les pains proviennent effectivement de la fonte de cire d'opercules, de cire de cadres de corps ou de hausses ou d'un mélange.** Les attestations que font signer les ciriers aux apiculteurs sur la nature de la cire qu'ils apportent permettent d'engager la responsabilité des apiculteurs mais ne donnent aucune certitude sur la qualité de la matière première récupérée. **L'apport de cire sous forme d'opercules** par les apiculteurs puis leur transformation en pain chez le cirier ou par l'organisme de collecte **permettrait d'attester de la provenance de ces cires.** Cependant, les cires d'opercules étant beaucoup plus volumineuses que les pains de cire, il apparaît difficile de mettre en place ce procédé pour de grosses quantités de cire collectées. Ce dispositif pourrait néanmoins être mis en place dans des structures de collecte centralisant des quantités de cire modérées ou disposant d'une installation permettant de fondre de gros volumes de cire.

Pour évaluer l'ajout d'additifs, il est conseillé aux ciriers de réaliser une analyse de recherche d'adultération au minimum sur les lots de cire achetés de volume conséquent ou importés. Pour tous les lots qui seront transformés en feuilles, une évaluation visuelle de la fonte de la cire par les ciriers doit être réalisée pour détecter les adultérations majeures à la paraffine.

4.1.2.2 **Des difficultés liées à l'analyse de la cire en laboratoire**

L'analyse d'adultération et de recherche de résidus de pesticides et d'acaricides dans la cire semble être la seule garantie pour l'apiculteur ou le cirier de la qualité chimique et de la composition du produit acheté. Cependant, les résultats de nos enquêtes montrent que peu de demandes d'analyse de cette matrice sont recensées. Les apiculteurs et les ciriers se heurtent notamment à des **freins budgétaires** mais aussi à un manque d'offre en analyses. Ils ont également peu confiance dans les résultats obtenus. La cire étant une matrice complexe à analyser, les méthodes développées et validées en interne par les laboratoires pour les analyses multi-résidus de pesticides et d'acaricides ne donnent pas des résultats aussi fiables que ce qu'en attendent les commanditaires. Le développement de nouvelles méthodes ou l'amélioration des méthodes actuelles par ces laboratoires semblent compliqués : la demande d'analyses en cire étant peu importante, il n'est sûrement pas rentable pour eux de développer ou valider de nouvelles méthodes. Toutefois, l'un des laboratoires rencontrés a pour projet de développer une nouvelle méthode.

4.1.3 Des points défaillants dans la traçabilité de la cire

Les défaillances relevées concernent majoritairement le système de **traçabilité aval**. L'étiquetage des produits finis n'est pas toujours réalisé. La **provenance** des feuilles de cire commercialisées **n'est pas indiquée** sur l'étiquetage final des lots, mais la réglementation n'impose pas aux professionnels de le faire. Les professionnels qui importent de la cire de pays tiers paraissent réticents à évoquer la provenance des matières premières utilisées. De plus, le manque d'information à ce sujet entraîne des interrogations de la part des apiculteurs sur la qualité de la cire d'importation et certains d'entre eux rapportent des problèmes de bâtissage. **Il est vrai que des différences de propriétés existent entre les cires des différentes espèces d'abeilles** (cf paragraphe 1.2.2.3) **cependant aucune étude scientifique ne s'est intéressée à l'impact potentiel sur le bâtissage des feuilles**. Des études devraient être conduites dans ce sens afin de savoir si les cires provenant de l'étranger sont moins bien acceptées par les abeilles. En attendant, on peut conseiller aux apiculteurs achetant un lot de feuilles de demander des garanties aux fournisseurs (analyse de résidus de pesticides et d'acaricides, analyses physico-chimiques, attestation d'origine permettant de savoir s'il s'agit de cire d'une autre espèce d'abeille, ...) ou de réaliser eux-mêmes ces analyses.

En l'absence de garanties, **un suivi des nouveaux cadres de cire introduits pourrait être mis en place dans les ruches**, par exemple, en apposant une marque sur le bois du cadre correspondant au numéro de lot du produit acheté, **afin d'assurer une traçabilité jusque dans la ruche**. Cela permet, en cas de problèmes de bâtissage et/ou de ponte de la reine, d'identifier des lots de cire et les fournisseurs.

4.1.4 Comment définir une cire « bio » ?

Actuellement, la cire est définie comme « utilisable en apiculture biologique » dès lors qu'elle provient d'une unité de production AB. Il n'existe aucune autre condition réglementaire à respecter pour l'utilisation de ce produit en apiculture biologique. Cependant, dans le cas de demande de dérogation pour utiliser de la cire conventionnelle, l'INAO demande une « **absence totale de résidus de contaminants chimiques dans la cire**²⁴ ». On pourrait s'attendre à ce que cette condition soit donc retenue pour définir une cire « bio ». **Or, suite à notre étude, il apparaît qu'il est difficile de trouver de la cire « bio » vérifiant ce critère**. Cela peut expliquer pourquoi certains OC ont mis en place des seuils critiques internes définissant l'acceptabilité de la cire en production biologique et de ce fait la conformité des pratiques des opérateurs. **Cependant, on ne sait pas sur quelle base ces seuils ont été établis et les valeurs retenues pour ceux-ci**. Il apparaît nécessaire d'avoir une réflexion sur la **définition du statut réglementaire de la cire « utilisable en apiculture biologique »**. Cette proposition est étayée dans les recommandations de la partie 4.3.2.

²⁴ Communication personnelle avec l'INAO

4.2 Limites de l'étude

Notre étude s'est basée sur un grand nombre d'outils différents : des entretiens non directifs, des entretiens semi-directifs, des questionnaires mais également du recueil de données préexistantes (audits sanitaires du DIE en apiculture-pathologie apicole) qui, pour ces dernières, n'étaient pas destinées à être analysées dans le cadre de notre étude. L'utilisation d'un grand choix d'outils de recueil de données était nécessaire pour avoir un état des lieux de la situation française au regard de la qualité des cires mais entraîne cependant des limites à cette étude. Les principales sont présentées ci-dessous.

4.2.1 Des échantillons d'acteurs non représentatifs

L'ensemble des résultats donnés ne sont pas représentatifs de chaque population d'acteurs apicoles. Il est possible en outre que certains acteurs rencontrés aient déjà mis en place des bonnes pratiques dans leur établissement ou leur exploitation. En effet, les entretiens avec les ciriers ont été réalisés sur la base du **volontariat**. Seuls trois ciriers sur douze ont accepté de participer à l'étude. La période de l'étude coïncidant avec la saison apicole, le manque de disponibilité de ces professionnels n'a pas permis d'en rencontrer plus. **L'échantillonnage des ciriers volontaires sur l'ensemble de ces professionnels peut introduire un biais important.** Les trois professionnels rencontrés ont déjà eu une réflexion poussée sur les risques de contamination des cires. Il semble donc que ceux-ci aient un intérêt particulier pour le sujet et se soient déjà préoccupés voire investis dans la question de la contamination des cires.

Les pratiques observées sur la gestion de la cire par les apiculteurs interrogés par téléphone semblent correspondre aux recommandations de l'ITSAP (renouvellement des cadres, gestion différentielle des cires). Cependant, ces résultats sont à relativiser car **l'échantillon était constitué majoritairement d'apiculteurs professionnels provenant du réseau de l'ITSAP. Ces derniers sont sûrement davantage informés et sensibilisés à l'impact de leurs pratiques de la gestion de la cire sur la santé de leurs colonies.**

Enfin, par contrainte de temps, nous avons choisi d'envoyer un questionnaire uniquement à quatre laboratoires réalisant des analyses de cire. Ces quatre laboratoires ont été choisis de façon arbitraire. Les données récupérées ne sont donc pas non plus représentatives des laboratoires réalisant des analyses de cire. Il aurait été préférable d'envoyer les questionnaires à tous les laboratoires identifiés dans le tableau VII.

Il faut néanmoins souligner que notre étude ne visait pas à dresser un panorama exhaustif des pratiques représentatives de la filière mais plutôt à faire un inventaire des pratiques potentiellement à risque des différents acteurs de terrain afin de proposer des recommandations.

4.2.2 Limites de l'analyse de données rétrospectives

L'utilisation de données rétrospectives (données du réseau d'exploitations apicoles de référence de l'ITSAP et du DIE en apiculture-pathologie apicole) ont permis d'analyser un grand nombre de pratiques chez les apiculteurs. L'avantage d'utiliser des données existantes est la possibilité d'analyser un grand nombre de données et de pouvoir les récupérer facilement. De plus, pour le DIE en apiculture-pathologie apicole, la récupération de données

sur une durée de 10 ans a permis de réaliser une étude chronologique. **L'inconvénient est qu'il peut manquer des informations sur certaines pratiques intéressantes à analyser dans le cadre de notre étude**, notamment car des questions n'avaient pas été posées lors des audits ou de la collecte des données. Par exemple, il aurait été pertinent de savoir si les apiculteurs ont mis en place une méthode de rotation pour les cadres de corps ou encore s'ils renouvellent les cadres de hausses à une fréquence déterminée.

De plus, les données du DIE en apiculture-pathologie apicole et du réseau d'exploitations apicoles de référence de l'ITSAP n'ont pas été recueillies de la même manière. **Cela n'a pas permis pas de comparer les données provenant de ces deux sources**. En effet, à titre d'exemple, la fréquence de renouvellement des cadres de corps a dû être calculée avec une méthode différente pour les données du DIE et les données de l'ITSAP. Pour les données du DIE en apiculture-pathologie apicole, la fréquence était directement donnée par les apiculteurs en nombre moyen de cadres renouvelés par ruche et par an. Pour les données de l'ITSAP, la fréquence de renouvellement était calculée en divisant le nombre total de cadres renouvelés sur l'exploitation par le nombre de ruches mises en production au printemps. Cela n'a pas permis la comparaison des résultats obtenus pour le renouvellement des cadres.

4.2.3 Une analyse de risque des pratiques tributaire d'une bibliographie lacunaire

Il existe très peu d'informations dans la littérature sur le circuit des cires et les procédés de transformation utilisés par les ciriers. **L'étape de revue documentaire, préalable nécessaire à la compréhension des procédés techniques pour réaliser une analyse de risques chez les professionnels, n'a donc pas pu être effectuée de façon exhaustive**. La durée de l'étude ne permettait pas non plus d'effectuer deux visites chez les professionnels, la première pour comprendre les procédés utilisés, la seconde visant à évaluer les moyens de maîtrise des risques sanitaires mis en place. Il était donc plus difficile de repérer les dysfonctionnements et/ou points à approfondir pour évaluer la maîtrise des risques. Néanmoins, des entretiens téléphoniques courts avec chacun des ciriers ont été effectués suite aux visites afin d'éclaircir ou approfondir certains points.

4.2.4 Une étude centrée sur quelques étapes de la filière cire

Notre étude s'est concentrée sur quelques étapes majeures du circuit telles que la transformation de la cire par les ciriers, la gestion de la cire par les apiculteurs professionnels ou encore l'organisation de collecte groupée. Par choix, cette étude était centrée sur les pratiques des acteurs de terrain professionnels. Néanmoins, les pratiques de gestion de la cire par les apiculteurs de loisirs devraient aussi être étudiées. Cela permettrait d'avoir un état des lieux complet à l'étape de production de la cire et de connaître les pratiques de recyclage pour ces apiculteurs. En outre, il est possible que cela mette en évidence des pratiques totalement différentes de celles des professionnels. D'autres points méritent d'être étudiés ou approfondis comme la transformation de la cire par les apiculteurs eux-mêmes ou le secteur de la distribution.

4.3 Recommandations

4.3.1 Propositions de moyens de maîtrise pour les acteurs de la filière apicole

Cette partie vise à proposer aux acteurs de la filière apicole (apiculteurs, ciriers, structures de collecte) des moyens de maîtrise des dangers et des recommandations pratiques qui leur permettraient d'améliorer la qualité sanitaire des cires d'abeille à usage apicole.

Ces recommandations ont été élaborées dans l'esprit d'un guide de bonnes pratiques d'hygiène. Elles ont donc pour objectif d'aider les professionnels (apiculteurs, ciriers) et les apiculteurs de loisirs à maîtriser la sécurité sanitaire de leurs produits. Les recommandations sont décrites par étapes sous forme de tableau. Pour chaque étape, les grands types de dangers sanitaires identifiés sont mentionnés, des moyens de maîtrise et de bonnes pratiques proposés ainsi qu'un moyen de vérifier la mise en œuvre des bonnes pratiques. Cette vérification peut être réalisée par l'apiculteur – par le cirier dans le cadre d'autocontrôles ou par un service extérieur de contrôle ou d'audit. Contrairement à ce qui est réalisé dans un GBPH, les dangers, à ce stade, n'ont pas été hiérarchisés. Une réflexion sur ce sujet par les différentes structures techniques, professionnelles et scientifiques de la filière apicole serait souhaitable afin de hiérarchiser les dangers sanitaires (biologiques, chimiques et physiques). Pour les dangers biologiques, les éléments présentés dans l'annexe 2 peuvent constituer une première base pour établir cette hiérarchisation.

Trois étapes principales ont été étudiées et sont donc présentées :

- ✓ Le renouvellement des cadres au rucher ;
- ✓ La transformation de la cire en pain ;
- ✓ La transformation du pain de cire en feuilles.

Des diagrammes de fabrication ont été réalisés pour illustrer les deux grandes étapes de la transformation de la cire. Ils pourront être utilisés par la suite dans un guide de bonnes pratiques d'hygiène de la transformation de la cire, sous réserve d'être adaptés par chaque professionnel en fonction de son activité.

Dans le guide de bonnes pratiques apicoles de l'ITSAP-Institut de l'abeille, une fiche portant sur la gestion des cires donnait déjà des éléments de bonnes pratiques à l'apiculteur. Cette fiche a été complétée et est présentée en annexe 9. Les informations de cette fiche sont également présentées dans les tableaux de la partie « Le renouvellement des cadres au rucher ».

Etape 1 : LE RENOUVELLEMENT DES CADRES AU RUCHER

Localisation dans la ruche	Type de dangers	Bonnes pratiques/ Moyens de maîtrise	Contrôle/vérification
Corps	Dangers biologiques (bactéries, parasites, ...)	Renouvellement d'un tiers à un quart des cadres de corps par ruche et par an Méthode chronologique de rotation des cadres : élimination progressive des cadres les plus âgés (l'année d'insertion du cadre de corps peut être notée sur le bois du cadre ou le système du code couleur peut également être utilisé. Cette dernière méthode est détaillée dans la fiche du GBPA en <u>annexe 9</u>)	Vérification visuelle de l'absence de cadre de plus de trois ans dans la ruche (contrôler l'âge des cadres : vieux/récents, l'année d'insertion ou la couleur)
	Dangers chimiques (environnementaux : pesticides, métaux lourds, ...)	idem Dangers biologiques	idem Dangers biologiques
		idem Dangers biologiques	idem Dangers biologiques
	Dangers chimiques (médicamenteux : acaricides)	Utiliser exclusivement les médicaments vétérinaires autorisés (avec AMM abeille) et respecter les préconisations d'utilisation	Contrôle documentaire : respecter les recommandations du vétérinaire, de l'organisme à vocation sanitaire et/ou les préconisations d'utilisation du médicament (notice)

Etape 1 : LE RENOUVELLEMENT DES CADRES AU RUCHER

Localisation dans la ruche	Type de dangers	Bonnes pratiques/ Moyens de maîtrise	Contrôle/vérification
Hausses	Dangers chimiques (contaminants environnementaux : pesticides, métaux lourds, ...)	Renouvellement des cadres de hausse dans la mesure des possibilités financières et matérielles	Vérification visuelle de l'âge des cadres (âgés/récents)
	Dangers chimiques (médicamenteux : acaricides)	Renouvellement des cadres de hausse dans la mesure des possibilités financières et matérielles	Vérification visuelle de l'âge des cadres (âgés/récents)
		Utiliser exclusivement les molécules autorisées (avec AMM abeille) et traiter les ruches selon les préconisations d'utilisation (en l'absence des hausses, ...)	Contrôle documentaire : respecter les recommandations du vétérinaire, de l'organisme à vocation sanitaire ou les préconisations d'utilisation du médicament (notice)
	Dangers biologiques (bactéries, parasites, ...)	Mise en place d'une grille à reine entre le corps et la hausse	Vérification visuelle de l'âge des cadres (âgés/récents, coloration noire)
Renouvellement en priorité des cadres les plus âgés ayant contenu du couvain et/ou des détritiques (cadres noircis) en utilisant de nouvelles feuilles de cire			

Etape 1 : LE RENOUVELLEMENT DES CADRES AU RUCHER

Localisation dans la ruche	Type de dangers	Bonnes pratiques/ Moyens de maîtrise	Contrôle/vérification
Corps et hausses	Dangers biologiques (bactéries, parasites, ...)	En priorité, préférer la réalisation d'un circuit d'approvisionnement en cire fermé (autorenouvellement avec ses propres cires)	Vérification documentaire (demander au cirier une attestation « transformation de votre lot personnel ») Vérification de la bonne traçabilité des lots chez le cirier (<i>réalisable par un organisme de contrôle</i>)
		<p><u>Si le point énoncé ci-dessus n'est pas réalisable :</u></p> <p>Préférer, à l'achat d'origine extérieure, le regroupement de sa cire avec quelques apiculteurs de confiance, puis la transformation de ce lot. Contractualisez les conditions de l'apport (type de cires apportées, accord sur les traitements réalisés dans les ruches, sur l'état sanitaire des ruches, ...) avec les autres apiculteurs et le cirier</p>	<p>Apport des cires des apiculteurs (sous forme d'opercules ou de cadres) puis si possible fonte groupée du lot en pains chez l'un des apiculteurs</p> <p>Vérification documentaire (demander au cirier une attestation « transformation de votre lot personnel »)</p> <p>Vérification de la bonne traçabilité des lots chez le cirier (<i>réalisable par un organisme de contrôle</i>)</p>

Etape 1 : LE RENOUVELLEMENT DES CADRES AU RUCHER

Localisation dans la ruche	Type de dangers	Bonnes pratiques/ Moyens de maîtrise	Contrôle/vérification
Corps et hausses	Dangers particuliers : paraffine, cire microcristalline, cire végétale	Préférer la réalisation d'un circuit d'approvisionnement en cire fermé (autorenouvellement avec ses propres cires)	Vérification documentaire (demander une attestation au cirier « transformation de votre lot personnel ») Vérification de la bonne traçabilité des lots chez le cirier (<i>réalisable par un organisme de contrôle</i>)
		<p><u>Si le point énoncé ci-dessus n'est pas réalisable :</u></p> <p>Préférer le regroupement de sa cire avec quelques apiculteurs de confiance, puis la transformation de ce lot à l'achat d'origine extérieure. Contractualisez les conditions de l'apport (type de cires apportées, accord sur les traitements réalisés dans les ruches, l'état sanitaire des ruches, ...) avec les autres apiculteurs et le cirier</p>	<p>Apport des cires des apiculteurs (sous forme d'opercules ou de cadres) puis si possible fonte groupée du lot en pains chez l'un des apiculteurs</p> <p>Vérification documentaire (demander au cirier une attestation « transformation de votre lot personnel »)</p> <p>Vérification de la bonne traçabilité des lots chez le cirier (<i>réalisable par un organisme de contrôle</i>)</p>

Etape 1 : LE RENOUVELLEMENT DES CADRES AU RUCHER

Localisation dans la ruche	Type de dangers	Bonnes pratiques/ Moyens de maîtrise	Contrôle/vérification
Corps et hausses	Dangers particuliers : paraffine, cire microcristalline, cire végétale	En cas d'achat, s'assurer de la qualité et de l'origine des cires achetées	Vérification documentaire : demander au fournisseur une attestation mentionnant l'origine des cires et/ ou demander un bulletin d'analyses des cires (analyse multi-résidus et/ou d'adultération) ou effectuer soi-même une analyse de la cire pour s'assurer de la fiabilité du fournisseur Vérification de la bonne traçabilité des lots chez le cirier (<i>réalisable par un organisme de contrôle</i>)

Etape 1 : LE RENOUVELLEMENT DES CADRES AU RUCHER

Localisation dans la ruche	Type de dangers	Bonnes pratiques/ Moyens de maîtrise	Contrôle/vérification
Corps et hausses	Dangers chimiques (pesticides, acaricides, ...)	idem Dangers particuliers	idem Dangers particuliers
		Privilégier en premier lieu l'utilisation de cires d'opercules pour la transformation de la cire	<p>Vérification des volumes de cire transformés ou achetés (<i>réalisable par un organisme de contrôle</i>)</p> <p>Vérification de la destination des cires de cadre (<i>réalisable par un organisme de contrôle</i>)</p> <p>[Comparaison du besoin de l'apiculteur en cire aux poids de cire d'opercules récupérés et transformés]</p>

Etape 1 : LE RENOUVELLEMENT DES CADRES AU RUCHER

Localisation dans la ruche	Type de dangers	Bonnes pratiques/ Moyens de maîtrise	Contrôle/vérification
Corps et hausses	Dangers chimiques (pesticides, acaricides, ...)	Utilisation de cadres de bois non traités au paradichlorobenzène ou à la naphtaline ou tout autre antimite pouvant laisser des résidus dans la cire	
		Si l'agenda des opérations prévues au rucher le permet, tester les nouvelles feuilles de cire achetées ou récupérées suite à la transformation du lot dans quelques ruches (en période favorable de miellée) avant leur introduction sur l'intégralité du rucher. Bien noter le numéro du lot testé sur le cadre de bois pour identifier les lots en cas de problème Sinon, surveiller le bâtissage des nouvelles feuilles introduites afin de pouvoir détecter rapidement toute anomalie (l'idéal serait de bien noter le numéro du lot testé sur le cadre de bois pour identifier les lots en cas de problème)	Vérification du bâtissage par les abeilles, voire de la ponte de la reine et du développement correct du couvain pour un contrôle plus approfondi

Etape 2 : LA TRANSFORMATION DE LA CIRE EN PAIN

Le diagramme de fabrication ci-dessous détaille les différentes étapes permettant d'obtenir un pain de cire. Pour les étapes suivies d'un astérisque (*), un moyen de maîtrise des dangers est proposé.

Forme de cire	Etapes	Sortant	Eléments complémentaires
Cire de cadres	<pre> graph TD A[Chargement, transport et déchargement des cadres de hausse ou de corps] --> B[Désoperculation des cadres de hausse] A --> C[Découpe de la cire des cadres de bois] B --> D[Récupération de la cire d'opercules*] C --> E[Récupération des cires de cadres*] D --> F[Egouttage, pressage, centrifugation, pillage] E --> G[Extraction*] F --> G G --> H[Récupération de la cire liquide*] H --> I[Refroidissement] I --> J[Démoulage] J --> K[Stockage*] H --> F I --> G </pre>	Cadres de bois	<p>Extraction par immersion dans l'eau chaude, par la chaudière à vapeur, le céricateur solaire, ... Passage possible au travers d'un filtre retenant les déchets</p> <p>Le refroidissement doit être lent. Dans le cas contraire, une deuxième extraction peut être réalisée</p>
Opércules avec du miel Et/ou cires de cadres		Miel	
Opércules		Miel	
Cire liquide		Déchets (cocons, propolis, ...)	
Pain de cire brute			

Etape 2 : LA TRANSFORMATION DE LA CIRE EN PAIN

Etape	Type de dangers	Bonnes pratiques/ Moyens de maîtrise	Contrôle/vérification
Récupération des cires (opercules, cadres)	Dangers chimiques (pesticides, acaricides)	Elimination des cires de cadres noirs (destruction, élimination du circuit apicole)	Contrôle visuel
		Utilisation préférentielle de la cire d'opercules pour la réalisation de nouvelles feuilles, puis de la cire des cadres de hausses et en dernier recours celle des cadres de corps	Réalisation d'un bilan cire ²⁵ annuel pour le rucher
	Dangers biologiques (bactéries, parasites)	Elimination des cires de cadres noirs (destruction, mise en décharge)	Contrôle visuel
		Utilisation préférentielle de la cire d'opercules et des cadres de hausse	Réalisation d'un bilan cire annuel pour le rucher

²⁵ Bilan cire : Noter le nombre de kilogrammes de cire récupérés annuellement pour chaque type (opercules, cadres de hausse, cadres de corps)

Noter la quantité de cire transformée (pour les 3 types de cires) et la quantité de cire achetée

Noter le nombre de feuille ou le volume (en kg) introduit dans les ruchers chaque année

Etape 2 : LA TRANSFORMATION DE LA CIRE EN PAIN

Etape	Type de dangers	Bonnes pratiques/ Moyens de maîtrise	Contrôle/vérification
Extraction	Danger chimique : contamination au plomb	Ne pas utiliser un matériel de fonte en plomb (ou en contenant). Utiliser du matériel en acier inoxydable (inox), en aluminium ou en bois	Vérification sur la facture d'achat du matériel et/ou attestation du fournisseur
	Substances indésirables : cuivre, laiton, fer, zinc	Ne pas utiliser un matériel de fonte en cuivre, zinc, laiton, fer (ou en contenant) qui peuvent noircir la cire	Vérification sur la facture d'achat du matériel et/ou attestation du fournisseur
	Dangers chimiques (pesticides, acaricides)	<p>Assurer une gestion différentielle des cires :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Séparer la fonte des différents types de cire. Si possible, effectuer trois fontes différentes correspondantes aux trois types de cire (corps, hausses et opercules) Sinon, effectuer une première fonte avec la cire d'opercules et une deuxième fonte avec celle des cadres • Nettoyer le dispositif de fonte entre les différentes fontes (privilégier le nettoyage juste après la fonte tout en prenant garde à ne pas se brûler) 	Vérification visuelle de la propreté du dispositif (absence de morceaux de cire ou de détritrus (restes de miel, de cocons, ...))

Etape 2 : LA TRANSFORMATION DE LA CIRE EN PAIN

Etape	Type de dangers	Bonnes pratiques/ Moyens de maîtrise	Contrôle/vérification
Récupération de la cire liquide	Danger chimique : contamination au plomb	Ne pas utiliser un matériel de fonte en plomb (ou en contenant). Utiliser du matériel en acier inoxydable (inox), en aluminium ou en bois	Vérification sur la facture d'achat du matériel et/ou attestation du fournisseur
	Substances indésirables : cuivre, laiton, fer, zinc	Ne pas utiliser un matériel de fonte en cuivre, zinc, laiton, fer (ou en contenant) qui peuvent noircir la cire	Vérification sur la facture d'achat du matériel et/ou attestation du fournisseur

Etape 2 : LA TRANSFORMATION DE LA CIRE EN PAIN

Etape	Type de dangers	Bonnes pratiques/ Moyens de maîtrise	Contrôle/vérification
Stockage	Dangers chimiques (pesticides, acaricides)	Identifier les pains de cire en fonction de leur nature (opercules, corps, hausse, ou mélange de cires) pour ne pas les mélanger (inscrire sur le pain une marque distinctive ou coller une étiquette sur laquelle est inscrit le type de cire)	Contrôle visuel de chaque pain et vérification des marques d'identification du type de cires Traçabilité des lots
		Stocker séparément : <ul style="list-style-type: none"> • les cires qui sont à destination du circuit apicole ; • les cires qui quittent le circuit apicole (vente à des industriels ou fabrication de bougies) 	Contrôle visuel et vérification des marques d'identification du type de cire Traçabilité des lots

Etape 3 : LA TRANSFORMATION DU PAIN EN FEUILLE

Le diagramme de fabrication ci-dessous détaille les différentes étapes réalisées par le cirier et permettant d'obtenir une feuille de cire. Pour les étapes suivies d'un astérisque (*), un moyen de maîtrise des dangers est proposé.

Forme de cire	Etapes	Sortant	Eléments complémentaires
Pain de cire brute	<p>Réception et tri de la cire*</p> <p>↓</p> <p>Stockage</p> <p>↓</p> <p>Constitution d'un lot à transformer</p>	Cires noires	Stockage dans des palox ou sur des palettes
Cire liquide	<p>↓</p> <p>Irradiation*</p> <p>↓</p> <p>Traitement thermique*</p> <p>↓</p> <p>Fonte</p>	Déchets du fond de cuve	L'irradiation est réalisée dans un centre ou une entreprise d'irradiation
Ruban de 2 à 3 mm d'épaisseur	<p>↓</p> <p>Fond de cuve</p> <p>↓</p> <p>Laminage</p> <p>↓</p> <p>Passage par un bac d'eau avec agent démoulant*</p>		La température atteinte lors de la fonte ou du traitement thermique de la cire est variable (65°C jusqu'à 120°C)
Ruban gaufré de 1 mm d'épaisseur	<p>↓</p> <p>Gaufrage</p> <p>↓</p> <p>Découpe</p>	Chutes de cire	
Feuilles gaufrées	<p>↓</p> <p>Conditionnement</p>		Conditionnement dans des cartons

Etape 3 : LA TRANSFORMATION DU PAIN EN FEUILLE

Etape	Type de dangers	Bonnes pratiques/ Moyens de maîtrise	Contrôle/vérification
Réception et tri	Dangers chimiques (pesticides, acaricides)	Séparer les cires de cadres des cires d'opercules	Contrôle visuel Faire signer une attestation à l'apiculteur sur la nature de la cire apportée et sur le respect des préconisations d'utilisation des médicaments vétérinaires
		Eliminer les cires trop noires	Contrôle visuel
		S'assurer de la fiabilité des fournisseurs	Réalisation d'analyses multi-résidus (acaricides et pesticides) et, dans le cas d'importation, demander l'espèce d'abeille synthétisant la cire (demander une attestation au fournisseur)
	Dangers particuliers : paraffine, cire microcristalline, cires végétales	S'assurer de la fiabilité des fournisseurs	Réalisation d'analyses d'adultération, à minima sur les gros lots

Etape 3 : LA TRANSFORMATION DU PAIN EN FEUILLE

Etape	Type de dangers	Bonnes pratiques/ Moyens de maîtrise	Contrôle/vérification
Traitement thermique	Dangers biologiques	Appliquer un traitement thermique (couple temps-température) validé* permettant la destruction des bactéries (germe de référence : <i>Paenibacillus larvae</i>) * par une structure habilitée ou une publication scientifique	Contrôle de la température (par exemple, visuellement sur un enregistrement de la température effectué en continu)

Etape	Type de dangers	Bonnes pratiques/ Moyens de maîtrise	Contrôle/vérification
Irradiation	Dangers biologiques	Irradiation à la dose de 15 kGy	Attestation ou facture du centre d'irradiation

Etape 3 : LA TRANSFORMATION DU PAIN EN FEUILLE

Etape	Type de dangers	Bonnes pratiques/ Moyens de maîtrise	Contrôle/vérification
Passage par un bac d'eau avec agent démoulant	Danger chimique : résidu de l'agent démoulant	Utiliser un agent démoulant à des concentrations ne laissant pas de résidus dans la cire	Vérification sur la fiche technique du produit (nature du produit et concentration) Réaliser un bulletin d'analyse prouvant l'absence de l'agent démoulant au début de la mise en place du process et à chaque changement de produit.

Etape 3 : LA TRANSFORMATION DU PAIN EN FEUILLE

Deux autres points non présents comme étapes sur le diagramme de fabrication mais nécessaires à prendre en compte par les professionnels pour l'obtention de l'agrément font également l'objet de recommandations :

- ✓ **La traçabilité** : les professionnels doivent mettre en place un système de traçabilité. L'objectif d'un tel système est de pouvoir informer les différents maillons de la filière cire (apiculteurs, distributeurs) sur l'origine de ladite cire. En cas d'absence de maîtrise de la sécurité sanitaire des produits, cela permet de déclencher une procédure de retrait/rappel des produits.

Le cirier doit pouvoir :

- identifier les fournisseurs de la matière première (cire brute),
 - étiqueter les produits finis pour assurer la traçabilité,
 - identifier le(s) client(s) ayant acheté le produit fini (feuilles de cire),
 - enregistrer ces fournisseurs et ces clients et les lots correspondants à chaque transaction.
- ✓ **Les procédures de nettoyage/désinfection** : elles doivent être effectuées entre chaque lot de cire transformée, de préférence avec des produits de nettoyage aptes au contact alimentaire, pour limiter tout risque de contamination. Les résidus de produits de nettoyage ne doivent pas se retrouver dans la cire (un contrôle par analyse chimique peut être réalisé). Un contrôle permettant de vérifier le respect des procédures définies doit être effectué.

4.3.2 Recommandations à moyen et long terme à destination des acteurs de la filière apicole

4.3.2.1 Axe 1 : objectiver la contamination chimique des cires utilisées en France

L'amélioration de la qualité des cires nécessite davantage de connaissance sur les dangers présents et leur prévalence dans les différents types de cires françaises (opercule, cadres de hausses et cadres de corps) et dans les cires d'importation. L'objectivation de la contamination des cires passe donc aujourd'hui par la collecte et l'analyse de données telles que les bulletins d'analyses de cire concernant l'adultération ou la recherche d'acaricides, de pesticides ou de divers contaminants environnementaux. Un tel objectif nécessite d'être encadré, notamment par une structure capable de collecter ces données mais également de les interpréter scientifiquement. L'observatoire des résidus de pesticides dans l'environnement des abeilles, mis en place actuellement par l'ITSAP-Institut de l'abeille, pourrait jouer ce rôle. Il a déjà pour fonction de décrire l'exposition des abeilles aux résidus de pesticides en mutualisant et en harmonisant les protocoles de prélèvements, en collectant et en organisant les données puis en restituant et en valorisant les observations et les résultats. Un tel dispositif nécessiterait le concours d'autres acteurs de la filière apicole biologique et conventionnelle (OC, DDPP, FNAB, laboratoires, ciriers, ...) disposant par ailleurs déjà pour certains d'une base de données d'analyses de cire. Le partage de ces données, défini préalablement par une convention entre les différents acteurs impliqués, permettrait dans un premier temps la centralisation des données déjà existantes afin de réaliser un screening des dangers présents dans les cires. Puis, cette structure pourra mettre en place un protocole harmonisé (dangers recherchés, méthode d'analyse retenue, ...) afin de faire un état des lieux de la contamination des cires françaises ou d'importation.

L'objectif final est, grâce aux données qui seront recueillies, de pouvoir effectuer une première évaluation des risques conduisant à la mise en place de seuils d'acceptabilité de contaminants dans les cires. Ces seuils pourraient évoluer par la suite conjointement à l'amélioration globale de la qualité des cires. La définition de ces seuils d'acceptabilité et leur communication à l'ensemble de la filière apicole répond à une demande de certains acteurs rencontrés (apiculteurs, ciriers, ...).

4.3.2.2 Axe 2 : améliorer la qualité sanitaire (biologique et chimique) des cires en France en développant des outils et des moyens utilisables par les acteurs sur le terrain

✓ Créer un document de référence pour les ciriers

Le règlement (CE) n°1069/2009 (relatif aux règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés non destinés à la consommation humaine) encourage l'élaboration des guides de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP. Le système HACCP présente l'intérêt d'être flexible et permet ainsi de s'adapter à tout type de production. Le professionnel n'a plus une obligation de moyens mais une obligation de résultats. Il peut donc choisir les moyens qu'il met en place afin de maîtriser la sécurité sanitaire de ses produits.

Un guide de bonnes pratiques d'hygiène a pour objectif d'aider les professionnels d'un secteur à maîtriser la sécurité sanitaire de leurs produits. Ce document de référence, conçu en général

par les professionnels et pour les professionnels du secteur concerné, est reconnu par l'administration comme permettant de respecter les exigences réglementaires. Un tel guide permettrait donc aux ciriers qui le respectent de prouver qu'ils maîtrisent la sécurité sanitaire de leurs produits lors des contrôles officiels.

Le guide doit présenter le produit concerné et ses caractéristiques (dans notre cas, la cire d'abeille). Il doit également présenter une analyse des dangers (identification des dangers : biologique, chimique et physique ; hiérarchisation de ces dangers en fonction de leur gravité et de leur probabilité de survenue) à prendre en compte en fonction du produit et des processus utilisés. Enfin, il doit inclure les moyens de maîtrise et les recommandations au regard des dangers identifiés.

NB : Une première liste des grands types de dangers à prendre en compte pour la cire et des recommandations associées sont présents dans la partie 4.3.1 « Propositions de moyens de maîtrise pour les acteurs de la filière apicole ». Une liste détaillée des dangers biologiques présents dans la cire est également présente dans l'annexe 2.

Le guide doit également identifier, lorsqu'ils existent, les CCP (points critiques pour la maîtrise des dangers²⁶) et leurs limites critiques. Associés à chaque CCP, le guide doit prévoir un système de surveillance, des actions correctives en cas de non-conformité et établir des procédures de vérification de l'efficacité du système ainsi que des procédures d'enregistrements. L'approche HACCP doit être illustrée par des diagrammes de fabrication (similaire à celui produit dans la partie 4.3.1 « Propositions de moyens de maîtrise pour les acteurs de la filière apicole »).

Dans le cadre de l'élaboration de ce GBPH, des CCP et leurs limites critiques associées devront donc être établis. Il serait profitable pour les professionnels de réfléchir à la validation d'un **protocole de stérilisation des cires par traitement thermique (obtention d'un couple temps/température)**. Une saisine de l'Anses à ce propos par l'administration, dans le cadre de l'élaboration de ce guide, pourrait être effectuée afin de définir un barème de traitement thermique applicable dans le cadre de l'activité des ciriers et de prouver la maîtrise sanitaire de ce produit vis-à-vis des contaminants biologiques.

✓ Encourager la réalisation d'analyses de cire

Le critère le plus fiable pour évaluer la qualité chimique d'une cire est l'analyse de laboratoire. L'Anses a d'ailleurs souligné, dans son rapport sur la co-exposition des abeilles aux facteurs de stress, la nécessité de développer une surveillance des ruchers et de l'état des colonies, notamment par la recherche de contaminants chimiques dans les cires (Anses 2015). Or, les acteurs de terrain ont peu recours à cette solution car ils considèrent les analyses peu fiables

²⁶ Un CCP est une étape ou point mesurable, de façon continue ou discontinue, quantifiable, permettant une action immédiate sur le produit afin d'éliminer ou de ramener le danger à un niveau acceptable. C'est une étape clefs où l'on peut et l'on doit maîtriser un danger. Par exemple, dans le cas de la transformation du pain en feuilles, l'étape « irradiation » est considérée comme un CCP puisqu'elle permet de détruire des spores de loque américaine.

et onéreuses. Deux actions sont donc proposées pour encourager le recours aux analyses de laboratoire :

- **Améliorer les méthodes d'analyse multi-résidus de pesticides et d'acaricides** ou le développement de nouvelles méthodes plus performantes en apportant un soutien financier aux laboratoires engagés dans cette démarche.
- Dans un deuxième temps, **développer un dispositif d'aides aux analyses d'adultération et de résidus de pesticides et d'acaricides dans la cire**, au même titre que ce qui a été mis en place pour le miel par FranceAgriMer. Cette mesure permettrait de **favoriser des démarches volontaires d'autocontrôle** par les acteurs de la filière (apiculteurs, ciriers).

4.3.2.3 Axe 3 : mieux caractériser et réglementer la cire « bio »

Il n'existe à ce jour aucun critère chimique (seuils en résidus chimiques) caractérisant les cires dites « bio ». Ce critère semble d'ailleurs d'autant plus important à définir lorsque l'on sait que de la cire de cadres de corps peut rejoindre le circuit de la cire « bio » après la première année de conversion de l'apiculteur. Pourtant, les cires « bio » et « conventionnelles » se distinguent réellement au niveau du marché par leur prix (la certification et le manque de disponibilité en cire « bio » sont à l'origine de l'élévation des prix pour cette dernière). De nombreux acteurs de la filière apicole énoncent aujourd'hui le besoin de pouvoir relier directement cette certification de la cire à la réelle qualité chimique du produit et de définir de manière normative la qualité de la cire utilisable en apiculture biologique.

Afin d'améliorer la qualité de la cire issue de l'apiculture biologique, deux propositions d'évolution de la réglementation sont donc énoncées ci-dessous :

- ✓ Lors du renouvellement progressif des cadres, écarter du circuit apicole les cires de cadres de corps devenues « issues de production biologique » après la période de conversion ;
- ✓ Une précision de la définition réglementaire de la cire « issue de l'apiculture biologique » avec un volet sur le respect de seuils en résidus préalablement établis. Une distinction pourrait être faite en fonction de l'origine de la contamination :
 - une absence totale de résidus pour les intrants médicamenteux non autorisés en production biologique (acaricides de synthèse, antibiotiques, ...) ;
 - des seuils critiques pour les résidus d'acaricides autorisés en production biologique ;
 - des seuils critiques pour les résidus de pesticides ou les autres contaminants d'origine environnementale.

Dans un premier temps, le choix de quelques molécules d'intérêt pourrait être fait. Puis, pour chaque molécule, il faudra définir et choisir une méthode d'analyse. Enfin, un seuil critique sera établi et associé à la substance et la méthode définie. A long terme, cette procédure

pourra être effectuée pour l'ensemble des acaricides autorisés, les pesticides et les autres contaminants d'origine environnementale.

Les deux mesures présentées précédemment permettront dans un premier temps de diminuer progressivement la contamination des cires issues de production biologique et d'avoir de réels critères de qualité définissant ce type de production. La définition de seuils critiques pourrait se faire en partenariat avec la structure scientifique centralisatrice des bulletins d'analyses évoquée dans l'axe 1 et avec les différents acteurs de la filière biologique : ciriers, apiculteurs, OC, FNAB, INAO et des laboratoires. La participation des OC semble indispensable puisqu'ils sont les seuls aujourd'hui à avoir déjà établi, en interne, des seuils d'acceptabilité dans ce type de matrice. Cette réflexion générale pourrait être menée par les acteurs de la filière dans le cadre d'un groupe de travail apiculture biologique dont la création est prévue par l'INAO en automne 2016. Les propositions qui en découlent pourront ensuite être remontées au CNAB (Comité national de l'agriculture biologique) de l'INAO qui pourra faire des propositions aux autorités françaises puis à la Commission européenne pour envisager une évolution de la réglementation. A plus long terme, les seuils établis pourraient être transposés progressivement pour la cire conventionnelle.

4.3.2.4 Axe 4 : développer la recherche et la production de connaissances scientifiques et techniques sur la cire d'abeille

De nombreuses questions se posent encore quant à la **qualité des cires, leur origine, leur impact sur la santé de l'abeille et celle de l'homme**. Le travail bibliographique et le travail de terrain mettent en évidence un manque de données et de connaissances techniques et scientifiques. Cependant, le sujet des cires est d'intérêt grandissant. Une étude visant le développement d'un procédé de décontamination des cires pour les principaux acaricides et pesticides a été mis en place en 2012 en France. Mais en raison de difficultés analytiques, la décontamination des cires par ce procédé n'a pu être prouvée scientifiquement²⁷ et ce projet n'a pas été poursuivi après 2015. La question des cires a également été prise en compte par le MAAF et FranceAgriMer qui ont cité, dans le cadre du programme apicole européen 2017-2019 et de son appel à projet de recherche, des progrès sur « les modalités optimales de la gestion des cires et la maîtrise des contaminations des cires, tant chimique que biologique ».

D'autres pistes de recherche mériteraient d'être explorées :

- ✓ L'impact de l'origine et de la qualité chimique des cires sur le **bâtissage des abeilles et la ponte de la reine**. Une recherche visant à étudier le bâtissage de l'abeille européenne sur de la cire d'origine étrangère (d'espèces différentes d'abeille) permettrait de savoir si les caractéristiques de la cire peuvent induire une difficulté au bâtissage. L'étude de l'impact de la qualité chimique des cires sur le bâtissage et la ponte de la reine serait également souhaitable afin d'investiguer les problèmes de bâtissage dont certains apiculteurs font face depuis quelques temps. Une telle étude pourrait d'ailleurs être corrélée à l'établissement des seuils d'acceptabilité en résidus chimiques.

²⁷ Communication personnelle avec l'un des responsables d'une structure menant l'étude de décontamination des cires

- ✓ **Le transfert éventuel des contaminants de la cire au miel** ainsi qu'aux autres produits de la ruche et le **risque pour la santé humaine** lié à la consommation de miel en rayons et de cire sous forme d'additif alimentaire dans l'industrie agroalimentaire. Peu de recherches ont pour l'instant été conduites sur ce sujet. Le comité scientifique de l'agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire belge a d'ailleurs émis, dans son rapport sur l'évaluation du risque lié à la consommation de cire, la nécessité de mieux connaître la contamination des cires et la possibilité de transfert de résidus des cires vers le miel (Comité scientifique de l'agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire 2015).

Enfin, la **collecte et l'analyse de données techniques et économiques** semblent aujourd'hui indispensables pour pouvoir aider au mieux les acteurs de la filière de la cire. La réalisation d'une étude de marché approfondie permettrait d'évaluer précisément les importations, la production nationale et les exportations de cire d'abeille. L'évaluation de la part d'importation de cire d'abeille à destination de l'apiculture serait, en outre, facilitée **par une évolution du code douanier**. Enfin, à l'échelle de l'exploitation apicole, il serait également souhaitable de collecter et analyser davantage de données économiques et techniques sur la gestion de la cire par les apiculteurs. Certaines données sur la cire sont d'ailleurs déjà collectées dans le cadre de l'Observatoire technico-économique de l'ITSAP-Institut de l'abeille. Il semble aujourd'hui difficile de faire des recommandations supplémentaires sans analyser plus en détail la gestion de la cire à l'échelle de l'exploitation apicole.

Certaines des propositions évoquées peuvent être mises en place à moyen terme comme la réalisation d'un GBPH, tandis que d'autres propositions, notamment le développement de connaissances scientifiques, nécessiteront plus de temps. **Cependant, ces quatre axes de recommandations sont complémentaires**. En effet, l'objectivation de la contamination des cires et la définition de seuils d'acceptabilité de la cire issue de l'apiculture biologique passent aujourd'hui notamment par l'utilisation et donc le développement de méthodes d'analyses fiables et robustes. La production de connaissances scientifiques concernant l'impact de la cire sur la santé des abeilles et la qualité du miel sont nécessaires à la définition de seuils d'acceptabilité en résidus chimiques dans la cire. Enfin, l'amélioration de la qualité sanitaire de la cire nécessite la recherche de moyens de maîtrise des contaminants de la cire (procédé de décontamination, barème de traitement thermique, ...).

CONCLUSION

Cette étude a consisté à retracer le circuit de la cire à usage apicole en France et à mettre en évidence des points d'amélioration au regard de sa qualité. Il s'agit, à notre connaissance, de la seule étude réalisée sur ce sujet en France. En raison du peu de données sur le sujet dans la littérature, ce travail, à visée exploratoire, s'est concentré sur certains points tels que le processus de transformation de la cire par les ciriers, l'organisation de collecte groupée des cires ou encore les pratiques de gestion de la cire des apiculteurs professionnels. Les résultats donnés ne concernent qu'un nombre limité d'acteurs rencontrés et ne sont pas représentatifs et/ou exhaustifs de chaque population d'acteurs apicoles. Ils permettent cependant d'avoir un premier aperçu des pratiques utilisées, des problématiques qui se posent aujourd'hui et d'esquisser des pistes d'amélioration.

Le recueil de données issues de la bibliographie, des rencontres et des entretiens avec les acteurs de la filière apicole et les autres parties prenantes a permis :

- (i) de collecter des informations techniques peu ou pas décrites jusqu'alors dans la littérature (procédé de transformation des ciriers notamment), d'identifier les principaux flux et acteurs du circuit de la cire à usage apicole en France, leur organisation et leurs pratiques,
- (ii) de mettre en évidence des points faibles au regard de la qualité des cires, qu'ils soient réglementaires, scientifiques, bibliographiques ou pratiques,
- (iii) de proposer des recommandations pour améliorer la qualité des cires.

Cette étude met en évidence un manque de données bibliographiques, de normes et de critères fiables utilisables par les acteurs de la filière apicole permettant d'évaluer la qualité d'une cire. L'amélioration de celle-ci doit aujourd'hui passer à la fois par le respect des bonnes pratiques individuelles (bonnes pratiques apicoles, apport exclusif de cires d'opercules, ...) mais également par le développement de méthode d'analyses performantes, par un état des lieux de la contamination des cires françaises et par la définition de critères en résidus définissant l'acceptabilité d'une cire. Cette démarche pourrait être tout d'abord mise en place dans la filière biologique puis adaptée pour la cire conventionnelle.

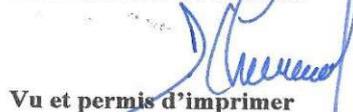
En raison de son impact sur la santé de l'abeille, la qualité des cires est un sujet de plus en plus sensible dans la filière apicole française et en Europe. Ce travail de thèse pourra être poursuivi dans le cadre du programme apicole européen par le développement de moyens visant à améliorer la maîtrise des contaminants de la cire et, éventuellement, par des travaux de recherche axés sur la mise au point de méthodes d'analyses dans le cadre de partenariat laboratoire/entreprise et d'aide au développement des filières agricoles.

Thèse de Mme SCHRYVE Agnès

Le Professeur responsable
VetAgro Sup campus vétérinaire



Le Président de la thèse



Vu et permis d'imprimer

Lyon, le 22 NOV. 2016

Pour Le Président de l'Université,
Le Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales
Professeur Pierre COCHAT

Le Directeur général

VetAgro Sup
Par Délégation
Dr. L. FREYBURGER
Directeur de l'Enseignement
et de la Vie Étudiante
VetAgro Sup Campus Vétérinaire



Liste des références

- Adams, S. J., K. Heinrich, R. J. Fussell, S. Wilkins, H. M. Thompson, H. M. Ashwin, et M. Sharman. 2008. « Study of the distribution and depletion of chloramphenicol residues in bee products extracted from treated honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies ». *Apidologie* 39 (5): 537-46.
- ADARA. 2016. « Note sur la qualité des cires ».
- ADARA, et Chambre régionale d'agriculture Rhône-Alpes. 2011. « Observatoire Qualité Environnementale ». *La lettre du développement apicole en Rhône alpes*, n° 50 : 4-7.
- Anonyme. 1992. *Directive 92/65/CEE du Conseil définissant les conditions de police sanitaire régissant les échanges et les importations dans la Communauté d'animaux, de spermatozoïdes, d'ovules et d'embryons non soumis, en ce qui concerne les conditions de police sanitaire, aux réglementations communautaires spécifiques visées à l'annexe A section I de la directive 90/425/CEE*. JOCE du 14/09/1992.
- . 2001. *Directive 2001/110/CE du conseil du 20 décembre 2001 relative au miel*. JOCE du 12/01/2002.
- . 2002. *Règlement (CE) n° 178/2002 du Parlement européen et du Conseil du 28 janvier 2002 établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires*. JOCE du 01/02/2002.
- . 2004. *Règlement (CE) n° 917/2004 de la Commission du 29 avril 2004 portant modalités d'application du règlement (CE) n° 797/2004 du Conseil relatif aux actions dans le domaine de l'apiculture*. JOUE du 30/04/2004.
- . 2005. *Règlement (CE) n° 396/2005 du Parlement européen et du Conseil du 23 février 2005 concernant les limites maximales applicables aux résidus de pesticides présents dans ou sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale et animale et modifiant la directive 91/414/CEE du Conseil*. JOUE du 16/03/2005.
- . 2007. *Règlement (CE) n° 834/2007 du Conseil du 28 juin 2007 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques*. JOUE du 20/07/2007.
- . 2008a. *Règlement (CE) n° 889/2008 de la Commission du 5 septembre 2011 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 biologique, l'étiquetage et les contrôles*. JOUE du 18/09/2008.
- . 2008b. *Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne (version consolidée du 9 mai 2008)*. JOUE du 09/05/2008.
- . 2009a. *Règlement (CE) n°1069/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 établissant des règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés non destinés à la consommation humaine*. JOUE du 14/11/2009.

- Anonyme. 2009b. *Règlement (CE) n° 470/2009 du Parlement européen et du Conseil du 6 mai 2009 établissant des procédures communautaires pour la fixation des limites de résidus des substances pharmacologiquement actives dans les aliments d'origine animale, abrogeant le règlement (CEE) n° 2377/90 du Conseil et modifiant la directive 2001/82/CE du Parlement européen et du Conseil et le règlement (CE) n° 726/2004 du Parlement européen et du Conseil*. JOUE du 16/06/2009.
- . 2010. *Règlement (UE) n° 206/2010 de la commission du 12 mars 2010 établissant des listes des pays tiers, territoires ou parties de pays tiers ou territoires en provenance desquels l'introduction dans l'Union européenne de certains animaux et viandes fraîches est autorisée, et définissant les exigences applicables en matière de certification vétérinaire*. JOUE du 20/03/2010
- . 2011a. *Arrêté du 8 décembre 2011 établissant des règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés en application du règlement (CE) n° 1069/2009 et du règlement (UE) n° 142/2011*. JORF du 30/12/2011.
- . 2011b. *Règlement (UE) n° 142/2011 de la Commission du 25 février 2011 portant application du règlement (CE) n° 1069/2009 du Parlement européen et du Conseil établissant des règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés non destinés à la consommation humaine et portant application de la directive 97/78/CE du Conseil en ce qui concerne certains échantillons et articles exemptés des contrôles vétérinaires effectués aux frontières en vertu de cette directive*. JOUE du 26/02/2011.
- . 2013. *Arrêté du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales*. JORF du 13/08/2013.
- Anses. 2015. Rapport d'expertise collective « Co-expositions des abeilles aux facteurs de stress » [en ligne], disponible sur <https://www.anses.fr/fr/system/files/SANT2012sa0176Ra.pdf>, [consulté le 9 mars 2016].
- Anses Sophia antipolis, FLI et Fera. 2013. « Les acariens du genre TROPILAEELAPS ». [en ligne], disponible sur <https://www.anses.fr/fr/system/files/ANSES-Ft-Tropilaelapsspp0113.pdf>, [consulté le 8 juin 2016].
- Anses Sophia antipolis, FLI, Fera, et IZSVE. 2015. « Le petit coléoptère des ruches ». [en ligne], disponible sur <https://www.anses.fr/fr/system/files/ANSES-Ft-Aethinatumida0415.pdf>, [consulté le 8 juin 2016].
- Berthoud, H., A. Imdorf, J.D. Charrière, M. Haueter, et P. Fluri. 2005. « Les virus des abeilles ». *Agroscope Liebefeld-Posieux, Centre de recherches apicoles*.
- Beverly, M. B., P. T. Kay, et K. J. Voorhees. 1995. « Principal component analysis of the pyrolysis-mass spectra from African, Africanized hybrid, and European beeswax ». *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 34 (2): 251-63.
- Billard, O. 2013. « La rubrique du néophyte ». *Abeille de France*, n°1001 : 15-16.
- Bogdanov, S. 2004. « Quality and Standards of Pollen and Beeswax ». *APIACTA*, n° 38: 334-41.
- . 2006. « Contaminants of bee products ». *Apidologie* 37 (1): 1-18.

- Bogdanov. 2009a. « Beeswax : Production, Composition and Control ». *Beeswax book [en ligne]*, disponible sur <http://www.bee-hexagon.net/wax/> [consulté le 16 mars 2016].
- . 2009b. « Beeswax : Uses and Trade ». *Beeswax book [en ligne]*, disponible sur <http://www.bee-hexagon.net/wax/> [consulté le 16 mars 2016].
- Bogdanov, S., A. Imdorf, J.D. Charrière, P. Fluri, et V. Kilchenmann. 2003. « Qualité des produits apicoles et sources de contamination ». *Revue suisse d'apiculture* 124: 1-12.
- Bogdanov, S., A. Imdorf, et V. Kilchenmann. 1998. « Residues in wax and honey after Apilife VAR® treatment ». *Apidologie* 29 (6): 513-24.
- Bogdanov, S., V. Kilchenmann, et A. Imdorf. 1998. « Acaricide residues in some bee products ». *Journal of Apicultural Research* 37 (2): 57-67.
- . 1999. « Acaricide residues in honey, beeswax and propolis », Swiss Bee Research Centre.
- Bradbear, Nicola, Food and Agriculture Organization of the United Nations, et Division des systèmes de soutien à l'agriculture. 2005. *Apiculture et moyens d'existence durables*. Rome : Division des systèmes de soutien à l'agriculture, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- Bruneau, E. 2004. « Gaufrier sa cire ». *Abeilles and cie*, n° 104: 26-27.
- . 2012. « Cire, des résidus à éviter ». *ActuApi*, n° 58: 1-8.
- Buchwald, R., M. D. Breed, A. R. Greenberg, et G. Otis. 2006. « Interspecific variation in beeswax as a biological construction material ». *The Journal of Experimental Biology* 209 (Pt 20): 3984-89.
- Campano, F., J.M. Flores, F. Puerta, J.A. Ruiz, et J.M. Ruz. 1999. « Fungal diseases of the honeybee (*Apis mellifera* L.) ». In : Colin M.E. (ed.), Ball B.V. (ed.), Kilani M. (ed.). *Bee disease diagnosis* (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches ; n. 25): 61-68.
- Casteel, D.B. 1912. « The manipulation of the wax scales of the honey-bee ». *US Department of Agriculture, Bureau of Entomology*, 161: 1-13.
- Centre de Formation Professionnelle et de Promotion agricoles. s. d. « La cire d'abeille ».
- Charrière, J.D., et S. Bogdanov. 2004. « Comment éviter des résidus de paradichlorobenzène dans sa cire et son miel ? » *ALP, Centre de recherche apicole*.
- Chauzat, M-P., et J-P. Faucon. 2007. « Pesticide Residues in Beeswax Samples Collected from Honey Bee Colonies (*Apis Mellifera* L.) in France ». *Pest Management Science* 63 (11): 1100-1106.
- Chauzat, M-P, A-C Martel, N. Cougoule, P. Porta, J. Lachaize, S. Zeggane, M. Aubert, P. Carpentier, et J-P Faucon. 2011. « An assessment of honeybee colony matrices, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) to monitor pesticide presence in continental France ». *Environmental Toxicology and Chemistry* 30 (1): 103-11.
- Clément, H. 2004. « Guide des techniques de l'apiculteur ». In Bruneau E., Barbançon J.-M., Bonnaffé P., Clément H., Domerego R., Fert G., Le Conte Y., Ratia G., Reeb C., Vaissière B., *Le Traité Rustica de l'Apiculture*, Paris : éditions Rustica, 264-315.

- Collins, AM, J. S. Pettis, R Wilbanks, et MF Feldlaufer. 2004. « Performance of honey bee (*Apis mellifera*) queens reared in beeswax cells impregnated with coumaphos ». *Journal of Apicultural Research* 43 (3): 128-34.
- Comité scientifique de l'agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire. 2015. « Avis sur les résidus de produits phytopharmaceutiques et de médicaments vétérinaires dans la cire d'abeille : analyse de scénarios de l'exposition chronique des consommateurs et proposition de limites d'action ».
- Conseil des productions végétales du Québec. 1980. *Apiculture : préparation de la cire d'abeille*. Québec: Conseil des Productions végétales du Québec.
- Darchen, R. 1968. « Les glandes cirières et la cire ». In *Traité de biologie de l'abeille*, 1: 450-73. Biologie et physiologie générales.
- Davis, G., et W. Ward. 2003. « Control of chalkbrood disease with natural products ». Report for the Rural Industries Research and Development Corporation, Australian Government.
- De Guzman, L.I., T.E. Rinderer, et D. Beaman. 1993. « Survival of *Varroa jacobsoni* Oud. (Acari: Varroidae) away from its living host *Apis mellifera*. » *Experimental and applied Acarology*, 17 (4): 283-90.
- Direction générale de l'alimentation, sous-direction des affaires sanitaires européennes et internationales, Service d'inspection vétérinaire et phytosanitaire aux frontières. 2016. Guide d'inspection « Contrôles sanitaires et phytosanitaires d'importation réalisés en postes frontaliers ».
- European Commission, Directorate-General for Health and Food Safety, Safety of the Food Chain, Pesticides and Biocides. 2016. « Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticides residues analysis in food and feed, SANTE/11945/2015 »
- FAO 2016. « FAOSTAT » [en ligne], disponible sur <http://faostat3.fao.org/home/E>, [consulté le 17 mai 2016].
- Ferber, C.E.M, et H.E. Nursten. 1977. « The aroma of wax ». *Journal of the Science of Food and Agriculture*, n° 28 : 511-18.
- Fert, G. 2004. « Installer son rucher et s'équiper ». In Bruneau E., Barbançon J.-M., Bonnaffé P., Clément H., Domerego R., Fert G., Le Conte Y., Ratia G., Reeb C., Vaissière B., *Le Traité Rustica de l'Apiculture*, Paris : éditions Rustica, 237-39.
- FNOSAD. 2014. « Fiche pratique "La loque européenne" ».
- . 2015. « Fiche pratique : "La nosérose" ».
- FranceAgriMer. 2012. « Audit économique de la filière apicole ». *Les synthèses de FranceAgriMer*, 32p.
- Fries, Ingemar. 1988. « Comb replacement and Nosema disease (*Nosema apis* Z.) in honey bee colonies ». *Apidologie* 19 (4): 343-354.

- Goodwin, Mark, Cliff Van Eaton, New Zealand, et Ministry of Agriculture and Forestry. Biotechnical Control. 2001. In *Control of Varroa: A Guide for New Zealand Beekeepers*. Wellington, N.Z.: New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry, 57-63.
- Hornitzky, M., et P. Wills. 1983. « Gamma radiation inactivation of Bacillus larvae to control American foulbrood ». *Journal of Apicultural Research* 22 (3): 196-99.
- INAO. 2013. « Directive du conseil des agréments et contrôle de l'INAO sur la mise en oeuvre des contrôles et des traitements des manquements en agriculture biologique ».
- ISO. 2006. « Norme ISO 35-34, Statistique - Vocabulaire et symboles » [en ligne], disponible sur <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:3534:-1:ed-2:v2:fr>, [consulté le 20 juillet 2016].
- ITSAP. 2014a. « Conduite des ruchers : Renouveler les cires et stocker les cadres bâtis ». In *Guide des bonnes pratiques apicoles*.
- . 2014b. « Connaissance, prévention, surveillance et lutte contre les principales maladies et agresseurs des colonies ». In *Guide des bonnes pratiques apicoles*.
- ITSAP, et ADA France. 2015. « Etude de la filière apicole biologique ».
- ITSAP- Institut de l'abeille. 2014. « Etude qualité ».
- Jéanne, F. 2001. « Constructions naturelles et cire gaufrée ». In *Guide pratique de l'Apiculture*, Echauffour : Editions de l'O.P.I.D.A, 449-54.
- . 2003. « Epuration du miel et traitement des opercules ». In *Guide pratique de l'Apiculture*, Echauffour : Editions de l'O.P.I.D.A, 259-64.
- JECFA. 2005. « BEESWAX », Combined Compendium of Food Additive Specifications [en ligne], disponible sur <http://www.fao.org/food/food-safety-quality/scientific-advice/jecfa/jecfa-additives/detail/en/c/481/>, [consulté le 14 avril 2016].
- Jiménez, J.J., J.L. Bernal, M.J. del Nozal, M.T. Martín, et L. Toribio. 2009. « Identification of adulterants added to beeswax: Estimation of detectable minimum percentages ». *European Journal of Lipid Science and Technology* 111 (9): 902-11.
- Jiménez, Juan José, José Luis Bernal, María Jesús del Nozal, et María Teresa Martín. 2005. « Residues of Organic Contaminants in Beeswax ». *European Journal of Lipid Science and Technology* 107 (12): 896-902.
- Johnson, M., M.D. Ellis, C. A. Mullin, et M. Frazier. 2010. « Pesticides and honey bee toxicity-USA ». *Apidologie* 41 (3): 321-31.
- Kochansky, J., K. Wilzer, et M. Feldlaufer. 2001. « Comparison of the transfer of coumaphos from beeswax into syrup and honey ». *Apidologie* 32 (2): 119-125.
- Korta, E., A. Bakkali, L. A. Berrueta, B. Gallo, F. Vicente, V. Kilchenmann, et S. Bogdanov. 2001. « Study of Acaricide Stability in Honey. Characterization of Amitraz Degradation Products in Honey and Beeswax ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49 (12): 5835-42.
- Krell, Rainer. 1996. *Value-added products from beekeeping*. FAO agricultural services bulletin 124. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Kurstjens, S.P., E. MC Clain, et HR. Hepburn. 1990. « The proteins of beeswax ». *Naturwissenschaften* 77 (1): 34-35.

- Le Conte, Y. 2004. « La vie sociale de la colonie ». In Bruneau E., Barbançon J.-M., Bonnaffé P., Clément H., Domerego R., Fert G., Le Conte Y., Ratia G., Reeb C., Vaissière B., *Le Traité Rustica de l'Apiculture*, Paris : éditions Rustica, 54-83.
- MAAF. 2014. « Maîtrise des produits phytosanitaires (pesticides) » [en ligne], disponible sur <http://agriculture.gouv.fr/maitrise-des-produits-phytosanitaires-pesticides>, [consulté le 5 avril 2016].
- . 2016. « Programme visant à l'amélioration des conditions de la production et de la commercialisation des produits de l'apiculture ». Programme communautaire triennal (1er août 2016 au 31 juillet 2019).
- Máchová, M. 1993. « Resistance of Bacillus larvae in beeswax ». *Apidologie* 24 (1): 25-31.
- Martel, A., S. Zeggane, C. Aurières, P. Drajnudel, J. Faucon, et M. Aubert. 2007. « Acaricide residues in honey and wax after treatment of honey bee colonies with Apivar® or Asuntol® 50 ». *Apidologie* 38 (6): 534-44.
- Martinello, M., A. Baggio, A. Gallina, et F. Mutinelli. 2013. « Distribution of sulfathiazole in honey, beeswax, and honeybees and the persistence of residues in treated hives ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61 (38): 9275-79.
- May, M. 2001. « Créer de nouvelles colonies : une méthode simple, primitive ». [en ligne], disponible sur https://ssl.domicile.fr/apiservices.com/rfa/articles/creer_colonies.htm, [consulté le 22 mars 2016].
- Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand. 2004. « Import risk analysis : honey bee products ». Biosecurity New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry, Wellington, New Zealand
- Mullin, C. A., M. Frazier, J. L. Frazier, S. Ashcraft, R. Simonds, D. Vanengelsdorp, et J. S. Pettis. 2010. « High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: implications for honey bee health ». *PloS One* 5 (3).
- Mutinelli, F. 2011. « The spread of pathogens through trade in honey bees and their products (including queen bees and semen): overview and recent developments ». *Revue Scientifique et Technique-OIE* 30 (1): 257-71.
- OIE. 2013. « Nosemosis of honey bees ». In *OIE Terrestrial Manual*. [en ligne], disponible sur http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2008/pdf/2.02.04_NOSEMOSIS_FINAL.pdf, [consulté le 7 juillet 2016].
- . 2016a. « Texte introductif général fournissant des informations de base aux chapitres du code sanitaire pour les animaux terrestres sur les maladies des abeilles ». [en ligne], disponible sur <http://www.oie.int/fr/notre-expertise-scientifique/informations-specifiques-et-recommandations/maladies-des-abeilles/>, [consulté le 17 mai 2016].
- . 2016b. *Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres 2016*. [en ligne], disponible sur <http://www.oie.int/fr/normes-internationales/manuel-terrestre/>, [consulté le 6 juillet 2016].

- OIE. 2016c. Titre 9 : APIDAE. In *Code sanitaire pour les animaux terrestres*. [en ligne], disponible sur http://www.oie.int/index.php?id=169&L=1&htmfile=titre_1.9.htm, [consulté le 6 juillet 2016].
- Persano, O.L., P. Pulcini, C. Morgia, E. Marinelli, F. Allegrini, F. De Pacce, et L. Ricci. 2003. « Acaricide residues in wax : a research in central Italy ». Proceedings of XXXVIII CONGRESS APIMONDIA Ljubliana 2003 .
- Pharmacopée Européenne. 2005. « Beeswax, yellow », [en ligne], disponible sur http://library.njucm.edu.cn/yaodian/ep/EP5.0/16_monographs/monographs_a-c/Beeswax,%20yellow.pdf, [consulté le 12 avril 2016].
- Ravoet, J., W. Reybroeck, et D. C. Graaf. 2015. « Pesticides for apicultural and/or agricultural application found in belgian honey bee wax combs ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 94 (5): 543-48.
- Rivière, M., B. Ball, et M. Aubert. 2008. « Natural history and geographical distribution of honey bee viruses ». In Commission européenne, Direction-générale de la recherche, agriculture Direction E - biotechnologies aliments, et sylviculture Unité E4 - Agriculture pêcheries, aquaculture. 2008. *Virology and the Honey Bee*. Brussels: Directorate-general for research, European commission, 19-74.
- Rivière, M., V. Olivier, et P. Blanchard. 2010. « Chronic bee paralysis: A disease and a virus like no other? » *Journal of Invertebrate Pathology* 103: 120-31.
- Rivière, M., V. Olivier, P. Blanchard, F. Schurr, O. Celle, P. Drajnudel, J-P. Faucon, R. Thiery, et M-P. Chauzat. 2008. « Les effondrements de colonies d'abeilles : le cas du CCD ("colony collapse disorder") et du virus IAPV (ISRAELI acute paralysis virus) ». *Virologie* 12 (5): 319-22.
- Secretariat of the International plant Protection Convention. 2006. « International standards for phytosanitary measures », n°1 to 24. Rome: FAO.
- Serra Bonvehi, J., et F. J. Orantes Bermejo. 2012. « Detection of Adulterated Commercial Spanish Beeswax ». *Food Chemistry* 132 (1): 642-48.
- Tsigouri, AD., U. Menkissoglu-Spiroudi, A. Thrasyvoulou, et G. Diamantidis. 2003. « Fluvalinate residues in Greek honey and beeswax ». *Api acta* n° 38: 50-53.
- Tulloch, A. P. 1980. « Beeswax : Composition and analysis ». *Bee world* 61 (2): 47-62.
- Wu, J.Y., C.M. Anelli, et W.S. Sheppard. 2011. « Sub-lethal effects of pesticide residues in brood comb on worker honey bee (*Apis mellifera*) development and longevity ». *PLoS One* 6 (2).

Annexes

Annexe 1 : Certificat sanitaire pour les sous-produits apicoles à utiliser en apiculture, destinés à être expédiés ou à transiter par l'Union européenne

Certificat sanitaire

pour les sous-produits apicoles à utiliser exclusivement en apiculture, destinés à être expédiés vers l'Union européenne ou à transiter par celle-ci (2)

PAYS				Certificat vétérinaire vers l'UE				
Partie I: Renseignements concernant le lot expédié	I.1. Expéditeur Nom Adresse Tél.				I.2. Numéro de référence du certificat		I.2.a.	
					I.3. Autorité centrale compétente			
					I.4. Autorité locale compétente			
					I.5. Destinataire Nom Adresse Code postal Tél.			
	I.6. Intéressé au chargement au sein de l'UE Nom Adresse Code postal Tél.							
	I.7. Pays d'origine	Code ISO	I.8. Région d'origine	Code	I.9. Pays de destination	Code ISO	I.10. Région de destination	Code
	I.11. Lieu d'origine Nom Adresse Numéro d'agrément Nom Adresse Numéro d'agrément Nom Adresse Numéro d'agrément				I.12. Lieu de destination Nom Adresse Entrepôt douanier <input type="checkbox"/> Numéro d'agrément Code postal			
	I.13. Lieu de chargement				I.14. Date du départ			
	I.15. Moyens de transport Avion <input type="checkbox"/> Navire <input type="checkbox"/> Wagon <input type="checkbox"/> Véhicule routier <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/> Identification Référence documentaire				I.16. PIF d'entrée dans l'UE I.17.			
	I.18. Description des marchandises					I.19. Code marchandise (code SH)		I.20. Quantité
I.21. Température produit Ambiante <input type="checkbox"/> Réfrigérée <input type="checkbox"/> Congelée <input type="checkbox"/>					I.22. Nombre de conditionnements			
I.23. Numéro des scellés/des conteneurs					I.24. Type de conditionnement			
I.25. Marchandises certifiées aux fins de: Usage technique <input type="checkbox"/>								
I.26. Pour transit par l'UE vers un pays tiers <input type="checkbox"/> Pays tiers Code ISO				I.27. Pour importation ou admission dans l'UE <input type="checkbox"/>				
I.28. Identification des marchandises Espèce (nom scientifique) Nature de la marchandise Numéro d'agrément des établissements Atelier de transformation Poids net								

PAYS

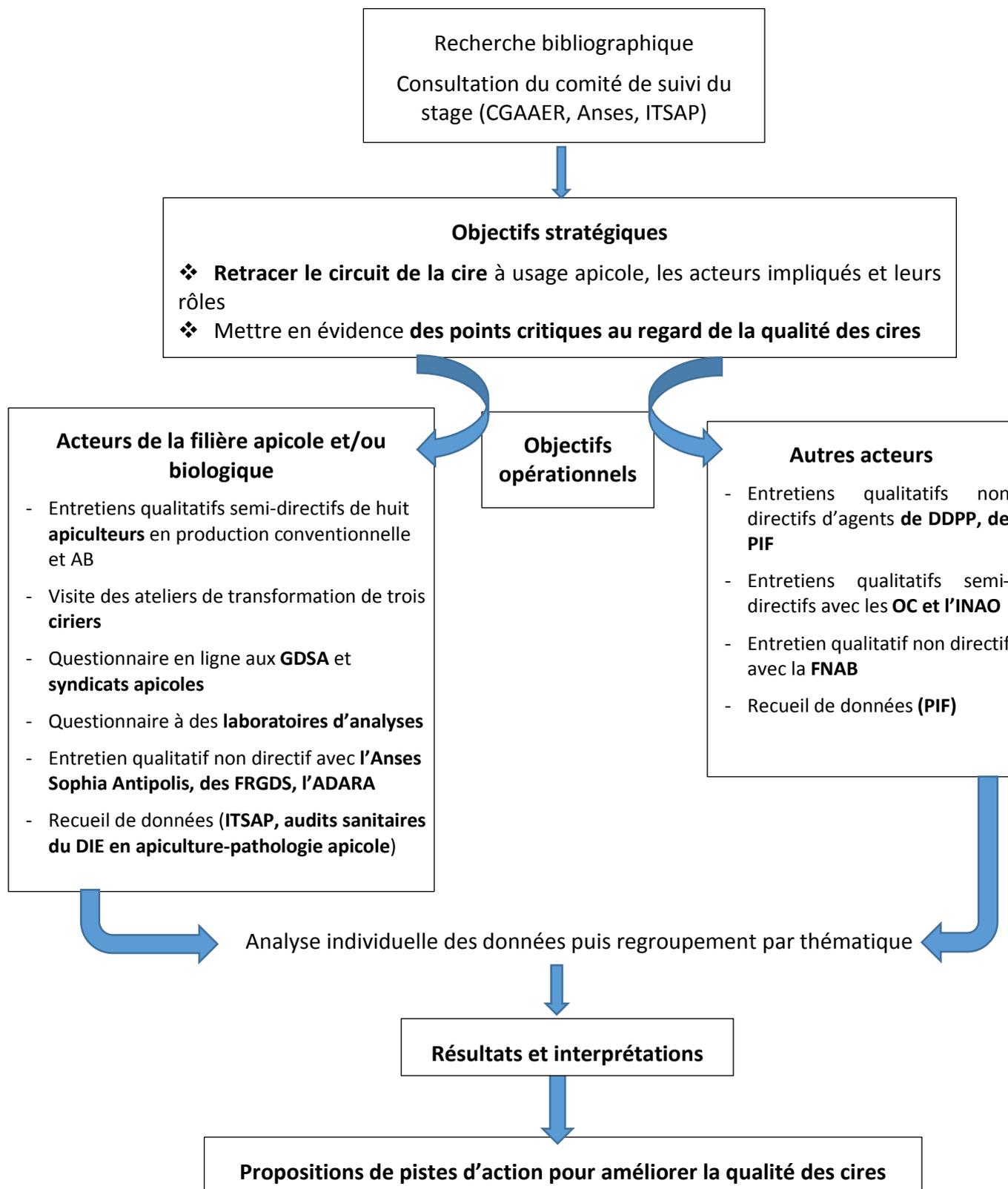
Sous-produits apicoles à utiliser exclusivement en apiculture

Partie II: Certification	II. Information sanitaire	II.a. N° de référence du certificat	II.b.						
	<p>Je soussigné, vétérinaire officiel, déclare avoir lu et compris le règlement (CE) n° 1069/2009 du Parlement européen et du Conseil ^(1a), et notamment son article 10, ainsi que le règlement (UE) n° 142/2011 de la Commission ^(1b), et notamment son annexe XIV, chapitre II, et certifie que les sous-produits apicoles décrits ci-dessus:</p> <p>II.1. proviennent d'une région dans laquelle les maladies mentionnées ci-après sont des maladies à déclaration obligatoire et qui ne fait l'objet d'aucune restriction concernant:</p> <ul style="list-style-type: none">a) la loque américaine (<i>Paenibacillus larvae larvae</i>),b) l'acariose [<i>Acarapis woodi</i> (Rennie)],c) le petit coléoptère des ruches (<i>Aethina tumida</i>), etd) le coléoptère <i>Tropilaelaps</i> (<i>Tropilaelaps spp</i>); <p>II.2. ont été:</p> <ul style="list-style-type: none">(²) [soumis à une température inférieure ou égale à - 12 °C pendant 24 heures au moins.](²) ou [dans le cas de cire, raffinés ou transformés selon la méthode de transformation 1-2-3-4-5-7 (²) décrite à l'annexe IV, chapitre III, du règlement (UE) n° 142/2011] <p>Notes</p> <p>Partie I:</p> <ul style="list-style-type: none">— Case I.6: intéressé au chargement au sein de l'Union européenne: cette case ne doit être remplie que si le certificat accompagne des marchandises en transit; elle peut l'être si le certificat accompagne des marchandises importées.— Cases I.11 et I.12: numéro d'agrément: le numéro d'enregistrement attribué à l'établissement ou à l'usine par l'autorité compétente.— Case I.12: lieu de destination: cette case ne doit être remplie que si le certificat accompagne des marchandises en transit. Les produits en transit ne peuvent être entreposés que dans des zones franches, des entrepôts francs et des entrepôts douaniers.— Case I.15: numéro d'enregistrement ou d'immatriculation (wagon ou conteneur et camion), numéro de vol (avion) ou nom (navire); des informations distinctes doivent être fournies en cas de déchargement et de rechargement.— Case I.19: il convient d'utiliser le code SH approprié (05.11.99) et de préciser de quel produit il s'agit en se fondant sur la liste figurant à la note concernant la case I.28.— Case I.23: en ce qui concerne les conteneurs de vrac, il convient d'indiquer le numéro du conteneur et, le cas échéant, celui du scellé.— Case I.25: usage technique: toute utilisation autre que la consommation animale.— Cases I.26 et I.27: il y a lieu de compléter la case qui convient selon qu'il s'agit d'un certificat accompagnant des marchandises en transit ou des marchandises importées.— Case I.28: nature de la marchandise: miel, cire, gelée royale, propolis ou pollen utilisés dans l'apiculture. <p>Partie II:</p> <p>(^{1a}) JO L 300 du 14.11.2009, p. 1.</p> <p>(^{1b}) JO L 54 du 26.2.2011, p. 1.</p> <p>(²) Supprimer la ou les mentions inutiles.</p> <ul style="list-style-type: none">— La signature et le sceau doivent être d'une couleur différente de celle du texte imprimé.— Note à l'intention de l'intéressé au chargement dans l'Union européenne: le présent certificat est destiné exclusivement à des fins vétérinaires et doit accompagner l'envoi jusqu'à son arrivée au poste d'inspection frontalier.								
<p>Vétérinaire officiel ou inspecteur officiel</p> <table style="width: 100%;"><tr><td style="width: 50%;">Nom (en lettres capitales):</td><td style="width: 50%;">Qualification et titre:</td></tr><tr><td>Date:</td><td>Signature:</td></tr><tr><td>Sceau:</td><td></td></tr></table>				Nom (en lettres capitales):	Qualification et titre:	Date:	Signature:	Sceau:	
Nom (en lettres capitales):	Qualification et titre:								
Date:	Signature:								
Sceau:									

Annexe 2 : Caractéristiques des agents biologiques véhiculés par la cire

Agent	Nom de la maladie	Nom et nature de l'agent pathogène	Symptômes et/ou conséquences	Élément de résistance et de dissémination	Traitements possibles de la cire pour détruire l'agent de dissémination de la maladie	Catégorisation	Statut de la France (en 2015)
Bactéries	Loque américaine	<i>Paenibacillus larvae</i> , bactérie sporulée	Mortalité larvaire	Spore	- Traitement thermique à 120°C pendant 24 heures - Irradiation de 10 kGy	Danger sanitaire de première catégorie Maladie à déclaration obligatoire	Non indemne
	Loque européenne	<i>Melissococcus plutonius</i> , bactérie non sporulante	Contribution à la mortalité larvaire et à l'affaiblissement des colonies	Forme végétative	- Traitement thermique à 80°C pendant 22 minutes sous agitation - Irradiation de 15 kGy	Maladie non réglementée	Non indemne
Parasites	Nosébose	<i>Nosema apis</i> et <i>Nosema ceranae</i>	Troubles diarrhéiques des abeilles et contribution à la mortalité des colonies	Spore	- Traitement thermique à 49°C pendant 24 heures	Danger sanitaire de première catégorie pour <i>Nosema apis</i> Maladie à déclaration obligatoire	Non indemne
	Infestation des abeilles mellifères par <i>Aethina tumida</i>	<i>Aethina tumida</i> ou petit coléoptère des ruches	Abandon ou effondrement de la colonie	Parasite	- Traitement thermique supérieur à 60°C (traitement permettant la fonte totale de la cire) - Irradiation à la dose de 400 Gray	Danger sanitaire de première catégorie Maladie à déclaration obligatoire	Indemne
	Infestation des abeilles mellifères par <i>Tropilaelaps spp</i>	<i>T. clareae</i> , <i>T. koenigerum</i> , <i>T. thaii</i> et <i>T. mercedesae</i> , acariens	Mortalité des abeilles, vecteur de virus	Parasite	- Traitement thermique supérieur à 60°C (traitement permettant la fonte totale de la cire) - Irradiation à la dose de 400 Gray	Danger sanitaire de première catégorie Maladie à déclaration obligatoire	Indemne
	Varroose	Infestation par un acarien du genre <i>Varroa</i> , principalement <i>Varroa destructor</i>	Vecteur de virus, accroît la charge virale dans la colonie et peut provoquer sa mortalité	Parasite	- Traitement thermique supérieur à 60°C (traitement permettant la fonte totale de la cire) - Irradiation à la dose de 350 Gray	Danger sanitaire de deuxième catégorie	Non indemne
	Maladie du couvain plâtré	Infestation par un champignon, <i>Ascospaera apis</i>	Mortalité larvaire contribuant à l'affaiblissement de la colonie	Spore	- Irradiation (dose inconnue) - Traitement thermique inconnu	Aucune	Maladie présente

Annexe 3 : Schéma de méthodologie générale



Annexe 4 : Liste des ciriers de France

Nom de la société	Département
LEROUGE APICULTURE	Charente-Maritime (17), Oise (60)
ALP'ABEILLE	Haute-Savoie (74)
Établissements Nevière	Alpes-de-Haute-Provence (04)
Bretagne apiculture	Finistère (29)
Apiculture REMUAUX	Bouches-du-Rhône (13), Tarn (81)
Thomas apiculture	Hérault (34), Loiret (45)
APICULTURE BERTSCHY Matthieu	Moselle (57)
Rucher des Mûriers	Haut-Rhin (68)
Gil apiculture	Haut Rhin (68)
ICKO	Vaucluse (84)
Apiculture Route d'or	Maine-et-Loire (49)
Compagnie des miels du Jura (Société coopérative et participative)	Jura (39)

Annexe 5 : Trame du guide d'entretien utilisé lors de la visite des ciriers

Thématiques	Points abordés
Présentation de l'entreprise	<p>Activités réalisées</p> <p>Personnel (nombre de salariés travaillant dans l'atelier de transformation)</p> <p>Production de cire (quantité, type de cires, prix d'achat et de vente)</p> <p>Agrément sanitaire pour la transformation</p>
Origine de la matière première	<p>Importation</p> <p>Types de fournisseurs</p> <p>Exigences sur la matière première (analyse, nature de cire,...)</p> <p>Réception et tri de la cire</p>
Destination du produit fini	<p>Destinataires</p> <p>Exportation et exigences particulières</p> <p>Informations au consommateur (étiquetage)</p> <p>Problèmes rencontrés</p>
Procédé de transformation	<p>Les différentes étapes et les produits intermédiaires</p> <p>Points sensibles du procédé</p> <p>Enregistrement des paramètres (T°, ...) et autocontrôles</p> <p>Gestion des déchets</p> <p>Traçabilité</p>
Milieu et matériel	<p>Nettoyage et désinfection</p> <p>Plan contre les nuisibles</p>
Personnel	<p>Formation</p> <p>Protection</p> <p>Hygiène</p>
Questions ouvertes	<p>Difficultés rencontrées vis-à-vis de l'agrément</p> <p>Cas de la cire utilisable en apiculture biologique</p> <p>Attentes</p>

Annexe 6 : Questionnaire en ligne envoyé aux GDSA

Etude réalisée sur les cires à usage apicole utilisées en France métropolitaine

Une étude portant sur les cires à usage apicole, co-encadrée par l'ITSAP-Institut de l'abeille et le Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, est réalisée entre mars et juin. L'intitulé de cette étude est «Etat des lieux sur les cires à usage apicole utilisées en France métropolitaine, évaluation des points critiques».

L'un des objectifs de ce travail est notamment de mieux connaître le circuit de la cire, les acteurs impliqués et leurs rôles.

Nous proposons ce questionnaire en ligne à tous les GDSA de France afin de mieux connaître les pratiques relatives à la cire apicole et le rôle des GDSA dans le circuit de la cire.

Vous n'aurez besoin que de 5 minutes pour répondre à ce questionnaire. Une fois le questionnaire envoyé, il vous sera impossible de le modifier. Ce questionnaire sera disponible jusqu'au 13 mai 2016.

Les informations individuelles communiquées ici sont confidentielles et seront traitées de manière anonyme.

Nous vous remercions pour votre participation.

Pour toute information complémentaire ou problème rencontré, merci de contacter :

Agnès Schryve

ITSAP-Institut de l'abeille

agnes.schryve@itsap.asso.fr

*Question obligatoire

1. **Organisez-vous une collecte groupée de cire pour vos adhérents ?** * *Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non *Passez à la question 13.*

Concernant la cire collectée :

2. **Faites-vous des recommandations à vos adhérents concernant la cire qu'ils peuvent apporter ?**

**Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non *Passez à la question 6.*

Concernant la cire collectée :

3. **Que leur conseillez-vous concernant la cire qu'ils peuvent apporter?***

Plusieurs réponses possibles.

- D'amener de la cire d'opercules venant des hausses
- D'amener de la cire d'opercules venant du corps
- D'amener de la cire de cadre venant des hausses
- D'amener de la cire de cadre venant du corps
- Autre : _____

4. **Effectuez-vous un contrôle visuel des cires collectées ? * Une seule réponse possible.**

- Oui
- Non *Passez à la question 6.*

Concernant la cire collectée :

5. **Au vu des cires collectées, pensez-vous que les adhérents respectent vos recommandations données sur la nature de la cire qu'ils apportent ? * Une seule réponse possible.**

- Oui totalement
- Oui, en général
- Oui, parfois
- Non rarement
- Non jamais
- Je ne sais pas (vous ne pouvez pas estimer si la cire collectée correspond aux recommandations données)

Concernant la cire collectée :

6. **Comment se déroule la collecte de la cire à recycler ? * Une seule réponse possible.**

- Les cires sont directement envoyées chez un cirier par les apiculteurs du GDSA *Passez à la question 13.*
- La collecte des cires est centralisée (les apiculteurs amènent leurs cires au même endroit et au même moment) et le lot est envoyé chez le cirier.
- La collecte des cires est centralisée (les apiculteurs amènent leurs cires au même endroit et au même moment) et le cirier vient lui-même récupérer le lot
- Les cires sont collectées par des volontaires du GDSA auprès des apiculteurs puis sont regroupées avant d'être transférées chez un cirier
- Autre : _____

7. **Combien de fois par an envoyez-vous un lot de cires chez le cirier pour sa transformation en feuilles de cire gaufrée ?***

8. **Est-ce que la cire collectée est en circuit fermé ? (i.e les nouvelles feuilles de cires récupérées proviennent exclusivement de la cire collectée) : *** *Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

9. **Connaissez-vous le poids total d'un lot de cire collecté qui sera transmis au cirier?*** *Une seule réponse possible.*

- Oui *Passez à la question 10.*
- Non *Passez à la question 11.*

10. **Précisez alors le poids moyen d'un lot de cire collecté pour envoi au cirier (en kg)**

11. **Y-a-t-il une condition sur le poids total du lot de cire collecté pour pouvoir réaliser un circuit fermé ? ***

Une seule réponse possible.

- Oui *Passez à la question 12.*
- Non *Passez à la question 13.*
- Je ne sais pas *Passez à la question 13.*

12. **Quel poids de cire est alors requis pour la réalisation d'un circuit fermé ? (en kg)**

Concernant le renouvellement des cadres de cire :

13. **Donnez-vous des recommandations à vos adhérents concernant la fréquence de renouvellement des cadres de cire ? *** *Une seule réponse possible.*

- Oui *Passez à la question 14.*
- Non *Passez à la question 16.*

Concernant le renouvellement des cadres de cire :

14. Combien de cadres de cire leur conseillez-vous de renouveler par ruche chaque année?*

Une seule réponse possible.

- 0
- 1
- 2
- 3
- Entre 4 et 5
- Entre 6 et 7
- Plus de 7

15. Par quels moyens les incitez-vous à renouveler leurs cadres ? *

Plusieurs réponses possibles.

- En leur faisant des recommandations orales (par exemple sur le terrain ou lors de formations)
- En leur faisant des recommandations écrites (par exemple, via le site internet du GDSA ou par des communiqués)
- En leur fournissant des cadres de cire gaufrée
- Autre : _____

16. Avez-vous des remarques que vous souhaiteriez exprimer sur la question des cires ?

17. Accepteriez-vous d'être contacté ultérieurement par téléphone pour donner quelques précisions complémentaires ou échanger sur ce sujet ? * *Une seule réponse possible.*

- Oui *Passez à la question 18.*
- Non *Arrêtez de remplir ce formulaire.*

Si vous acceptez d'être contacté ultérieurement, merci d'indiquer vos coordonnées :

18. Numéro de département

19. Nom

20. Adresse mail

21. Numéro de téléphone

Annexe 7 : Questionnaire envoyé aux laboratoires

1) Combien de demandes d'analyse de résidus de pesticides avez-vous reçu entre 2005 et 2010 et 2010 et 2015 pour le miel et la cire ?

	2005-2010	2010-2015
Nombre de demandes pour la cire		
Nombre de demandes pour le miel (à titre de comparaison)		

2) Concernant les commanditaires des demandes d'analyse de résidus de pesticide sur la cire : avez-vous une idée de leur activité professionnelle ? Oui Non

Si oui, parmi les propositions listées dans le tableau ci-dessous, choisissez les commanditaires ayant déjà fait cette demande et indiquer quelle proportion ils représentent parmi les commanditaires d'analyse de cire.

Commanditaire :	Réponse (<i>oui ou non</i>)	Proportion (%)
Cirier	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
Apiculteur	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
Laboratoire de recherche	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
Industriel	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
Autres : précisez	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	

3) Est qu'une fiche commémorative accompagne les échantillons de cire envoyés ?

Choisissez une réponse parmi ces propositions :

- Oui, toujours
- Oui, souvent
- Oui, parfois
- Non, rarement
- Non jamais

4) Concernant les résultats des analyses effectuées sur les cires : dans le tableau ci-dessous, classer les grandes familles de pesticides en fonction de leur fréquence de détection dans la cire (mettre 1 pour la famille la moins fréquemment retrouvée dans les cires et 4 pour la famille la plus fréquemment retrouvée)

	Classement (de 1 à 4)
Acaricides à usage apicole (coumaphos, tau-fluvalinate, fluméthrine, thymol, amitraz ou ses métabolites : DMA, DMF, DMPF)	
Insecticides (néonicotinoides, carbamates, organophosphorés, organochlorés, pyréthrinoïdes)	
Fongicides ou herbicides	
Corvicides, molluscicides répulsifs, régulateurs de croissance des végétaux, ...	

5) Concernant les méthodes d'analyse multi-résidus des pesticides dans la cire :

Dans le tableau ci-dessous :

- Complétez la première colonne en indiquant les méthodes utilisées pour la recherche de pesticides dans la cire ;
- Complétez la deuxième colonne en indiquant si la ou les méthodes utilisées sont validées pour la matrice cire ;
- Pour les méthodes validées sur la matrice cire, complétez la troisième colonne en précisant le nom de la norme utilisée pour la validation ou si la validation a été effectuée intra-laboratoire.

	Utilisation (oui ou non)	Validation pour la matrice cire (oui ou non)	Norme(s) utilisée(s) pour la validation (précisez le nom de la norme) ou Validation intra- laboratoire
Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GCMS/MS)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
Chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse (LCMS/MS)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
Autres méthodes (précisez le nom) :	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	

6) Si vous avez réalisé une validation intra-laboratoire d'une méthode d'analyse sur la matrice cire, précisez le nom de la méthode et les valeurs des critères utilisés pour sa validation :

Critères	Nom de la méthode :	Nom de la méthode :
Taux de recouvrement (donnez le minimum et maximum)	Minimum : ...% Maximum : ...%	Minimum : ...% Maximum : ...%
Effet matrice	< ... %	< ... %
Linéarité	$r > \dots$ $r^2 > \dots$	$r > \dots$ $r^2 > \dots$
Reproductibilité	< ...%	< ...%
Répétabilité	< ...%	< ...%

7) Concernant l'analyse de résidus de pesticides, prévoyez-vous d'optimiser les méthodes d'analyse actuelles ou de développer de nouvelles méthodes d'analyse?

.....

8) Recevez-vous des demandes d'analyse pour la recherche de contaminants dans la cire autres que les pesticides ?

Si oui, précisez parmi les propositions ci-dessous les contaminants faisant l'objet d'une demande et les contaminants que vous pouvez analyser au sein de votre laboratoire

	Demande d'analyse pour rechercher le contaminant (<i>oui ou non</i>)	Analyse possible du contaminant dans votre laboratoire (<i>oui ou non</i>)
Antibiotiques	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Métaux lourds	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Adultération de la cire par de la paraffine	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Autres composés recherchés (précisez) :	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non

9) Avez-vous d'autres remarques que vous souhaiteriez exprimer sur l'analyse des cires et les méthodes utilisées ?

.....
.....
.....

Annexe 8 : Parties de la grille d’audit sanitaire exploitées dans le travail de thèse

Risques / facteurs de risques	Constat : La façon dont les éleveurs maîtrisent les risques sanitaires dans leurs exploitations	Gestion des risques	Observations
Cires	<p>Rythme de renouvellement des cires : nombre de cadres/ruche/an </p> <p>Circuit des cires</p> <p>Destination des cires de corps : Destination des cires d’opercules :</p> <p>Approvisionnement en cire</p> <p>Gaufrage de sa propre cire : <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N Achat d’origine inconnue : <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N</p> <p>Contrôle de la présence de résidus phytopharmaceutiques dans les cires utilisées <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N</p>		

CONTRÔLE DE RÉSIDUS

Risques / facteurs de risques	Constat : La façon dont les éleveurs maîtrisent les risques sanitaires dans leurs exploitations	Gestion des risques	Observations
Contrôle de résidus de traitement des abeilles	<p>Pratique d’un contrôle ? : <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N Miel : <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N Cires : <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N Gelée royale : <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N</p>		
Contrôle de résidus phytopharmaceutiques de l’environnement dans vos productions	<p>Pollen Miel Cires Gelée royale</p>		

Annexe 9 : Fiche du GBPA sur la gestion des cires mise à jour

Les éléments ajoutés ou modifiés par rapport à la fiche d'origine du GBPA sont de **couleur rouge**.

Guide des bonnes pratiques apicoles

Chapitre R : Conduite des ruchers

Fiche R3 : Renouveler les cires et stocker les cadres bâtis

Les idées clés

- Renouveler régulièrement les cires des cadres de corps (entre un tiers et un quart des cadres par an).
- **Organiser le renouvellement chronologique des cadres de cires sur plusieurs années**
- **Assurer la traçabilité et la gestion différentielle des cires**
- Éliminer la cire des cadres issus de colonies malades, les vieilles cires, les cires noires.
- Préférer les cires d'opercules pour le renouvellement des cires.
- Respecter les préconisations de traitement acaricide.
- Stocker les cadres bâtis dans de bonnes conditions.

Pourquoi

La cire a pour caractéristique de retenir et de stocker certaines molécules comme les résidus de traitements apicoles sans que l'on puisse la « purifier » de manière simple.

Les spores de loque américaine (maladie contagieuse) peuvent survivre dans la cire pendant plusieurs années. La cire est alors une source de contamination des colonies.

De plus, les abeilles peuvent rapporter à la ruche des molécules utilisées en traitement des cultures.

En renouvelant régulièrement les cires, l'apiculteur limite l'accumulation des agents pathogènes et des contaminants auxquels les abeilles sont exposées.

La conservation des cadres nécessite de bonnes conditions pour protéger ceux-ci des attaques de ravageurs comme les fausses teignes.

Les grands thèmes abordés dans cette fiche :

1. Utiliser des cires de bonne qualité
2. Renouveler les cadres de corps
3. **Assurer la traçabilité et la gestion différentielle des cires**
4. Stocker les cadres bâtis vides

1 Utiliser des cires de bonne qualité

- Utiliser de la cire d'abeille pure, sans paraffine (se référer à la facture ou l'étiquette, demander une attestation au cirier ou réaliser une analyse d'adultération. L'analyse d'adultération peut être coûteuse, elle peut néanmoins être utilisée ponctuellement dans le cas où de la cire provient de l'extérieur afin d'évaluer la fiabilité du fournisseur (l'offre pour cette analyse est disponible sur le site internet²⁸ de l'ITSAP > OUTILS > Laboratoires > Liste des analyses > Analyses physico-chimiques > Cire).
- Préférer les cires d'opercules pour le renouvellement des cires.
- Préférer la transformation d'un lot personnel de cire (c'est-à-dire s'assurer de récupérer sa propre cire) si on dispose de quantités suffisantes (dans ce cas, demander une attestation du cirier du type « **gaufre à façon d'un lot personnel** »).
- En cas d'incapacité à réaliser le gaufrage à façon de son propre lot (par manque de quantité de cire), regrouper sa cire avec des apiculteurs de confiance et contractualiser les conditions de l'apport (type de cire apportée, respect des traitements médicamenteux, ...).
- Si l'agenda des opérations prévues au rucher le permet, tester la qualité des feuilles achetées (en particulier pour un nouveau fournisseur ou une nouvelle origine) : introduire dans quelques ruches les cires gaufrées et évaluer le bâtissage par les abeilles (évaluer également la ponte de la reine et le développement correct du couvain pour un contrôle plus approfondi) avant de généraliser l'introduction des feuilles à l'intégralité du rucher.
- Éliminer la cire des cadres âgés ou suspects (cf. encadré suivant).
- Respecter les modalités de traitement acaricides pour éviter de contaminer les cires. Ce sont les acaricides solubles dans les graisses qui représentent le plus grand risque de résidus dans les cires. (cf. les fiches S5 : Bien utiliser les médicaments vétérinaires et M1 : Varroose : comment lutter ?).

Info : Caractéristiques de la cire d'abeille :

- Couleur de la cire récoltée : jaune clair à jaune-brun
- point de fusion à environ 65°C ;
- température d'inflammation : 242°C à 250°C ;
- densité à 0,96 ;
- pour une feuille de cire gaufrée d'épaisseur d'environ 1mm compter environ 10 feuilles de cadre de corps Dadant par kg pour une bonne tenue en cadre, et 13 feuilles de format Langstroth par kg ;
- taille d'alvéole standard à 5,37 mm (soit environ 800 cellules par dm²).

²⁸ <http://itsap.asso.fr/outils/laboratoires/annuaire-labos/>

Apiculture biologique : utiliser de la cire en provenance d'unités de production biologique. Attention, en apiculture biologique, après l'année de conversion, la cire de cadre de corps est considérée comme provenant d'unités de production biologique, alors qu'elle a pu auparavant accumuler des contaminants (notamment des acaricides de synthèse non autorisés en production biologique). Aussi :

- Lors du renouvellement des cadres de corps, écarter du circuit apicole les cires des cadres âgés.

- En cas d'achat auprès d'un apiculteur ou d'un cirier, préférer de la cire d'opercules. Une attestation doit être demandée quant à l'origine d'unités de production biologique.

2 Renouveler les cadres de corps

- Remplacer régulièrement les cadres âgés par des cadres de cire gaufrée, un tiers à un quart des cadres par an.
 - Réaliser cette opération à une période où le développement de la colonie le permet : généralement au printemps quand les abeilles bâtissent et quand la ponte se développe, quand il y a des rentrées de nectar.
 - Ne plus utiliser pour un usage apicole (ne pas refondre) les cires des cadres :
 - issus de ruches malades (en particulier détruire par le feu les cadres de colonies atteintes de loque américaine, corps et hausses) ;
 - déformés, avec plus de 10 % de cellules à mâles, avec des cellules réduites ;
 - dont la cire est noire et dure (à la refonte, leur rendement en cire est faible de toute façon) ;
 - attaqués par la fausse teigne.
 - Renouveler de manière chronologique les cadres sur plusieurs années. A titre d'exemple, deux techniques de marquage des cadres sont proposées :
 - 1) Marquer l'année d'insertion des cadres de cire gaufrée sur le bois du cadre lors de leur insertion dans la ruche ou,
 - 2) Marquer la couleur de l'année sur le bois des nouveaux cadres introduits en suivant le code couleur international utilisé pour le marquage des reines.
- Ce code, basé sur cinq couleurs différentes sert à connaître l'âge de la reine. La reine ne vit en général pas plus de cinq ans. Cinq couleurs sont donc suffisantes pour dater leur âge :

-  Bleu pour les années terminant par 0 ou 5
-  Blanc pour les années terminant par 1 ou 6
-  Jaune pour les années terminant par 2 ou 7
-  Rouge pour les années terminant par 3 ou 8
-  Vert pour les années terminant par 4 ou 9

Le renouvellement des cadres, à hauteur de 2 cadres minimum par ruche et par an (pour un corps à 10 cadres), permet donc un renouvellement complet des cadres de la ruche en cinq ans maximum. Lorsque les bonnes pratiques sont respectées (renouvellement strictement supérieur à 2 cadres par ruche et par an », il n’y a aucun cadre de corps de plus de cinq ans qui doit être présent dans la ruche.

Ce code couleur, qui couvre cinq années différentes, peut donc être utilisé par l’apiculteur pour organiser le renouvellement chronologique des cadres. Le marquage des nouveaux cadres introduits au feutre par la couleur de l’année permet de distinguer les nouveaux cadres des plus vieux et d’enlever ces derniers.

NB : Et pour les hausses ?

Un renouvellement des cadres de hausse peut aussi être mis en place en fonction des possibilités financières et matérielles de l’apiculteur (disponibilité en cire). Ce renouvellement permet d’éliminer les cires les plus vieilles susceptibles d’avoir accumulé des contaminants environnementaux.

Pour limiter le vieillissement des cadres de hausse (diminution de la taille des cellules, noircissement de la cire), une grille à reine peut être placée entre le corps et la hausse afin d’éviter que la reine ne monte et pondre dans les cadres de hausse.

3 Assurer la traçabilité et la gestion différentielle des cires

- Assurer une gestion différentielle des cires :
 - Avant la fonte de la cire, vérifier visuellement la propreté du dispositif ;
 - Fondre séparément les cires d’opercules des cires de cadres ;
 - Afin d’éviter toute contamination des cires d’opercules, commencer par la fonte des cires d’opercules puis effectuer celle des cires de cadres ;
 - Enfin, nettoyer le dispositif de fonte pour la prochaine utilisation.
- Identifier les pains de cire en fonction de leur nature (opercules, corps, hausse, ou mélange de cires) pour ne pas les mélanger par la suite. Pour cela, inscrire sur le pain une marque distinctive (par exemple, un « o » pour les cires d’opercules) ou coller une étiquette sur laquelle est inscrit le type de cire.
- Tracer les nouvelles feuilles de cire introduites dans les ruches :
 - Noter le numéro de lot sur les cadres ou apposer une marque correspondant à un numéro de lot ;
 - Conserver les factures d’achat et de transformation de cire et les numéros de lot des cires.

4 Stocker les cadres bâtis vides

Les cadres bâtis stockés chez l'apiculteur sont vulnérables aux attaques de parasites, aux moisissures, aux rongeurs, particulièrement s'ils contiennent du pollen.

- Ne pas laisser de cadres bâtis dans des ruches vides (sans abeille) sur le rucher.
- Ne pas stocker les cadres dans lequel se trouve du pollen (pour éviter la croissance de la larve de fausse teigne).
- Après l'extraction des cadres de hausses issues de colonies saines :
 - faire lécher les cadres par les abeilles de préférence en posant les hausses sur les ruches après la dernière récolte (intercaler une hausse vide ou un nourrisseur en bois entre la colonie et la hausse à lécher) ;
 - ou empiler les hausses en quinconce à au moins 100 mètres des colonies et à l'écart des lieux fréquentés (cette méthode présente des risques de pillage).
- En cas de suspicion de maladie, ne pas faire lécher les cadres extraits aux abeilles pour éviter la propagation de la maladie
- Pour prévenir le développement de la fausse teigne, stocker les hausses contenant les cadres bâtis en piles sur au moins dix hausses de hauteur (pour un effet cheminée) fermées par des grilles laissant passer l'air. Prévoir un abri frais, aéré et clair.
- Protéger les rayons contre la fausse teigne, par exemple :
 - par le maintien au frais (moins de 14°C) pour stopper le développement de tous les stades de la fausse teigne ;
 - par les vapeurs de soufre (mèche consumée dans une pile fermée ou un local étanche - ou en spray).
- Bannir l'utilisation du paradichlorobenzène et de la naphthaline et de tout traitement antimites qui laissent des résidus dans les cires, et peuvent contaminer le miel ou la gelée royale.
- Ne pas traiter contre la fausse teigne en présence de denrées alimentaires (hausses à extraire ...), ni dans la miellerie pour éviter de les contaminer.
- Détruire les cires des cadres attaqués par la fausse teigne.

Attention aux risques d'incendie lors de l'utilisation des mèches de soufre. Prendre aussi des précautions pour se protéger des émanations dangereuses pour la santé (masque et lunettes).

Info : Pour plus de détails sur les différentes méthodes de lutte contre la fausse teigne, consulter : Protection des rayons contre la teigne, J.D. Charrière, A. Imdorf (2006), www.agroscope.admin.ch/imkereij/

Références réglementaires

Règlement (CE) n°889/2008 relatif à l'Agriculture biologique et le Guide de lecture associé (version de juin 2013).

Références bibliographiques

Les numéros renvoient aux références listées dans la fiche "Références bibliographiques".

10; 39; 42; 47; 53; 55; 58; 107; 116; 124; 149.

SCHRYVE Agnès

**État des lieux sur les cires à usage apicole utilisées en France métropolitaine.
Évaluation des points critiques.**

Thèse d'Etat de Doctorat Vétérinaire : Lyon, 16 décembre 2016

RESUME

En apiculture, la cire d'abeille est un intrant majeur de la ruche au contact direct des abeilles, du couvain et du miel. La contamination de la cire par des molécules chimiques ou des agents pathogènes constitue un enjeu réel pour la santé des colonies d'abeilles. Sa qualité, notamment sanitaire, est donc un élément fondamental dans la bonne gestion des ruchers. Or, peu de données sont aujourd'hui disponibles sur le circuit marchand de la cire à usage apicole, la traçabilité et la qualité des cires en France. Ce travail, premier en France sur ce sujet, a visé à retracer le circuit de la cire à usage apicole en France et à identifier des points à risque au regard de la qualité des cires. Cette étude s'appuie sur des données recueillies à l'aide d'outils différents (visites, entretiens, questionnaire en ligne, ...) auprès d'acteurs de la filière apicole biologique ou non et d'autres parties prenantes.

Ce travail a permis de récolter des informations techniques peu ou pas décrites jusqu'alors dans la littérature (procédé de transformation des ciriers), d'identifier les principaux flux et acteurs de la filière cire en France, leur organisation et leurs pratiques et de mettre en évidence des points faibles au regard de la qualité des cires, qu'ils soient réglementaires, scientifiques ou pratiques. À partir des constats effectués, des recommandations à destination des apiculteurs et des ciriers sur les bonnes pratiques et les moyens de maîtrise de la qualité des cires sont proposées. Des pistes d'action à moyen et long terme, visant une amélioration de la qualité des cires à usage apicole utilisées en France, ont été également énoncées.

MOTS CLES :

- Cire d'abeille
- Cadres (apiculture)
- Apiculture
- Pesticides -- Résidus
- Acaricides

JURY :

Président : Monsieur le Professeur Dominique Chassard
1er Assesseur : Monsieur le Docteur Alain Gonthier
2ème Assesseur : Madame le Docteur Maria-Halima Laaberki

DATE DE SOUTENANCE : 16 décembre 2016

ADRESSE DE L'AUTEUR : 89 rue Montesquieu
69007 LYON