



HAL
open science

Etude de la faisabilité et de l'acceptabilité de la mise en place d'une surveillance par piégeage en France du petit coléoptère des ruches, *Aethina tumida*

Ericka Demetz

► **To cite this version:**

Ericka Demetz. Etude de la faisabilité et de l'acceptabilité de la mise en place d'une surveillance par piégeage en France du petit coléoptère des ruches, *Aethina tumida*. Médecine vétérinaire et santé animale. 2018. dumas-04885465

HAL Id: dumas-04885465

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04885465v1>

Submitted on 14 Jan 2025

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

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

Copyright

Année 2018

**ÉTUDE DE LA FAISABILITÉ ET DE
L'ACCEPTABILITÉ DE LA MISE EN PLACE D'UNE
SURVEILLANCE PAR PIÉGEAGE EN FRANCE DU
PETIT COLÉOPTÈRE DES RUCHES, *AETHINA
TUMIDA***

THÈSE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant
LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRÉTEIL

Le 18 janvier 2018

par

Ericka DEMETZ

JURY

Président : Pr.

Professeur à la Faculté de Médecine de CRÉTEIL

Membres

Directrice : Dr Julie RIVIÈRE

Maître de conférences en maladies réglementées, zoonoses et épidémiologie à l'ENVA

Co-directrice : Dr Marie-Pierre CHAUZAT

Direction de la stratégie et des programmes, Anses

Assesseur : Pr. Andrew PONTER

Professeur en zootechnique et économie rurale à l'ENVA

Liste des membres du corps enseignant

Directeur : M. le Professeur Degueurce Christophe

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs : Cotard Jean-Pierre, Mialot Jean-Paul, Moraillon Robert, Parodi André-Laurent, Pilet Charles, Toma Bernard.
Professeurs émérites : Mme et MM. : Bénet Jean-Jacques, Chermette René, Combrisson Hélène, Courreau Jean-François, Deputte Bertrand, Hiebauer Gert, Paragon Bernard, Pouchelon Jean-Louis.

Département d'élevage et de pathologie des Équidés et des Carnivores (DEPEC)

Chef du département : Pr Grandjean Dominique - Adjoint : Pr Blot Stéphane

<p>Unité pédagogique de cardiologie - Pr Chetboul Valérie* - Dr Gkouni Vassiliki, Praticien hospitalier</p> <p>Unité pédagogique de clinique équine - Pr Audigé Fabrice - Dr Bertoni Lélia, Maître de conférences - Dr Bourzac Céline, Maître de conférences contractuelle - Dr Coudry Virginie, Praticien hospitalier - Pr Denoix Jean-Marie - Dr Giraudet Aude, Praticien hospitalier * - Dr Jacquet Sandrine, Praticien hospitalier - Dr Mespoulhès-Rivière Céline, Praticien hospitalier - Dr Moiroud Claire, Praticien hospitalier</p> <p>Unité pédagogique de médecine interne - Dr Benchenkroun Ghita, Maître de conférences - Pr Blot Stéphane* - Dr Canonne-Guibert Morgane Maître de conférences contractuelle - Dr Freiche-Legros Valérie, Praticien hospitalier - Dr Maurey-Guéneq Christelle, Maître de conférences</p> <p>Discipline : imagerie médicale -</p>	<p>Unité pédagogique de médecine de l'élevage et du sport - Dr Cléro Delphine, Maître de conférences - Dr Fontbonne Alain, Maître de conférences - Pr Grandjean Dominique* - Dr Maenhoudt Cindy, Praticien hospitalier - Dr Hudelmann Ilcolas, Maître de conférences</p> <p>Unité pédagogique de pathologie chirurgicale - Pr Fayolle Pascal - Dr Mailhac Jean-Marie, Maître de conférences - Dr Manassero Mathieu, Maître de conférences - Pr Moissonnier Pierre - Pr Viateau-Duval Véronique*</p> <p>Discipline : anesthésie, réanimation, urgences, soins intensifs - Dr Zilberstein Luca, Maître de conférences</p> <p>Discipline : ophtalmologie - Dr Chahory Sabine, Maître de conférences</p> <p>Discipline : nouveaux animaux de compagnie - Dr Pignon Charly, Praticien hospitalier</p>
--	---

Département des Productions Animales et de la Santé Publique (DPASP)

Chef du département : Pr Millemann Yves - Adjoint : Pr Dufour Barbara

<p>Unité pédagogique d'hygiène, qualité et sécurité des aliments - Pr Augustin Jean-Christophe - Dr Bolnot François, Maître de conférences * - Pr Carlier Vincent</p> <p>Unité pédagogique de maladies réglementées, zoonoses et épidémiologie - Pr Dufour Barbara* - Pr Haddad/Hoang-Xuan Hadia - Dr Praud Anne, Maître de conférences - Dr Rivière Julie, Maître de conférences</p> <p>Unité pédagogique de pathologie des animaux de production - Pr Adjou Karim* - Dr Belbis Guillaume, Maître de conférences - Dr Maxime Delsart, , Maître de conférences associé - Pr Millemann Yves - Dr Ravary-Plumioën Bérandère, Maître de conférences - Dr Plassard Vincent, Praticien hospitalier</p>	<p>Unité pédagogique de reproduction animale - Dr Constant Fabienne, Maître de conférences* - Dr Desbois Christophe, Maître de conférences (rattaché au DEPEC) - Dr El Bay Sarah, Praticien hospitalier - Dr Mauffré Vincent, Maître de conférences</p> <p>Unité pédagogique de zootechnie, économie rurale - Dr Arné Pascal, Maître de conférences - Pr Bossé Philippe* - Dr De Paula Reis Alline, Maître de conférences - Pr Grimard-Ballif Bénédicte - Dr Leroy-Barassin Isabelle, Maître de conférences - Pr Ponter Andrew - Dr Wolgust Valérie, Praticien hospitalier</p>
--	--

Département des sciences biologiques et pharmaceutiques (DSBP)

Chef du département : Pr Chateau Henry - Adjoint : Pr Pilot-Storck Fanny

<p>Unité pédagogique d'anatomie des animaux domestiques - Dr Boissady Emilie, Maître de conférences contractuelle - Pr Chateau Henry - Pr Crevier-Denoix Nathalie - Pr Robert Céline*</p> <p>Unité pédagogique de bactériologie, immunologie, virologie - Pr Boulouis Henri-Jean* - Pr Eloit Marc - Dr Le Poder Sophie, Maître de conférences - Dr Le Roux Delphine, Maître de conférences</p> <p>Unité pédagogique de biochimie - Pr Bellier Sylvain* - Dr Lagrange Isabelle, Praticien hospitalier - Dr Michaux Jean-Michel, Maître de conférences</p> <p>Discipline : éducation physique et sportive - M. Philips Pascal, Professeur certifié</p> <p>Unité pédagogique d'histologie, anatomie pathologique - Dr Cordonnier-Lefort Nathalie, Maître de conférences - Pr Fontaine Jean-Jacques* - Dr Laloy Eve, Maître de conférences - Dr Reyes-Gomez Edouard, Maître de conférences</p>	<p>Unité pédagogique de management, communication, outils scientifiques - Mme Conan Muriel, Professeur certifié (Anglais) - Dr Desquilbet Loïc, Maître de conférences (Biostatistique, Epidémiologie) * - Dr Fournel Christelle, Maître de conférences contractuelle (Gestion et management) - Dr Marignac Geneviève, Maître de conférences</p> <p>Unité de parasitologie, maladies parasitaires, dermatologie - Dr Blaga Radu, Maître de conférences (rattaché au DPASP) - Dr Cochet-Faivre Iloëlle, Praticien hospitalier (rattachée au DEPEC) - Dr Darmon Céline, Maître de conférences contractuelle (rattachée au DEPEC) - Pr Guillot Jacques* - Dr Polack Bruno, Maître de conférences - Dr Risco-Castillo Verónica, Maître de conférences</p> <p>Unité pédagogique de pharmacie et toxicologie - Pr Enriquez Brigitte, - Dr Kohlhauer Mathias, Maître de conférences contractuel - Dr Perrot Sébastien, Maître de conférences * - Pr Tissier Renaud</p> <p>Unité pédagogique de physiologie, éthologie, génétique - Dr Chevallier Lucie, Maître de conférences (Génétique) - Dr Crépeaux Guillemette, Maître de conférences (Physiologie, Pharmacologie) - Dr Gilbert Caroline, Maître de conférences (Ethologie) - Pr Pilot-Storck Fanny (Physiologie, Pharmacologie) - Pr Tiret Laurent, (Physiologie, Pharmacologie) *</p>
---	--

* responsable d'unité pédagogique

REMERCIEMENTS

Au Professeur de la faculté de médecine de Créteil,
Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider la soutenance de cette thèse.
Hommage respectueux.

Au Docteur Julie Rivière,
Pour ses encouragements constants, sa pédagogie et la qualité de ses corrections.
Sincères remerciements.

Au Docteur Marie-Pierre Chauzat,
Pour son aide précieuse tout au long de ce travail.
Pour m'avoir permis de mieux connaître le monde de l'apiculture.
Remerciements chaleureux.

À Monsieur Andrew Ponter,
Pour avoir accepté le titre d'assesseur de ce travail.
Sincères remerciements.

Au Docteur Stéphanie Franco,
Pour son implication dans ce projet et le partage de ses connaissances.
Sincères remerciements.

Au Docteur Pascal Hendrikx,
Pour son soutien et son implication dans ce travail.
Sincères remerciements.

Au Docteur Prémila Constantin,
Pour avoir largement contribué à la réalisation et à l'aboutissement de cette thèse.
Remerciements chaleureux.

Au Docteur Bénédicte Faure,
Pour avoir apporté sa précieuse aide sur le terrain.
Sincères remerciements.

À la FRGDS de Rhône-Alpes,
Pour son solide appui sans lequel l'étude de terrain n'aurait pu prendre cette ampleur.
Sincères remerciements.

À la Société Centrale d'Apiculture,
Pour avoir soutenu et financé ce projet.
Pour m'avoir permis de réaliser cette thèse dans le monde passionnant de l'apiculture.
Remerciements chaleureux.

Aux apiculteurs qui ont permis à ce projet d'exister (et aux abeilles !),
Merci mille fois pour votre accueil et votre implication.

À mes parents,
Pour leur soutien, l'éducation et les valeurs qu'ils m'ont données.
Pour m'avoir permis de réaliser mon rêve d'enfant.

À mon frère,
À nos discussions métaphysiques sur l'étrangeté de ce monde.

À mon ANCIENNE Marion et à ma poulotte Enora,
Les meilleures évidemment !
Pour m'avoir fait vivre ces moments alforiens inoubliables.
Merci mille fois.

À mes amis, à ceux que j'aime,
Qui sauront se reconnaître.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES ABRÉVIATIONS.....	7
LISTE DES FIGURES.....	9
LISTE DES TABLEAUX.....	13
INTRODUCTION.....	15
PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE	17
Biologie générale de l'hôte <i>Apis mellifera</i> et du parasite <i>Aethina tumida</i>, description de l'infestation et méthodes de détection	17
I. L'abeille domestique, <i>A. mellifera</i>, hôte d'<i>Aethina tumida</i>	19
1. Classification	19
2. Anatomie.....	21
2.1. Anatomie externe	21
2.2. Anatomie interne.....	23
2.2.1. Système digestif et glandes	23
2.2.2. Système circulatoire	26
2.2.3. Système respiratoire	26
2.2.4. Système nerveux	26
3. Vie en colonie	26
3.1. La reine : ponte et régulation des activités de la colonie	27
3.2. Les faux-bourçons : fécondation de la reine.....	28
3.3. Les ouvrières : des rôles très diversifiés	28
3.3.1. Les nettoyeuses	28
3.3.2. Les nourrices	29
3.3.3. Les constructrices.....	29
3.3.4. Les manutentionnaires	30
3.3.5. Les ventileuses	31
3.3.6. Les gardiennes et les soldats	31
3.3.7. Les butineuses	31
3.3.8. Les ouvrières d'hiver, des abeilles adaptées aux conditions climatiques défavorables	32
4. Cycle biologique.....	32
4.1. Fécondation.....	32
4.2. Ponte	32
4.3. Couvain.....	33
4.4. Essaimage	33
5. Productions	34
5.1. Miel.....	34
5.2. Pollen	35
5.3. Gelée royale	35
5.4. Propolis	36
5.5. Cire.....	36
6. La ruche	36
6.1. Organisation générale d'une ruche	36
6.2. Les différents modèles de ruche	37

II. Le petit coléoptère des ruches, <i>A. tumida</i>	38
1. Historique et répartition géographique	38
2. Taxonomie	40
3. Description anatomique des différents stades de développement.....	43
3.1. Formes matures	43
3.1.1. Taille.....	43
3.1.2. Couleur.....	44
3.1.3. Points clés de la reconnaissance morphologique	45
3.2. Formes immatures.....	46
3.2.1. Œufs	46
3.2.2. Larves	47
3.2.2.1. Taille et couleur	47
3.2.2.2. Points clés de la reconnaissance morphologique.....	47
3.2.3. Nymphe	48
4. Cycle biologique.....	49
4.1. Etapes à l'intérieur de la ruche	49
4.1.1. Accouplement.....	49
4.1.2. Ponte et éclosion	50
4.1.2.1. Description des phénomènes de ponte et d'éclosion.....	50
4.1.2.2. Facteurs influençant la ponte et le taux d'éclosion	50
4.1.3. Développement larvaire	51
4.1.3.1. Etapes du développement larvaire.....	51
4.1.3.2. Facteurs influençant le développement larvaire	51
4.1.3.2.1. Disponibilité des ressources	51
4.1.3.2.2. Température	51
4.1.3.2.3. Densité larvaire	51
4.2. Etapes à l'extérieur de la ruche	52
4.2.1. Migration des larves et enfouissement dans le sol.....	52
4.2.1.1. Description des phases de migration et d'enfouissement.....	52
4.2.1.2. Paramètres de migration et d'enfouissement.....	52
4.2.2. La nymphose	53
4.2.2.1. Etapes et durées de la nymphose	53
4.2.2.2. Facteurs influençant la pupaison	54
4.2.2.2.1. Alimentation durant la phase statique.....	54
4.2.2.2.2. Humidité du sol.....	54
4.2.2.2.3. Densité du sol	54
4.2.2.2.4. Type de sol	54
4.2.2.2.5. Agents biologiques du sol	54
4.2.3. Le stade adulte.....	55
4.2.3.1. Capacités de vol et durée de vie	55
4.2.3.2. Paramètres influençant la durée de vie des adultes et leur reproduction.....	55
4.2.3.2.1. Alimentation	55
4.2.3.2.2. Température	56
5. Infestation par <i>A. tumida</i> des colonies d' <i>A. mellifera</i>	56
5.1. Hôtes d' <i>A. tumida</i>	56
5.1.1. Hôtes principaux	56
5.1.1.1. Sous-espèces africaines d' <i>A. mellifera</i>	56
5.1.1.2. Sous-espèces européennes d' <i>A. mellifera</i>	57
5.1.2. Hôtes occasionnels	57
5.1.3. Développement d' <i>A. tumida</i> à partir de fruits	57
5.2. Conséquences de l'infestation	58

5.2.1. La ruche, un milieu de vie favorable au développement du petit coléoptère.....	58
5.2.2. Aliments consommés, fermentation du miel et du pollen	58
5.3. Réponses des hôtes à l'infestation par <i>A. tumida</i>	59
5.3.1. Attaque	59
5.3.2. Comportement hygiénique : retrait des œufs et des larves	59
5.3.3. Confinement et encapsulation	61
5.3.4. Désertion	62
5.4. Réponses d' <i>A. tumida</i> aux méthodes de défense de l'hôte	62
5.4.1. Posture de défense	62
5.4.2. Course et saut	63
5.4.3. Comportement d'évitement	63
5.4.4. Mimétisme.....	63
5.4.5. Recrutement	64
5.5. Conséquences économiques d'une infestation par <i>A. tumida</i>	65
III. Méthodes de détection d'une infestation des ruches par <i>A. tumida</i>	65
1. Inspection visuelle de la ruche.....	65
1.1. Description de la méthode d'inspection visuelle	66
1.2. Signes d'une infestation majeure de la colonie d'abeilles par <i>A. tumida</i>	67
1.3. Avantages et inconvénients	67
2. Piégeage.....	68
2.1. Pièges placés à l'intérieur de la ruche	68
2.1.1. Piège en plastique ondulé sans appât	68
2.1.1.1. Description	68
2.1.1.2. Utilisation	69
2.1.1.3. Efficacité.....	69
2.1.1.4. Facteurs influençant l'efficacité du piège.....	71
2.1.1.4.1. Conditions climatiques	71
2.1.1.4.2. Couleur du piège.....	71
2.1.1.4.3. Taux d'infestation de la colonie	71
2.1.2. Pièges avec traitements chimiques.....	72
2.1.2.1. Piège avec coumaphos.....	72
2.1.2.1.1. Description.....	72
2.1.2.1.2. Utilisation	73
2.1.2.1.3. Efficacité.....	73
2.1.2.2. Piège avec fipronil.....	74
2.1.2.2.1. Description.....	74
2.1.2.2.2. Utilisation	75
2.1.2.2.3. Efficacité et toxicité pour les abeilles	75
2.1.3. Pièges à huile.....	75
2.1.3.1. Description	75
2.1.3.1.1. Piège à huile à placer entre les cadres	75
2.1.3.1.2. Piège à huile intégré à un cadre	76
2.1.3.1.3. Piège de plancher de ruche à huile grillagé	77
2.1.3.2. Utilisation	77
2.1.3.2.1. Piège à huile à placer entre les cadres	77
2.1.3.2.2. Piège à huile intégré à un cadre	78
2.1.3.2.3. Piège de fond de ruche à huile grillagé.....	78
2.1.3.3. Efficacité.....	79
2.1.3.3.1. Piège à huile à placer entre les cadres	79
2.1.3.3.2. Piège à huile intégré à un cadre	79
2.1.3.3.3. Piège de fond de ruche à huile grillagé.....	79

2.1.4. Lingettes à déposer dans la ruche.....	81
2.1.4.1. Description	81
2.1.4.2. Utilisation	81
2.1.4.3. Efficacité.....	81
2.2. Pièges placés à l'extérieur de la ruche.....	82
2.2.1. Piège à larves.....	82
2.2.1.1. Description	82
2.2.1.2. Utilisation	82
2.2.1.3. Efficacité.....	82
2.2.2. Piège non fixé à la ruche	83
2.2.2.1. Description	83
2.2.2.2. Utilisation	83
2.2.2.3. Efficacité.....	83
3. Bilan comparatif des différentes méthodes de détection d' <i>A. tumida</i>	84

IV. Aspects réglementaires	87
1. Réglementation internationale et européenne.....	87
2. Réglementation française	88
2.1. Mesures en cas de suspicion et de confirmation d'infestation par <i>A. tumida</i>	88
2.2. Communication auprès des apiculteurs autour des risques d'introduction et de diffusion d' <i>A. tumida</i> en France.....	89
2.3. Exemples de plans de surveillance en France.....	90
3. Exemples de cas de suspicion et de confirmation d'infestation par <i>A. tumida</i> dans l'Union Européenne	90
3.1. Exemple du Portugal.....	90
3.2. Exemple de l'Italie	92
3.2.1. Découverte du premier foyer	92
3.2.2. Mesures de lutte et évolution de l'infestation	92
3.3. Réglementation française et renforcement de la surveillance suite à l'infestation en Italie	97

DEUXIÈME PARTIE : TRAVAIL PERSONNEL	99
Étude de la faisabilité pratique et de l'acceptabilité d'une surveillance d'<i>Aethina tumida</i> par piégeage en France : enquête auprès d'un panel d'apiculteurs volontaires	99

I. Contexte, problématique et objectifs de l'étude	101
1. Contexte.....	101
2. Problématique et objectifs	102
II. Matériel et méthodes	102
1. Pièges étudiés	102
2. Zones géographiques d'étude	104
3. Echantillonnage : recrutement d'apiculteurs volontaires	105
4. Description du protocole d'étude	105
4.1. Formation théorique préalable	106
4.2. Visite des ruchers	106
4.2.1. Entretien semi-directif initial avec l'apiculteur.....	106
4.2.2. Evaluation de la faisabilité pratique du piégeage.....	106
4.2.3. Evaluation de l'acceptabilité du piégeage par un entretien semi-directif en fin de visite	107
4.3. Evaluation à long terme de l'utilisation des pièges	108

4.4. Bilan final de l'utilisation des pièges par l'apiculteur	108
5. Test du protocole.....	109
III. Résultats	110
1. Description de l'échantillon.....	110
2. Connaissances préalables des apiculteurs sur <i>A. tumida</i>	111
3. Evaluation du document de présentation des pièges (formation théorique préalable à la visite)	112
4. Evaluation de la faisabilité pratique de l'utilisation des pièges.....	113
4.1. Piège en plastique alvéolé.....	113
4.1.1. Pose du piège en plastique alvéolé.....	113
4.1.2. Relevé du piège en plastique alvéolé	116
4.2. Piège à huile.....	120
4.2.1. Pose du piège à huile.....	120
4.2.2. Relevé du piège à huile	124
4.3. Bilan comparatif de la faisabilité pratique	127
5. Acceptabilité du piégeage	127
5.1. Temps consacré aux relevés des pièges	128
5.2. Autres activités réalisées parallèlement au relevé des pièges	128
5.3. Limites du piège en plastique alvéolé.....	129
5.4. Limites du piège à huile de modèle Beetle Blaster®.....	130
5.5. Perception de la charge de travail liée à l'étude et poursuite de la surveillance par piégeage	133
5.6. Bilan du suivi des pièges et de l'évaluation de l'acceptabilité	133
IV. Discussion	135
1. Discussion de la méthode	135
1.1. Recrutement des apiculteurs volontaires	135
1.2. Choix des zones d'étude	135
1.3. Choix du matériel.....	136
1.4. Nombre de ruches équipées	136
1.5. Évolution et variations du protocole au cours de l'étude.....	136
1.6. Visites réalisées par deux enquêteurs.....	137
1.7. Avantages et limites de l'entretien semi-directif.....	138
1.8. Difficultés liées à la simulation des relevés	138
1.9. Comportement des abeilles et manipulations	139
2. Discussion des résultats	139
2.1. Différences de sensibilisation entre les apiculteurs	139
2.2. Difficultés liées au suivi de données du piégeage	139
2.3. Différences entre les catégories d'apiculteurs	139
2.4. Durée de mise en place des pièges à huile.....	140
2.5. Insectes piégés au cours de l'étude	140
2.6. Comparaison avec les résultats obtenus en Italie.....	140
3. Perspectives	140
3.1. Période d'utilisation et localisation des pièges	141
3.2. Durée de piégeage et fréquence des relevés	141
3.3. Choix des ruches à équiper	141
3.4. Proposition d'un document « mode d'emploi » amélioré.....	142
3.5. Poursuite du piégeage	142
CONCLUSION	143

BIBLIOGRAPHIE 145

ANNEXES 153

 ANNEXE 1 155

 ANNEXE 2 161

 ANNEXE 3 165

 ANNEXE 4 187

 ANNEXE 5 191

 ANNEXE 6 195

TABLE DES ABRÉVIATIONS

ADA	Association Régionale de Développement de l' Apiculture
ADAIF	Association Régionale de Développement de l' Apiculture d' Ile de France
ADAPI	Association Régionale de Développement de l' Apiculture de Provence
ANSES	Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l' alimentation, de l' Environnement et du Travail
APMS	Arrêté Préfectoral de Mise sous Surveillance
BNEVP	Brigade Nationale d' Enquête Vétérinaire et Phytosanitaire
DDPP	Direction Départementale de Protection des Populations
DL	Direction des Laboratoires
DRAAF	Direction Régionale de l' Agriculture, de l' Alimentation et de la Forêt
ENVA	Ecole Nationale Vétérinaire d' Alfort
FRGDS	Fédération Régionale des Groupements de Défense Sanitaire
FRGDSA	Fédération Régionale des Groupements de Défense Sanitaire Apicole
GDS	Groupement de Défense Sanitaire
ITSAP	Institut Technique et Scientifique de l' Abeille et de la Pollinisation
LNR	Laboratoire National de Référence
LRUE	Laboratoire de Référence de l' Union Européenne
OIE	Organisation Mondiale de la Santé Animale
PCR	Réaction en chaîne par polymérase (<i>Polymerase Chain Reaction</i>)
Plateforme ESA	Plateforme d'Épidémiologie en Santé Animale
PVC	Polychlorure de Vinyle
TSA	Technicien Sanitaire Apicole
UCAS	Unité de Coordination et d' Appui à la Surveillance
UNAF	Union Nationale de l' Apiculture Française

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Abeille <i>Melittosphex burmensis</i> fossilisée dans l'ambre (Poinar et Danforth, 2006).....	19
Figure 2 : Anatomie externe d' <i>A. mellifera</i> (Vulgaris médical)	21
Figure 3 : Paire de pattes postérieures du troisième segment des ouvrières (Carrek <i>et al.</i> , 2013)	22
Figure 4 : Anatomie externe du thorax et de l'abdomen de l'ouvrière d' <i>A. mellifera</i> (Clément <i>et al.</i> , 2002)	23
Figure 5: Anatomie interne d' <i>A. mellifera</i> , appareils digestif et circulatoire (Carreck <i>et al.</i> , 2013) .	24
Figure 6 : Localisation des principales glandes présentes chez <i>A. mellifera</i> (Michener, 1974)	25
Figure 7 : Les trois castes d'abeilles constituant la colonie, représentées à la même échelle (Naoum, 2016)	27
Figure 8 : Les différents types de cellules retrouvés au sein d'une ruche (Larousse agricole 1921) .	30
Figure 9 : Trophallaxie entre deux abeilles (Starosta)	30
Figure 10 : Les différentes étapes de développement du couvain d' <i>A. mellifera</i> (Naoum, 2016)	33
Figure 11 : Abeilles essaimant (Photographie Alsberghe, 2016)	34
Figure 12 : Cellules contenant du pollen d'origines différentes (Définitions apicoles).....	35
Figure 13 : Les différents éléments constituant une ruche (à gauche vue d'extérieur ; à droite vue en coupe) (Api-douceur, 2012)	37
Figure 14 : Différents modèles de ruche (de gauche à droite, modèles Dadant®, Langstroth® et Voirnot®) (Api-douceur, 2012).....	37
Figure 15 : Cage à reine fermée par un bouchon au sucre candi (Abeilles Antoniennes)	38
Figure 16 : Carte représentant la situation de l'infestation par <i>A. tumida</i> en Calabre fin 2014.....	39
Figure 17 : Carte représentant la situation de l'infestation par <i>A. tumida</i> en Sicile fin 2014	40
Figure 18 : Vues dorsales de <i>Carpophilus lugubris</i> , <i>Cychramus luteus</i> dultes et d' <i>Aethina tumida</i> , de haut en bas, avec détails des critères morphologiques (OIE, 2017)	42
Figure 19 : Morphologie d'un spécimen adulte d' <i>A. tumida</i> (Vue dorsale) (OIE, 2017)	43
Figure 20 : Abeille entourée de plusieurs individus d' <i>A. tumida</i> adultes (Teixeira <i>et al.</i> , 2016).....	44
Figure 21: Vue dorsale d'un spécimen adulte d' <i>A. tumida</i> juste après l'émergence (Bernier, 2013)..	44
Figure 22 : Vue dorsale d'un spécimen adulte d' <i>A. tumida</i> foncé (OIE, 2017. Photographie : Lyle Buss).....	45
Figure 23 : Spécimen adulte d' <i>A. tumida</i> avec en (f) les antennes en massue, en (d) les élytres et en (e) le bas de l'abdomen (Cuthbertson <i>et al.</i> , 2013)	46
Figure 24 : Œufs d' <i>A. tumida</i> , avec à gauche des œufs intègres et à droite des œufs déshydratés présents dans un milieu dont l'humidité est inférieure à 50 % (Teixeira <i>et al.</i> , 2016, photographie : Pettis)	46
Figure 25 : Œufs d' <i>Achroia grisella</i> (Egelie <i>et al.</i> , 2015)	47
Figure 26 et : Œufs d' <i>A. tumida</i> (Bernier, 2013).....	47
Figure 27: Comparaison des caractéristiques morphologiques des larves d' <i>A. tumida</i> (en bas) et de fausse teigne (<i>Galleria Mellonella</i>) (en haut) avec indication des principales différences (Teixeira <i>et al.</i> , 2016)	48
Figure 28 : Vues ventrales de pupes d' <i>A. tumida</i> , jeune à gauche et plus âgée à droite, avec obscurcissement et consolidation de la cuticule (Bernier, 2013)	48
Figure 29 : Schéma représentant le cycle biologique d' <i>A. tumida</i> (schéma personnel d'après Bernier, 2013 ; Cuthbertson <i>et al.</i> , 2013 ; Veto-pharma, 2017).....	49
Figure 30 : Cellule de couvain operculée présentant une petite ouverture faite par la femelle <i>A. tumida</i> et révélant une grappe d'œufs à l'ouverture manuelle (à gauche, Delaplane), et œufs d' <i>A. tumida</i> isolés (à droite, Neumann) (Teixeira <i>et al.</i> , 2016)	50
Figure 31: Larves d' <i>A. tumida</i> en phase mobile (Cuthbertson <i>et al.</i> , 2013).....	52
Figure 32 : Larves d' <i>A. tumida</i> creusant au sol afin de trouver un endroit propice à la pupaison (Cuthbertson <i>et al.</i> , 2013)	52
Figure 33 : Cavité pupale de développement d' <i>A. tumida</i> creusée dans le sol par la larve (Bernier,	

2013)	53
Figure 34 : Larve d' <i>A. tumida</i> disséquée, infestée par le nématode <i>Steinernema carpocapsae</i> (Cuthbertson <i>et al.</i> , 2012)	55
Figure 35 : Miel fermenté dans un cadre de ruche, les flèches blanches indiquent des larves d' <i>A. tumida</i> dans des cellules (à gauche) ; miel fermenté s'écoulant de la ruche (à droite)	59
Figure 36 : Abeille retirant une larve d' <i>A. tumida</i> (Neumann et Härtel, 2004).....	60
Figure 37 : Groupe d'abeilles confinant des petits coléoptères (en haut à gauche), regroupés dans un angle de la ruche (en haut à droite). Petit coléoptère adulte en train d'être encapsulé (en bas) (Neumann <i>et al.</i> , 2001 ; Hood, 2004)	62
Figure 38 : Petit coléoptère entrant en contact avec une abeille (1 à 3) ; Trophallaxie entre un petit coléoptère et une abeille (4) ; Agression d'une abeille par un petit coléoptère (5 à 9) (Neumann <i>et al.</i> , 2001)	64
Figure 39 : Inspection d'une colonie d'abeilles, l'individu de gauche utilisant un aspirateur pour collecter les petits coléoptères adultes et celui de droite frappant les cadres un à un (OIE, 2017) ...	66
Figure 40 : Larves d' <i>A. tumida</i> sur un cadre fortement infesté (GDSA24, 2017).....	67
Figure 41 : Piège en plastique alvéolé noir mis en place au cours d'une visite réalisée lors de cette thèse (Photographie Mallet, 2017).....	68
Figure 42 : Piège en plastique ondulé déposé par le trou de vol de la ruche au cours d'une visite d'un rucher école dans le Var réalisée dans le cadre de cette thèse (Photographie Mallet, 2017).....	69
Figure 43 : Nombre de petits coléoptères présents dans les bandes de plastique alvéolé (« SHB in the strips ») par rapport au nombre total de petits coléoptères présents dans la ruche (« SHB in the hives ») (Schäfer <i>et al.</i> , 2008).....	70
Figure 44 : Nombre de petits coléoptères présents dans les bandes de plastique alvéolé (« SHB in the strips ») par rapport au nombre total de petits coléoptères présents dans la ruche (« SHB in the hives ») (Schäfer <i>et al.</i> , 2010).....	71
Figure 45 : Lanières de Check Mite® agrafées sur un morceau de carton et de plastique alvéolé (Vallon, 2015).....	72
Figure 46 : Pièges en plastique utilisant du coumaphos commercialisés sous le nom de Beetle Barn® (à gauche) et Beetle Swatter® (à droite) (Pigeon mountain trading, 2017 ; Brushy mountain bee farm, 2017)	73
Figure 47 : Nombre de coléoptères adultes retrouvés vivants dans les ruches en fonction des ruchers (Neumann et Hoffmann, 2008)	74
Figure 48 : Piège contenant du fipronil commercialisé sous le nom d'Apithor® en Australie (Apithor, 2016).....	74
Figure 49 : Différents modèles de pièges à huile.....	76
Figure 50 : Piège à huile intégré à un cadre commercialisé sous le nom de Hood Trap® (Bee hive journal)	76
Figure 51 : Pièges de plancher de ruche à huile grillagé, modèle Freeman Hive Beetle Trap® (à gauche) et modèle West trap® (à droite) (Heartwood, 2017 ; Dadant, 2017)	77
Figure 52 : Deux pièges de type Beetle Blaster® mis en place dans une ruche 8 cadres (Honey Bee Health).....	78
Figure 53 : Nombre moyen total de petits coléoptères piégés dans les colonies en fonction du type de piège (Peterson, 2012).....	80
Figure 54 : Nombre moyen de coléoptères comptés dans les pièges (« Mean Number of SHB in Traps ») en fonction des dates de relevés effectués durant deux semaines (« Dates of 2-Week Beetle Surveys ») pour chacun des trois types de piège (Peterson, 2012).....	80
Figure 55 : Lingettes Beetle Bee-Gone® avec en bas à droite la photographie d'une lingette contenant des petits coléoptères piégés (Dadant, 2017)	81
Figure 56 : Piège à larves commercialisé sous le nom de Teal Trap® fixé à l'extérieur de la ruche, sur la planche d'envol, afin de piéger les larves migrantes pour aller réaliser leur nymphose dans le sol (Bernier, 2013)	82
Figure 57 : Fréquence de capture du petit coléoptère des ruches (« Frequency of capture ») en	

fonction de la distance des pièges par rapport aux ruches (« <i>Distance from hives</i> ») (Arbogast <i>et al.</i> , 2009)	83
Figure 58 : Les différentes étapes de la destruction du matériel apicole et des abeilles contaminés importés au Portugal depuis le Texas en 2004 (Valério Da Silva, 2014).....	91
Figure 59 : Localisation des foyers inspectés dans le cadre de l’infestation par <i>A. tumida</i> en 2014 en Calabre (Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, 2017).....	93
Figure 60 : Localisation des foyers contrôlés dans le cadre de l’infestation par <i>A. tumida</i> en 2014 en Sicile (Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, 2017).....	94
Figure 61 : Localisation des foyers contrôlés dans le cadre de l’infestation par <i>A. tumida</i> en 2017 en Cosenza (Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, 2017)	95
Figure 62 : Localisation des foyers contrôlés dans le cadre de l’infestation par <i>A. tumida</i> en 2017 en Calabre (Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, 2017).....	96
Figure 63 : Localisation des foyers contrôlés dans le cadre de l’infestation par <i>A. tumida</i> en 2017 en Sicile (Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, 2017).....	97
Figure 64: Piège à huile (Beetle Blaster ®) (Photographie Mallet, 2017).....	103
Figure 65 : Piège en plastique alvéolé noir (Photographie Mallet, 2017).....	103
Figure 66 : Sac utilisé pour le relevé du piège en plastique alvéolé (Photographie Mallet, 2017)..	104
Figure 67 : Nombre d’apiculteurs volontaires investigués par catégorie d’apiculteur	111
Figure 68 : Voies possibles de contamination des ruches par <i>A. tumida</i> citées par les apiculteurs interrogés (n=40).....	112
Figure 69 : Durée moyenne de la pose du piège en plastique alvéolé (en secondes), pour chaque pose	113
Figure 70 : Durée moyenne de la pose du piège en plastique alvéolé (en secondes), pour chaque catégorie d’apiculteurs et chaque pose.....	114
Figure 71 : Aisance moyenne des apiculteurs pour la pose du piège en plastique alvéolé, évaluée par l’enquêteur en fonction du nombre de poses réalisées.....	114
Figure 72 : Aisance moyenne des apiculteurs pour la pose du piège en plastique alvéolé, évaluée par l’enquêteur en fonction du nombre de poses réalisées et par catégorie d’apiculteurs	115
Figure 73 : Temps moyen pour le relevé du piège en plastique alvéolé (en secondes), pour chaque relevé.....	116
Figure 74 : Durée moyenne du relevé du piège en plastique alvéolé (en secondes), pour chaque catégorie d’apiculteurs et chaque relevé	116
Figure 75 : Aisance moyenne des apiculteurs pour le relevé du piège en plastique alvéolé, évaluée par l’enquêteur en fonction du nombre de relevés réalisés	117
Figure 76 : Aisance moyenne des apiculteurs pour le relevé du piège en plastique alvéolé, évaluée par l’enquêteur en fonction du nombre de relevés réalisés et par catégorie d’apiculteurs	117
Figure 77 : Évaluation de la facilité de relevé du piège en plastique alvéolé par les apiculteurs....	118
Figure 78 : Évaluation de la facilité du relevé du piège en plastique alvéolé par les apiculteurs, en fonction de leur catégorie.....	118
Figure 79 : Tranche des pièges en plastique alvéolé, avec de nombreux morceaux de plastiques obstruant les cannelures et pouvant porter préjudice à la lecture du piège (Photographie Mallet, 2017)	119
Figure 80 : Durée moyenne de la pose du piège à huile (en minutes) pour chaque pose	120
Figure 81 : Durée moyenne de la pose du piège à huile (en minutes), pour chaque catégorie d’apiculteurs et chaque pose	121
Figure 82 : Aisance moyenne des apiculteurs pour la pose du piège à huile, évaluée par l’enquêteur en fonction du nombre de poses réalisées	121
Figure 83 : Aisance moyenne des apiculteurs pour la pose du piège à huile, évaluée par l’enquêteur en fonction du nombre de poses réalisées et par catégorie d’apiculteurs	122
Figure 84 : Pourcentage d’apiculteurs ayant renversé de l’huile à côté du piège pendant sa mise en place, en fonction du nombre de poses et par catégorie d’apiculteurs.....	122
Figure 85 : Évaluation de la facilité de la pose du piège à huile par les apiculteurs	123

Figure 86 : Évaluation de la facilité de la pose du piège à huile par les apiculteurs, en fonction de leur catégorie.....	123
Figure 87 : Durée moyenne du relevé du piège à huile (en secondes), pour chaque relevé	124
Figure 88 : Durée moyenne du relevé du piège à huile (en secondes), pour chaque catégorie d'apiculteurs et chaque relevé.....	124
Figure 89 : Aisance moyenne des apiculteurs pour le relevé du piège à huile, évaluée par l'enquêteur en fonction du nombre de relevés réalisés	125
Figure 90 : Aisance moyenne des apiculteurs pour le relevé du piège à huile, évaluée par l'enquêteur en fonction du nombre de relevés réalisés et par catégorie d'apiculteurs	125
Figure 91 : Évaluation de la facilité de relevé du piège à huile par les apiculteurs.....	126
Figure 92 : Évaluation de la facilité de relevé du piège à huile par les apiculteurs, en fonction de leur catégorie.....	126
Figure 93 : Temps moyens estimés par les apiculteurs (en minutes) pour le relevé des pièges, par type de piège et pour une ruche, en fonction de la catégorie d'apiculteurs	128
Figure 94 : Répartition des activités effectuées à l'occasion des visites de relevé des pièges pour les apiculteurs (n=37)	129
Figure 95 : Relevé du piège en plastique alvéolé, à gauche pendant le retrait de la ruche et à droite une fois mis dans le sac plastique (Photographie Mallet, 2017).....	130
Figure 96 : Fourmi noyée dans le piège à huile suite à un relevé réalisé par un rucher école d'Ile de France (Photographie Prigent, 2017)	131
Figure 97 : Formation de bulles d'air dans un piège à huile installé dans un rucher école d'Ile de France (Photographie Prigent, 2017)	132
Figure 98 : Piège à huile propolisé après trois semaines au sein de la ruche (Photographie Prigent, 2017)	132
Figure 99 : Choix du piège en fonction des différentes catégories d'apiculteurs	134
Figure 100 : Mise en place des pièges au cours de la visite d'un rucher école dans le Var (Photographie Mallet, 2017)	137

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classification systématique d' <i>A. mellifera</i> (Clément <i>et al.</i> , 2002)	20
Tableau 2 : Classification systématique d' <i>A. tumida</i> (d'après Murray, 1864 ; Kirejtshuk et Lawrence, 1999 ; Habeck, 2002)	41
Tableau 3 : Durée de vie moyenne et écart-type (en jours) des adultes d' <i>A. tumida</i> en fonction du type de nourriture consommée (Ellis <i>et al.</i> , 2002)	56
Tableau 4 : Durée de la période de développement, survie des formes immatures et durée de vie des femelles adultes en fonction du régime alimentaire (pollen et orange) (Arbogast <i>et al.</i> , 2010)	58
Tableau 5 : Caractéristiques de l'inspection visuelle (EFSA, 2015)	68
Tableau 6 : Principales caractéristiques des méthodes de détection d' <i>A. tumida</i> , utilisées pour la détection et/ou la lutte contre le petit coléoptère des ruches (D'après Neumann et Offmann, 2007 ; Schäfer <i>et al.</i> , 2008 ; OIE, 2017 ; Bernier <i>et al.</i> , 2014 ; EFSA, 2015 ; Icko apiculture, 2017 ; Dadant, 2017)	85
Tableau 7 : Tableau distribué à l'apiculteur pour réaliser le bilan de l'utilisation des pièges	109
Tableau 8 : Nombre d'apiculteurs volontaires investigués par département	110
Tableau 9 : Bilan comparatif de l'utilisation des deux types de pièges	127
Tableau 10 : Qualificatifs employés par les apiculteurs pour décrire le piège en plastique alvéolé	133
Tableau 11 : Qualificatifs employés par les apiculteurs pour décrire le piège à huile	134

INTRODUCTION

Depuis plusieurs dizaines d'années, de nombreux débats autour des menaces qui planent sur les abeilles animent la filière apicole, et, de plus en plus, l'opinion publique. Ces insectes, au-delà de fournir du miel et d'autres produits consommés par l'homme, jouent en effet un rôle fondamental pour la pollinisation et le maintien de la biodiversité. Des phénomènes de surmortalité qui n'étaient pas observés par le passé ont été mis en évidence. Les agents qui menacent la santé des colonies d'abeilles sont divers : plusieurs agents pathogènes biotiques peuvent être cités mais également des facteurs abiotiques comme le climat, ou encore des agents chimiques qui contaminent l'environnement.

Le petit coléoptère des ruches, *Aethina tumida*, dont l'Europe était indemne il y a peu, fait actuellement partie des menaces préoccupantes pour les abeilles mellifères européennes, venant s'ajouter à l'impact du frelon asiatique détecté en France en 2004. Ce parasite, originaire d'Afrique subsaharienne, s'il n'occasionne que peu de dégâts sur les abeilles africaines, exerce en revanche une action traumatique et spoliatrice dangereuse pour nos abeilles européennes *Apis mellifera*. La forme larvaire, se nourrissant du miel, du pollen et du couvain d'abeille, déstructure les rayons de la ruche sur son passage, en diminue les ressources mais est aussi à l'origine d'une fermentation du miel. Introduits sur plusieurs autres continents (Amérique, Asie...), il occasionne des dégâts importants pour l'apiculture en ayant non seulement un impact sanitaire sur les colonies mais aussi économique. Il s'agit d'un danger sanitaire de première catégorie soumis à des mesures réglementaires drastiques en cas de détection dans un pays européen.

Suite à la découverte de plusieurs dizaines de foyers en Italie depuis 2014, la surveillance d'*A. tumida* a été renforcée en France en raison des risques possibles d'introduction. Cependant, les moyens de détection actuellement mis en place restent encore assez limités, la filière apicole devant également faire face à l'introduction et à la colonisation du territoire par le frelon asiatique (*Vespa velutina*). Ainsi, les moyens de détection actuels d'*A. tumida* reposent principalement sur la surveillance événementielle par les apiculteurs, qu'ils soient apiculteurs de loisir ou professionnels. Depuis 2014, deux types de pièges, permettant de compléter l'inspection visuelle classiquement réalisée afin de détecter le petit coléoptère des ruches, ont été mis en place en Italie. Les techniques de piégeage pourraient en effet apporter une aide à la détection, en permettant d'étendre et de renforcer la surveillance, tout en augmentant son efficacité. Toutefois, aucune donnée concernant leur utilisation pratique n'a été publiée jusqu'à maintenant.

L'objectif de ce travail de thèse était ainsi d'étudier l'utilisation de deux types de pièges pour la surveillance d'*A. tumida*, un piège à huile et un piège en plastique alvéolé, afin de mieux appréhender la faisabilité pratique de la mise en place et de la généralisation potentielle d'une méthode de surveillance par piégeage en France, ainsi que son acceptabilité par les apiculteurs.

Dans une première partie, l'abeille et le petit coléoptère des ruches sont présentés ainsi que les différents types de pièges existants et leurs caractéristiques. La seconde partie expose une étude réalisée auprès d'un échantillon d'apiculteurs issus de trois zones géographiques françaises différentes et détaille notamment les résultats de faisabilité pratique et d'acceptabilité des deux types de pièges évalués, un piège à huile et un piège en plastique alvéolé.

PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Biologie générale de l'hôte *Apis mellifera* et du parasite
Aethina tumida, description de l'infestation et méthodes
de détection

Cette première partie permet de détailler l'organisation d'une colonie d'abeilles domestiques, de comprendre le rôle de chacun des individus la constituant et de décrire les différents produits de la ruche. Cette compréhension est fondamentale à l'appréhension du déroulement de l'infestation d'une colonie par *Aethina tumida* (*A. tumida*), dont la biologie, le cycle de développement et les conséquences sur la colonie sont présentés. Enfin, les méthodes de détection d'*A. tumida* et la réglementation relative à ce danger sanitaire sont décrites.

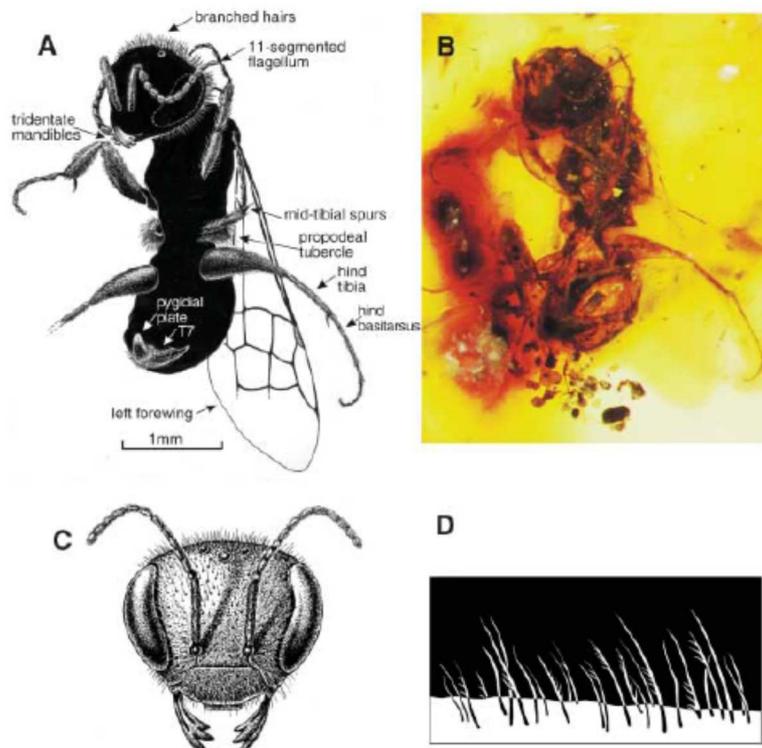
I. L'abeille domestique, *A. mellifera*, hôte d'*Aethina tumida*

1. Classification

Les insectes pollinisateurs ont fait leur apparition après celle des Angiospermes à la fin du Crétacé inférieur, il y a cent millions d'années. Les traces les plus anciennes des ancêtres du genre *Apis* retrouvées étaient celles d'une abeille fossilisée dans l'ambre de l'Eocène, datées de quarante millions d'années, jusqu'à ce que des chercheurs américains publient dans la revue Science en 2006 des travaux concernant la découverte d'une abeille préservée dans l'ambre depuis cent millions d'années (Figure 1) (Poinar et Danforth, 2006). Élevée notamment pour ses capacités de production, *Apis mellifera* (*A. mellifera*) est aujourd'hui l'espèce du genre *Apis* la plus présente dans le monde (Clément *et al.*, 2002).

Figure 1 : Abeille *Melittosphex burmensis* fossilisée dans l'ambre (Poinar et Danforth, 2006)

- A : Schéma de la vue ventrale du fossile ; B : Photographie du fossile en vue ventrale ; C : Schéma reconstituant la tête de l'abeille, basée sur les détails visibles du fossile et sur les informations provenant des abeilles actuelles ; D : Morphologie des poils situés sur la patte postérieure



Le tableau 1 présente la classification de l'abeille *A. mellifera* et quelques éléments anatomiques.

Tableau 1 : Classification systématique d'*A. mellifera* (Clément *et al.*, 2002)

Embranchement	Arthropodes	- Appendices articulés - Cuticule rigide
Sous embranchement	Hexapodes	- Trois paires de pattes - Labium
Classe	Insectes	- Corps divisé en trois parties - Trois paires de pattes - Une paire d'ailes - Respiration trachéenne - Une paire d'antennes
Ordre	Hyménoptères	- Métamorphose complète - Tête mobile - Métathorax soudé au premier segment abdominal - Ailes membraneuses - Appareil buccal de type broyeur-suceur - Aiguillon postérieur chez la femelle
Sous-ordre	Apocrites	- Gastre pétiolé
Infra-ordre	Aculéates	- Aiguillon venimeux
Super-famille	Apoidea	
Famille	Apidae supérieurs	
Sous-famille	Apinae	
Tribu	Apini	
Genre	<i>Apis</i>	
Espèce	<i>Apis mellifera</i>	
Sous-espèce	<i>Apis mellifera mellifera</i>	

Il existe neuf espèces d'abeilles du genre *Apis*. Seule l'espèce *A. mellifera* a été dispersée dans le monde entier par l'homme, au siècle dernier, en raison de ses qualités apicoles. Les huit autres espèces sont présentes en Asie du sud, considérée comme le berceau du genre. Originellement, *A. mellifera* était présente en Europe et en Afrique.

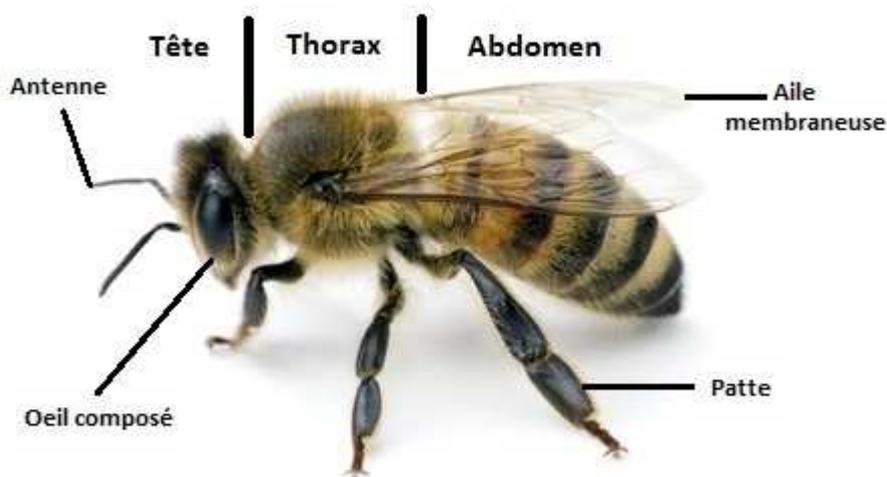
Actuellement, 23 sous-espèces d'*A. mellifera* ont été identifiées. Elles diffèrent par leurs caractéristiques morphologiques comme la taille, la longueur de la langue ou encore la couleur, ainsi que par leurs caractéristiques écologiques et comportementales. Les sous-espèces peuvent ainsi être distinguées selon leurs capacités de production, d'élevage, de douceur (c'est-à-dire leur capacité à tolérer les manipulations sans agresser l'opérateur), leur propension à essaimer ou encore leur sensibilité à certaines maladies (Clément *et al.*, 2002).

2. Anatomie

2.1. Anatomie externe

Le corps de l'abeille est divisé en trois parties : tête, thorax, abdomen (Figure 2). Il est recouvert d'une cuticule rigide qui assure plusieurs fonctions : protection physique, chimique, imperméabilité et ancrage des muscles.

Figure 2 : Anatomie externe d'*A. mellifera* (Vulgaris médical)

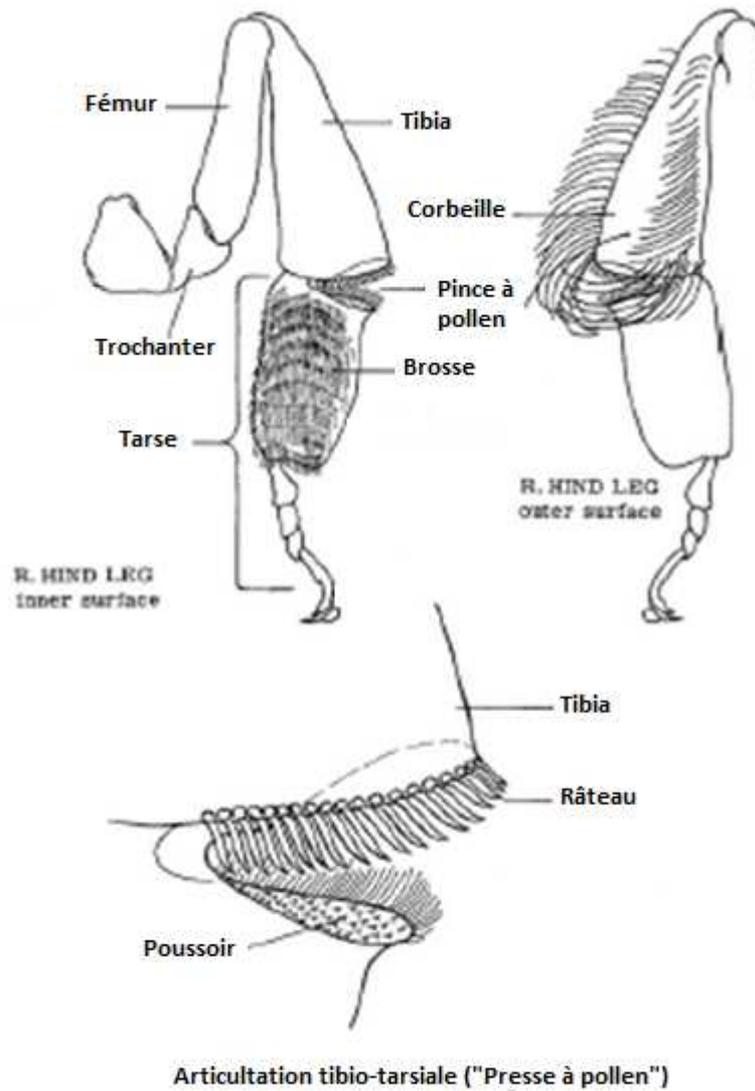


La tête ovoïde comprend une paire d'antennes assurant des rôles olfactif et tactile, une paire d'yeux composés et trois ocelles qui permettent à l'abeille de se stabiliser en vol par rapport à la ligne d'horizon ou encore de distinguer la sortie de la ruche. Elle compte également un appareil buccal bien développé. Celui-ci, de type broyeur-suceur, est formé d'une trompe et de deux mandibules utilisées pour modeler la cire et la propolis. La propolis est une sécrétion d'origine végétale, qui provient de plantes produisant de la résine comme c'est le cas de nombreux conifères ou qui se forme sur certains végétaux à la suite d'une blessure ou d'une altération physiologique, que les abeilles récoltent et dont elles se servent dans la ruche pour boucher les fissures, pour fixer les rayons ou encore pour vernisser les parois. La longueur de la langue, appelée proboscis, a une influence sur les capacités de récolte du nectar.

Le thorax est composé de trois segments, chacun portant une paire de pattes et les deux derniers segments une paire d'ailes. Chez les ouvrières, la troisième paire de pattes présente en face externe une corbeille, dans laquelle le pollen est collecté, et en face interne un peigne et une brosse utilisés pour sa récupération et son déchargement (Figure 3). La respiration est permise par des stigmates situés sur chaque segment. La liaison avec l'abdomen est assurée par le pétiote.

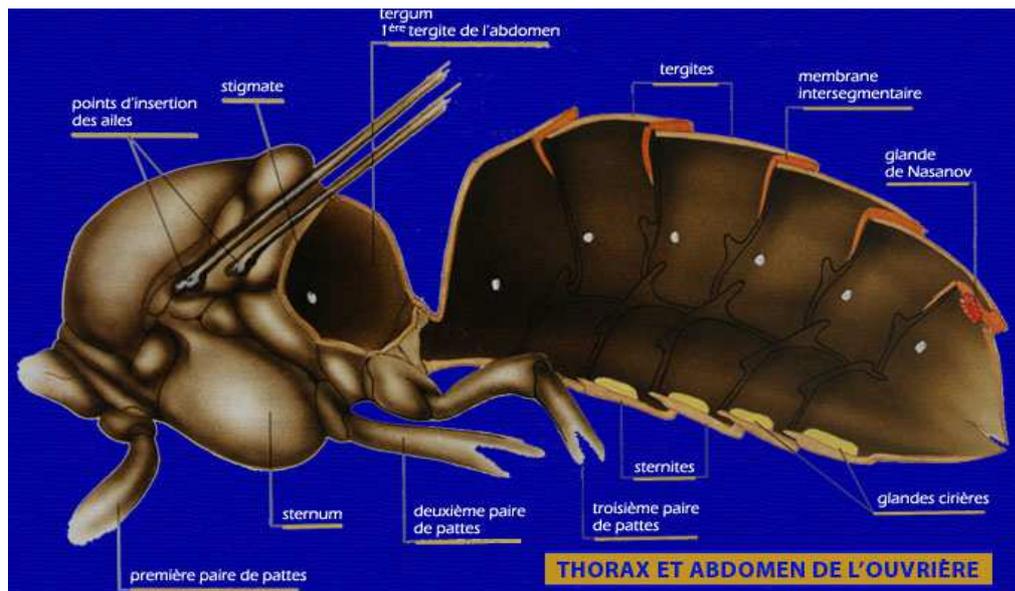
Figure 3 : Paire de pattes postérieures du troisième segment des ouvrières (Carrek *et al.*, 2013)

En haut à gauche : vue de la face interne ; en haut à droite : vue de la face externe ; en bas : détails de l'articulation tibio-tarsale ou "peigne à pollen"



L'abdomen comprend sept segments. Chacun de ceux-ci est composé d'une partie supérieure appelée tergite et d'une partie inférieure nommée sternite, qui sont reliées entre elles par une partie membraneuse autorisant les mouvements abdominaux horizontaux (Figure 4). Comme pour le thorax, chaque segment porte des stigmates. La production de cire, chez les ouvrières, est assurée par la présence de glandes cirières portées par les tergites des segments 5 à 7. Entre les deux derniers sternites se trouve la glande de Nasanov, productrice de phéromones impliquées dans la cohésion du vol lors de l'essaimage. Enfin, l'abdomen se termine par l'aiguillon.

Figure 4 : Anatomie externe du thorax et de l'abdomen de l'ouvrière d'*A. mellifera* (Clément *et al.*, 2002)



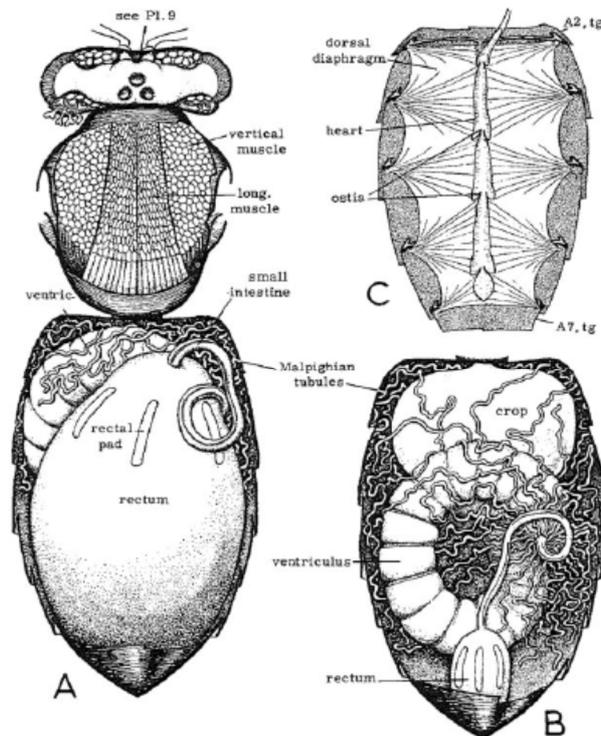
2.2. Anatomie interne

2.2.1. Système digestif et glandes

L'appareil digestif s'étend de la bouche à l'anus. Il comprend le larynx suivi de l'œsophage, puis le jabot où sont stockés le nectar et le miellat récoltés par les ouvrières, le proventricule contrôlant le passage des aliments du jabot au ventricule (aussi appelé estomac ou intestin moyen), siège de la digestion, puis le pylore contenant les tubes de Malpighi, organes impliqués dans la fonction d'excrétion, l'intestin postérieur et enfin le rectum (Figure 5).

Figure 5: Anatomie interne d'*A. mellifera*, appareils digestif et circulatoire (Carreck *et al.*, 2013)

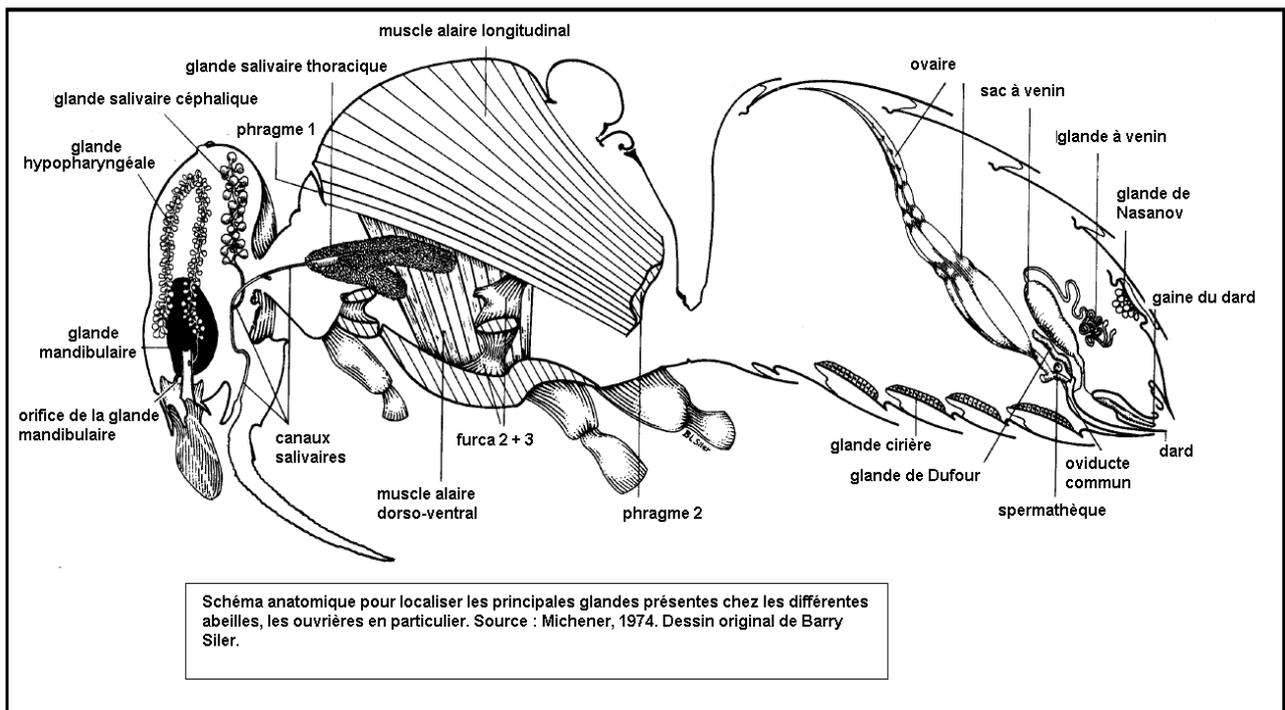
A : Vue dorsale d'*A. mellifera* après retrait de la partie dorsale de l'exosquelette ; B : Appareil digestif en vue dorsal après retrait d'une partie du rectum ; C : Appareil circulatoire en vue dorsale



Le proventricule joue un rôle de filtre. Le jabot, qui peut atteindre un poids allant de 40 à 70 grammes, est en effet rempli de nectar ou de miellat mais aussi de grains de pollen, de spores de champignons et d'autres particules. Le proventricule laisse ainsi passer les particules solides de petite taille dans l'intestin moyen, sans laisser passer les liquides (Jean-Prost et Leconte, 2005 ; Marchenay et Bérard, 2007). Les abeilles ont la capacité de régurgiter le miel contenu dans leur jabot : c'est le cas lorsque le proventricule reste fermé, que le jabot se remplit puis qu'il se contracte.

Il existe plusieurs types de glandes aux rôles variés, mal connus pour certaines (Figure 6). Les glandes hypopharyngiennes, mandibulaires et labiales céphaliques participent à l'élaboration de la gelée royale distribuée aux futures reines. La glande labiale thoracique intervient dans la transformation des sucres, tout comme les glandes hypopharyngiennes (Clément *et al.*, 2002).

Figure 6 : Localisation des principales glandes présentes chez *A. mellifera* (Michener, 1974)



2.2.2. Système circulatoire

L'appareil circulatoire est constitué d'un cœur en position dorsale de l'abdomen et d'une aorte thoracique qui se termine à proximité du cerveau (Figure 5). Il permet la circulation de l'hémolymphe qui baigne les organes. Deux diaphragmes abdominaux, l'un ventral et l'autre dorsal, favorisent la circulation de celle-ci. Le cœur est très allongé, formé de cinq ventricules séparés par des ostioles. L'hémolymphe est principalement constituée d'eau (plus de 85 %) et de glucose. Elle contient également les produits de dégradation cellulaire, des cellules intervenant dans les mécanismes immunitaires, des hormones, des protéines ou encore des enzymes (Clément *et al.*, 2002).

2.2.3. Système respiratoire

La respiration se fait par le biais des stigmates s'ouvrant sur une chambre munie de poils, permettant la filtration de l'air et dans laquelle s'aboutissent les tubes trachéaux. Ces derniers s'élargissent en sacs trachéaux ou aboutissent aux trachéoles, apportant l'oxygène aux cellules. Le contrôle des échanges est assuré par des valves fermant les stigmates, mobilisées par le biais de muscles (Clément *et al.*, 2002).

2.2.4. Système nerveux

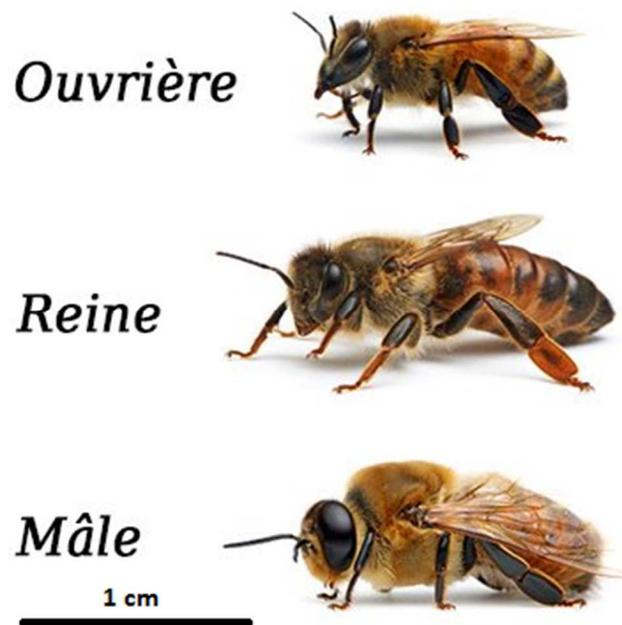
Le système nerveux de l'abeille est complexe mais n'a pas été étudié dans son intégralité. Il comprend une partie centrale, constituée par le cerveau et la chaîne nerveuse ventrale, et une partie stomatogastrique, peu décrite (Clément *et al.*, 2002) (Figure 5).

3. Vie en colonie

« *Ce qui n'est pas utile à la ruche ne l'est pas non plus à l'abeille* » a écrit Marc Aurèle (Dico-citations Le Monde). L'unité épidémiologique en apiculture est ainsi la colonie, et non l'individu. Un individu seul est en effet incapable de survivre. Les abeilles du genre *Apis* sont ainsi caractérisées par l'eusocialité, qui correspond à un partage des tâches entre les adultes, à une coopération pour l'élevage du couvain ainsi qu'à un chevauchement des générations.

La colonie se divise en trois castes d'abeilles : les ouvrières, les mâles, et la reine. Chaque caste est morphologiquement différente d'une autre (Figure 7) et présente un ou plusieurs comportements spécialisés. Néanmoins, au sein d'une même caste, les individus peuvent aussi avoir des rôles différents, comme cela est le cas pour la caste des ouvrières notamment.

Figure 7 : Les trois castes d'abeilles constituant la colonie, représentées à la même échelle (Naoum, 2016)



3.1. La reine : ponte et régulation des activités de la colonie

Les caractéristiques morphologiques de la reine sont particulièrement adaptées à ses rôles au sein de la colonie. Elle est la plus lourde de tous : son poids est d'environ 250 mg (Clément *et al.*, 2002) et la taille de son abdomen après fécondation est beaucoup plus importante que celle des ouvrières, ce qui la rend facilement reconnaissable. La reine peut vivre jusqu'à quatre ou cinq ans. La première qui naît dans une colonie tue ses concurrentes.

La reine dispose de particularités qui lui sont propres : son sac à venin est très développé, son dard est lisse et solidement ancré à son abdomen. Elle peut donc piquer ses rivales sans le perdre et sans mourir. Ses mandibules sont également de taille supérieure à celles des ouvrières. De plus, sa morphologie est adaptée à la reproduction et non à la récolte. Elle possède en effet un appareil génital constitué de deux ovaires hypertrophiés et d'une spermathèque dans laquelle sont stockés les spermatozoïdes durant toute sa vie. Elle peut pondre entre mille cinq cents et deux mille œufs par jour (Winston, 1987), ce qui est indispensable au renouvellement de la colonie ; deux mille abeilles de la colonie mourant environ chaque jour. Par ailleurs, sa langue est plus courte que celle des ouvrières et les outils utilisés lors du ramassage du pollen ne sont pas présents sur la troisième paire de pattes. De plus, la reine se démarque des ouvrières et des mâles par la présence de glandes tergaux en partie crâniale abdominale. Leur rôle est supposé similaire à celui des glandes mandibulaires : elles sécrètent des phéromones, qui n'ont pas toutes été identifiées à ce jour, agissant sur le comportement des ouvrières. Elles ont notamment un effet sur la cohésion de la grappe d'abeilles, le comportement de cour (un groupe d'abeille entourant la reine), la production de cire et d'autres éléments assurant le maintien de la reine, tels que l'inhibition de la construction de cellules royales (Clément *et al.*, 2002).

3.2. Les faux-bourçons : fécondation de la reine

Les faux-bourçons sont reconnaissables par leur corps trapu, plus grand que celui des ouvrières, et l'absence de dard. Ils pèsent environ 230 mg. Ils sont issus d'œufs haploïdes non fécondés et n'auraient qu'un unique rôle : féconder la reine durant son vol nuptial. L'accouplement, qui a lieu à partir de trente à quarante jours de vie des mâles, se solde par leur mort : le bulbe de l'endophallus reste en effet en place dans les voies génitales femelles. Leur durée de vie ne dépasse pas 60 jours (Fluri, 1994). Leur implication dans la régulation phéromonale de la colonie est suspectée, mais non prouvée. Ils ne possèdent ni glande cilière, ni outil de récolte du pollen et leurs pièces buccales sont de taille réduite par rapport aux ouvrières. Ils peuvent être observés dans les ruches généralement au printemps et à l'été. Lorsque les périodes difficiles arrivent, c'est-à-dire lorsque les ressources alimentaires diminuent notamment, ils sont chassés ou bien tués par les ouvrières (Clément *et al.*, 2002).

3.3. Les ouvrières : des rôles très diversifiés

Les ouvrières sont issues d'œufs diploïdes fécondés. Leur génétique n'est donc pas identique à celle de la reine, contrairement aux mâles, et elle varie d'une ouvrière à une autre, la reine pouvant être fécondée par une dizaine de mâles différents. Morphologiquement, elles sont caractérisées par une taille inférieure à celle de la reine et des faux-bourçons et pèsent environ 100 mg. De plus, elles possèdent un appareil génital atrophié, des organes spécialisés et des capacités d'adaptation exceptionnelles, pouvant assurer tous les rôles au sein de la colonie selon les nécessités. Certaines observations, dont celles de Roesch (1925) (Jean-Prost et Leconte, 2005), ont conclu à un lien étroit entre l'âge des abeilles et leurs différentes tâches. Cet effet de l'âge sur les rôles des ouvrières porte le nom de polyéthisme d'âge ; le polyéthisme correspondant à la division du travail. Par ailleurs, les phéromones jouent également un rôle important dans la détermination de la fonction de chaque ouvrière.

3.3.1. Les nettoyeuses

Le travail de nettoyage de la ruche est assuré par les abeilles quelques heures après leur émergence, et peut concerner diverses tâches. Les plus jeunes préparent les cellules afin que la reine puisse y pondre les œufs. La cellule doit en effet ne contenir aucun débris et ses parois doivent être lissées pour accueillir la future progéniture. Une mince couche de propolis, substance résineuse récupérée sur les bourgeons et les écorces de certains arbres à l'aide des mandibules et ayant des propriétés antiseptiques, doit tapisser les cellules.

D'autres ouvrières, plus âgées, s'occupent de nettoyer le fond de la ruche sur lequel s'accumulent opercules de cires, pollen ou encore mues de nymphes. Elles éliminent également les parasites pouvant être présents dans la ruche et le contenu des cellules contaminées. Lorsqu'un intrus trop grand pour être sorti de la ruche y pénètre, après avoir été tué par les gardiennes, les abeilles le recouvrent de propolis. Ce procédé similaire à une momification évite la décomposition du corps et la propagation de micro-organismes (Donadieu, 2008). Enfin, les nettoyeuses sortent de la ruche les cadavres des abeilles mortes. L'ensemble de ces activités permet ainsi de limiter la contamination de la colonie.

3.3.2. Les nourrices

Il s'agit du rôle des abeilles ayant entre trois et quinze jours d'âge. Il existe une véritable interaction entre les formes immatures et les nourrices. La reconnaissance de la progéniture par les nourrices passe par l'émission de phéromones, qui stimulent aussi les glandes hypopharyngiennes impliquées dans la production de gelée royale (sécrétion donnée aux larves et à la reine comme nourriture) et inhibent les ovaires des nourrices. Ainsi, la présence de larves dans la colonie favorise le maintien de certaines abeilles au stade de nourrices (Clément *et al.*, 2002). Ces dernières déposent un peu de nourriture à proximité de la bouche de la larve. Selon le devenir et l'âge de la larve, que les nourrices évaluent à l'aide d'informations chimiques et mécaniques, la nourriture distribuée est différente. L'alimentation des larves durant leurs trois premiers jours de vie est à base de gelée royale, sécrétée par les glandes hypopharyngiennes et mandibulaires. Par la suite, seules les futures reines sont nourries avec celle-ci, tandis que les larves destinées à devenir des ouvrières reçoivent un mélange de miel et de pollen.

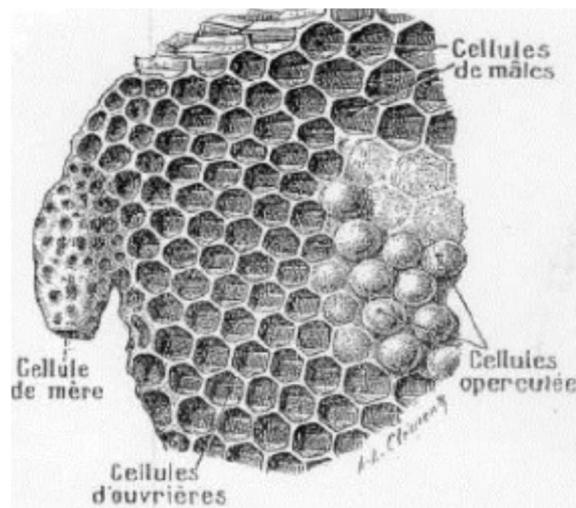
3.3.3. Les constructrices

Les activités de construction concernent des abeilles ayant un âge moyen de quinze jours, mais peuvent être réalisées par des individus ayant entre un et cinquante jours. Grâce aux glandes cirières, les abeilles sécrètent et « étirent » la cire pour fabriquer des rayons verticaux et parallèles les uns aux autres, soit à partir des cadres que l'apiculteur met dans la ruche, soit à partir d'un support naturel, par exemple sur une branche d'arbre. Chaque rayon est formé de cellules hexagonales et inclinées de 13 degrés vers le haut afin de permettre le maintien des larves et des stocks de nourriture à l'intérieur de celles-ci.

Il existe trois types de cellules, dont la taille varie selon leur utilisation. Les plus petites servent à accueillir les œufs des futures ouvrières, les réserves de miel, de pollen et d'eau. Les cellules destinées aux mâles sont de taille plus importante. Cette différence est visible sur la figure 8 (Gharbi, 2011). Les cellules de reines sont quant à elles localisées préférentiellement en périphérie des rayons et sont verticales.

D'autres abeilles assurent le maintien de l'état du nid en colmatant les fissures à l'aide de propolis, ou encore l'operculation des cellules avec de la cire lorsque la larve remonte dans celle-ci, avant sa nymphose. Une fois encore, un signal chimique émis par la larve permet aux ouvrières de décider la fermeture de la cellule.

Figure 8 : Les différents types de cellules retrouvés au sein d'une ruche (Larousse agricole, 1921)



3.3.4. Les manutentionnaires

Ces abeilles sont en moyenne âgées de quinze jours. Elles assurent le relais des butineuses qui apportent nectar, pollen et propolis à la ruche. Dans le cas du miel, les échanges se font par trophallaxie, c'est-à-dire entre les proposcis (trompes) de deux abeilles. La butineuse régurgite le nectar collecté dans son jabot en y ajoutant des enzymes permettant la formation du miel. La manutentionnaire récupère ce contenu soit directement par sa trompe (Figure 9) soit dans une alvéole dans laquelle la butineuse l'a déposé. Ensuite, les ouvrières manutentionnaires s'échangent à leur tour le nectar à plusieurs reprises afin d'y ajouter la salive contenant les enzymes nécessaires à la transformation du miel en nectar et afin de diminuer la quantité d'eau qu'il contient. Lorsque la concentration en eau est inférieure à 18 %, le miel est stocké dans des cellules qui peuvent alors être operculées dans un but de conservation du miel (Clément *et al.*, 2002).

Figure 9 : Trophallaxie entre deux abeilles (Starosta)



Dans le cas du pollen, la butineuse décroche les pelotes de pollen de ses pattes et les stocke dans une cellule. Les manutentionnaires ont alors pour rôle de le mélanger avec du miel et de la salive, de le malaxer puis le stockent dans une cellule.

Pour ce qui est de la propolis, les abeilles manutentionnaires l'enlèvent des pattes postérieures des butineuses qui arrivent à la ruche. Elles la mélangent ensuite avec de la cire et en font un usage immédiat (Clément *et al.*, 2002).

3.3.5. Les ventileuses

Les ventileuses ont en moyenne dix-huit jours. La température, l'hygrométrie et le taux de CO₂ sont des paramètres dont la régulation est fondamentale pour le fonctionnement de la ruche. La ventilation, qui favorise l'évaporation de l'eau contenue dans le nectar, est effectuée par des abeilles se plaçant à l'entrée de la ruche, la tête orientée vers l'intérieur, l'abdomen dirigé vers le haut. La température conditionne aussi le développement du couvain, l'optimum étant situé entre 32 et 36°C. De l'eau peut aussi être apportée dans la ruche afin d'en abaisser la température en cas de chaleurs fortes et lorsque les individus sont très nombreux dans la ruche. La ventilation est également utile lors d'essaimage. En effet, lorsque les abeilles ventilent, les phéromones de la glande de Nasanov sont diffusées, ce qui a pour effet d'attirer leurs congénères vers le lieu où elles se trouvent (Clément *et al.*, 2002).

3.3.6. Les gardiennes et les soldats

Les gardiennes sont âgées de douze à vingt-cinq jours. Elles se postent devant l'entrée de la ruche et détectent les intrus. Il peut s'agir d'autres insectes, de mammifères ou bien d'abeilles provenant d'une colonie différente et venant voler du miel en période de disette, cette pratique étant appelée « pillage ». Chaque colonie est caractérisée par sa propre odeur et toute abeille entrant dans la ruche est contrôlée. Lorsque l'alerte est donnée par les gardiennes, les soldats attaquent, notamment en utilisant leurs mandibules, et peuvent aussi piquer. Néanmoins, il arrive que des abeilles se trompent de ruche et intègrent une autre colonie sans qu'aucune agression ne se produise. Ce phénomène est appelé « dérive » (Clément *et al.*, 2002).

3.3.7. Les butineuses

Il est possible de rencontrer des butineuses ayant un âge allant de sept jours à plus de 60 jours. En moyenne, elles ont trois semaines. Les abeilles qui endossent ce rôle réalisent préalablement plusieurs vols d'orientation permettant la mémorisation de l'environnement entourant la ruche. Une colonie peut récupérer jusqu'à cinq kilogrammes de nectar par jour. Une butineuse réalise en moyenne dix voyages par jour, mais cela peut aller jusqu'à une centaine. Le nectar se trouvant au fond de la corolle des fleurs, il est récolté grâce à la langue de l'abeille par capillarité et pompage, et est ensuite stocké dans le jabot. Le miellat, constitué d'exsudats de pucerons, de cochenilles ou de sudation de sève de certains arbres, très riche en sucres, est aussi récupéré par les butineuses. Pour ce qui est de la récolte du pollen, c'est en frottant les anthères des fleurs que le corps de l'abeille se charge de pollen. Les peignes, brosses et corbeilles situés sur la troisième paire de pattes permettent de regrouper les grains et de former des pelotes qui sont placées dans les corbeilles. A chaque voyage, entre 10 et 30 mg de pollen sont récoltés (Clément *et al.*, 2002).

3.3.8. Les ouvrières d'hiver, des abeilles adaptées aux conditions climatiques défavorables

Les abeilles d'hiver doivent assurer le passage de la mauvaise saison. Leur espérance de vie peut être longue, entre 170 et 243 jours contrairement aux abeilles d'été qui vivent entre 15 et 70 jours (Fluri, 1994). Elles naissent de la fin de l'été au début de l'hiver. Elles présentent des adaptations physiologiques différentes des abeilles d'été. Elles possèdent en effet des réserves lipidiques plus développées. Pendant cette période, les abeilles se regroupent en grappe autour de la reine et contractent leurs muscles thoraciques afin de maintenir une température minimale compatible avec la vie (plus de 30°C pour le couvain, plus de 20°C au centre de la grappe pour les individus adultes) (Clément *et al.*, 2002).

4. Cycle biologique

4.1. Fécondation

La fécondation de la reine a lieu dans les airs, lorsque la température est suffisante donc plutôt au printemps et à l'été, lors de son vol nuptial. La fécondation peut commencer à partir du cinquième jour de vie et aller jusqu'au quinzième. Lorsque les conditions climatiques sont optimales, la reine est fécondée par plusieurs mâles, jusqu'à ce que la spermathèque soit remplie. Souvent, elle effectue plusieurs vols nuptiaux. Cette étape cruciale détermine la fécondité de la reine, dépendante de la quantité et de la qualité du sperme stocké (Clément *et al.*, 2002).

4.2. Ponte

La reine débute la ponte lorsqu'elle est âgée d'environ 10 jours. Elle peut pondre des œufs diploïdes femelles comme des œufs haploïdes mâles. La fréquence de ponte suit un cycle annuel. Elle est importante durant le printemps, décroît au cours de l'été, augmente légèrement à l'automne puis devient très faible en hiver voire nulle si les températures sont très défavorables.

Les œufs sont pondus au centre du nid, en commençant par le centre des rayons. Ils mesurent environ 1,5 cm par 0,5 mm, sont de forme allongés et de couleur blanchâtre. Un seul œuf est normalement déposé dans le centre de la cellule. Lorsque la reine est suffisamment féconde, les œufs sont pondus dans l'ensemble des cellules adjacentes, de sorte qu'il n'y a pas de vide entre les cellules les contenant. La présence de plusieurs œufs dans une même cellule ou d'une ponte lacunaire (présence de cellules vides au milieu de cellules pondues) peut signaler la présence d'une reine âgée. Ainsi, l'observation attentive du couvain permet de déduire des informations relatives à la reine et à son état. Si des cellules de faux bourdons sont observées en grand nombre, la ruche est dite « bourdonneuse », indiquant l'absence de reine ou un épuisement de ses réserves en sperme (Clément *et al.*, 2002).

4.3. Couvain

Le couvain correspond aux œufs, aux larves et aux nymphes en cours de développement. Les étapes de développement général d'*A. mellifera* sont représentées sur la figure 10. La durée de chaque étape varie selon la caste de l'individu.

Figure 10 : Les différentes étapes de développement du couvain d'*A. mellifera* (Naoum, 2016)

a : jeune larve issue de l'éclosion d'un œuf. De b à e : croissance de la larve. e : fermeture de l'alvéole dans laquelle se trouve la larve. f : nymphe (phase de métamorphose de l'insecte). g : imago sortant de l'alvéole.



Pour les futures ouvrières, une larve sort de l'œuf à l'issue de trois jours d'incubation et reçoit de la nourriture pendant six jours. La cellule dans laquelle elle se trouve est ensuite operculée. Au bout de quatre jours, la larve qui s'est redressée vers le haut de la cellule pour en occuper tout l'espace commence à filer son cocon et entre en nymphose pendant huit jours. Ainsi, vingt-et-un jours après la ponte, l'imago (abeille adulte) sort de sa cellule en la désoperculant à l'aide de ses mandibules (Jean-Prost et Leconte, 2005).

Dans le cas de la reine, le stade larvaire et la nymphose sont de plus courte durée : elle émerge ainsi entre quinze et dix-sept jours après la ponte. Les faux-bourçons sortent quant à eux de leur cellule après vingt-quatre jours, car leur stade larvaire dure environ dix jours et le stade nymphal environ huit jours.

4.4. Essaimage

Une colonie d'abeilles comprend entre 10 000 ouvrières l'hiver et 70 000 l'été (Toma *et al.*, 2009). L'essaimage est un processus qui aboutit à la division d'une colonie en deux. Ce mode de reproduction se produit au printemps ou durant l'été et permet aux colonies d'abeilles de se multiplier et de se disperser dans l'espace. Plusieurs facteurs le rendent possible : une population et un couvain forts, de bonnes conditions climatiques, des réserves de nourriture abondantes. En raison du grand nombre d'individus formant la colonie, toutes les abeilles ne sont plus imprégnées par la phéromone

royale. Certaines se mettent donc à élever des jeunes larves comme des reines. Une partie des ouvrières se nourrit également intensément de miel pour avoir l'énergie nécessaire à leur travail de récolte. Peu de jours avant qu'une reine vierge n'émerge et quand les conditions climatiques sont favorables, des dizaines de milliers d'abeilles accompagnant la vieille reine quittent la colonie (Figure 11). Il devient alors vital pour cet essaim de trouver un nouvel emplacement, rôle endossé par les éclaireuses dont la danse signale aux autres individus la qualité du site trouvé.

Figure 11 : Abeilles essaimant (Photographie Alsberghe, 2016)



5. Productions

5.1. Miel

Constitué principalement d'eau et de sucres simples, le miel est la source d'énergie de la ruche. Certains de ses composés n'ont pas encore été identifiés. Sa teneur en eau varie selon le type de miel mais pour une conservation optimale, elle doit être inférieure à 18 %, alors que le nectar initialement récolté en contient 50 %. Les sucres présents dans ce produit dépendent des fleurs butinées ou du miellat récolté. Dans l'ordre d'importance et en prenant en compte tous les composés du miel, les plus représentés sont le fructose (38 %), le glucose (31,5 %), le maltose (7,5 %) et le saccharose (1,5 %). On trouve également beaucoup d'autres sucres plus complexes, notamment dans le miellat (Bruneau, 2009). Le miel contient aussi protides, lipides, vitamines, enzymes et beaucoup d'autres constituants.

5.2. Pollen

Le pollen peut se trouver sous plusieurs formes : les grains de pollen, qui sont rassemblés par l'abeille butineuse en pelotes de pollen, elles-mêmes transformées dans la ruche en pain de pollen ou « pain d'abeilles ». Les propriétés du pollen varient d'une plante à une autre, tout comme son aspect. Ainsi, lorsque l'on observe les alvéoles contenant le pollen et qui ne sont pas operculées, on peut noter une palette de couleurs variées selon la fleur dont il provient (Figure 12). La diversité des pollens récoltés par une colonie permet d'assurer un apport alimentaire équilibré (Bruneau, 2009).

Figure 12 : Cellules contenant du pollen d'origines différentes (Définitions apicoles)



Après récolte par les butineuses, le pollen subit de nombreuses transformations. Les grains récupérés forment des pelotes. Une fois rapportées à la ruche, les pelotes sont placées dans des alvéoles par des ouvrières spécialisées, qui les enduisent de leur salive et les tassent à l'aide de leurs mandibules. Ce stockage est effectué à proximité du couvain (Jean-Prost et Leconte, 2005). Les conditions ainsi créées aboutissent à la fermentation du pollen et à la formation du pain de pollen.

Le pollen est indispensable à la bonne santé de la colonie puisqu'il représente la principale source de protides dans l'alimentation des abeilles. Les protides représentent en effet 20 à 35 % de la matière sèche du pollen et on y trouve tous les acides aminés essentiels et semi-essentiels pour l'abeille (Bruneau, 2009).

5.3. Gelée royale

La gelée royale est une substance blanche à jaune claire, de pH acide, sécrétée par les glandes hypopharyngiennes et mandibulaires. Elle est produite par les nourrices entre le cinquième et le onzième jour ou le quatorzième selon auteurs (Jean-Prost et Leconte, 2005). Elle est composée d'eau à 66 %. Elle contient également des glucides (14,5 % de la matière brute), des protides (13 %) et des lipides (4,5 %). Tous les acides aminés essentiels et semi-essentiels y sont présents.

5.4. Propolis

La propolis, définie précédemment, est utilisée afin de colmater des fissures, de fixer des pièces mobiles comme les cadres de la ruche et sert d'antiseptique permettant la momification d'intrus de grande taille ou encore à tapisser les cellules. Ses propriétés sont ainsi nombreuses : antiseptique, antibactérienne ou encore cicatrisante (Donadieu, 2008).

5.5. Cire

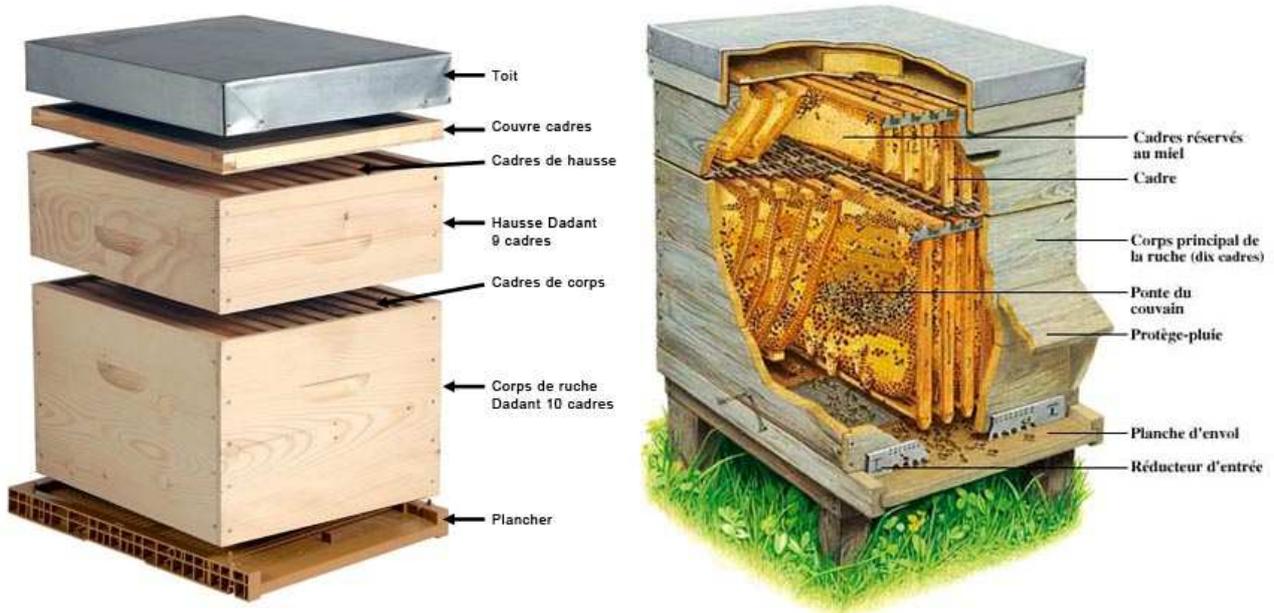
Produite par les glandes cirières sous forme de lamelles, la cire est récupérée avec les brosses de la troisième paire de pattes, triturée à l'aide des mandibules et mélangée avec des sécrétions glandulaires, produites notamment par les glandes mandibulaires (Jean-Prost et Leconte, 2005). Elle est recyclée par les abeilles, sa production nécessitant aux ouvrières de fournir un travail colossal. En effet, la fabrication d'un rayon d'environ 30x40 cm nécessite huit mille heures de travail (Domerego *et al.*, 2009).

6. La ruche

6.1. Organisation générale d'une ruche

La ruche, structure qui accueille la colonie, est composée de différents éléments (Figure 13). Le plus volumineux est le corps de ruche, constitué par les rayons contenant le couvain, les réserves en miel et en pollen de la colonie. Il est posé sur le fond de ruche et s'ouvre sur l'extérieur par le trou de vol de la ruche. Celui-ci peut présenter une grille appelée réducteur d'entrée, qui permet de limiter le passage d'intrus. Le fond de ruche peut être grillagé, comporter un plateau amovible ou être plein. Au-dessus du corps se trouve la hausse, placée en période de production du miel et que l'apiculteur enlèvera lorsque lorsqu'il sera temps d'extraire ce dernier. La ruche est recouverte d'un toit et sous celui-ci se trouve un couvre cadre.

Figure 13 : Les différents éléments constituant une ruche (à gauche vue d'extérieur ; à droite vue en coupe) (Api-douceur, 2012)



6.2. Les différents modèles de ruche

Il existe plusieurs modèles de ruche, les plus courantes en France étant les ruches Dadant®, Langstroth® et Voirnot® (Figure 14). Elles se différencient par leur taille et leur forme et peuvent contenir un nombre de cadres variables selon le modèle. Il existe par exemple des ruches Dadant à 10 cadres ou à 12 cadres. Le choix d'un modèle de ruche peut se faire selon le climat de la région (Clément *et al.*, 2002).

Figure 14 : Différents modèles de ruche (de gauche à droite, modèles Dadant®, Langstroth® et Voirnot®) (Api-douceur, 2012)



Une colonie d'abeilles constitue un tout complexe au sein duquel chaque individu exerce des rôles qui lui sont propres. Ceux-ci peuvent varier en fonction des besoins de la colonie, révélant la grande adaptabilité de ces pollinisateurs. La diversité et la richesse des produits retrouvés au sein de la ruche ainsi que les conditions de vie qui y règnent constituent un abri de choix pour le développement de parasites tel que le petit coléoptère des ruches, *A. tumida*.

Afin de comprendre la menace que représente cet insecte pour les abeilles, l'historique et l'évolution de l'infestation des ruches par le petit coléoptère sont décrites dans le paragraphe suivant, ainsi que son cycle biologique et ses conséquences sur les colonies d'abeilles.

II. Le petit coléoptère des ruches, *A. tumida*

1. Historique et répartition géographique

Le petit coléoptère des ruches, *Aethina tumida*, est originaire d'Afrique subsaharienne (OIE, 2017). Il a été identifié pour la première fois en 1867 au Nigéria (Plateforme Esa, 2017). Il est présent dans plusieurs pays d'Afrique subsaharienne et à Madagascar. Il a ensuite été détecté aux Etats-Unis en 1996, en Egypte en 2000 puis en Australie en 2002 (Neumann et Ellis 2008 ; OIE Terrestrial manual, 2017). Il a aussi été retrouvé au Canada en 2002, 2006 puis de 2008 à 2012. Plus récemment, il a été détecté au Mexique (2010), à Cuba (2012), à Salvador (2013), au Nicaragua (2014), au Brésil (2016) ainsi qu'aux Philippines (2014) et en Corée du Sud (Neuman, 2016 ; OIE, 2017 ; WAHIS interface, 2017).

En Europe, un cas a été détecté au Portugal en septembre 2004, à l'occasion de l'importation légale et contrôlée de reines provenant de l'Etat du Texas aux Etats-Unis, territoire infesté (Valério Da Silva, 2004). Des larves du petit coléoptère ont été identifiées dans le sucre (appelé candi) permettant d'obstruer les cages utilisées pour transporter les reines et d'alimenter les accompagnatrices (Figure 15).

Figure 15 : Cage à reine fermée par un bouchon au sucre candi (Abeilles Antoniennes)



La suspicion, établie à partir de l'observation des caractéristiques morphologiques des larves, a été confirmée par le laboratoire de référence de l'OIE de Sophia Antipolis (Anses, laboratoire de Sophia Antipolis, France) et par le Muséum Nationale d'Histoire Naturelle de Paris. Les ruches ayant accueillies les reines ont rapidement été détruites. De plus, d'autres mesures ont été prises telles que la réalisation d'enquêtes épidémiologiques ainsi que des inspections dans les ruchers ayant reçu des reines provenant du Texas cette même année (en particulier en France). Ces mesures ont permis de

maîtriser les risques d'installation et de dispersion du petit coléoptère en Europe qui, suite à cet épisode, est restée indemne d'*A. tumida* (Valério da Silva, 2014).

Depuis 2014, un autre Etat de l'Union Européenne doit faire face à une infestation qui n'a pas pu être jugulée de la même façon : l'Italie. Le petit coléoptère des ruches a en effet été détecté en septembre 2014 en Calabre, au sud du pays, dans un rucher se trouvant sur un verger de clémentiniers. L'origine de cette introduction n'est pas connue à ce jour. Le rucher en question a été détruit et un zonage a été mis en place, avec des inspections de ruchers dans la zone de protection englobant un périmètre de 20 km autour du foyer initial. La surveillance ainsi déployée a mis en évidence la présence d'*A. tumida* au sein d'autres ruches de la zone, ainsi que dans un rucher en Sicile qui revenait d'une transhumance en Calabre. Plusieurs milliers de colonies ont été détruites et une surveillance accrue a été mise en place (Plateforme Esa, 2017). Les Figure 16 et Figure 17 situent les zones de protection établies en Calabre et en Sicile fin 2014, ainsi que les ruchers contrôlés positifs ou négatifs.

Figure 16 : Carte représentant la situation de l'infestation par *A. tumida* en Calabre fin 2014

(Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, 2017)

Points verts : ruchers contrôlés négatifs, croix rouges : ruchers contrôlés positifs, cercle rouge : zone de protection

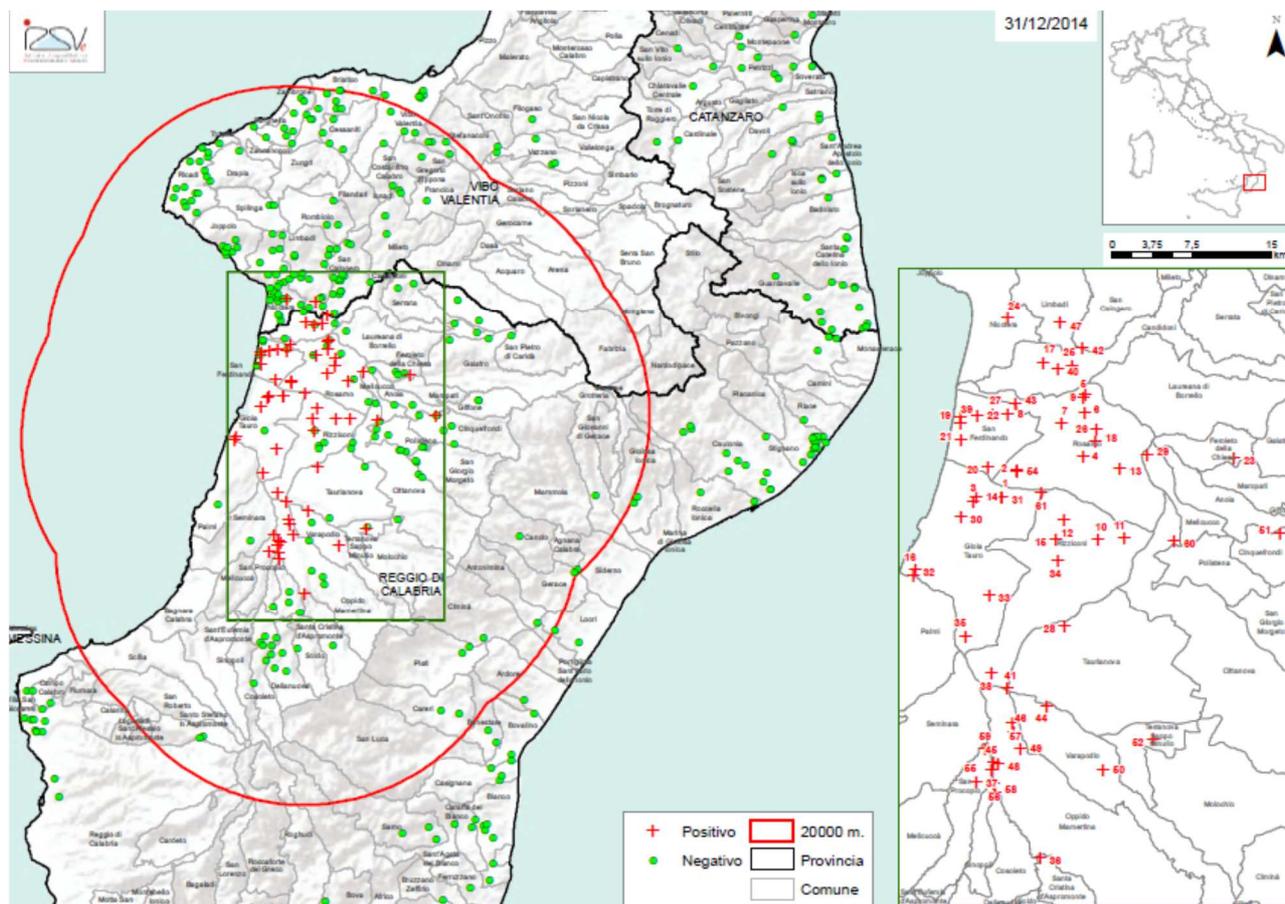
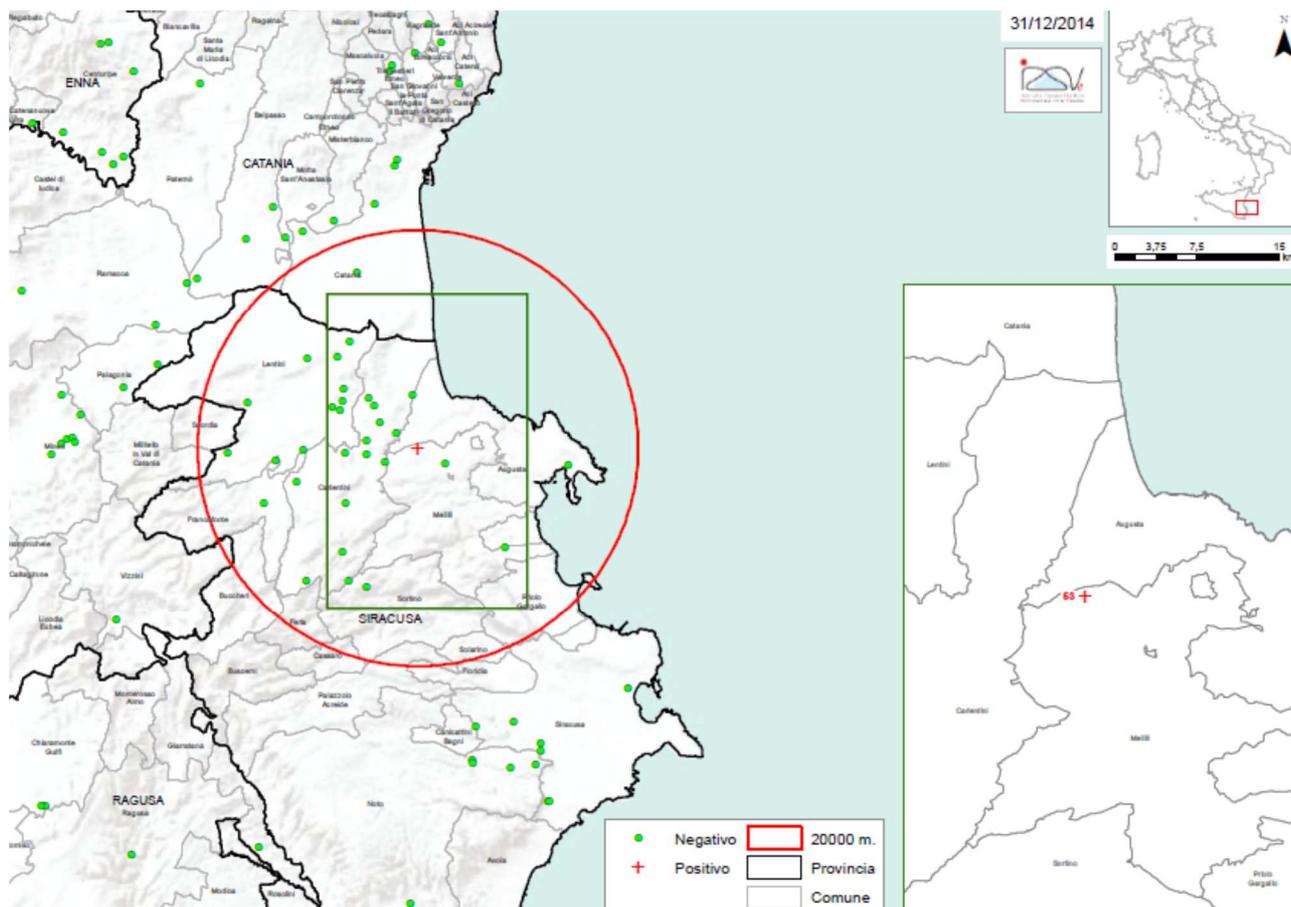


Figure 17 : Carte représentant la situation de l'infestation par *A. tumida* en Sicile fin 2014

(Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, 2017)

Points verts : ruchers contrôlés négatifs, croix rouges : ruchers contrôlés positifs, cercle rouge : zone de protection



2. Taxonomie

La classification systématique d'*A. tumida* est présentée dans le tableau 2 (Murray, 1864 ; Kirejtshuk et Lawrence, 1999 ; Habeck, 2002). Le genre *Aethina* comprend trente espèces différentes.

Tableau 2 : Classification systématique d'*A. tumida* (d'après Murray, 1864 ; Kirejtshuk et Lawrence, 1999 ; Habeck, 2002)

Embranchement	Arthropodes	- Corps segmenté formé de métamères hétéronomes munis d'une paire d'appendices articulés - Corps recouvert d'un exosquelette
Sous-embranchement	Hexapodes	- Trois paires de pattes
Classe	Insectes	- Corps segmenté en 3 parties : tête, thorax, abdomen - Exosquelette dur et coriace
Ordre	Coléoptères	- Appareil buccal type broyeur - Deux paires d'ailes
Sous-ordre	Polyphaga	
Famille	Nitidulidae	- Cinq segments ventraux indépendants les uns des autres - Tarses souvent dilatés, présentant cinq segments, le quatrième étant assez petit - Cavité procoxale transverse - Antennes composées de onze segments mais non articulées, insérées entre les yeux et la base des mandibules, extrémité en forme de massues composées de trois segments - Elytres (ailes antérieures durcies protégeant les ailes postérieures) de petite taille, laissant souvent apparaître le segment postérieur de l'abdomen
Genre	<i>Aethina</i>	- Corps souvent de forme ovale, faces dorsale et ventrale convexes - Tête transverse et aplatie dorsalement ou avec uniquement une dépression entre les insertions des antennes - Yeux relativement larges et composés de nombreuses facettes - Antennes terminées en massues à trois segments - Labre bilobé souvent écourté - Scutellum de forme semi-circulaire voire presque triangulaire à pentagonale, avec parfois un apex tronqué - Base du pygidium présentant habituellement au moins deux impressions d'arcs, apex arrondi chez les femelles, tronqué à subtronqué chez les mâles avec apex de la sclérite anale peu exposée - Métasternum modérément long, légèrement convexe ou aplati
Espèce	<i>tumida</i>	

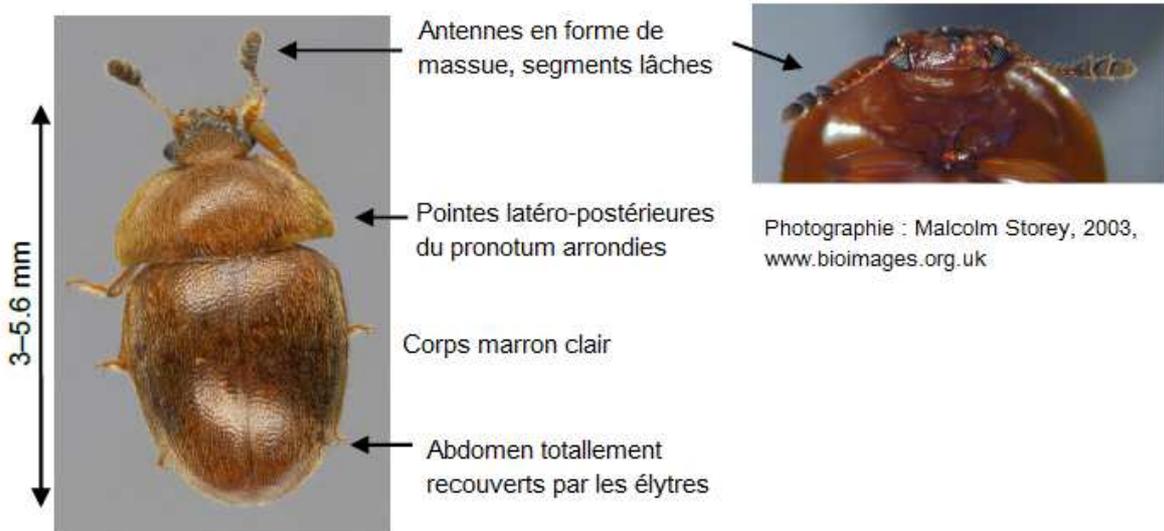
D'autres espèces de coléoptères peuvent également être présentes dans la ruche mais sans impact sanitaire majeur pour la colonie d'abeilles. Il s'agit notamment de *Cychramus luteus* et de *Carpophylus lugubris*, retrouvés ponctuellement dans certains ruchers en Europe. Ces deux espèces appartiennent comme *A. tumida* à la famille des Nitidulidae et présentent des caractéristiques morphologiques communes (Neumann et Ritter, 2004 ; UNAAPI-FNOSAD, 2014). Il est important de bien faire la distinction entre ces coléoptères et *A. tumida* (Figure 18). En cas de suspicion, l'identification d'*A. tumida* doit être confirmée par le laboratoire national de référence (LNR) sur la

santé des abeilles.

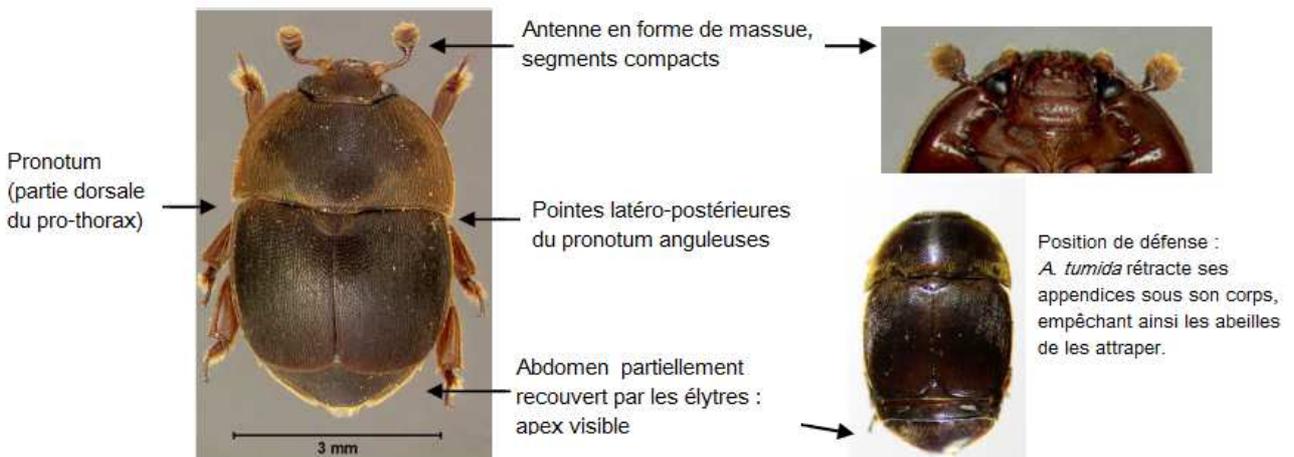
Figure 18 : Vues dorsales de *Carpophilus lugubris*, *Cychramus luteus* dultes et d'*Aethina tumida*, de haut en bas, avec détails des critères morphologiques (OIE, 2017)



Vue dorsale
Source : Marini *et al.*, 2013



Photographie : Malcolm Storey, 2003, www.bioimages.org.uk



Photographie : Josephine Ratikan, Université de Floride

Photographie : Anses, Laboratoire de Sophia Antipolis

Les formes adultes d'*Aethina tumida* ont un corps divisé en trois grandes parties, facilement distinguables : la tête, le pronotum, qui est le bouclier recouvrant la face dorsale du prothorax, et l'abdomen sont bien démarqués. L'adulte possède des élytres plus courts que son abdomen. Les trois articles terminaux des antennes formant des massues compactes sont particulièrement reconnaissables, d'autres coléoptères ayant des articles plus détachés.

3. Description anatomique des différents stades de développement

3.1. Formes matures

3.1.1. Taille

Les adultes mesurent entre 5 et 7 mm de long (Figure 19) (OIE, 2017). La taille d'un adulte correspond à environ le tiers de celle d'une abeille adulte (Figure 20). Les femelles sont légèrement plus longues que les mâles (OIE, 2017). Leur taille dépendrait de la disponibilité en ressources alimentaires durant leur développement ainsi que des conditions climatiques (Cuthbertson *et al.*, 2013 ; Teixeira *et al.*, 2016).

Figure 19 : Morphologie d'un spécimen adulte d'*A. tumida* (Vue dorsale) (OIE, 2017)



Figure 20 : Abeille entourée de plusieurs individus d'*A. tumida* adultes (Teixeira *et al.*, 2016)



3.1.2. Couleur

Les adultes sont de couleur brun foncé à noir (Figure 21 et Figure 22). Ils sont un peu plus clairs après l'émergence de la puppe, plutôt jaune à rouge-orangé (Pierson, 2014 ; OIE, 2017).

Figure 21: Vue dorsale d'un spécimen adulte d'*A. tumida* juste après l'émergence (Bernier, 2013)



Figure 22 : Vue dorsale d'un spécimen adulte d'*A. tumida* foncé (OIE, 2017. Photographie : Lyle Buss)



3.1.3. Points clés de la reconnaissance morphologique

Si l'on observe un adulte plus en détail, on note que la carapace et les élytres sont d'aspects irréguliers et mats, en raison de la présence de ponctuations. Les marges latérales du thorax, des élytres et du pygidium, sont ciliées. Le pronotum se prolonge de part et d'autre du corps par des excroissances en forme de pointes dirigées caudalement et chevauchent légèrement les élytres. L'apex des élytres est tronqué et arrondi. Le pygidium, ou plaque suranale, est large et ponctué. La face ventrale de l'abdomen, particulièrement ponctué, est habillée d'une fine couche de velours de couleur fauve appelée pubescence. Les poils de la pubescence sont plus longs sur les bords latéraux de l'abdomen. Les membres sont plats et larges, le tibia se replie sur le fémur. Les tarses sont courts, dilatés et velus (Figure 23) (Murray, 1867 ; Pierson, 2014).

Figure 23 : Spécimen adulte d'*A. tumida* avec en (f) les antennes en massue, en (d) les élytres et en (e) le bas de l'abdomen (Cuthbertson *et al.*, 2013)



3.2. Formes immatures

3.2.1. Œufs

Les œufs d'*A. tumida* sont de forme allongée, de couleur blanchâtre et mesurent environ 1,25 mm sur 0,25mm (Anses, 2015) (Figure 24). Ils sont sous forme de grappes dans la ruche, généralement pondus dans les fissures du bois ou directement dans les cellules de couvain.

Figure 24 : Œufs d'*A. tumida*, avec à gauche des œufs intègres et à droite des œufs déshydratés présents dans un milieu dont l'humidité est inférieure à 50 % (Teixeira *et al.*, 2016, photographie : Pettis)

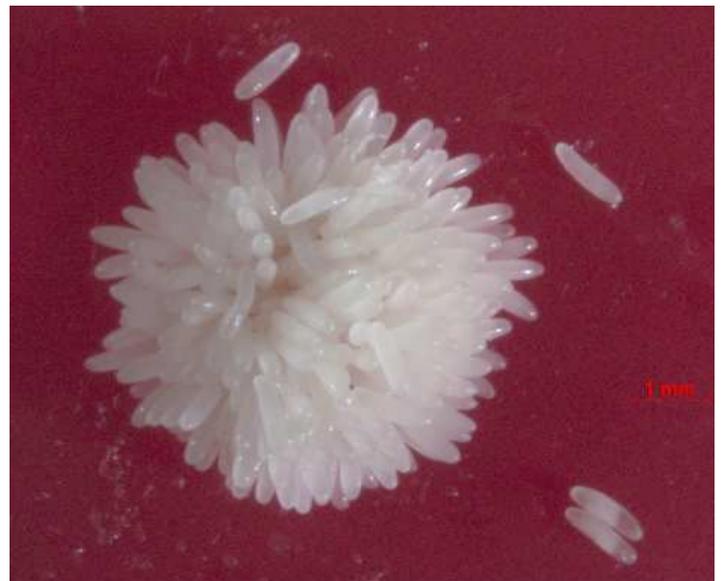


Il est important de connaître les critères permettant de faire la différence entre les formes immatures d'*A. tumida* et celles de *Galleria mellonella*, communément appelé fausse teigne ou papillon des ruches, ou encore avec celles d'*Achroia grisella*, la petite teigne dont les larves se nourrissent de la cire des cadres, puisque des infestations concomitantes sont possibles (Pierson, 2014). Les œufs d'*A. tumida* peuvent difficilement être confondus avec ceux des teignes, de forme arrondie (Figure 26).

Figure 25 : Œufs d'*Achroia grisella* (Egelie *et al.*, 2015)



Figure 26 : Œufs d'*A. tumida* (Bernier, 2013)



3.2.2. Larves

3.2.2.1. Taille et couleur

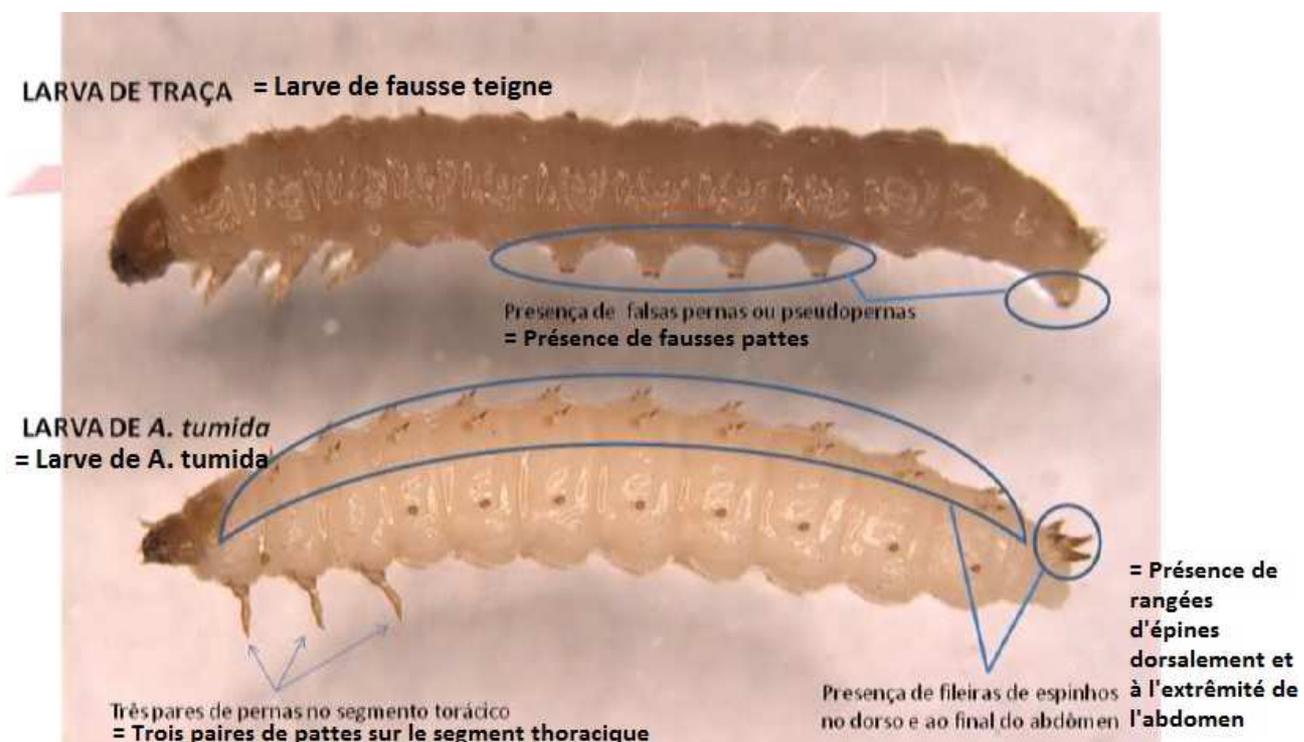
La larve mûre d'*A. tumida* est de couleur blanchâtre à crème. Elle mesure environ 1 cm de long, cela variant de 0,48 cm à 1,1 cm et le diamètre étant d'environ 0,16 cm (Lundie, 1940). Sa taille dépend de la disponibilité en ressources alimentaires. Elle varie également selon l'âge de la larve. Pour ce qui est des larves mûres de la petite et fausse teigne, leur taille atteint 2 cm environ.

3.2.2.2. Points clés de la reconnaissance morphologique

Les éléments clés de reconnaissance de la larve d'*A. tumida* sont la présence d'une double rangée d'épines dorsales et d'épines plus épaisses à l'extrémité caudale de l'abdomen. On note aussi la présence de trois paires de pattes localisées sur le segment thoracique. Elle ne possède pas de fausses pattes (ou pseudopodes). Ces caractéristiques morphologiques permettent de distinguer la larve d'*A. tumida* de celle des fausses teignes (Figure 27) (Teixeira *et al.*, 2016).

3.2.3. Nymphe

Figure 27 : Comparaison des caractéristiques morphologiques des larves d'*A. tumida* (en bas) et de fausse teigne (*Galleria Mellonella*) (en haut) avec indication des principales différences (Teixeira *et al.*, 2016)



La couleur de la nymphe varie selon son âge. Elle passe de blanc à marron à mesure que l'exosquelette se durcit (Figure 28). Elle mesure environ 5mm de longueur (Teixeira *et al.*, 2016).

Figure 28 : Vues ventrales de pupes d'*A. tumida*, jeune à gauche et plus âgée à droite, avec obscurcissement et consolidation de la cuticule (Bernier, 2013)



4. Cycle biologique

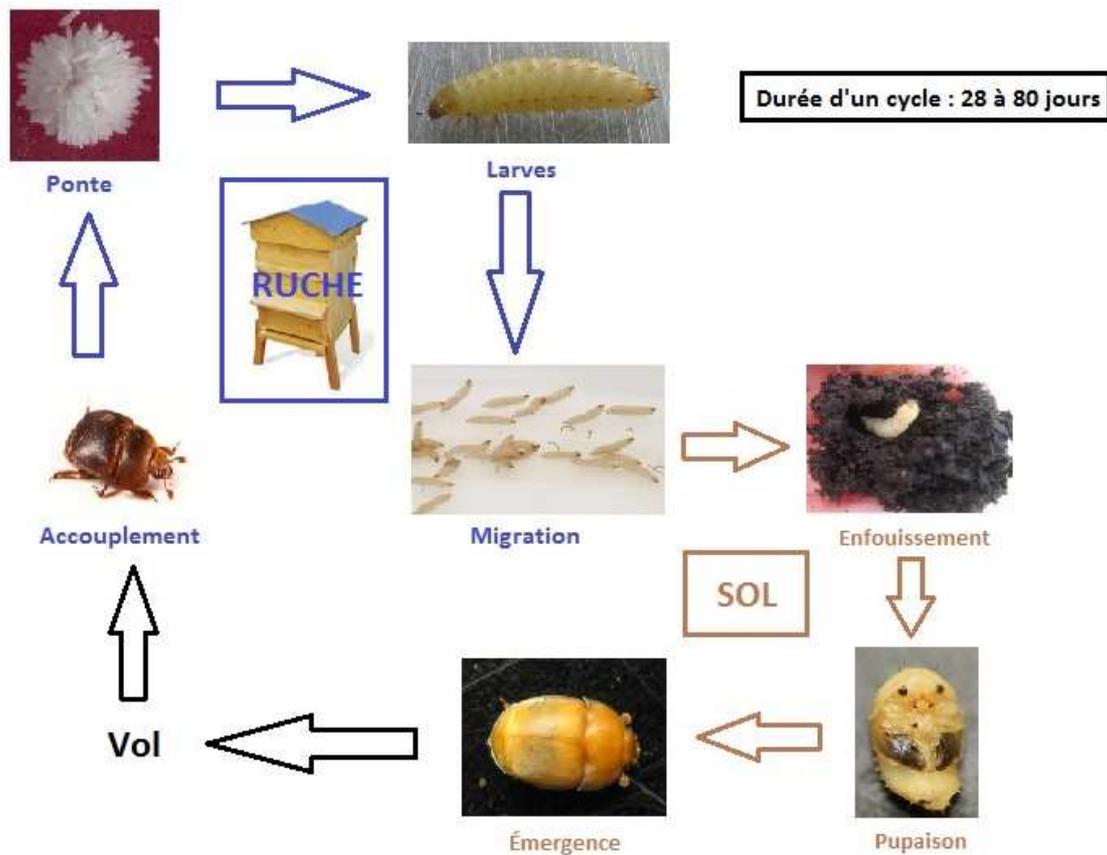
La Figure 29 résume le cycle biologique d'*A. tumida*.

4.1. Etapes à l'intérieur de la ruche

4.1.1. Accouplement

La maturité sexuelle des individus est atteinte une semaine après leur émergence du sol (Ellis *et al.*, 2004). Les données relatives à l'accouplement sont peu connues, comme par exemple le nombre de mâles pouvant s'accoupler avec une femelle. On sait néanmoins que l'accouplement peut aussi se produire hors de la ruche (Teixeira *et al.*, 2016).

Figure 29 : Schéma représentant le cycle biologique d'*A. tumida* (schéma personnel d'après Bernier, 2013 ; Cuthbertson *et al.*, 2013 ; Veto-pharma, 2017)



4.1.2. Ponte et éclosion

4.1.2.1. Description des phénomènes de ponte et d'éclosion

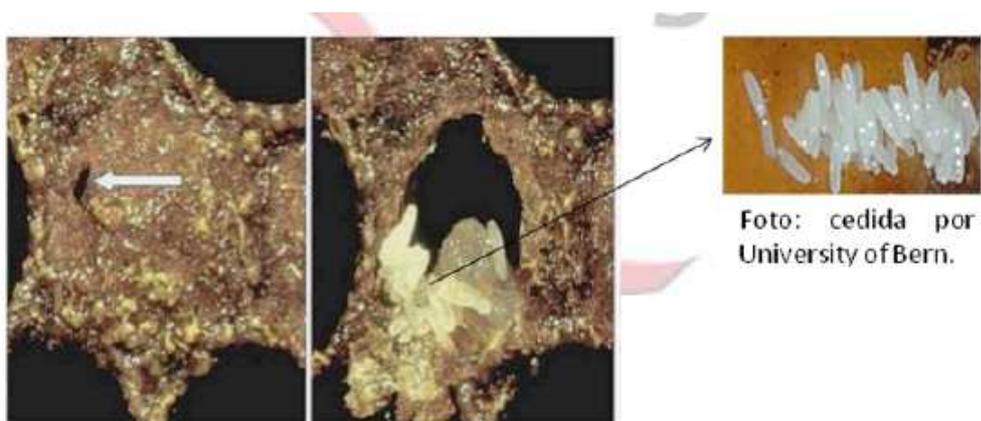
Une femelle peut pondre au total entre mille et deux mille œufs au cours de sa vie (OIE, 2017). La ponte a lieu à l'intérieur de la ruche, la femelle d'*A. tumida* étant capable de transpercer l'opercule des cellules de couvain ou bien la paroi de l'alvéole adjacente vide pour y déposer ses œufs. Les œufs étant cachés, ils ont peu de risque d'être détectés et donc éliminés par les abeilles (Teixeira *et al.*, 2016).

4.1.2.2. Facteurs influençant la ponte et le taux d'éclosion

D'après Meikle et Patt (2011), la densité de couples de coléoptères adultes a un impact sur le nombre d'œufs pondus. Dans cette étude, lorsque trois couples d'adultes étaient présents par boîte utilisée pour élever les coléoptères, la femelle pondait 6,7 fois plus d'œufs que lorsqu'elle ne contenait qu'un couple. La température jouait également un rôle dans la ponte. Elle était maximale à une température de 32°C. En dessous de 28°C, le temps de développement de l'œuf était augmenté (Meikle et Patt, 2011).

La larve émerge de l'œuf après 1 à 6 jours (3 jours en moyenne). Le taux d'émergence des œufs est dépendant de l'humidité relative : plus l'humidité diminue, moins le pourcentage d'éclosion est important. En dessous d'une humidité relative de 50 %, le taux d'éclosion devient faible (Figure 30) (OIE, 2017). La température influence également le taux d'éclosion, ainsi que la quantité d'œufs pondus. Pour ce qui est du taux d'éclosion, l'idéal se situe vers 28°C, mais il est possible entre 13,5°C et 35°C (Gharbi, 2011).

Figure 30 : Cellule de couvain operculée présentant une petite ouverture faite par la femelle *A. tumida* et révélant une grappe d'œufs à l'ouverture manuelle (à gauche, Delaplane), et œufs d'*A. tumida* isolés (à droite, Neumann) (Teixeira *et al.*, 2017)



4.1.3. Développement larvaire

4.1.3.1. Etapes du développement larvaire

Le développement larvaire d'*A. tumida* constitue la phase la plus destructrice pour la colonie d'abeilles (Teixeira *et al.*, 2016). Durant une première période, les larves creusent des galeries dans les cadres afin de se nourrir de pollen et de larves d'abeilles. Cette étape est nommée phase statique. Vient ensuite une phase de migration lors de laquelle les larves d'*A. tumida*, qui cessent de se nourrir, se déplacent pour atteindre l'extérieur de la ruche, puis se laissent tomber sur le sol et entament alors la phase de pupaison. La phase statique du développement larvaire au sein de la colonie d'abeilles dure entre 8 et 29 jours (OIE, 2017), avec une moyenne de 13,3 jours (Cuthbertson *et al.*, 2013).

4.1.3.2. Facteurs influençant le développement larvaire

Différentes études évoquent l'influence des conditions climatiques, de la disponibilité des ressources alimentaires et de la densité larvaire sur la durée du développement des larves d'*A. tumida*.

4.1.3.2.1. Disponibilité des ressources

Lors de la phase statique, un des facteurs influençant la croissance des larves est la disponibilité en ressources alimentaires. Les larves de petite taille, moins bien nourries, mettent davantage de temps à devenir mûres que les larves de taille importante, davantage nourries (Cuthbertson *et al.*, 2013).

La diversité des sources de nourriture a également un impact sur la durée de survie des larves. Celles nourries uniquement avec du couvain d'abeilles et qui ne trouvent pas de substrat pour la pupaison présentent la plus courte durée de survie.

Il a aussi été montré que la qualité de la nourriture avait une faible influence sur le poids des larves, contrairement à la quantité de nourriture (Meikle et Diaz, 2012).

4.1.3.2.2. Température

La température impacte également le développement des larves d'*A. tumida* : les températures entre 32 et 34°C (températures retrouvées au centre du nid de la colonie) favorisent le gain de poids quotidien des larves (Gharbi, 2011).

4.1.3.2.3. Densité larvaire

La densité larvaire influence négativement le poids des larves *via* la compétition intra spécifique. Ainsi, plus la densité larvaire augmente et plus le poids des larves est faible, juste avant la phase de migration (Meikle *et al.*, 2012).

4.2. Etapes à l'extérieur de la ruche

4.2.1. Migration des larves et enfouissement dans le sol

4.2.1.1. Description des phases de migration et d'enfouissement

Les larves migrent de la ruche au sol au crépuscule, étant tout comme les adultes sensibles à la lumière (Cuthbertson *et al.*, 2013). Elles s'accumulent sur le fond de la ruche et rampent grâce à des mouvements péristaltiques du corps ainsi qu'à l'aide de leurs mandibules (Pierson, 2014). Elles partent ainsi à la recherche d'un substrat dans lequel elles pourront s'enfouir et restent sur le sol environ 2 jours (Figure 31 et Figure 32) (Teixeira *et al.*, 2016).

Figure 31: Larves d'*A. tumida* en phase mobile (Cuthbertson *et al.*, 2013)



Figure 32 : Larves d'*A. tumida* creusant au sol afin de trouver un endroit propice à la pupaison (Cuthbertson *et al.*, 2013)



4.2.1.2. Paramètres de migration et d'enfouissement

Lors de cette phase, les larves d'*A. tumida* sont à la recherche d'un sol mou et humide pour s'enfouir (Figure 33).

Figure 33 : Cavité pupale de développement d'*A. tumida* creusée dans le sol par la larve (Bernier, 2013)



Les larves migrent généralement à proximité de la ruche mais peuvent parfois parcourir de grandes distances (Ellis *et al.*, 2004c).

La profondeur d'enfouissement est variable selon certaines conditions. De Guzman *et al.* (2009) ont observé que les larves s'enfoncent majoritairement dans les 10 premiers cm du sol, peu entre 10 et 20 cm et aucune après 30 cm. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la nature du sol en surface est plus propice à l'enfouissement et facilite également l'émergence des adultes (De Guzman *et al.*, 2009). Les larves s'enfoncent néanmoins à 2 cm minimum dans le sol (Meikle et Diaz, 2012). De plus, les larves s'enterrent plus profondément dans le sol lors de la saison sèche. L'humidité du sol permettrait également aux larves de survivre plus longtemps pour la recherche d'un endroit propice à l'enfouissement et à la pupaison (Ellis *et al.*, 2004c).

4.2.2. La nymphose

4.2.2.1. Etapes et durées de la nymphose

Les larves effectuent leur nymphose grâce à des sécrétions qu'elles produisent, ces dernières pouvant aussi les aider à mieux pénétrer dans le sol. Une fois enfouies dans le sol, les larves y restent durant une période pouvant s'étendre de 8 jours à 2 mois. Ainsi, les petits coléoptères des ruches passent plus de 75 % de la durée de leur développement dans le sol (Cuthbertson *et al.*, 2013). L'étape de nymphose est un peu plus courte chez les femelles que chez les mâles mais la différence ne dépasse pas une demi-journée. De plus, le ratio des adultes émergents est plus important pour les femelles (Ellis *et al.*, 2004c).

4.2.2.2. Facteurs influençant la pupaison

4.2.2.2.1. Alimentation durant la phase statique

La nourriture influence à la fois le taux d'émergence des adultes et le temps de pupaison. Le taux d'émergence le plus élevé est associé à la consommation de pollen seul, et est plus faible avec une consommation de miel mélangé au pollen ou une consommation de couvain (Ellis *et al.*, 2002).

Pour ce qui est de la durée de pupaison, l'aliment associé à l'émergence la plus rapide (environ 18 jours) est le couvain, puis le pollen seul, ensuite le mélange pollen, miel, pupes d'abeilles et enfin le mélange miel et pollen pour lequel la durée est plus que doublée par rapport au couvain seul (environ 48 jours) (Meikle et Diaz, 2012).

4.2.2.2.2. Humidité du sol

L'humidité du sol influence grandement le taux d'émergence des adultes à partir de la pupe. Dans l'étude menée par Ellis *et al.* (2004c), le taux d'émergence était compris entre 92 % et 98 % dans le cas d'un sol humide, quel que soit son type. Cela représente un sujet d'inquiétude pour les apiculteurs qui pratiquent la transhumance d'une zone horticole à une autre, où les sols sont maintenus à un taux d'humidité important.

4.2.2.2.3. Densité du sol

La densité du sol aurait également un impact sur la réussite de la pupaison, impact variable selon l'humidité du sol : une densité élevée sur sol humide favorise le déplacement des larves dans la recherche d'un sol moins dense. Elles peuvent ainsi plus facilement trouver un endroit favorable à l'enfouissement ce qui conditionne le succès de la pupaison (Ellis *et al.*, 2004c).

4.2.2.2.4. Type de sol

Le type de sol a quant à lui un effet sur la durée de la pupaison mais il ne semble pas influencer le taux d'émergence des adultes (Ellis *et al.*, 2004c). Néanmoins, les aptitudes de rétention d'eau varient selon le type de sol, ce qui peut influencer l'humidité de celui-ci (De Guzman *et al.*, 2009).

4.2.2.2.5. Agents biologiques du sol

Une étude d'Ellis *et al.* (2010) a montré que certains nématodes entomopathogènes présents dans le sol permettent de lutter contre *A. tumida*. Dans l'étude de Cuthbertson *et al.* (2012), il a été montré que dans des pots de sable, *Steinernema riobrave*, *Steinernema carpocapsae* (Figure 34), *Steinernema kraussei* et *Heterorhabditis indica* ont tué la totalité des pupes d'*A. tumida* présentes.

Figure 34 : Larve d'*A. tumida* disséquée, infestée par le nématode *Steinernema carpocapsae* (Cuthbertson *et al.*, 2012)



4.2.3. Le stade adulte

4.2.3.1. Capacités de vol et durée de vie

Une fois sortis de leur pupes, les adultes s'envolent afin de trouver un endroit favorable à leur reproduction : une colonie d'abeilles. Ils sont capables de voler sur plusieurs kilomètres, les valeurs retrouvées dans la littérature allant de 10 km (OIE, 2017) à 16 km (Neumann et Elzen, 2004).

La maturité sexuelle des adultes est atteinte 7 jours après l'émergence du sol et la durée de vie des adultes peut atteindre 6 mois (Teixeira *et al.*, 2016). Ils sont capables de survivre 9 jours sans eau ni nourriture, 50 jours sur des cadres de ruche usagés et plusieurs mois dans des fruits (Anses, 2016). En moyenne, d'après Lundie (1940), leur durée de vie est de 2 mois. Plusieurs paramètres ont un effet sur cette durée, la prédation bien évidemment mais également les ressources alimentaires disponibles et la température.

4.2.3.2. Paramètres influençant la durée de vie des adultes et leur reproduction

4.2.3.2.1. Alimentation

L'alimentation influence significativement la durée de vie des adultes. La nourriture qui permettrait d'atteindre la longévité la plus importante (jusqu'à 167 jours) serait le miel, d'après Ellis *et al.* (2002) (Tableau 3), tandis qu'il s'agirait du pollen puis du miel d'après Meikle et Patt (2011).

Tableau 3 : Durée de vie moyenne et écart-type (en jours) des adultes d'*A. tumida* en fonction du type de nourriture consommée (Ellis *et al.*, 2002)

Alimentation	Longévité des adultes
Contrôle : absence de nourriture	9,6 +/- 4,0
Cadres de couvain vides	49,8 +/- 10,2
Cadres de miel	167,2 +/- 8,7
Cadres de pollen	123,4 +/- 17,5
Cadres de miel et de pollen	81,0 +/- 15,7
Cadres de couvain	9,0 +/- 0
Pommes fraîches	63,6 +/- 30,4
Pommes abîmées	58,6 +/- 30,0

L'alimentation joue également un rôle dans la reproduction. En effet, la nourriture donnant le succès de reproduction le plus fort est le pollen, puis le couvain et enfin un mélange de pollen et de miel (Ellis *et al.*, 2002).

Dans des conditions de laboratoire, la reproduction peut également se faire sur des fruits comme les oranges, cette caractéristique faisant d'*A. tumida* un parasite facultatif. Dans une étude menée par Arbogast *et al.* (2010), il a été montré que la durée de développement de l'œuf à l'adulte était plus courte dans le cas d'un régime à base d'orange qu'un régime à base de pollen, mais que le taux de survie des formes immatures était deux fois plus faible. Cette capacité de reproduction en laboratoire sur des fruits n'a cependant pas pu être observée dans des conditions naturelles (Arbogast *et al.*, 2010).

4.2.3.2.2. Température

D'après une étude menée par Meikle et Patt (2011), la température a impact important sur la durée de vie des adultes. Avec le même régime alimentaire, la durée de vie était de 92,8 jours à 24°C tandis qu'elle chutait à 11,6 jours à 35°C. La durée de vie la plus longue était atteinte à 28°C, bien que le nombre d'œufs pondus soit maximal à 32°C (Meikle et Patt, 2011).

5. Infestation par *A. tumida* des colonies d'*A. mellifera*

5.1. Hôtes d'*A. tumida*

5.1.1. Hôtes principaux

5.1.1.1. Sous-espèces africaines d'*A. mellifera*

Le petit coléoptère des ruches est originaire d'Afrique sub-saharienne. Originellement, il est un ravageur des colonies d'abeilles, se nourrissant de pollen, de miel et de couvain. La plupart du temps, son impact sur les colonies de sous-espèces africaines est faible. Il peut même être perçu

comme utile dans certains rares cas, détruisant des colonies malades et/ou faibles et se reproduisant dans des nids abandonnés pouvant abriter des organismes pathogènes pour les abeilles. Il est généralement retrouvé dans des colonies d'*A. mellifera scutellata* ou d'*A. mellifera capensis* (Cuthbertson *et al.*, 2013).

5.1.1.2. Sous-espèces européennes d'*A. mellifera*

Les abeilles de sous-espèces européennes ne présentent pas la même sensibilité que les sous-espèces africaines et l'arrivée d'*A. tumida* en Amérique du Nord, en Australie et depuis 2014 en Europe a de lourdes conséquences sur les colonies. Les colonies de sous-espèces européennes subissent de plus grands dommages et meurent plus souvent. Elles ont en effet tendance à moins souvent désertier le nid que les sous-espèces africaines et à laisser davantage de ressources derrière elles, ce qui est favorable à la reproduction du petit coléoptère des ruches (Cuthbertson *et al.*, 2013). Les principales abeilles infestées en Amérique du Nord sont *A. mellifera ligustica* et *A. mellifera carnica* (Hood, 2000).

5.1.2. Hôtes occasionnels

Bien que les hôtes d'*A. tumida* observés sur le terrain soient des colonies d'*A. mellifera*, il a été montré expérimentalement que le petit coléoptère peut également réaliser une partie de son cycle à partir de produits trouvés dans des colonies de bourdons fébriles (*Bombus impatiens*), présents en Amérique du Nord (Bernier, 2013). Hoffman *et al.* ont démontré en 2008 cette capacité à changer d'hôte, une faible spécificité d'hôte représentant un fort avantage adaptatif (Hoffmann et Neumann, 2008).

5.1.3. Développement d'*A. tumida* à partir de fruits

Il a été prouvé, en laboratoire seulement, qu'*A. tumida* était capable d'effectuer son cycle grâce à des fruits frais ou fermentés. L'orange a été choisie pour avoir donné les meilleurs résultats d'après une étude menée par Arbogast *et al.* (2009), afin de connaître les capacités de développement du coléoptère en fonction de différents fruits à sa disposition. De plus, plusieurs autres espèces de la famille des *Nitidulidae* sont connues pour infester les oranges tombées au sol. De nombreuses ruches sont également transportées sur des vergers d'oranger dans le but de polliniser les fleurs et d'obtenir du miel d'oranger. Le but de l'étude était ainsi de comparer le cycle de vie d'*A. tumida* selon deux types de ressources, à savoir du pollen et des oranges. On constate que le taux de survie des formes immatures est plus de deux fois réduit, tandis que la durée de vie des femelles adultes est presque doublée dans le cas des oranges. La durée de développement du coléoptère est également un peu plus courte. Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 4 (Arbogast *et al.*, 2010).

Tableau 4 : Durée de la période de développement, survie des formes immatures et durée de vie des femelles adultes en fonction du régime alimentaire (pollen et orange) (Arbogast *et al.*, 2010)

Statistiques	Durée de la période de développement (en jours)		Survie des formes immatures*		Durée de vie des femelles adultes (en jours)	
	Pollen	Orange	Pollen	Orange	Pollen	Orange
Nombre	208	86	3	3	50	49
Médiane	29,0	27,0	0,79	0,36	85,0	157,0
Moyenne	28,5	27,5	0,78	0,34	81,3	163,4
Ecart-type	1,07	1,49	0,098	0,076	30,0	94,2

*Proportion de formes immatures atteignant l'âge adulte

Bien que plusieurs études suggèrent que, dans des conditions de laboratoires, *A. tumida* possède la capacité de se reproduire à partir d'une source de fruits variés en l'absence de colonies d'abeilles, ce phénomène n'a pour le moment jamais été observé en milieu naturel et l'on suppose que s'il se produisait, il s'agirait d'un événement exceptionnel (Arbogast *et al.*, 2010).

5.2. Conséquences de l'infestation

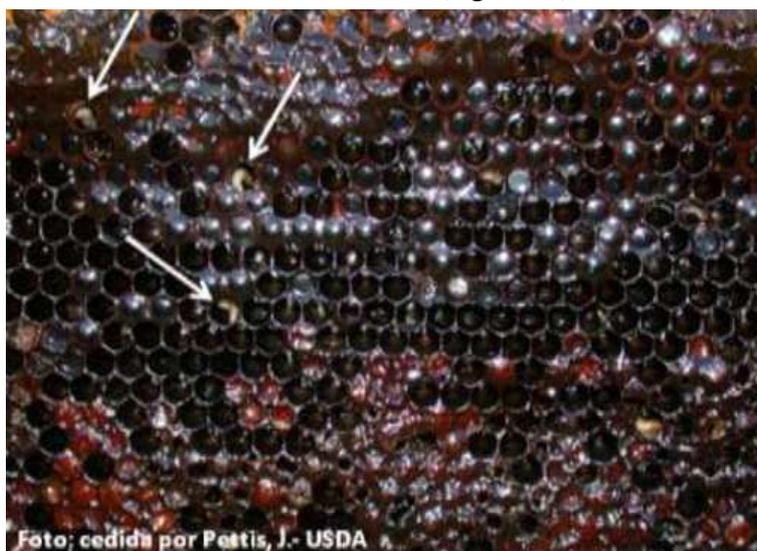
5.2.1. La ruche, un milieu de vie favorable au développement du petit coléoptère

Le petit coléoptère recherche sa nourriture ainsi qu'un lieu de reproduction dans les ruches, il ne parasite pas directement les abeilles. Ce sont les larves qui ont les effets les plus dévastateurs sur la colonie, en raison de leur caractère particulièrement ravageur vis à vis des ressources en nourriture des abeilles, de l'excrétion de nombreux déchets et de la déstructuration du nid.

5.2.2. Aliments consommés, fermentation du miel et du pollen

Les larves d'*A. tumida* se nourrissent de miel, mais aussi de pollen, d'œufs, de larves, et de pupes d'abeilles. Elles défèquent sur les cadres, ce qui contamine les produits de la ruche. De plus, le mélange formé par les fèces et le miel entraîne la formation d'une pâte brunâtre rendant le miel impropre à la consommation, pour les abeilles comme pour les hommes. Cela réduit ainsi le stock de nourriture des abeilles. La présence d'une levure portée par la cuticule des adultes et des larves, *Kodamaea Ohmeri*, est aussi à l'origine de la fermentation du miel et du pollen (Figure 35). Une odeur caractéristique d'oranges pourries se dégage de la ruche (Bernier, 2013). L'odeur peut être si inconfortable qu'elle peut même faire fuir les abeilles (Torto *et al.*, 2007). Les adultes sont également à l'origine d'une consommation des réserves alimentaires et d'une contamination de ces réserves, mais dans une moindre mesure par rapport aux larves. Si l'infestation devient trop importante, la réduction des réserves alimentaires entraîne alors l'affaiblissement de la colonie.

Figure 35 : Miel fermenté dans un cadre de ruche, les flèches blanches indiquent des larves d'*A. tumida* dans des cellules (à gauche) ; miel fermenté s'écoulant de la ruche (à droite)



5.3. Réponses des hôtes à l'infestation par *A. tumida*

5.3.1. Attaque

Les abeilles peuvent attaquer les larves ou les adultes d'*A. tumida* présents dans la ruche en les mordant à l'aide de leurs mandibules ou en les piquant. Lorsqu'elles parviennent à arracher un membre ou à décapiter les adultes, ceux-ci sont ensuite jetés hors de la ruche. Cela contribue à la résistance contre le petit coléoptère, mais ce comportement présente une efficacité limitée. Les abeilles africaines montrent un contact rapproché et une agressivité plus importante envers les adultes d'*A. tumida* que les abeilles européennes. En effet, environ le tiers des rencontres entre un adulte d'*A. tumida* et une ouvrière se termine par une agression de la part de ces dernières, contre 1,8 % pour les abeilles européennes. Cette agressivité répétée pourrait limiter la reproduction du petit coléoptère dans les colonies africaines, limitant ainsi leur impact à terme (Neumann et Elzen, 2004).

5.3.2. Comportement hygiénique : retrait des œufs et des larves

Un contrôle de l'entrée d'intrus dans la ruche est effectué par les gardiennes de façon non spécifique. Un comportement plus spécifique a pu être mis en évidence et concerne le rejet des larves et la destruction du couvain présent dans des cellules dans lesquelles le petit coléoptère a cherché à pondre (Figure 36) (Neumann et Härtel, 2004).

Figure 36 : Abeille retirant une larve d'*A. tumida* (Neumann et Härtel, 2004)



Les abeilles africaines ont montré dans une étude de Neumann et Härtel (2004) un comportement de nettoyage efficace : 72 % des œufs non cachés et 49 % des larves d'*A. tumida* sont éliminés de la ruche par les ouvrières environ une heure après leur introduction. Néanmoins, les colonies étudiées étaient relativement fortes et peu stressées (Neumann et Elzen, 2004).

Les œufs d'*A. tumida* sont pondus dans des anfractuosités de la ruche ou dans les cellules de couvain operculées. Dans le cas où les œufs sont exposés aux ouvrières, ils sont rapidement évacués de la ruche. De plus, les larves qui éclosent à proximité du nid et non dans celui-ci doivent ensuite le rejoindre et les larves rampantes sont rapidement éliminées. La stratégie la plus efficace pour garantir la survie des larves semble donc être de cacher les œufs avec le couvain operculé en les pondant directement dans celui-ci. Des femelles du petit coléoptère ont pu être observées, en laboratoire, utilisant leurs mandibules afin de percer de trous l'opercule recouvrant le couvain avant de pondre à l'intérieur de la cellule (Cuthbertson *et al.*, 2013).

Un des comportements efficaces effectué par les abeilles africaines, tout comme les abeilles européennes, est le retrait du couvain se trouvant dans des cellules où *A. tumida* a pondu. Les premières ayant de meilleures capacités de résistance à une infestation, on pourrait s'attendre à ce que leur comportement de nettoyage soit plus important que celui des abeilles européennes. Une étude menée par Ellis *et al.* (2004b) n'a cependant pas montré de différence concernant la quantité de larves retirées des cellules de couvain operculées percées par *A. tumida* entre des abeilles d'origine africaine, *A. mellifera capensis*, et des abeilles issues de mélanges européens. On ignore toutefois encore de quelle façon les abeilles parviennent à détecter les cellules dans lesquelles la femelle a pondu. Il pourrait par exemple s'agir d'un signal chimique laissé par la femelle d'*A. tumida* au moment de la ponte et qu'elles détecteraient (Ellis *et al.*, 2004b).

L'efficacité du comportement d'élimination du couvain contaminé varie d'une colonie infestée à une colonie non infestée : la quantité de couvain retirée par des abeilles provenant d'une colonie infestée est significativement plus élevée que celle retirée par une colonie provenant d'abeilles non infestées par *A. tumida* (Ellis *et al.* 2003). Ce comportement de nettoyage représente un moyen de lutte indispensable à la limitation de l'infestation des colonies par le petit coléoptère des ruches.

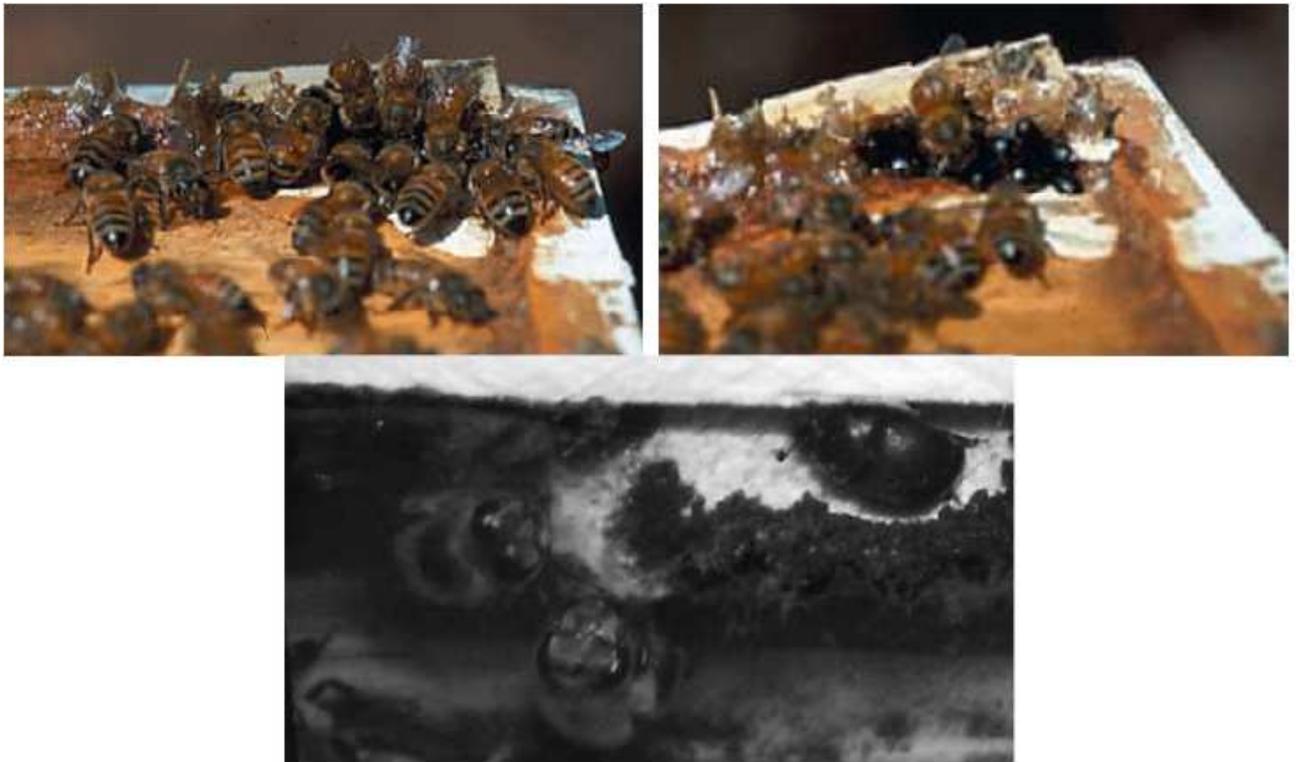
5.3.3. Confinement et encapsulation

L'étude d'Ellis *et al.* (2004a) distingue l'encapsulation du confinement, l'encapsulation étant considérée comme le fait de garder emprisonnés des individus à l'aide de moyens construits spécifiquement pour cela, à partir de cire ou de propolis.

Dans le cas du confinement, il s'agit de confiner les coléoptères dans des crevasses ou fissures déjà existantes et de les surveiller afin de les y maintenir (Ellis *et al.*, 2004a). Ce comportement a été observé à la fois chez les abeilles africaines et européennes. Il a été noté que des gardiennes se placent spécifiquement, à l'avance, près des endroits stratégiques où se cachent les coléoptères. Dans une étude d'Ellis *et al.* (2003) la proportion de coléoptères gardés dans chaque lieu de confinement variait pour les colonies européennes mais pas pour les africaines. Chez ces dernières, le confinement semble donc plus stable dans le temps. L'étude d'Ellis *et al.* de 2004a a également montré que le nombre de confinements et d'encapsulations par colonie était plus faible chez les abeilles européennes que chez les africaines. Toutefois, cela ne permet pas pour autant d'expliquer complètement la résistance des abeilles africaines au petit coléoptère. Il est aussi intéressant de noter que le nombre de gardiennes augmente le soir, un parallèle pouvant être envisagé avec le fait que l'activité du petit coléoptère des ruches augmente à la tombée de la nuit (Ellis *et al.*, 2004a).

Dans le cas de l'encapsulation, une partie des abeilles surveille les petits coléoptères qui ont été regroupés dans un angle, tandis qu'une autre partie construit une prison de propolis autour d'eux (Figure 37). Elle peut aussi être réalisée là où les abeilles ont détecté des coléoptères cachés. Cela peut prendre un à quatre jours de travail et les abeilles sont capables de surveiller les coléoptères jusqu'à 57 jours, nuit et jour (Neumann et Elzen, 2004). Ce comportement a été retrouvé aussi bien chez les abeilles européennes qu'africaines. Cependant, les abeilles africaines ayant des capacités de propolisation quatre fois plus importantes que les abeilles européennes, on peut supposer que ce comportement est plus efficacement mis en place chez ces espèces (Hood, 2004).

Figure 37 : Groupe d'abeilles confinant des petits coléoptères (en haut à gauche), regroupés dans un angle de la ruche (en haut à droite). Petit coléoptère adulte en train d'être encapsulé (en bas)
(Neumann *et al.*, 2001 ; Hood, 2004)



5.3.4. Désertion

Dans le cas où le niveau d'infestation devient trop important et en dernier recours, les abeilles peuvent désertier. Cela permet d'interrompre le cycle du petit coléoptère au sein de la colonie mais les réserves laissées dans la ruche lui permettent de se multiplier malgré tout. La fuite n'est cependant pas systématique, même en cas de forte infestation (Neumann et Elzen, 2004). Il a été montré que dans le cas d'une absence d'infestation, les abeilles africaines quittaient plus souvent la ruche que celles d'Amérique du Nord : 44 % contre 10 % respectivement. En revanche, lors d'une infestation par *A. tumida*, les deux prennent la fuite dans 60 % des cas environ (Ellis *et al.*, 2003).

5.4. Réponses d'*A. tumida* aux méthodes de défense de l'hôte

5.4.1. Posture de défense

Lorsqu'ils sont attaqués par les abeilles, les petits coléoptères peuvent, grâce à leur exosquelette rigide, se mettre dans une position de défense qui ressemble à celle des tortues. Ils restent immobiles, placent leur tête sous le pronotum et plaquent leurs pattes et antennes contre leur corps (Neumann *et al.*, 2001).

5.4.2. Course et saut

Les coléoptères courent très rapidement et peuvent aussi sauter des rayons afin d'échapper à une poursuite. Ils profitent souvent de la tombée de la nuit et de la baisse de vigilance des gardiennes pour fuir (Neumann *et al.*, 2001).

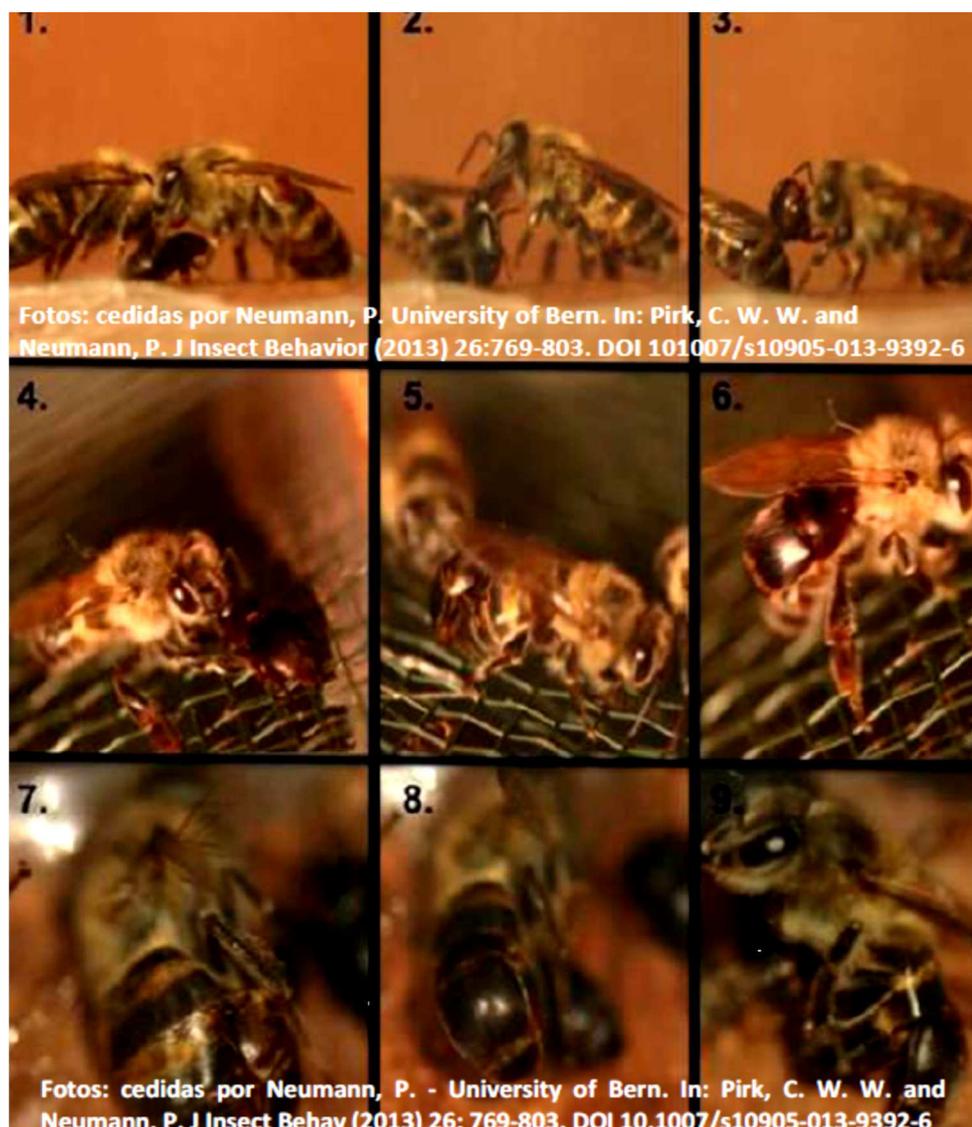
5.4.3. Comportement d'évitement

Les adultes se cachent dans des fissures de la ruche ou dans le fond de cellules où ils restent immobiles. Lorsqu'ils se déplacent, ils le font généralement d'une cachette à une autre se trouvant à proximité. Cacher les œufs dans les cellules de couvain operculées fait également partie de cette stratégie (Neumann *et al.*, 2001).

5.4.4. Mimétisme

Un comportement étonnant a pu être observé : celui de trophallaxie se déroulant entre des abeilles nourricières ou des gardiennes et des petits coléoptères. Ces derniers, lorsqu'ils sont confinés ou encapsulés, entrent en contact avec les abeilles et utilisent leurs antennes pour communiquer avec celles des abeilles. Ce comportement peut aboutir soit à une agression, soit à un échange de nourriture, permettant aux coléoptères de ne pas mourir de faim. Ceux-ci peuvent aussi parfois agresser les jeunes abeilles (Figure 38) (Neumann *et al.*, 2001).

Figure 38 : Petit coléoptère entrant en contact avec une abeille (1 à 3) ; Trophallaxie entre un petit coléoptère et une abeille (4) ; Aggression d'une abeille par un petit coléoptère (5 à 9) (Neumann *et al.*, 2001)



5.4.5. Recrutement

Les petits coléoptères possèdent des capacités olfactives extrêmement développées. Ils sont attirés par différentes odeurs émises par la ruche dont celles des ouvrières, du pollen, du miel et de la cire. De plus, les réponses des femelles coléoptères à ces odeurs sont plus importantes que celles des mâles. Les coléoptères sont également sensibles aux phéromones de stress émises par les colonies (Torto *et al.*, 2005). Il a également été constaté qu'au sein d'un rucher, seule une petite partie des ruches concentre la plupart des coléoptères. Ce phénomène s'explique par le fait que les abeilles stressées émettent entre autres des phéromones permettant le recrutement de gardiennes. Il a été montré qu'*A. tumida* détectait ces signaux chimiques à des taux plus bas que les abeilles, leur permettant d'entrer dans la ruche avant que plus d'abeilles ne soient alertées (Torto *et al.*, 2007). De plus, la levure *Kodamaea Ohmeri* évoquée précédemment émet, en présence de pollen, des molécules chimiques semblables aux phéromones de stress par les abeilles, attirant donc les coléoptères (Torto *et al.*, 2007).

5.5. Conséquences économiques d'une infestation par *A. tumida*

Les conséquences économiques liées à l'infestation des ruches par *A. tumida* sont multiples. Tout d'abord, pour ce qui est de son impact direct sur les ruches et lorsque la pression exercée par le petit coléoptère est forte, le miel fermenté est perdu et ne peut pas être valorisé par l'apiculteur. Les colonies dans lesquelles le petit coléoptère prend le dessus peuvent également périr en raison de la destruction des réserves de nourriture et des cadres. Les rayons de miel placés en chambre froide dans l'attente d'être extraits peuvent contenir des œufs difficiles à détecter en raison de leur petite taille. Ceux-ci vont pouvoir éclore et les larves vont contaminer les cadres. Le miel va fermenter, couler et causer des dommages au sein même de la miellerie (Bernier, 2013).

Il existe également des pertes économiques indirectes liées aux mesures de lutte mises en place contre le petit coléoptère, comme c'est le cas en Europe. En effet, la destruction des ruchers infestés, le blocage des ruches et de leurs produits dans les zones autour du foyer engendrent des pertes financières non négligeables pour l'apiculteur. L'équipement nécessaire pour limiter la prolifération d'*A. tumida*, comme les chambres froides permettant le stockage des hausses, les congélateurs nécessaires à l'assainissement du matériel ou encore les déshumidificateurs ou ventilateurs à installer dans la miellerie sont aussi des investissements onéreux induisant des surcoûts de production.

Les pertes économiques liées au petit coléoptère des ruches ont été estimées en 1998 en Floride à 3 millions de dollars US. Au Québec, il a été établi qu'une infestation non contrôlée de 15 % des colonies engendrerait des pertes de plus d'un million de dollars US (Bernier, 2013).

Ainsi, *A. tumida* représente à la fois une menace pour les colonies d'abeilles européennes, exerçant une action spoliatrice et traumatique sur la ruche, et pour la filière apicole en raison des pertes économiques qu'engendre une infestation. Différentes méthodes ont été développées afin de pouvoir détecter précocement son arrivée sur un territoire indemne ou même surveiller la prévalence de l'infestation dans une zone infestée. Ces techniques sont nombreuses mais les études concernant leur efficacité demeurent encore assez rares. Par ailleurs, certaines sont largement appliquées dans des pays étrangers mais ne sont actuellement pas autorisées en France.

III. Méthodes de détection d'une infestation des ruches par *A. tumida*

1. Inspection visuelle de la ruche

Une des techniques de dépistage permettant de connaître le statut d'une ruche vis à vis du petit coléoptère est de l'inspecter visuellement. Plusieurs éléments peuvent permettre de détecter la présence d'*A. tumida*, plus ou moins faciles à observer selon le niveau d'infestation de la ruche. La présence d'œufs est difficile à mettre en évidence en raison de leur localisation, puisqu'ils se trouvent soit à l'intérieur des cellules de couvain sur lesquelles on peut repérer un trou, soit dans les anfractuosités de la ruche. Les adultes peuvent aussi être recherchés, mais le fait qu'ils fuient la lumière ainsi que leur vitesse de course impliquent d'observer les coins de la ruche les plus à l'obscurité et d'être très attentif dès le lever du toit de celle-ci. Les larves correspondent au stade le plus facilement observable, ne se cachant pas de la lumière et se trouvant en majorité sur les cadres où elles se nourrissent. Il est aussi possible de tamiser le sol autour de la ruche afin de mettre en évidence des pupes qui y seraient enfouies, mais cette technique est relativement chronophage, compliquée à mettre en œuvre et d'une faible efficacité (Spiewok *et al.*, 2007; Neumann et Hoffmann,

2008). La méthode d'inspection visuelle complète a été rigoureusement décrite par Ellis *et al.* en 2002. L'utilisation de cette méthode est indiquée dans des cas d'infestation moyenne à forte (OIE, 2017).

1.1. Description de la méthode d'inspection visuelle

Une des techniques d'inspection visuelle décrite (OIE, 2017) nécessite une toile ou une bâche de couleur claire de dimensions 2 m sur 2 m et un aspirateur à insectes permettant de collecter les coléoptères ou bien un récipient permettant de les y stocker si la collecte se fait sans aspirateur. Une brosse pour brosser les abeilles est également nécessaire. Dans le cas où l'on souhaite réaliser un comptage des individus si la ruche est infestée, deux opérateurs sont nécessaires, l'un travaillant sur la colonie, l'autre sur la bâche à l'aide du peigne et de l'aspirateur (Figure 39).

Dans un premier temps, la bâche est placée devant la colonie à examiner. Après avoir légèrement enfumé celle-ci, le toit de la ruche est soulevé et secoué au-dessus de la bâche, afin de déloger les abeilles et coléoptères adultes qui y seraient fixés. Les abeilles sont brossées et toutes sont examinées. Les grappes d'abeilles sont défaites, des coléoptères pouvant s'y cacher. Tous les coléoptères observés sont aspirés. Ensuite, un des cadres le plus en périphérie de la ruche est retiré et secoué au-dessus de la bâche. Les abeilles sont à nouveau brossées pour défaire les grappes et tous les individus observés. Une fois que les abeilles ont été secouées du cadre, ce dernier est frappé sur ses deux faces, deux ou trois fois afin de déloger les éventuels coléoptères adultes des rayons. Une fois que tous les cadres ont été sortis de la ruche, il faut procéder de la même façon avec le fond de ruche (OIE, 2017).

Une autre technique consiste à retirer le toit de la ruche, bien l'inspecter pour repérer les éventuels coléoptères adultes, le placer à côté de la ruche puis examiner un des cadres le plus périphérique et le poser également à côté de la ruche. Les cadres qui suivent sont examinés un par un et remis en place dans le bon ordre. Une fois cette opération terminée, les faces intérieures et le fond de la ruche sont minutieusement inspectés. Deux opérateurs sont nécessaires, l'un réalisant l'inspection et le second collectant les coléoptères (EFSA, 2015).

Figure 39 : Inspection d'une colonie d'abeilles, l'individu de gauche utilisant un aspirateur pour collecter les petits coléoptères adultes et celui de droite frappant les cadres un à un (OIE, 2017)



1.2. Signes d'une infestation majeure de la colonie d'abeilles par *A. tumida*

Lorsque l'infestation est importante, le diagnostic est relativement aisé (Figure 40). La ruche dévastée laisse échapper une odeur caractéristique de fermentation ou d'oranges pourries à l'ouverture, les cadres sont détruits et du miel s'en écoule. Les abeilles sont en faible nombre tandis que les différents stades d'*A. tumida* sont suffisamment nombreux pour être observés facilement.

Figure 40 : Larves d'*A. tumida* sur un cadre fortement infesté (GDSA24, 2017)



1.3. Avantages et inconvénients

Les avantages et les inconvénients de la méthode d'inspection visuelle sont présentés dans le tableau 5. En utilisant ce moyen de détection, quelques coléoptères peuvent fuir ou se cacher mais ce nombre est estimé à moins de 5 % du total des coléoptères présents dans la ruche (OIE, 2017). La sensibilité de l'inspection visuelle, toutes techniques confondues, a été estimée par l'EFSA en utilisant les résultats de plusieurs études et en appliquant des principes de précaution, entre 25 et 90 % (EFSA, 2015) (Tableau 5). Une étude menée par Neumann et Hoffmann (2008) a montré qu'en utilisant une méthode standardisée d'observation visuelle telle qu'elle a été décrite par l'EFSA, c'est-à-dire avec deux personnes expérimentées sans bâche, $14,06 \pm 10,53$ % des petits coléoptères adultes n'avaient pas été détectés. Les auteurs ont également conclu que la proportion de petits coléoptères adultes non détectés lors de l'inspection visuelle n'était pas corrélée à celle du nombre d'abeilles par colonie. Cette méthode nécessite peu de matériel et permet de capturer et de détruire les coléoptères récoltés. Elle constitue donc à la fois un moyen de lutte et de détection. Cependant, dans le cas où l'infestation est subclinique ou faible, l'observation visuelle s'avère laborieuse et chronophage, surtout lorsqu'elle est répétée dans plusieurs ruches. De plus, cette technique ne peut pas être réalisée en période froide, les ruches ne pouvant pas être ouvertes.

D'autres méthodes de détection d'*A. tumida* plus rapides et pouvant être utilisées dans certains cas où les conditions climatiques sont défavorables ont donc été développées, et notamment les méthodes de piégeage. L'idéal est de pouvoir combiner les différentes approches, afin de maximiser les chances de détection du petit coléoptère et augmenter la sensibilité globale du dépistage.

Tableau 5 : Caractéristiques de l'inspection visuelle (EFSA, 2015)

Matériel	Coût	Période d'inspection	Difficultés de mise en œuvre	Détection et/ou lutte	Sensibilité
Aspirateur (bâche)	Faible	Températures favorables à l'ouverture des ruches	Chronophage Stress de la colonie	Détection et lutte	25 à 90 %

2. Piégeage

2.1. Pièges placés à l'intérieur de la ruche

2.1.1. Piège en plastique ondulé sans appât

2.1.1.1. Description

Le principe du piège en plastique ondulé sans appât est basé sur le comportement naturel de fuite de la lumière du petit coléoptère adulte, appelé comportement lucifuge, mais aussi sur le fait que les coléoptères fuient les abeilles et se cachent dans les pièges. Le piège se présente sous la forme d'une plaquette en plastique ondulé (Figure 41). Le carton étant mâché par les abeilles et ayant une moins bonne résistance, il est à éviter. La longueur de la bande doit être celle du fond de ruche, soit 50 cm, et sa largeur doit être d'environ 5 cm pour être insérée par le trou de vol de la ruche. Les cannelures formées par la plaquette, d'une dimension de 4 x 4 mm, offrent une cachette aux petits coléoptères qui viennent s'y réfugier. Leur taille doit permettre aux coléoptères de s'y insérer mais doit aussi empêcher les abeilles d'y pénétrer. Ce système ne permet pas l'emprisonnement mais constitue simplement un refuge pour les coléoptères qui, en plus de fuir la lumière, cherchent à échapper aux abeilles qui peuvent les poursuivre.

Figure 41 : Piège en plastique alvéolé noir mis en place au cours d'une visite réalisée lors de cette thèse (Photographie Mallet, 2017)



2.1.1.2. Utilisation

Le piège est inséré par le trou de vol de la ruche (Figure 41). Il doit être correctement plaqué contre le fond de la ruche afin que les coléoptères ne se cachent pas entre le piège et le fond. La moindre ondulation de la bande plastique altère donc l'efficacité du piège. Il convient de le placer de préférence lorsque les conditions météorologiques sont favorables au développement d'*A. tumida*, autrement dit lorsque la température extérieure est supérieure à 20°C. En effet, dans ce cas les petits coléoptères sont mobiles, tandis que lorsque les températures sont trop basses, ils restent cantonnés à la grappe d'abeilles. Il faut également fermer les ruches à fond grillagé par un plateau, en raison du passage de la lumière qui repousse les coléoptères (UNAAPI-FNOSAD, 2014).

Figure 41 : Piège en plastique ondulé déposé par le trou de vol de la ruche au cours d'une visite d'un rucher école dans le Var réalisée dans le cadre de cette thèse (Photographie Mallet, 2017)

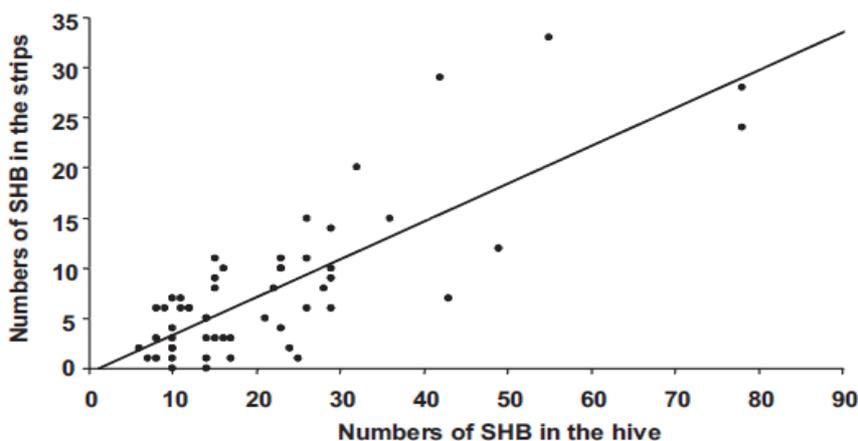


2.1.1.3. Efficacité

La seule étude visant à évaluer la sensibilité du piège en plastique alvéolé a été réalisée par Schäfer *et al.* (2008), en 2006 en Australie sur des colonies d'abeilles européennes, *Apis mellifera ligustica*. Les pièges utilisés mesuraient 7,5 cm par 50 cm et la hauteur des ouvertures était de 4 mm. Les modèles de ruches étaient des Langstroth simple et double corps, respectivement au nombre de 32 et 37. Les auteurs justifient ce choix par le fait qu'ils ont voulu tester l'influence de la taille des colonies et de la conformation de la ruche sur l'efficacité du piégeage. Au total, 69 colonies ont été utilisées et les pièges ont été laissés en place deux nuits, durée choisie par les auteurs et estimée comme suffisante pour que les coléoptères trouvent refuge dans le piège. Dans 7 cas, des fragments de rayon ont été retrouvés sur le fond des ruches et des coléoptères étaient présents entre les pièges et le fond de la ruche. Ces ruches n'ont pas été comptabilisées dans l'étude, le piège ayant été mal mis en place. Une ruche ne contenait aucun coléoptère et n'a donc pas non plus été incluse. Immédiatement après le retrait des pièges, les ruches ont été inspectées visuellement et les coléoptères ont été comptés. En moyenne, $22,4 \pm 13,7$ coléoptères ont été retrouvés dans les ruches, les résultats allant de 0 à 84. Le nombre de coléoptères présents dans les ruches après le retrait des pièges n'était

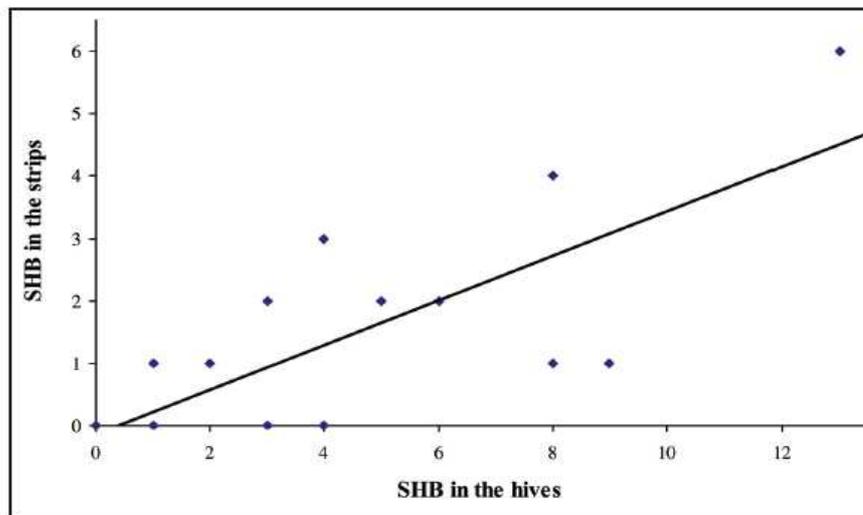
pas significativement différent d'un modèle à l'autre. Le nombre de coléoptères retrouvés dans les pièges ne l'était pas non plus. L'efficacité du piégeage, qui était dans cette étude définie comme la quantité de coléoptères retrouvés dans les pièges par rapport à la quantité totale de coléoptères présents dans la ruche, a été de $35,4 \pm 20,8$ %. Le nombre de coléoptères retrouvés dans les pièges était proportionnel au nombre total d'individus dans les ruches (Figure 42).

Figure 42 : Nombre de petits coléoptères présents dans les bandes de plastique alvéolé (« *SHB in the strips* ») par rapport au nombre total de petits coléoptères présents dans la ruche (« *SHB in the hives* ») (Schäfer *et al.*, 2008)



Une autre étude, menée par Schäfer *et al.* (2010), visait à étudier les différences de résultats entre deux pièges en plastique alvéolé de couleur différente (noire et transparent). Dix ruches de cinq cadres ont été choisies aléatoirement au sein d'un rucher situé dans le Maryland, aux Etats-Unis. Les pièges ont été laissés en place pendant deux nuits puis retirés. Ils ont été renversés sur des plateaux à fond blanc et les coléoptères présents aspirés. Les ruches ont ensuite été inspectées visuellement et les coléoptères recueillis. Les ruches contenaient peu de coléoptères : entre 0 et 13, avec une moyenne de $3,95 \pm 3,46$ individus. Le nombre de coléoptères retrouvés dans les pièges était aussi corrélé positivement au nombre de coléoptères retrouvés au total dans la ruche (Figure 43). Les deux pièges avaient une efficacité moyenne d'environ 30 %. L'article indique que le piège transparent détectait 96,3 % des ruches infestées tandis que dans cette étude, le piège noir a montré un taux de détection de 70 %. Les auteurs précisent que cette différence pourrait avoir été engendrée par le faible niveau d'infestation des ruches utilisées dans cette étude.

Figure 43 : Nombre de petits coléoptères présents dans les bandes de plastique alvéolé (« *SHB in the strips* ») par rapport au nombre total de petits coléoptères présents dans la ruche (« *SHB in the hives* ») (Schäfer *et al.*, 2010)



2.1.1.4. Facteurs influençant l'efficacité du piège

2.1.1.4.1. Conditions climatiques

L'efficacité du piège en plastique ondulé est supposée dépendante des conditions climatiques. En effet, lorsque la température est inférieure à 20°C, les coléoptères se placent plus en hauteur dans la ruche et plus près de la grappe d'abeilles (Neumann et Elzen, 2004). On peut donc supposer que l'efficacité du piège est plus faible en cas de basse température.

2.1.1.4.2. Couleur du piège

Dans l'étude menée par Schäfer *et al.* (2010) visant à évaluer les différences d'efficacité de deux pièges selon leur couleur, l'un étant noir et l'autre transparent, ceux-ci ont été laissés en place dans la ruche 48 heures. Le taux de coléoptères retrouvés par rapport au nombre total présents dans la ruche était similaire dans les deux cas : $28,3 \pm 2,6 \%$ pour le piège en plastique transparent et $29,9 \pm 24,8 \%$ pour celui en plastique noir. La couleur du piège n'a donc pas influencé significativement le taux de coléoptères piégés par rapport au nombre de coléoptères total dans la ruche, caractérisé comme l'efficacité du piège dans le cadre de l'étude. Il existait cependant une différence entre les taux de détection des ruches infestées selon la couleur du piège, comme cela a été expliqué précédemment, mais dont la significativité n'a pas été détaillée.

2.1.1.4.3. Taux d'infestation de la colonie

Dans les conditions des deux études précédentes, il existait une corrélation positive entre le nombre de coléoptères présents au total dans la ruche et le nombre de coléoptères cachés dans les

pièges. Le taux d'infestation de la colonie influence donc l'efficacité du piège mais sans informer directement sur sa sensibilité. En effet, la sensibilité d'une technique de piégeage à l'échelle de la ruche est définie comme étant le pourcentage de chance d'avoir un résultat positif (*i.e.* de détecter un coléoptère) lorsque la ruche est infestée, peu importe le nombre d'individus retrouvés dans le piège.

2.1.2. Pièges avec traitements chimiques

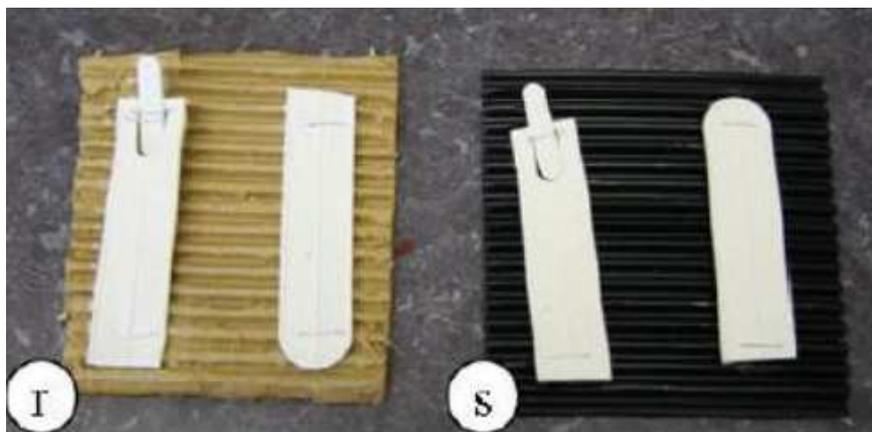
Les pièges avec traitement chimique peuvent être utilisés à la fois dans un objectif de détection du petit coléoptère, mais également de lutte contre celui-ci, contrairement au piège en plastique alvéolé qui permet uniquement sa détection. Ils permettent de tuer les adultes mais aussi les larves. Leur usage est néanmoins interdit en dans l'Union Européenne.

2.1.2.1. Piège avec coumaphos

2.1.2.1.1. Description

Il existe deux types de pièges utilisant du coumaphos. Il peut s'agir du même piège que celui décrit précédemment sauf que la plaquette alvéolée est découpée en deux dans l'épaisseur ; une lanière imbibée d'une solution contenant 10 % de coumaphos, produite sous le nom de CheckMite® par Bayer (disposant d'une AMM aux Etats-Unis) est collée sur l'une des faces ondulée du piège qui est ensuite placée au fond de la ruche, la face présentant la lanière côté fond de ruche pour que les abeilles n'y aient pas accès (Figure 44).

Figure 44 : Lanières de Check Mite® agrafées sur un morceau de carton et de plastique alvéolé (Vallon, 2015)



Deux dispositifs commercialisés permettent également d'utiliser ce produit. Il s'agit du Beetle Swatter® et du Beetle Barn® (Figure 45).

Figure 45 : Pièges en plastique utilisant du coumaphos commercialisés sous le nom de Beetle Barn® (à gauche) et Beetle Swatter® (à droite) (Pigeon mountain trading, 2017 ; Brushy mountain bee farm, 2017)



Il convient de s'interroger de l'impact d'une telle substance sur les abeilles et les produits de la ruche, notamment dans le cas de la cire puisque le coumaphos est lipophile. La notice du produit souligne l'existence d'une toxicité pour les abeilles et pour l'homme.

2.1.2.1.2. Utilisation

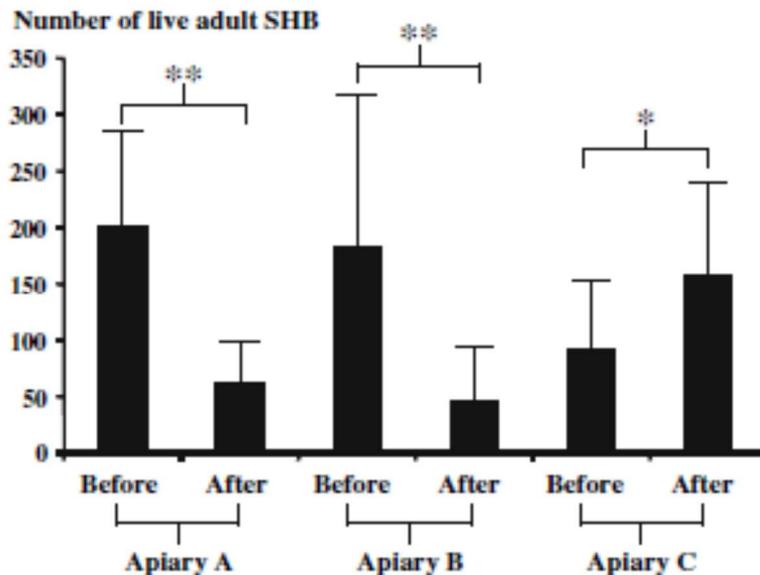
L'entreprise commercialisant le piège précise qu'afin de prévenir la présence de résidus dans le miel, les pièges doivent être placés hors période de production de miel et les hausses doivent être mises en place au moins 14 jours après le retrait des pièges de la ruche. Elle conseille de le laisser en place au maximum 45 jours. Le traitement peut, toujours selon la notice d'utilisation, être réalisé deux fois par an dans une même ruche à raison d'une bande par ruche.

2.1.2.1.3. Efficacité

Une étude de Neumann et Hoffmann (2008) a montré qu'il existait une différence significative entre le nombre de petits coléoptères retrouvés vivants avant et après traitement avec des bandes de CheckMite® (Figure 47). Trois ruchers ont été étudiés, le rucher A ayant été équipé de deux bandes de CheckMite® placées sur un carton alvéolé (Figure 51, photographie de gauche), le rucher B de deux bandes placées sur un morceau de plastique ondulé (Figure 51, photographie de droite). Le dernier rucher, le rucher contrôle C, a été équipé de ces mêmes morceaux de carton et plastique, sans les bandes de CheckMite®. Les colonies ont été dans un premier temps inspectées visuellement afin de quantifier le nombre d'adultes et de larves d'*A. tumida* présents à l'intérieur, ce en suivant une méthode standardisée : retrait et inspection du toit de la ruche, retrait des cadres un par un, cadres secoués au-dessus d'une grille, puis placés dans une boîte vide, inspection des parois de l'intérieur de la ruche et du fond de la ruche une fois celle-ci vidée de ses cadres, inspection de la propolis et des débris de la ruche, nouvelle inspection du toit de la ruche, remise en place des cadres à la même position qu'initialement et enfin inspection de la boîte qui avait servi de stockage pour les cadres secoués. Les coléoptères collectés ont ensuite été respectivement réintroduits dans les ruches équipées des pièges. Après cinq jours, un nouveau comptage a été effectué selon la même méthode puis les colonies ont été tuées, les individus présents à l'intérieur dénombrés. Le nombre de coléoptères retrouvés dans les ruches traitées avec CheckMite® était significativement inférieur au nombre de coléoptères présents avant traitement, tandis qu'il était significativement supérieur au nombre initial dans le cas des ruches non traitées.

Figure 46 : Nombre de coléoptères adultes retrouvés vivants dans les ruches en fonction des ruchers (Neumann et Hoffmann, 2008)

Avec le rucher A (« *Apiary A* ») traité au CheckMite® inséré dans du carton alvéolé, le rucher B (« *Apiary B* ») traité au CheckMite+® inséré dans du plastique alvéolé et le rucher C sans traitement, avec insertion de carton et de plastique alvéolé, avant (« *Before* ») et après (« *After* ») la mise en place des pièges



2.1.2.2. Piège avec fipronil

2.1.2.2.1. Description

Il s'agit d'un piège plastique carré avec des ouvertures autorisant le passage des petits coléoptères et contenant un carton imbibé de fipronil (Figure 47). Il est commercialisé sous le nom d'Apithor® en Australie et aux Etats-Unis.

Figure 47 : Piège contenant du fipronil commercialisé sous le nom d'Apithor® en Australie (Apithor, 2016)



2.1.2.2. Utilisation

Ce piège doit être placé sur un fond de ruche non grillagé et correctement plaqué contre celui-ci. Un piège suffit par ruche. Il peut être laissé en place jusqu'à 3 mois dans la ruche selon la notice du produit.

2.1.2.3. Efficacité et toxicité pour les abeilles

La notice indique une efficacité de 100 % du produit après 6 semaines d'utilisation concernant les coléoptères adultes. Une étude menée par Levot, 2011, a montré la destruction de tous les coléoptères adultes en 36 jours sur les ruches infestées.

L'abeille étant extrêmement sensible au fipronil, une étude menée par Levot *et al.* (2016), qui avait pour but d'étudier l'impact d'Apithor® sur la colonie, n'a pas montré de différence significative pour ce qui est du poids de la ruche, du nombre de cellules occupées par les abeilles et de la taille du couvain entre des ruches traitées pendant 6 mois et des ruches non traitées. L'étude affirme également qu'aucun résidu de fipronil n'a été retrouvé dans le miel et dans la cire. Cependant, il serait intéressant de mener ces études sur le long terme, les ruches étant susceptibles d'être traitées plusieurs années de suite.

2.1.3 Pièges à huile

2.1.3.1. Description

2.1.3.1.1. Piège à huile à placer entre les cadres

Le piège à huile permet la détection et l'élimination des coléoptères. Les petits coléoptères sont poussés par les abeilles dans les fentes du piège contenant de l'huile, dans lesquelles ils tombent et meurent. Le piège est constitué d'un récipient et d'un couvercle présentant de fines ouvertures parallèles autorisant le passage des coléoptères mais pas celui des abeilles. Différents modèles existent dans le commerce (Figure 48). Le principal matériau utilisé est le plastique, mais il existe également un modèle en métal. Le couvercle est amovible ou non selon le fabricant, ce qui peut offrir l'avantage de réutiliser le piège plusieurs fois facilement lorsque c'est le cas.

Figure 48 : Différents modèles de pièges à huile
(Icko apiculture, 2017 ; Iwoohoo beekeeping, 2017)

Beetle Blaster®



Piège à huile réutilisable



AJ's Beetle eater®



Beetle Jail®



2.1.3.1.2. Piège à huile intégré à un cadre

Ce piège se rapproche de celui du piège à huile précédemment présenté. Il est commercialisé sous le nom de Hood Trap® (Figure 49). Il se compose de trois compartiments, un central et deux latéraux.

Figure 49 : Piège à huile intégré à un cadre commercialisé sous le nom de Hood Trap® (Bee hive journal, 2012)



2.1.3.1.3. Piège de plancher de ruche à huile grillagé

Le piège de plancher grillagé se met en place sur le fond de ruche et est commercialisé sous le nom de West Trap® ou Freeman Hive Beetle Trap®. Une grille de taille suffisante pour laisser passer uniquement les coléoptères est placée entre le corps de la ruche et le fond de ruche. En dessous de la grille se trouve de l'huile, placée dans un plateau (Figure 50).

Figure 50 : Pièges de plancher de ruche à huile grillagé, modèle Freeman Hive Beetle Trap® (à gauche) et modèle West trap® (à droite) (Heartwood, 2017 ; Dadant, 2017)



2.1.3.2. Utilisation

2.1.3.2.1. Piège à huile à placer entre les cadres

Le piège doit être placé dans le corps de la ruche, entre deux cadres (Figure 51). Son utilisation nécessite donc son ouverture, ce qui constitue une contrainte non négligeable car celle-ci ne peut se faire qu'à une température supérieure à 13°C pour ne pas fragiliser les abeilles. Il est conseillé d'installer deux pièges pour une ruche de 10 cadres (Anses, 2016).

Figure 51 : Deux pièges de type Beetle Blaster® mis en place dans une ruche 8 cadres (Honey Bee Health, 2017)



Les pièges sont remplis d'huile végétale ou de terre de diatomée, aux trois quarts de la hauteur du réservoir afin d'empêcher la remontée des coléoptères. La terre de Diatomée présente l'avantage de moins se renverser lorsque les ruches sont transportées. En Australie, les ruches étant souvent déplacées à l'aide de machines les inclinant, la terre de diatomée est ainsi préférée à l'huile. Celle-ci est constituée de coquilles de diatomées, algues d'origines organiques et fossiles finement broyées. Les particules de silice coupantes qu'elles contiennent provoquent des lésions externes et internes chez les insectes. Les risques de résidus dans les produits de la ruche ne sont pas connus.

2.1.3.2.2. Piège à huile intégré à un cadre

Ce piège à huile est inséré dans un cadre. Il reçoit du vinaigre dans sa partie centrale et de l'huile dans les parties latérales. Les abeilles bâtissent généralement autour de celui-ci des cellules à mâles.

2.1.3.2.3. Piège de fond de ruche à huile grillagé

Il faut pouvoir ouvrir la ruche pour poser le piège, la température extérieure doit donc être favorable à l'opération, ce qui constitue une limite non négligeable à son utilisation. Le piège doit être utilisé lorsque la température est supérieure à 20°C, lorsque les coléoptères sont mobiles dans toute la ruche. Toutefois, le contrôle du piège présente l'avantage de s'effectuer sans ouvrir la ruche.

2.1.3.3. Efficacité

2.1.3.3.1. Piège à huile à placer entre les cadres

Il n'existe pas, à ce jour, d'étude évaluant la sensibilité de ce piège.

2.1.3.3.2. Piège à huile intégré à un cadre

Une étude de Hood et Miller (2003) a analysé l'attractivité de différents liquides placés dans un réservoir plastique initialement utilisé pour le traitement contre le varroa, appelé Varroa Treatment Device®, se rapprochant du piège de type Beetle Blaster®. Quatre liquides ont été testés : l'huile, l'alcool, le vinaigre de cidre et la bière. Le vinaigre de cidre induit le taux de mortalité le plus élevé sur le terrain mais est caractérisé le taux de létalité le plus faible en laboratoire. Néanmoins, dans cette étude, le nombre total de coléoptères dans les ruches n'a pas été évalué par la méthode d'inspection visuelle classique. Seule une estimation de ce nombre a été effectuée.

2.1.3.3.3. Piège de fond de ruche à huile grillagé

Une étude menée par Peterson en 2012 visait à comparer la différence d'efficacité entre le piège de Freeman®, le Beetle Blaster® et le piège de Hood® (Peterson, 2012). Quatre ruchers comprenant 8 ruches ont été équipés de pièges, chaque piège ayant été installé dans deux ruches. Deux ruches par rucher ont servi de témoin sans piège. Les emplacements des ruchers étaient similaires quant à l'exposition au soleil. La force des ruches, qui a été estimée à l'aide de la quantité d'abeilles adultes, de couvain et de miel, ne montrait pas de différence significative entre elles. La quantité de petits coléoptères par ruche a aussi été estimée équivalente pour toutes les ruches. Cette étude a montré que le piège de Freeman® rempli d'huile végétale permettait la capture d'un nombre significativement plus élevé de coléoptères que les deux autres pièges. Ce résultat a été montré à la fois sur des périodes de contrôle des pièges espacées de deux semaines et sur la période totale de l'étude de sept mois (Figure 52 et Figure 53).

Figure 52 : Nombre moyen total de petits coléoptères piégés dans les colonies en fonction du type de piège (Peterson, 2012)

« Freeman® » : piège de plancher de ruche à huile grillagé ; « Cutts® » : piège à huile à placer entre les cadres, équivalent au Beetle Blaster® ; « Hood® » : piège à huile intégré à un cadre.

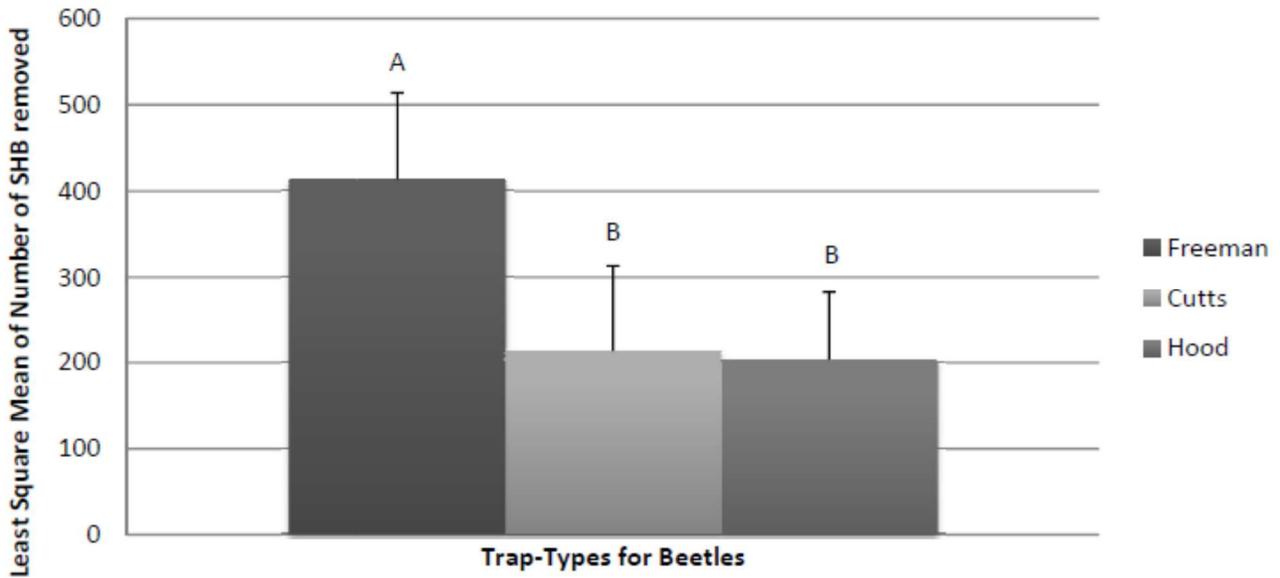
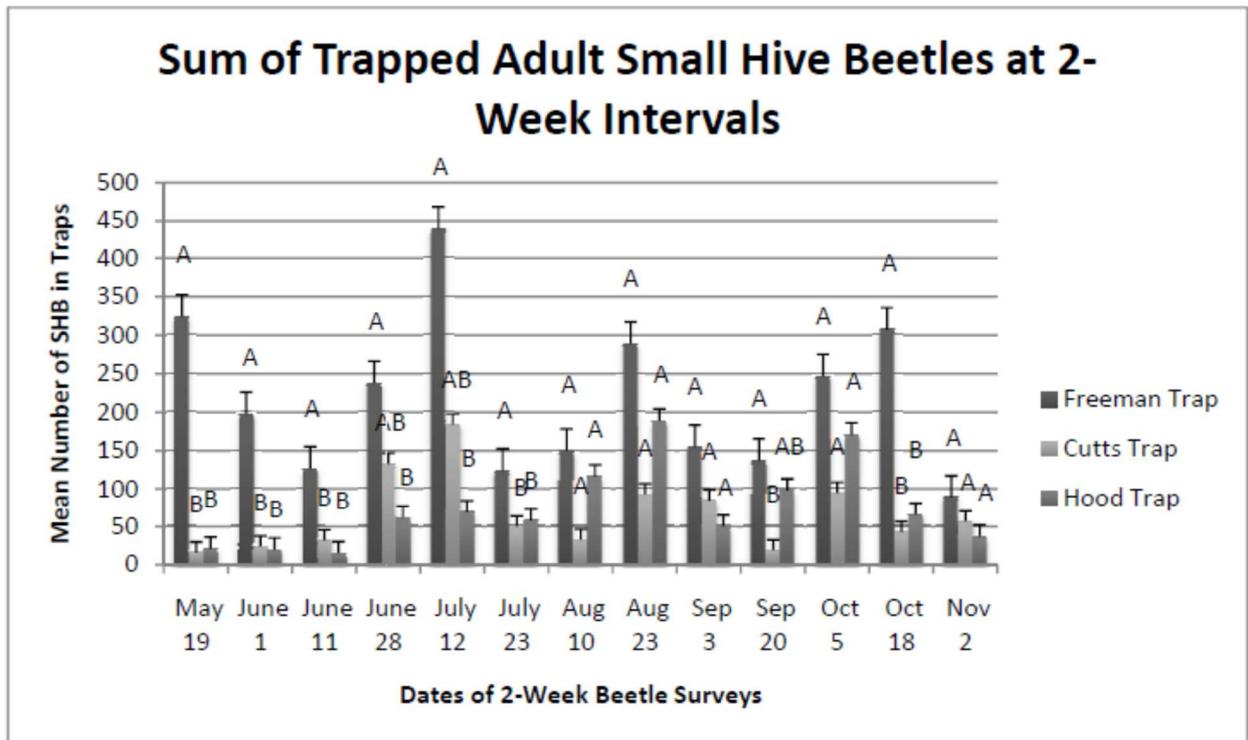


Figure 53 : Nombre moyen de coléoptères comptés dans les pièges (« Mean Number of SHB in Traps ») en fonction des dates de relevés effectués durant deux semaines (« Dates of 2-Week Beetle Surveys ») pour chacun des trois types de piège (Peterson, 2012)



2.1.4. Lingettes à déposer dans la ruche

2.1.4.1. Description

Les lingettes commercialisées sous le nom de Beetle Bee-Gone® sont produites aux Etats-Unis.

2.1.4.2. Utilisation

Le producteur préconise de déposer une à deux lingettes par ruche de 10 cadres, à l'endroit où se concentrent le plus les petits coléoptères c'est-à-dire près des cadres de couvain ou sous le toit de la ruche durant la période froide et sur le fond de la ruche durant la période chaude. Les abeilles mâchent le tissu qui devient comme une toile, les coléoptères se font piéger dans les fibres et meurent (Figure 54). Les lingettes ne contiennent pas d'appât.

Figure 55 : Lingettes Beetle Bee-Gone® avec en bas à droite la photographie d'une lingette contenant des petits coléoptères piégés (Dadant, 2017)



2.1.4.3. Efficacité

Il n'existe pas de données concernant la sensibilité des lingettes à déposer dans la ruche. On peut se demander s'il existe un risque de contamination des produits de la ruche par les fibres qui constituent les lingettes et si les abeilles peuvent elles aussi se retrouver piéger.

2.2. Pièges placés à l'extérieur de la ruche

2.2.1. Piège à larves

2.2.1.1. Description

Le piège à larve (Figure 56) permet de piéger les larves qui sortent de la ruche pendant leur phase de migration. La partie supérieure permet la fixation à celle-ci et la partie inférieure constitue un réservoir détachable à remplir d'eau et de détergent pour tuer les larves.

Figure 56 : Piège à larves commercialisé sous le nom de Teal Trap® fixé à l'extérieur de la ruche, sur la planche d'envol, afin de piéger les larves migrantes pour aller réaliser leur nymphose dans le sol (Bernier, 2013)



2.2.1.2. Utilisation

Le piège à larves se place au niveau du plancher d'envol de la ruche et est à utiliser durant la période favorable au développement du petit coléoptère, c'est-à-dire au printemps et à l'été.

2.2.1.3. Efficacité

Le piège à larves permet une capture de 87,2 à 94,2 % des larves sortant de la ruche. Il perturbe le cycle de développement du petit coléoptère, empêchant les larves de s'enterrer dans le sol. Il permet ainsi de réduire leur nombre mais pas leur impact sur les réserves de la colonie à court terme (Vallon, 2015).

2.2.2. Piège non fixé à la ruche

2.2.2.1. Description

Des pièges constitués de tuyaux en polychlorure de vinyle (PVC) contenant du pollen inoculé avec *Kodamaea ohmeri* ont été testés dans une étude de De Guzman *et al.* (2011). Il est possible de mélanger le pollen à un insecticide afin de coupler la détection et la lutte contre *A. tumida*. Ce type de piège permet uniquement la détection des adultes.

2.2.2.2. Utilisation

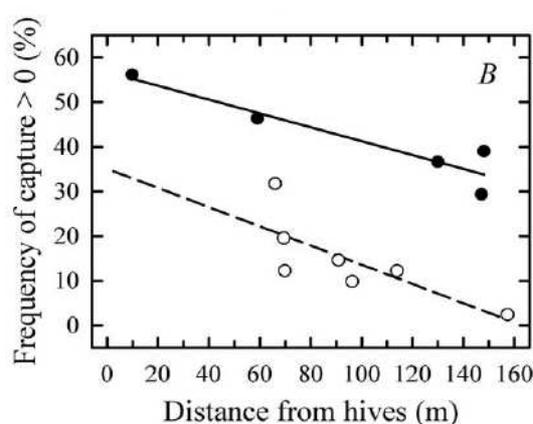
Peu de publications documentent l'utilisation de ce piège, qui peut être placé à des hauteurs et distances variables des ruches. L'exposition (ombre, soleil...) du piège peut également varier.

2.2.2.3. Efficacité

Les pièges de couleur blanche placés à hauteur du trou d'envol des ruches étaient plus efficaces que ceux de couleur noire (De Guzman *et al.*, 2011). Une étude d'Arbogast *et al.* (2009) réalisée en Floride a montré que dans le cas de pièges contenant du pollen inoculé à *Kodamaea ohmeri* ainsi qu'un insecticide commercialisé sous le nom de Vaportape®, plus le piège était à l'ombre et près de la ruche, plus la probabilité de piéger des coléoptères était importante (Figure 57). De plus, l'étude indiquait que le nombre moyen de coléoptères capturés dans les bois était significativement plus élevé que dans des champs (Arbogast *et al.*, 2009).

Figure 57 : Fréquence de capture du petit coléoptère des ruches (« *Frequency of capture* ») en fonction de la distance des pièges par rapport aux ruches (« *Distance from hives* ») (Arbogast *et al.*, 2009)

Les cercles pleins représentent les pièges ombragés par la forêt et les cercles vides ceux partiellement ombragés



Le nombre de coléoptères piégés augmente avec la température. Le piégeage était plus efficace lorsque les conditions météorologiques étaient favorables au développement d'*A. tumida* (températures élevées) et que les adultes portaient en quête d'une ruche (De Guzman *et al.*, 2011). Ce piège n'est pas encore utilisé dans les pays infestés mais fait l'objet de travaux de recherche qui sont en cours.

3. Bilan comparatif des différentes méthodes de détection d'*A. tumida*

Le Tableau 6 présente un résumé des principales caractéristiques de chaque méthode de détection d'*A. tumida* (inspection visuelle et piégeage). La sensibilité des pièges, c'est-à-dire leur capacité à détecter une ruche infestée par le petit coléoptère, est indiquée lorsque des données sont disponibles. La proportion d'individus piégés par rapport au nombre total d'individus présents dans la ruche, analysée dans certaines études d'efficacité, est parfois aussi précisée.

La réaction en chaîne par polymérase (PCR) n'est pas présentée dans ce travail. Il s'agit d'une méthode de détection qui nécessite encore des travaux de validation afin d'en apprécier la sensibilité face aux enjeux d'une détection précoce dans les ruchers (S. Franco, communication personnelle, 2017).

Tableau 6 : Principales caractéristiques des méthodes de détection d'*A. tumida*, utilisées pour la détection et/ou la lutte contre le petit coléoptère des ruches (D'après Neumann et Offmann, 2007 ; Schäfer *et al.*, 2008 ; OIE, 2017 ; Bernier *et al.*, 2014 ; EFSA, 2015 ; Icko apiculture, 2017 ; Dadant, 2017)

Méthode	Modèles commercialisés	Coût	Autorisé en France	Période d'utilisation	Ouverture ruche pour le relevé/la pose	Transhumance possible sans retrait	Limites	Sensibilité / Efficacité	Lutte
Inspection visuelle	/	Non connu	Oui	Printemps-été	/	/	Chronophage Stress de la colonie Deux opérateurs	[25 % - 90 %] IC95%	Oui
Piège en plastique ondulé sans appât « Schäfer trap »	Pas de nom officiel	1,50 €, prix dégressif dans le commerce, réalisation « maison » possible	Oui	Printemps-été	Non	Oui	Ruche à fond plein, ou nécessité de fermer le plancher grillagé de la ruche	Sensibilité : 70 % (piège transparent) 93,5 % (piège noir)	Non
Piège avec appât	Apithor®, CheckMite+® avec Beetle Barn® ou Beetle Swatter®	Apithor® : 4\$US (5 pièges) Checkmite+® : 47 \$US (10 bandes) Beetle Swatter® : 5 \$US	Non	Hors production	Oui	Oui	Risques de résidus chimiques dans les produits de la ruche et de toxicité pour les abeilles	Efficacité : réduction significative du nombre d'adultes	Oui
Piège à huile entre les cadres	Beetle Blaster® AJ's Beetle eater® Beetle Jail® Hood Trap®	Beetle Blaster® : 1,25 € AJ's Beetle eater® : 5,25 \$US	Oui	Automne-hiver	Oui	Non	Utilisation d'huile	Non connue	Oui
Piège à huile sur le plancher de ruche	Freeman Hive Beetle Trap® West trap®	Freeman Hive Beetle Trap® : 13,50 \$US	Oui	Printemps-été	Non	Non	Utilisation d'huile	Non connue	Oui
Lingette insérée sur les cadres ou dans le fond de ruche	Beetle Bee-Gone®	6,50€ (48 lingettes)	Oui	Toutes saisons	Oui	Oui	Risques résiduels	Non	Oui

Méthode	Modèles commercialisés	Coût	Autorisé en France	Période d'utilisation	Ouverture ruche pour le relevé/la pose	Transhumance possible sans retrait	Limites	Sensibilité / Efficacité	Lutte
Piège à larves	Teal Trap®	Non connu	Oui	Printemps-été	Non	Non		Efficacité : 87,2 à 94,2 % des larves sortant de la ruche	Oui
Piège PVC	Aucun	Non connu	Sans insecticide : oui	Printemps-été	Non	/	Non connues	Non connue	Possible si insecticide

Il existe ainsi une grande diversité de pièges pour la détection et/ou la lutte contre *A. tumida*, conçus pour des périodes d'utilisation variables selon les modèles, et s'appuyant sur les connaissances de la biologie du petit coléoptère des ruches. Ainsi, il est conseillé d'utiliser des pièges disposés sur le fond de la ruche lorsque les températures sont chaudes, période à laquelle les adultes se déplacent dans toute la ruche et cherchent à fuir les abeilles, tandis que ceux pouvant être placés entre les cadres et au plus près de la grappe d'abeilles seront préférentiellement mis en place durant la saison froide. Le choix du piège est également à adapter selon la prévalence estimée d'infestation et l'objectif du piégeage (*i.e.* suivi ou détection de l'infestation et/ou lutte).

Cependant, les données concernant les méthodes d'utilisation des pièges et leur efficacité sont limitées. Les études comparatives ou celles relatives au nombre de coléoptères tués grâce aux pièges, qui ont été citées précédemment, donnent peu d'indications sur leur sensibilité propre, même si elles fournissent des informations permettant d'orienter le choix d'un type de piège selon les périodes. De plus, il n'existe pas d'étude sur la praticité de leur utilisation dans le cadre des activités des apiculteurs. Or, on peut envisager que certains pièges ne soient pas adaptés aux pratiques apicoles. Il convient également de s'interroger sur le devenir du piège dans la ruche : son introduction revient à exposer la colonie d'abeilles à un élément nouveau, parfois composé de produits chimiques. Le piège peut être propolisé, rongé, ou même risquer de contaminer les produits de la ruche. Il semble ainsi essentiel de prendre en compte ces différents facteurs afin d'évaluer les possibilités d'utilisation de chacun des pièges en pratique.

IV. Aspects réglementaires

1. Réglementation internationale et européenne

L'infestation par *A. tumida* est inscrite sur la liste de l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE).

Une des premières mesures européennes indispensable à la surveillance sanitaire de la filière apicole est la déclaration obligatoire, entre le 1^{er} septembre et le 31 décembre de chaque année, des colonies par les apiculteurs, qu'il s'agisse des ruches, ruchettes, ruchettes de fécondations ou des nuclei. Leur emplacement et leur nombre doivent être précisés. Cette démarche est à ce jour réalisable par télédéclaration ou par formulaire administratif réglementé (Cerfa).

De plus, conformément au règlement UE n°206/2010 concernant les échanges intra-communautaires, tout échange d'abeilles entre pays membres de l'Union Européenne doit être notifié aux autorités sanitaires et faire l'objet d'un certificat sanitaire au niveau du pays d'origine.

L'importation d'abeilles et de matériel apicole en provenance de pays ou territoires non indemnes est interdite dans l'Union européenne.

La décision 2003/881/CE de la Commission du 11 décembre 2003 a été prise afin d'indiquer des conditions de police sanitaire et de certification régissant les importations d'Apidés, *A. mellifera* et *Bombus* spp., en provenance de certains pays tiers (Journal Officiel De l'Union Européenne, 2003/881/CE ; EFSA, 2013). Cette décision a été abrogée par le règlement 206/2010 de la commission du 12 mars 2010, qui liste les conditions générales d'introduction de certaines espèces d'Apidés dans l'Union Européenne. Ainsi, les lots d'Apidés des espèces énumérées ne peuvent être introduits dans l'Union Européenne qu'à partir des pays tiers ou territoires listés et où la présence du petit coléoptère des ruches fait l'objet d'une notification obligatoire sur l'intégralité du territoire du pays tiers ou territoire concerné (Règlement UE n°206/2010). Les lots d'Apidés autorisés à l'importation dans l'Union Européenne sont composés soit de cages à reine (*A. mellifera* et *Bombus* spp.) contenant chacune une reine et vingt accompagnatrices au maximum, soit de conteneurs à bourdons, *Bombus* spp., contenant chacun une colonie de deux cents bourdons au maximum. Ces lots

d'Apidés doivent être accompagnés d'un certificat vétérinaire rempli et signé par un inspecteur officiel du pays tiers exportateur et doivent satisfaire aux exigences vétérinaires énoncées dans ce certificat (Règlement UE n°206/2010). Cette décision a été renforcée par la décision 2005/60/CE de la Commission du 20 janvier 2005 suite au cas d'importation au Portugal de reines en provenance des Etats-Unis dans des cages contenant des larves d'*A. tumida*.

Les lots de reines sont amenés sans délai au lieu désigné de destination finale, où les ruches sont placées sous le contrôle de l'autorité compétente et les reines transférées dans de nouvelles cages avant d'être introduites dans les colonies locales. Les cages, les accompagnatrices et tout autre matériel accompagnant les reines importées sont envoyés dans un laboratoire désigné par l'autorité compétente pour la recherche d'adultes, de larves ou d'œufs d'*A. tumida*. Une fois les analyses effectuées, ces matériels sont systématiquement détruits. Les lots de bourdons sont également amenés sans délai au lieu désigné de destination. Ils peuvent rester dans le conteneur dans lequel ils ont été introduits jusqu'à la fin de la durée de vie de la colonie. Le conteneur et le matériel ayant accompagné les bourdons sont détruits au terme de la durée de vie de la colonie (Règlement (UE) n°206/2010).

2. Réglementation française

2.1. Mesures en cas de suspicion et de confirmation d'infestation par *A. tumida*

En France, l'infestation des ruches par *A. tumida* est classée comme danger sanitaire de première catégorie par arrêté ministériel du 29 juillet 2013. La France est actuellement considérée comme indemne de ce parasite.

Les risques d'introduction du petit coléoptère au sein d'un territoire sont liés à l'échange d'abeilles et de produits apicoles entre les pays ou au sein d'un même pays, à l'importation de fruits mûrs en provenance de pays contaminés ou encore à la capacité du petit coléoptère à se déplacer en volant, et plus globalement à l'ensemble des échanges de containers entre différents pays.

La France dispose à ce jour d'un système de surveillance reposant sur la déclaration des maladies et troubles des abeilles par les apiculteurs, ainsi que sur des contrôles programmés, comme par exemple lors d'importations de reines à travers des analyses réalisées par les laboratoires agréés par le Ministère, conformément au règlement UE 206/2010 du 12 mars 2010. Ces modalités de contrôle sont décrites dans la note de service 2012-8128 du 20 juin 2012, relative aux contrôles sanitaires à l'importation en France d'Apidés en provenance des pays tiers.

En cas de suspicion d'infestation par *A. tumida*, un signalement doit être fait à la Direction Départementale de Protection des Populations (DDPP), qui prend alors un Arrêté Préfectoral de Mise sous Surveillance (APMS) pour le rucher, entraînant la mise en place des mesures suivantes :

- recensement et examens des colonies d'abeilles ;
- prélèvements nécessaires au diagnostic de la maladie ;
- interdiction de déplacement des ruches, peuplées ou non, d'abeilles, de reines, de colonies de bourdons, du matériel d'apiculture, des produits d'apiculture à des fins d'apiculture ;
- interdiction d'introduction dans le rucher suspect de ruches, peuplées ou non, d'abeilles, de reines, de colonies de bourdons, de produits d'apiculture.

La confirmation d'infestation est effectuée sur la base de l'identification faite par le LNR à l'aide de critères morphologiques, complétée au besoin par une identification moléculaire pour un adulte, systématique pour une larve, et uniquement par identification moléculaire pour un prélèvement d'œuf. Une zone réglementée est ensuite définie autour du foyer, conformément à l'arrêté ministériel du 23 décembre 2009. Cette zone réglementée est constituée d'une zone de confinement comprenant le rucher infesté, d'une zone de protection de cinq km autour du foyer détecté et enfin d'une zone de surveillance de 10 km autour de la zone de protection, dans lesquelles s'appliquent des mesures différentes. Concernant la zone de protection, un recensement de l'ensemble des ruchers est effectué avec indication du nombre de colonies présentes dans chacun des ruchers de la zone, et est utilisé pour représentation cartographique. L'ensemble des ruchers est soumis à deux visites, réalisées à trois ou quatre semaines d'intervalle, avec contrôle des documents et inspection visuelle des colonies. Au sein de la zone de surveillance, un recensement de l'ensemble des ruchers est réalisé avec indication du nombre de colonies présentes dans chacun des ruchers. Dans les deux zones, le déplacement ou l'introduction de ruches, peuplées ou non, d'abeilles, de reines, de colonies de bourdons, de produits d'apiculture sont interdits.

L'inspection visuelle des colonies est réalisée pour toutes les ruches d'un rucher si leur nombre est inférieur à 24, et lorsqu'il y est supérieur, un sondage est effectué, sauf si les ruches ont pu recevoir des produits en provenance de zones à risque. Elles doivent alors toutes être inspectées. La pose de piège peut être réalisée en complément de l'inspection visuelle selon la zone ou la modalité de surveillance.

2.2. Communication auprès des apiculteurs autour des risques d'introduction et de diffusion d'*A. tumida* en France

Après la découverte de foyers de petits coléoptères des ruches en Italie, la note de service DGAL/SDSPA/2014-842 20/10/2014 a souligné la nécessité de sensibiliser les apiculteurs ainsi que leurs représentants aux risques représentés par ce parasite, a rappelé l'importance d'une vigilance, le risque majeur lié aux éventuelles importations illégales d'abeilles, de reines et/ou de matériel apicole depuis des zones infectées ou de statut inconnu et la nécessité de déclarer rapidement toute suspicion.

En 2015, des formations ont été organisées par le laboratoire national de référence (Anses, Sophia Antipolis) afin de sensibiliser les différents acteurs de la filière. La filière apicole se mobilise de plus en plus depuis cet événement et les syndicats apicoles, les centres techniques, les associations régionales de développement de l'apiculture ou encore les Groupements de défense sanitaire (GDS) s'organisent afin de sensibiliser les acteurs de la filière apicole. Les messages sont diffusés par le biais de courriers, d'articles en ligne, de réunions ou encore par l'organisation de campagnes visant à développer le piégeage. Par exemple, la section apicole de la Fédération régionale des groupements de défense sanitaire (FRGDS) Rhône-Alpes envoie chaque année depuis 2014 un courrier co-signé par la Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DRAAF) à tous les apiculteurs déclarés de la région, afin de les sensibiliser à la menace que représente *A. tumida*. Le courrier de 2016 insistait notamment sur l'importance de la réglementation en termes d'échanges apicoles. Une plaquette comprenant à la fois des témoignages d'apiculteurs et de scientifiques, ainsi qu'un rappel de la réglementation, a été envoyée à dix mille apiculteurs en 2017, ceux-ci étant les premiers acteurs de la surveillance de la santé des abeilles sur le terrain.

2.3. Exemples de plans de surveillance en France

Des programmes de surveillance visant à détecter la présence du petit coléoptère ont été mis en place de façon obligatoire suite à l'établissement de la liste des ruchers « à risque » par la brigade nationale d'enquêtes vétérinaires et phytosanitaires (BNEVP). Cette liste a été établie suite à des déclarations d'apiculteurs ayant introduits en France, dans les six derniers mois précédant la parution de la note de service, des apidés ou du matériel en provenance de la zone à risque italienne, ainsi que des reines sans que ces mouvements n'aient été notifiés. Ce sont les Techniciens Sanitaires Apicoles (TSA) de chacune des régions concernées, en concertation avec les DDPP qui ont réalisé ces visites qui comprenait un contrôle documentaire (contrôle du registre d'élevage, contrôle d'éventuels certificats sanitaires, contrôle de l'achat de matériel en provenance de la zone à risque...) et un contrôle visuel minutieux des ruches concernées par l'introduction de reines ou d'abeilles en provenance de la zone à risque.

Dans le cas de la région Rhône-Alpes, la mise en place de pièges est effectuée depuis 2015 par la section apicole de la FRGDS. Pour la liste des ruchers dits « à risque », en raison notamment de leurs échanges, une visite sanitaire et la pose de pièges a été imposée. Deux types de pièges ont été utilisés : le piège à huile non réutilisable (Beetle Blaster®) et le piège à huile réutilisable (Beetle Jail®). Le protocole était de poser des pièges dans 3 ruches pour les ruchers de moins de 50 ruches et dans 7 ruches pour ceux de plus de 50 ruches, ceux-ci devant être laissés en place au moins 2 semaines. Un réseau de volontaires a parallèlement été développé et a permis d'étendre le piégeage dans d'autres ruches, non considérés comme particulièrement à risque.

Néanmoins, cette surveillance se heurte aujourd'hui à plusieurs difficultés. Tout d'abord, suite à une évolution de la réglementation, le cadre d'intervention des techniciens sanitaires apicoles rend la démarche de mise en place des pièges plus complexe. De plus, les apiculteurs ciblés ont parfois refusé de participer à la surveillance. Enfin, la transmission des données par les départements vers la FRGDS Rhône-Alpes n'a pas toujours été efficace.

Les Fédération régionale des groupements de défense sanitaire apicole (FRGDSA) et FRGDS de la Bretagne ont également décidé la mise en place d'une surveillance programmée du petit coléoptère des ruches. Ainsi, depuis mai 2016, les ruchers écoles ont à leur disposition des pièges en plastique ondulé (50 par rucher école) ainsi qu'une partie des apiculteurs bretons pratiquant la transhumance au sud de la région (GDS Bretagne, 2016).

3. Exemples de cas de suspicion et de confirmation d'infestation par *A. tumida* dans l'Union Européenne

3.1. Exemple du Portugal

Suite à des analyses effectuées lors de l'importation au Portugal de reines en provenance des Etats-Unis, quatre larves d'*A. tumida*, dont deux vivantes, ont été découvertes le 29 septembre 2004 dans le sucre candi de deux cages à reine. La suspicion a été émise par le service de pathologie de de l'abeille du laboratoire national de référence à Lisbonne sur la base d'un examen morphologique. Le prélèvement a ensuite été envoyé au laboratoire de référence de l'OIE des maladies des abeilles (Anses, laboratoire de Sophia Antipolis) ainsi qu'au laboratoire du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris qui ont confirmé la suspicion. Des mesures visant à limiter les conséquences de cette introduction ont alors très rapidement été mises en place : le matériel apicole ainsi que les

abeilles importées ont été détruites (Figure 58) (Valério Da Silva, 2014). Dès lors, des mesures ont été prises afin de renforcer la détection d'*A. tumida* sur le territoire portugais et dans l'Union Européenne. En 2006 et 2007, une étude épidémiologique nationale a été menée au Portugal sur les maladies de l'abeille, faisant intervenir la fédération apicole, les associations apicoles ainsi que les autorités vétérinaires. En 2008, un autre programme a été développé par les services vétérinaires : 292 ruchers ont été analysés. Tous les résultats se sont avérés négatifs. Le Portugal n'a pas connu de nouveau cas depuis 2004.

Figure 58 : Les différentes étapes de la destruction du matériel apicole et des abeilles contaminés importés au Portugal depuis le Texas en 2004 (Valério Da Silva, 2014)

a : Rucher contaminé ; b : Destruction des ruches contaminées ; c : Enfouissement ; d : Désinsectisation du sol



3.2. Exemple de l'Italie

3.2.1. Découverte du premier foyer

Le petit coléoptère des ruches a été déclaré sur le territoire italien pour la première fois le 5 septembre 2014 en Calabre, au sud du pays. Les mesures réglementaires en vigueur ont été appliquées. Les ruchers dans lesquels *A. tumida* a été détecté ont été détruits par les services vétérinaires, tout comme cela avait été le cas au Portugal. Un zonage a également été mis en place avec un rayon de protection de 20 km et un rayon de surveillance de 100 km, ces zones évoluant en fonction des découvertes effectuées suite aux investigations réalisées.

Dans la zone de protection, tous les ruchers ont été recensés, des colonies ont été visitées en tenant compte d'une prévalence estimée à 5 %, les ruchers infestés ont été détruits et une désinsectisation a été réalisée. Des pièges ont été mis en place dans les ruchers dans lesquels le coléoptère n'avait pas été détecté. Dans la zone de surveillance, tous les ruchers ont aussi été recensés. Certains ont ensuite été visités, soit selon les risques auxquels ils étaient exposés (transhumance en zone infestée, échange de matériel par exemple), soit de manière aléatoire. Des colonies ont été inspectées au sein de chaque rucher, leur nombre étant calculé en considérant une prévalence limite de 2 % de colonies infestées par rucher. En cas de détection d'un foyer, le rucher était détruit et des mesures de désinfection mises en place.

Entre la première déclaration de détection du coléoptère le 5 septembre 2014 et la fin de l'année 2014, 61 foyers ont été découverts en Calabre. Un foyer a aussi été détecté en Sicile. L'origine de l'infestation en Calabre n'est pas connue à l'heure actuelle. L'introduction du petit coléoptère *via* l'important port maritime international se trouvant à proximité du lieu de découverte est une hypothèse envisagée (Plateforme ESA, 2017).

3.2.2. Mesures de lutte et évolution de l'infestation

Suite à l'infestation de la Calabre, de nombreuses mesures s'ajoutant à celle du zonage et de la destruction des foyers ont été mises en œuvre afin de limiter la propagation du petit coléoptère des ruches dans le reste de l'Italie et de l'Union Européenne. Une division de certaines colonies a été effectuée au printemps 2015 afin d'anticiper les éventuels essaimages qui auraient contribué à la diffusion du parasite. Des essaims sauvages ont aussi été examinés entre avril et mai 2015, au nombre d'environ 300. Une surveillance par piégeage a également été mise en place. Des ruchers de différentes régions italiennes ont ainsi été équipés de pièges à huile. De plus, des *nuclei* sentinelles (petites ruches) ont été installés aux emplacements correspondant aux ruchers détectés infestés et qui ont été détruits.

Chaque année, des cas sont détectés, dans une même zone située au sud de la région de Calabre. En 2016, un cas a été détecté à Cosenza, à environ 100 km au nord de la zone initiale de protection, dû à un apiculteur non déclaré ayant transhumé illégalement. En 2017, deux cas ont été détectés plus à l'est, montrant une petite extension de la zone d'enzootie. La zone de protection a été étendue à 30 km et non plus 20. Aucun nouveau cas n'a été détecté à Cosenza et en Sicile : les mesures d'assainissement drastiques et précoces mises en place semblent avoir permis d'éradiquer l'infestation.

Le laboratoire national de référence italien a parallèlement réalisé une étude en décembre 2014 et janvier 2015 visant à connaître la présence du petit coléoptère des ruches dans des fruits pourris (citrons, citrons verts et kiwis) provenant de la région de Calabre. Aucun adulte et aucune larve n'a été mis en évidence (Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, 2017).

En 2015, 29 foyers ont été détectés en Calabre, puis 41 en 2016 et 5 depuis début 2017 (Figure 59 à Figure 63). Aucun autre foyer n'a été de nouveau identifié en Sicile et aucun cas n'a été détecté dans la région de Cosenza depuis septembre 2016 (Plateforme ESA, 2017).

Figure 59 : Localisation des foyers inspectés dans le cadre de l'infestation par *A. tumida* en 2014 en Calabre (Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, 2017)

Ligne rouge : zone de protection ; point vert : rucher contrôlé négatif ; croix rouge : rucher contrôlé positif

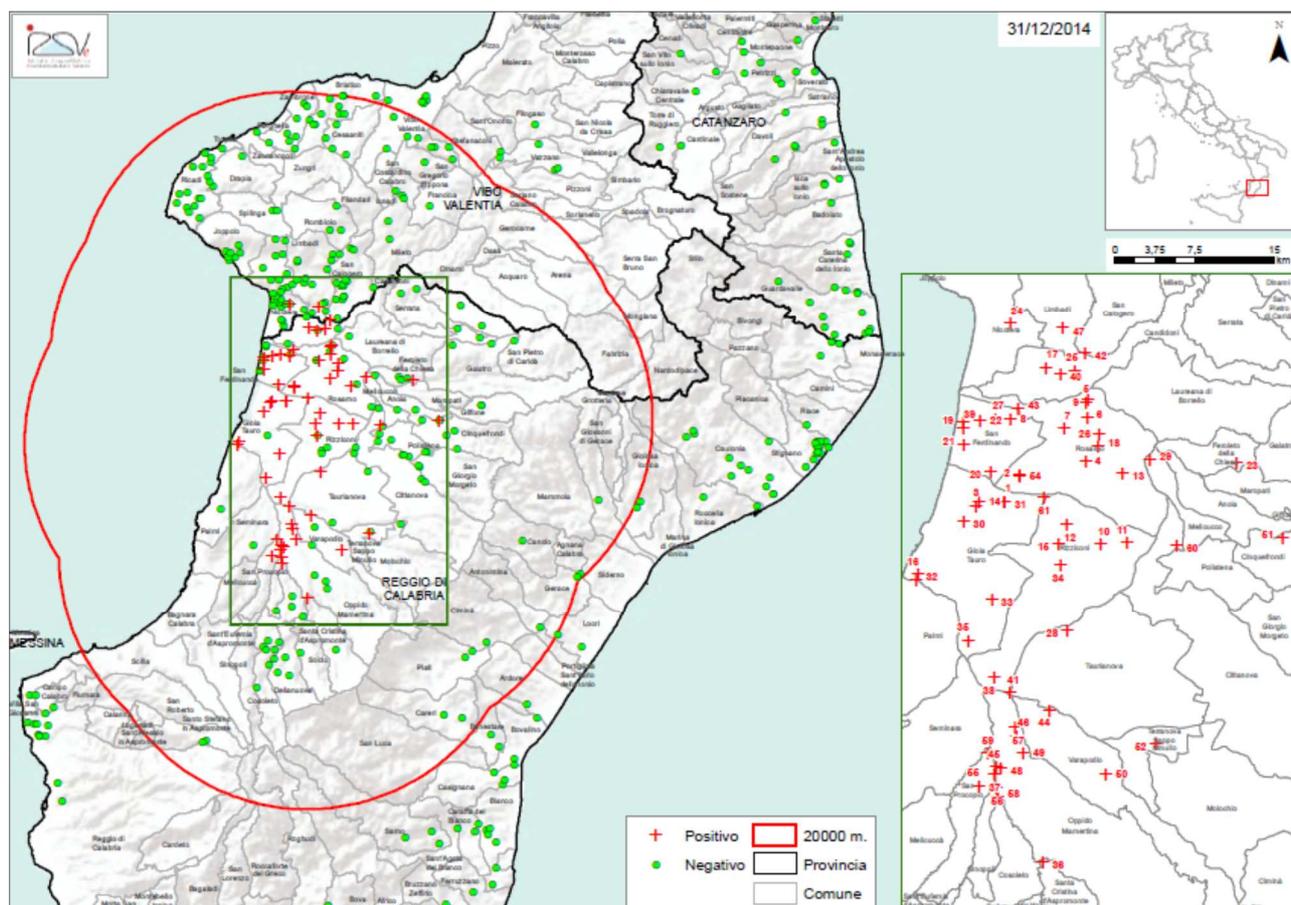


Figure 60 : Localisation des foyers contrôlés dans le cadre de l'infestation par *A. tumida* en 2014 en Sicile (Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, 2017)

Ligne rouge : zone de protection ; point vert : rucher contrôlé négatif ; croix rouge : rucher contrôlé positif

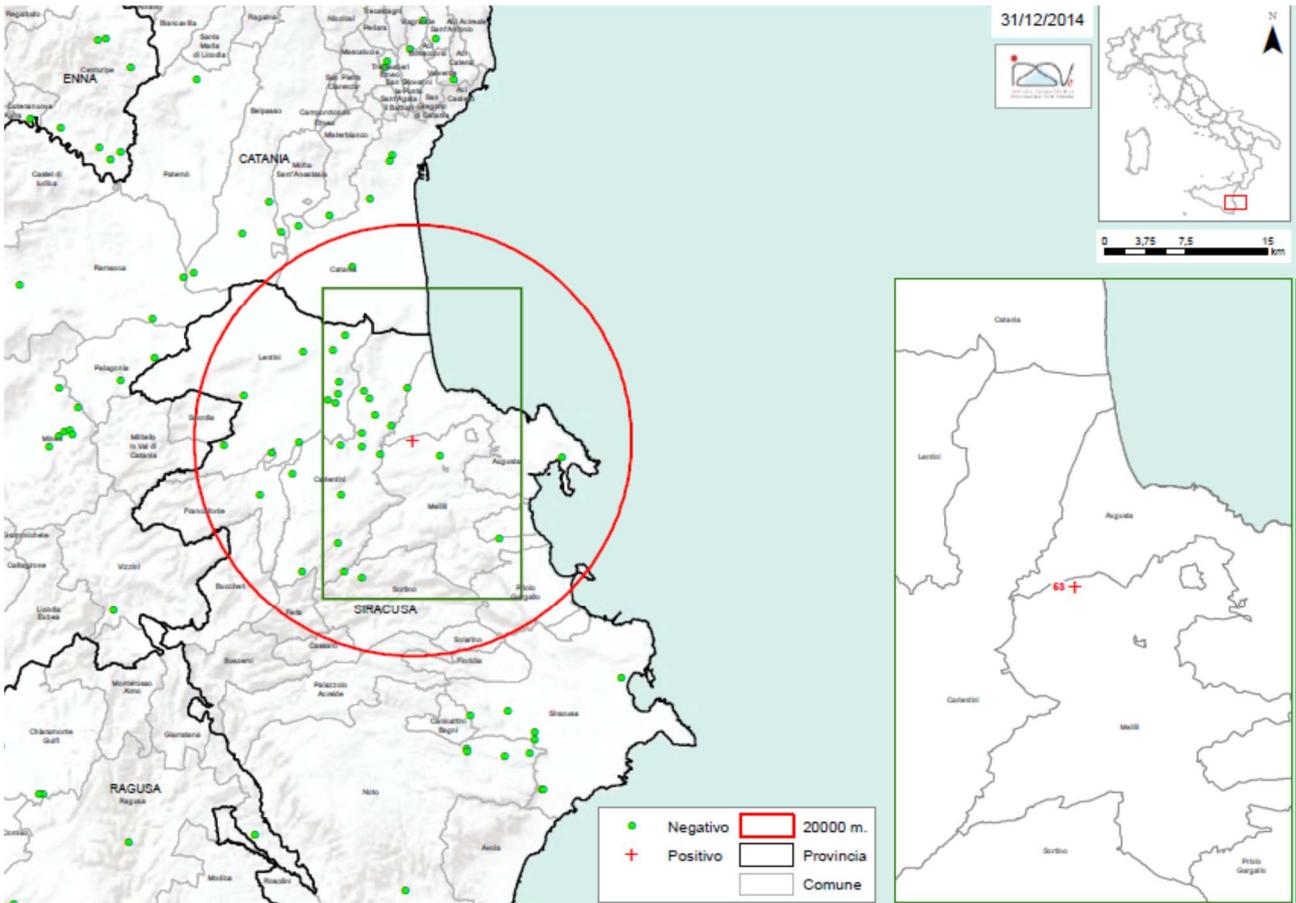


Figure 61 : Localisation des foyers contrôlés dans le cadre de l'infestation par *A. tumida* en 2017 en Cosenza (Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, 2017)

Ligne rouge : zone de protection ; point vert : rucher contrôlé négatif ; croix rouge : rucher contrôlé positif ; point violet : nuclei sentinelle négatif ; croix violette : nuclei sentinelle positif

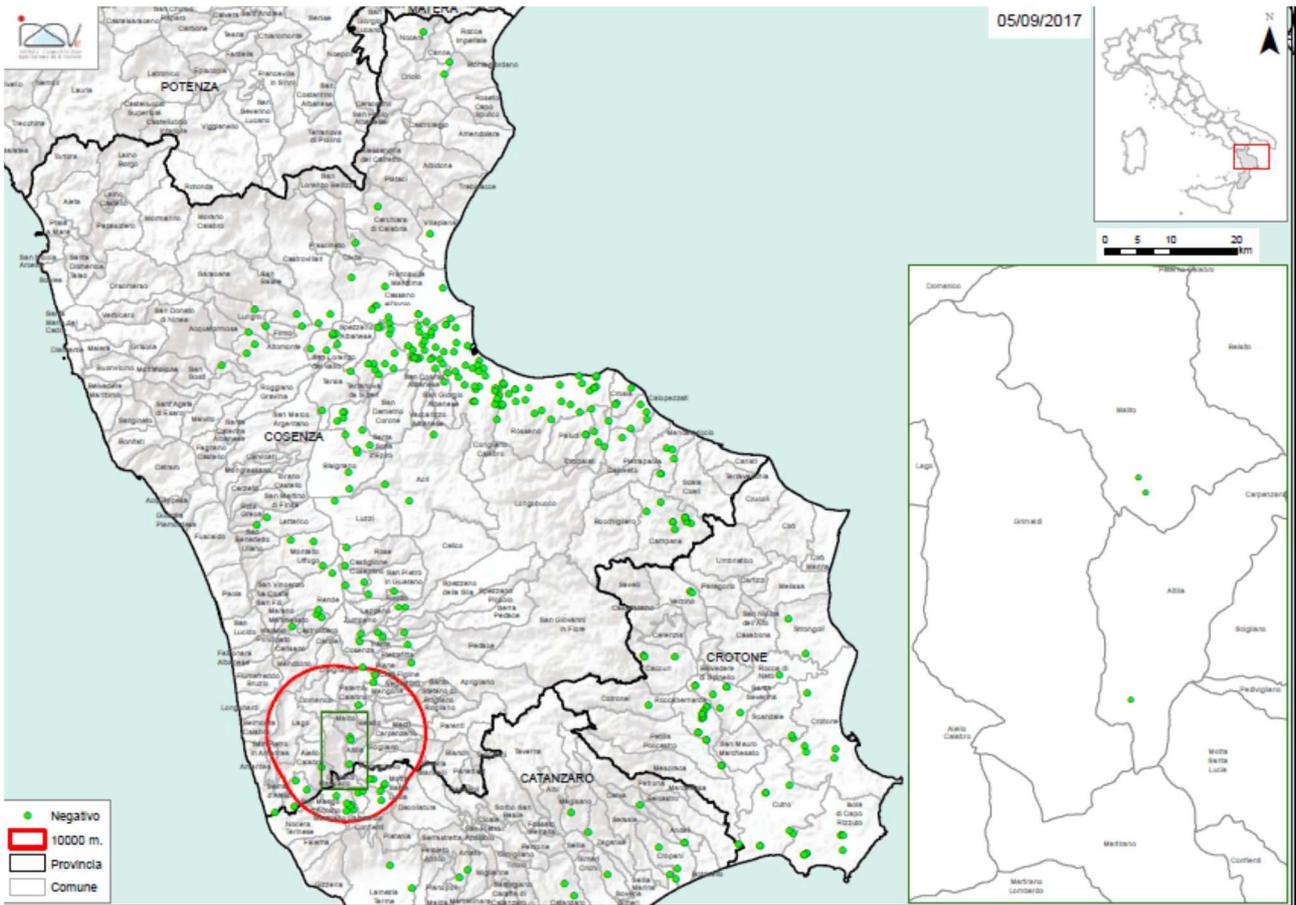


Figure 62 : Localisation des foyers contrôlés dans le cadre de l'infestation par *A. tumida* en 2017 en Calabre (Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, 2017)

Ligne rouge : zone de protection ; point vert : rucher contrôlé négatif ; croix rouge : rucher contrôlé positif ; point violet : nuclei sentinella négatif ; croix violette : nuclei sentinella positif

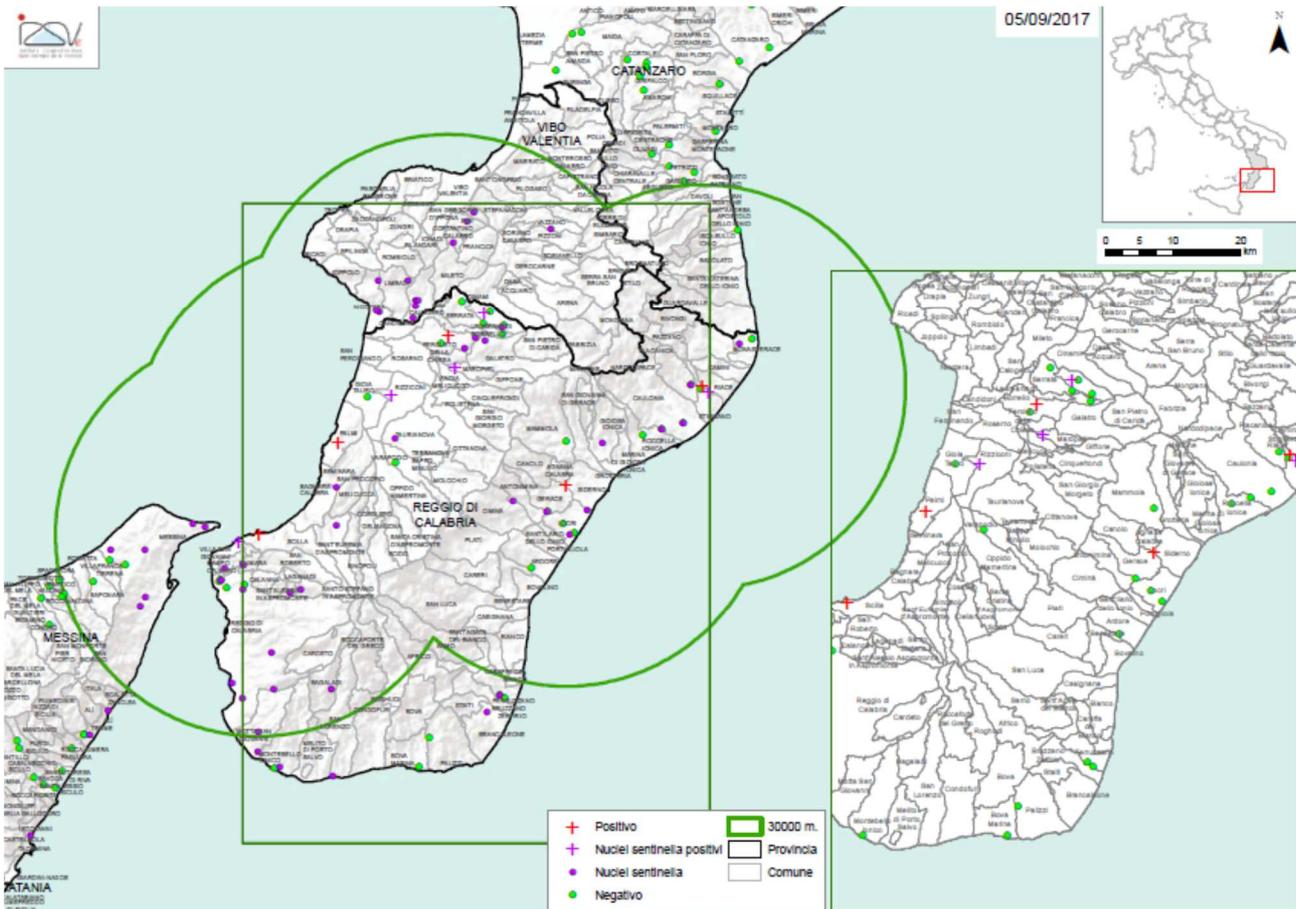
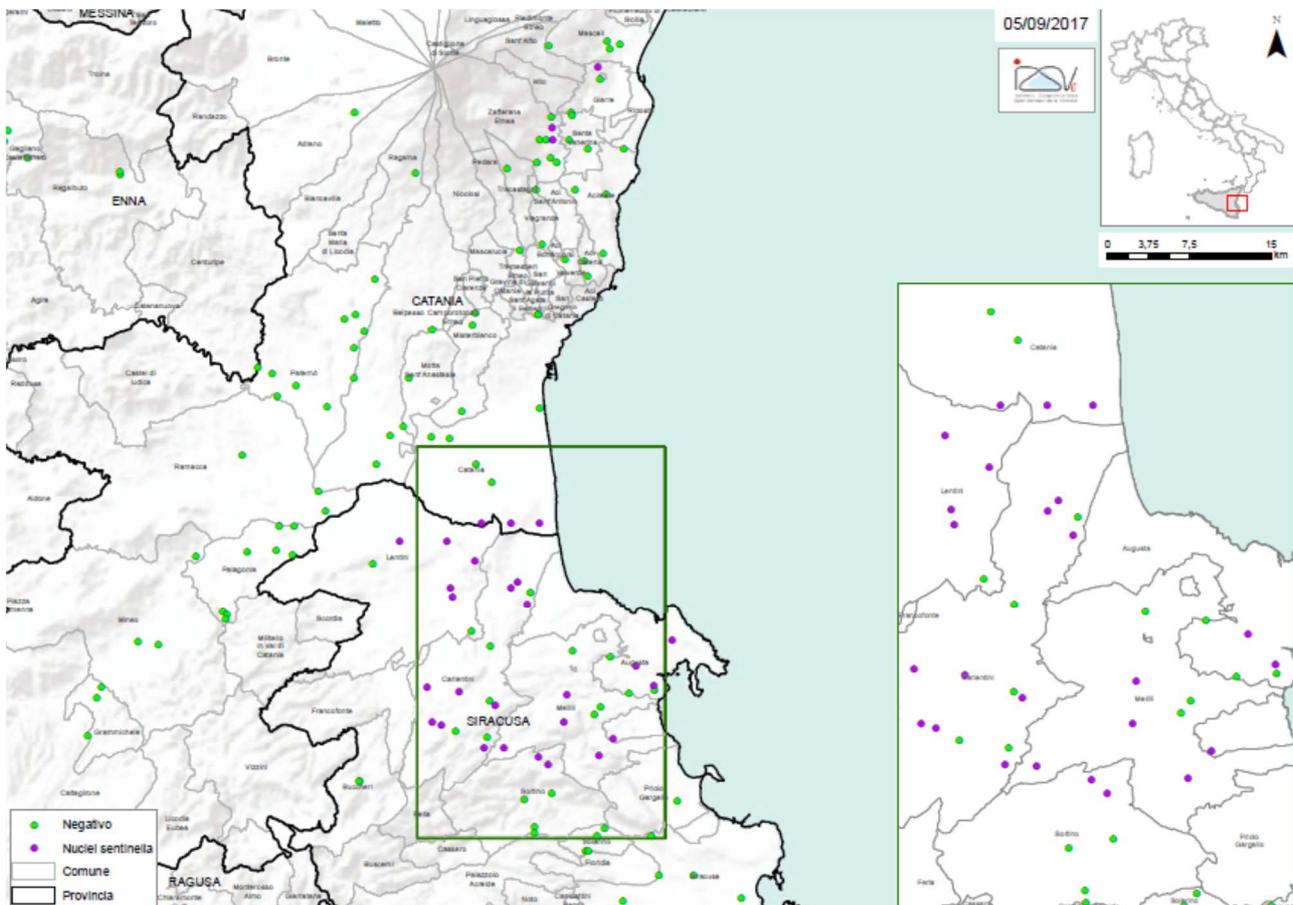


Figure 63 : Localisation des foyers contrôlés dans le cadre de l'infestation par *A. tumida* en 2017 en Sicile (Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, 2017)

Ligne rouge : zone de protection ; point vert : rucher contrôlé négatif ; croix rouge : rucher contrôlé positif ; point violet : nuclei sentinella négatif ; croix violette : nuclei sentinella positif



3.3. Réglementation française et renforcement de la surveillance suite à l'infestation en Italie

La note de service DGAL/SDSPA/2014-842 20/10/2014 rappelle les mesures sanitaires mises en place en France suite à la déclaration officielle à la Commission Européenne de la découverte d'un foyer de petits coléoptères des ruches en Italie le 15 septembre 2014, et ce notamment dans les zones où ont pu être introduites des abeilles en provenance de Calabre.

Suite à des déclarations d'apiculteurs ayant introduits en France des reines depuis la zone à risque sans que ces mouvements ne soient notifiés, la note de service réglementaire souligne un renforcement de la surveillance en planifiant des visites systématiques dans les ruchers ayant reçus des apidés et/ou du matériel apicole depuis cette zone. La note de service spécifie également que des visites ciblées au sein des opérateurs grossistes ou de fournisseurs de reines organisées par la BNEVP doivent être réalisées.

Ainsi, toute suspicion ou confirmation d'infestation par *A. tumida*, listée parmi les maladies à déclaration obligatoire par l'OIE, et classée comme danger sanitaire de première catégorie en France, entraîne la mise en place de multiples mesures sanitaires obligatoires en Europe. La confirmation de l'infestation aboutit notamment à la destruction des ruchers infestés. L'exemple de l'Italie montre que le système de détection en place avant 2014 n'a pas permis d'identifier précocement l'infestation par le petit coléoptère des ruches, des dizaines de foyers ayant été identifiés suite à l'enquête épidémiologique menée après la détection du premier foyer. Ainsi, en Italie, 3 200 ruches ont été brûlées en 2014 et 2 900 en 2015. Le préjudice à la fois moral, financier (une indemnisation a été versée) et environnemental représenté par ces pertes peut constituer un obstacle à la déclaration d'une suspicion d'infestation d'*A. tumida* par les apiculteurs.

Des travaux menés par l'Institut Technique et Scientifique de l'Abeille et la Pollinisation (ITSAP) en 2015 visaient à identifier la perception du risque représenté par le petit coléoptère des ruches par les différents acteurs de la filière apicole. Le but était aussi de connaître leur vision de l'efficacité du schéma actuel de surveillance, basé sur la déclaration et donc sur un système « passif » (appelé aussi surveillance « événementielle »). L'étude a conclu que la filière apicole ne croyait pas à ce système de déclaration, les apiculteurs n'adhérant pas toujours à la réglementation et aux plans de lutte collectifs (Urrutia, 2016).

Partant du constat que la surveillance actuelle n'est pas suffisante à la détection précoce du petit coléoptère, la mise en place d'une généralisation de la surveillance par le piégeage est à envisager. Bien qu'il existe un faible nombre de données quant à la sensibilité de cette méthode, il s'agit à ce jour de l'une des seules dont on dispose pour compléter et espérer améliorer le dépistage réalisé par l'inspection visuelle totale des ruches. Néanmoins, la généralisation du piégeage ne peut être engagée sans connaître sa faisabilité pratique et économique, ainsi que l'acceptabilité par les apiculteurs de son utilisation, premiers acteurs de la surveillance sanitaire.

DEUXIÈME PARTIE : TRAVAIL PERSONNEL

Étude de la faisabilité pratique et de l'acceptabilité d'une surveillance d'*Aethina tumida* par piégeage en France : enquête auprès d'un panel d'apiculteurs volontaires

I. Contexte, problématique et objectifs de l'étude

1. Contexte

Une étude prospective a été réalisée par l'ITSAP en 2015 (Urrutia *et al.*, 2016) dans le but de connaître la perception des risques liés à l'arrivée du petit coléoptère des ruches en France par les différents acteurs de la filière apicole. Elle visait également à savoir quelles étaient les évolutions qui selon eux permettraient l'amélioration du dispositif actuel de surveillance. Il était demandé aux participants d'identifier les acteurs, ressources et dynamiques pouvant faire évoluer le système en place. Il est ressorti de cette analyse que, pour l'ensemble des personnes interrogées, l'apiculteur jouait un rôle primordial dans la gestion des risques liés à l'arrivée d'*A. tumida* en France. Afin de protéger la filière apicole contre ce parasite, les intervenants ont aussi cité l'importance de mieux surveiller les colonies afin de détecter précocement son arrivée. Selon eux, un plan de surveillance solide devait être construit, fondé en partie sur l'apport de connaissances scientifiques aux acteurs de la filière, l'identification précise des missions de chacun d'eux, une bonne circulation de l'information et la promotion de la surveillance événementielle, tout en proposant des indemnités raisonnables en cas d'apparition de foyer. Une surveillance optimale passait également, d'après eux, par la diffusion des méthodes de piégeage et de diagnostic. Enfin, afin d'améliorer la surveillance et la déclaration des suspicions, l'importance de proposer des mesures d'éradication moins traumatisantes que celles en vigueur en Italie en cas de confirmation d'infestation a aussi été soulignée.

Une autre enquête publiée en mars 2017, réalisée par Veto-pharma en partenariat avec Florentine Giraud, vétérinaire spécialisée en apiculture, et Phil Craft, ancien inspecteur apicole aux Etats-Unis, a concerné l'investigation auprès de 122 apiculteurs français de leurs connaissances sur le petit coléoptère des ruches et leur sensibilisation à la maladie (Véto-pharma, 2017). L'étude ne détaille pas la façon dont les apiculteurs ont été sélectionnés ni la manière dont l'enquête a été réalisée. Les questions posées aux apiculteurs sont connues mais on ignore s'il s'agissait d'un système de questionnaire à choix multiples, qui donne donc des propositions de réponses limitées aux apiculteurs, ou si les questions étaient ouvertes. Au total, 47 % des apiculteurs ont déclaré qu'ils allaient inclure la recherche du petit coléoptère lors de leur visite d'inspection et 27 % ont indiqué qu'ils allaient pratiquer le piégeage à titre préventif. Seuls 10 % ne comptaient mettre aucune mesure en place. Ces chiffres soulignent qu'une grande partie des apiculteurs questionnés souhaitaient agir pour détecter le petit coléoptère des ruches le plus précocement possible s'il était introduit en France. De plus, 46 % des apiculteurs interrogés se sont révélés être très inquiets à l'égard de cette menace, 78 % estimant que les instituts de recherche et laboratoires devaient employer des ressources dans la recherche de méthodes de prévention et de contrôle d'*A. tumida*, et, pour presque un tiers d'entre eux, que les études devaient cibler des méthodes de piégeage et de prévention. Enfin, 37 % des apiculteurs interrogés ont répondu à la question « Si vous suspectiez la présence du petit coléoptère dans une de vos ruches, que feriez-vous ? » par « Je pratique le piégeage dans mes ruches. ». Il est aussi important de noter que 64 % des apiculteurs interrogés ne se considéraient pas bien informés sur cette maladie. Cette étude récente a ainsi montré qu'une grande majorité des apiculteurs interrogés se sentait concernée par le risque d'infestation par *A. tumida*, mais estimait ne pas être assez informée, et qu'environ un tiers envisageait le piégeage comme moyen préventif.

2. Problématique et objectifs

En renforçant les capacités de détection de la présence d'*A. tumida* dans une colonie, le piégeage serait à même d'améliorer l'efficacité des modalités de surveillance actuelles, qu'elles soient événementielles ou programmées. Cependant, la mise en œuvre d'une surveillance plus généralisée d'*A. tumida* par piégeage est conditionnée par plusieurs éléments. En effet, l'acceptabilité et la faisabilité pratique de la surveillance par piégeage, quel que soit le type de piège concerné, sont encore méconnues à l'heure actuelles en France.

La réflexion sur l'évolution des mesures de surveillance et de détection d'*A. tumida* en France se heurte donc à ce manque de connaissances. L'objectif de cette étude était ainsi de réaliser une étude préliminaire auprès d'apiculteurs en France, afin d'investiguer à la fois (i) leur acceptabilité d'une surveillance par piégeage, et (ii) la faisabilité pratique de mise en œuvre de ces méthodes. Il convenait en effet dans un premier temps de connaître l'acceptabilité des apiculteurs vis-à-vis de l'utilisation de cette technique. L'acceptabilité dépend notamment de leur perception du risque, de leur volonté à s'impliquer dans la surveillance, ainsi que de la facilité d'utilisation des pièges. La faisabilité pratique du piégeage était donc également importante à investiguer, car elle n'avait jusque-là fait l'objet d'aucune étude en France, quel que soit le type de piège. Il était notamment essentiel d'envisager la compatibilité de l'utilisation des pièges avec les pratiques apicoles, les possibilités de standardisation de la méthode de piégeage ou encore d'analyser les points critiques de la pose et de la lecture des pièges, afin de savoir si une généralisation de la surveillance par piégeage pouvait être incluse dans la proposition d'un nouveau protocole de surveillance d'*A. tumida* en France. Cette étude s'inscrivait donc dans la continuité de celle entreprise par l'ITSAP en 2015.

Ce travail expérimental faisait également suite à une réflexion sur les modalités de surveillance, initiée par l'Unité de coordination et d'appui à la surveillance (UCAS) de la Direction des Laboratoires (DL) de l'Anses (DL-UCAS), en collaboration avec l'Unité de pathologie de l'abeille de l'Anses Sophia Antipolis (LNR et Laboratoire de référence de l'Union Européenne (LRUE) pour la santé des abeilles) et l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort (ENVA), dans le but de compléter la surveillance actuelle fondée uniquement sur l'examen visuel des colonies par le piégeage. Cette étude a été financée par la Société Centrale d'Apiculture (SCA), association créée en 1856 et reconnue d'utilité publique depuis 1900.

L'objectif de cette étude était d'investiguer la faisabilité et l'acceptabilité de la mise en place d'une surveillance d'*A. tumida* par piégeage en France, et, dans la mesure du possible, de proposer un protocole standardisé d'utilisation des pièges en fonction des résultats de l'étude après une période d'utilisation des pièges de plusieurs semaines. Il s'agissait ainsi d'un travail préliminaire permettant d'envisager les possibilités de l'utilisation du piégeage du petit coléoptère des ruches en France comme méthode de surveillance, et d'en identifier les avantages mais aussi les limites.

II. Matériel et méthodes

1. Pièges étudiés

Deux types de pièges ont été testés dans cette étude. Il s'agissait du piège à huile de modèle Beetle Blaster® (Figure 64) et du piège en plastique alvéolé commercialisé, de couleur noir et de dimensions 50 cm de long x 7,5 cm de large x 0,4 cm d'épaisseur (Figure 65), choisis pour plusieurs raisons. Tout d'abord, leur utilisation est complémentaire : le premier se place entre les cadres de la

ruche et peut être laissé en place durant la saison froide près de la grappe d'abeilles, tandis que le second est à placer sur le fond de la ruche et s'utilise lorsque les coléoptères adultes se déplacent dans toute la ruche, lors des mois les plus chauds. Ensuite, le premier constitue un moyen de détection ainsi qu'un moyen de lutte partiel puisque les coléoptères sont tués par l'huile, tandis que le second est un simple lieu de refuge pour ces insectes, il ne sert donc qu'à la détection. Enfin, tous deux sont disponibles, autorisés et utilisés en Europe.

Figure 64: Piège à huile (Beetle Blaster®)
(Photographie Mallet, 2017)



Caractéristiques du piège à huile de modèle Beetle Blaster® :

- Deux pièges pour une ruche 10 cadres
- Positionnement : entre les cadres aux extrémités du corps de ruche ou près de la grappe d'abeilles par temps froid/lorsque la colonie n'occupe pas tous les cadres
- Utilisable toute l'année
- Détection et lutte
- Coût : 1,25 € l'unité

Figure 65 : Piège en plastique alvéolé noir
(Photographie Mallet, 2017)



Caractéristiques du piège en plastique alvéolé :

- Un piège par ruche
- À positionner sur le fond de la ruche, par le pas de vol
- Utilisable pendant la saison chaude
- Détection seulement
- Coût : 1,50 €, prix dégressif, réalisable à partir d'une plaque de polypropylène

Le remplissage du piège à huile était réalisé à l'aide d'une seringue, initialement de 50 mL avec un piston en caoutchouc. L'huile utilisée était végétale (tournesol ou colza), à l'odeur neutre dans l'hypothèse où elle pourrait engendrer une modification du goût du miel ou avoir une influence sur le comportement des abeilles.

Le relevé du piège en plastique alvéolé a été effectué à l'aide d'un sac plastique de type congélation, transparent et à fermeture zip avec curseur coulissant (Figure 66).

Figure 66 : Sac utilisé pour le relevé du piège en plastique alvéolé (Photographie Mallet, 2017)



2. Zones géographiques d'étude

L'étude a été réalisée dans trois zones géographiques : l'Ile de France, la région Rhône-Alpes (avec le ciblage d'un échantillon d'apiculteurs en Haute-Savoie et d'autres apiculteurs volontaires dans l'ensemble de la région) et le Var. Ces zones ont été choisies pour plusieurs raisons :

- Tout d'abord, pour des raisons de contraintes temporelles et économiques, la réalisation d'une étude à l'échelle nationale, par tirage au sort des apiculteurs, n'était pas envisageable notamment en raison des frais de déplacement. Il a donc été choisi de travailler seulement dans certaines zones de France, choisies pour permettre de représenter la plus grande diversité des situations possibles.

- Cette diversité des situations a notamment été obtenue en choisissant trois zones de climats différents : la Haute-Savoie, caractérisée par un hiver froid et un été doux ; l'Ile de France, caractérisée par un climat tempéré ; et le Var, caractérisé par un climat méditerranéen, avec des conditions qui sont plus ou moins favorables au cycle biologique d'*A. tumida*. De plus, les activités apicoles y sont différentes. En effet, l'Ile de France est une région représentée en grande majorité par des apiculteurs de loisir. Le Var et la Haute-Savoie sont des départements dynamiques du point de vue de l'activité apicole, avec un nombre d'apiculteurs professionnels plus important et une diversité de production plus importante (diversité des miels, produits dérivés nombreux...). La proximité géographique de la Haute-Savoie avec un pays infesté comme l'Italie ou encore les échanges apicoles effectués entre le Var et l'Italie constituaient également des éléments appuyant ces choix. Il était en effet possible d'envisager un éventuel impact de la proximité de cette infestation sur la sensibilisation des apiculteurs vis à vis des risques. L'hypothèse d'une sensibilisation différente au risque d'infestation par le petit coléoptère dans chaque zone étudiée, et donc d'une perception différente de l'acceptabilité et de la faisabilité du piégeage d'*A. tumida* en fonction des zones géographiques mais aussi du profil des apiculteurs était donc envisagée.

- Une collaboration a également été développée avec la section apicole de la FRGDS de Rhône-Alpes, qui souhaitait redynamiser le réseau de surveillance d'*A. tumida*. Au sein de cette région, les départements où ont été effectuées les visites concernaient ceux où se trouvaient les apiculteurs recrutés par la FRGDS qui possédait déjà un réseau de volontaires, sans préférence géographique particulière au sein de la région.

3. Echantillonnage : recrutement d'apiculteurs volontaires

Le recrutement d'apiculteurs était basé sur le volontariat. Il a été initialement décidé de recruter les apiculteurs dans chaque zone selon leur profil : apiculteur de loisir, pluriactif et professionnel. En effet, leurs pratiques, leurs attentes et leurs connaissances sont différentes, ce qui peut induire une perception différente de la faisabilité et de l'acceptabilité du piégeage, objets de cette étude. Les apiculteurs de loisir ont été définis comme des personnes possédant moins de 10 ruches et ne commercialisant pas les produits qui en sont issus. Les apiculteurs pluriactifs correspondaient aux personnes commercialisant les produits issus de la ruche et ayant une autre activité professionnelle en plus de l'apiculture. Enfin, les apiculteurs professionnels ne se consacraient professionnellement qu'à l'apiculture. L'objectif était de recruter 12 apiculteurs par zone, dont 4 apiculteurs de loisir, 4 apiculteurs pluriactifs et 4 apiculteurs professionnels (soit 36 apiculteurs au total pour l'ensemble des zones).

Pour recruter les volontaires, plusieurs moyens ont été utilisés. Les vétérinaires travaillant au sein de la filière apicole des régions concernées ont été contactés par moi-même et ont fourni une aide précieuse. Le Groupement de Défense Sanitaire (GDS) apicole du Var, les Associations Régionales de Développement de l'apiculture (ADA) en l'Ile de France (ADAIF) et de la Provence (ADAPI) se sont également impliqués dans cette recherche par la publication d'annonces sur leur site internet ou par envoi de mails à leurs adhérents. Un des moyens de recrutement efficace a également été la présentation du projet à l'occasion de l'assemblée générale de l'ADAIF en mars 2017 par Marie-Pierre Chauzat et moi-même.

Enfin, la collaboration avec la section apicole de la FRGDS Rhône-Alpes et des ruchers écoles a permis de doubler le nombre de visites de ruchers réalisées. La section apicole de la FRGDS Rhône-Alpes s'est mobilisée pour la surveillance du petit coléoptère des ruches dès 2014, date de détection du parasite sur le territoire italien. Sa première action a été d'effectuer les visites des « ruchers cibles », dont la liste avait été établie par la BNEVP. Cette liste a été définie en fonction des échanges considérés comme à risque que les apiculteurs avaient eu avec l'Italie (achat d'essaim, de matériel ou transhumance). Les TSA ayant suivi une formation de sensibilisation sur le petit coléoptère des ruches ont réalisé ces visites, qui étaient complétées par la mise en place de pièges à huile réutilisables, retirés par les TSA au bout de 15 jours minimum. Parallèlement à ces visites obligatoires, un réseau de volontaires acceptant de mettre en place des pièges dans les ruches a été développé entre 2014 et 2016. Afin de redynamiser cette surveillance, le Dr Prémila Constantin, vétérinaire chargée de la section apicole de la FRGDS Rhône-Alpes, a souhaité lancer une nouvelle campagne de piégeage en 2017 et contribuer à notre étude. L'objectif était de pouvoir proposer une méthode de piégeage standardisée aux apiculteurs à chaque automne, en fonction des résultats de l'expérience.

4. Description du protocole d'étude

Le protocole d'étude devait répondre à plusieurs objectifs. D'une part, il s'agissait d'évaluer la faisabilité pratique et l'acceptabilité de la surveillance par piégeage, ce qui impliquait d'investiguer la pose mais également le relevé des pièges. D'autre part, nous avons cherché à savoir si ces pièges pouvaient être utilisés de manière plus généralisée sur le territoire, d'où la nécessité d'envisager des formations, ce qui serait coûteux à mettre en place. Nous nous sommes donc demandé si les apiculteurs pouvaient être autonomes pour utiliser les pièges en disposant seulement d'un document explicatif qui leur était transmis au début de l'expérience. En pratique, une visite de terrain était réalisée : après un entretien semi-directif, le piège à huile et celui en plastique alvéolé étaient installés par l'apiculteur pendant que des observations et mesures étaient faites par un enquêteur. Les

impressions de l'apiculteur suite à cette première expérience étaient recueillies. Les pièges étaient ensuite laissés en place plusieurs semaines dans les ruches, période durant laquelle l'apiculteur devait effectuer trois relevés, remplir une feuille de suivi ainsi qu'une feuille de bilan sur l'utilisation des pièges et les envoyer à l'enquêteur à la fin de la période.

4.1. Formation théorique préalable

Un document réalisé par l'Anses et présentant les deux types de piège était envoyé à l'apiculteur avant la visite, ou lui était donné en début de visite afin qu'il puisse le lire avant la pose des pièges (Annexe 2). Il était ensuite demandé à l'apiculteur, pendant la visite, si le document lui paraissait suffisamment clair et détaillé pour lui permettre de réaliser les manipulations sans démonstration, quels points pouvaient soulever des questions et s'il avait des propositions d'amélioration.

4.2. Visite des ruchers

La visite des ruchers se déroulait en plusieurs étapes. Dans un premier temps, un entretien semi-directif était réalisé avec l'apiculteur. Ensuite, une mise en situation pratique avec la pose et le relevé des pièges par l'apiculteur avait lieu, ce qui permettait de savoir si le document fourni préalablement était suffisant pour pouvoir les utiliser correctement, d'évaluer la faisabilité pratique de chaque piège et enfin d'évaluer l'acceptabilité d'utilisation de chaque piège. Les visites ont été faites par le Dr Bénédicte Faure employée par la FRGDS Rhône-Alpes et moi-même. Nous avons passé une journée ensemble pour bien préciser le protocole et avons réalisé une visite en commun, afin de standardiser au maximum leur déroulement.

4.2.1. Entretien semi-directif initial avec l'apiculteur

Dans un premier temps, un entretien d'une quinzaine de minutes était mené avec l'apiculteur. L'Annexe 3 présente le guide qui servait à la réalisation de ces entretiens semi-directifs et permettait d'avoir une trame listant des notions à aborder avec l'enquêté. La majorité des questions étaient ouvertes.

L'entretien avec l'apiculteur débutait par une présentation de celui-ci et de son activité (années d'expérience, origine des abeilles et du matériel, types de production, motivation à devenir apiculteur) ainsi que son niveau de formation. Ces questions très générales permettaient d'instaurer un dialogue « facile » avec l'apiculteur et de le mettre à l'aise pour la suite de la visite. Ensuite, des questions en rapport avec le domaine sanitaire étaient posées. Les connaissances en rapport avec le petit coléoptère étaient investiguées. Enfin, la dernière partie de l'entretien permettait de préciser la vision d'un mode de détection efficace de ce parasite selon l'apiculteur.

4.2.2. Evaluation de la faisabilité pratique du piégeage

La suite de la visite comportait un volet pratique, visant à l'évaluation de l'utilisation des deux types de pièges par l'apiculteur. Les deux types de pièges étaient installés puis relevés sur cinq mêmes ruches par l'apiculteur lui-même, chaque ruche étant donc équipée des deux types de piège ; tandis que l'opérateur notait différentes informations selon ses observations, à l'aide du document présenté

en Annexe 3, afin d'évaluer la faisabilité pratique du piégeage et l'aisance de l'apiculteur lors des manipulations. Lorsque l'apiculteur avait moins de cinq ruches, le maximum de colonies était équipé, l'apiculteur faisant donc moins de manipulations.

➤ Mesure du temps nécessaire à la pose et au relevé

Les temps de mise en place et de relevé des pièges par l'apiculteur étaient mesurés, pour chacun des pièges et pour chacune des cinq manipulations. Le chronomètre était déclenché lorsque l'apiculteur prenait le piège en main et arrêté lorsqu'il ne le touchait plus. Pour le piège à huile, lorsque l'apiculteur devait gratter les têtes de cadre ou les inter-cadres en raison de la présence de cire ou de propolis, le chronomètre était déclenché au début de ce travail de nettoyage.

➤ Evaluation de l'aisance de l'apiculteur et de la facilité d'utilisation des pièges

Cette évaluation a été faite de plusieurs manières :

- D'une part, l'aisance a été évaluée par l'enquêteur lors de la mise en place et lors du relevé de chacun des types de piège, cinq fois (ou autant de fois que le nombre de ruches de l'apiculteur s'il en avait moins de cinq) à travers plusieurs observations :
 - * Pour la pose du piège en plastique alvéolé, l'enquêteur regardait si le piège était retourné plusieurs fois par l'apiculteur avant la mise en place, s'il hésitait sur le lieu de mise en place, s'il le déplaçait pendant la mise en place, s'il oubliait une étape et notait s'il posait des questions ;
 - * Pour le relevé du piège en plastique alvéolé : l'enquêteur observait si l'apiculteur oubliait une étape et notait s'il posait des questions ;
 - * Pour la pose du piège à huile : les mêmes observations que pour la pose piège en plastique alvéolé étaient faites et l'enquêteur notait en plus si de l'huile était renversée à côté du piège ;
 - * Pour le relevé du piège à huile : les mêmes observations que pour le relevé du piège en plastique étaient faites et l'enquêteur notait en plus si de l'huile était renversée.
- Cette aisance était aussi appréciée par l'enquêteur sans critère précis préalablement défini, avec les qualificatifs suivants : « très bonne », « bonne », « moyenne », « mauvaise » et « très mauvaise ». La note de 5 correspondait à une très bonne aisance et celle de 1 à une très mauvaise aisance ;
- D'autre part, il a été demandé, après les manipulations, à l'apiculteur de caractériser la facilité d'utilisation des pièges, à la fois pour la pose et le relevé. Il devait choisir entre les termes suivants : « très facile », « facile », « moyennement facile », « difficile », « très difficile », en précisant quelle(s) étape(s) lui paraissai(en)t plus technique(s).

4.2.3. Evaluation de l'acceptabilité du piégeage par un entretien semi-directif en fin de visite

Afin de préciser l'acceptabilité de la méthode de piégeage par les apiculteurs, plusieurs questions étaient posées en fin de visite, toujours par la méthode de l'entretien semi-directif, en rapport avec la charge de travail représentée par les deux types de pièges, la perception de leur efficacité, la motivation à s'investir dans une formation pour le piégeage, et la perception de l'utilité et des conséquences d'une déclaration en cas de suspicion d'infestation par *A. tumida* (Annexe 3).

4.3. Evaluation à long terme de l'utilisation des pièges

Les pièges étaient laissés en place plusieurs semaines dans les ruches après la visite, de trois semaines à trois mois selon la date à laquelle la visite initiale avait été effectuée. L'intérêt de ce protocole était de connaître l'évolution du piège au sein de la ruche. Celui-ci constitue en effet un objet étranger introduit au contact de la colonie et face auquel les abeilles adoptent un comportement à évaluer et qui risquait d'influencer l'utilisation des pièges. Ces derniers devaient être relevés trois fois par l'apiculteur, qui remplissait, après chaque contrôle, une feuille de suivi (Annexe 4) permettant de noter les éventuelles difficultés rencontrées, le temps dédié à ce travail pour chaque type de piège et les activités autres qui avaient éventuellement pu être couplées aux contrôles des pièges. Concernant le temps dédié au piégeage, il était demandé à l'apiculteur de l'évaluer pour chaque type de piège et par ruche.

4.4. Bilan final de l'utilisation des pièges par l'apiculteur

Un dernier document permettant de faire un bilan de l'expérience était transmis à l'apiculteur à la fin de l'étude (Tableau 7). Il permettait d'évaluer à la fois la faisabilité et l'acceptabilité du piégeage en l'interrogeant notamment sur sa motivation à s'investir dans une campagne de piégeage future. Il permettait également de connaître sa préférence entre les deux pièges testés.

Tableau 7 : Tableau distribué à l'apiculteur pour réaliser le bilan de l'utilisation des pièges

<p>La durée consacrée à la surveillance, dans les conditions de cette étude, vous paraît-elle acceptable ?</p>	<p>Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/></p>
<p>Combien de temps seriez-vous prêt à accorder au maximum par mois à cette surveillance (seuls 10 pièges sont posés lors de cette étude mais l'efficacité de la surveillance pourrait nécessiter de poser davantage de pièges) ? Quel nombre de colonies seriez-vous prêt à équiper ?</p>	
<p>Citer trois adjectifs décrivant le mieux l'expérience vécue pour chaque type de piège.</p>	<p>Piège à huile :</p> <ul style="list-style-type: none"> - - - <p>Piège en plastique alvéolé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - - -
<p>Seriez-vous prêt à vous impliquer dans la surveillance l'année prochaine ?</p>	
<p>Quel type de piège aurait votre préférence ? Pourquoi ?</p>	

5. Test du protocole

Le protocole d'étude a été testé auprès de deux apiculteurs, avant sa mise en œuvre opérationnelle sur le terrain. L'entretien semi-directif, qui constituait la première partie de la visite, a été réalisé dans un premier temps avec un apiculteur de loisir. Le document servant de support à cet entretien s'étant avéré satisfaisant, il n'a pas été modifié suite au test. L'intégralité du protocole a ensuite été mise en place avec un second apiculteur de loisir. Initialement, ce protocole prévoyait l'utilisation « obligatoire » d'une seringue afin de remplir les pièges à huile. Il s'est avéré que les seringues de 50 mL avec piston en caoutchouc qui avaient été commandées pour l'étude étaient peu pratiques : le piston se bloquait dès la préparation du second piège à huile, rendant le prélèvement de

l'huile et le remplissage du piège très difficile. L'usage de gants compliquait encore davantage l'opération. Suite à ces difficultés, il a été décidé de laisser le choix à l'apiculteur pour la préparation du piège à huile : il pouvait soit utiliser une seringue, soit remplir directement le piège avec la bouteille d'huile. Une seringue de plus petite capacité (10 mL) a été utilisée par la suite, sans piston en caoutchouc, ce qui évitait le problème de blocage rencontré avec le modèle précédent. De plus, dès ce test, les sachets destinés à enfermer le piège en plastique alvéolé ont posé problème : leur longueur était légèrement inférieure à celle du piège, obligeant l'apiculteur à insérer ce dernier en diagonale afin de pouvoir refermer correctement le sachet. Ceux-ci ayant été commandés, ils ont malgré tout été utilisés pour l'étude. Enfin, les pièges en plastique alvéolé noir choisis présentaient tous des morceaux de plastique noir à l'intérieur des alvéoles, ce qui nuisait à la visualisation d'éventuels insectes cachés à l'intérieur.

III. Résultats

1. Description de l'échantillon

Les résultats présentés ci-après concernent tous les apiculteurs volontaires interrogés dans cette étude, qu'ils aient été recrutés par le Dr Prémila Constantin (21 apiculteurs recrutés) ou moi-même (23 apiculteurs recrutés). Lorsque des différences ont été constatées entre les deux groupes de volontaires vus par les deux enquêteurs différents, cela a clairement indiqué dans la présentation des résultats.

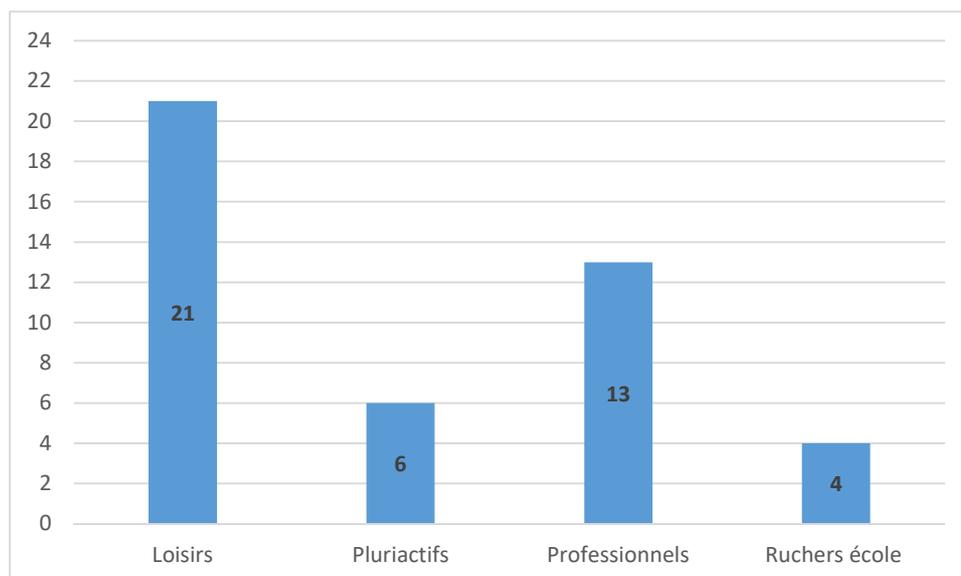
Au total, 40 apiculteurs ont accepté de participer volontairement à cette étude, ainsi que 4 ruchers école. Le Tableau 8 présente la répartition géographique de ces apiculteurs par zone.

Tableau 8 : Nombre d'apiculteurs volontaires investigués par département

Département	Nombre d'apiculteurs volontaires
Ain	3
Ardèche	5
Isère	6
Loire	2
Rhône	5
Haute-Savoie	9
Var	6
Ile de France	8
Total	44

Toutes les catégories d'apiculteurs étaient représentées dans l'échantillon, comme l'indique la Figure 67, avec une prédominance des apiculteurs de loisirs (48 %). Les apiculteurs professionnels représentaient 30 % des apiculteurs participant à l'étude, les pluriactifs 13 % et les ruchers école 9 %.

Figure 67 : Nombre d'apiculteurs volontaires investigués par catégorie d'apiculteur



Les participants, toutes catégories confondues, avaient entre 2 et 637 ruches.

2. Connaissances préalables des apiculteurs sur *A. tumida*

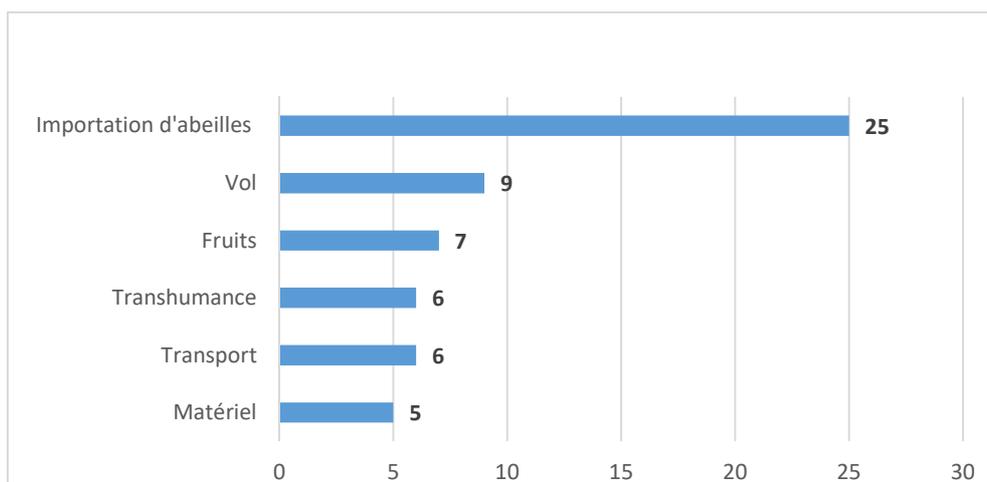
Seul un apiculteur sur les 44 interrogés n'avait pas entendu parler du petit coléoptère des ruches avant cette étude. Pour les apiculteurs vus par la FRGDS Rhône-Alpes, 57 % des participants avaient été informés de l'existence de ce parasite avant 2014, date de sa détection en Italie, tandis que seuls 74 % des personnes interrogées par l'ENVA l'avaient été.

Concernant les connaissances au sujet de la biologie du petit coléoptère, 62 % des apiculteurs interrogés avaient de bonnes notions du cycle de reproduction. Les éléments attendus étaient les suivants : ponte des adultes dans la ruche, larve se nourrissant dans la ruche, nymphose dans le sol, vol de l'adulte. Les apiculteurs qui n'avaient pas de notion sur la biologie du petit coléoptère étaient pour 80 % d'entre eux des apiculteurs de loisir, pour 13 % d'entre eux des professionnels et pour 7 % des pluriactifs. Les apiculteurs d'Ile de France avaient tous des notions sur la biologie du petit coléoptère, trois sur cinq n'en avaient pas pour le Var et la moitié pour la Haute-Savoie.

Les connaissances des apiculteurs sur les conséquences de l'infestation ont également été investiguées : 70 % d'entre eux savaient que le miel fermente et devient impropre à la consommation en cas de forte infestation des colonies par *A. tumida*. Les 30 % qui l'ignoraient étaient des apiculteurs de loisir. Un tiers des personnes interrogées a évoqué d'autres conséquences pour la ruche, telles que la possible mort de la colonie ou encore la déstructuration des cadres.

De plus, il a été demandé aux apiculteurs quels étaient, selon eux, les moyens de contamination possibles des colonies d'abeilles. Leurs réponses sont présentées sur la Figure 68. La voie la plus citée était l'importation d'abeilles (57 % des apiculteurs), puis la dissémination par le vol des coléoptères (20 %), l'importation de fruits infestés (16 %), la transhumance (14 %), le transport au sens large (avions, bateaux...) (14 %) et le matériel (11 %). Un tiers des apiculteurs interrogés par l'ENVA a aussi évoqué un problème de réglementation lorsque la question de l'origine possible d'une introduction était posée. Pour ces participants, la réglementation était en effet inadaptée pour plusieurs raisons : la déclaration des ruchers n'est pas toujours faite et si elle l'est, elle ne permet pas de connaître la localisation exacte des colonies, les transhumances ne sont pas toujours légales, les importations d'abeilles non plus.

Figure 68 : Voies possibles de contamination des ruches par *A. tumida* citées par les apiculteurs interrogés (n=40)



Enfin, 90 % des apiculteurs interrogés savaient que le petit coléoptère des ruches est présent en Italie et la majorité d'entre eux ont cité d'autres noms de pays infestés. Les apiculteurs qui l'ignoraient étaient de Haute-Savoie et du Var.

Dans le cas des ruchers école, cette partie de l'étude a été effectuée différemment, en raison du grand nombre de participants présents lors de mes visites. Une discussion ouverte sur le sujet avait donc lieu et les questions qui s'y prêtaient étaient posées à l'ensemble du groupe d'apiculteurs, sans que les réponses n'aient été formellement notées. Ainsi, les seules parties prises en compte dans les résultats pour ce qui est des ruchers école sont le suivi des pièges et le bilan.

3. Evaluation du document de présentation des pièges (formation théorique préalable à la visite)

Au début de la visite, il était demandé aux apiculteurs si la lecture du document de présentation des pièges qui leur avait été envoyé avant la visite pouvait suffire à les rendre autonomes pour poser les pièges : 98 % ont répondu positivement, le seul apiculteur ayant répondu négativement étant un professionnel qui a souligné que le temps de pose des pièges manquait, les périodes de l'année durant lesquelles les utiliser ainsi que la possibilité de transhumer ou non avec le piège à huile.

Des améliorations du document ont été proposées par certains apiculteurs :

- Forme du document : des photos supplémentaires et la réalisation d'une vidéo explicative pour chaque type de piège auraient été appréciées ;
- Piège à huile : des précisions sont souhaitées concernant la quantité d'huile exacte à insérer dans le piège, ainsi que sur les localisations possible (possibilité de le mettre en place dans les hausses notamment) ;
- Piège en plastique alvéolé : la question de savoir s'il pouvait être placé sur les têtes de cadre dans le cas de ruches à fond grillagé a été soulevée.

L'ancien document a donc été modifié en tenant compte de toutes ces remarques, dans le but de proposer le mode d'emploi de chaque type de piège le plus complet possible, et ainsi rendre les apiculteurs davantage autonomes pour la réalisation du piégeage ; ce qui serait un atout indéniable si la surveillance par piégeage venait à être généralisée en France. Il est présenté en Annexe 5.

4. Evaluation de la faisabilité pratique de l'utilisation des pièges

La faisabilité pratique de l'utilisation des pièges a été évaluée séparément pour chaque type de piège, le piège en plastique alvéolé et le piège à huile ; chacun ayant été manipulé cinq fois par chaque apiculteur, lorsque la quantité de ruche le permettait. Le paragraphe suivant présente donc les résultats obtenus pour chacun de ces deux types de piège ainsi qu'un bilan comparatif.

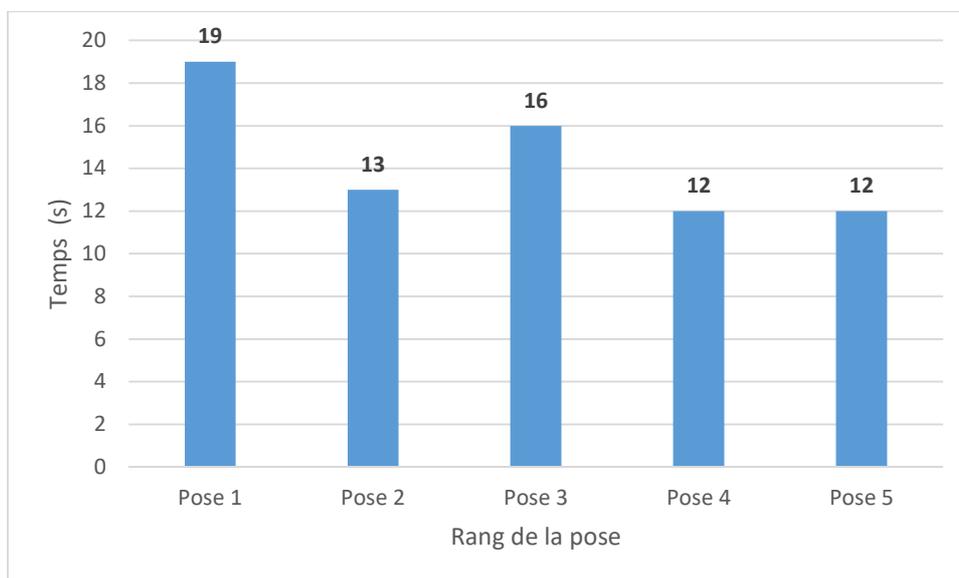
4.1. Piège en plastique alvéolé

4.1.1. Pose du piège en plastique alvéolé

➤ Temps de pose :

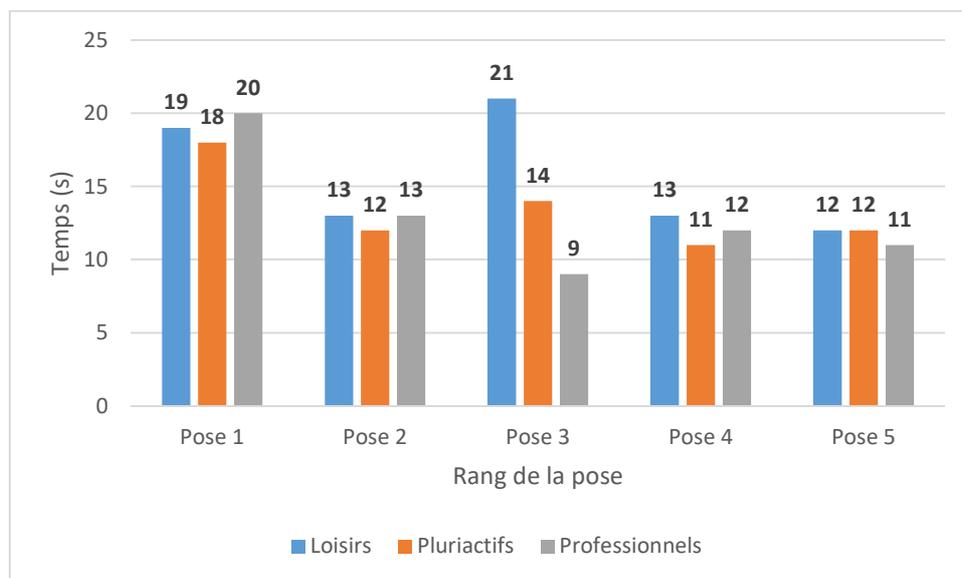
Le temps moyen de pose du piège en plastique alvéolé sur les cinq poses était de 14 s. Une diminution de la durée moyenne du temps de pose entre la première et la cinquième pose du piège a été notée, comme l'illustre la Figure 69.

Figure 69 : Durée moyenne de la pose du piège en plastique alvéolé (en secondes), pour chaque pose



La Figure 70 présente le temps de pose moyen pour chaque catégorie d'apiculteurs, pour chacune des cinq poses. Le temps moyen de pose est globalement équivalent entre les catégories d'apiculteurs. Une baisse du temps mis pour poser le piège a été constatée pour tous les types d'apiculteurs. Les apiculteurs professionnels et pluriactifs étaient légèrement plus rapides que les autres pour les trois premières manipulations tandis que les écarts se resserraient avec l'augmentation du nombre de poses : tous les types d'apiculteurs étaient finalement quasiment aussi rapides pour la dernière pose (entre 11 et 12 s).

Figure 70 : Durée moyenne de la pose du piège en plastique alvéolé (en secondes), pour chaque catégorie d'apiculteurs et chaque pose

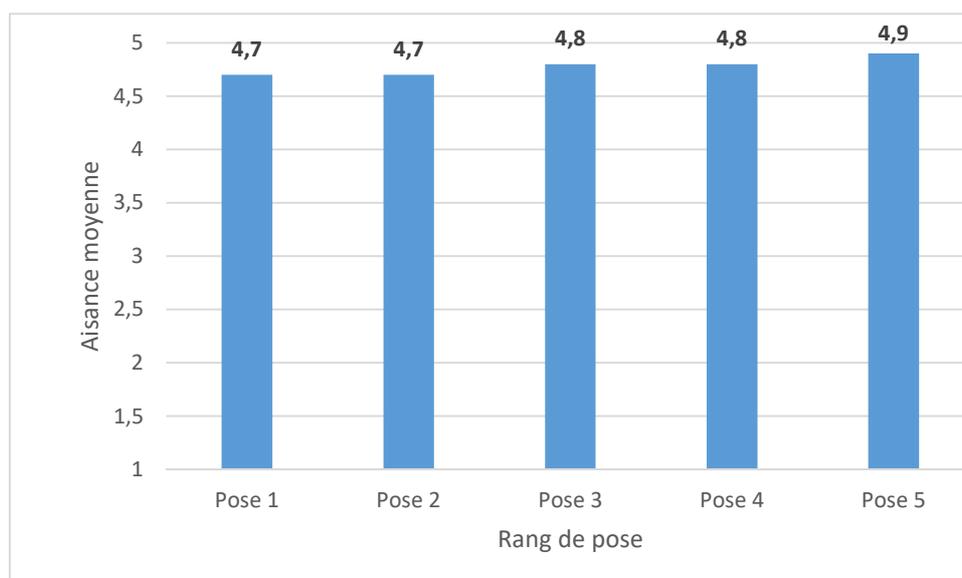


➤ Aisance de l'apiculteur lors de la pose du piège en plastique alvéolé évaluée par l'enquêteur :

L'aisance moyenne lors de la pose du piège en plastique alvéolé était proche de très bonne (note de 5). De plus, elle s'améliorait avec l'expérience de pose du piège (Figure 71).

Figure 71 : Aisance moyenne des apiculteurs pour la pose du piège en plastique alvéolé, évaluée par l'enquêteur en fonction du nombre de poses réalisées

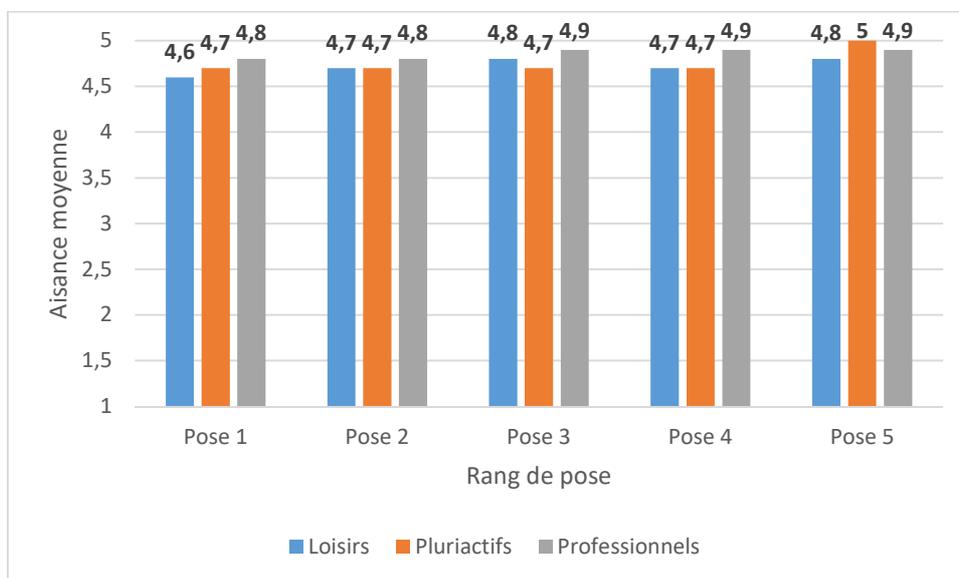
La note de 5 correspond à « très bonne aisance » et celle de 4 à « bonne aisance ».



En moyenne, les apiculteurs professionnels étaient plus à l'aise dans la pose du piège en plastique alvéolé que les autres catégories. Pour tous les apiculteurs, entre la première et la dernière pose, l'aisance s'améliorait (Figure 72).

Figure 72 : Aisance moyenne des apiculteurs pour la pose du piège en plastique alvéolé, évaluée par l'enquêteur en fonction du nombre de poses réalisées et par catégorie d'apiculteurs

La note de 5 correspond à « très bonne aisance » et celle de 4 à « bonne aisance ».



➤ Aisance de l'apiculteur lors de la pose du piège en plastique alvéolé évaluée par les apiculteurs :

Tous les apiculteurs interrogés ont répondu que le piège en plastique était très facile à poser, sauf un apiculteur pluriactif qui a estimé que la pose était facile et un apiculteur professionnel qui l'a trouvée moyennement facile. Ce dernier possédait des colonies qui propolisent particulièrement, ce qui rendait difficile l'insertion du piège par le pas de vol de la ruche, ce qui n'a pas été retrouvé chez d'autres apiculteurs.

➤ Limites rencontrées lors de la pose du piège en plastique alvéolé :

Au total, 58 % des apiculteurs ont eu besoin de précisions lors de l'installation de ce piège et 89 % de leurs interrogations concernaient le lieu de pose. Il a été demandé s'il fallait pousser le piège jusqu'au fond de la ruche, le placer au centre ou encore si cela présentait un intérêt de le mettre en travers. Toutefois, il n'existe actuellement pas d'étude concernant l'impact du placement du piège dans la ruche, le but étant avant tout (i) de faire en sorte que les cannelures soient accessibles au petit coléoptère, donc qu'elles ne soient pas plaquées contre une paroi de la ruche, et (ii) que le piège soit bien à plat afin que les insectes ne trouvent pas refuge sous le piège plutôt qu'à l'intérieur. Dans le cas de fonds de ruche Nicot® présentant une surélévation plastique au centre, le piège doit simplement être posé plus latéralement. Les autres interrogations portaient sur l'utilité du trou présent à l'une des extrémités du piège, fait pour faciliter le relevé, et l'intérêt de poser le piège en travers du fond de ruche plutôt que parallèlement à sa longueur.

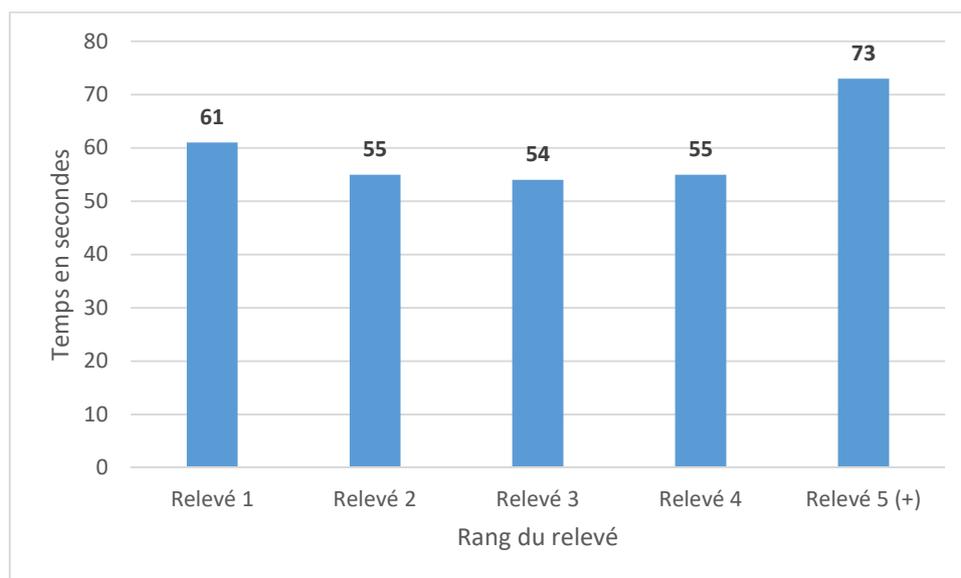
Concernant les limites de la mise en place du piège en plastique alvéolé, un obstacle situé sur le fond de ruche a été rencontré pour 28 % des apiculteurs vus par l'ENVA (tous types d'apiculteurs confondus), gênant ainsi la pose. Sa nature n'a pas toujours pu être évaluée. Il pouvait s'agir de propolis ou de constructions de cires hors des cadres. Cela n'a pas été rapporté par le Dr Bénédicte Faure.

4.1.2. Relevé du piège en plastique alvéolé

➤ Temps de relevé :

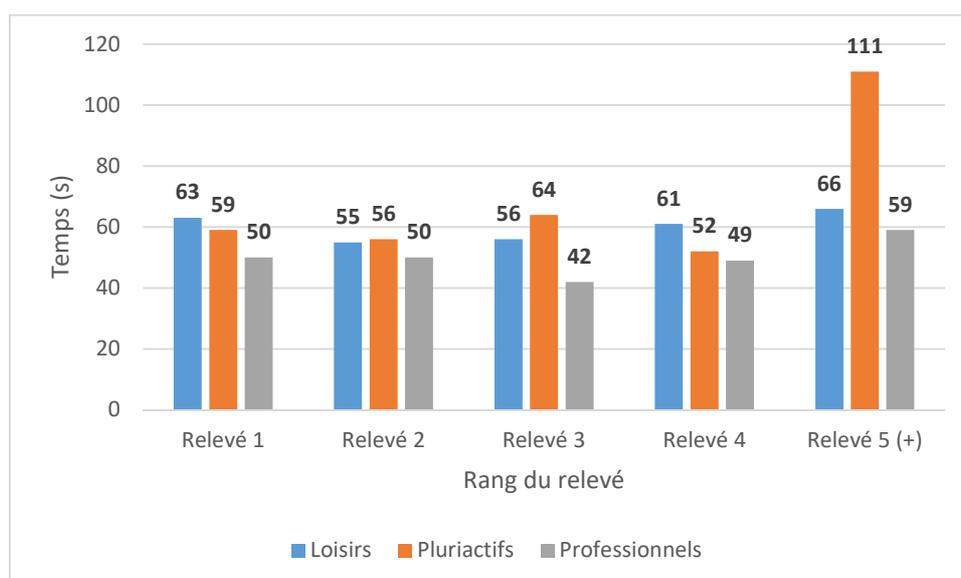
Le temps moyen de relevé du piège en plastique alvéolé était de 1 min. Les relevés deux, trois et quatre ont été en moyenne un peu plus rapides que le premier (Figure 73). Le dernier relevé était une simulation de relevé positif (« Relevé 5 + ») et prenait plus de temps en moyenne que les autres (73 s).

Figure 73 : Temps moyen pour le relevé du piège en plastique alvéolé (en secondes), pour chaque relevé



Les professionnels étaient en moyenne un peu plus rapides que les autres catégories d'apiculteurs (Figure 74).

Figure 74 : Durée moyenne du relevé du piège en plastique alvéolé (en secondes), pour chaque catégorie d'apiculteurs et chaque relevé

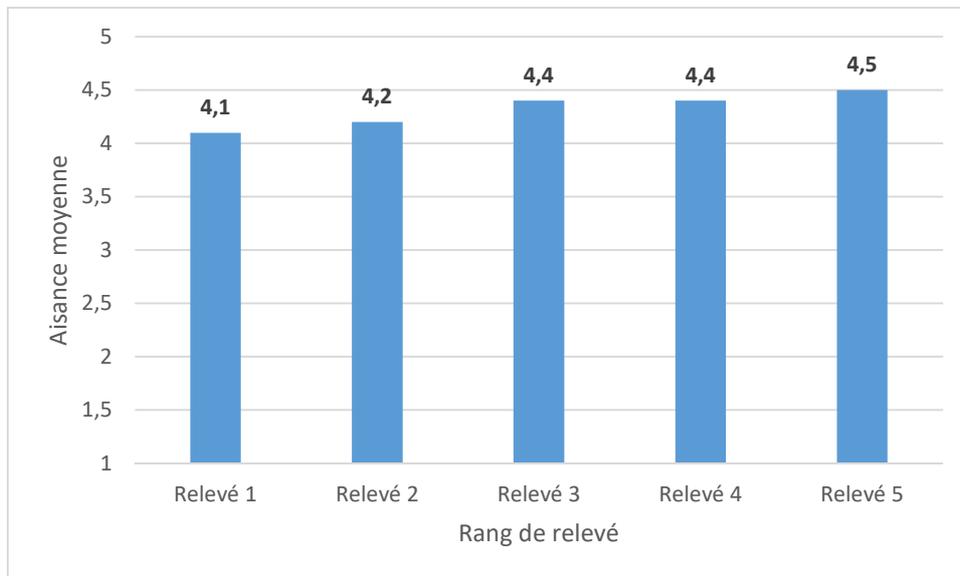


➤ Aisance de l'apiculteur lors du relevé du piège en plastique alvéolé évaluée par l'enquêteur :

L'aisance moyenne lors du relevé du piège en plastique alvéolé évaluée par l'enquêteur était située entre bonne et très bonne. Une amélioration de l'aisance moyenne a été constatée avec le nombre de relevés réalisés (Figure 75).

Figure 75 : Aisance moyenne des apiculteurs pour le relevé du piège en plastique alvéolé, évaluée par l'enquêteur en fonction du nombre de relevés réalisés

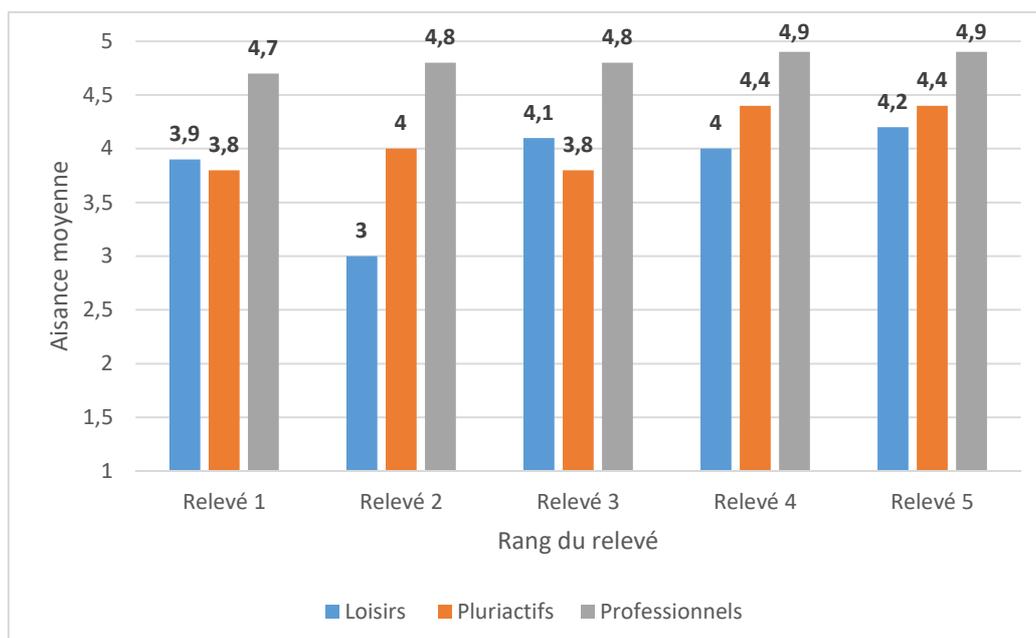
La note de 5 correspond à « très bonne aisance » et celle de 4 à « bonne aisance ».



Les apiculteurs professionnels étaient plus à l'aise que les autres apiculteurs pour le relevé du piège en plastique alvéolé, quel que soit le nombre de relevés réalisés (Figure 76).

Figure 76 : Aisance moyenne des apiculteurs pour le relevé du piège en plastique alvéolé, évaluée par l'enquêteur en fonction du nombre de relevés réalisés et par catégorie d'apiculteurs

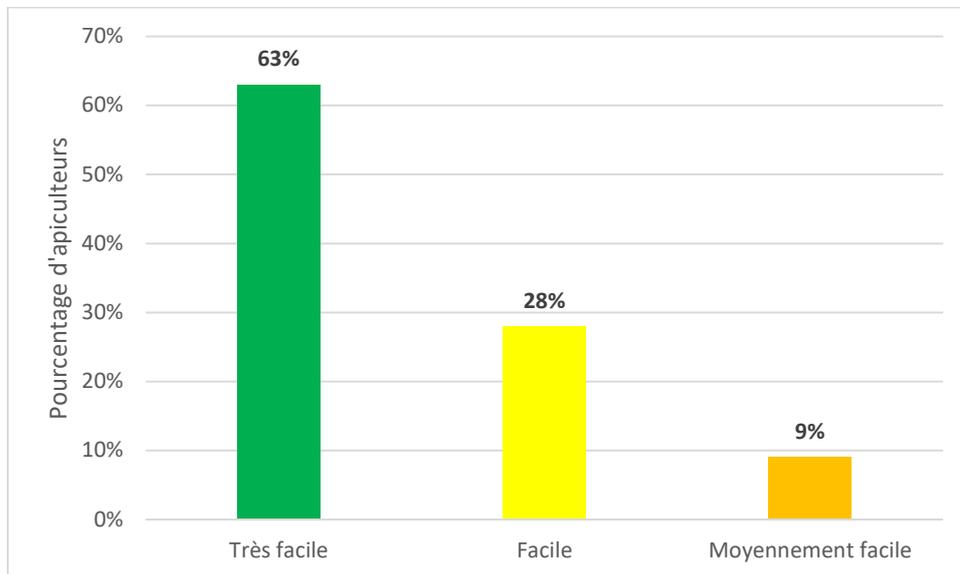
La note de 5 correspond à « très bonne aisance », celle de 4 à « bonne aisance » et celle de 3 à « aisance moyenne ».



➤ Aisance de l'apiculteur lors du relevé du piège en plastique alvéolé évaluée par les apiculteurs :

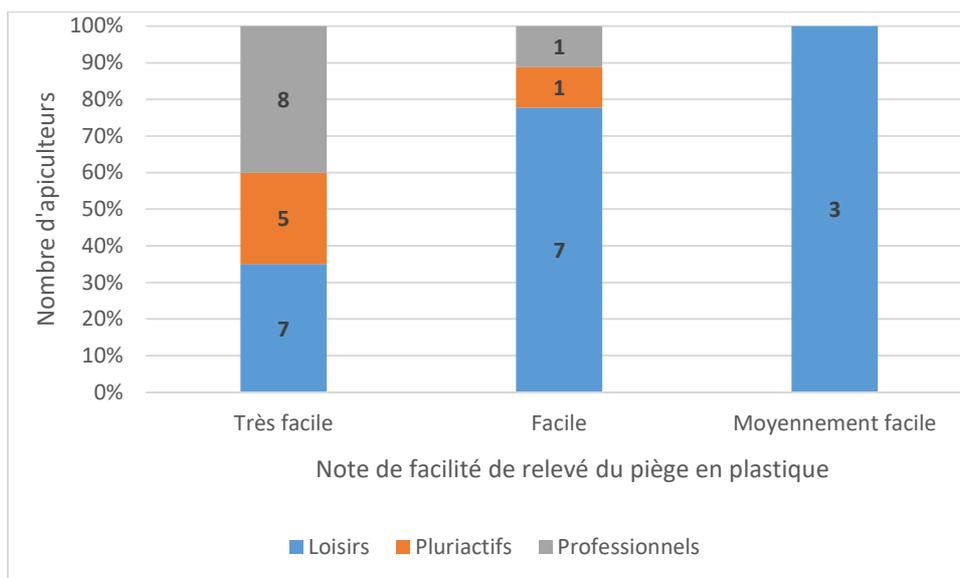
Concernant l'aisance ressentie par les apiculteurs, 63 % d'entre eux ont qualifié le relevé du piège en plastique de « très facile », 28 % de « facile » et 9 % de « moyennement facile » (Figure 77).

Figure 77 : Évaluation de la facilité de relevé du piège en plastique alvéolé par les apiculteurs



Les apiculteurs de loisirs ont trouvé le retrait du piège plus difficile que les autres catégories d'apiculteurs (Figure 78).

Figure 78 : Évaluation de la facilité du relevé du piège en plastique alvéolé par les apiculteurs, en fonction de leur catégorie

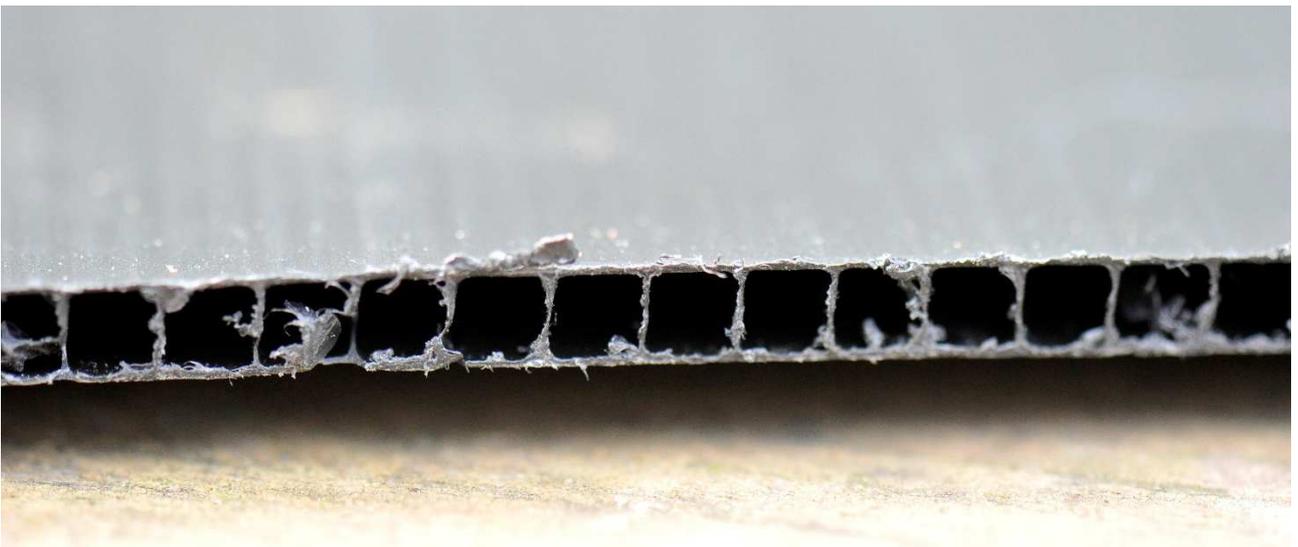


➤ Limites rencontrées lors du relevé du piège en plastique alvéolé :

Les participants ont été 32 % à poser des questions par rapport au relevé du piège en plastique alvéolé durant la phase pratique. Elles concernaient en majeure partie l'intérêt de regarder dans les cannelures une fois le piège mis dans le sac plastique sachant que les chutes de plastique bouchant certaines d'entre elles empêchaient de bien visualiser l'intérieur du piège. Au total, plus de 50 % des volontaires ont fait remarquer que la présence de débris de plastique dans les cannelures posait problème pour contrôler le piège (Figure 79). L'un d'eux a essayé de les retirer au compresseur, ce qui s'est avéré infructueux.

De plus, bien que cela n'ait pas été envisagé initialement dans le protocole, une grande partie des apiculteurs s'est retrouvée face à la présence d'abeilles sur les pièges lors des relevés, ne pouvant pas les secouer sous peine de laisser échapper d'éventuels insectes piégés dans les cannelures.

Figure 79 : Tranche des pièges en plastique alvéolé, avec de nombreux morceaux de plastiques obstruant les cannelures et pouvant porter préjudice à la lecture du piège (Photographie Mallet, 2017)



Enfin, 53 % des apiculteurs ont laissé de côté une étape du relevé. Les étapes oubliées étaient la mise en place du piège dans le sac avant de le frapper sur la tranche et la vérification de l'absence de petit coléoptère dans les cannelures avant le retrait du sac, pour sa remise en place. Certains l'ont fait par choix en raison de la présence de débris dans les travées, d'où l'impossibilité de visualiser correctement leur contenu avant de retirer le piège du sac pour le remettre en place, d'autres par oubli.

L'utilisation du sac plastique a posé un certain nombre de problèmes : deux personnes ont décidé de ne pas l'utiliser, notamment à cause de sa taille trop petite et de taper le piège sur le toit des ruches ; le sac s'est percé chez deux autres apiculteurs.

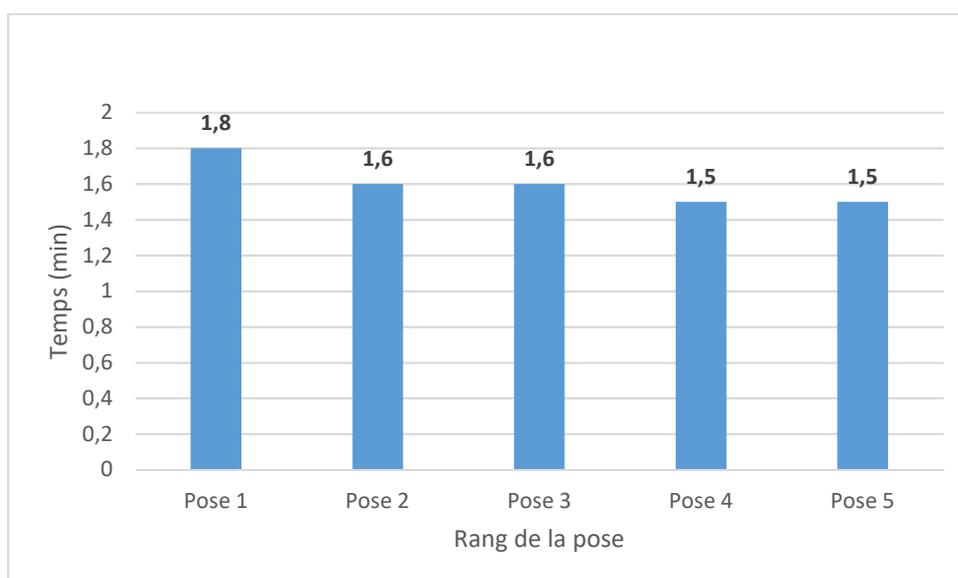
4.2. Piège à huile

4.2.1. Pose du piège à huile

➤ Temps de pose :

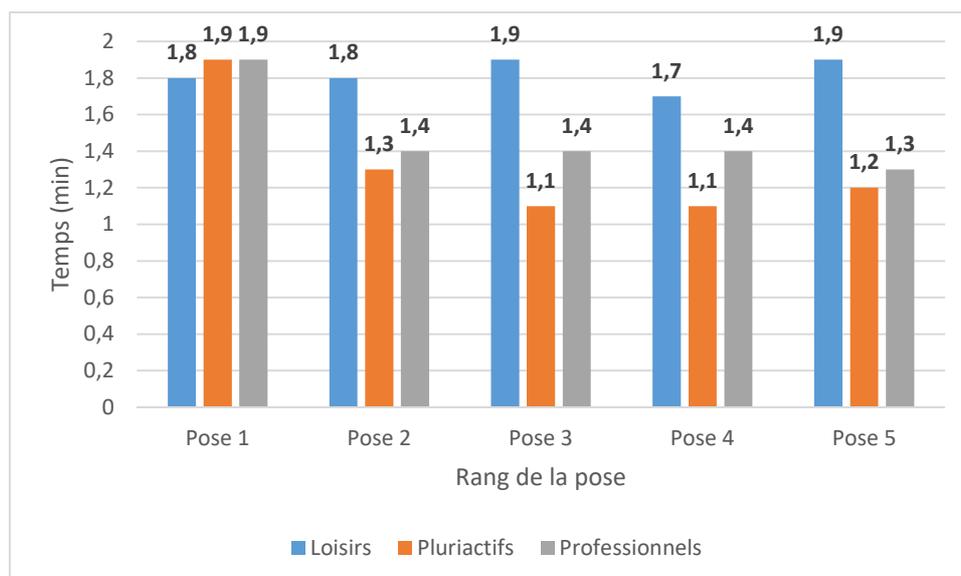
Le temps moyen de pose du piège à huile sur les cinq poses était de 1,6 min par ruche. La Figure 80 indique le temps moyen, en minutes, en fonction du nombre de poses réalisées. Une légère diminution du temps consacré à la pose entre la première pose et les suivantes a été constatée.

Figure 80 : Durée moyenne de la pose du piège à huile (en minutes) pour chaque pose



Une diminution du temps de pose moyen a été constatée pour les apiculteurs pluriactifs et professionnels, avec l'augmentation du nombre de poses du piège à huile effectuées. De plus, à partir de la deuxième pose, ces apiculteurs mettaient moins de temps que ceux de loisir (Figure 81).

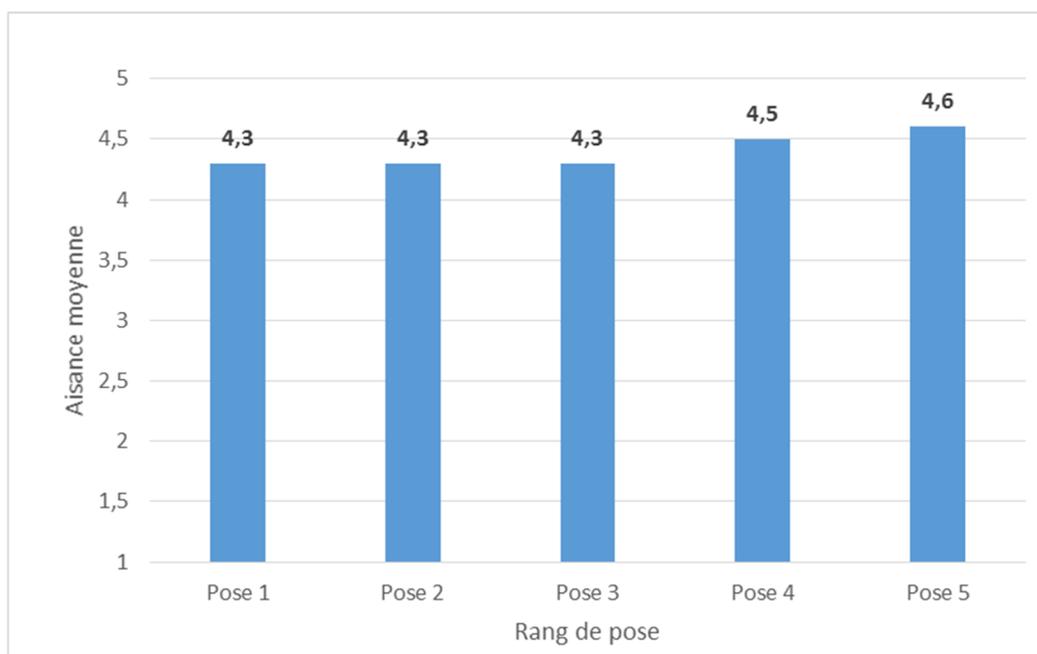
Figure 81 : Durée moyenne de la pose du piège à huile (en minutes), pour chaque catégorie d'apiculteurs et chaque pose



➤ Aisance de l'apiculteur lors de la pose du piège à huile évaluée par l'enquêteur :

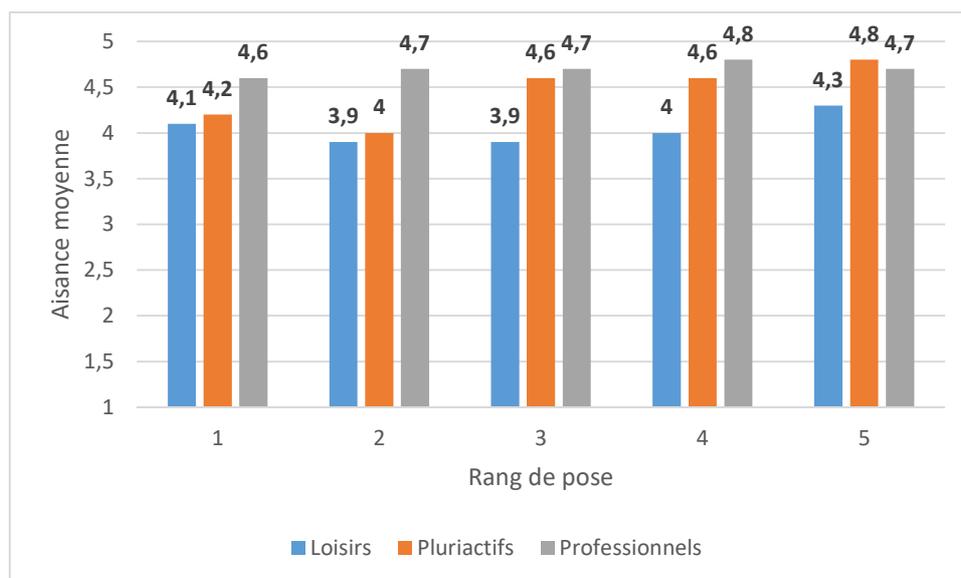
L'aisance moyenne de la pose du piège à huile a été évaluée comme étant entre bonne et très bonne et s'améliorait avec l'expérience de pose du piège à huile (Figure 82).

Figure 82 : Aisance moyenne des apiculteurs pour la pose du piège à huile, évaluée par l'enquêteur en fonction du nombre de poses réalisées



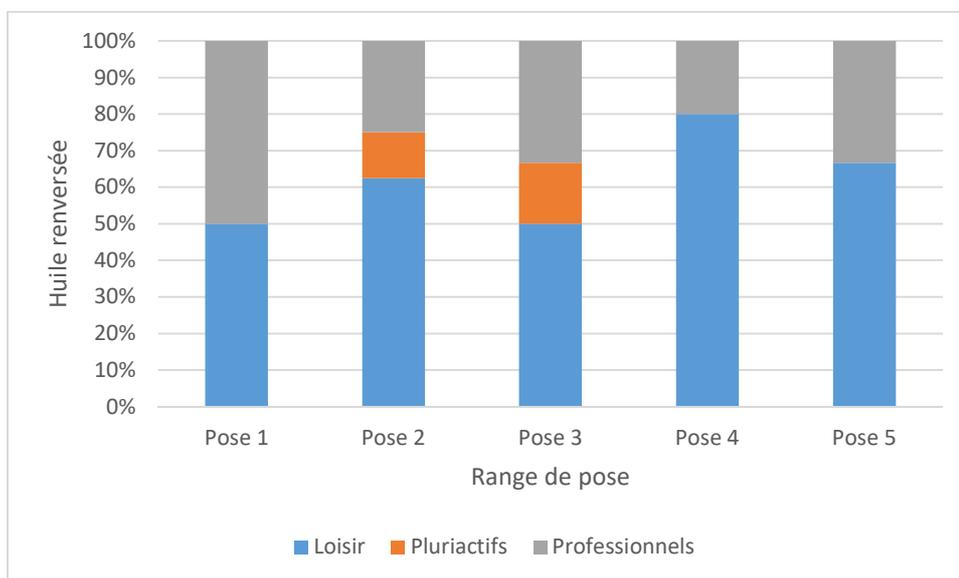
Une amélioration de l'aisance entre la première et la cinquième pose du piège à huile a été constatée. Les apiculteurs de loisir étaient moins à l'aise que les autres catégories d'apiculteurs (Figure 83).

Figure 83 : Aisance moyenne des apiculteurs pour la pose du piège à huile, évaluée par l'enquêteur en fonction du nombre de poses réalisées et par catégorie d'apiculteurs



La Figure 84 indique le pourcentage d'apiculteurs qui ont renversé de l'huile lors de la mise en place des pièges en fonction de leur catégorie et du rang de pose. On constate que les apiculteurs de loisir en renversaient davantage que les autres.

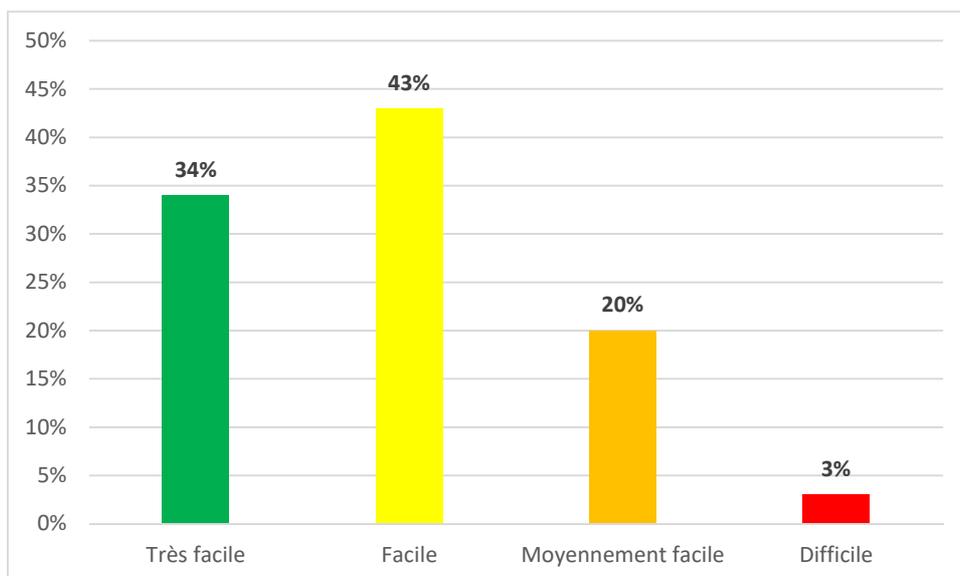
Figure 84 : Pourcentage d'apiculteurs ayant renversé de l'huile à côté du piège pendant sa mise en place, en fonction du nombre de pose et par catégorie d'apiculteurs



➤ Aisance de l'apiculteur lors de la pose du piège à huile évaluée par les apiculteurs :

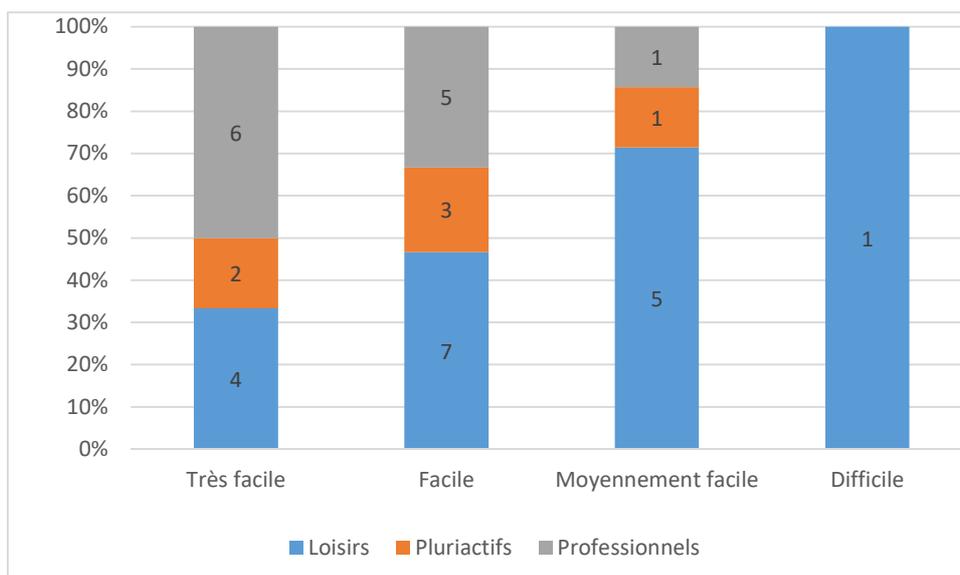
L'évaluation de la facilité de pose du piège à huile était plus hétérogène que celle du piège en plastique alvéolé : 43 % des apiculteurs l'ont qualifiée de « facile », 34 % de « très facile », 20 % de « moyennement facile » et 3 % de « difficile » (Figure 85).

Figure 85 : Évaluation de la facilité de la pose du piège à huile par les apiculteurs



Les apiculteurs de loisirs avaient tendance à trouver l'installation du piège à huile plus difficile que les autres catégories (Figure 86).

Figure 86 : Évaluation de la facilité de la pose du piège à huile par les apiculteurs, en fonction de leur catégorie



➤ Limites rencontrées lors de la pose du piège à huile

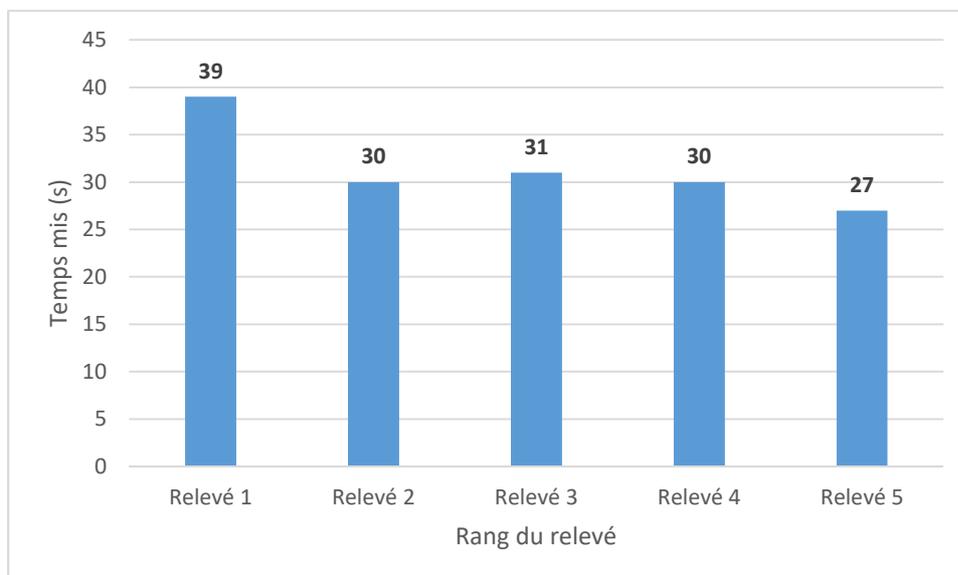
Durant la mise en place des pièges à huile, 56 % des apiculteurs ont posé des questions qui concernaient le lieu de pose des pièges et la quantité d'huile à verser dans les pièges. Lors de la période d'installation des pièges, certaines ruches étaient équipées de hausses et d'autres en ont reçues après la visite. La question de savoir s'il valait mieux poser les pièges dans le corps de la ruche ou dans la hausse a été aussi posée par quelques apiculteurs.

4.2.2. Relevé du piège à huile

➤ Temps de relevé :

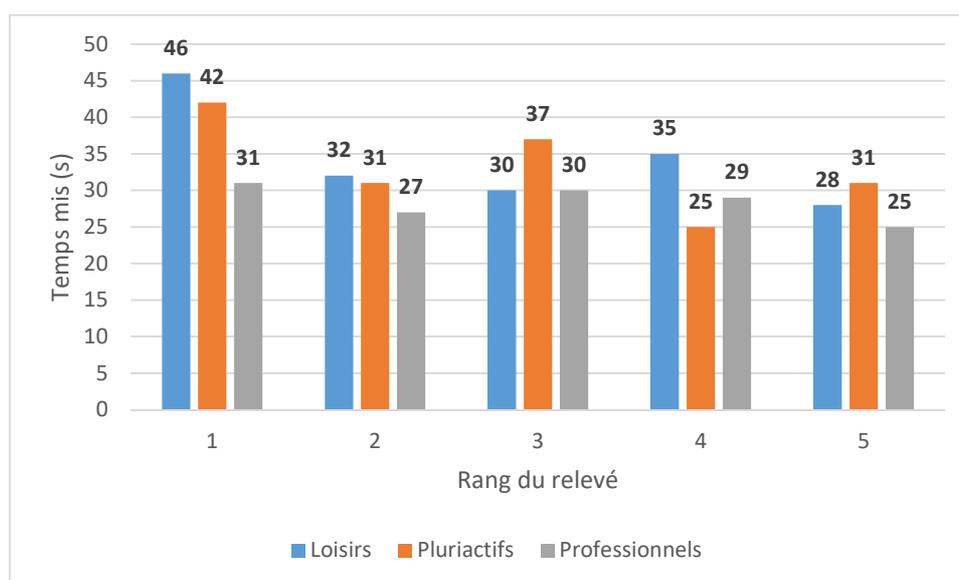
Le temps de relevé moyen global des pièges à huile était de 32 s par ruche. Une diminution de la durée moyenne pour le relevé du piège à huile a été constatée avec l'augmentation du nombre de relevés effectués (Figure 87).

Figure 87 : Durée moyenne du relevé du piège à huile (en secondes), pour chaque relevé



Une diminution globale du temps moyen de relevé du piège à huile a été constatée pour tous les types d'apiculteurs. Les apiculteurs professionnels étaient un peu plus rapides que les autres types d'apiculteurs (Figure 88).

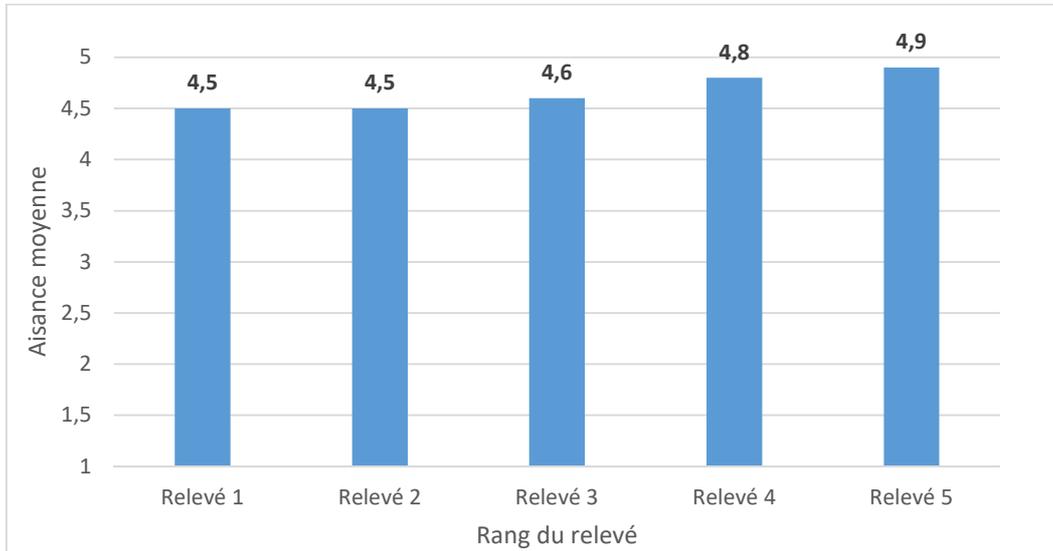
Figure 88 : Durée moyenne du relevé du piège à huile (en secondes), pour chaque catégorie d'apiculteurs et chaque relevé



➤ Aisance de l'apiculteur lors du relevé du piège à huile évaluée par l'enquêteur :

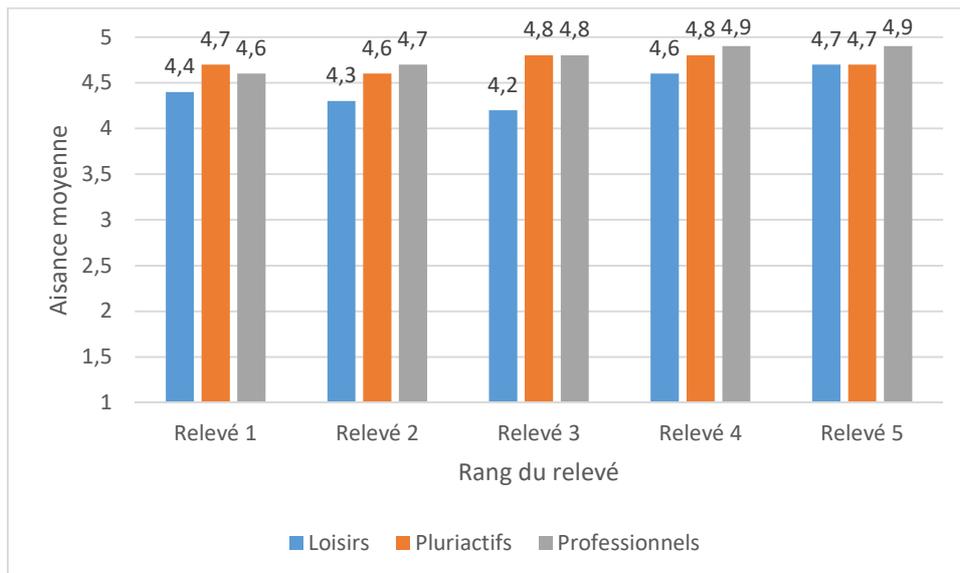
L'aisance moyenne du relevé du piège à huile a été estimée entre bonne et très bonne, et s'améliorait avec l'expérience de relevé des pièges à huile (Figure 89).

Figure 89 : Aisance moyenne des apiculteurs pour le relevé du piège à huile, évaluée par l'enquêteur en fonction du nombre de relevés réalisés



Les apiculteurs de loisir étaient moins à l'aise pour le relevé du piège à huile que les autres catégories d'apiculteurs pour les quatre premiers relevés (Figure 90).

Figure 90 : Aisance moyenne des apiculteurs pour le relevé du piège à huile, évaluée par l'enquêteur en fonction du nombre de relevés réalisés et par catégorie d'apiculteurs

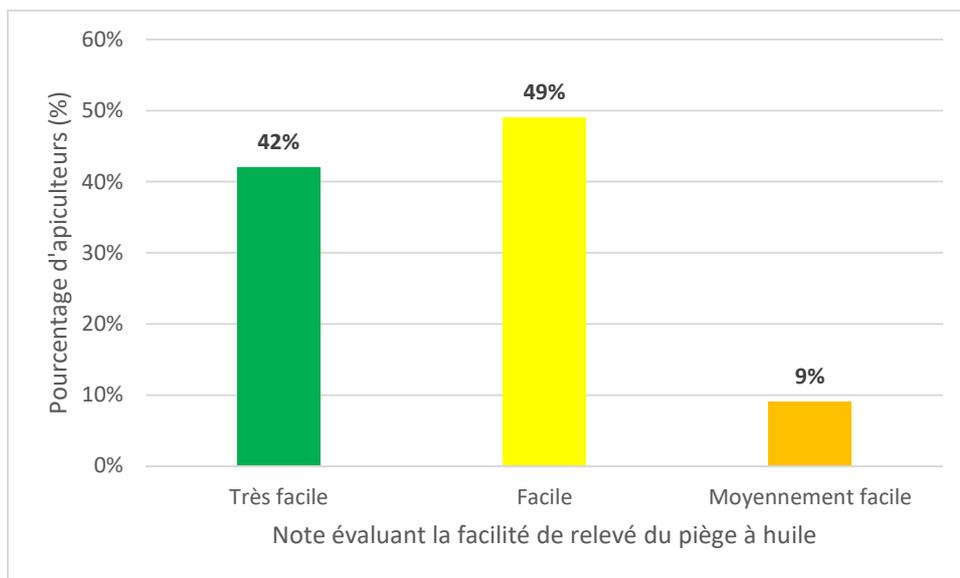


Seuls quelques apiculteurs, toutes catégories confondues, ont renversé de l'huile lors du premier et du second relevé du (17 %) piège puis un seul a renversé de l'huile pour le troisième relevé, aucun pour les deux derniers.

➤ Aisance de l'apiculteur lors du relevé du piège à huile évaluée par les apiculteurs :

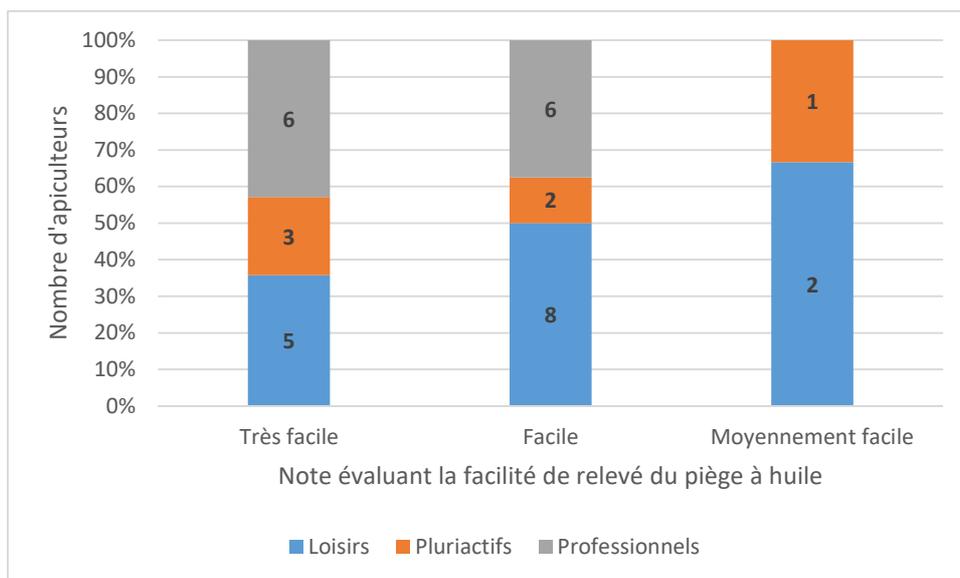
Au total, 49 % des apiculteurs ont qualifié le relevé du piège à huile de « facile », 42 % de « très facile » et 9 % de « moyennement facile » (Figure 91).

Figure 91 : Évaluation de la facilité de relevé du piège à huile par les apiculteurs



Les apiculteurs professionnels ont trouvé le relevé du piège à huile plus facile que les autres catégories d'apiculteurs (Figure 92).

Figure 92 : Évaluation de la facilité de relevé du piège à huile par les apiculteurs, en fonction de leur catégorie



➤ Limites rencontrées lors du relevé du piège à huile :

Les apiculteurs n'ont pas posé de question pour cette étape de relevé du piège à huile. Seuls quelques apiculteurs (n=3) ont relevé la difficulté de retrait du piège hors des cadres avec des gants.

4.3. Bilan comparatif de la faisabilité pratique

Le Tableau 9 synthétise les principaux résultats d'évaluation de la faisabilité pratique caractérisant l'utilisation des deux types de piège, pour la pose et le relevé.

Tableau 9 : Bilan comparatif de l'utilisation des deux types de pièges

	Piège en plastique alvéolé		Piège à huile	
	Pose	Relevé	Pose	Relevé
Temps moyen	14 s	1 min	1,6 min	32 s
Gain de rapidité entre la 1^{ère} pose et les suivantes	Oui	Non	Oui sauf catégorie loisir	Oui
Facilité moyenne toutes catégories	Très facile	Facile	Facile	Facile
Catégorie d'apiculteur le plus à l'aise	Très facile toutes catégories confondues	Moins facile pour la catégorie loisir	Moins facile pour la catégorie loisir	Moins facile pour la catégorie loisir
Questions posées/difficultés rencontrées	Lieu de pose	Visibilité (débris dans les canules du piège commercialisé) Abeilles sur les pièges	Quantité d'huile Lieu de pose Renversement d'huile	Manipulation difficile avec les gants

5. Acceptabilité du piégeage

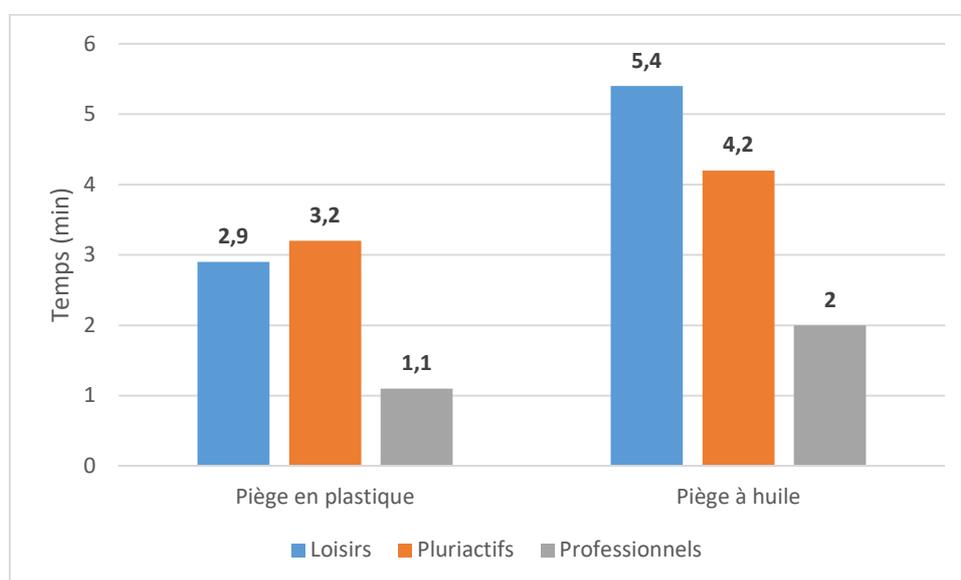
Les pièges ont été laissés un temps variable en place dans les ruches selon les apiculteurs, avec un relevé à effectuer toutes les deux semaines par les apiculteurs eux-mêmes. Initialement, une durée de 2 mois avait été fixée pour les visites réalisées à la fin de l'été 2016. Pour les apiculteurs chez qui les pièges ont été installés au printemps 2017, ils ont été laissés en place durant 3 à 6 semaines selon la date de la visite. Les apiculteurs avaient en leur possession le document de suivi sur lequel ils devaient indiquer la date des relevés, les autres activités qu'ils avaient éventuellement faites lors de ces relevés, le temps qu'avaient pris ces contrôles et les difficultés qu'ils avaient pu rencontrer pour chaque type de piège. Le document m'était ensuite envoyé à la fin de la période fixée.

Dans le cas où les apiculteurs auraient eu une suspicion d'infestation au cours de la période de test des pièges et afin de les sensibiliser à la procédure correspondante, un document résumant les caractéristiques d'*A. tumida* et les démarches à faire lors d'une suspicion leur avait été envoyé après la première visite (Annexe 6).

5.1. Temps consacré aux relevés des pièges

En moyenne, le temps consacré au relevé des pièges par ruche était de 2,4 min pour le piège en plastique alvéolé et 4,3 min pour le piège à huile. Pour les apiculteurs de loisirs et les pluriactifs, les temps moyens estimés consacrés au relevé de chaque piège étaient plus long que pour les professionnels (Figure 93).

Figure 93 : Temps moyens estimés par les apiculteurs (en minutes) pour le relevé des pièges, par type de piège et pour une ruche, en fonction de la catégorie d'apiculteurs

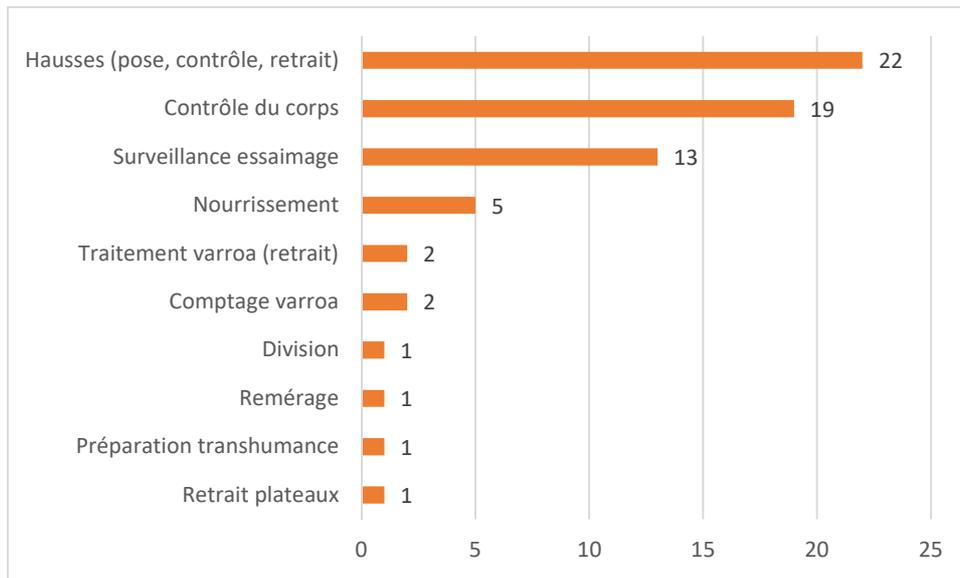


5.2. Autres activités réalisées parallèlement au relevé des pièges

En tout, 89 % des apiculteurs ont réalisé une autre activité lors du premier relevé des pièges, 78 % pour les deuxième et troisième relevés. Ainsi, durant la période de suivi des pièges qui s'est déroulée d'avril à juin 2017, les apiculteurs ont presque toujours couplé le relevé des pièges à une ou plusieurs autre(s) activité(s) (Figure 94). Les activités les plus fréquemment associées étaient le contrôle pour la pose ou le retrait de hausses, le contrôle du corps de la ruche et la surveillance de l'essaimage, qui comprend l'ouverture de la ruche avec l'observation de la présence d'amorces de cellules royales ou non. La plupart de ces activités connexes impliquait donc déjà l'ouverture de la ruche, qui pouvait ainsi être associée au contrôle des pièges à huile. Le remérage et la division ont été effectués par les ruchers école, tandis que les autres activités n'étaient pas propres à une catégorie d'apiculteurs particulière.

Figure 94 : Répartition des activités effectuées à l'occasion des visites de relevé des pièges pour les apiculteurs (n=37)

Division : diviser une colonie forte en deux colonies ; Remérage : changer la reine d'une colonie



5.3. Limites du piège en plastique alvéolé

Les limites du piège évoquées dans la suite de ce travail concernent un modèle de piège issu du commerce. La réalisation du piège à l'aide d'une plaque de polypropylène n'a pas été testée.

➤ Propolisation du piège

Pour le piège en plastique alvéolé, 17 % des apiculteurs ont noté une propolisation des canules du piège. De plus, le piège est resté collé au fond de la ruche chez 12 % des apiculteurs.

➤ Difficultés de relevé du piège

Des remarques ont été faites une nouvelle fois concernant l'utilisation du sachet plastique, et ce par un quart des apiculteurs, toutes catégories confondues. Celui-ci a été jugé trop fragile, s'est déchiré à plusieurs reprises et ses dimensions n'étaient pas adaptées au piège (Figure 95).

Figure 95 : Relevé du piège en plastique alvéolé, à gauche pendant le retrait de la ruche et à droite une fois mis dans le sac plastique (Photographie Mallet, 2017)



➤ Difficultés de lecture du piège

Des pincettes ou des fourmis ont été retrouvés dans le piège chez 12 % des apiculteurs, et 8 % ont à nouveau évoqué la difficulté à vérifier la présence d'insectes dans le piège en raison de la présence de petits morceaux de plastiques coincés dans les alvéoles. Un apiculteur a également précisé que l'humidité et les débris de la ruche tombant sur le piège rendaient sa lecture moins aisée lorsqu'il était mis dans le sac.

➤ Déplacement du piège

Le piège en plastique alvéolé a été retrouvé en partie sorti de la ruche chez 10 % des apiculteurs, dépassant plus du plancher de vol que lorsqu'il avait été installé. Ce phénomène avait déjà pu être observé lors de deux visites et était causé par les abeilles qui poussaient le piège.

➤ Nuisance pour la colonie d'abeilles

Enfin, 8 % des apiculteurs ont estimé que le piège gênait le passage des abeilles par le trou de vol de la ruche.

5.4. Limites du piège à huile de modèle Beetle Blaster®

Comme cela a été précédemment présenté dans la partie bibliographique, il existe plusieurs modèles de piège à huile et les limites évoquées dans la suite de ce travail sont valables pour le modèle Beetle Blaster® utilisé dans cette étude.

➤ Mauvaise adaptation à la saison de production

En tout, 11 % des apiculteurs toutes catégories confondues ont spontanément noté que le piège à huile n'était pas adapté à la saison de production. Les motifs avancés étaient le retrait des hausses lorsque les pièges se trouvaient dans le corps, et la transhumance qui ne peut se faire en leur présence

ou alors seulement en étant particulièrement précautionneux en déplaçant les ruches. Deux apiculteurs ont soulevé le problème de la pose de hausses une fois que les pièges étaient dans le corps : ils ne savaient pas où poser les pièges sans les renverser en voulant les déplacer. De plus, il a été souligné que les pièges dans les hausses rallongeaient le contrôle de celles-ci et que le risque de renverser de l'huile était problématique. Pour certains modèles de ruches, le piège était trop large pour facilement passer entre les cadres du corps.

➤ Renversement d'huile

Tout comme lors de la visite, l'utilisation d'huile a suscité certaines difficultés. En effet, 44 % des apiculteurs ont indiqué avoir renversé de l'huile lors des relevés, 75 % étant des apiculteurs de loisir. De plus, deux d'entre eux ont choisi de transhumer avec les pièges. Dans l'un des cas, un renversement dans la ruche et la mort d'une cinquantaine d'abeilles a été constaté. Si la reine avait été touchée, cela aurait causé un fort préjudice à la colonie comme à l'apiculteur. Dans l'autre cas, la transhumance s'est déroulée sans encombre avec le piège à huile en place. Trois apiculteurs professionnels ont complètement renversé le piège parce que celui-ci était collé au nourrisseur. Un apiculteur a également retrouvé des abeilles mortes dans l'huile renversée à côté des pièges lors de leur mise en place.

➤ Contamination du piège

Deux problèmes importants se sont posés pour le piège à huile : d'une part une contamination du réservoir par des débris provenant probablement du nettoyage de la hausse par les abeilles, et d'autre part le piégeage d'autres insectes. Ainsi, 13 % des apiculteurs ont retrouvé des débris de cire et propolis dans les pièges, 10 % ont constaté la présence d'autres insectes à l'intérieur de ceux-ci et 6 % ont noté que la lecture des pièges était difficile. Les insectes retrouvés ont été identifiés par les apiculteurs comme étant des staphylins (*Ocytus olens*) ou des forficules (*Forficula auricularia*), communément appelé Pince-oreille ou Perce-oreille, ainsi que des fourmis (Figure 96). Un apiculteur a également déclaré avoir retrouvé des varroas dans l'un des pièges.

Figure 96 : Fourmi noyée dans le piège à huile suite à un relevé réalisé par un rucher école d'Ile de France (Photographie Prigent, 2017)



La formation de bulles d'air a aussi été notée par un rucher école, ce qui a priori n'a pas posé particulièrement problème pour la lecture du piège (Figure 97).

Figure 97 : Formation de bulles d'air dans un piège à huile installé dans un rucher école d'Ile de France (Photographie Prigent, 2017)



➤ Propolisation du piège

La propolisation du piège a été constatée par 45 % des apiculteurs (Figure 98). Cela dépendait de la sous-espèce d'abeille, certaines propolisant plus que d'autres. Au sein d'une même sous-espèce, cette caractéristique pouvait également varier d'une colonie à une autre. Cela peut représenter un frein à l'utilisation du piège, plus difficile à décoller et à contrôler en présence de propolis. La propolisation des pièges peut également contribuer à expliquer l'augmentation du temps consacré au relevé des pièges estimé par l'apiculteur lors de la phase de suivi, par rapport à celui mesuré le jour de la visite par l'enquêteur. Le piège a également été ciré chez un apiculteur.

Figure 98 : Piège à huile propolisé après trois semaines au sein de la ruche (Photographie Prigent, 2017)



➤ Fragilité du piège

La fragilité du piège à huile a été mentionnée par 11 % des apiculteurs, dans 75 % des cas par des apiculteurs de loisir et dans 25 % par des apiculteurs professionnels. L'un d'eux a aussi cassé le piège en voulant le sortir d'entre les cadres, celui-ci ayant été propolisé.

De plus, deux apiculteurs ont souligné que ne pas pouvoir réutiliser le piège d'une saison à une autre était un défaut majeur pour eux, évoquant notamment des motifs écologiques.

5.5. Perception de la charge de travail liée à l'étude et poursuite de la surveillance par piégeage

Pour 94 % des apiculteurs, le temps consacré au relevé des pièges dans le cadre de l'étude s'est avéré acceptable. Pour les autres, la saison de production ne se prêtait pas à cette surveillance et elle aurait été plus acceptable en août, lorsque la charge de travail est moins importante pour les apiculteurs.

Il était par ailleurs demandé aux apiculteurs s'ils étaient prêts à s'investir dans la surveillance par piégeage l'année prochaine : 93 % des volontaires interrogés ont répondu positivement. Dans le cas contraire, les raisons évoquées étaient le manque de temps et toutes les catégories étaient concernées équitablement par ce refus, à savoir une personne de chaque catégorie.

5.6. Bilan du suivi des pièges et de l'évaluation de l'acceptabilité

➤ Perception qualitative des pièges par les apiculteurs

Le document « bilan » distribué aux apiculteurs pour le suivi des pièges leur permettait d'indiquer quatre adjectifs de leur choix pour qualifier chacun des deux pièges. Tous les apiculteurs n'ont pas donné autant d'adjectifs que demandé. Le Tableau 10 présente les adjectifs positifs et négatifs cités par les apiculteurs pour le piège en plastique alvéolé, et le Tableau 11 pour le piège à huile.

Tableau 10 : Qualificatifs employés par les apiculteurs pour décrire le piège en plastique alvéolé

	Qualificatifs	Nombre d'apiculteurs	Pourcentages (n=34)
Positifs	Facile	20	59 %
	Pratique	8	24 %
	Rapide	6	18 %
	Facile à lire	2	6 %
	Maniable	2	6 %
Négatifs	Moins pratique à lire que le piège à huile	8	24 %
	Propolisable	3	9 %
	Dérange les abeilles	3	9 %
	Peu fiable	2	6 %

Autres qualificatifs cités une seule fois : encombrant, propre, résistant, trop léger, économique, non invasif, réutilisable, opaque.

Tableau 11 : Qualificatifs employés par les apiculteurs pour décrire le piège à huile

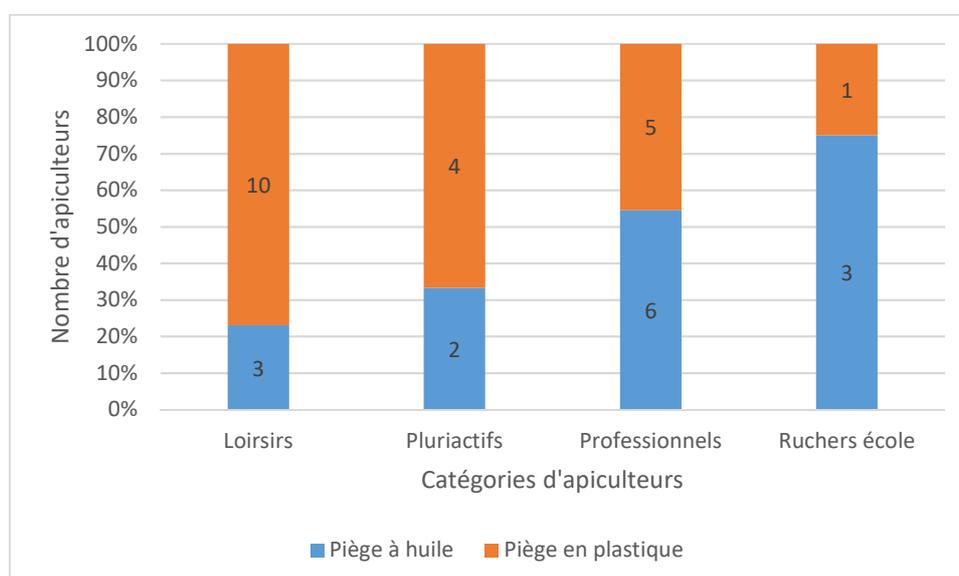
	Qualificatifs	Nombre d'apiculteurs	Pourcentages (n=34)
Positifs	Minutie	8	24 %
	Facile	8	24 %
	Facile à lire	4	12 %
	Efficace	4	12 %
Négatifs	Moins pratique que le piège à huile	6	18 %
	Contraignant	5	15 %
	Plus long	4	12 %
	Plus technique que le piège en plastique alvéolé	4	12 %
	Risqué	3	9 %
	Transhumance impossible	3	9 %
	Salissant	2	6 %
	Fragile	2	

Autres qualificatifs cités une seule fois : maniable, stable, long, propolisation, encombrant, usage unique, perfectible, lecture difficile, non adapté aux hausses, bien toléré par les abeilles, adaptable, résistant, peu contraignant

➤ Choix du piège

Toutes catégories confondues, 59 % des apiculteurs ont répondu qu'ils choisiraient le piège en plastique alvéolé et 41 % le piège à huile, s'ils devaient poursuivre la surveillance par piégeage. Les apiculteurs de loisirs et les apiculteurs pluriactifs préféraient le piège en plastique et les apiculteurs professionnels ainsi que les ruchers écoles le piège à huile (Figure 99).

Figure 99 : Choix du piège en fonction des différentes catégories d'apiculteurs



IV. Discussion

1. Discussion de la méthode

1.1. Recrutement des apiculteurs volontaires

L'une des principales difficultés de ce travail a été le recrutement d'apiculteurs volontaires, pour plusieurs raisons. La filière est tout d'abord relativement déstructurée, avec un grand nombre d'acteurs coopérant plus ou moins entre eux. Cela peut rendre difficile la transmission des informations entre les différents organismes. Ensuite, deux apiculteurs professionnels ont évoqué un manque de temps, l'étude se déroulant durant une période d'activité importante (pose des hausses, contrôle de l'essaimage, transhumance...).

Concernant le recrutement d'apiculteurs volontaires pour participer à cette étude, les moyens les plus efficaces ont été la coopération avec la section apicole de la FRGDS Rhône-Alpes, travaillant déjà avec un réseau de bénévoles, ainsi que l'intervention que j'ai personnellement réalisée lors de l'assemblée générale de l'ADAIF, rassemblant un grand nombre d'apiculteurs et permettant un réel échange avec eux pour motiver leur participation.

Le recrutement ayant été basé sur le volontariat, les résultats obtenus dans cette étude sont en partie biaisés. En effet, les résultats d'acceptabilité et les connaissances sur le petit coléoptère des ruches ont pu être surestimés par rapport à un recrutement aléatoire des apiculteurs ; les apiculteurs volontaires pour cette étude étant peut-être davantage sensibilisés aux problématiques sanitaires de la filière apicole. Notre échantillon n'est donc pas représentatif de l'ensemble des apiculteurs de France. L'objectif était de réaliser une étude exploratoire, la mise en place d'un protocole de surveillance national standardisé ne devrait donc pas être uniquement basée sur ce travail, qui constitue seulement une recherche préliminaire à une étude plus poussée qui devrait, dans l'idéal, être effectuée à partir d'un échantillonnage aléatoire.

1.2. Choix des zones d'étude

Les trois zones géographiques choisies pour ce travail l'avaient été afin de savoir s'il existait des différences de sensibilisation à la menace représentée par le petit coléoptère des ruches, de faisabilité et d'acceptation du piégeage. Les connaissances étaient variables selon les zones mais les apiculteurs du Var et de la Haute-Savoie de notre échantillon, qu'on aurait pu imaginer davantage sensibilisés en raison de la proximité géographique et des conditions climatiques plus favorables au développement du parasite dans le cas du Var, avaient finalement de moins bonnes connaissances que ceux d'Ile de France. Cela peut s'expliquer par le fait que la quasi-totalité des volontaires de cette zone était membre de l'ADAIF, qui organise régulièrement des réunions d'information et de sensibilisation autour des menaces de l'abeille.

L'éloignement géographique des trois zones a entraîné un coût de déplacement élevé et a nécessité un temps important de transport. Elle a donc constitué un frein à la réalisation des visites, celles-ci ayant été faites sur une période temporelle réduite. De plus, sur le plan organisationnel, il était impératif d'effectuer les visites dans une même zone de façon groupée, notamment pour le sud de la France, ce qui a ajouté une contrainte supplémentaire pour la prise de rendez-vous avec les apiculteurs.

1.3. Choix du matériel

Le matériel utilisé pour cette étude a, dès les premières visites, présenté des limites qui auraient pu être envisagées plus précocement. Tout d'abord, le sachet plastique utilisé pour le relevé du piège en plastique alvéolé ne présentait pas les bonnes dimensions. Il était également très fragile et rapidement endommagé par les angles du piège lors des relevés. Le piège à huile était lui aussi relativement fragile. En découpant les pièges qui sont commercialisés par plaquettes de dix, accrochés les uns aux autres, plusieurs se sont fendus sur les bords. De plus, ce piège n'est pas réutilisable et son coût est aussi élevé qu'un autre modèle présentant une ouverture, rendant un nettoyage possible et un accès plus aisé au contenu piégé dans l'huile. Ainsi, il aurait été préférable de proposer un sachet de relevé aux dimensions adaptées au piège ainsi qu'un autre modèle de piège à huile réutilisable.

1.4. Nombre de ruches équipées

Le choix du nombre de ruches à équiper chez un apiculteur avait initialement été fixé à dix ruches, cinq devant être équipées du piège à huile et cinq autres du piège en plastique alvéolé. Néanmoins, les apiculteurs de loisirs ayant fréquemment moins de dix ruches, il a finalement été décidé d'équiper cinq ruches avec les deux pièges. De plus, quelques apiculteurs volontaires ayant moins de cinq ruches ont souhaité participer à l'étude et le maximum de ruches était alors équipé avec les deux pièges, sans répétition des manipulations sur une même ruche (il aurait en effet été possible de faire répéter la pose et le retrait des pièges plusieurs fois sur une même ruche afin que l'apiculteur ait fait cinq manipulation), ce afin de ne pas stresser davantage les colonies d'abeille. Le fait d'inclure ces apiculteurs de loisirs ayant peu de ruches dans notre échantillon était important, car ils représentent une partie importante de la population française des apiculteurs : en 2013, 91 % des apiculteurs étaient dits de loisirs en France, possédant de une à 30 ruches (Ministère de l'agriculture et de l'alimentation). D'après l'Union Nationale de l'Apiculture Française (UNAF), en 2015, 65 000 apiculteurs possédaient moins de dix ruches (Unaf). Par ailleurs, le recrutement de volontaires ayant constitué une des difficultés majeures du projet, il aurait été dommageable de ne pas les inclure dans cette étude.

1.5. Évolution et variations du protocole au cours de l'étude

- Adaptation du protocole aux ruchers école :

Pour différentes raisons, la visite de terrain dans le cas des ruchers écoles ne respectait pas le protocole prévu initialement. L'entretien semi-directif initial n'était pas mené : les participants étaient nombreux et il m'a paru plus pertinent de m'adresser à l'ensemble du groupe plutôt qu'à un apiculteur en particulier, ce qui m'aurait permis de respecter le protocole mais pas d'échanger avec l'ensemble du groupe (Figure 100). Ainsi, le petit coléoptère était présenté et les apiculteurs partageaient leurs connaissances sur le sujet. Ensuite, après explication du fonctionnement des pièges, ceux-ci étaient mis en place par un seul ou par différentes personnes souhaitant tester leur utilisation. Le suivi était ensuite effectué par un ou plusieurs intervenants, selon l'organisation de l'association. Les visites n'étaient en général pas effectuées toutes les semaines et demandaient une organisation plus complexe. Les personnes intervenant sur le site n'étaient pas non plus toujours les mêmes d'une séance à une autre. De plus, le relevé des pièges ne pouvait être effectué en dehors des dates de regroupement prévues. Enfin, seuls les documents de suivi et de bilan remplis par une personne

responsable du rucher ont été analysés dans cette étude. Toutefois, la collaboration avec les ruchers écoles a été très intéressante pour cette étude, car elle a permis de regrouper un grand nombre d'apiculteurs au cours des visites. Un réel travail de communication a donc pu être fait autour du petit coléoptère et du piégeage. Ainsi, les ruchers écoles ont été des partenaires de travail intéressants en raison du nombre d'adhérents qu'ils ont permis de sensibiliser et de faire intervenir, même si cette collaboration a impliqué une adaptation particulière du protocole.

Figure 100 : Mise en place des pièges au cours de la visite d'un rucher école dans le Var (Photographie Mallet, 2017)



- Variation de la durée de suivi du piégeage

Les pièges ont été laissés en place pendant une durée variable dans les ruches pour plusieurs raisons. Dans un premier temps, une durée de trois mois a été arbitrairement choisie pour ceux installés à la fin de l'été 2016, avec une fréquence de relevé de 15 jours. Cela permettait d'effectuer six relevés. Au printemps 2017, la durée a été réduite à six semaines puis à trois semaines. Ce choix a été fait en raison de la contrainte de temps relatif à la thèse vétérinaire, mais aussi parce que l'évolution du piège au sein de la ruche est rapidement observable : le travail de propolisation par les abeilles du piège à huile est en effet effectué en seulement quelques jours. De plus, il n'existait pas de recommandations ou d'étude indiquant à quelle fréquence relever les pièges. Seul l'article de Schäfer *et al.* (2008) indiquait qu'au bout de 48 heures d'utilisation du piège en plastique alvéolé, dans un contexte d'infestation, des petits coléoptères étaient retrouvés cachés à l'intérieur du piège.

1.6. Visites réalisées par deux enquêteurs

Bien qu'une visite ait été effectuée en commun, il est probable que les deux opérateurs aient eu des critères d'évaluation parfois différents. La notation de l'aisance est l'un des exemples que l'on peut citer, celle-ci étant évaluée sur une échelle de 1 à 5 et étant dépendante du jugement de l'observateur. Néanmoins, on peut imaginer que les visites faites par un même opérateur ont été menées de la même façon et avec des critères similaires de l'une à l'autre, les résultats obtenus ayant été proches : seuls des résultats différents ont été trouvés pour le piège à huile en termes de temps de pose, de relevé et d'évolution de ces temps en fonction du nombre de manipulations effectuées.

1.7. Avantages et limites de l'entretien semi-directif

L'entretien semi-directif réalisé en début de visite présentait à la fois des avantages et des inconvénients. Il permettait d'avoir les réponses des apiculteurs « à chaud » et de rendre compte de leurs connaissances réelles tandis qu'en envoyant un document à remplir, des informations auraient pu être cherchées, dans des ouvrages ou sur internet par exemple, par les apiculteurs et ne pas rendre compte de leurs connaissances effectives. La plupart des questions étaient ouvertes, notamment celles concernant les connaissances sur le petit coléoptère des ruches, sur les méthodes de détection actuelles et sur la réglementation, et également pour les commentaires généraux sur la fiche du suivi des pièges et pour les qualificatifs à donner pour chacun des pièges en bilan. L'avantage est d'avoir laissé une plus grande liberté aux apiculteurs et donc d'avoir obtenu certains résultats plus en accord avec leurs observations ou opinions que dans le cas des questions fermées. Néanmoins, ces dernières auraient permis un traitement plus facile des résultats, une meilleure homogénéisation de ceux-ci d'où des conclusions plus évidentes, mais peut être plus limitées. De plus, une partie des réponses des apiculteurs n'a pas pu être présentée dans cette étude, comme c'est le cas pour leur perception de la réglementation actuelle ou leur vision d'une méthode de détection efficace, en raison de la limite de temps rencontrée pour réaliser cette étude.

1.8. Difficultés liées à la simulation des relevés

Le protocole comprenait le relevé de chaque piège après leur pose, sur les cinq ruches. Il s'est avéré assez lourd de l'effectuer à cinq reprises pour le piège à huile, pour plusieurs motifs. En effet, la multiplication des manipulations augmentait les risques de renverser l'huile, la durée d'ouverture des ruches, le stress de la colonie ainsi que celui de l'apiculteur. Il aurait peut-être été plus pertinent de ne demander à l'apiculteur d'effectuer qu'un seul relevé, ce dernier étant, de plus, effectué dans les conditions éloignées de celles rencontrées lors du relevé du piège plusieurs jours après sa mise en place (piège propolisé, collé au couvre cadre...). Pour le piège en plastique alvéolé, il était parfois difficile sans insecte présent dans les alvéoles de faire comprendre à l'apiculteur la nécessité d'un retrait rapide. Ces conditions de test étaient donc éloignées de la réalité d'une infestation. Il aurait pu être intéressant de montrer une vidéo du comportement de coléoptères adultes à l'ouverture d'une ruche infestée afin que les apiculteurs se rendent davantage compte de leur rapidité et de la difficulté potentielle que cela engendre pour le relevé du piège en conditions réelles.

De même, une simulation de relevé en situation de cas positif avec le piège en plastique alvéolé, c'est-à-dire en imaginant que des insectes suspects étaient retrouvés dans le sachet, devait être effectuée. L'apiculteur devait noter au marqueur sur ce dernier tous les éléments (date de prélèvement, nom et adresse de l'apiculteur, emplacement du rucher) nécessaires à l'envoi du prélèvement. Cette étape a été faite lors des premières visites puis s'est rapidement avérée assez lourde à mettre en œuvre. En effet, écrire nécessitait souvent le retrait des gants, les abeilles pouvaient être stressées en fin de visite après l'ouverture des ruches et tenter de piquer. Pour la suite des visites, j'ai décidé de simplement demander à l'apiculteur de citer oralement ce qu'il noterait sur le sachet s'il avait une suspicion, s'il savait à qui envoyer le prélèvement et qui prévenir. Néanmoins, les réponses des candidats n'ont pas toutes été notées et ne sont donc pas rapportées dans les résultats.

1.9. Comportement des abeilles et manipulations

Qu'il s'agisse du piège à huile ou de celui en plastique alvéolé, l'ouverture de la ruche ou le positionnement de l'apiculteur devant le trou de vol entraînait un stress chez les abeilles. Dans le cas où la colonie était déjà réactive, la présence de plusieurs opérateurs sur le rucher et les manipulations pouvaient exacerber ce comportement agressif. Cela a parfois compliqué le déroulement du protocole et empêché certaines observations et mesures, plus particulièrement lors de trois visites, deux chez des professionnels et l'une chez un apiculteur de loisir.

2. Discussion des résultats

2.1. Différences de sensibilisation entre les apiculteurs

Les apiculteurs d'Ile de France étaient plus sensibilisés que ceux des autres départements à la menace représentée par *A. tumida*. Ayant été recrutés en grande partie grâce à l'ADAIF qui organise régulièrement des réunions d'information et de sensibilisation à différentes menaces, cela peut en partie expliquer les différences de sensibilisation observées. De plus, les apiculteurs volontaires investigués par la FRGDS Rhône-Alpes avait en moyenne eu connaissance de l'existence du petit coléoptère des ruches plus tôt que ceux investigués par l'ENVA : 57 % des participants en avaient entendu parler après 2014 pour les premiers et 74 % pour les seconds. Une des hypothèses pouvant expliquer ces différences est le fait que le GDSRA agit depuis plusieurs années pour sensibiliser les apiculteurs à la menace. En revanche, les connaissances du cycle de reproduction étaient similaires pour les deux groupes.

2.2. Difficultés liées au suivi de données du piégeage

L'expérience ayant été réalisée en plusieurs temps, la récupération des feuilles de suivi et de bilan a parfois été laborieuse. Pour le suivi, deux documents n'ont pas été transmis par les apiculteurs et pour le bilan, deux documents n'ont pas été transmis à la FRGDS et sept à moi-même. Cela était lié à des oublis d'envoi de fichiers (feuille de suivi bien transmise mais feuille de bilan oubliée), au manque de temps des apiculteurs pendant les mois d'été et au fait que les relances devenaient trop tardives pour pouvoir être exploitées dans le cadre de ce travail de thèse.

Les documents de suivi ont été remplis par les apiculteurs eux-mêmes et non par un tiers extérieur qui auraient pu observer les faits. On peut donc supposer l'existence d'un biais dans ces résultats de suivi (par exemple mesure du temps pour le relevé, observations...).

2.3. Différences entre les catégories d'apiculteurs

Les apiculteurs professionnels étaient plus rapides et plus à l'aise (aisance observée par l'enquêteur) pour la manipulation des pièges, quel que soit le modèle utilisé. La différence d'aisance lors de l'utilisation des deux types de piège, pour la pose comme pour le relevé, était donc réduite

pour cette catégorie, par rapport aux apiculteurs de loisir. Cela peut expliquer en partie les différences de préférence de piège : les professionnels renversent moins d'huile, sont plus à l'aise et s'affranchissent donc mieux des contraintes rencontrées par les apiculteurs de loisir pour la pose du piège à huile, tandis que la lecture de ce dernier a été qualifiée de plus facile que celle du piège en plastique alvéolé.

2.4. Durée de mise en place des pièges à huile

Une différence entre les temps de relevé des pièges mesurés lors de la première visite et ceux mesurés par les apiculteurs après leur suivi de plusieurs semaines a été constatée. Cela peut s'expliquer par le fait que les apiculteurs ont rencontré des difficultés lors de certaines manipulations des pièges, comme la propolisation ou la présence d'insectes, allongeant ainsi les temps consacrés au relevé des pièges ; ceux-ci étant toutefois plus réalistes que ceux mesurés lors de la première visite car représentant les conditions réelles de relevé des pièges.

2.5. Insectes piégés au cours de l'étude

De nombreux apiculteurs ont posé la question du devenir des pièges après l'étude. Il avait été envisagé de récolter tous les insectes capturés afin de les identifier. Pour des raisons financières et d'organisation, cela n'a pas été effectué.

2.6. Comparaison avec les résultats obtenus en Italie

Ces deux types de pièges ont été utilisés en Italie, comme expliqué précédemment, notamment dans les ruchers négatifs qui ont été inspectés dans les zones de protection. Ils se sont tous deux révélés peu efficaces dans le contexte italien : seuls quelques coléoptères adultes ont été retrouvés dans le piège à huile. De plus, les deux pièges ont été propolisés par les abeilles, et ce de façon très rapide pour le piège en plastique alvéolé. Les fortes températures de l'été 2015 ont également déformé ces pièges qui n'adhéraient alors plus au plancher, offrant de l'espace entre le fond de ruche et le piège lui-même (Plateforme ESA, 2017).

3. Perspectives

Cette étude constituait une première étape avant d'aller plus loin dans les analyses qui pourraient déboucher à la généralisation du piégeage en France afin de compléter les méthodes de détection actuelles. Certains aspects pratiques du piégeage sont encore à investiguer et à préciser.

3.1. Période d'utilisation et localisation des pièges

Le printemps est une période de forte activité pour les apiculteurs et les ruches reçoivent des hausses. Certains pièges ont été posés dans les corps avant la mise en place des hausses et d'autres ont été installées directement dans les hausses pour ne pas avoir à les lever à chaque contrôle, une hausse pesant très lourd. La période la plus favorable pour éviter ces problèmes serait donc d'utiliser les pièges à huile de l'automne jusqu'au début du printemps, en effectuant quelques visites avant l'hivernage en même temps que le nourrissage par exemple et d'autres lors des premières ouvertures au printemps. On peut aussi envisager de poser les pièges dans les hausses, si l'on s'assure que cela n'a d'impact ni sur la quantité ni sur la qualité de miel produite comme l'ont demandé plusieurs apiculteurs. De plus, il faudrait pouvoir étudier l'efficacité des pièges dans les hausses, en comparaison de celle obtenue lorsqu'ils se trouvent dans le corps de la ruche. D'après les connaissances du cycle d'*A. tumida*, on peut émettre l'hypothèse que la présence de miel seul peut aussi attirer les coléoptères dans les hausses, le toit leur permettant de plus de se cacher. Dans le cas des pièges en plastique, le fait de les avoir installés en période d'activité n'a pas posé de problème particulier, la pose se faisant sur le fond de ruche sans l'ouverture de celle-ci.

3.2. Durée de piégeage et fréquence des relevés

Le protocole a été réadapté à plusieurs reprises. Dans un premier temps, on peut s'interroger sur la durée pendant laquelle les pièges sont restés en place dans les ruches ainsi que sur la fréquence des relevés. En effet, aucune donnée n'est publiée dans la littérature quant aux durées optimales pour cela. Or, il serait intéressant d'un point de vue épidémiologique de connaître la durée et la fréquence de contrôle des pièges qui permettrait de maximiser les chances de piégeage, tout en minimisant le travail de l'apiculteur. Cela dépend essentiellement du contexte dans lequel est effectuée la surveillance. En zone indemne comme la France, il semblerait logique de réaliser le piégeage *a minima* pendant les périodes à risque majeur d'introduction du petit coléoptère des ruches (période des échanges à risque) ou de diffusion de celui-ci à partir d'une zone infestée (soit risque de diffusion en zone frontalière, ou à partir d'une zone qui n'aurait pas été détectée comme infestée). On peut donc présumer de l'intérêt d'avoir des périodes de piégeage long.

3.3. Choix des ruches à équiper

D'un point de vue épidémiologique, dans un contexte de très faible infestation, peu de données permettant de connaître la sensibilité des pièges existent, si ce n'est aucune pour le piège à huile. Cette question de l'efficacité des pièges a été fréquemment posée par les apiculteurs et est actuellement sans réponse. Ainsi, il faut pour le moment envisager d'équiper le maximum de colonies possible au sein d'un rucher, tout en respectant une charge de travail tolérable par les apiculteurs afin que les protocoles soient correctement suivis.

En ce qui concerne les ruches choisies pour recevoir les pièges, aucune condition n'avait été définie dans le protocole. Ainsi, au cours des visites et des discussions avec les apiculteurs, le choix leur a été laissé libre et il s'est presque systématiquement porté vers les ruches fortes. Dans un premier temps, un argument avancé pour appuyer ce choix était que les apiculteurs préféreraient ne pas stresser davantage les colonies faibles en introduisant un élément nouveau au sein de la ruche. De plus, le but de l'étude étant d'observer l'évolution des pièges au sein des colonies, on peut imaginer que le fait

d'équiper des colonies fortes permettait de mettre en évidence plus rapidement les difficultés d'utilisation des pièges, comme par exemple une propolisation plus forte ou plus rapide par les abeilles. Cependant, au niveau épidémiologique, les colonies les plus faibles sont davantage susceptibles d'être infestées par le petit coléoptère des ruches pour les raisons précédemment présentées. Dans le cadre d'un plan préventif, cibler ces dernières semble donc plus pertinent.

Enfin, les apiculteurs pluriactifs et professionnels répartissent leurs ruches sur plusieurs ruchers. Aucune caractéristique n'avait été retenue quant au choix du rucher à équiper, si ce n'est que les ruches ne devaient de préférence pas transhumer afin de simplifier le travail de l'apiculteur. La transhumance aurait en effet impliqué le retrait des pièges à huile risquant de se renverser. Le choix du rucher devrait néanmoins être réfléchi plus précisément dans le cadre de la mise en œuvre opérationnelle d'une surveillance par piégeage, certains emplacements comme ceux à proximité d'arbres fruitiers ou exposés au soleil pouvant présenter des conditions plus favorables à une infestation. Par ailleurs, en fonction de l'origine des reines d'un rucher ou de la transhumance des ruches, sélectionner certains ruchers présenterait un intérêt certain pour le dépistage.

3.4. Proposition d'un document « mode d'emploi » amélioré

Un nouveau document pouvant servir de « mode d'emploi » pour les deux pièges testés dans cette étude (Annexe 5) a été créé, à partir de la première version créée par l'Anses (Laboratoire de Sophia Antipolis), et modifié en tenant compte des informations qui ont manqué aux apiculteurs. Il indique notamment, par rapport à l'ancienne version, le temps moyen nécessaire pour la pose et le retrait des pièges, la localisation précise des deux pièges ainsi que la quantité d'huile à mettre dans le piège à huile. Il permet ainsi une avancée opérationnelle pour les acteurs de terrain et est utile à l'amélioration de l'efficacité de la surveillance. Une vidéo expliquant l'utilisation des pièges et montrant les gestes à effectuer pour la pose et le relevé sera également éventuellement créée.

3.5. Poursuite du piégeage

Le piégeage va être poursuivi par la FRGDS Rhône-Alpes à la saison prochaine et les résultats de cette étude utilisés pour adapter le protocole. De plus, un article synthétisant les résultats de ce travail sera diffusé aux adhérents.

CONCLUSION

Le petit coléoptère des ruches, *A. tumida*, est classé parmi les dangers sanitaires de première catégorie et fait partie des menaces qui pèsent sur la filière apicole française. Ce parasite, qui exerce une action spoliatrice et traumatique sur les ruches, a été détecté en Italie en 2014 et fait l'objet en France d'une surveillance essentiellement événementielle, réalisée par les apiculteurs. Dans ce contexte, le développement de méthodes de surveillance telle que le piégeage pourrait permettre d'augmenter les chances de détection précoce d'*A. tumida* sur le territoire français et de compléter le système de veille actuel.

L'objectif de ce projet était de tester l'utilisation de deux types de pièges, le piège en plastique alvéolé et le piège à huile de modèle Beetle Blaster®, au sein d'un échantillon d'apiculteurs afin de préciser la faisabilité et l'acceptabilité de ces pratiques qui n'avaient encore jamais fait l'objet de publication. Avec l'aide du GDS Rhône-Alpes, des visites ont été réalisées chez 44 apiculteurs de toutes catégories (loisirs, pluriactifs, professionnels et ruchers école) et des pièges ont été placés par les apiculteurs eux-mêmes dans cinq de leurs ruches (ou moins lorsque ceux-ci n'en avaient pas cinq). Ils ont ensuite été laissés en place plusieurs semaines au cours desquelles les apiculteurs ont effectué des contrôles des pièges. Différents paramètres ont été évalués grâce à ce protocole.

Ce travail a montré que le piège en plastique alvéolé était globalement plus facile d'utilisation par toutes les catégories d'apiculteurs de l'échantillon et préféré par les apiculteurs de loisir et pluriactifs tandis que les professionnels se tournaient davantage vers le piège à huile, qui nécessite plus de minutie. De plus, les résultats obtenus ont permis de compléter le guide d'utilisation des pièges proposé par l'Anses, dont le but est de faciliter et de favoriser l'utilisation du piégeage par les apiculteurs en tant que moyen de surveillance du petit coléoptère des ruches. Ainsi, cette étude, qui visait à étudier la faisabilité et l'acceptabilité du piégeage d'*A. tumida* au sein d'un échantillon d'apiculteurs volontaires, a été favorablement reçue par les apiculteurs et a permis de mettre en évidence des pistes d'amélioration pour l'utilisation de deux types de pièges qui ont été comparés.

Cette étude exploratoire ouvre la voie vers un travail à plus grande échelle, le piégeage ayant été bien accepté au sein du groupe d'apiculteurs volontaires. L'analyse de la faisabilité et de l'acceptabilité du piégeage, qu'il est indispensable d'explorer davantage au sein d'une population issue d'un échantillonnage aléatoire, doit aussi être complétée par l'étude de l'efficacité des pièges, les publications sur le sujet étant limitées à ce jour. L'utilisation de ces derniers en Italie a montré que, dans un contexte de faible infestation, le piégeage ne permettait pas de s'affranchir de visites sanitaires reposant sur un examen visuel des colonies, des ruchers s'étant révélés infestés à l'inspection visuelle alors qu'aucun coléoptère n'avait été détecté par les pièges.

BIBLIOGRAPHIE

- ABEILLES ANTONIENNES (2014). Emballément et mort de la reine [<http://ma.camera.free.fr/wordpress/?p=98>] (Consulté le 13/03/17)
- ANSES LNR SANTÉ DES ABEILLES (2015). Protocole de piégeage pour la détection du petit coléoptère des ruches, *Aethina tumida*
- ANSES LNR SANTÉ DES ABEILLES (2016). Le petit coléoptère de la ruche. [<https://sites.anses.fr/en/minisite/abeilles/eurl-honeybee-health>] (Consulté le 01/12/2016)
- API-DOUCEUR (2012). C'est comment dans la ruche [http://www.api-douceur.com/dans_la_ruche.html] (Consulté le 19/03/2017))
- APITHOR (2017). How to use Apithor [https://www.apithor.com.au/how_to_use_apithor.html] (Consulté le 01/03/2017)
- ARBOGAST R.T., TORTO B., TEAL P.E.A. (2009). Monitoring the Small Hive Beetle *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) with Baited Flight Traps: Effect of Distance from Bee Hives and Shade on the Numbers of Beetles Captured. *Fla. Entomol.* 92,165-166
- ARBOGAST R.T, TORTO B., TEAL P.E.A. (2010). Potential for Population Growth of the Small Hive Beetle *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) on Diets of Pollen Dough and Oranges. *Fla. Entomol.* 93, 224-230.
- BEE HIVE JOURNAL (2012). SHB trap types [<http://beehivejournal.blogspot.fr/>] (Consulté le 01/03/2017)
- BEEWEAVER APIARIES (2017). Beetle BeeGone [<http://www.beeweaver.com/beetle-beegone>] (Consulté le 01/06/17)
- BERNIER M. (2013). Piégeage et développement pupal du petit coléoptère de la ruche (*Aethina tumida*) dans les colonies d'abeilles mellifères (*Apis mellifera*) du Québec. Maîtrise en biologie végétale, Québec
- BERNIER M., FOURNIER V., ECCLES L., GIOVENAZZO P. (2014). Control of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) using in-hive traps. *Can. Entomol.* 00, 1–12
- BRUNEAU E. (2009). *Chapitre IX : Les produits de la ruche in Clément H. et al. Le Traité Rustica de l'apiculture*, Eds Rustica, Paris, 354-387
- BRUSHY MOUNTAIN BEE FARM (2017). Beetle Swater [<http://www.brushymountainbeefarm.com/search?keywords=beetle>] (Consulté le 01/03/2017)
- CARRECK N.L., ANDREE M., BRENT C.S., COX-FOSTER D., DADE H.A., ELLIS J.D., *et al.* (2013). Standard methods for *Apis mellifera* anatomy and dissection. In V Dietemann; JD Ellis; P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume I: standard methods for *Apis mellifera* research. *J. Apic.. Res.* 52, 1-40
- CHANCRIN E. et DUMONT R. (1921). Abeille. In : *Larousse Agricole*. Eds Larousse, Paris, p 6

- CLEMENT H., BARBANCON J.M., BRUNEAU E. (2002). Le traité rustica de l'apiculture. 2ème éd. Paris, Rustica.
- CUTHBERTSON A.G.S., MATHERS J.J., BLACKBURN L.F. *et al.* (2012). Screening Commercially Available Entomopathogenic Biocontrol Agents for the Control of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) in the UK. *J. Insect. Sci.* 3(3), 719-726
- CUTHBERTSON A.G.S., WAKEFIELD M.E., POWELL M.E. *et al.* (2013). The small hive beetle *Aethina tumida*: A review of its biology and control measures, *Curr. Zool.* 59 (5): 644–653
- DADANT. [<https://www.dadant.com/catalog/m01540-small-hive-beetle-trap-10-frame>] (Consulté le 01/11/2016)
- DES GOÛTS ET DES COUELURS. (Mis à jour le 01/04/201). Définitions apicoles. [<http://www.desgoutsetdescouleurs.com/tag/definitions-apicoles/>] (Consulté le 13/03/17)
- DE GUZMAN L.I., FRAKE A.M., RINDERER T.E., ARBOCAST R.T. (2011). Effect of height and color on the efficiency of pole traps for *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae). *J. Econ. Entomol.* 104, 26-31.
- DE GUZMAN L.I., PRUDENTE J.A., RINDERER T.E., FRAKE A.M., TUBBS H. (2009). Population of small hive beetles (*Aethina tumida* Murray) in two apiaries having different soil textures in Mississippi. *Science of Bee Culture - Vol. 1, No. 1*, 4-8
- DICO-CITATIONS LE MONDE (2017). Citations. [<http://dicocitations.lemonde.fr/citations/citation-113863.php>] (Consulté le 01/05/2017)
- DOMEREGO R., IMBERT G., BLANCHARD C. (2009). Les remèdes de la ruche. Monaco, Éditions Alpens.
- DONADIEU Y. (2008) La Propolis. Paris, Éditions Dangles.
- EFSA SCIENTIFIC REPORT (2013). Scientific Opinion on the risk of entry of *Aethina tumida* and *Tropilaelaps* spp. in the EU, *EFSA Journal* 2013 11(3), 28-31
- EFSA SCIENTIFIC REPORT (2015). Small hive beetle diagnosis and risk management options, *EFSA Journal* 2015 13(3), 40-48
- EGELIE A., BARBER A., SULLIVAN J., ELLIS J.D. (09/2015). *Achroia grisella* Fabricius. *In : Featured Creatures* [http://entnemdept.ufl.edu/creatures/MISC/BEES/Achroia_grisella.htm] (Consulté le 01/06/2017)
- ELLIS J.D., NEUMANN P., HEPBURN H.R., ELZEN P.J. (2002). Longevity and reproductive success of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) fed different natural diets. *J. Econ. Entomol.*, 95, 902-907
- ELLIS J.D., HEPBURN R., ELZEN P. (2004a). Confinement of small hive beetles (*Aethina tumida*) by Cape honeybees (*Apis mellifera capensis*). *Apidologie* 35, 389-396
- ELLIS J.D., KEITH J.R., DELAPLANE K.S., CAMERON C.S. RICHARDS, RANDALL H., BERRY J.A., ELZEN P.J. (2004b). Hygienic Behavior of Cape and European *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) toward *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) Eggs Oviposited in Sealed

Bee Brood. *Annals of the Entomol. Soc. Amer.* 97, 860-864

ELLIS J.D., RANDALL HEPBURN R., LUCKMAN B., ELZEN P.J. (2004c). Effects of Soil Type, Moisture, and Density on Pupation Success of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) *Environmental Entomology*, Vol. 33, no. 4, 794-798

ELLIS J.D., KEITH J.R., DELAPLANE K. S., NEUMANN P., ELZEN P.J. (2003) The effects of adult small hive beetles, *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae), on nests and flight activity of Cape and European honey bees (*Apis mellifera*). *Apidologie* 34, 399–408

ELLIS J.D., SPIEWOK S., DELAPLANE K.S., BUCHHOLZ S., NEUMANN P., TEDDERS W.L. (2010). Susceptibility of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) larvae and pupae to entomopathogenic nematodes. *J. Econ. Entomol.*, 103: 1-9

FLURI P. (1994). Réflexions des chercheurs en apiculture sur la régulation de la durée de vie des ouvrières. *Journal suisse d'Apiculture* 91, 19-27

FRANCO S. (2017). Communication écrite

GDSA24 (2017). *Aethina tumida* [<http://www.gdsa24.fr/?s=aethina>] (Consulté le 01/07/2017)

GDS BRETAGNE (2016). *Aethina tumida* [http://www.gie-elevages-bretagne.fr/admin/upload/Aethina_tumida_31.08.2016.pdf] (Consulté le 01/07/2017)

GHARBI M. (2011). Les produits de la ruche : Origines - Fonctions naturelles – Composition Propriétés thérapeutiques Apithérapie et perspectives d'emploi en médecine vétérinaire. Thèse Méd. Vét, Lyon.

HABECK DH (2002). *Nitidulidae*. In: American Beetles, Volume 2, (Arnett RH, Thomas MC, Skelley PE and Frank JH eds.), CRC Press, Boca Raton, 311-315

HEARTHWOOD (2017). Original Freeman beetle trap [<https://eheartwood.com/product/original-freeman-beetlemite-trap-bottom-wtray-5-frame-nuc/>] (Consulté le 01/03/2017)

HOFFMANN D., NEUMANN P. (2008). Potential host shift of the small hive beetle (*Aethina tumida*) to bumblebee colonies (*Bombus impatiens*). *Insectes Sociaux*, Volume 55, Issue 2, 153-162

HONEY BEE HEALTH (2017). Beetle Blaster : Small Hive Beetle Trap [<https://www.vita-europe.com/beehealth/products/beetleblaster/>] (Consulté le 01/10/2016)

HOOD M.W. (2000). Overview of the small hive beetle *Aethina tumida* in North America. *Bee World*, 81: 129-137

HOOD M.W. (2004). The small hive beetle, *Aethina tumida* : a review. *Bee World* 85, 51-59

HOOD M.W., MILLER G.A. (2003). Trappings small hive beetles (Coleoptera : Nitidulidae) inside colonies of honey bees (Hymenoptera : Apidae). *American Bee Journal*, 405-408

ISTITUTO ZOOPROFILATTICO SPERIMENTALE DELLE VENEZIE (12/09/2017). *Aethina tumida* in Italia : la situazione epidemiologica [<http://www.izsvenezie.it/aethina-tumida-in-italia/>] (consulté le 01/11/2017)

ICKO APICULTURE (2016). [<https://www.icko-apiculture.com/fr/trappe-coleoptere-athina-tumida.html>] (Consulté le 01/11/2016)

ISTITUTO ZOOPROFILATTICO SPERIMENTALE DELLE VENEZIE (2015). Investigation on the occurrence of Coleoptera on rotten fruits in Reggio Calabria province

IWOOHOO BEEKEEPING (2017). AJ's beetle eater [<http://beekeeping.iwoohoo.com.au/beehives-for-sale-sydney/beetle-traps/ajs-beetle-eater/>] (Consulté le 01/03/2017)

JEAN-PROST P. et LECONTE Y. (2005). Apiculture : Connaître l'abeille, conduire le rucher. 7^{ème} édition, Tec & Doc Lavoisier.

KIREJTSHUK A.G., LAWRENCE J.F. (1999). Notes on the *Aethina* complex (Coleoptera: levels of honeybee colonies, apiaries and regions, *Apidologie* n°38, 595–605

LEVOT G. (2011). EFFECTIVENESS OF THE INSECTICIDAL SMALL HIVE BEETLE REFUGE TRAP APITHOR™ IN REDUCING ADULT BEETLE NUMBERS IN BEE HIVES. NSW Department of Primary Industries

LEVOT G., SOMERVILLE D., ANNAND N., COLLINS D., BARCHIA I. (2016). A six-month-long assessment of the health of bee colonies treated with APITHOR™ hive beetle insecticide. *J. Apicult. Res.*

LUNDIE A. E. (1940). The small hive beetle, *Aethina tumida*. South African Department of Agriculture and Forestry Bulletin n°220

MARCHENAY P., BERARD L. (2007). L'homme, l'abeille et le miel. De Borée.

MEIKLE W.G., DIAZ R. (2012). Factors affecting pupation success of the small hive beetle, *Aethina tumida*. *J. Insect. Sci.* 12, 1-9

MEIKLE W.G., PATT J.M. (2011). The effects of temperature, diet, and other factors on development, survivorship, and oviposition of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae). *J. Econ. Entomol.*, 104, 753-763

MEIKLE W.G., PATT J.M., SAMMATARO D. (2012). Intraspecific Competition Effects on *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae). *J. Econ. Entomol.* 105, 26-33

MICHENER C.D. (1974). The Social Behavior of the Bees : A comparative Study. Harvard University Press

MURRAY A. (1864). Monograph of the family of Nitidulariae. *Transactions of the Linnean Society*, XXIV, 211-214

MURRAY A. (1867). List of Coleoptera received from Old Calabar, on the west coast of Murray to bumble bee (*Bombus* spp.) colonies in the United States. *Apidologie* 31, 455–456

NAOUM S. (2016). Les castes d'une société d'abeilles mellifères. In : *Actualisation Continue des Connaissances des Enseignants en Sciences*. [<http://acces.ens-lyon.fr/evolution/evolution/aLaUne/epigenetique/epigenetique-de-labeille/les-castes-dune-societe->

dabeilles-melliferes/] (Consulté le 01/10/2016)

NEUMANN P., ELZEN P.J. (2004). The biology of the small hive beetle (*Aethina tumida* Murray, Coleoptera: Nitidulidae) : Gaps in our knowledge of an invasive species, 2004, *Apidologie*, Springer Verlag, 35 (3), pp.229-247

NEUMANN P., HÄRTEL S. (2004). Removal of small hive beetle (*Aethina tumida*) eggs and larvae by African honeybee colonies (*Apis mellifera scutellata*), *Apidologie* 35, 31-36

NEUMANN P., RITTER W. (2004). A scientific note on the association of *Cychramus luteus* Nitidulidae: Nitidulinae), with a review of *Aethina* (*Cleidorura*) subgen. Nov. and *Aethina*

NEUMANN P., ELLIS J.D. (2008). The small hive beetle (*Aethina tumida* Murray, Coleoptera: Nitidulidae): distribution, biology and control of an invasive species. *J. Apic. Res. and Bee World*, 47, 181-183.

NEUMANN P., HOFFMANN D. (2008). Small hive beetle diagnosis and control in naturally infested honey bee colonies using bottom board traps and CheckMite+ strips. *J. Pest. Science* 81, 43-48

NEUMANN P., PETTIS J.S., SCHÄFER M.O. (2016). Quo vadis *Aethina tumida* ? Biology and control of small hive beetles. *Apidologie* n°47, 427-466

NEUMANN P., PIRK C.W., HEPBURN H.R. *et al.* (2001). Social encapsulation of beetle parasites by Cape honeybee colonies (*Apis mellifera capensis* Esch.). *Naturwissenschaften*, 88: 214-216

NEUMANN P., EVANS J.D., PETTIS J.S., PIRK C.W.W., SCHÄFER M.O., TANNER G., ELLIS J.D. (2013). Standard methods for small hive beetle research. *J. Apicult. Res.*, 52, 1-32

OIE Terrestrial Manual (2017). Small hive beetle infestation (*Aethina tumida*). Chapter 2.2.5.

PETERSON S. (2012). Trapping and Control of the Small Hive Beetle, *Aethina tumida*, an Invasive Parasite of Honey Bees, *Apis mellifera*. Master of science entomology, Clemson University

PIERSON L. (2014). *Troilaelaps clareae* et *Aethina tumida* : deux arthropodes pathogènes pour l'abeille domestique (*Apis mellifera*), agents d'infestations inscrites sur la liste des maladies de première catégorie en France. Thèse Méd. Vét., Ecole nationale vétérinaire d'Alfort

PIGEON MOUNTAIN TRADING COMPAGNY (2017). Beetle barn [<http://www.pigeonmountaintrading.com/beetle-barn.html>] (Consulté le 01/03/2017)

PLATEFORME ESA Épidémiosurveillance Santé Animale (ESA) (04/08/2017). Dernières actualités sur l'*Aethina tumida* [plateforme-esa.fr/trouble-des-abeilles-aethina-tumida-actualite] (Consulté le 01/06/2017)

POINAR G. O., DANFORTH B. N. (2006). A Fossil Bee from Early Cretaceous Burmese Amber. *Science*. 314, n° 5799, 614-614

SCHÄFER M. O., PETTIS J. S., RITTER W., and NEUMANN P. (2008). A scientific note on a quantitative diagnosis of small hive beetles, *Aethina tumida* in the field. *Apidologie* 39, 564-565.

SCHÄFER M., JEFF O., PETTIS S., RITTER W. and NEUMANN P. (2010). Simple Small Hive Beetle diagnosis.

- SPIEWOK S., and NEUMANN P. (2006). Infestation of commercial bumblebee (*Bombus impatiens*) field colonies by small hive beetles (*Aethina tumida*). *Ecological Entomology* 31, 623-628.
- SPIEWOK S., PETTIS J., DUNCANC M., SPOONER-HART R., WESTERWELT S., NEUMANN P., (2007). Small hive beetle, *Aethina tumida*, populations I: Infestation
- STAROSTA P. (2017). Abeille. [<http://www.paulstarosta.com/abeille/h473916E4#h473e4a8e>] (Consulté le 01/03/2017))
- TOMA B., ALIX A., BROWN M., CARPENTIER P., CHABERT-RIBIERE M., CHAUZAT M.P., DELORME R. *et al.* (2009). Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles. Rapport de l'Affsa, Maisons-Alfort, 218 p.
- TORTO B., SUAZO A, ALBORN H., TUMLINSON J.H., TEAL P. (2005). Response of the small hive beetle (*Aethina tumida*) to a blend of chemicals identified from honeybee (*Apis mellifera*) volatiles. *Apidologie* n°36, 523–532
- TORTO B., ARBOGAST R.T., VAN ENGELSDORP D., WILLMS S., PURCELL D., BOUCIAS D., TUMLINSON J.H., TEAL P.E.A. (2007) Trapping of *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) from *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) Colonies with an In-Hive Baited Trap. *Environ. Entomol.* 36(5), 1018-1024
- TORTO B., FOMBONQ A.T., ARBOQAST R.T., TEAL P.E. (2010). Monitoring *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) with baited bottom board traps: occurrence and seasonal abundance in honey bee colonies in Kenya. *Environ Entomol.*, 36: 1731-1736
- UNAAPI – FNOSAD. (2014). Bandes pour détecter le petit coléoptère de la ruche *Aethina tumida*
- URRUTIA V. *et al.* (2016). Etude prospective pour lutter contre *Aethina tumida* : résumé opérationnel
- VALÉRIO DA SILVA M. J. (2014). The first report of *Aethina tumida* in the European Union, Portugal 2004. *Bee World* 91, 90–91
- VALLON J. (2015). Détecter et limiter l'infestation par le petit coléoptère des ruches : quels sont les moyens employés aux États-Unis ? ITSAP-Institut de l'abeille
- VETO-PHARMA (2017). *Aethina tumida*, le petit coléoptère de la ruche.
- TEIXEIRA E.W., DE JONG D., SATTLER A., MESSAGE D. (2016). *Aethina tumida* Murray (Coleoptera, Nitidulidae), o pequeno besouro das colmeias, chega ao Brasil: NOTA AO APICULTOR.
- VULGARIS MEDICAL (2017). Piqûre d'insecte. [<https://www.vulgaris-medical.com/premiers-secours/insecte-piqure-d>] (Consulté le 01/10/2017)
- WAHIS INTERFACE (2017). Base de données du système mondial d'information sanitaire [http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Wahidhome/Home] (Consulté le 20/09/2017)
- WINSTON M.L. (1987). The Biology of the Honey Bee. Harvard University Press.

Textes réglementaires

DGAL/SDSPA/SDQPV/N2012-8113 (2012). Note de service du 6 juin 2012 relative au réseau de surveillance annuelle des troubles des abeilles.

[http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN20128113Z_cle8ac3ba.pdf]

DGAL/SDSPA/N2014-842. Note de service du 20/10/2014 relative au Renforcement de la vigilance vis-à-vis du risque d'infection par *Aethina tumida* (petit coléoptère de la ruche).

[<https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-2014-842/telechargement>]

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE FRANCAISE (2009). Arrêté du 23 décembre 2009 relatif aux Maladies Réputées Contagieuses des abeilles.

[<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000021534246&dateTexte=&categorieLien=id>]

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE FRANCAISE (2013). Arrêté du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales. Texte 112 sur 183.

[<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000027831750&categorieLien=id>]

REGLEMENT (UE) n°2003/881/CE de la Commission du 11 décembre 2003 concernant les conditions de police sanitaire et de certification régissant les importations d'apidés (*Apis mellifera* et *Bombus* spp.) en provenance de certains pays tiers et abrogeant la décision 2000/462/CE de la Commission [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2003.328.01.0026.01.FRA&toc=OJ:L:2003:328:TOC]

REGLEMENT (UE) n°2005/60/CE de la Commission du 20 janvier 2005 modifiant la décision 2003/881/CE de la Commission concernant les conditions de police sanitaire et de certification régissant les importations d'apidés (*Apis mellifera* et *Bombus* spp.) en provenance de certains pays tiers en ce qui concerne les États-Unis d'Amérique [<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX%3A32005D0060>]

REGLEMENT (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. [<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2010R0206:20111105:FR:PDF>]

ANNEXES

ANNEXE 1



Ordre de service d'inspection

<p>Direction générale de l'alimentation Sous-direction de la santé et de protection animales Bureau de la Santé Animale (BSA) Bureau de l'Identification et du Contrôle des mouvements des Animaux (BICMA)</p> <p>Brigade nationale d'enquêtes vétérinaires et phytosanitaires (BNEVP)</p> <p>251 rue de Vaugirard 75 732 PARIS CEDEX 15 0149554955</p>	<p>Note de service</p> <p>DGAL/SDSPA/2014-842</p> <p>20/10/2014</p>
--	--

Date de mise en application : 20/10/2014

Diffusion : Tout public

Date limite de mise en œuvre : 20/10/2014

Cette instruction n'abroge aucune instruction.

Cette instruction ne modifie aucune instruction.

Nombre d'annexes : 1

Objet : Renforcement de la vigilance vis-à-vis du risque d'infection par *Aethina tumida* (petit coléoptère de la ruche)

Destinataires d'exécution
DRAAF DD(CS)PP BNEVP

Résumé : La présente note a pour objet de rappeler les mesures sanitaires visant à renforcer la vigilance vis-à-vis du risque d'introduction du petit coléoptère de la ruche (*Aethina tumida*), à partir des zones infectées, et notamment celles applicables lors des contrôles au lieu d'introduction des apidés en provenance de Calabre (Italie).

Textes de référence : Directive 92/65 CEE du Conseil définissant les conditions de police sanitaire régissant les échanges et les importations dans la Communauté d'animaux, de spermes, 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

- Règlement (CE) 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.
- Règlement (CE) n° 282/2004 relatif à l'établissement d'un document pour la déclaration et le contrôle vétérinaire des animaux en provenance des pays tiers et introduits dans la Communauté.
- Directive 91/496/CEE du 15 juillet 1991 fixant les principes relatifs à l'organisation des contrôles vétérinaires pour les animaux en provenance des pays tiers introduits dans la Communauté et modifiant les directives 89/662/CEE, 90/425/CEE et 90/675/CEE.
- Décision 2007/275/CE relative aux listes des animaux et des produits devant faire l'objet de contrôles aux postes d'inspection frontaliers conformément aux directives du Conseil 91/496/CEE et 97/78/CE.
- Arrêté l'arrêté du 11 août 1980 modifié relatif au dispositif sanitaire de lutte contre les maladies des abeilles
- Arrêté du 16 février 1981, application des articles 7 et 23 de l'arrêté du 11 août 1980 relatif à la lutte contre les maladies réputées contagieuses des abeilles.
- Arrêté du 5 juin 2000 relatif au registre d'élevage
- Note de service 2010-8185 du 6 juillet 2010 sur la notification des maladies animales à la Direction générale de l'alimentation. Modalités de transmission.
- Note de service 2012-8128 du 20 juin 2012 relative aux contrôles sanitaires à l'importation en France d'apidés en provenance des pays tiers
- Note de service 2014-770 du 23 septembre 2014 relative à la détection d'Aethinia tumida en Italie

Contexte

Depuis le 15 septembre 2014, date de la première notification à la Commission du premier cas d'*Aethina tumida* découvert en Calabre, 15 autres foyers ont été découverts avec pour certains, mise en évidence de la présence de larves. Tous ces foyers ont fait l'objet de mesures de police sanitaire par les autorités italiennes, avec notamment, la mise en place d'une zone de surveillance de 100 km autour de chaque cas découvert.

Devant cette progression inquiétante et suite à de récentes déclarations d'apiculteurs ayant introduits en France des reines depuis la zone à risque sans que ces mouvements ne soient notifiés, il convient de renforcer la surveillance vis-à-vis de cette maladie en organisant des visites systématiques dans les ruchers ayant reçus des apidés et/ou du matériel apicole depuis cette zone.

Par ailleurs, des visites ciblées au sein des opérateurs grossistes ou de fournisseurs de reines seront organisées par la brigade nationale d'enquête vétérinaire et phytosanitaire BNEVP.

A/ - Mesures générales

L'infestation par le petit coléoptère de la ruche (*Aethina tumida*) est une maladie classée danger sanitaire de première catégorie par arrêté ministériel du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales. Les mesures de police sanitaire sont précisées par l'arrêté du 11 août 1980 modifié.

Actuellement la France est indemne de ce parasite et notre dispositif de surveillance en vigueur, repose sur :

- La surveillance événementielle des maladies et troubles des abeilles suite aux déclarations faites par les apiculteurs ;
- Les contrôles systématiques des importations de reines réalisés avec des analyses réalisées par les laboratoires agréés, conformément au règlement UE 206/2010 du 12 mars 2010. Ces modalités de contrôles sont décrites dans la note de service 2012-8128 du 20 juin 2012 relative aux Contrôles sanitaires à l'importation en France d'apidés en provenance des pays tiers.

Sans préjudice des mesures prises en cas de découverte d'un foyer, les échanges au sein de l'Union Européenne sont basés sur la reconnaissance mutuelle du statut indemne de chaque Etat membre ; le transfert en provenance de zones soumises à des restrictions liées à l'apparition du petit coléoptère des ruches - *Aethina tumida* ou de toutes autres maladies réglementée est donc interdite.

Tout échange d'abeilles entre pays membres de l'Union Européenne (ainsi qu'avec l' Andorre et la Suisse) doit faire l'objet d'une certification par les services vétérinaires du pays d'origine. Celle-ci est notifiée dans le système TRACES.

B/- Mesures spécifiques

I –Sensibilisation des apiculteurs et de leurs représentants

Des messages de sensibilisation à destination des apiculteurs ainsi que de leurs représentants **doivent être envoyés sans délais**, en rappelant l'importance d'une vigilance, le risque majeur lié aux éventuelles importations illégales d'abeilles, de reines et/ou de matériel apicole depuis des zones infectées ou de statut inconnu et la nécessité de déclarer rapidement toute suspicion.

II- Mesures en cas de déclaration de mouvements n'ayant pas fait l'objet d'une notification

Lors de la notification de la découverte du premier foyer d'*Aethina tumida* en Italie, les autorités italiennes nous ont confirmé qu'aucun mouvement d'apidés n'a eu lieu depuis la Calabre à destination des autres Etats membres. Or des apiculteurs ont signalé à certaines DD(CS)PP, des introductions non couvertes par des certificats, en provenance du sud de l'Italie. Ces introductions ont dans certains cas, transité par des grossistes qui sont parfois opérateurs sur internet.

Suite à ces déclarations et face au risque majeur d'introduction depuis l'Italie, il convient de renforcer les mesures de contrôle.

II- a / Contrôles chez les grossistes et distributeurs

Des contrôles seront conduits par la Brigade nationale d'enquêtes vétérinaires et phytosanitaires (**BNEVP**) auprès des grossistes et distributeurs. Ils permettront d'identifier et de prendre des mesures vis-à-vis des éventuels introductions non conformes via ces opérateurs. Dans ce cadre, il est demandé aux DD(CS)PP de transmettre à la BNEVP, toutes informations relatives aux enseignes (grossistes, revendeurs sur Internet..) dont elles ont connaissance. Ces informations doivent être transmises sur la boîte mël : bnevp.dgal@agriculture.gouv.fr avec comme objet : Aéthina Tumida.

II- b / Contrôles chez les apiculteurs

Les mouvements dont vous avez connaissance ayant eu lieu depuis les zones infectées pendant **les six derniers mois** doivent faire l'objet de visites **systematiques** au sein des ruchers de destination. S'agissant d'un danger sanitaire de première catégorie, ces visites restent sous la responsabilité des DD(CS)PP. En l'absence de ressources compétentes disponibles, ces contrôles peuvent être conduits en mandatant les vétérinaires sanitaires détenant des compétences en apiculture. Les agents sanitaires apicoles déjà nommés peuvent également être mobilisés au besoin et seront accompagnés d'un agent de l'administration ou d'un vétérinaire mandaté.

L'objectif premier de ces visites est de permettre de vérifier l'éventuelle présence du petit coléoptère de la ruche qui aurait été introduit depuis les zones à risque. Pour cela, la fiche Anses jointe en **annexe I** de la présente note peut servir de guide. Le contrôle portera sur le volet documentaire et sur une inspection des ruchers.

➤ Contrôle documentaire :

Une attention particulière sera accordée à :

- la vérification de la présence d'un éventuel certificat sanitaire original qui doit accompagner le lot et qui n'apparaîtrait pas sur TRACES,
- la vérification de l'adresse exacte de provenance en consultant par exemple les factures,
- le contrôle du registre des entrées et sorties (registre d'élevage) : origine des reines, nombre de lots introduits, identification des lots,
- le contrôle de l'achat de matériel en provenance de la zone à risque,
- le recensement des lieux précis de destination des lots (ruchers du même apiculteurs ou autres ruchers).

➤ Visite du rucher :

Les ruches concernées par l'introduction de reines ou d'abeilles en provenance de la zone à risque sont minutieusement inspectées ; l'ensemble des cadres ainsi que le fond de la ruche devront être examinés. Une attention particulière est portée aux endroits (exemples : interstices) situés à l'abris de la lumière où le petit coléoptère a tendance à se réfugier.

Les observations suivantes peuvent fournir des indices sur sa présence dans une ruche :

Les petits Coléoptères noirs (5-7 mm) fuient la lumière. On peut les confondre avec d'autres Coléoptères séjournant dans la ruche et présentant une forte ressemblance. Les œufs blancs (1,5 x 0,25 mm) sont déposés dans les fissures de la ruche. Les larves dont la longueur peut atteindre 1 cm ressemblent à celles de la Fausse Teigne, elles ne possèdent cependant que trois paires de pattes et n'ont pas d'épine dorsale.

A noter qu'en cas d'importation de reines, les colonies où les reines introduites doivent être clairement identifiées pendant la première année suivant l'importation (marquage des corps).

Des conditions météorologiques favorables à l'ouverture des ruches sont à privilégier pour la réalisation de ces contrôles.

III- Mesures en cas de suspicion ou mise en évidence du parasite

En cas de suspicion ou de confirmation de la présence du petit coléoptère de la ruche ou de toute autre maladie réglementée, les mesures de police sanitaire prévues par l'arrêté du 11 août 1980 modifié s'appliquent.

▪ Si la présence du parasite est suspectée ou la mise en évidence de tout élément parasitaire suspect est détectée (œuf, larve, coléoptère, susceptible de s'apparenter aux différentes formes parasitaires d'*Aethina tumida*), des échantillons sont envoyés directement au laboratoire national de référence (LNR) sur les maladies de l'abeille, pour une analyse de confirmation.

Le LNR doit être prévenu immédiatement de l'envoi des échantillons suspects ;

ANSES Sophia Antipolis.
« Les Templiers » route des Chappes
06906 Sophia Antipolis
tel : 04 92 94 37 00

Les prélèvements sont expédiés dans des emballages correctement identifiés et empêchant toute propagation possible du ou des parasites.

Remarque importante : Ne jamais envoyer des échantillons de coléoptères vivants, il convient dans l'urgence de les tuer en les plaçant dans un flacon d'alcool à 70°, bien fermé et correctement identifié.

Le LNR transmettra directement les résultats à la DD(CS)PP.

▪ Toute suspicion et confirmation doivent conduire au renseignement de la **fiche de notification d'une suspicion** (Note de service 2010-8185) à transmettre à la DGAL (alertes.dgal@agriculture.gouv.fr, bsa.sdspa.dgal@agriculture.gouv.fr) avec une copie sur la boîte mël du **réfèrent national en apiculture Fayçal MEZIANI** faycal.meziani@agriculture.gouv.fr.

IV – Mesures financières

Les frais de visites et des éventuelles analyses, sont pris en charge par l'Etat, conformément à l'arrêté du 16 février 1981.

V – Suivi de la situation épidémiologique

La situation italienne évolue régulièrement et depuis la première notification, 15 autres foyers ont déjà été confirmés. La zone touchée est pour l'instant circonscrite à la Calabre mais il convient d'être prudent sur le périmètre exact de la zone d'infestation. Le site de la [Plateforme-ESA](#) tient à jour régulièrement, l'évolution de la situation sanitaire.

Vous voudrez bien me tenir informé des difficultés rencontrées pour la réalisation de ces contrôles.

Le Directeur Général Adjoint
Chef du Service de la Gouvernance
Et de l'International – C.V.O.

Jean-Luc ANGOT

Protocole de piégeage pour la détection du petit coléoptère des ruches, *Aethina tumida*

Mise à jour le 24/04/15

Les pièges peuvent être placés dans les colonies en complément des observations visuelles pour augmenter la sensibilité de détection, ou comme une alternative à l'observation visuelle quand les conditions météorologiques ne permettent pas l'inspection des colonies. Cependant, dans ces conditions les pièges sont moins efficaces. Ainsi, en fonction des zones ou de la méthode de surveillance, il peut être décidé d'utiliser les observations visuelles ou les pièges, mais quand elle est possible, la combinaison des deux est préférable. Dans les ruchers où les inspections sont fréquentes (ruchers sentinelle), la surveillance peut être plus acceptable si les pièges sont utilisés. Pour des inspections uniques (inspections annuelles), il est recommandé de réaliser des inspections visuelles à cause de leur plus grande sensibilité et pour éviter une seconde visite pour relever les pièges.

Les pièges en plastique alvéolé

Principe

Les pièges en plastique alvéolé sont utilisés sur le plancher des ruches pour la détection des coléoptères adultes. Il s'agit de rectangles de plastique alvéolé (50 cm de long x 7.5 cm de large), comportant des cannelures de taille suffisante pour que le coléoptère puisse y rentrer mais trop étroites pour que les abeilles puissent y pénétrer (environ 4 x 4 mm).

Les coléoptères adultes fuient les abeilles et ont tendance à se cacher dans les cellules (comportement de thigmotactisme).

Il est préférable d'utiliser des pièges en plastique transparent afin de faciliter l'observation des coléoptères qui se sont réfugiés à l'intérieur des cellules (Figure 1).

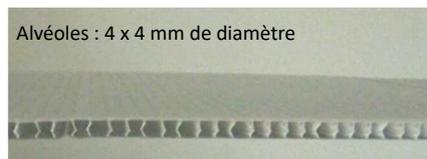


Figure 1 - Piège en plastique alvéolé

Mode d'utilisation

Les pièges sont placés à l'intérieur de la ruche par l'entrée de la ruche (pas de vol) (Figure 2). Dans ce cas, la ruche n'a pas besoin d'être ouverte pour la pose du piège qui peut être réalisée rapidement. Un seul piège est installé par colonie.

Il est recommandé de fermer le plancher de la colonie par un plateau si le plancher est grillagé afin de rendre obscur le fond de la ruche où est placé le piège ; les coléoptères adultes ont en effet tendance à fuir la lumière. Il est important de placer les pièges bien en contact avec le plancher de la ruche. Si ce n'est pas le cas, les coléoptères adultes peuvent se réfugier dans l'espace entre le piège et le plancher.

Pour un usage optimum, les pièges doivent être laissés dans les ruches un minimum de 48 heures avant qu'ils ne soient relevés.

Pour relever les pièges, les retirer des ruches et, pour déloger les coléoptères adultes réfugiés dans les cannelures, frapper leur tranche dans un contenant assez grand et profond (comme par exemple, une bassine blanche prévue à cet effet ou le toit de la ruche) Il est aussi possible de taper les pièges à l'intérieur d'un grand sac en plastique, afin d'éviter que les coléoptères ne s'envolent. Les cannelures peuvent ensuite être inspectées



Figure 2 – Mise en place des pièges en plastique alvéolé par l'entrée de la ruche

pour s'assurer qu'aucun individu n'est resté bloqué à l'intérieur. Utiliser un contenant rend plus facile la capture des coléoptères adultes. Il est préférable d'utiliser un récipient de couleur claire afin de mieux voir les coléoptères adultes qui sont marron foncé ou noirs.

Période d'utilisation

Par temps froid, les abeilles se rassemblent en grappes pour maintenir une température correcte. Les coléoptères adultes qui se trouveraient dans la ruche ont tendance à trouver refuge à l'intérieur de la grappe d'abeilles pour bénéficier de la bonne température. Dans ce cas, il y a moins de chance de les capturer dans les pièges placés sur le plancher de la ruche.

Dans ces conditions, il est donc préférable de placer les pièges sur la tête des cadres. Cette opération nécessite l'ouverture de la ruche.

Où s'en procurer ?

Des modèles de pièges en plastique alvéolé spécifiquement conçus pour *Aethina tumida* sont en vente chez certains marchands de matériel apicole.

Il est possible également de les fabriquer. Dans ce cas, il est fondamental d'utiliser des plaques de plastique alvéolé aux dimensions adaptées (cannelures d'environ 4 x 4 mm de diamètre).

Les pièges à huile

Principe

Vendus sous les noms de "Better Beetle Blaster", "Beetle Jail" or "AJ's beetle eater, ce sont de petits containers en plastique, à remplir d'huile et qui sont couvert d'une grille (Figure 3).

Ces pièges sont placés entre les têtes de cadres dans la ruche. Les coléoptères adultes, chassés par les abeilles à l'intérieur de la ruche trouvent refuge dans les pièges où ils se noient dans l'huile.



Figure 3 - Les pièges à huile - a. Compartiment huile b. Grille c. disposition des pièges entre les cadres

Mode d'utilisation

Il convient de disposer deux pièges pour une ruche de 10 cadres. Les pièges sont à positionner entre les deux derniers cadres à chaque extrémité, à proximité des cadres de réserve. Par temps froid, ou si la colonie n'occupe pas tous les cadres, les pièges sont à rapprocher de la grappe d'abeille.

Une fois les pièges disposés sur les cadres, le compartiment à huile peut être rempli à l'aide d'une seringue en plastique, par exemple, pour éviter de renverser de l'huile à l'intérieur de la ruche et sur les abeilles. Le compartiment à huile ne doit pas être rempli au maximum, afin d'éviter que les coléoptères ne ressortent du piège.

L'huile végétale de cuisine est adaptée à cet usage. Le diesel, les huiles de moteur ou de vidange sont évidemment à proscrire.

Le relevé des pièges s'effectue lors de la visite la colonie. Les pièges doivent être retirés d'entre les cadres et examinés pour détecter si des coléoptères y sont noyés. Si le container est transparent, cette observation est facile et directe. Il convient de procéder délicatement au retrait des pièges en les décollant éventuellement au préalable à l'aide du lève cadre, afin d'éviter de faire couler de l'huile à l'intérieur de la ruche.

Une fois les coléoptères collectés, les pièges usagés et l'huile qu'ils contiennent peuvent être éliminés via le circuit conventionnel de gestion des déchets.

Période d'utilisation

Ces pièges peuvent être utilisés à n'importe quel moment de l'année et particulièrement pendant la saison froide. A cette période de l'année, il est important de les rapprocher de la grappe d'abeilles.

Où s'en procurer ?

Des modèles de pièges à huile sont en vente chez certains marchands de matériel apicole.

ANNEXE 3

- Description des visites réalisées auprès d'apiculteurs -

AVANT les manipulations : Phase introductive, entretien

Cette première partie de l'entretien permet de cibler avec plus de précision le profil de l'apiculteur et peut aider à l'interprétation de son acceptabilité et de sa perception de la faisabilité d'une surveillance par piégeage d'*Aethina tumida*. Elle est menée de sorte à ne pas perdre de temps pour la suite de la visite au cours de laquelle des points clés de l'étude sont abordés.

• Identité de l'apiculteur

Nom, prénom	
Type d'apiculteur	
Département	
Nombres élèves présents (si rucher école)	
Nombre de ruches	
Emplacement des ruchers, nombre de ruches par emplacement	
Type d'abeilles	<i>Noire locale, Buckfast, croisements...</i>
Origine des abeilles	<i>Essaim « naturel » ou acheté à un apiculteur, origine des reines...</i>
Moyens d'acquisition du matériel apicole	<i>Neuf ou d'occasion, fournisseur éventuel</i>

Type de production	<i>Miel</i>
--------------------	-------------

● **Niveau de formation de l'apiculteur**

<p>-Avez-vous reçu des formations apicoles ?</p> <p>-Si oui, à quelle(s) date(s) ?</p> <p>-De quel type de formation s'agissait-il ?</p>	
<p>Combien de visites de rucher ont été effectuées (ou à quelle fréquence) lors de la dernière saison apicole (automne 2014-automne 2015) ?</p>	
<p>Connaissez-vous des maladies réglementées pouvant affecter les abeilles ?</p> <p><i>A développer selon les connaissances de l'apiculteur</i></p>	
<p>Avez-vous une idée quant à la façon de procéder si vous rencontriez une de ces maladies dans vos ruches ?</p>	
<p>Connaissez-vous le type de mesures prises en cas de maladie réglementée ?</p>	

● **Surveillance et lutte effectuées par l'apiculteur**

<p>Avez-vous déjà effectué un suivi de maladie depuis que vous êtes apiculteur ?</p>	
--	--

<p>Si oui, ce suivi concernait quelle maladie ?</p> <p>Si oui, comment à quelle fréquence avez-vous effectué cette surveillance lors de la dernière saison (automne 2014-automne 2015) ?</p>	
<p>Quelles sont vos méthodes d'observation ?</p> <p>Exemple : <i>retrait des cadres un par un, observation de l'extérieur de la ruche (plateau d'entrée/sortie), des alentours de la ruche, du fond de ruche...</i></p>	

● **Connaissances relatives à *Aethina tumida***

Attention à la façon de poser les questions : ne pas induire de notion de jugement, bien préciser à l'apiculteur qu'il a le droit de ne pas savoir et que c'est important pour nous de le savoir !

<p>Avez-vous déjà entendu parler d'<i>Aethina tumida</i> ?</p> <p>Si oui, en quelle année environ ?</p> <p>Si oui, à quelle occasion ?</p>	
<p>Avez-vous des notions relatives à sa biologie ?</p> <p>Si oui, à développer</p>	
<p>Avez-vous une idée des effets du petit coléoptère sur la colonie et ses produits ?</p> <p>Si oui, à développer</p>	
<p>Savez-vous quels sont les modes de contamination possibles des colonies ?</p>	

Si oui, à développer	
Savez-vous où l'on trouve ce coléoptère dans le monde ? Si oui, à développer	

● **Acceptabilité de la surveillance d'*Aethina tumida***

Ces questions seront abordées en fonction des connaissances de l'apiculteur.

Que savez-vous de la surveillance actuelle d' <i>Aethina tumida</i> en France ?	
Connaissez-vous les méthodes de détection utilisées ? Que pensez-vous de l'efficacité de celles-ci ?	
Quelle est votre idée d'une méthode de détection efficace ? Lieux de surveillance (tous les départements, quelques départements...)	
Qui devrait être impliqué dans cette surveillance selon vous (apiculteurs, GDS...)?	

● **Avis sur le document explicatif concernant la mise en place des pièges**

Ce document peut-il vous suffire pour vous rendre indépendant dans la pose et le relevé des pièges ?	
Avez-vous des questions quant aux gestes techniques à réaliser ?	
Avez-vous des remarques, propositions d'amélioration ?	

Manipulations des pièges par l'apiculteur : piège en PLASTIQUE ALVEOLE

● Démonstration par Ericka de la pose et du relevé du piège, sur une ruche vide

● Evaluation pratique : faisabilité pratique de la manipulation du piège par l'apiculteur lui-même

-Pose et relevé dans 5 ruches différentes

-Si l'apiculteur dispose de <5 ruches au total, effectuer les manipulations sur le maximum de ruches

● Evaluation de la POSE du piège

Méthode :

-Pose d'un plateau (si plancher grillagé) si l'apiculteur en possède et accepte de les mettre en place

-Piège placé sur le fond de ruche, par l'entrée de vol, là où se trouvent les abeilles

Mesures :

-Chronométrage : indépendant pour chaque pose, pour voir l'évolution dans l'acquisition des gestes par l'apiculteur et leur progression. Sera utilisé pour comparaison avec le piège à huile.

-Mesure 1 : temps de pose des plateaux occultant (si nécessaire et possible, mesure globale de la pose pour toutes les ruches sans arrêt du chrono entre chacune)

-Mesure 2 : temps de pose du piège en lui-même (commence lorsque l'apiculteur prend le piège et s'arrête lorsqu'il le lâche)

Temps de pose des plateaux :

Temps de pose des pièges :

	Pose n°1	Pose n°2	Pose n°3	Pose n°4	Pose n°5
Pose du piège					

Questions :

La pose du piège vous paraît-elle facile ?	<input type="checkbox"/> Très facile <input type="checkbox"/> Facile <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Difficile <input type="checkbox"/> Très difficile
Quelles sont les étapes qui vous paraissent les plus techniques / difficiles ?	

<p>Le matériel nécessaire est-il un frein pour vous, pour l'utilisation de ce type de piège ?</p>	<p><input type="checkbox"/>Oui <input type="checkbox"/>Non Commentaires éventuels :</p>
<p>Après avoir posé ce type de piège, pensez-vous que d'autres informations seraient à apporter au document explicatif fourni avant la visite ? Si oui lesquelles ? Certaines informations sont-elles à préciser/améliorer ? De quelles informations avez-vous manqué pour effectuer la pose vous-même ?</p>	<p><input type="checkbox"/>Oui <input type="checkbox"/>Non Commentaires éventuels :</p>

Observations par Ericka : *Attention pour chaque pose*

<p>Aisance globale de l'apiculteur lors de la pose du piège</p>	1	<input type="checkbox"/> Très mauvaise <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Très bonne
	2	<input type="checkbox"/> Très mauvaise <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Très bonne
	3	<input type="checkbox"/> Très mauvaise <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Très bonne
	4	<input type="checkbox"/> Très mauvaise <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Très bonne
	5	<input type="checkbox"/> Très mauvaise <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Très bonne
<p>Avant de le poser, l'apiculteur manipule t-il le piège plusieurs fois (retourne le piège dans ses mains, hésite sur le lieu de pose...)</p>	1	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
		<p>Commentaires éventuels :</p>

<p>Pendant la pose, l'apiculteur déplace-t-il le piège plusieurs fois avant de trouver la bonne position ?</p>	1	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
		Commentaires éventuels :
<p>L'apiculteur oublie-t-il une étape ? <i>Si oui à noter</i></p>	1	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
		Commentaires éventuels :
<p>L'apiculteur demande-t-il des précisions en effectuant la pose ? <i>Noter ses questions</i></p>	1	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non

	Commentaires éventuels :
--	--------------------------

● Evaluation du RELEVÉ du piège

Méthode : le relevé du piège doit être effectué le plus rapidement possible afin de ne pas laisser échapper de coléoptères qui peuvent être vivants

- Placer rapidement le piège dans un sac en plastique refermable (apporté pour la visite)
- Regarder à la lumière s'il y a des coléoptères (ou autre chose) dans les alvéoles
- Frapper le piège sur un support ou la paume des mains pour en extraire les coléoptères éventuellement présents à l'intérieur
- Vérifier à nouveau l'absence de coléoptères dans les alvéoles
- S'il y a une suspicion, s'assurer que le sachet est correctement refermé, identifier le prélèvement à l'aide d'un marqueur : date, nom, adresse, emplacement du rucher et congeler le piège 24h dans le sachet pour tuer les coléoptères, puis envoi au laboratoire
- Si le résultat est négatif, remise en place du piège dans la ruche

Mesures :

- Chronométrage : indépendant pour chaque relevé, pour voir l'évolution dans l'acquisition des gestes par l'apiculteur et leur progression. Sera utilisé pour comparaison avec le piège à huile.
 - Mesure 1 : retrait du piège en scénario négatif : retrait du piège, mise en place du piège dans le sac, taper le piège, vérifier l'absence de coléoptère dans le piège, le sortir, reposer le piège
 - Mesure 2 : retrait du piège en scénario positif : retrait du piège, mise en place du piège dans le sac, taper le piège, marquer le sac plastique au marqueur
- Effectuer 4 retraits en scénario négatif et 1 retrait en scénario positif.

	Relevé n°1	Relevé n°2	Relevé n°3	Relevé n°4	Relevé n°5
Mesure 1 « retrait + »					
Mesure 2 « retrait - »					

Questions :

<p>Le relevé du piège vous paraît-il facile ?</p>	<p><input type="checkbox"/>Très facile <input type="checkbox"/>Facile <input type="checkbox"/>Moyenne <input type="checkbox"/>Difficile <input type="checkbox"/>Très difficile</p>
<p>Quelles sont les étapes qui vous paraissent les plus techniques / difficiles ?</p>	
<p>Le matériel nécessaire au relevé est-il un frein pour vous, pour l'utilisation de ce type de piège ?</p>	<p><input type="checkbox"/>Oui <input type="checkbox"/>Non Commentaires éventuels :</p>
<p>Après avoir relevé ce type de piège, pensez-vous que d'autres informations seraient à apporter au document explicatif fourni avant la visite ? Si oui lesquelles ?</p> <p>Certaines informations sont-elles à préciser/améliorer ?</p> <p>De quelles informations avez-vous manqué pour effectuer le relevé vous-même ?</p>	<p><input type="checkbox"/>Oui <input type="checkbox"/>Non Commentaires éventuels :</p>

-Que faites-vous si vous trouvez des coléoptères dans le piège ?

Observations par Ericka : Attention pour chaque relevé

<p>Aisance globale de l'apiculteur lors du relevé du piège</p>	1	<p><input type="checkbox"/>Très mauvaise <input type="checkbox"/>Mauvaise <input type="checkbox"/>Moyenne <input type="checkbox"/>Bonne <input type="checkbox"/>Très bonne</p>
	2	<p><input type="checkbox"/>Très mauvaise <input type="checkbox"/>Mauvaise <input type="checkbox"/>Moyenne <input type="checkbox"/>Bonne <input type="checkbox"/>Très bonne</p>
	3	<p><input type="checkbox"/>Très mauvaise <input type="checkbox"/>Mauvaise <input type="checkbox"/>Moyenne <input type="checkbox"/>Bonne <input type="checkbox"/>Très bonne</p>
	4	<p><input type="checkbox"/>Très mauvaise <input type="checkbox"/>Mauvaise <input type="checkbox"/>Moyenne <input type="checkbox"/>Bonne <input type="checkbox"/>Très bonne</p>
	5	<p><input type="checkbox"/>Très mauvaise <input type="checkbox"/>Mauvaise <input type="checkbox"/>Moyenne <input type="checkbox"/>Bonne <input type="checkbox"/>Très bonne</p>
	1	<p><input type="checkbox"/>Oui <input type="checkbox"/>Non</p>

L'apiculteur oublie t-il une étape ? <i>Si oui à noter</i>	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	Commentaires éventuels :	
L'apiculteur demande t-il des précisions en effectuant le relevé ? <i>Noter ses questions</i>	1	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	Commentaires éventuels :	

Manipulations des pièges par l'apiculteur : piège à HUILE

● Démonstration par Ericka de la pose et du relevé du piège, sur une ruche vide

● Evaluation pratique : faisabilité pratique de la manipulation du piège par l'apiculteur lui-même

-Pose et relevé dans 5 ruches, les mêmes que celles utilisées pour le piège en plastique ondulé si possible

● Evaluation de la POSE du piège

Méthode :

-Les deux méthodes de préparation du piège sont présentées à l'apiculteur qui choisit celle qu'il veut utiliser : remplir les pièges directement à partir de la bouteille ou en utilisant un récipient intermédiaire et une seringue de 60 ml

-L'apiculteur choisit de remplir le piège avant ou après son insertion entre les cadres

-Deux pièges sont posés par ruche. Dans un premier temps, il faut ouvrir la ruche et écarter deux cadres d'une des extrémités de celle-ci. Il faut ensuite y glisser le piège en le maintenant droit pour veiller à ne pas renverser l'huile s'il est déjà rempli ainsi qu'à ne pas écraser d'abeilles afin d'éviter tout stress pour la colonie. La ruche est ensuite refermée

Mesures :

-Chronométrage : indépendant pour chaque pose, pour voir l'évolution dans l'acquisition des gestes par l'apiculteur et leur progression. Sera utilisé pour comparaison avec le piège plastique.

-Mesure 1 : temps d'ouverture d'une ruche

-Mesure 2 : temps de préparation et de mise en place du piège (commence quand l'apiculteur prend le premier piège et termine quand le deuxième piège à huile est en place).

Mesure du temps d'ouverture d'une ruche :

	Pose n°1	Pose n°2	Pose n°3	Pose n°4	Pose n°5
Préparation et pose du piège					
Piège préparé avant/après insertion					

Questions :

La pose du piège vous paraît-elle facile ?	<input type="checkbox"/> Très facile <input type="checkbox"/> Facile <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Difficile <input type="checkbox"/> Très difficile
Quelles sont les étapes qui vous paraissent les plus techniques / difficiles ?	
Le matériel nécessaire est-il un frein pour vous, pour l'utilisation de ce type de piège ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Commentaires éventuels :
Serait-il facile pour vous de vous procurer des seringues ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Commentaires éventuels :
Vous semble-t-il plus pratique de verser directement l'huile dans le piège ou d'utiliser une seringue ? Pourquoi ?	<input type="checkbox"/> Seringue <input type="checkbox"/> Verser huile Justification :
Après avoir posé ce type de piège, pensez-vous que d'autres informations seraient à apporter au document explicatif fourni avant la visite ? Si oui lesquelles ? Certaines informations sont-elles à préciser/améliorer ? De quelles informations avez-vous manqué pour effectuer la pose vous-même ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Commentaires éventuels :

Observations par Ericka : Attention pour chaque pose

Aisance de l'apiculteur lors de la pose du piège	1	<input type="checkbox"/> Très mauvaise <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Très bonne
	2	<input type="checkbox"/> Très mauvaise <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Très bonne
	3	<input type="checkbox"/> Très mauvaise <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Très bonne
	4	<input type="checkbox"/> Très mauvaise <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Très bonne
	5	<input type="checkbox"/> Très mauvaise <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Très bonne
Préparation du piège dans le cas de l'utilisation de la seringue : -S'y prend-t-il à plusieurs reprises pour prélever l'huile?	1	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
		Commentaires éventuels :
Préparation du piège : -De l'huile est-elle renversée lors de la préparation ou de la mise en place du piège ? Si oui, que fait l'apiculteur ? essuie-t-il l'huile ou la laisse t-il dans la colonie ? S'il l'essuie, avec quoi le fait-il ? <i>L'apiculteur sera libre d'agir comme il le souhaite</i>	1	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Commentaires :
	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Commentaires :
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Commentaires :
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non

		Commentaires :
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Commentaires :
		Commentaires éventuels :
<p>Avant la pose, l'apiculteur manipule-t-il le piège plusieurs fois (retourne le piège dans ses mains, hésite sur le lieu de pose...)</p>	1	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
		Commentaires éventuels :
<p>Pendant la pose, l'apiculteur déplace-t-il le piège plusieurs fois avant de trouver la bonne position ?</p>	1	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
		Commentaires éventuels :

<p>L'apiculteur positionne t-il correctement les pièges ?</p> <p><i>Saison apicole : entre le dernier et l'avant dernier cadre de chaque côté</i></p> <p><i>Hiver : au plus près de la grappe d'abeilles</i></p>	1	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	Commentaires éventuels :	
<p>L'apiculteur oublie-t-il une étape ? <i>Si oui à noter</i></p>	1	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	Commentaires éventuels :	
<p>L'apiculteur demande t-il des précisions en effectuant la pose ?</p> <p><i>Noter ses questions</i></p>	1	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non

	Commentaires éventuels :
--	--------------------------

● **Evaluation du RELEVÉ du piège**

Méthode : A faire juste après la pose du piège lorsque la ruche est encore ouverte afin d'éviter une ouverture en plus. Il faut sortir le piège, observer s'il contient des coléoptères et prévoir un récipient afin de collecter les huiles usagées. Si l'huile ne contient pas d'individu quel qu'il soit, le piège est directement remis en place sans être vidé.

Devenir du piège : sac de congélation plastique refermable ? Tube rempli d'éthanol à 70 % ? Huile dans un récipient qui est ensuite envoyé ?

Demander la fermeture puis la réouverture de la ruche est assez lourd pour l'apiculteur et diminue l'acceptabilité des manipulations. Il paraît intéressant de n'ouvrir la ruche qu'une seule fois, cela minimisant également le stress de la colonie. Une fois les deux pièges mis en place, ils sont retirés, observés et remis en place. La démarche étant la même que pour le piège en plastique ondulé s'il y a une suspicion, il suffit alors d'expliquer à l'apiculteur qu'on placerait également le piège à huile directement dans un petit sachet refermable (type congélation), le marquer et l'envoyer directement au laboratoire. (La mise en sachet à l'aide de celui utilisé pour le piège en plastique ondulé s'est avéré très salissante, celui-ci étant trop grand et l'huile se renversant partout).

D'autres méthodes d'envoi des coléoptères paraissent moins pratiques et plus chronophage (ouvrir le piège, transvaser l'huile dans un tube refermable ?, scotcher le piège avant de le mettre dans un sac plastique refermable).

Mesures :

-Chronométrage : indépendant pour chaque relevé, pour voir l'évolution dans l'acquisition des gestes par l'apiculteur et leur progression. Sera utilisé pour comparaison avec le piège en plastique

-Mesure 1 : temps de retrait du piège de la ruche (mesurer à partir du moment où l'apiculteur s'apprête à retirer le premier piège jusqu'à la remise en place du second)

	Relevé n°1	Relevé n°2	Relevé n°3	Relevé n°4	Relevé n°5
Relevé du piège					

Questions :

Le relevé du piège vous paraît-il facile ?	<input type="checkbox"/> Très facile <input type="checkbox"/> Facile <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Difficile <input type="checkbox"/> Très difficile
Quelles sont les étapes qui vous paraissent les plus techniques / difficiles ?	
Le matériel nécessaire au relevé est-il un frein pour vous, pour l'utilisation de ce type de piège ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Commentaires éventuels :
Après avoir relevé ce type de piège, pensez-vous que d'autres informations seraient à apporter au document explicatif fourni avant la visite ? Si oui lesquelles ? Certains informations sont-elles à préciser/améliorer ? De quelles informations avez-vous manqué pour effectuer le relevé vous-même ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Commentaires éventuels :

Prévoir des questions sur :

-Que faites-vous si vous trouvez des coléoptères dans le piège ?

Observations par Ericka : Attention pour chaque relevé

Aisance globale de l'apiculteur lors du relevé du piège	1	<input type="checkbox"/> Très mauvaise <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Très bonne
	2	<input type="checkbox"/> Très mauvaise <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Très bonne
	3	<input type="checkbox"/> Très mauvaise <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Très bonne
	4	<input type="checkbox"/> Très mauvaise <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Très bonne
	5	<input type="checkbox"/> Très mauvaise <input type="checkbox"/> Mauvaise <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Très bonne
	1	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non

<p>L'apiculteur renverse-t-il de l'huile lors du relevé du piège ? Si oui que fait-il ? comment ?</p>		Commentaires :
	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Commentaires :
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Commentaires :
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Commentaires :
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Commentaires :
		Commentaires éventuels :
<p>L'apiculteur oublie-t-il une étape ? <i>Si oui à noter</i></p>	1	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
		Commentaires éventuels :
	1	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non

<p>L'apiculteur demande t-il des précisions en effectuant le relevé ?</p> <p><i>Noter ses questions</i></p>	2	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	3	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	4	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	5	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
		Commentaires éventuels :

APRES la manipulation des pièges

• Acceptabilité de la surveillance effectuée par piégeage

Perception de la charge de travail qu'impliquerait une fréquence de relevé hebdomadaire des pièges	
Perception de l'efficacité et des limites du piégeage vs observation visuelle de la ruche suite à une description rapide d' <i>Aethina tumida</i>	
Motivation à recevoir une formation permettant de s'investir dans cette surveillance	
Perception des conséquences de la déclaration d'une maladie réglementée et de l'utilité des méthodes de lutte mises en place suite à cette déclaration : quels sont les bénéfices d'une déclaration selon vous par rapport aux inconvénients si la déclaration est effectuée ?	
Compte tenu des conséquences de la détection d'un cas, est-ce que vous déclareriez un cas si vous aviez une suspicion ?	

• Deuxième avis concernant le document explicatif concernant la mise en place des pièges après utilisation par l'apiculteur

Ce document peut-il vous suffire pour vous rendre indépendant dans la pose et le relevé des pièges ?	
--	--

Avez-vous des questions quant aux gestes techniques à réaliser ?	
Avez-vous des remarques, propositions d'amélioration ?	

ANNEXE 4

Feuille de suivi piégeage *Aethina tumida*

Le relevé des deux pièges équipant chaque ruche est effectué pendant une période de 3 ou 6 semaines toutes les semaines, si les conditions météorologiques le permettent. Merci de remplir cette feuille de suivi après chaque visite.

Pour toute remarque, vous pouvez me contacter par mail : ericka.demetz@vet-alfort.fr ou au 06 32 25 44 67.

Merci pour votre aide !

	Piège en plastique ondulé	Piège à huile
<p>A quelle fréquence avez-vous relevé les pièges ? Noter les dates de relevé des pièges.</p>	<p>-visite n°1 :</p> <p>-visite n°2 :</p> <p>-visite n°3 :</p>	<p>-visite n°1 :</p> <p>-visite n°2 :</p> <p>-visite n°3 :</p>
<p>Avez-vous effectué d'autres activités durant la visite de relevé des pièges ? Si oui, lesquelles ?</p>	<p>-visite n°1 : <input type="checkbox"/>Oui <input type="checkbox"/>Non</p> <p>Type d'activité :</p>	<p>-visite n°1 : <input type="checkbox"/>Oui <input type="checkbox"/>Non</p> <p>Type d'activité :</p>

	-visite n°2 : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Type d'activité : -visite n°3 : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Type d'activité :	-visite n°2 : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Type d'activité : -visite n°3 : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Type d'activité :
Combien de temps environ chaque visite de relevé vous a-t-elle pris, une fois au rucher? Si vous le souhaitez, vous pouvez noter une estimation du pourcentage de temps consacré à chaque type de piège.	-visite n°1 : -visite n°2 : -visite n°3 :	-visite n°1 : -visite n°2 : -visite n°3 :
Avez-vous rencontré des difficultés particulières lors des manipulations (huile renversée, propolisation des pièges...)? Si oui, merci de les noter.	-visite n°1 :	-visite n°1 :

	-visite n°2 :	-visite n°2 :
	-visite n°3 :	-visite n°3 :
Noter le temps de préparation pour aller au rucher (préparation du matériel, temps pour s'habiller).		
Noter le temps de déplacement pour aller jusqu'au rucher.		

<p>Avez-vous d'autres commentaires ?</p>		
--	--	--

Protocole de piégeage pour la détection du petit coléoptère des ruches, *Aethina tumida*

Les pièges peuvent être placés dans les colonies en complément des observations visuelles pour augmenter la sensibilité de détection, ou comme une alternative à l'observation visuelle quand les conditions météorologiques ne permettent pas l'inspection des colonies. Cependant, dans ces conditions les pièges sont moins efficaces. Ainsi, en fonction des zones ou de la méthode de surveillance, il peut être décidé d'utiliser les observations visuelles ou les pièges, mais quand elle est possible, la combinaison des deux est préférable. Dans les ruchers où les inspections sont fréquentes (ruchers sentinelle), la surveillance peut être plus acceptable si les pièges sont utilisés. Pour des inspections uniques (inspections annuelles), il est recommandé de réaliser des inspections visuelles en raison de leur plus grande sensibilité et pour éviter une seconde visite pour relever les pièges.

Les pièges en plastique alvéolé

Principe

Les pièges en plastique alvéolé sont utilisés sur le plancher des ruches pour la détection des coléoptères adultes. Il s'agit de rectangles de plastique alvéolé (50 cm de long x 7.5 cm de large), comportant des cannelures de taille suffisante pour que le coléoptère puisse y rentrer mais trop étroites pour que les abeilles puissent y pénétrer (environ 4 x 4 mm).

Les coléoptères adultes fuient les abeilles et ont tendance à se cacher dans les cellules (comportement de thigmotactisme).

Il est préférable d'utiliser des pièges en plastique transparent afin de faciliter l'observation des coléoptères qui se sont réfugiés à l'intérieur des cellules (Figure).

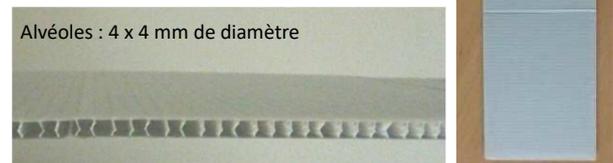


Figure 1 - Piège en plastique alvéolé

Mode d'utilisation

➤ Pose des pièges

Les pièges sont placés à l'intérieur de la ruche, par l'entrée de la ruche (pas de vol) (Figure 2). Dans ce cas, la ruche n'a pas besoin d'être ouverte pour la pose du piège qui peut être réalisée rapidement. Un seul piège est installé par colonie. Dans le cas où des réducteurs d'entrée sont présents, il est possible de les soulever pour glisser le piège en dessous.

La pose du piège dure environ 15 s par ruche.

Il est recommandé de fermer le plancher de la colonie par un plateau si le plancher est grillagé afin de rendre obscur le fond de la ruche où est placé le piège ; les coléoptères adultes ont en effet tendance à fuir la lumière. Il est important de bien plaquer les pièges contre le plancher de la ruche. Si ce n'est pas le cas, les coléoptères adultes peuvent se réfugier dans l'espace entre le piège et le plancher.

Pour un usage optimum, les pièges doivent être laissés dans les ruches un minimum de 48 heures avant qu'ils ne soient relevés.

➤ Retrait des pièges

Le retrait des pièges ne nécessite pas non plus l'ouverture de la ruche.

Il dure environ 1 min par ruche.

Pour relever les pièges, les retirer des ruches et, pour déloger les coléoptères adultes réfugiés dans les cannelures, frapper leur tranche dans un contenant assez grand et profond (comme par exemple, une bassine blanche prévue à cet effet contenant un fond d'eau pour noyer les éventuels coléoptères). Il est aussi possible de taper les pièges à l'intérieur d'un grand sac en plastique transparent après l'avoir refermé, afin d'éviter que les coléoptères ne s'échappent. Les cannelures peuvent ensuite être inspectées avant de remettre le piège en place pour s'assurer qu'aucun individu n'est resté bloqué à l'intérieur. Utiliser un contenant rend plus facile la capture des coléoptères adultes.

Il est préférable d'utiliser un récipient de couleur claire afin de mieux voir les coléoptères adultes qui sont marron foncé ou noirs. Le retrait du piège de la ruche doit être effectué de façon rapide, les petits coléoptères adultes fuyant la lumière et se déplaçant très vite. L'idéal est d'approcher au maximum le sac ou la bassine du plancher d'envol afin de glisser directement le piège à l'intérieur.



Figure 2 - Mise en place des pièges en plastique alvéolé par l'entrée de la ruche

Période d'utilisation et fréquence de contrôle des pièges

Par temps froid, les abeilles se rassemblent en grappes pour maintenir une température correcte. Les coléoptères adultes qui se trouveraient dans la ruche ont tendance à trouver refuge à l'intérieur de la grappe d'abeilles pour bénéficier de la bonne température. Dans ce cas, il y a moins de chance de les capturer dans les pièges placés sur le plancher de la ruche.

Dans ces conditions, il est donc préférable de placer les pièges sur la tête des cadres. Cette opération nécessite l'ouverture de la ruche.

Aucune indication concernant la fréquence de contrôle des pièges n'est actuellement disponible. Ceux-ci étant de simples cachettes pour les coléoptères, un relevé à chaque visite du rucher, à l'occasion d'autres activités (contrôle de l'essaimage, pose de hausses...) serait à privilégier.

Où s'en procurer ?

Des modèles de pièges en plastique alvéolé spécifiquement conçus pour *Aethina tumida* sont en vente chez certains marchands de matériel apicole.

Il est possible également de les fabriquer. Dans ce cas, il est fondamental d'utiliser des plaques de plastique alvéolé aux dimensions adaptées (cannelures d'environ 4 x 4 mm de diamètre).

Les pièges à huile

Principe

Vendus sous les noms de "Better Beetle Blaster", "Beetle Jail" or "AJ's beetle eater, ce sont de petits containers en plastique, à remplir d'huile et qui sont couverts d'une grille (Figure 3).

Ces pièges sont placés entre les têtes de cadres dans la ruche. Les coléoptères adultes, chassés par les abeilles à l'intérieur de la ruche trouvent refuge dans les pièges où ils se noient dans l'huile.



Figure 3 - Les pièges à huile - a. Compartiment huile b. Grille c. disposition des pièges entre les cadres

Mode d'utilisation

➤ Pose des pièges

La pose des pièges nécessite l'ouverture de la ruche. Elle dure moins de 2 min par ruche.

Il convient de disposer deux pièges pour une ruche de 10 cadres. Les pièges sont à positionner entre les deux derniers cadres à chaque extrémité, à proximité des cadres de réserve. Par temps froid, ou si la colonie n'occupe pas tous les cadres, les pièges sont à rapprocher de la grappe d'abeille.

Les pièges peuvent être remplis une fois qu'ils ont été disposés entre les cadres.

Le matériel nécessaire dépend de la technique utilisée. L'huile peut être directement versée dans le piège ou alors être prélevée à l'aide d'une seringue. Dans ce dernier cas, il faut prévoir un récipient permettant de verser l'huile à l'intérieur et de la récupérer avec la seringue. Une quantité d'huile d'environ 12 mL est suffisante par piège. Il convient de remplir le piège de moitié environ afin, d'une part, de limiter les risques de renversement lors des manipulations et, d'autre part, d'éviter qu'un éventuel coléoptère piégé ne puisse ressortir.

Il est conseillé d'utiliser une huile végétale « neutre » de cuisine, qui est adaptée à cet usage. Le diesel, les huiles de moteur ou de vidange sont évidemment à proscrire.

Les pièges sont à placer dans le corps ou dans les hausses de la ruche, en fonction de la période à laquelle ils sont installés. Ils doivent pouvoir être facilement accessibles pour effectuer les contrôles.

➤ Relevé des pièges

Le relevé des pièges s'effectue lors de la visite la colonie : il nécessite l'ouverture de la ruche. Il prend environ 30 s par ruche.

Les pièges doivent être retirés d'entre les cadres et examinés pour détecter si des coléoptères y sont noyés. Si le container est transparent, cette observation est facile et directe. Il convient de procéder délicatement au retrait des pièges en les décollant éventuellement au préalable à l'aide du lève cadre, afin d'éviter de faire couler de l'huile à l'intérieur de la ruche.

Les pièges pouvant être propolisés et collés au nourrisseur ou à toute autre surface à leur contact, l'ouverture de la ruche doit être faite avec minutie afin d'éviter de renverser de l'huile sur les abeilles, mortelle pour ces dernières.

Une fois les coléoptères collectés, les pièges usagés et l'huile qu'ils contiennent peuvent être éliminés via le circuit conventionnel de gestion des déchets. Il existe des modèles réutilisables tandis que d'autres sont jetables.

Période d'utilisation et fréquence de contrôle des pièges

Ces pièges peuvent être utilisés à n'importe quel moment de l'année et particulièrement pendant la saison froide. A cette période de l'année, il est important de les rapprocher de la grappe d'abeilles.

Selon les températures, l'huile peut figer, rendant le piège inefficace. Une alternative à l'utilisation d'huile pendant les périodes froides est la terre de diatomée, qui tue également les petits coléoptères.

La transhumance des ruches dans lesquelles ont été installés les pièges n'est pas possible en raison des risques de renversement de l'huile.

Les pièges permettant de tuer les coléoptères, leur fréquence de relevé peut être plus espacée que celle du piège en plastique alvéolé.

Où s'en procurer ?

Des modèles de pièges à huile sont en vente chez certains marchands de matériel apicole.

ANNEXE 6



Le petit coléoptère de la ruche

Nom latin: *Aethina tumida* (Murray)

Nom commun: Le Petit Coléoptère de la Ruche
ou SHB en anglais (Small Hive Beetle)

L'infestation par *Aethina tumida* est une maladie réglementée dans l'Union Européenne. Toute détection du coléoptère doit être immédiatement déclarée aux instances Européennes. C'est une obligation légale. Bien qu'actuellement *A. tumida* ne soit pas présent en Europe, il existe un sérieux risque d'introduction du parasite.

Dégâts sur la colonie. Le coléoptère peut se multiplier abondamment dans les colonies infestées où il se nourrit du couvain, du miel et du pain d'abeille. Dans certains cas, il détruit les cadres et cause la fermentation et la destruction du miel en y excréant. Si les taux d'infestation sont élevés, les coléoptères peuvent détruire les colonies ou causer la désertion des abeilles.

Enregistrement national des apiculteurs. Il est très important que tous les apiculteurs soient déclarés auprès des autorités afin qu'ils intègrent la base de données nationale. **Si l'emplacement géographique des colonies à risque pour le petit coléoptère n'est pas connu**, les chances de **détecter** son introduction et de **l'éradiquer** sont sérieusement compromises. Il sera également nécessaire de pouvoir réaliser un contrôle des colonies sur le long-terme dans le cas d'une introduction.

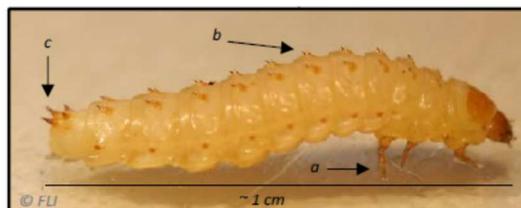
La législation européenne interdit toute importation d'essaims d'abeilles ou de colonies provenant de pays tiers (à l'exception de la Nouvelle-Zélande). L'importation de reines d'abeilles est autorisée, mais en provenance d'un nombre restreint de pays hors Union Européenne. **La réglementation sur les importations est la principale protection** contre le risque d'introduction du petit coléoptère de la ruche. Par conséquent, il est primordial que **chaque apiculteur respecte la législation européenne** et assure une surveillance régulière.

Le petit coléoptère de la ruche ne peut plus être éliminé une fois installé sur le territoire national.

Comment reconnaître *Aethina tumida*

- **La larve**

La larve est le stade nuisible pour la colonie. Elle mesure environ 1 cm. Elle est de couleur blanc-crème et peut, à première vue, ressembler à la larve de la fausse teigne (*Galleria mellonella*). Cependant, un examen plus approfondi permet de distinguer aisément la présence de trois paires de longues pattes sur sa partie antérieure (a), d'épines dorsales sur chaque segment (b) et de deux épines protubérantes à l'arrière (c).



- **L'adulte**

Les adultes mesurent de 5 à 7 mm (un tiers de la taille d'une abeille adulte). De couleur claire après l'émergence de la puppe, le coléoptère s'assombrit pour devenir brun à noir. La tête, le pronotum et l'abdomen sont bien séparés. Une caractéristique clé du coléoptère est que ses élytres (d) sont plus petits que son abdomen si bien que le bas de l'abdomen est bien visible (e). Les antennes en massue ont une forme typique (f).

Cycle biologique

A. tumida peut effectuer plusieurs générations par an (1 à 6), selon les conditions environnementales.

La femelle pond des œufs fécondés (1.5 x 0.25 mm) en grappe, par exemple dans les fissures du bois ou directement dans les cellules du couvain (g – l'alvéole a été désoperculée). Les femelles peuvent pondre mille à deux mille œufs dans la ruche au cours de leur vie.

Le stade larvaire dure de 10 à 16 jours. Les larves sont omnivores et se nourrissent du couvain, du pain d'abeille et du miel.

Les larves matures se métamorphosent au bout de 15 à 60 jours. La nymphose a lieu dans le sol à l'extérieur de la ruche, généralement à une profondeur de 1 à 30 cm et à moins de 20 m de la ruche. Dans de rares cas, des larves se déplaçant jusqu'à 200 m pour trouver un sol adapté à la nymphose ont été observées. Un sol mou et humide et une température d'au moins 10°C sont nécessaires pour permettre à la larve d'achever son cycle de développement, bien qu'elle puisse survivre sur de courtes périodes dans le sol à une température plus faible (moins de 3 semaines).

Les coléoptères adultes émergent après 3 à 4 semaines bien qu'ils puissent apparaître à n'importe quel moment entre 8 et 84 jours selon la température. Les adultes peuvent voler 10 km pour infester de nouvelles colonies. Ils peuvent également survivre jusqu'à 9 jours sans eau ni nourriture, 50 jours dans des cadres usagés et plusieurs mois dans des fruits.

Modes de propagation. Sa dissémination se produit naturellement puisque le petit coléoptère peut voler sur de longues distances. **La dissémination du petit coléoptère de la ruche est favorisée par les mouvements d'abeilles, de colonies, d'essaims, de cire ou de matériel apicole.** Les mouvements de sol, de fruits ou d'hôtes occasionnels (comme les bourdons) peuvent aussi être des voies d'introduction du coléoptère en France.



Critères de suspicion/ Conséquences d'une infestation pour la colonie

Signes cliniques d'une infestation par le petit coléoptère:

- Présence de galeries dans les cadres (que les larves creusent)
- Destruction du couvain (mangé par les larves de coléoptère)
- Modification de la couleur et de la fermentation du miel.

Comment surveiller vos ruches ?

La détection d'un faible nombre de coléoptères, de larves ou d'œufs est très difficile. **L'inspection régulière des colonies dans les ruchers est primordiale** pour assurer une détection précoce.

- Si vous en avez, vous pouvez placer des pièges de plastique ondulé de 4 mm (h) au fond de la ruche. Les coléoptères adultes vont se cacher des abeilles dans les tunnels du piège.
- Si vous n'avez pas de plastique ondulé, vous pouvez examiner votre ruche à la recherche de deux signes précis:
 1. Il est parfois possible d'observer les coléoptères adultes courir au fond de la ruche.
 2. Dans le pire des cas (une forte infestation), vous verrez du miel malodorant et fermenté s'écouler de l'entrée de la ruche, des larves rampantes, ou des traces sombres à l'extérieur de la ruche correspondant à des larves desséchées.



Il est essentiel de détecter les coléoptères atypiques le plus tôt possible.

Que faire en cas de suspicion?

Alerter au plus tôt les autorités compétentes (les Directions Départementales de la Protection des Populations, DDPP, ex DSV) qui prendront les mesures adéquates.

Tout échantillon suspect d'*Aethina tumida* (adultes, larves et œufs) doit être immédiatement envoyé au laboratoire national de référence et / ou aux autorités compétentes pour **identification**. Utilisez un récipient bien fermé. Il est important de fournir autant d'indications que possible – vos nom et adresse, le nom de l'apiculteur et l'emplacement du rucher. **N'envoyez jamais de coléoptères vivants.** Tuez-les d'abord en les mettant au congélateur une nuit ou dans l'alcool à 70%.

Photos © Friedrich Loeffler Institute (FLI - Germany), Food and Environment Research Agency (Fera – England)
EU-RL for honey bee health, Anses Sophia Antipolis - LesTempliers, 105 route des Chappes - BP 111 - 06902 Sophia Antipolis Cedex - France

ÉTUDE DE LA FAISABILITÉ ET DE L'ACCEPTABILITÉ DE LA MISE EN PLACE D'UNE SURVEILLANCE PAR PIÉGEAGE EN FRANCE DU PETIT COLÉOPTÈRE DES RUCHES, *AETHINA TUMIDA*

NOM et prénom : DEMETZ Ericka

Résumé

L'infestation par le petit coléoptère des ruches (*Aethina tumida*) fait partie des maladies à déclaration obligatoire auprès de l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE) et est classée parmi les dangers sanitaires de première catégorie en France. Ce parasite est à l'origine d'une spoliation des réserves de la ruche, d'une fermentation du miel et d'une déstructuration des rayons en raison de l'action traumatique exercée par la forme larvaire. En cas de détection de l'infestation, des mesures sanitaires drastiques s'appliquent telle que la destruction des ruchers infestés. Les méthodes de détection actuelle du parasite en France sont fondées sur un système de déclaration des suspicions par les apiculteurs, un contrôle des échanges d'abeilles et du matériel apicole avec les pays étrangers ainsi que, localement, sur la mise en place de plans de piégeage par différents organismes tels que les Groupements de défense sanitaire (GDS).

Actuellement, la surveillance en France est principalement de type événementiel et repose sur l'inspection visuelle des ruches par les apiculteurs, méthode chronophage et moyennement sensible. Toutefois, aucune publication n'existait concernant la faisabilité pratique et l'acceptabilité de la mise en place d'une surveillance par piégeage en France par les apiculteurs. L'objectif de cette étude était ainsi d'investiguer la faisabilité pratique et l'acceptabilité de deux types de pièges auprès d'un échantillon d'apiculteurs volontaires, dans trois zones géographiques différentes (Ile de France, Var, région Rhône-Alpes). Les pièges testés étaient un piège à huile (modèle Beetle Blaster®) et un piège en plastique alvéolé du commerce. Les apiculteurs sélectionnés pour l'étude appartenaient à trois catégories différentes : amateurs, pluriactifs et professionnels. Le protocole reposait sur une visite initiale du rucher par un enquêteur, au cours de laquelle un entretien semi-directif avec l'apiculteur était réalisé afin de cerner ses connaissances sur *A. tumida* et au cours de laquelle la pose et le relevé des deux types de pièges étaient réalisés plusieurs fois. Le suivi des pièges a ensuite été effectué par l'apiculteur pendant plusieurs semaines.

Le piégeage a globalement été perçu favorablement par les apiculteurs enquêtés, pour la plupart prêts à le poursuivre à la saison prochaine. Il a été montré que le piège en plastique alvéolé était davantage adapté aux apiculteurs de loisir tandis que le piège à huile était préféré par les professionnels. De plus, ces deux pièges étant utilisables dans des conditions particulières, un « mode d'emploi » destiné à rendre les apiculteurs autonomes dans l'utilisation de ces deux modèles a été proposé suite aux résultats obtenus. Ainsi, ce projet se veut être une étude exploratoire, préliminaire à un travail qui se baserait sur un échantillonnage aléatoire et qui permettrait d'investiguer davantage les bénéfices et les coûts d'une éventuelle généralisation du piégeage en France. L'efficacité (sensibilité, spécificité) des deux pièges reste également à explorer.

Mots clés : PIÉGEAGE - PROTOCOLE - APICULTURE - SURVEILLANCE - RUCHE - ANIMAUX NUISIBLES - COLÉOPTÈRE - ABEILLE - *APIS MELLIFERA* - PARASITE - *AETHINA TUMIDA* - FRANCE

Jury :

Président :

Directeur : Julie Rivière

Co-Directeur : Marie-Pierre Chauzat

Assesseur : Andrew Ponter

Study of the feasibility and the acceptability of the surveillance of the small hive beetle (*Aethina tumida*) by trapping in France

SURNAME: DEMETZ

Given name: Ericka

Summary

The small hive beetle (*Aethina tumida*) is one of the diseases which must be declared to the World Organization for Animal Health (OIE) and it is considered to be a first class health risk in France. The parasite is responsible for the spoliation of hive reserves, honey fermentation and comb disorganization because of destruction caused by the larvae. When an infestation is detected, drastic health measures are applied such as the destruction of the apiary. The methods of detection of this parasite are currently based on a system of declaration by the beekeepers, a control of the trades of bees and equipment with foreign countries and the implementation of traps plans by several local sanitary organizations.

The surveillance of infestation in France is currently performed by beekeepers using visual inspection, which is a time-consuming method with a moderate sensitivity. However, no data was available concerning the feasibility and the acceptability by the French beekeepers of trapping methods. The aim of this study was to investigate these two aspects of the trapping surveillance in three different geographical areas (Ile de France, Var, Rhône-Alpes). A group of volunteer beekeepers (amateur, multi-active workers and professional) have tested two traps, an oil trap (Beetle Blaster® model) and a strip made of corrugated plastic. A visit of the apiary was performed by an investigator, using a semi-structured interview in order to evaluate the beekeeper's knowledge of *A. tumida* infestation. In addition, the beekeeper had to position and remove the traps several times. The traps were monitored by the beekeepers for several weeks.

Our results show that trapping was well accepted by the beekeepers, and that most of whom are agree to continue trapping during the next season. The strip trap was more adapted to the amateurs whereas the Beetle Blaster® was preferred by the professionals. Additionally, a guide ("User manual") for the use of the traps was created based on the results from this study in order to enable beekeepers to be more independent when trapping. This project is an exploratory study before another work to extend trapping in France, which would be based on a random selection of the beekeepers. Furthermore, the effectiveness (sensitivity, specificity) of these two traps still needs to be assessed.

Keywords : TRAPPING – PROTOCOLE – BEEKEEPING – SURVEILLANCE – HIVE – PEST – BEETLE – HONEY BEE – *APIS MELLIFERA* – PARASITE – *AETHINA TUMIDA* – FRANCE

Jury :

Président :

Director : Julie Rivière

Co-Director : Marie-Pierre Chauzat

Assessor : Andrew Ponter