



# MORTALITES HIVERNALES DES ABEILLES

*Analyses des causes et synergies négatives à  
l'œuvre sur le territoire Roannais*

**Vincent Leclercq**

**VA- Risques et Pollutions**

**Promotion 59**

*Avril - Juin 2014*

Président du jury : Bernard Clément

Maître de TFE : Robin Eppe

Expert : Axel Decourtye

## Notice Analytique

	<b>NOM</b>	<b>PRENOM</b>	
<b>AUTEUR</b>	LECLERCQ	VINCENT	
<b>TITRE DU TFE</b>	<b>Analyses des causes et synergies négatives à l'œuvre sur le territoire Roannais</b>		
	<b>ORGANISME D'AFFILIATION ET LOCALISATION</b>	<b>NOM PRENOM</b>	
<b>MAITRE DE TFE</b>	Université de Lyon - 37 rue du Repos - Quartier Sergent Blandan	EPPE Robin	
<b>COLLATION</b>	84 pages	5 Annexes. 22 pages	100 références bibliographiques
<b>MOTS CLES</b>	Mortalité, Varroa, Néonicotinoïdes, Hiver, <i>Apis mellifera</i>		
<b>TERMES GEOGRAPHIQUES</b>	France, Europe, Rhône-Alpes, Loire, Roannais		
<b>RESUME</b>	<p>Les Mortalités hivernales des colonies d'abeilles domestiques (<i>Apis mellifera</i>) sont aujourd'hui un phénomène inquiétant, avec en jeu le rendement de la majorité de nos cultures. Ce déclin massif est observé attentivement depuis 2006. La France et le territoire Roannais n'échappent pas à cette situation. Les taux de mortalités de ces derniers hivers avoisinent les 30% excepté pour 2013/2014. Aucune conclusion définitive n'a pu être déterminée pour expliquer les mortalités sur le territoire du Roannais. On note toutefois que les apiculteurs du Roannais sont fortement tributaires d'un nombre réduit de plantes mellifères et que la pression de <i>Varroa destructor</i> semble en baisse. On ne peut conclure sur l'impact des résidus de pesticides. Des analyses sont à mener et il faut notamment se focaliser sur les traitements parasitaires appliqués aux bovins, le Roannais étant une terre d'élevage.</p>		

<b>ABSTRACT</b>	<p>The Overwintering colony losses of honey bees (<i>Apis mellifera</i>) are presently a worrying phenomenon. Most of our cultures depend on the pollination of these insects. This huge decline occurs since 2006 and is hardly studied. We observe this decline in France and in the lands around the town of Roanne too. Mortality rates of the last winters are around 30% except for the winter 2013/2014. We note, however, that beekeepers Roanne are dependent on a small number of nectar plants, that the pressure of <i>Varroa destructor</i> appears to be declining sharply. One can not conclude on the impact of pesticide residues. Analyzes should be conducted. We must also focus on parasitic treatments applied to cattle, because we find numerous cattle farms in the study area.</p>
-----------------	--

## **Remerciements**

*Bernard Clément pour son encadrement et le temps qu'il a su me confier.*

*Robin Eppe pour son engagement dans le dispositif de la Boutique des Sciences et son soutien sans faille*

*Monique l'Hostis pour ses précieux conseils et le temps qu'elle m'a accordé*

*Bernard Crouzier pour son optimisme à toute épreuve, le surcroît de travail que je représentais pour lui en pleine saison apicole, les déjeuners et les nombreuses mais riches conversations que nous avons partagés.*

*Albert Verdier pour sa gentillesse infinie, sa grande expérience apicole, qui me lancera certainement vers l'apiculture, et son hydromel.*

*Jacques Sterckx pour m'avoir gentiment reçu et aidé dans ce travail.*

*Clément Stofleth pour sa compagnie lors des week-ends interminables en salle informatique*

*Marie Perrin pour avoir su pimenter les pauses à l'école, entre deux séances de travail.*

*Jonathan Rodrigues pour son écoute attentive de tous les instants et sa présence tout au long de cette dernière année étudiante.*

*Niousha Rezaï pour sa présence et son amitié pendant ses trois ans et a fortiori durant ce TFE.*

*Alexis Lepinay pour tous les moments passés ensemble durant ses trois ans, du début de la première année jusqu'à la dernière page de ce rapport,*

*Amaury, Corentin et Paul, sans qui je ne serais rien,*

## Sommaire

Notice Analytique.....	2
Introduction .....	9
I. Les causes globales des mortalités hivernales des abeilles.....	10
1. Situation des mortalités hivernales en France et dans le Monde.....	10
1.1 Historique en Europe et dans le Monde.....	10
1.2 Les Mortalités en France .....	12
2. L'Inventaire des principales causes incriminées: l'hypothèse multifactorielle .....	13
2.1 Une situation sanitaire parfois difficile: le rôle des parasites .....	14
2.1.1 <i>Les microsporidies Nosesma ceranae et Nosema Apis</i> .....	14
2.1.2 <i>Les Bactéries</i> .....	16
2.1.3 <i>Les Acariens : le rôle majeur de V. destructor</i> .....	16
2.1.4 <i>Les Virus</i> .....	20
2.1.5 <i>Les Autres parasites</i> .....	21
2.2 Un environnement difficile.....	21
2.2.1 <i>La Perte de biodiversité florale</i> .....	21
2.2.2 <i>Les Conditions Climatiques et météorologiques</i> .....	22
2.2.3 L'Emploi des produits phytosanitaires.....	23
2.2.3.1 <i>Les Insecticides Néonicotinoïdes, Phénylpyrazoles</i> .....	23
2.2.3.2 <i>Les Pesticides à Usage Vétérinaire</i> .....	27
2.3 Les Synergies à l'étude .....	27
2.3.1 <i>L'Acarien Varroa et les Virus associés</i> .....	28
2.3.2 <i>Le couple Nosema Ceranae/Insecticides à l'étude</i> .....	29
2.4 Synthèse.....	31
II. Le Territoire du Roannais: Contexte et Causes locales de mortalités .....	33
1. Le Département de La Loire et le Territoire du Roannais : Contexte .....	33
1.1 Contexte apicole : Présentation générale et Mortalités hivernales. ....	34
1.2 Contexte agricole du département de la Loire : Cultures dominantes et évaluation globale du risque pour les abeilles.....	38
1.3 Contexte Sanitaire Apicole du département de la Loire.....	42
2. Analyse des causes locales au sein du syndicat apicole : Réponses au questionnaire.....	44
2.1 Présentation du syndicat apicole Roannais et Méthodologie .....	44
2.2 Résultats .....	45
2.2.1 <i>Chiffres clés et taux de réponse</i> .....	45

2.2.2	<i>Mortalités hivernales constatées</i> .....	48
2.2.3	<i>Influence du Varroa selon le traitement</i> .....	49
2.2.4	<i>Influence des cultures</i> .....	53
2.3	Entretiens complémentaires.....	54
2.4	Discussion .....	55
3.	Analyse cas/témoins de 5 ruchers.....	57
3.1	Présentation des ruchers et Méthodologie d'analyse .....	57
3.2	Résultats .....	58
3.2.1	<i>Pratiques Apicoles sur les 5 ruchers et Situation générale de chacun des ruchers</i> .....	58
3.2.2	<i>Les Audits Sanitaires</i> .....	60
3.2.3	<i>Influence de l'environnement : Analyse du Registre parcellaire graphique sur un réseau étendu de 25 ruchers</i> .....	61
3.3	Discussion .....	70
	Conclusion.....	72
	Références bibliographiques .....	74
	Annexes.....	84

## Table des Illustrations

Figure 1 - Carte de répartition des mortalités hivernales durant l'hiver 2007 - 2008 (vanEngelsdorp et al, 2008) .....	11
Figure 2 - Etat des mortalités hivernales aux Etats-Unis sur les derniers hivers (Coloss, 2014) .....	11
Figure 3 - Mortalités hivernales sur l'hiver 2009/2010 (Coloss, 2010).....	11
Figure 4 - Mortalités hivernales 2012/2013 (Epilobee, 2014).....	11
Figure 5 - Historique des mortalités hivernales à l'échelle nationale- Source: ITSAP .....	12
Figure 6 - Historique des mortalités par région Source : ITSAP .....	13
Figure 7 - Dynamique d'une infection naturelle d'une ruche par <i>N. Ceranae</i> - Source Higes et al, 2008 .....	15
Figure 8 - Cycle de vie de <i>V. destructor</i> - Source : Wendling, 2012.....	17
Figure 9 - Dynamique de reproduction entre ouvrières et faux bourdons - Source : Martin , 2007 ....	17
Figure 10 - Corrélation entre le taux d'infestation de <i>Varroa Destructor</i> et les mortalités hivernales des colonies - Source : Genersch et al. 2010 .....	18
Figure 11 - Liste des principaux traitements chimiques utilisés contre <i>Varroa destructor</i> , efficacité et réglementation - Source : Martin-Hernandez et al, 2007 - Charrière et Imdorf, 2002 - Wendling, 2012 .....	18
Figure 12 - Tableau des principaux virus recensés affectant l'abeille - Source : AFSSA.....	20
Figure 13 - Effets synergiques centrés sur <i>V. destructor</i> - Source : Le Conte et al, 2010 .....	28
Figure 14 - Synergies négatives entre <i>N. Ceranae</i> et les molécules Thioclopride et Fipronil. Source : Vidau et al, 2011 .....	30
Figure 15 - Principales causes de mortalités évoquées par les laboratoires pour l'Europe en 2010 - Source : Chauzat et al, 2013 .....	31
Figure 16 - Tableau des critères retenus par l'ITSAP pour l'étude des mortalités hivernales en France .....	32
Figure 17 - Situation du territoire Roannais- Source : GEOFLA®.....	33
Figure 18 - Situation de l'apiculture dans la Loire, en Rhône-Alpes et en France. Source: Agreste, 2012a. ....	34
Figure 19 - Exploitations apicoles recensées sur le département - Source: Agreste, 2012a. ....	34
Figure 20 - Comparaison de la mortalité en Rhône Alpes et en France - Source : ITSAP et ADARA .	35
Figure 21 - Répartition des types de mortalités pour la région Rhône-Alpes. Echantillon pour chaque hiver de 4 à 5000 colonies - Source : ADARA .....	35
Figure 22 - Paysage Apicole type de plaine - Source : Traité Rustica de l'Apiculture.....	36
Figure 23 - Inventaire des principales plantes mellifères sur le territoire Roannais - Source :Entretiens avec les apiculteurs, Traité Rustica de l'Apiculture .....	37
Figure 24 - Orientation technico-économiques agricoles des communes du département - Source : Agreste, 2010.....	38
Figure 25 - Détail des principales surfaces cultivées en ha pouvant présenter un risque pour l'abeille sur le département de la Loire en ha - Source: Agreste, 2012b.....	39
Figure 26 - Principaux IFT sur les cultures en France : Source : Agreste, 2006.....	40
Figure 27 - Pourcentage de semences traitées en Rhône-Alpes, par type de cultures - Agreste, 2013	40
Figure 28 - Evolution du nombre de ruches et d'adhérents de l'Abeille Roannaise .....	44
Figure 29 - Taux de réponse général calculé selon le nombre de ruches, et aux chiffres de mortalités .....	45
Figure 30 - Type d'exploitation de l'échantillon .....	46
Figure 31 - Répartition de la totalité des Apiculteurs de l'Abeille Roannaise.....	47

---

<i>Figure 32 - Taux de mortalités hivernales des apiculteurs dont les données sont exploitables.....</i>	48
<i>Figure 33 - Occurrence de l'acarien <i>V. destructor</i> .....</i>	49
<i>Figure 34 - Nombre de traitements contre <i>V. destructor</i> .....</i>	50
<i>Figure 35 - Occurrence des acaricides sur le territoire Roannais .....</i>	51
<i>Figure 36 - Mortalités hivernales selon traitement contre <i>V. destructor</i> ou non. ....</i>	51
<i>Figure 37 - Tableau présentant les chiffres bruts et l'échantillonnage pour chaque pourcentage.....</i>	52
<i>Figure 38 - Réponses sur les cultures végétales, dans un rayon de 3 km, fournies par les apiculteurs</i>	53
<i>Figure 40 - Nombre de ruches à l'entrée de l'hivernage .....</i>	57
<i>Figure 39 - Mortalités des ruchers sur les 3 hivers .....</i>	57
<i>Figure 41 - Informations générales sur les ruchers .....</i>	58
<i>Figure 42 - Résumé sanitaire des cinq ruchers .....</i>	60
<i>Figure 43 - Audit sanitaire sur le rucher du Bois de Guite sur la commune de Cordelle le 12/06/2014</i> .....	60
<i>Figure 44 - Vue d'ensemble des 25 ruchers et de l'assolement du territoire Roannais .....</i>	62
<i>Figure 45 - Assolement spécifique du rucher des Bruyères .....</i>	63
<i>Figure 46 - Assolement spécifique du Rucher du Bois de Guite .....</i>	64
<i>Figure 47 - Assolement spécifique du Rucher de la Crulée .....</i>	65
<i>Figure 48 - Assolement spécifique du Rucher de Lucée.....</i>	66
<i>Figure 49 - Assolement spécifique du rucher familial de Senouche .....</i>	67

## Introduction

Les pollinisateurs sauvages comme les pollinisateurs domestiques représentent aujourd'hui un enjeu majeur pour la production agricole. On estime à 35% la production mondiale des aliments qui dépendent d'une culture à pollinisation entomophile. Le pourcentage est encore plus important si on se focalise sur les cultures majeures présentes dans le monde ; 70% de ces cultures dépendent alors des pollinisateurs. On a monétarisé l'action de ces pollinisateurs. Il est aujourd'hui estimé à 153 milliards d'euros (Gallai *et al*, 2009). Les populations hyménoptères, domestiques comme sauvages, semblent cependant aujourd'hui insuffisantes pour polliniser la totalité des cultures et ainsi répondre à nos besoins (De Breeze et al, 2014). Car les populations actuelles d'hyménoptères semblent être en déclin, et ce particulièrement dans les pays occidentaux. Les apiculteurs ont été parmi les premiers à alerter les pouvoirs publics et l'opinion, en constatant des mortalités importantes dans leur cheptel, sans aucune explication.

Les chercheurs de différentes disciplines<sup>1</sup> se sont donc mobilisés afin de résoudre cette épineuse question. Beaucoup d'hypothèses ont été avancées, après une période d'accumulation des données et des études de cas. Aucun consensus global n'est pourtant ressorti à l'heure actuelle. A défaut d'être multifactorielle, l'origine de ces mortalités est peut-être explicable à un échelon d'analyse plus fin et local. Certains paramètres qui se prêtent peu à une analyse à grande échelle peuvent alors être examinés, comme la météorologie et les pratiques apicoles. Ces facteurs sont pourtant déterminants. Quelles sont dès lors les causes de mortalités hivernales des colonies d'abeilles domestiques et quelle conclusion en tirer ?

Une synthèse bibliographique portant sur les connaissances scientifiques actuelles permettra de faire un état des lieux sur les causes de mortalités hivernales et les orientations qui sont suspectées par les chercheurs. Une étude de terrain sera ensuite présentée. Elle comporte trois parties. Après une brève présentation du contexte agricole et apicole du territoire Roannais, nous analyserons la situation de l'apiculture et les mortalités hivernales des colonies d'abeilles domestiques à l'échelle du syndicat apicole de Roanne. Une analyse plus fine de ruchers spécifiques sera ensuite menée, avec notamment une analyse de l'environnement de chacun.

---

<sup>1</sup> Écotoxicologie, entomologie, écologie, pathologie des insectes.

## I. Les causes globales des mortalités hivernales des abeilles

Les mortalités des colonies peuvent survenir à n'importe quelle saison. Nous nous attarderons ici sur les mortalités se déroulant durant l'hiver, qui sont les plus nombreuses mais aussi les plus difficiles à expliquer.

### 1. Situation des mortalités hivernales en France et dans le Monde

Il existe énormément d'études des mortalités par hiver et par pays, qui sont le plus souvent disséminés, sans qu'il existe une base de données mis régulièrement à jour et global. C'est pourquoi nous présenterons ici quelques situations par pays et par hiver afin d'illustrer cette situation critique.

#### 1.1 Historique en Europe et dans le Monde

Les mortalités hivernales ont visiblement toujours eu lieu et sont mentionnées dès le développement de l'apiculture moderne au début du XX<sup>ième</sup> siècle. Elles furent d'ailleurs parfois assez importantes, comme en 1906 sur l'Isle de Wight (Neumann & Carreck, 2010), où fut alors suspectée la présence de parasites<sup>2</sup> impliquées dans ces mortalités massives. Ces mortalités hivernales semblent néanmoins se généraliser à l'échelle de la planète depuis environ cinq décennies (Decourtye, 2006), avec des pourcentages de mortalités certes variables mais dépassant largement les mortalités hivernales naturelles, établies, selon la rigueur du climat, entre 10% et 15% (Chauzat et al, 2014). Cette problématique va prendre de l'ampleur à une échelle internationale durant la décennie 2000-2010, avec des taux de mortalités véritablement inquiétants, relatés aux Etats-Unis et en Europe. Pour désigner ces mortalités mystérieuses, on parle aux Etats-Unis depuis 2006, de *Colony Collapse Disorder* (CCD), ou "syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles" en langue française. Il se caractérise en général par l'absence notable d'abeilles adultes mortes dans la ruche, seule la reine, une poignée d'abeilles adultes et des réserves de nourriture subsistent. On note aussi l'absence de parasitisme pour venir piller les restes de miel et de pollen (Cox-Foster & vanEngelsdorp, 2009). L'ITSAP en France n'adopte pas la même définition et décrit le CCD par "la présence en sortie d'hivernage d'une poignée d'abeilles dans la ruche , avec du couvain et quelque abeilles sur le plancher" (ITSAP, 2011). Le dénominateur commun semble être le fait qu'une ruche touchée par le CCD est morte de manière rapide et inexplicable, comme un effondrement. Il faut de plus insister sur le fait que les colonies mortes par CCD ne forment qu'une partie des mortalités hivernales.

Différents réseaux de surveillance se sont construits depuis quelques années afin de donner une vision globale de cette problématique : on a par exemple le réseau COLOSS (COlony LOSSes) à l'échelle mondiale ou l'étude Epilobee à l'échelle européenne, qui a livré ses résultats cette année, pour les mortalités de l'hiver 2012-2013.

---

<sup>2</sup> *Nosema Apis* fût alors incriminé

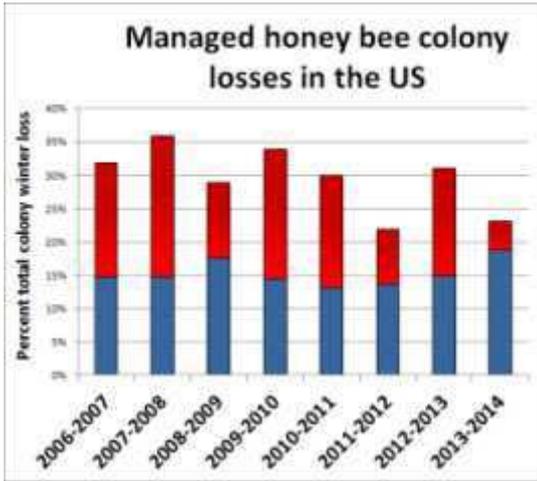


Figure 2 - Etat des mortalités hivernales aux Etats-Unis sur les derniers hivers (Coloss, 2014)

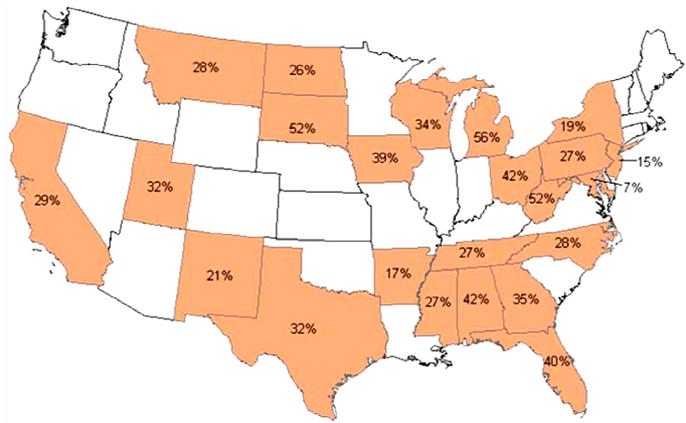


Figure 1 - Carte de répartition des mortalités hivernales durant l'hiver 2007 - 2008 (vanEngelsdorp et al, 2008)

La carte ci-dessus à droite, nous fournit une photographie de la situation aux Etats-Unis sur 2007-2008 avec un taux moyen de mortalité hivernale de l'ordre de 35,8% (vanEngelsdorp *et al*, 2008).

Les barres bleues représentent des mortalités que l'on pourrait qualifier de "normales". La situation fut similaire en Europe avec des taux de mortalités hivernale supérieurs à 15% .La situation de l'hiver 2007/2008 se retrouve aujourd'hui. On a la même tendance notamment pour l'hiver 2012/2013, en Europe, avec les résultats fournis par l'étude Epilobee:

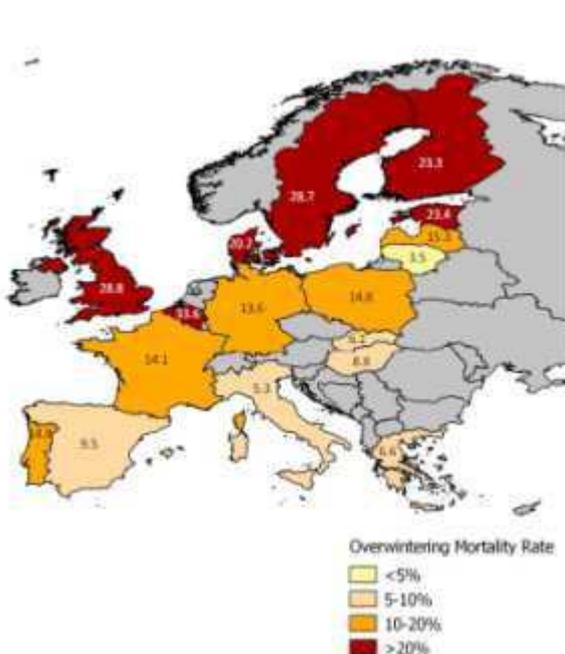


Figure 4 - Mortalités hivernales 2012/2013 (Epilobee, 2014)

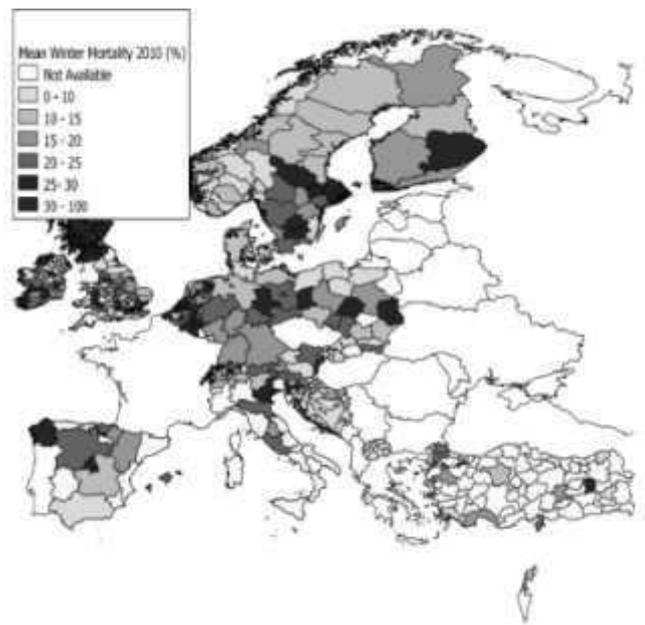


Figure 3 - Mortalités hivernales sur l'hiver 2009/2010 (Coloss, 2010)

Les résultats européens présentés ici proviennent d'études différentes et donc de ruchers et d'échantillonnages différents. On s'aperçoit pour l'étude du réseau COLOSS que certaines régions des pays du Nord (Suède, Norvège et Finlande) subissent moins de pertes hivernales que dans les pays du Sud (Slovénie, Croatie et Macédoine) sur l'hiver 2009/2010. Les résultats de l'étude Epilobee semble néanmoins indiquer qu'il y a un certain gradient Nord/Sud de mortalités hivernales. C'est pourquoi les chiffres sont à apprécier dans leur globalité. On peut néanmoins affirmer à la lumière de ces différentes études, menées à des échelles de temps et d'espace différentes, que la mortalité hivernale des ruches s'avère anormale tant à l'échelle européenne qu'états-unisienne.

On dispose de moins d'études concernant les autres continents, comme l'Amérique du Sud, l'Afrique ou l'Asie. La Chine fait partie du réseau COLOSS, et l'enquête menée sur les hivers 2009-2010 a donné des taux de pertes hivernales relativement faibles de l'ordre de 4,2% (van der Zee *et al*, 2012).

## 1.2 Les Mortalités en France

Le problème des mortalités hivernales est abordé en France à une date plus précoce, dès le milieu des années 1990. Des apiculteurs isolés lancent la controverse en dénonçant les insecticides Régent et Gaucho. Ces derniers affirmaient que ces produits phytosanitaires étaient la cause des mortalités hivernales anormales qu'ils constataient sur leurs ruchers. Il est néanmoins difficile de trouver des chiffres sur cette période. On dispose cependant de données à partir de la décennie 2000-2010. L'ITSAP<sup>3</sup> réalise chaque année depuis 2008, une enquête à l'échelle nationale afin de déterminer quels sont les pertes hivernales des apiculteurs français.

Hiver	Taux de pertes national	Intervalle de confiance à 95 %, moyenne redressée des taux de sondages réels
2011	19,6 %	[17 % - 22 %]
2010	26,8 %	[23 % - 30 %]
2009	23,3 %	[21 % - 25 %]
2008	29,2 %	[26 % - 32 %]

Figure 5 - Historique des mortalités hivernales à l'échelle nationale- Source: ITSAP

Les mortalités hivernales comptabilisées ici intègrent les ruches considérées comme des non-valeurs (orphelines, bourdonneuses). On remarque que les intervalles de confiance à 95% calculés sur les 2 derniers hivers ne se recoupent pas, ce qui signifie que la mortalité a significativement diminué. La borne inférieure reste toutefois au-dessus des 15% de mortalités maximum qui eurent lieu en général par le passé lors d'hivers rigoureux. Ces résultats sont néanmoins à prendre avec beaucoup de recul étant donné les taux de réponses qui sont de 15,9% et 12,1% respectivement pour 2010 et 2011.

<sup>3</sup> Institut Technique et Scientifique de l'Apiculture et de la Pollinisation. Né en 2009, l'ITSAP a pour but de coordonner les actions de recherche et d'expérimentation au niveau national

On constate aussi quelques disparités, quoique légères d'une région à l'autre sur les hivers de 2008 à 2011:

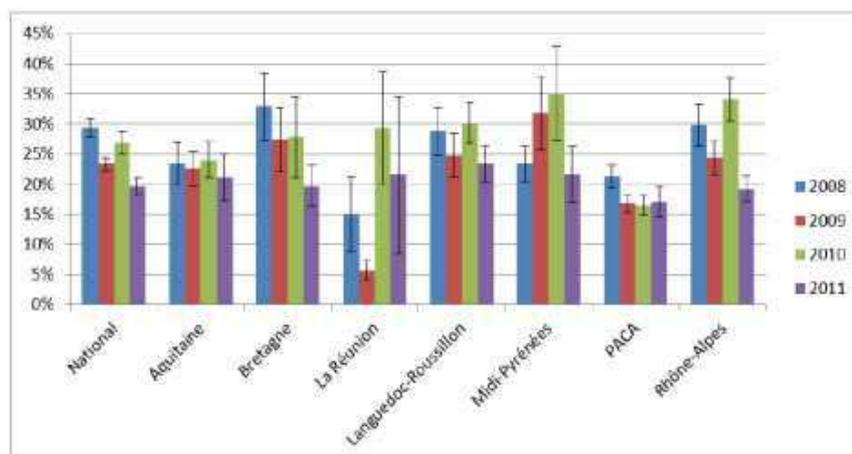


Figure 6 - Historique des mortalités par région Source : ITSAP

Seules sont affichées ici les régions pour lesquelles on a au moins 5 exploitations qui ont répondu, les autres ayant été écartées de l'étude. On remarque d'emblée que les Midi Pyrénées et la Bretagne affichent des mortalités hivernales relativement importantes bien qu'en baisse pour 2011. On constate en outre que les pertes nationales, supérieures à 15%, ne sont pas le fruit de quelques régions où les mortalités seraient très importantes et qui masqueraient alors les résultats d'autres régions plus "saines" pour l'abeille. Le problème des mortalités hivernales n'en apparaît alors que plus global. Seule l'île de La Réunion présente un taux inférieur à 10% pour 2009.

En conclusion on s'aperçoit que la mortalité hivernale des abeilles, le problème des mortalités sur la région Rhône-Alpes est bien présent

## 2. L'Inventaire des principales causes incriminées: l'hypothèse multifactorielle

Devant l'enjeu que représentent la pollinisation des cultures et la baisse inquiétante de nombre d'exploitations et de ruches domestiques depuis quelques décennies, des chercheurs du monde entier<sup>4</sup> se sont mobilisés afin de déterminer quelles pouvaient être les causes de ce déclin brutal. L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA) a rendu un rapport en 2008 et énuméré pas moins d'une quarantaine de causes pouvant expliquer ces mortalités hivernales jusque-là inexplicables. Celles-ci ont été classées en cinq catégories : les agents biologiques, les agents chimiques, l'environnement, les pratiques apicoles et les autres causes.

Nous reprendrons ici cette classification, mis à jour des dernières avancées en la matière. Les causes du CCD ne font pas l'unanimité entre les chercheurs, nous traiterons donc à part égales toutes les causes principales, les plus susceptibles d'expliquer les mortalités hivernales, et de surcroît à

<sup>4</sup> des pays occidentaux du moins

l'échelle française. Le terme "abeille" fera, sauf mention contraire, abusivement référence à l'espèce *Apis Mellifera*.

## **2.1 Une situation sanitaire parfois difficile: le rôle des parasites**

Les parasites ont très vite fait l'objet de suspicion d'autant plus que leur rôle semble être établi de longue date avec les effondrements de l'Ile de Wight de 1906 (Neumann & Carreck, 2010). Ils sont d'ailleurs considérés par certains chercheurs comme la cause principale des effondrements que l'on connaît actuellement (Genersch 2010a, Cornman, 2012). A l'instar de la remarque ci-dessus nous détaillerons l'influence des parasites les plus problématiques. Il ne faut cependant pas oublier que la présence d'une multitude d'entre eux participe, peut-être par synergie ou accumulation des facteurs de stress, à l'affaiblissement général d'une colonie (Cornman, 2012).

### **2.1.1 Les microsporidies *Nosesma ceranae* et *Nosema Apis***

*Nosema Apis* et *Nosema Ceranae* sont deux microsporidies aujourd'hui incriminées dans les mortalités hivernales des colonies. Elles font partie des pathologies les plus répandues dans le monde entier, parmi les abeilles domestiques (Botias *et al*, 2013). *N. Apis* fut découvert en 1909 sur *Apis Mellifera* (Zander, 1909) et déclenche la nosérose dit de type A. *N. Ceranae* a été identifié pour la 1<sup>ère</sup> fois sur l'abeille *Apis Cerana* (Fries *et al*, 1996) et déclenche la nosérose de type C. La présence de *N. Ceranae* en France a d'ailleurs été établi (Chauzat *et al*, 2007).

Ces microsporidies colonisent les cellules épithéliales de l'intestin des abeilles afin de se reproduire. Les deux types de noséroses sont cependant différentes. On remarque par exemple pour la nosérose de type A et non de type C, des abeilles rampantes et des diarrhées (Higes *et al*, 2010a). *N. Ceranae* présente une période d'incubation plus longue, et provoque des abdomens dilatés chez les abeilles. L'assimilation des nutriments est en outre perturbée, et l'hémolymphe est moins riche en substances nutritives<sup>5</sup> (Aliferis *et al.*, 2012) Les abeilles, alors individuellement plus faibles participent, par leur contamination, à un affaiblissement généralisé de la colonie. On a également remarqué, sans doute pour pallier à ce manque, une consommation accrue de miel et de nectar chez les abeilles infectées par *N. Ceranae* (Alaux *et al*, 2010). On a aussi des modifications du comportement au vol (Dussaubat, 2013), des perturbations hormonales (Ares *et al.*, 2012) et phéromonales (Dussaubat *et al.*, 2010). Les perturbations hormonales<sup>6</sup> engendrées par *N. Ceranae* vont opérer un transfert massif d'abeilles juvéniles, nourrices surtout, vers le groupe des butineuses normalement plus âgées. On aura donc progressivement moins de couvain puisque moins d'abeilles nourrices pour s'en occuper. La ruche peut alors aller à l'effondrement par non renouvellement de ses ouvrières (Higes *et al*, 2013).

---

<sup>5</sup> acides gras et protéines notamment

<sup>6</sup> notamment avec l'hormone JH

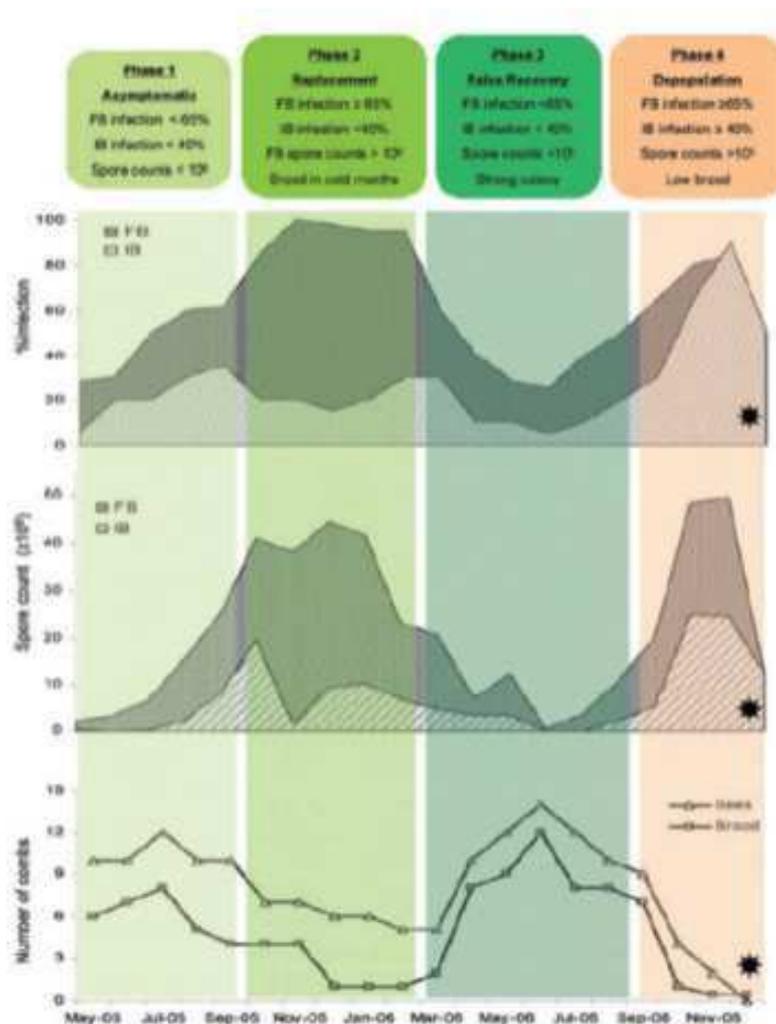


Figure 7 - Dynamique d'une infection naturelle d'une ruche par *N. Ceranae* - Source Higes et al, 2008

Au niveau de la prévalence, *N. Ceranae* remplacerait peu à peu les niches écologiques occupées auparavant par *N. Apis* (Martin-Hernandez et al, 2011). Elle serait aussi plus virulente (Paxton et al, 2007). D'autres études semblent néanmoins conclure qu'il n'y pas de différence globale de virulence et qu'elle ne provoque pas de mortalités significativement supérieures (Forsgren & Fries, 2010). La différence de prévalence entre *Apis* et *Ceranae* serait à analyser selon le climat et la région (Higes et al, 2010b) et même selon des variations génétiques entre colonies (Fontbonne et al, 2013). La coexistence serait d'ailleurs plus équilibrée dans les pays du Nord de l'Europe comme l'Allemagne (Gisder, 2010). Ceci étant peut être dû au fait que les spores de *N. Ceranae* sont adaptés à des températures plus élevées. Même s'il est difficile de faire ressortir un avis univoque sur la question tant les études réalisées aujourd'hui se basent sur des expérimentations différentes et fournissent donc des conclusions très variables sinon opposées (Milbrath et al, 2013), les dernières, plus récentes, semblent néanmoins montrer que les deux espèces coexistent bel et bien, et que *N. Ceranae* aurait une plus grande prévalence et virulence que sa compagne (Botias et al, 2013). Les efforts des chercheurs se

focalisent d'ailleurs aujourd'hui sur cette espèce, qui sous nos latitudes françaises, semble bel et bien dominante.

Quoiqu'il en soit, *N. Ceranae* est aujourd'hui fortement suspectée pour être une des causes de mortalités hivernales des abeilles (Higes et al, 2008), à l'échelle mondiale et notamment française. Les données dont on dispose à l'heure actuelle sont néanmoins contradictoires et ne semblent pas en mesure d'incriminer directement *N. Ceranae* comme une cause directe d'effondrement des colonies. Il semble bien qu'il y ait une corrélation en Espagne (Higes *et al*, 2008) mais pas forcément en Allemagne (Genersch et al, 2010b). Il existe aussi des études démontrant que des colonies peuvent être infectées et ne pas présenter de signes d'effondrement en Allemagne (Gisder *et al*, 2010).

Une des pistes de recherche consiste à évaluer l'incidence de *N. Ceranae* en présence de pesticides, mais aussi d'autres agents pathogènes comme les virus. C'est une des synergies les plus étudiées et nous y reviendrons ultérieurement.

### **2.1.2 Les Bactéries**

Il existe une multitude de bactéries s'attaquant à l'abeille domestique. La loque américaine (*Paenibacillus larvae*) et européenne (*Melissococcus plutonius*) sont les maladies les plus problématiques aujourd'hui, et elles sont présentes sur le territoire français.

La loque américaine est bien plus virulente que sa comparse et fait partie des dangers dite de 1<sup>ère</sup> catégorie<sup>7</sup> en France. Elle engendre des mortalités importantes sur les ruchers et est surveillée de près par les autorités sanitaires des différents pays occidentaux. Ces deux bactéries ne semblent cependant pas engendrer les épisodes hivernaux dramatiques que l'on connaît aujourd'hui.

### **2.1.3 Les Acariens : le rôle majeur de *V. destructor***

Les acariens et surtout *Varroa destructor*, sont, avec *N. Apis* et *N. Ceranae*, les agents pathogènes les plus suspectés d'engendrer les effondrements actuels des colonies. On compte 3 espèces d'acariens majeures, *Varroa destructor*, *Acarapis woodi*, *Tropilaelaps clareae* et *Aethina Tumida*. Les deux dernières espèces, bien que classées en tant que danger de 1<sup>ère</sup> catégorie<sup>6</sup> ne sont pas encore présentes en France. *Acarapis woodi* ne semble plus poser de problème puisqu'il n'est plus considéré comme une maladie réputé contagieuse (MRC) sur le territoire français. Nous nous focaliserons donc sur *Varroa destructor*.

#### *Varroa destructor*

*V. destructor* est un acarien ectoparasite provenant d'Asie, découvert sur l'île de Java en 1904, et dont l'hôte original fût l'espèce d'abeille asiatique *Apis Cerana*. Il a ensuite migré au cours du XX<sup>ème</sup>

---

<sup>7</sup> cela désigne l'ancienne dénomination de maladie réputée contagieuse (ou MRC) Signifie que la maladie doit être particulièrement surveillé. On compte 4 MRC en France : *Paenibacillus larvae* , *Nosema Apis*, *Tropilaelaps clareae* et *Aethina Tumida*.

siècle sur l'abeille domestique *Apis mellifera*, pour coloniser progressivement l'ensemble du monde<sup>8</sup>. Il représente aujourd'hui le fléau principal des apiculteurs du monde entier et est souvent cité comme une des causes globales de mortalités hivernales (Dahle, 2010, Guzman-Novoa et al, 2010). Il est probablement apparu en France il y a plus d'une trentaine d'années, avec une 1<sup>ère</sup> observation réalisée en 1982 (Colin et al, 1983). Quelques territoires français sont cependant épargnés par la présence de *V. destructor* comme l'île d'Ouessant et l'île de la Réunion. Les niveaux d'infestation en Europe semblent néanmoins beaucoup plus faibles que lors du début de la prolifération (Le Conte et al, 2010).

*V. destructor* va s'introduire dans le couvain et se nourrir de l'hémolymphe des larves, affaiblissant ces dernières de manière significative. La colonie, affaiblie par un manque d'ouvrières en bonne santé peut alors disparaître progressivement, au fur et à mesure que l'infestation prend de l'ampleur. *Apis Cerana*, qui a co-évolué avec la présence de ce parasite, s'en accommode très bien et l'éliminerait d'ailleurs par épouillage. *Apis Mellifera* n'a pas de mécanisme de défense propre. C'est probablement pour cette raison que l'infestation fut si forte lors de son apparition en Europe.



Figure 8 - Cycle de vie de *V. destructor* - Source : Wendling, 2012

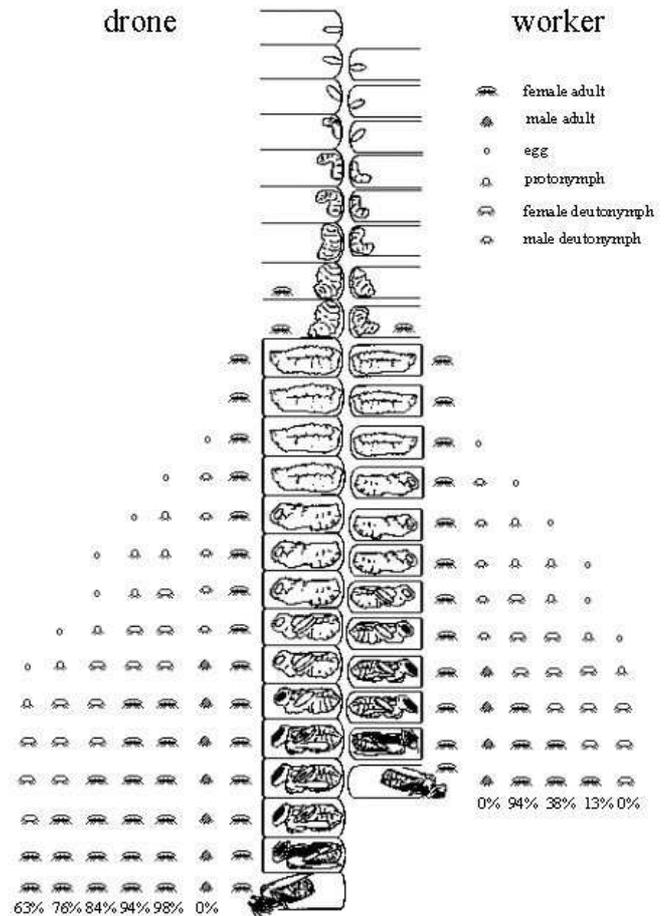


Figure 9 - Dynamique de reproduction entre ouvrières et faux bourdons - Source : Martin, 2007

<sup>8</sup> à l'exception de l'Australie et de quelques autres lieux isolés.

Les abeilles naissantes ont un poids plus petit, une espérance de vie réduite et des fonctions cérébrales altérées (Wendling, 2012). Les faux-bourdon<sup>9</sup> ayant été infectés seraient également moins fertiles mais ne participeraient en fait pas aux vols nuptiaux du fait de leur force physique insuffisante (Duay *et al.*, 2002). L'infestation provoquerait aussi une dépression de la réponse immunitaire, ce qui augmenterait la sensibilité des abeilles aux autres pathogènes (Yang & Cox-Foster, 2005), jouant un rôle dans les synergies. La corrélation entre le taux d'infestation et les mortalités hivernales a d'ailleurs été démontré (Genersch *et al.*, 2010b). Elle ne fait cependant pas l'unanimité. On a en effet constaté que les niveaux d'infestation de varroas lors des effondrements n'étaient pas suffisants pour les expliquer totalement (vanEngelsdorp *et al.*, 2009).

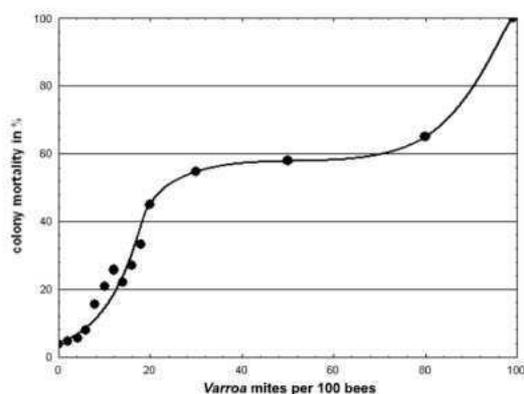


Figure 10 - Corrélation entre le taux d'infestation de *Varroa Destructor* et les mortalités hivernales des colonies - Source : Genersch *et al.* 2010

Les techniques de lutte, bien que très variables en terme d'efficacité sont aujourd'hui nombreuses. Elles incluent l'utilisation d'agents chimiques (amitraze, etc...), biologiques (bactéries et champignons) ou en jouant sur l'état propre de la colonie (limitation du couvain operculé de faux-bourdon). Les colonies traitées survivent mieux que celles qui n'ont pas reçu de traitement (Dooremalen *et al.*, 2012) :

	Formulation Commerciale	Statut en France	Efficacité
<b>Thymol</b>	Apiguard, Thymovar	Apilife-Var, AMM	variable selon la température 66 à 98% - résistance apparue
<b>Acide Oxalique</b>	-	pas d'AMM	80-90% sans couvain , 60% avec couvain
<b>Acide Formique</b>	-	pas d' AMM	90% à 95%
<b>Amitraze</b>	Apivar	AMM <sup>10</sup>	le plus efficace
<b>τ - Fluvalinate</b>	Apistan	AMM	résistance apparue

Figure 11 - Liste des principaux traitements chimiques utilisés contre *Varroa destructor*, efficacité et réglementation - Source : Martin-Hernandez, *et al.*, 2007 - Charrière et Imdorf, 2002 - Wendling, 2012

<sup>9</sup> les varroas se multiplient préférentiellement dans le couvain de faux-bourdon. Leur période d'incubation plus longue permet aussi une multiplication plus grande des varroas.

<sup>10</sup> Autorisation de mise sur le marché

*Varroa destructor* est donc un agent pathogène de 1<sup>er</sup> plan, responsable de l'affaiblissement de nombreuses colonies. Son implication dans les mortalités est certaine, *a fortiori* avec les virus qu'il tend à propager. Les produits acaricides semblent être une solution, dans la mesure où les apiculteurs sont tenus par la réalité économique de leur exploitation, mais à court terme seulement. Ces traitements répétés risquent en effet de favoriser l'apparition de résistances dans les populations de *V. destructor*<sup>11</sup> et sont autant de pesticides qui s'accumulent dans les cires et qui peuvent altérer la santé de l'abeille (cf. Partie I 2.2.3.2). Le mieux serait de miser sur la sélection de colonies tolérantes à l'acarien et de se rapprocher de l'adaptation faite par *Apis cerana*.

---

<sup>11</sup> des résistances à certains produits comme le fluvalinate, le fluméthrine, le coumaphos et l'amitraz (les deux derniers aux Etats Unis) ont déjà été signalé.

### 2.1.4 Les Virus

Il existe de très nombreux virus affectant l'abeille domestique, comme en témoigne la liste des principaux virus établis par l'AFSSA dans son rapport rédigé en 2008<sup>12</sup>:

Virus Virus	Découverte Discovery	Infection expérimentale Experimentally-induced infection	Conséquences* de la virose et symptômes Consequences* of the viral disease and symptoms
<b>Virus de la paralysie aiguë (ABPV)</b> <i>Acute Bee Paralysis Virus (ABPV)</i>	Lors d'études sur le CBPV (1963) <i>During studies on CBPV (1963)</i>	Symptômes de <b>paralysie précoce</b> (2-4 j), mortalité rapide (3-5 j) <i>Early paralysis symptoms (2-4 d), rapid mortality (3-5 d)</i>	Participerait aux affaiblissements, associé à <i>V. destructor</i> <sup>(9)</sup> entraînant la mortalité d'ouvrières et de couvain, <b>NS</b> <i>Believed to be involved in weakening, linked with V. destructor<sup>(9)</sup> causing the mortality of worker bees and brood, NS</i>
<b>Virus de la cellule royale noire (BQCV)</b> <i>Black Queen Cell Virus (BQCV)</i>	À partir de larves de reines dans des alvéoles à parois noires (1977) <i>From queen larvae in black-walled brood cells (1977)</i>	Diminution de la durée de vie des abeilles infectées, dépendant de <i>N. apis</i> pour l'infection des adultes par voie trophique <i>Reduction in the lifespan of infected bees, dependent on N. apis for infection of adults by the trophic route</i>	Participerait à la mortalité d'ouvrières, associé à <i>N. apis</i> . Entraînerait la mortalité de larves de reines, <b>NS</b> <i>Believed to be involved in worker bee mortality, linked with N. apis. Believed to cause queen larvae mortality, NS</i>
<b>Virus X de l'abeille (BVX)</b> <i>Bee Virus X (BVX)</i>	Lors de l'étude d'autres virus (1974) <i>During studies on other viruses (1974)</i>	Pas de symptôme, raccourcit la durée de vie des adultes <i>No symptoms, shortening of adult lifespans</i>	Participerait à la mortalité d'ouvrières, associé à <i>M. mellifica</i> , <b>NS</b> <i>Believed to be involved in worker bee mortality, linked with M. mellifica, NS</i>
<b>Virus Y de l'abeille (BVY)</b> <i>Bee Virus Y (BVY)</i>	À partir d'abeilles mortes en Angleterre (1980) <i>From dead bees in England (1980)</i>	Dépendant de <i>N. apis</i> pour l'infection des adultes, augmentation de la pathogénicité de <i>N. apis</i> <i>Dependent on N. apis for infection of adults, increase in the pathogenicity of N. apis</i>	Participerait à la mortalité d'ouvrières, associé à <i>N. apis</i> , <b>NS</b> <i>Believed to be involved in worker bee mortality, linked with N. apis, NS</i>
<b>Virus de la paralysie chronique (CBPV)<sup>(a)</sup></b> <i>Chronic Bee Paralysis Virus (CBPV)<sup>(a)</sup></i>	Maladie connue depuis l'antiquité (Aristote) : <b>Maladie noire</b> ou <b>Paralysie chronique</b> <i>Disease known since ancient times (Aristotle): Black disease or Chronic paralysis</i>	<b>Symptômes paralytiques</b> (5 j) plusieurs jours avant la mort (7 j) <i>Paralysis symptoms (5 d) several days before death (7 d)</i>	Entraîne de la mortalité, parfois importante, d'ouvrières <b>dépilées et noires</b> avec des symptômes de <b>tremblements</b> <i>Causes mortality, sometimes significant, of hairless black worker bees with symptoms of tremor</i>
<b>Virus des ailes nuageuses (CWV)</b> <i>Cloudy Wing Virus (CWV)</i>	À partir d'abeilles aux ailes opaques (1980) <i>From bees with opaque wings (1980)</i>	Pas de symptôme précis, études sujettes à controverse <i>No precise symptoms, studies subject to controversy</i>	Conséquences mal connues. La dissémination du virus serait associée à <i>V. destructor</i> , <b>NS</b> <i>Consequences unclear. Spread of the virus may be linked to V. destructor, NS</i>
<b>Virus des ailes déformées (DWV)</b> <i>Deformed Wing Virus (DWV)</i>	À partir d'abeilles provenant du Japon (1983) <i>From bees from Japan (1983)</i>	<b>Déformations des ailes et du corps</b> des abeilles naissantes <i>Wing and body deformations in hatching bees</i>	Participe aux affaiblissements, associé à <i>V. destructor</i> <sup>(a-1)</sup> entraînant des mortalités d'ouvrières et des <b>déformations d'abeilles naissantes</b> <i>Involved in weakening, linked with V. destructor<sup>(a-1)</sup> causing worker bee mortality and deformities in hatching bees</i>
<b>Virus filamenteux (FV)</b> <i>Filamentous virus (FV)</i>	À partir d'hémolymphe laiteuse d'abeilles aux États-Unis (1977) <i>From the milky haemolymph of bees in the United States (1977)</i>	Pas de symptôme, ni mortalité <i>No symptoms or mortality</i>	Conséquences mal connues. Virus considéré comme commun mais non pathogène, <b>NS</b> <i>Consequences unclear. Virus considered to be common but not pathogenic, NS</i>
<b>Virus israélien de la paralysie aiguë (IAPV)</b> <i>Israeli Acute Paralysis Virus (IAPV)</i>	Lors de mortalité d'abeilles en Israël (2002) <i>Following the mortality of bees in Israel (2002)</i>	<b>Mortalité rapide</b> (4 j) sans symptôme <i>Rapid mortality (4 d) without symptoms</i>	<b>Fortement corrélé au CCD aux États-Unis.</b> En l'absence de lien pathogénique démontré, considéré comme marqueur significatif <i>Strongly correlated with CCD in the United States. In the absence of any demonstrated pathogenic link, considered to be a significant marker</i>
<b>Virus du Cachemire (KBV)</b> <i>Kashmir Bee Virus (KBV)</i>	À partir d'abeilles <i>Apis cerana</i> provenant du Cachemire (1974) <i>From Apis cerana bees from Kashmir (1974)</i>	<b>Mortalité rapide</b> (3 j) sans symptôme <i>Rapid mortality (3 d) without symptoms</i>	Participerait aux affaiblissements, associé à <i>V. destructor</i> <sup>(1)</sup> , <b>NS</b> <i>Believed to be involved in weakening, linked with V. destructor<sup>(1)</sup>, NS</i>
<b>Virus du couvain saciforme (SBV)</b> <i>Sacbrood Virus (SBV)</i>	1 <sup>er</sup> virus identifié comme responsable d'une maladie : le <b>couvain saciforme</b> (1917) <i>1<sup>st</sup> virus identified as being responsible for a disease: sacbrood (1917)</i>	<b>Mortalité de larves en forme de sac</b> <i>Mortality of sac-shaped larvae</i>	<b>Mortalité de larves en forme de sac</b> (fluide entre le tégument et le corps), entraînant des affaiblissements de colonies <i>Mortality of sac-shaped larvae (fluid between the integument and the body, causing weakening of colonies)</i>
<b>Virus de la paralysie lente (SBPV)</b> <i>Slow Bee Paralysis Virus (SBPV)</i>	Lors de l'étude du BVX (1974) <i>During study of BVX (1974)</i>	Symptômes de <b>paralysie tardive</b> (10-11 j), suivie de mortalité (12 j) <i>Late paralysis symptoms (10-11 d), followed by mortality (12 d)</i>	Participerait à la mortalité d'ouvrières, associé à <i>V. destructor</i> <sup>(9)</sup> , <b>NS</b> <i>Believed to be involved in worker bee mortality, linked with V. destructor<sup>(9)</sup>, NS</i>

Figure 12 - Tableau des principaux virus recensés affectant l'abeille - Source : AFSSA

On remarque en première lecture de ce tableau que les virus les plus problématiques sont: l'ABPV, le DWV, le KBV, l'IAPV, le CBPV et le SBV. Plusieurs études ont conclu sur la présence en France de tous ces virus (Gauthier et al, 2007, Blanchard et al, 2008). Le virus le plus présent en Europe serait par ailleurs le DWV avec un taux de prévalence de 90% (Genersch *et al*, 2010b) et même le plus présent dans le monde (Martin *et al*, 2012). Le DWV semble aussi entraîner une baisse drastique de la fécondité des reines (Gauthier et al, 2011).

<sup>12</sup> et mis à jour en 2010

Les études de corrélation entre les mortalités hivernales et la charge virale fournissent aujourd'hui des résultats différents: Les virus ABPV et DWV ont montré dans un cas une corrélation avec les mortalités hivernales, sans toutefois atteindre l'influence de *V. destructor* (Genersch *et al*, 2010b). Dans d'autres seul le DWV a montré une corrélation (Highfield *et al*, 2009). Enfin une étude plus récente a incriminé les virus IAPV, DWV et KBV (Chejanovsky *et al*, 2014). On peut néanmoins être unanimes sur le fait que la charge virale des colonies est plus élevée dans les colonies atteintes du CCD (Cornman *et al*, 2012).

Il semble à la lumière de ces résultats que le DWV est le virus le plus problématique et le plus susceptible d'être en lien avec les mortalités hivernales dont il pourrait être une des causes majeures (Highfield *et al*, 2009).

### ***2.1.5 Les Autres parasites***

Une multitude d'autres parasites affectent les colonies comme des champignons (mycoses), insectes (fourmis, frelon asiatique, ...), participant de fait à son affaiblissement. Le frelon asiatique est l'un des plus emblématiques.

Apparu en 2005 dans le Lot et Garonne<sup>13</sup>, il représente en effet une menace sur le territoire français. Il s'est progressivement étendu pour coloniser aujourd'hui les 4/5 de la France Métropolitaine<sup>14</sup>. *Vespa velutina*, originaire d'Asie représente un prédateur pour l'espèce *Apis cerana*. Il prélève en effet le couvain des ruches pour nourrir ses larves, après avoir tué les gardiennes. Il peut même détruire jusqu'à 30% d'une colonie d'abeilles *Apis cerana*. Cette dernière a cependant développé une stratégie de défense par hyperthermie et que nos abeilles domestiques européennes n'ont pas. La présence du frelon asiatique peut mener une ruche au déclin. En effet la stratégie de défense mis en place fait que les abeilles consacrent moins de temps à l'approvisionnement de la ruche, qui s'en trouve alors affaiblie (Villemant *et al*, 2006). Le frelon asiatique opère également un vol stationnaire devant la planche d'envol, suscitant ainsi la peur des butineuses qui n'osent plus sortir pour ramener du nectar ou du pollen, indispensable au bon fonctionnement de la ruche ( Tan *et al*, 2013). Bien que n'étant pas présent sur le territoire d'étude à l'heure actuelle, *Vespa velutina* risque grandement de coloniser la France entière et représente donc une menace à venir pour les apiculteurs du Roannais.

## **2.2 Un environnement difficile**

### ***2.2.1 La Perte de biodiversité florale***

La perte de biodiversité florale est souvent citée comme une des causes d'affaiblissement des colonies (Rollin *et al*, 2013), causée notamment par le développement de l'agriculture intensive. Les sols furent progressivement occupés par des monocultures sur des surfaces très importantes. Les

---

<sup>13</sup> certains font même état de sa présence dès l'été 2004.

<sup>14</sup> La partie est de la France est pour le moment épargnée

territoires d'agriculture intensive sont ceux où la diversité en hyménoptères est la plus faible, comparativement au milieu urbain et au milieu rural/naturel (Verboven *et al*, 2014). Le remembrement quasi-général des terres agricoles françaises a par ailleurs entraîné la suppression d'un grand nombre de haies, très attractives pour les abeilles (Hannon & Sisk, 2009). Les habitats semi-naturels semblent être en outre les territoires les plus propices aux abeilles (Krewenka, *et al*, 2011) alors qu'ils ont progressivement disparus.

Une diversité plus importante de plantes fournit aux abeilles des pollens et des nectars de composition différentes, à même de subvenir aux apports en protéines et glucides indispensable pour la santé de la colonie. Des apports protéiniques de qualité jouent aussi un rôle majeur sur l'état du système immunitaire des abeilles et influencent donc la résistance aux maladies (Alaux *et al*, 2010); La santé des abeilles serait cependant lié plus à la qualité du pollen mais non à sa diversité (Di Pasquale, 2013). Un pollen seul de qualité<sup>15</sup> suffirait alors. Néanmoins on peut aussi avancer le fait que la diversité pollinique accroît de fait la qualité de l'apport protéinique.

Une baisse de la biodiversité florale signifie que les périodes de floraison sont beaucoup plus fluctuantes du fait que l'on devient tributaire lors des miellées d'un nombre réduit d'espèces végétales. Les sources d'apport en pollen et en nectar peuvent être alors abondantes mais sur un temps très réduit. Les sources de nourriture se font bien plus rares en dehors de ces créneaux et les périodes de disette répétées peuvent alors dégrader sensiblement la santé d'une colonie (Decourtye *et al*, 2010). Le climat devient en outre alors un facteur plus discriminant si les aléas de la saison tendent à éliminer une floraison importante du territoire donné. Deux périodes en approvisionnement de pollen semblent être déterminante: le printemps où le redémarrage de l'activité nécessite un apport important de pollen pour le couvain pondu alors en abondance, et la fin de l'été où le pollen doit être de bonne qualité pour les abeilles d'hiver.

Les grandes cultures en plantes mellifères représentent néanmoins une source importante: Une étude menée par Jean-François Odoux a hiérarchisé l'apport en pollen de chaque type d'occupation des sols: les cultures arrivent en tête suivi des bois, des prairies et enfin des jardins.

### ***2.2.2 Les Conditions Climatiques et météorologiques***

Les conditions météorologiques ont naturellement un effet sur l'état des colonies . Elles sont même reconnus comme le 4ème facteur de mortalités hivernales survenus aux Etats-Unis durant l'hiver 2007-2008 (van Engelsdorp *et al*, 2008). Il ne faut pas seulement se focaliser sur la rigueur des températures de l'hiver, qui conditionne en effet la survie des colonies, mais considérer la météorologie dans son ensemble, sur la saison apicole, qui influence directement la force des colonies à l'entrée de l'hivernage. Des températures élevées durant la saison sont souhaitables. Les butineuses

---

<sup>15</sup> par exemple de noisetier ou de phacélie

ont alors une demande énergétique plus faible, la colonie va alors avoir une productivité accrue (Harrison & Fewell, 2002).

Les conditions météorologiques vont aussi de manière indirecte conditionner la force et la santé des végétaux et donc des plantes mellifères. La production de nectar nécessite des températures suffisamment élevées et des précipitations suffisantes. Les colonies doivent en outre disposer de réserves de pollens suffisantes durant l'automne, afin d'élever convenablement les abeilles d'hiver qui s'occuperont de maintenir la colonie jusqu'à la saison suivante. L'état sanitaire est aussi directement influencé par la température ambiante et l'humidité, et notamment sur les populations de varroas.

Le réchauffement climatique pourrait avoir un impact sur l'état des colonies mais son influence sur les mortalités hivernales n'a été que trop peu étudié. On a cependant reporté le fait que le réchauffement global pouvait amener des conditions plus favorables au développement des populations de *V. destructor*, sous nos contrées du moins.

### ***2.2.3 L'Emploi des produits phytosanitaires***

La liste des produits phytosanitaires qui sont suspectés d'avoir un effet néfaste sur les abeilles est aujourd'hui très longue, qu'ils soient des insecticides appliqués sur les cultures par épandage ou en enrobé, où les produits vétérinaires utilisés contre les parasites. Ces produits sont aujourd'hui de plus en plus suspectés pour tenir un rôle dans les effondrements que l'on connaît (Farooqui, 2012). Les études sur l'impact des produits phytosanitaires sur les abeilles, sauvages mais surtout domestiques sont innombrables. Loin d'établir ici un inventaire exhaustif des substances chimiques potentiellement toxiques, nous nous focaliserons sur les molécules les plus étudiées.

#### ***2.2.3.1 Les Insecticides Néonicotinoïdes, Phénylpyrazoles***

Afin de répondre à l'interdiction des pesticides organochlorés des années 70, de nouvelles classes d'insecticides ont été mis au point ces vingt dernières années. Très efficaces à faibles doses et à la toxicité sélective, ils appartiennent respectivement à la famille des néonicotinoïdes (imidaclopride, thiaclopride, clothianidine et thiaméthoxame...), des phénylpyrazoles (fipronil...) et des pyréthriinoïdes (deltaméthrine, ...). Ce sont, pour les néonicotinoïdes du moins, des insecticides dits systémiques dans le sens où ils se diffusent, via la sève, dans toutes les parties de la plante lors de sa croissance, l'insecticide étant préalablement appliqué sur les semences par enrobage. Ces insecticides peuvent entraîner la mort des abeilles, avec une dose suffisante, dite létale (Decourtye & Devillers, 2010). Ces molécules se dégradent aussi en métabolites. Ceux-ci peuvent aussi générer des effets néfastes sur la santé des abeilles (Aufauvre et al, 2012). Bien que d'une étude complexe, ce sont là que semblent aujourd'hui résider tous les enjeux de ces molécules: systémiques et persistantes, elles se prêtent plus à un impact par faible dose, donc sublétal et sur le long terme, plutôt qu'à une toxicité aiguë, relative à un épandage massif et ponctuel réalisé par l'agriculteur. Étudiés que depuis très récemment, ces effets

sont néanmoins significatifs, et même parfois tenus comme responsable de l'effondrement des colonies (Farooqui, 2012).

### *Les Néonicotinoïdes*

Les néonicotinoïdes sont parmi les insecticides les plus efficaces contre les nuisibles sur les cultures de maïs, de coton, betterave, colza et les céréales, et représentaient en 2010 un quart du marché mondial des insecticides employés dans le monde (Jeschke *et al*, 2011). Ces molécules sont dérivées de la nicotine qui est un insecticide naturel sécrété par certaines plantes comme le tabac. Ils modifient l'activité du système nerveux central des insectes (Fischer *et al*, 2014). Des effets sublétaux ont été constatés comme une perturbation du vol (Bortolotti *et al*, 2003, Fischer *et al*, 2014), une altération de l'activité de butinage (Schneider *et al*, 2012) induite probablement par une perturbation de l'apprentissage et de la mémoire.

L'imidaclopride est l'un des insecticides les plus employés dans le monde, et est à la base du produit phytosanitaire Gaucho®, développé par Bayer CropScience. C'est naturellement l'insecticide qui est aujourd'hui le plus étudié (Layock *et al*, 2013, Decourtye & Devillers, 2010) Il vise à protéger les cultures de maïs, de riz, et d'autres légumes et céréales comme l'orge. Le thiaméthoxame est à la base de la formulation commerciale Cruiser®. Il a été remarqué que les abeilles *Bombus terrestris* exposés au thiaméthoxame consommaient moins de pollen et de sucres et produisaient moins de couvain (Layock *et al*, 2013). Le thiaméthoxame, en dose sublétales, affecte également la capacité d'orientation, et notamment de retour à la ruche, des butineuses, ce qui peut mener une colonie à l'effondrement (Henry *et al*, 2012). Un de ses métabolites est le clothianidine, que l'on retrouve dans le Poncho® notamment, appliqué sur les cultures de maïs, de canola et de colza.. On observe aussi une réduction du retour à la ruche (Matsumoto, 2013). Sa toxicité a été prouvée notamment en affaiblissant le système immunitaire des abeilles (Di Prisco, 2013), ce qui pourrait induire une synergie avec les pathogènes affectant les abeilles et notamment le DWV (Di Prisco, 2013). Le thiaclopride est à la base de la formulation commerciale nommé Proteus®<sup>16</sup>. Cet insecticide est appliqué sur les céréales, le colza, la pomme de terre et la betterave. Le thiaclopride engendre globalement les mêmes effets mais à des doses plus importantes, et serait donc moins toxique que les deux néonicotinoïdes précédents<sup>17</sup> (Fischer *et al*, 2014). Il est également à l'origine de synergies avec *Nosema Ceranae*.

### *Les Phénylpyrazoles*

La molécule la plus utilisée de cette famille aujourd'hui est le fipronil. Cette molécule se retrouve dans le Régent® développé par BASF. Elle est utilisée en traitement de semences sur le maïs, le tournesol et différentes plantes potagères. Cette molécule a globalement les mêmes effets sur la

---

<sup>16</sup> Le Proteus® contient aussi de la deltaméthrine, un pyréthrianoïde insecticide.

<sup>17</sup> Le thiaclopride a un groupement chimique légèrement différent que les trois autres néonicotinoïdes présentées ce qui peut expliquer cette différence de toxicité.

cognition que l'Imidaclopride, en jouant cependant sur un récepteur neuronal différent. C'est une molécule tout aussi létale que les néonicotinoïdes mais à plus haute dose (Aliouane *et al*, 2009) Des perturbations sur l'activité locomotrice, sur l'apprentissage et la mémoire des abeilles ont été montrées. (Aliouane *et al*, 2009).

### *Les Pyréthriinoïdes*

On trouve moins d'études réalisés sur ces molécules. La deltaméthrine semble néanmoins assez toxique pour les abeilles (Ramirez-Romero *et al*, 2005). On la retrouve dans le Proteus®, dans certains traitements parasitaires mais aussi pour des insecticides destinés aux particuliers. On a également observé une réduction du retour à la ruche pour l'éthofenprox<sup>18</sup>, un autre pyréthriinoïde.

Il semble que le danger que représentent ces insecticides soit bien établi, du moins dans le domaine de la recherche. En effet la plupart des expérimentations se font en laboratoire. La dose d'insecticides est directement appliquée, le degré d'exposition est considéré absolue alors qu'il peut énormément varier sur un rucher en conditions réelles.

### *Contamination des matrices apicoles<sup>19</sup>*

Etant donné que ces insecticides sont systémiques<sup>20</sup>, ils se retrouvent dans le pollen, la cire et le miel, fabriqué et récolté par les abeilles (Lambert *et al*, 2013). Le côté systémique accroît donc le potentiel d'exposition de ces insecticides, via les matrices apicoles, en touchant notamment les populations non butineuses comme le couvain et les nourrices, et la reine. Le risque d'exposition le plus élevé pour les abeilles serait obtenu avec le pollen contaminé (Sanchez-Bayo & Goka, 2014). Les travaux d'Olivier Lambert montrent que les pesticides recherchés se retrouvent finalement dans l'intégralité des matrices apicoles. Les abeilles semblent donc exposées à ce danger de manière perpétuelle, à faibles doses. Des études antérieures, aux Etats-Unis et en France ont également tenté de quantifier le degré de présence de ces insecticides dans les matrices apicoles. Un suivi des résidus de pesticides a été mené en France de 2002 à 2005, et a montré que seuls 12% des échantillons ne contenaient pas de pesticides (Chauzat *et al*, 2009). Le fipronil et l'imidaclopride furent les insecticides les plus fréquemment retrouvés, dans 69% des échantillons pour le dernier. On a également constaté aux Etats-Unis une exposition significative au thiaméthoxame et à la clothianidine durant le printemps. (Krupke *et al*, 2012). Une des voies d'exposition peu étudiée, liée notamment à la systémie est la guttation. Celle-ci a pourtant prouvé sa toxicité, pour le maïs, avec l'imidaclopride, la clothianidine et le thiaméthoxame (Girolami *et al*, 2009).

---

<sup>18</sup> Insecticide utilisé sur des cultures comme le riz, le maïs, les haricots.

<sup>19</sup> les matrices apicoles sont définies comme étant le miel, le pollen et la cire

<sup>20</sup> la systémie du fipronil n'a cependant pas été montré avec certitude, selon l'EFSA et (Tapparo *et al*, 2011)

Bien que ces molécules soient intrinsèquement très toxiques pour les abeilles, les voies d'administration, le temps d'exposition, la saison considérée et le nombre de molécules présentes, qui peuvent agir en synergie jouent un rôle prépondérant dans l'action de ces molécules sur les abeilles.

### 2.2.3.2 Les Pesticides à Usage Vétérinaire

Les produits de traitement utilisés par les apiculteurs sont également des pesticides au sens large du terme. L'étude française de 2002 à 2005 menée en France a d'ailleurs conclu que les pesticides les plus concentrés retrouvés dans les ruches furent le fluvalinate et le coumaphos. Ce dernier est néanmoins aujourd'hui interdit dans l'Union Européenne.

Le thymol, le coumaphos et l'acide formique induisent une modification de l'activité métabolique des abeilles (Boncristiani *et al*, 2011), pouvant influencer négativement leur santé. Le coumaphos est aujourd'hui interdit en France. Il mérite cependant toujours une attention, du fait de sa grande rémanence dans les milieux et notamment dans les cires. L'Acide Oxalique utilisé dans la lutte contre *V. destructor* ne semble pas montrer de toxicité pour l'abeille domestique (Toomemaa *et al*, 2009). L'Amitraze n'est également pas innocente vis à vis de l'abeille. On a remarqué une accélération cardiaque de l'abeille, après l'application de doses pourtant très faible de cet acaricide (Papaefthimiou *et al*, 2013).

Le  $\tau$ -fluvalinate est aussi un acaricide à la base de l'Apistan®. Il n'a pas été possible de démontrer une quelconque nocivité de ce produit seul, ce qui appelle à de nouvelles études (Frost *et al*, 2013). Sa toxicité serait néanmoins beaucoup plus grande, pour les jeunes abeilles, en présence de coumaphos (Johnson *et al*, 2009). Ce qui montre que l'alternance des traitements contre le varroa peut aussi avoir un effet néfaste sur les colonies.

De manière générale il faut retenir que les effets de ces produits sur la santé des abeilles n'est pas connu de manière satisfaisante. Des investigations supplémentaires semblent nécessaires. Bien qu'ils jugulent la prolifération de *V. destructor*, on peut dire que les acaricides ne sont pas sans effet sur les abeilles. Ces acaricides sont de plus les pesticides qui sont les plus retrouvés dans les matrices apicoles (Johnson *et al*, 2013). Sans extrapoler de manière trop aléatoire on peut penser que la présence de ces molécules contribue à l'accumulation des facteurs de stress engendrant les effondrements de colonies actuels, sans qu'il soit cependant montré de causalité claire et directe.

## 2.3 Les Synergies à l'étude

On a montré ci-dessus que les parasites, autant que le manque de biodiversité où l'action nocive des produits phytosanitaires jouaient un rôle dans l'affaiblissement des colonies. Il semble cependant délicat d'affirmer aujourd'hui qu'il existe une cause unique globale à ces problèmes de mortalités hivernales que l'on trouve de par le monde. Les résultats de ces déclin semblent plutôt provenir d'une interaction entre ces différents facteurs (Neumann & Carreck, 2010) C'est la voie empruntée par certains chercheurs qui analysent les synergies possibles et délétères qui pourraient induire ces effondrements. La complexité induite par les combinaisons possibles, incluant d'ailleurs le climat et la biodiversité florale semble nous mener vers la conclusion que l'explication de ces mortalités hivernales anormales est propre à un contexte environnemental local

Les synergies les plus étudiés aujourd'hui sont celle pathogène/insecticide bien que certains s'intéressent aussi aux synergies entre produits (Sanchez-Bayo & Goka, 2014) ou sur des co-infections de différents pathogènes comme le CBPV/*Nosema Ceranae* (Toplak et al, 2013).

### 2.3.1 L'Acarien *Varroa* et les Virus associés

Un des problèmes de *V. destructor* est qu'il est porteur de nombreux virus<sup>21</sup> (Genersch et al, 2010c), qu'il inocule surtout aux larves lors de sa ponction d'hémolymphe. A l'instar de *Nosema ceranae*, il semble aujourd'hui plus probable que l'influence sur les effondrements de colonies ne soit pas due à l'acarien seul mais au couple de pathogènes qu'il forme avec les virus dont il est l'hôte. Le niveau d'infestation viral des acariens est tel<sup>22</sup>, que l'on ne doit d'ailleurs considérer *Varroa destructor* qu'avec les virus qu'il l'accompagne.

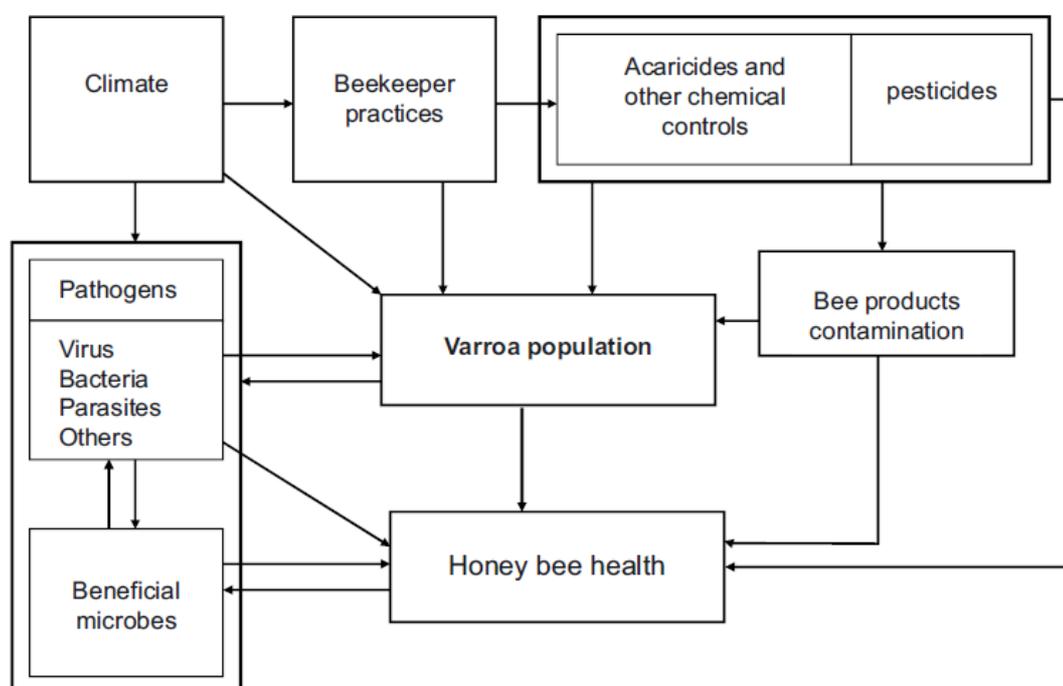


Figure 13 - Effets synergiques centrés sur *V. destructor* - Source : Le Conte et al, 2010

On a en outre remarqué que la présence de *Varroa destructor* facilitait l'infection du DWV, par effet d'immunosuppression engendré par *V. destructor* (Genersch et al, 2010b). L'interaction qui semble être la plus corrélée aux mortalités hivernales semble être le couple *V. destructor*/DWV (Genersch et al, 2010b, Nazzi et al, 2012). Il est aussi intéressant de noter que la présence de *V. destructor* n'est pas directement proportionnel à celle de DWV ; le virus se multiplie toujours même en cas d'absence de varroas dans une colonie traitée de manière efficace (Francis et al, 2013). Les

<sup>21</sup> présents notamment dans les glandes salivaires : DWV, SBV, APV, BQCV, CWV, IAPV et KBV

<sup>22</sup> en particulier pour DWV (Yue & Genersch 2005)

colonies infestées de Varroas semblent être plus tolérantes à l'acarien si elles ne sont pas infectées par des virus (Martin, 2001).

### **2.3.2 Le couple *Nosema Ceranae*/Insecticides à l'étude**

Les synergies entre les insecticides systémiques et *N. Ceranae* sont parmi les combinaisons plus étudiées. De manière générale, les abeilles exposées à ces produits ont un système immunitaire moins puissant, et seraient donc plus sensibles à la microsporidie, entraînant des taux de mortalités plus importants. Les synergies sont cependant complexes à analyser, du fait de leur non-linéarité.

#### *Imidaclopride et N. Ceranae*

C'est une association très étudiée, l'imidaclopride étant le pesticide le plus retrouvé lors des études de quantification des résidus (Chauzat *et al*, 2009). Il a été prouvé que la présence simultanée de l'agent pathogène et de l'insecticide engendrait des taux de mortalités plus importants à court terme et induisait une réduction de la production de la nourriture donnée au couvain (Alaux *et al*, 2010). Les résultats à faible dose ne montrent cependant pas une véritable interaction entre le produit et la microsporidie mais juste des effets cumulatifs. On ne peut véritablement parler de synergie ou d'interaction qu'à haute dose d'imidaclopride (>70ppb) (Alaux *et al*, 2010). Il a également été montré que l'imidaclopride engendre un risque réduit d'infection à *Nosema Ceranae*, ce qui complique l'étude (Pettis *et al*, 2013).

#### *Thiaclopride et N. Ceranae*

Des études ont également porté sur l'impact d'une interaction entre le thiaclopride et *N. Ceranae*. Les résultats ont montrés que l'association des 2 agents engendre des mortalités plus importantes (Vidau *et al*, 2011) mais que le thiaclopride peut aussi avoir un impact négatif sur la reproduction de *N. Ceranae* (Retschnig *et al*, 2014) et même jusqu'à réduire le risque d'infection<sup>23</sup> (Pettis *et al*, 2013). Cela montre aussi que l'analyse des interactions est loin de fournir des résultats évidents en laboratoire et donc difficile à extrapoler pour des conditions réelles.

---

<sup>23</sup> lorsque les abeilles ingèrent de faibles doses d'imidaclopride, d'acétamipride et thiaclopride

*Fipronil et N. Ceranae*

Le fipronil comme les autres insecticides de cette rubrique a montré une synergie négative en présence de *N. Ceranae* induisant là encore des mortalités plus importantes (Vidau *et al*, 2011, Aufaivre *et al*, 2012).

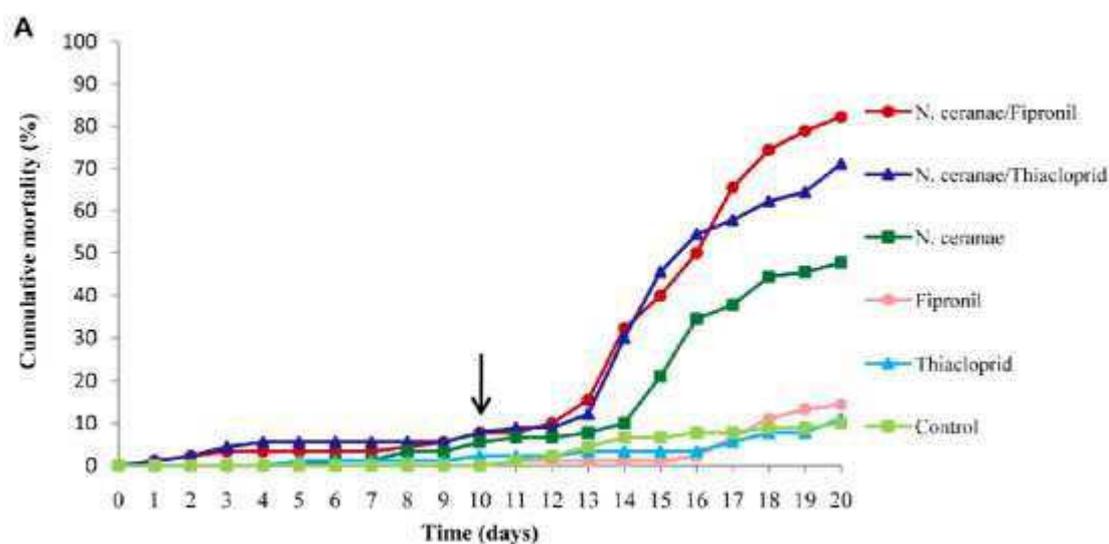


Figure 14 - Synergies négatives entre *N. Ceranae* et les molécules Thiaclopride et Fipronil. Source : Vidau *et al*, 2011

D'autres interactions ont aussi été étudiées. Il a par exemple été montré que des colonies d'abeilles exposées à des fongicides présentaient un taux d'infection à *N. Ceranae* plus important (Pettis *et al*, 2013).

### 2.3.3 Les synergies entre pesticides

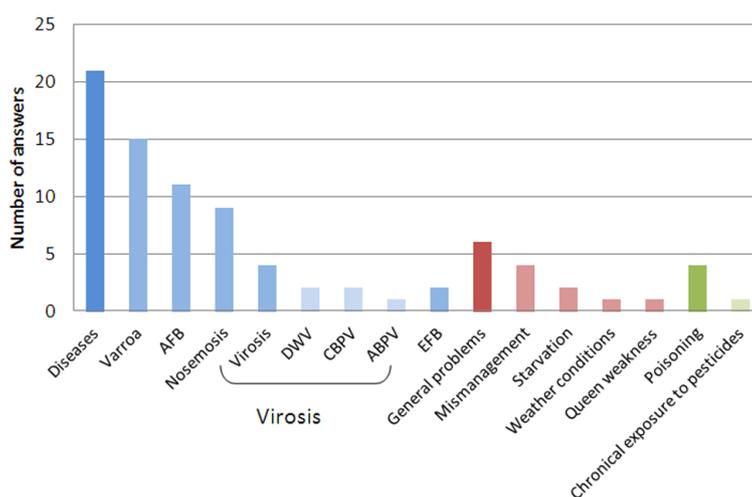
Les pesticides les plus présents dans la ruche sont les acaricides utilisés par les apiculteurs (Johnson *et al*, 2013). Les acaricides employés par les apiculteurs se sont révélés plus toxiques lorsqu'ils se trouvaient en présence de fongicides ou même d'autres acaricides. Le  $\tau$ -fluvalinate est celui qui interagit le plus avec les autres acaricides et fongicides, contrairement à l'amitraze qui ne présente quasiment aucune synergie. On a également noté une synergie négative entre le  $\tau$ -fluvalinate et le coumaphos (Johnson *et al*, 2009).

Il semble également y avoir des synergies entre pesticides utilisés pour les cultures et les acaricides. Bien qu'elles existent, nous n'en ferons pas état ici, de peur de tomber dans un état bibliographique surdimensionné.

Il faut alors garder à l'esprit que la combinaison de plusieurs molécules peut faire varier la toxicité de l'une d'entre elles de manière assez importante. En considérant le nombre de pesticides auquel est exposé l'abeille, il est possible voire probable que l'effet de ces molécules sur sa santé est aujourd'hui largement sous-estimé.

## 2.4 Synthèse

Nous avons vu à quel point il est aujourd'hui complexe de déterminer quelles sont les causes de mortalités hivernales des colonies. La multiplicité de ces dernières est immense. Certaines ressortent parmi d'autres cependant mais la hiérarchisation des causes principales ne fait en aucun cas l'unanimité. Certains considèrent que l'association *Varroa destructor*/Virus est une "cause probable", que le déficit en nourriture est une "cause possible" et enfin que les pesticides sont une "cause improbable" (Staveley et al, 2013). Cette place importante laissée aux parasites se retrouve aussi au niveau des laboratoires européens :



**Figure 15 - Principales causes de mortalités évoquées par les laboratoires pour l'Europe en 2010 - Source : Chauzat et al, 2013**

Il semble aujourd'hui acquis qu'il n'existe pas de cause unique à ces effondrements, qui serait dû par exemple, à la dissémination d'un pathogène encore inconnu, progressivement propagé avec les échanges mondiaux en tout genre. L'hypothèse la plus probable semble être l'accumulation des facteurs de stress affectant l'abeille, représentés par de nouveaux insecticides et par des agents pathogènes nouveaux, auquel l'abeille domestique n'avait jusque-là jamais été confrontée, le tout couplé à un environnement moins riche en nourriture, provoqué par un remembrement des paysages agricoles et à un cocktail d'insecticides nouveaux. Un autre problème inquiétant et moins étudié est celui de la fécondité des reines, qui semble chuter progressivement. Une reine d'abeille domestique vivait en moyenne 3 à 4 ans il y a quelques décennies, elle n'est aujourd'hui féconde que sur une ou deux saisons apicoles. Ce turn-over important participe à l'achat et au remplacement des reines par les apiculteurs qui favorise les échanges de pathogènes à grande échelle notamment.

Etudier la totalité des paramètres et leurs interactions semblent aujourd'hui hors de portée, par manque de temps et d'argent. Il pourrait alors être utile de compiler les facteurs significatifs afin de créer des indicateurs discriminants et pertinents pour juger rapidement de l'état des colonies, à quelque échelon que ce soit, global ou local. Des modèles mathématiques ont même été développés afin de

prédire l'évolution des colonies selon les paramètres que l'on souhaite analyser. Une interaction entre la disponibilité en nourriture et le taux de mortalité des butineuses a montré son influence sur le destin d'une colonie (Khoury et al, 2013).

L'ITSAP a engagé une démarche afin de déterminer de tels indicateurs. Voici un exemple ci-dessous :

Hypothèses testées en 2011	Significatif au screening	Significatif à la sélection de modèle
Disponibilité en nectar et pollen autour du rucher d'hivernage	Oui	Oui
Fonction du rucher	Oui	Oui
Force des populations à la mise en hivernage	Oui	Oui
Stratégie de lutte contre le varroa	Oui	Oui
Plus de 50 % du rucher issu d'un rucher ayant été exposé à une intoxication?	Oui	Non
Appréciation de la dernière récolte visée	Oui	Non
État des réserves avant nourrissage	Oui	Non
Rucher nourri avant ou pendant l'hivernage?	Oui	Non
Mode de production de l'exploitation	Non	Non
Environnement végétal dominant autour du site d'hivernage	Non	Non
Transhumance	Non	Non
Colonies supprimées/réunies avant hivernage	Non	Non

Figure 16 - Tableau des critères retenus par l'ITSAP pour l'étude des mortalités hivernales en France

On retrouve globalement les thématiques évoquées ci-dessus, en considérant que les pesticides auxquelles sont exposées les colonies jouent directement sur la force des populations avant hivernage. Les causes de mortalités sont également propres à un territoire, et les effondrements que l'on observe dans les pays industrialisés ont des origines différentes, que ce soit en France ou aux Etats-Unis.

Il faut également rappeler l'enjeu que représente les pollinisateurs sauvages, encore trop peu étudié aujourd'hui et qui joue pourtant un rôle majeur dans le maintien des espaces semi-naturels (Rollin *et al*, 2013) et même la pollinisation des cultures (Holzschuh *et al*, 2012) . Il a également été montré que l'espèce sauvage *Bombus terrestris* serait plus sensible à l'imidaclopride que l'abeille domestique (Cresswell et al, 2012). L'EFSA a d'ailleurs rappelé en mars 2014, qu'il est urgent de combler la lacune encore présente aujourd'hui de l'étude de ces hyménoptères non domestiques, qui représente en quelque sorte la masse silencieuse.

## II. Le Territoire du Roannais : Contexte et Causes locales de mortalités

Nous avons vu précédemment que les causes de mortalités sont nombreuses voire innombrables si l'on reconnaît le fait qu'il n'existe pas de cause unique et que toutes les combinaisons entre pathogènes et insecticides sont considérées. Après une présentation du territoire sur le plan apicole, sanitaire et agricole, nous présenterons la situation des apiculteurs de l'Abeille Roannais, un des syndicats apicoles du territoire.

### 1. Le Département de La Loire et le Territoire du Roannais : Contexte

Le territoire d'étude est celui du Roannais. Composé de 118 communes il représente grossièrement la moitié Nord du département de la Loire.

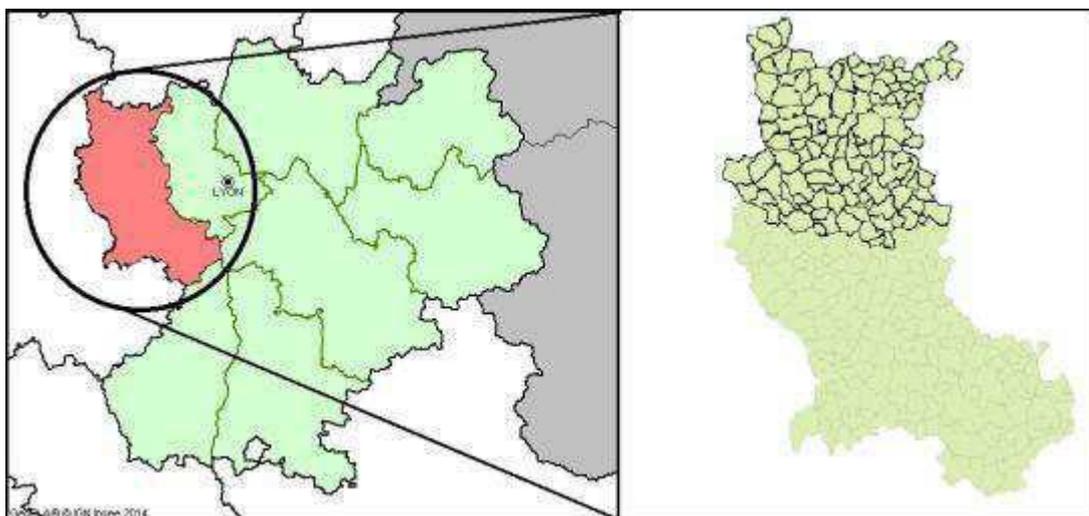


Figure 17 - Situation du territoire Roannais- Source : GEOFLA®

L'INSEE a réalisé une étude de ce territoire, rendu public en 2006. Le Roannais compte 155 190 habitants en 2006 soit 2,5% de la population Rhône-Alpine. Territoire à dominante rurale et isolé, il a réussi à enrayer le déclin démographique de ces dernières décennies causé par la déprise industrielle. La population est néanmoins vieillissante. Nous allons faire une brève présentation du territoire, en balayant les caractéristiques apicoles et agricoles du territoire.

## 1.1 Contexte apicole : Présentation générale et Mortalités hivernales.

### Filière Apicole

L'Agreste a réalisé un rapport sur le contexte apicole de la Région Rhône-Alpes publié en 2012. Cette région fait partie des trois grandes régions apicoles de France, avec la région Midi Pyrénées et la région PACA, totalisant 91000 ruches recensées pour une production de miel de 1600 tonnes. On comptait en 2010 sur le département de la Loire, 180 exploitations apicoles totalisant 11 400 ruches

Du miel et des abeilles dans chaque département										
	Ain	Ardèche	Drôme	Isère	Loire	Rhône	Savoie	Haute-Savoie	Rhône-Alpes	France
production totale de miel (en tonnes)	185	230	250	270	180	105	210	170	1 600	14 800
<b>nombre de ruches</b>										
en 2010	8 580	15 560	15 270	13 200	11 420	5 720	11 430	9 920	91 100	800 000
en 2000	10 340	17 280	20 860	13 260	10 820	6 310	11 450	14 180	104 500	857 000
<b>exploitations détenant des ruches</b>										
nombre d'exploitations en 2010	150	210	300	310	180	120	250	230	1 750	12 100
nombre d'exploitations en 2000	380	450	750	660	250	220	510	610	3 830	20 500
<b>exploitations apicoles spécialisées*</b>										
nombre d'exploitations	110	90	90	150	80	60	160	160	900	6 550
nombre d'UTA totales	60	90	80	80	55	40	75	70	550	4 000
<b>exploitations vendant du miel en circuits courts</b>										
nombre d'exploitations	100	130	135	150	70	55	150	130	920	6 200
dont réalisant plus des 3/4 de leur chiffre d'affaires «miel» en circuits courts	74 %	69 %	56 %	68 %	62 %	67 %	54 %	70 %	65 %	60 %

\* Cf. définitions

SOURCE : AGRESTE - RECENSEMENTS AGRICOLES 2000 ET 2010

Figure 18 - Situation de l'apiculture dans la Loire, en Rhône-Alpes et en France. Source : Agreste, 2012a.

Le département de La Loire présente une situation atypique. Le nombre de ruches a accusé d'un net déclin entre 2000-2010 dans la quasi-totalité des départements de Rhône Alpes. Seule la Loire a maintenu le nombre de ruches recensées, tendance qui est à contre-courant de ce qu'on observe donc sur la région et même en France. Le département a cependant perdu un quart de ses exploitations apicoles en 10 ans. Le nombre de ruches par exploitation est de 62 contre 44 en 2000. On assiste donc à une densification des cheptels.

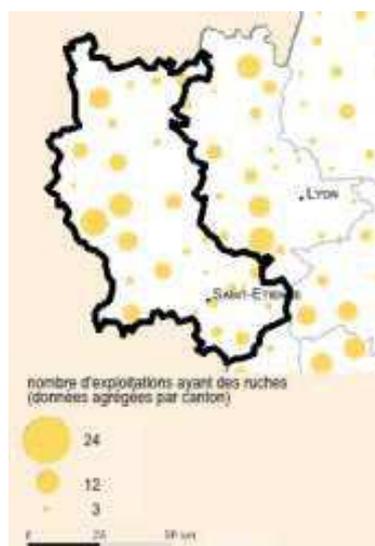


Figure 19 - Exploitations apicoles recensées sur le département - Source: Agreste, 2012a.

La répartition des exploitations est assez inégale sur le territoire. On s'aperçoit que la grande partie des exploitations recensées se situent sur la partie ouest du département, dans la plaine et les monts du Forez. On compte d'ailleurs quatre syndicats apicoles sur le territoire. "L'Abeille du Forez" semble être celui qui compte le plus d'adhérents.

L'Apiculture est cependant une activité qui a tendance à échapper aux statistiques, et c'est une des caractéristiques de la filière. L'étude sur l'apiculture menée par l'Agreste ne prend probablement pas en compte une multitude de petits apiculteurs dont l'activité est anecdotique et confidentielle. Leur poids économique et de production de miel n'est néanmoins pas significatif. On peut donc conclure que la filière apicole quitte progressivement le domaine du loisir pour devenir une activité agricole à part entière.

### *Mortalités hivernales*

La Région Rhône Alpes présente des pourcentages de mortalités hivernales assez proches des résultats nationaux, excepté pour l'hiver 2009/2010. L'ITSAP a notamment poursuivi les enquêtes sur les hivers 2011/2012 et 2012/2013.

	Hiver 2007/2008	Hiver 2008/2009	Hiver 2009/2010	Hiver 2010/2011	Hiver 2011/2012	Hiver 2012/2013
<b>France</b>	<b>29,2%</b>	<b>23,3%</b>	<b>26,8%</b>	<b>19,6%</b>	<b>17,3%</b>	<b>18,4%</b>
<b>Rhône-Alpes</b>	<b>environ 30%</b>	<b>24,3%</b>	<b>33%</b>	<b>19,6%</b>	<b>22,5%</b>	<b>17,5%</b>

*Figure 20 - Comparaison de la mortalité en Rhône Alpes et en France - Source : ITSAP et ADARA<sup>24</sup>*

C'est l'ADARA<sup>2</sup> qui a mené l'enquête de mortalités sur la région Rhône-Alpes, les résultats étant ensuite fournis à l'ITSAP :

Rhône-Alpes	Bourdonneuses	Mortes de faim	de CCD	Pathologies	Faibles	Accidentelle	Indéterminées
<b>Hiver 2010/2011</b>	13%	2%	18%	7%	33%	0%	10%
<b>Hiver 2011/2012</b>	19%	-	34%	4%	24%	2%	17%
<b>Hiver 2012/2013</b>	39%	9%	19%	5%	14%	1%	14%

*Figure 21 - Répartition des types de mortalités pour la région Rhône-Alpes. Echantillon pour chaque hiver de 4 à 5000 colonies - Source : ADARA*

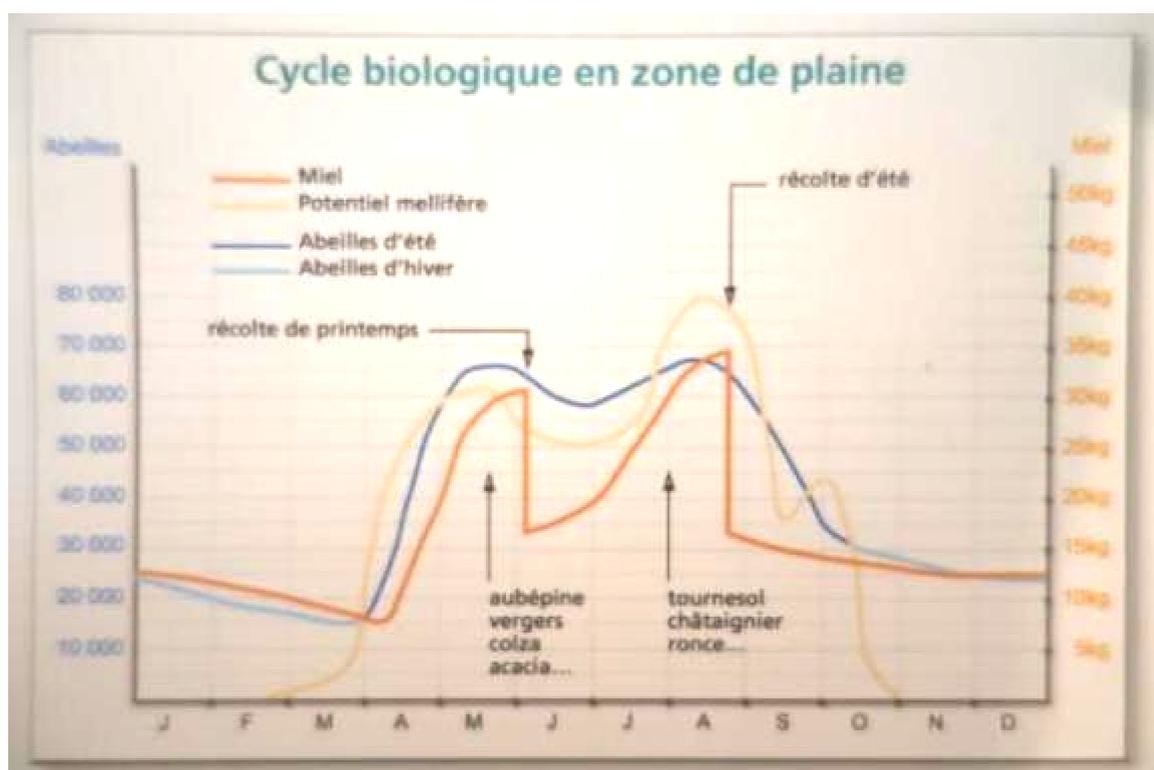
On remarque que les causes qui arrivent en tête en Rhône-Alpes sont le CCD et la faiblesse des colonies. Les ruches bourdonneuses pèsent aussi beaucoup dans les mortalités hivernales. Même si

<sup>24</sup> Association pour le Développement de l'Apiculture en Rhône-Alpes

le taux d'échantillonnage semble être important, il est intéressant de voir que les gros pourcentages sur les trois derniers hivers sont finalement très variables. Cela peut signifier que les diagnostics sont trop aléatoires ou tout simplement que les conditions annuelles ont beaucoup d'influence sur les mortalités hivernales.

### *Paysage Apicole*

Il existe plusieurs types de paysages apicoles sur notre territoire. Mais le paysage apicole typique des adhérents à l'abeille Roannaise est un paysage dit "de plaine"(Traité Rustica de l'Apiculture, 2012).



**Figure 22 - Paysage Apicole type de plaine - Source : Traité Rustica de l'Apiculture**

Ce schéma semble représenter un cycle biologique assez proche de la réalité observée sur le terrain, auprès des adhérents de l'Abeille Roannaise. On compte plusieurs miellés phares sur le territoire. Si les ruches sont suffisamment fortes à la sortie de l'hiver, les pissenlits forment un approvisionnement appréciable. Les champs de colza sont rares, les vergers également. Le potentiel mellifère de l'aubépine sur le Roannais ne serait aussi bon que la littérature peut laisser penser. Les sols seraient en effet trop acides pour permettre des montées de nectar suffisantes (Apiculteur "communication personnelle"). La miellée la plus importante est faite sur le robinier ou faux acacia. Elle a lieu sur le territoire Roannais à la mi-mai.

Nous avons voulu analyser les archives météorologiques sur les 4 dernières années depuis le début de la saison apicole de 2010, i.e. le mois d'avril de l'année 2010 jusqu'aux dernières données actuelles. Les apiculteurs ne se souviennent en effet pas de la qualité de chaque miellée sur les 4 dernières années. Analyser ces archives permet de donner une première lecture du contexte de la zone d'étude. Le site officiel de Météo France, "infoclimat.fr", dispose d'archives conséquentes pour un bon nombre de stations de relevés professionnelles. Une station météorologique est implantée à Roanne par exemple depuis 1975. Les archives météorologiques consultables ne donnent pas accès aux données pluviométriques, pourtant essentielles dans une telle analyse. L'intensité des précipitations lors des floraisons des principales plantes mellifères est un paramètre important, permettant de donner une première lecture de la saison apicole de l'année en question. Nous n'avons donc pas réalisé l'analyse de ces données météorologiques.

*Sources de nectar et pollen : inventaire des principales plantes mellifères*

Nom vernaculaire	Nom latin	Qualité du Pollen	Qualité du Nectar	Floraison
<b>Châtaignier</b>	<i>Castanea sativa</i>	bonne	bonne	juin-juillet
<b>Robinier ou "Acacia"</b>	<i>Robinia pseudoacacia</i>	bonne	bonne	mi mai à fin mai
<b>Ronces</b>	<i>Rubus fruticosus</i>	bonne	bonne	juin à août
<b>Luzerne</b>	<i>Medicago sativa</i>	médiocre	bonne	juin à septembre
<b>Tilleul</b>	<i>Tilia sp</i>	excellent	bonne	juin
<b>Sapin</b>	<i>Abies sp.</i>	médiocre	miellat moyen <sup>25</sup>	septembre
<b>Trèfle blanc</b>	<i>Trifolium sepens</i>	bonne	bonne	juin à juillet
<b>Pissenlit</b>	<i>Taraxacum sp.</i>	pauvre mais abondant	bonne	avril

*Figure 23 - Inventaire des principales plantes mellifères sur le territoire Roannais - Source : Entretiens avec les apiculteurs, Traité Rustica de l'Apiculture*

La plante mellifère la plus importante est sans conteste le robinier. Sa floraison a lieu au mois de mai, avec quelques variations selon l'altitude. Le pissenlit apparaît très tôt dans la saison dès le début du mois d'avril et les colonies ne sont parfois pas sorties de l'hivernage lorsque la floraison est terminée. Les ronces, le tilleul, le trèfle blanc sont avec le pissenlit les plantes mellifères de second plan. Le châtaignier est aussi présent sur le territoire. Il forme avec le robinier les deux miels typiques du Roannais. Des conditions météorologiques défavorables à la floraison de l'acacia peuvent énormément jouer sur la force des colonies en début de saison apicole. Les conditions météorologiques en mai sont certainement, à cause d'une biodiversité florale réduite, un facteur discriminant dans les mortalités hivernales sur le territoire Roannais.

<sup>25</sup> trop riche n sels minéraux

## 1.2 Contexte agricole du département de la Loire : Cultures dominantes et évaluation globale du risque pour les abeilles

Comme nous l'avons vu dans la première partie, les produits phytosanitaires et principalement les néonicotinoïdes, ont un effet néfaste sur la survie des colonies. C'est pourquoi il est indispensable de dresser un premier état des lieux de l'agriculture et de ses caractéristiques sur le département de la Loire afin de voir quels peuvent être les degrés d'exposition des colonies vis à vis de ces insecticides. Le contexte agricole développé ici est largement basé sur le recensement agricole décennal réalisé par l'Agreste et ne tient pas compte des évolutions sur la période 2010-2014. Les tendances générales risquent fort d'être inchangées depuis 4 ans.

Le territoire agricole occupe près de la moitié de la superficie du département et compte 5700 exploitations agricoles. On a assisté sur la période 2000-2010, à une concentration et un agrandissement des exploitations (+25% de grandes exploitations, -37% des petites).

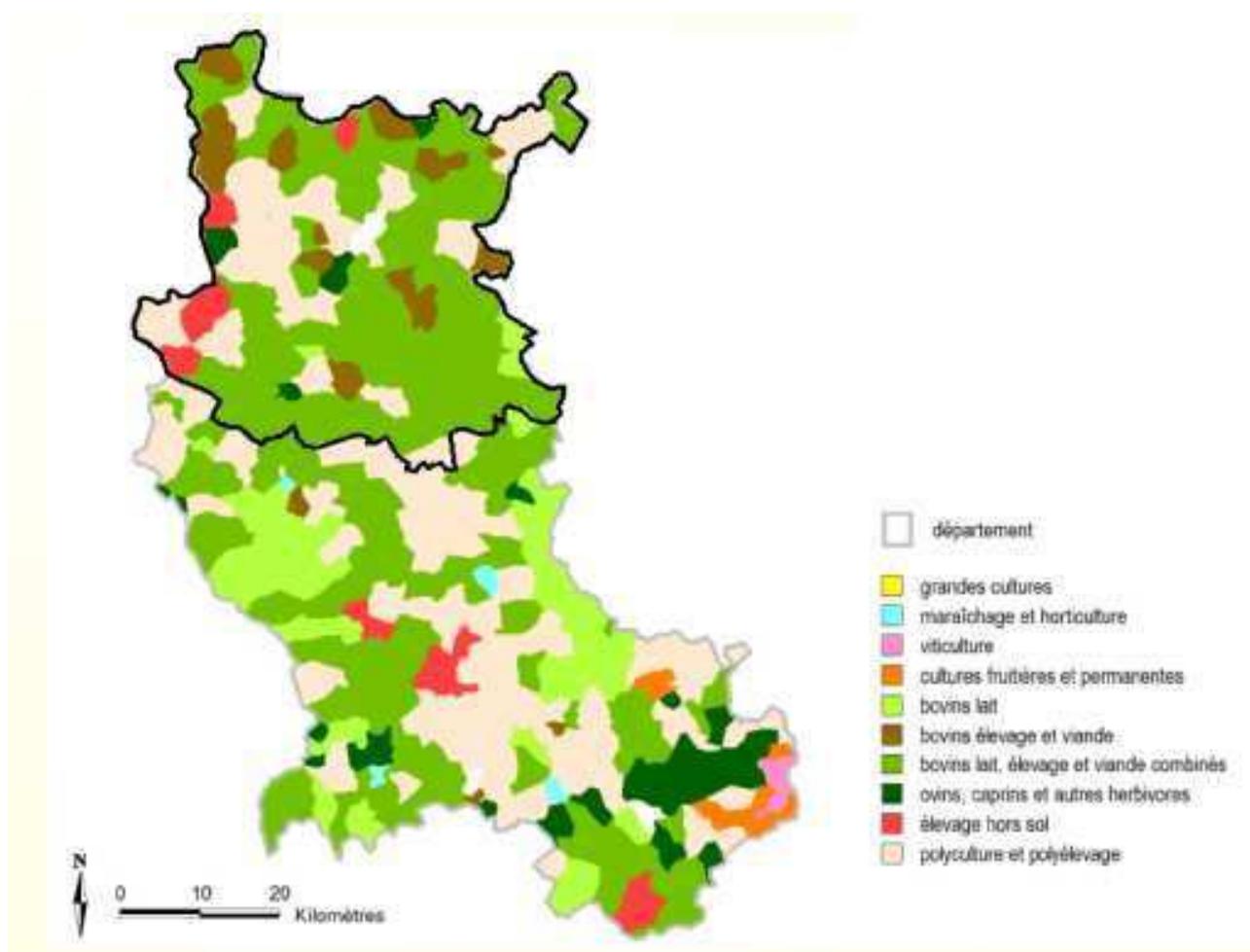


Figure 24 - Orientation technico-économiques agricoles des communes du département - Source : Agreste, 2010

La lecture de la carte est sans équivoque : le département de la Loire, *a fortiori* le territoire Roannais, sont des terres d'élevage laitier ou destiné à la production de viande. 98% de la surface agricole utile est destiné à l'alimentation du bétail, dont 87% sont des cultures fourragères (Agreste, 2010). Le territoire d'étude semble même plus tourné vers l'élevage que le département ; il y a en effet au sud de la Loire nombre de communes tournés vers la polyculture et le poly élevage.

Les cultures végétales, surtout mellifères, représentent un risque pour les abeilles car elles sont susceptibles de les exposer à différents insecticides, en enrobés ou par épandage. Les principales et grandes cultures mellifères, en lien avec les néonicotinoïdes, que l'on connaît en France sont le colza et le tournesol.

#### *Cultures sur le territoire Roannais*

On distingue sur le département deux types de cultures, annuelles, destinées essentiellement à l'alimentation animale, surtout pour les bovins à viande et laitier, et permanentes. Les cultures annuelles sont essentiellement des céréales : 45% de blé, 20% de triticale, 19% d'orge et 12% de maïs grain. Les cultures permanentes sont composées des vignes, des fruits à noyau et à pépin. Ces cultures représentent 13% de la SAU du département. L'Agreste a mené une étude plus détaillée sur les céréales et les oléo protéagineux en Rhône-Alpes :

Superficie agricole utilisée		Céréales		Blé tendre		Orge et escourgeon		Maïs-grain et semence	
2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
<b>204 691</b>	<b>200 962</b>	<b>24 461</b>	<b>23 822</b>	<b>9 297</b>	<b>9 680</b>	<b>5 571</b>	<b>4 830</b>	<b>2 448</b>	<b>2 147</b>

Oléagineux		Maïs fourrage et ensilage		Colza		Tournesol		Vignes		Vergers 9 espèces	
2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
<b>528</b>	<b>683</b>	<b>14 382</b>	<b>12 166</b>	<b>197</b>	<b>309</b>	<b>296</b>	<b>363</b>	<b>696</b>	<b>850</b>	<b>1 452</b>	<b>1 146</b>

**Figure 25 - Détail des principales surfaces cultivées en ha pouvant présenter un risque pour l'abeille sur le département de la Loire en ha - Source: Agreste, 2012b**

On s'aperçoit que les surfaces cultivées en tournesol et en colza d'hiver sont faibles. Les surfaces utilisées pour la culture du blé d'hiver, de l'orge et du maïs grain sont plus faibles que pour la plupart des autres départements mais déjà moins anecdotiques, étant donné qu'elles servent à l'alimentation des bêtes<sup>26</sup>. Le maïs fourrage représente une grande part de la surface des cultures végétales. Cette culture serait présente dans la quasi-totalité des exploitations laitières (Agriculteur, "communication personnelle"), et ces exploitations sont très bien implantées sur le territoire (cf. Figure 24).

<sup>26</sup> excepté le maïs grain

## Pratiques culturales

Il faut aussi s'intéresser aux pratiques culturales locales associées à ces cultures d'alimentation. Il n'existe pas d'enquête détaillée propre au département de la Loire mais seulement des chiffres globaux dressés à l'échelle nationale et régionale par l'Agreste lors de son enquête menée en 2011. Le plan Ecophyto<sup>27</sup> donne également quelques informations. Le meilleur indicateur disponible aujourd'hui pour quantifier le degré d'exposition des abeilles est l'indice de fréquence des traitements (I.F.T). Il quantifie l'intensification des traitements phytosanitaires appliqués aux cultures. Cet indicateur ne prend malheureusement pas en compte les pesticides qui enrobent les semences. L'indicateur est donc quelque peu biaisé, et à compléter avec une vision des semences traitées et utilisées sur le territoire.

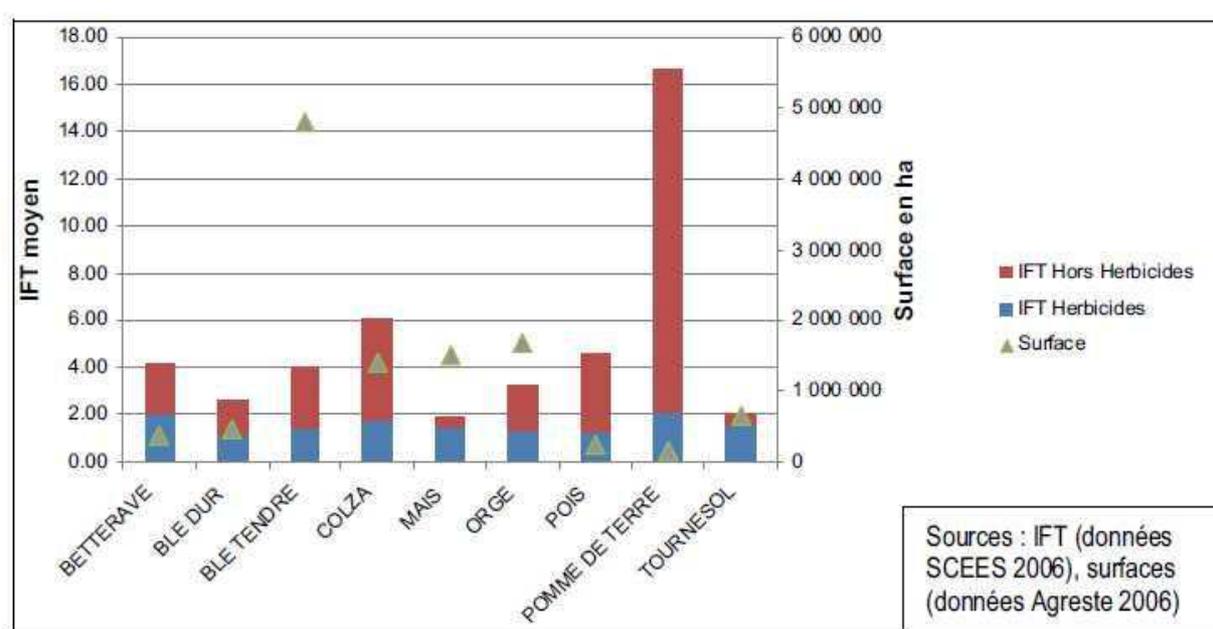


Figure 26 - Principaux IFT sur les cultures en France : Source : Agreste, 2006

Les IFT hors herbicides associées aux cultures qui nous intéressent (orge, blé, maïs, colza) sont loin d'être négligeables. La part des semences traitées a été évaluée par l'Agreste en 2011 :

	Blé tendre	Blé dur	Orge	Triticale	Colza	Tournesol	Pois Protéagineux	Maïs fourrage	Maïs grain	Betterave sucrière	Pomme de terre
Rhône-Alpes	90	98		86		85		96	99		
Ensemble	94	95	96	84	86	93	91	92	93	99	85

Figure 27 - Pourcentage de semences traitées en Rhône-Alpes, par type de cultures - Agreste, 2013

<sup>27</sup> Plan réalisé par l'Etat français dans le but de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires en France

On ne dispose malheureusement pas des chiffres pour l'orge. La quasi-totalité des semences de maïs, qu'il soit grain ou en fourrage, et de blé semblent être des enrobés.

### *Réglementation*

Ces insecticides sont aujourd'hui soumis à une réglementation stricte, basé sur l'usage. Un usage est défini comme le couple d'une culture et d'un organisme visé. Elle comporte cependant encore quelques lacunes. Les effets sublétaux ne sont en effet pas pris en compte dans les tests effectués pour valider ou l'AMM d'un pesticide donné. L'EFSA<sup>28</sup> a cependant rendu un rapport en 2013 indiquant qu'elle considérait le thiaméthoxame, l'imidaclopride, la clothiandine présentait un risque de toxicité élevé pour les abeilles. Leur utilisation fut alors déclarée interdite, pour certains usages. Ces formulations commerciales sont donc bannis des cultures de coton, maïs, tournesol et colza mais pas des céréales d'hiver comme le blé et l'orge, ou pour les cultures sous serre.

Pour résumer de manière globale, les colonies du territoire Roannais ne semblent pas évoluer dans un contexte où elles sont fortement exposées aux produits phytosanitaires fortement incriminés dans les mortalités hivernales, comme dans d'autres régions de grandes cultures de colza et de tournesol en France comme les Pays de la Loire. Le maïs peut néanmoins présenter un risque, par guttation<sup>29</sup> (Girolami et al, 2009), d'autant plus que la quasi-totalité des semences sont enrobés de pesticides systémiques. De plus même si l'orge et le blé ne sont pas des cultures mellifères, les apiculteurs redoutent ces cultures, du fait de l'accumulation des insecticides utilisés pour les défendre, dans les sols. Ces insecticides remonteraient par systémie sur les cultures des années suivantes comme le maïs. Même si rien n'est pour l'heure scientifiquement prouvé, il peut être tout de même intéressant d'examiner ces cultures et de les prendre en compte dans l'analyse de l'environnement des ruchers. La Loire étant une terre d'élevage il pourrait être intéressant d'examiner les traitements parasitaires utilisés sur les bovins en production laitière ou de viande. Ces traitements sont suspectés d'avoir un effet néfaste sur les abeilles. Certains traitements parasitaires contiennent en outre de la deltaméthrine (Agriculteur, "communication personnelle")<sup>30</sup>. Elles pourraient en effet y être exposés en allant boire dans les mares dans lesquelles patauge et s'abreuve le bétail (Apiculteur, "communication personnelle").

---

<sup>28</sup> Agence européenne de sécurité des aliments.

<sup>29</sup> les abeilles afin de se désaltérer, vont boire les gouttes de sudation du maïs. Ces gouttes d'eau contiennent parfois des insecticides, si les semences utilisées sont enrobés. Les insecticides sont alors remontées jusque dans les gouttes par systémie.

<sup>30</sup> Informations récoltés lors d'un entretien sur le contexte agricole du territoire

### 1.3 Contexte Sanitaire Apicole du département de la Loire

Il existe peu de données officielles sur l'état sanitaire des colonies et ce pour plusieurs raisons. On a globalement deux types de structures qui s'occupent du volet sanitaire et n'ont pas les mêmes finalités.

Un nouveau réseau pilote d'épidémiologie n'a été mis en place que récemment. Pour répondre aux questions relatives aux mortalités importantes de ces deux dernières décennies. Ce réseau a porté, durant la saison 2012-2013, sur l'étude sur 6 départements<sup>31</sup> afin d'étudier l'état sanitaire apicole et de disposer de données d'études. Les analyses ont été réalisées sur 66 ruches par département soit au total de 396 ruches. 36% des ruches analysées à l'automne montraient des signes cliniques de varroose. On a par ailleurs constaté une pression parasitaire de *V. destructor*, à l'automne également, sans signes cliniques de la varroose, dans 86% des ruches. Ce même écart a été constaté pour le couple de microsporidies *N. apis/ceranae*, moins de 1% des ruches étaient atteintes de nosémose avec la présence de spores dans 69% d'entre elles, au printemps. Les départements d'analyse sont éloignés et d'environnement sensiblement différents, il est donc envisageable d'extrapoler ces données sur l'ensemble de la France.

Créée en 1966, la Fédération Nationale des Organisations Sanitaires Apicoles Départementales (F.N.O.S.A.D) regroupe et coordonne les actions des différents groupements de défense sanitaires apicoles (G.D.S.A) dans le but de prévenir et d'éradiquer les maladies affectant les abeilles. C'est une structure opérationnelle créée par des apiculteurs et pour des apiculteurs et non pas afin de créer une base de données d'études des mortalités. Chaque apiculteur peut devenir membre adhérent du G.D.S.A de son département. Cela lui permet notamment d'obtenir un droit d'achat de produits vétérinaires<sup>32</sup>, si le G.D.S.A en question dispose d'un agrément. Cet agrément est délivré si l'organisation en question a mis en place un plan sanitaire (P.S.E). Chaque membre adhérent au G.D.S.A doit donc en contrepartie accueillir la visite d'un agent sanitaire tous les 5 ans, afin d'évaluer l'état sanitaire de son rucher. Un résumé de 23 visites effectuées sur le territoire Roannais, auprès d'apiculteurs faisant pour la plupart partie de l'Abeille Roannaise figure en annexe n°4. Ces visites s'étalent sur la période 2008-2013. La plupart des apiculteurs semblaient avoir les pratiques apicoles sanitaires de base et indispensables (changement des cadres, désinfection) et la majorité des ruchers ont une bonne situation pour l'hivernage.

Ces chiffres sont néanmoins à considérer avec recul. En effet beaucoup d'apiculteurs gèrent eux-mêmes les maladies sans prévenir les services sanitaires. Le contexte contraignant et lourd qu'impose la déclaration d'une maladie classée en 1<sup>ère</sup> catégorie et ses conséquences, notamment en périmètre de protection, décourage les apiculteurs à alerter des maladies survenus sur leurs ruches. Des

<sup>31</sup> Finistère, Indre t Loire, Drôme, Bouches du Rhône, Cantal et Haut-Rhin.

<sup>32</sup> les produits vétérinaires apicoles suivent en effet une réglementation similaire à celle des médicaments pour les humains

analyses complémentaires sont à mener. On peut conclure que de nombreux parasites sont présents à l'état latent et fragiliser les colonies, sans que ces dernières ne déclarent ostensiblement les maladies correspondantes. Ce qui fait écho aux travaux bibliographiques présentés ci-haut.

## 2. Analyse des causes locales au sein du syndicat apicole : Réponses au questionnaire.

### 2.1 Présentation du syndicat apicole Roannais et Méthodologie

Le syndicat apicole Roannais, où appelé "l'Abeille Roannaise", est un syndicat d'apiculteurs créée en 1974. Il regroupe des apiculteurs présents sur le territoire Roannais, même si quelques apiculteurs de Saône et Loire et du Rhône y adhèrent également.

	2011	2012	2013	2014
<b>Nombre d'Adhérents</b>	116	142	167	176
<b>Nombre de ruches</b>	2050	1813	1904	2145

*Figure 28 - Evolution du nombre de ruches et d'adhérents de l'Abeille Roannaise*

L'activité du syndicat ne semble pas décroître ces dernières années malgré un contexte actuel difficile pour se lancer dans l'apiculture ces dernières années.

Nous avons réalisé un questionnaire à destination des apiculteurs. Cet envoi fût précédé d'une présentation de l'étude prospective et du contenu du questionnaire lors de la réunion périodique mensuelle du syndicat, le soir du 2 avril. Une quarantaine d'apiculteurs furent présents. Le questionnaire a donc été envoyé à l'issue de cette réunion de prise de contact, au tout début du mois d'avril. Cela représente au total 189 envois, aux membres de 2014 mais également aux anciens de l'Abeille Roannaise. 91 envois ont été effectués par courrier car ces apiculteurs ne disposaient pas d'adresse mail ou n'allait que très peu sur le net. 98 envois ont été effectués par mail.

Seulement 15 réponses nous sont parvenues après 2 semaines d'envoi. Un second questionnaire, élaboré en ligne, fût donc renvoyé en guise de 1<sup>ère</sup> relance. Ce second questionnaire, plus complet, comportait des questions supplémentaires. Cela peut sembler étrange puisque l'on a un matériau statistique de base différent selon les réponses apportées. Il nous a néanmoins semblé qu'un surplus d'informations ne pouvait nous faire défaut mais engendrait par contre un travail plus important. Nous obtînmes beaucoup plus de réponses avec cette 1<sup>ère</sup> relance. Le questionnaire fût clôturé fin mai, après une seconde relance avec ce même questionnaire en ligne.

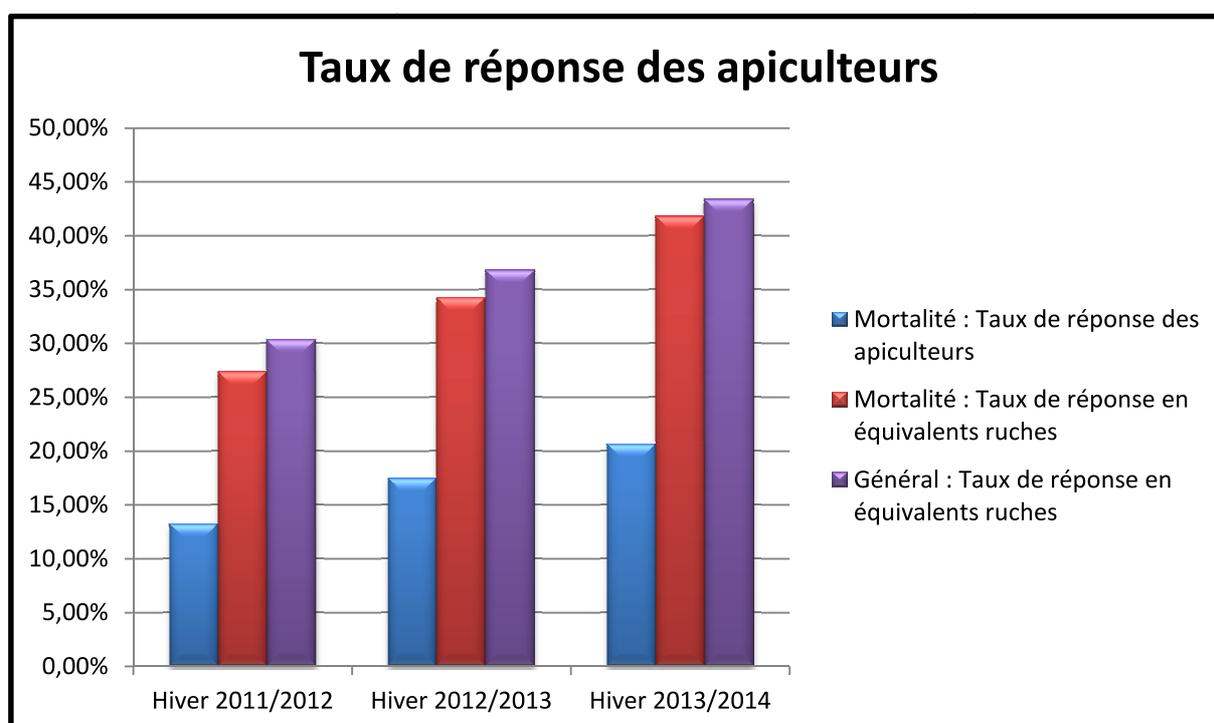
Nous avons en outre tenu à analyser seulement les ruchers sédentaires. En effet les transhumances compliquaient quelque peu l'analyse de l'environnement des abeilles car il aurait fallu intégrer 2 environnements différents. Il n'existe en outre pas véritablement de blocage de ponte dans le sud de la France là où les apiculteurs de la Loire transhument généralement. On peut aussi rajouter le fait que les transhumances sont un facteur de stress supplémentaires.

Le questionnaire et les questions associés sont présentés en annexes.

## 2.2 Résultats

### 2.2.1 Chiffres clés et taux de réponse

Un total de 50 réponses<sup>33</sup> sur les 189 envois fût obtenu, soit un taux de réponse de 26,46%. Il n'est pas pertinent de considérer le taux de réponses des apiculteurs car on accorde alors le même poids statistique à un amateur d'un cheptel de 5 ruches et à un chef d'exploitation de 300 ruches. Il est plus opportun de déterminer un taux de réponses nommé dans ce rapport "en équivalent ruches" en faisant le rapport des "ruches répondantes" sur le nombre total de ruches déclarées. Nous obtenons donc les taux de réponses suivants, par hiver. En effet les apiculteurs répondants n'ont pas forcément su, ou voulu, ou pu, donner le nombre de ruches et/ou les pourcentages de mortalités. Les taux de réponses présentés ne sont pas "internes" au questionnaire mais calculé en fonction du nombre de ruches et d'apiculteurs constituant l'ensemble du syndicat.



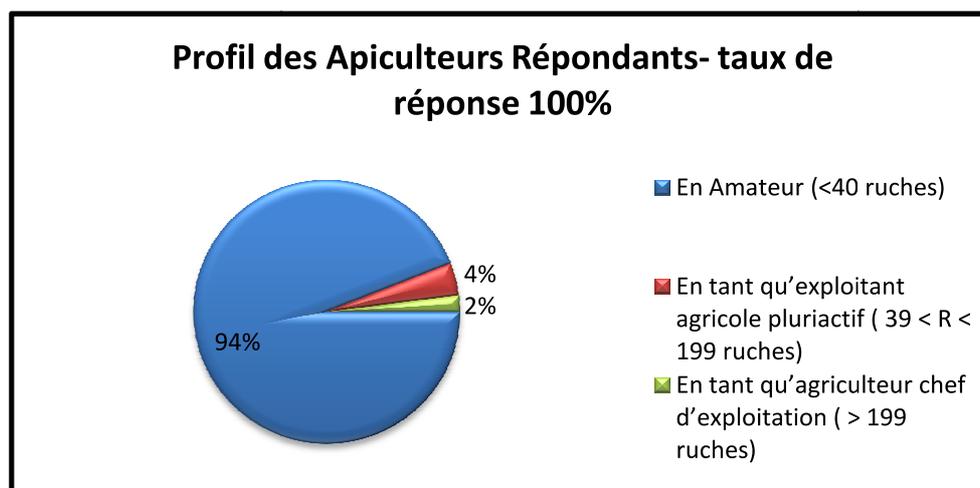
**Figure 29 - Taux de réponse général calculé selon le nombre de ruches, et aux chiffres de mortalités**

Bien que le taux de réponse soit de 26,46%, beaucoup d'apiculteurs n'ont pas su donner le pourcentage de mortalités sur les hivers précédents ce qui explique que le taux de réponse général et celui sur les mortalités soit légèrement différents. Quoiqu'il en soit, si peu d'apiculteurs ont effectivement répondu en ce qui concerne les mortalités, ce sont aussi ceux qui possèdent des cheptels d'une certaine taille qui ont été à même de me fournir les informations. On se retrouve ainsi avec un

<sup>33</sup> en réalité 52. Une réponse d'une apicultrice pluriactive fût transmise trop tardivement, au 16 juin. Et un apiculteur professionnel possédant 300 ruches en transhumance. Ces deux réponses représentent un cheptel de 500 ruches ce qui est considérable.

taux de réponse, basé sur les ruches, beaucoup plus satisfaisant, entre 27,7% pour l'hiver 2011/2012 et 41,8% pour l'hiver 2013/2014.

On distingue trois types d'apiculteurs au sens de la réglementation. L'Amateur déclaré ou non<sup>34</sup> possède moins de 40 ruches. Le pluriactif a un cheptel situé entre 39 et 199 ruches. Il s'apparente à un semi-professionnel, fait partie du pool des exploitations de taille moyenne, et travaille en tant qu'exploitant agricole, Pour un cheptel dépassant les 200 ruche, on parle de chef d'exploitation, d'apiculteur professionnel

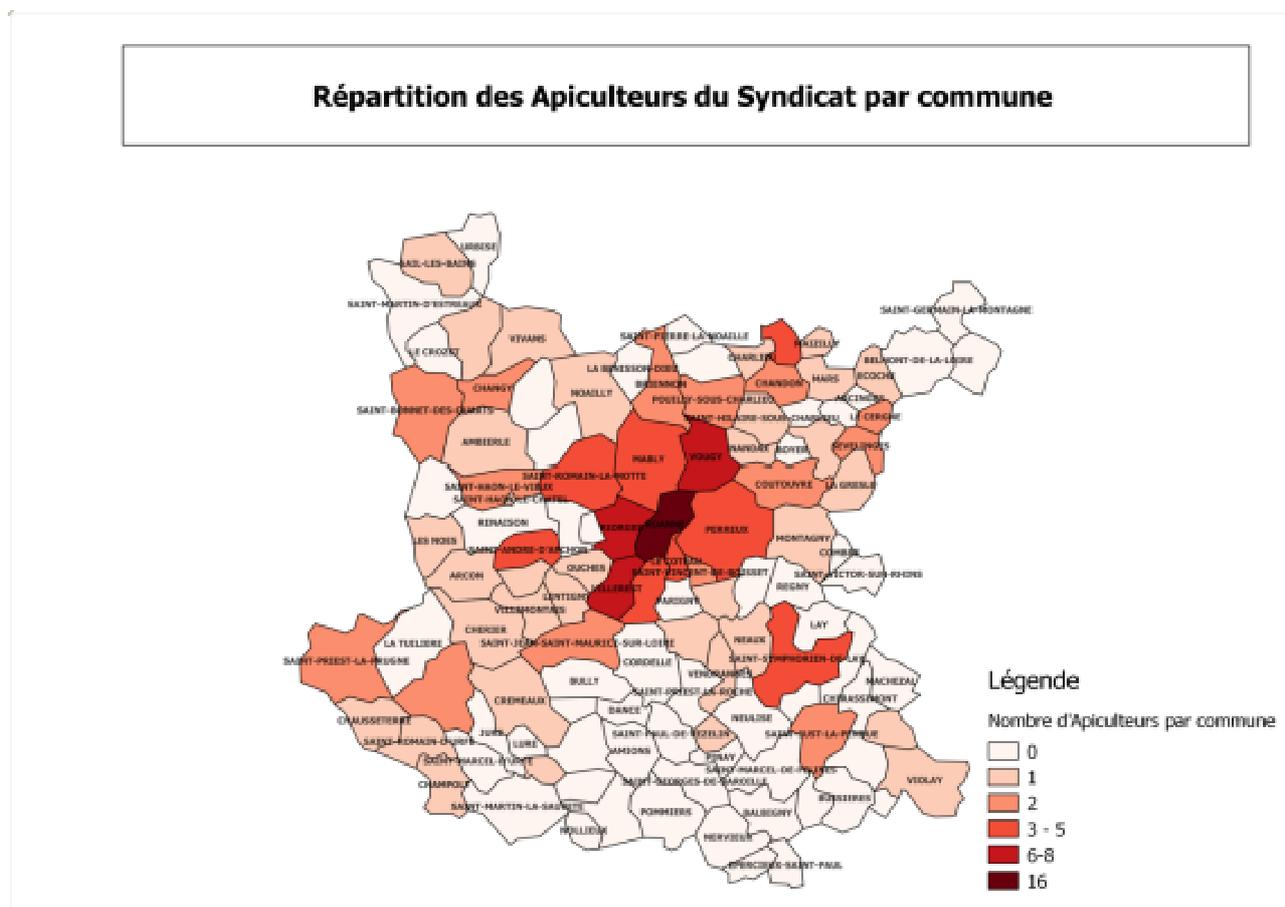


**Figure 30 - Type d'exploitation de l'échantillon**

Le profil le plus fréquent est celui de l'apiculteur amateur qui dispose de quelques ruches (de 1 à 10) sur le jardin familial. Il pratique une apiculture de loisir. Ce profil est assez représentatif de ce que l'on peut trouver ailleurs en Europe (Chauzat et al, 2013). Sur la période 2010-2014 le nombre moyen de ruches parmi les apiculteurs ayant fourni pour chaque année la composition de leur cheptel, s'élève à 18. On a donc de très petites exploitations tournées vers la production de loisir. Les 2 pluriactifs et le chef d'exploitation ayant répondu à l'enquête totalisent tout de même sur l'année 2014 67% des ruches.

<sup>34</sup> le seuil est de 10 ruches

La répartition des apiculteurs sur le territoire fournit déjà donc une idée de l'environnement général auquel sont confrontées les abeilles. Les ruches sont en effet très souvent sur les terres familiales, étant donné le profil type de l'apiculteur répondant.

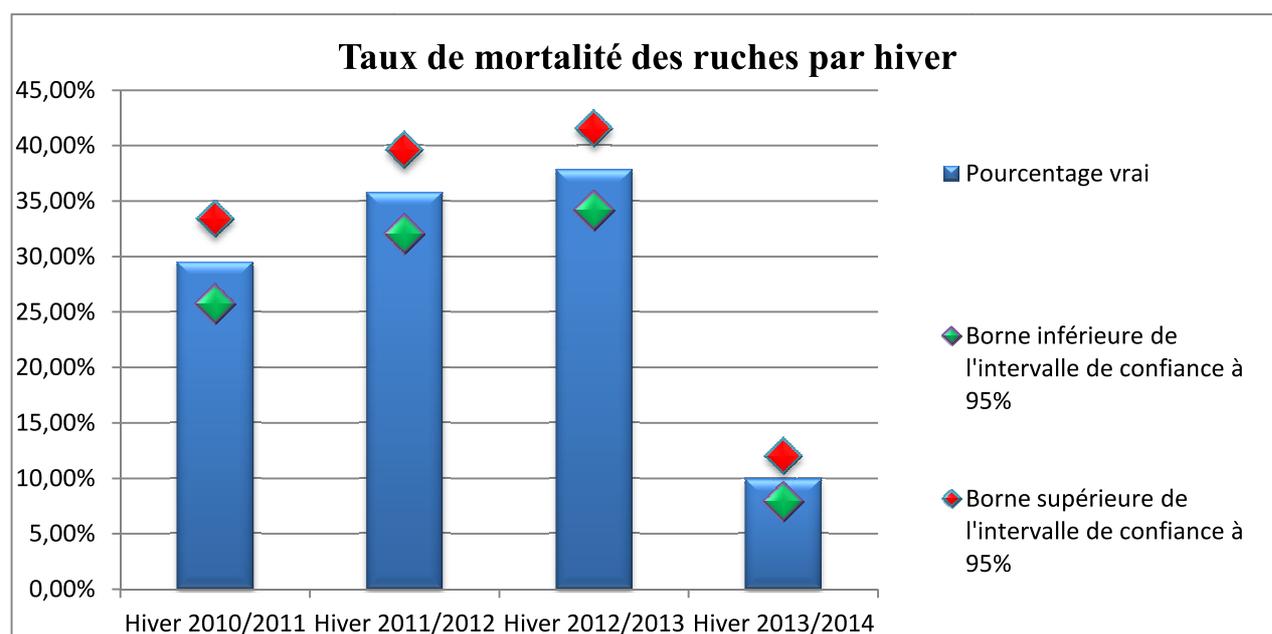


**Figure 31 - Répartition de la totalité des Apiculteurs de l'Abeille Roannaise**

La plupart des apiculteurs habitent donc à Roanne et sur les communes alentours. Il doit donc y avoir un certain nombre de ruches soumis à des contraintes environnementales urbaines si l'on part du principe que les ruches sont en général disposées sur le jardin familial. Mais on ne peut en dire plus.

### 2.2.2 Mortalités hivernales constatées

Il a été demandé dans le questionnaire les pourcentages de mortalités hivernales sur la période 2009-2014. Les Apiculteurs devaient fournir leur pourcentage pour chaque hiver ainsi que le nombre de ruches à l'entrée d'hivernage, excepté pour l'année 2009. C'est pour cette raison que les chiffres de mortalités sur l'hiver 2009/2010 ne sont pas présentés. Cette lacune est toutefois à relativiser au vu du faible nombre d'apiculteurs ayant donné des pourcentages sur cet hiver-là. Toutes les données fournies ne furent d'ailleurs pas forcément exploitables, certains apiculteurs donnant les pourcentages de mortalités sans le nombre de ruches correspondantes. Il a donc fallu opérer un tri et sélectionner les chiffres exploitables.



**Figure 32 - Taux de mortalités hivernales des apiculteurs dont les données sont exploitables.**

Le taux de mortalité calculé ici n'est pas la moyenne des pourcentages fourni ce qui n'aurait aucun sens. Il a été déduit du questionnaire le nombre de ruches mortes par année et par apiculteur. Le pourcentage vrai représente ainsi le rapport entre le nombre total des ruches mortes sur le nombre de ruches à l'entrée d'hivernage. Les points représentent les bornes de l'intervalle de confiance à 95%. Le nombre moyen de ruches à l'hivernage de l'échantillon ci-présent oscille entre 600 et 700 ce qui représente un échantillon de taille satisfaisante. On remarque d'emblée que les pourcentages sur la période 2010-2013 sont assez similaires aux pourcentages relatés en 1<sup>ère</sup> partie dans l'étude bibliographique et finalement assez inquiétants. L'hiver 2013-2014 fait par contre état d'une mortalité beaucoup plus faible, de seulement 9,9%, dans l'intervalle de mortalité dites normales. Comment se fait-il que l'on puisse avoir un tel écart, alors même que l'état sanitaire ne peut changer d'une année sur l'autre de manière significative et brutale, que l'environnement et les pratiques culturelles ont une certaine inertie et enfin que les apiculteurs ne modifient pas leur pratique? Car les pourcentages

fournis par les apiculteurs, par rucher donc, sont très similaires aux chiffres présentés ci-haut. L'écart type entre les pourcentages est relativement faible. Cela signifie qu'il semble exister un environnement type au territoire Roannais, sur lequel la situation d'hivernage est homogène.

### 2.2.3 Influence du *Varroa* selon le traitement

Nous avons en outre tenté de voir si les mortalités hivernales étaient différentes ou non selon le traitement contre l'acarien *V. destructor*. Voici tout d'abord les résultats en termes de présence de *V. destructor* dans les ruches.

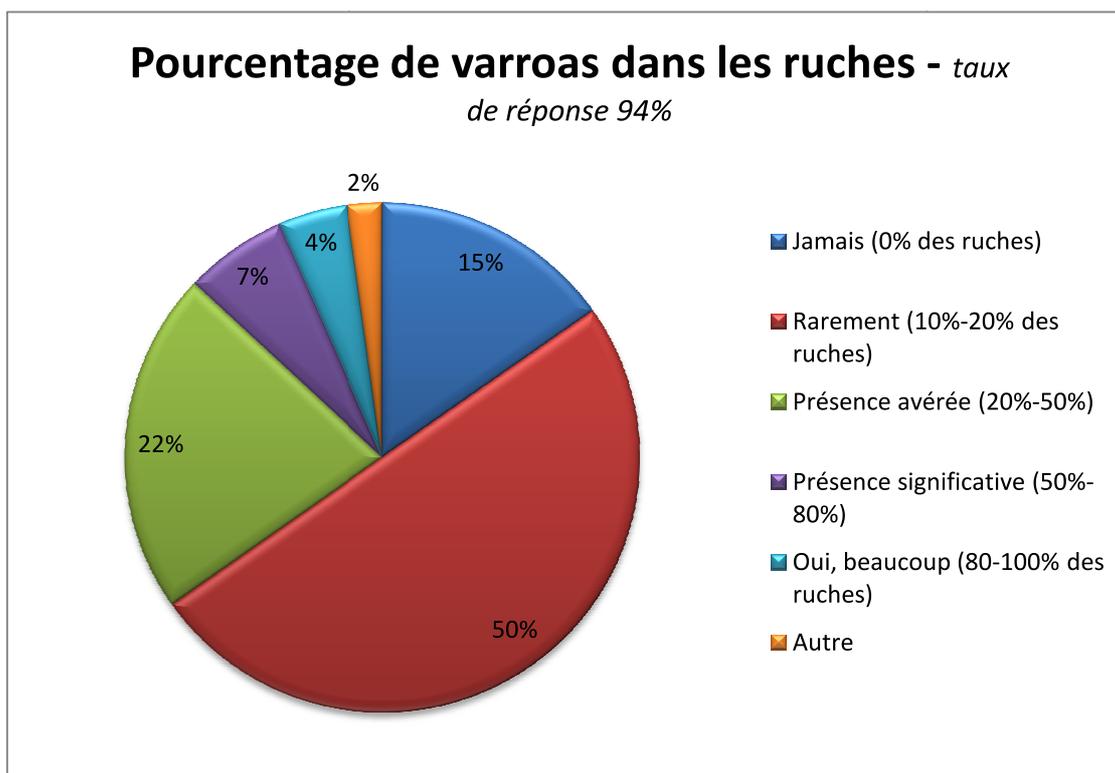


Figure 33 - Occurrence de l'acarien *V. destructor*

Le camembert présenté ici relate seulement les réponses par apiculteur, il n'y a aucune pondération avec le nombre de ruches. En première lecture la pression parasitaire de *V. destructor* ne semble pas significative. 65% des apiculteurs n'observeraient jamais ou rarement l'acarien tant décrié. On pourrait remettre en doute les réponses des apiculteurs et penser que ceux qui pratiquent en loisir, avec peu de ruches, ne s'encombrent pas, d'un examen de présence ne serait-ce que visuel<sup>35</sup> mais pourtant nécessaire. On peut aussi effectuer un écorchage du couvain de mâle, l'acarien s'y logeant préférentiellement ou encore des tests sur lange graissé<sup>36</sup> (cf partie I. 2.2.3). Il faut cependant noter que les 2 pluriactifs et le chef d'exploitation, aux pratiques apicoles visiblement satisfaisantes et pratiquant

<sup>35</sup> L'acarien est en effet visible à l'œil nu

<sup>36</sup> nous avons réalisé avec un apiculteur pluriactif un test de présence au fluvalinate sur 2 ruches, et un test à l'acide formique sur une autre, vers mi-mai. Cette période est d'autant plus propice à ces tests car nous sommes en pleine période de saison apicole, avec un couvain dense, et donc propice à la reproduction de l'acarien. Les langes graissés comptaient 4 à 5 varroas par lange ce qui est peu.

donc des tests de présence, n'ont pas constaté de présence quasi-systématique de l'acarien<sup>37</sup>. Si l'on se réfère au fait qu'ils totalisent à eux 3 près des  $\frac{3}{4}$  des ruches de l'étude locale, on peut conclure que *V. destructor* ne semble pas problématique pour les apiculteurs du syndicat.

Les produits utilisés et le nombre de traitements varient énormément :

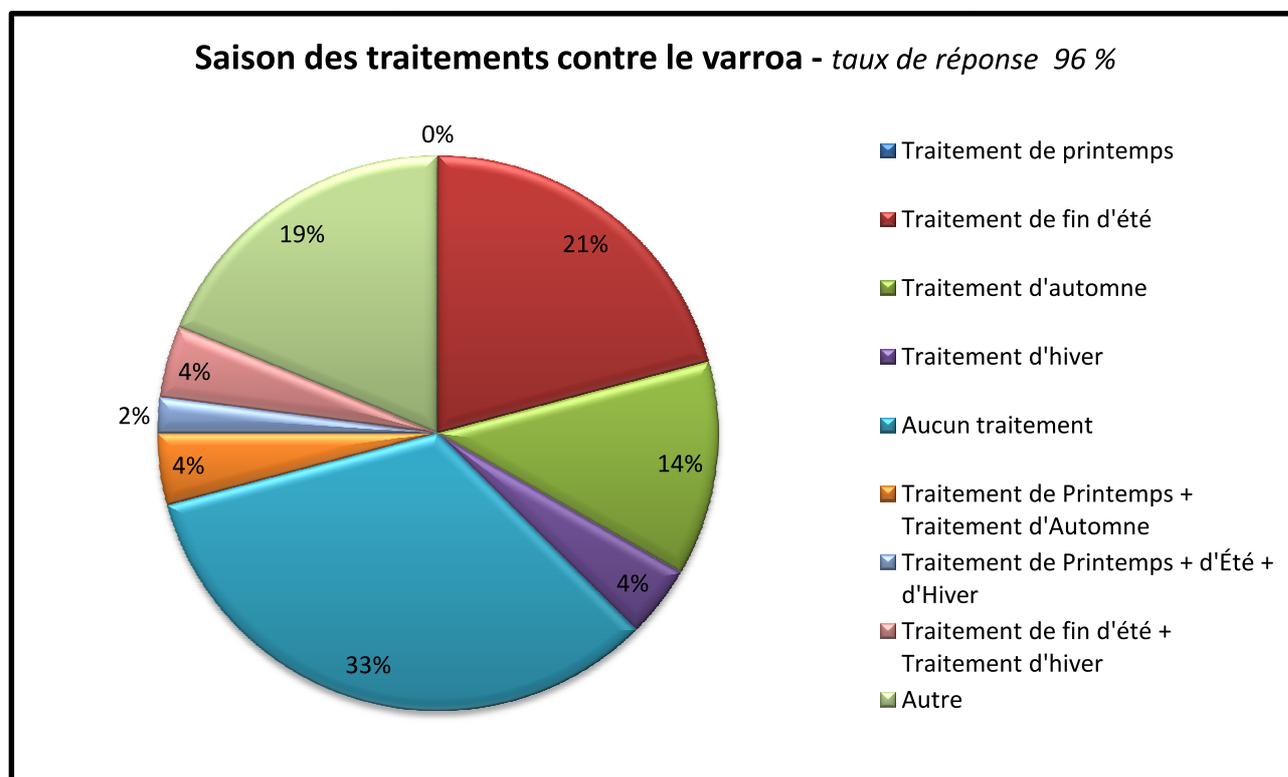


Figure 34 - Nombre de traitements contre *V. destructor*

On s'aperçoit d'emblée que près d'un tiers des apiculteurs ne traitent tout simplement pas leur rucher. Ce taux peut paraître étonnant quand on connaît l'implication de *V. destructor*, dans l'affaiblissement des ruches et donc des mortalités hivernales. Ce chiffre est peut-être même sous-évalué. En effet certains apiculteurs traitent leur rucher (et c'est la réponse qu'ils ont donné) mais font en réalité du sur-mesure en ne traitant les ruches que s'ils constatent une infestation manifeste. Il ne s'agit donc pas forcément de traitement systématique. Nous avons interrogé plusieurs apiculteurs afin de connaître les raisons de cette absence de traitement. Elles sont multiples. Deux d'entre eux ne traitaient tout simplement pas car ils ne constataient pas de *V. destructor* après un examen de présence, par écorchage du couvain de faux-bourdon<sup>38</sup>.

<sup>37</sup> 1 apiculteur a répondu par "Présence avérée", 1 autre par "Rarement" et le dernier "Jamais"

<sup>38</sup> l'un d'entre eux "tait professionnel au cheptel de 250 ruches, et l'autre un apiculteur débutant de quelques ruches.

Voici les acaricides utilisés pour ceux qui effectuent des traitements :

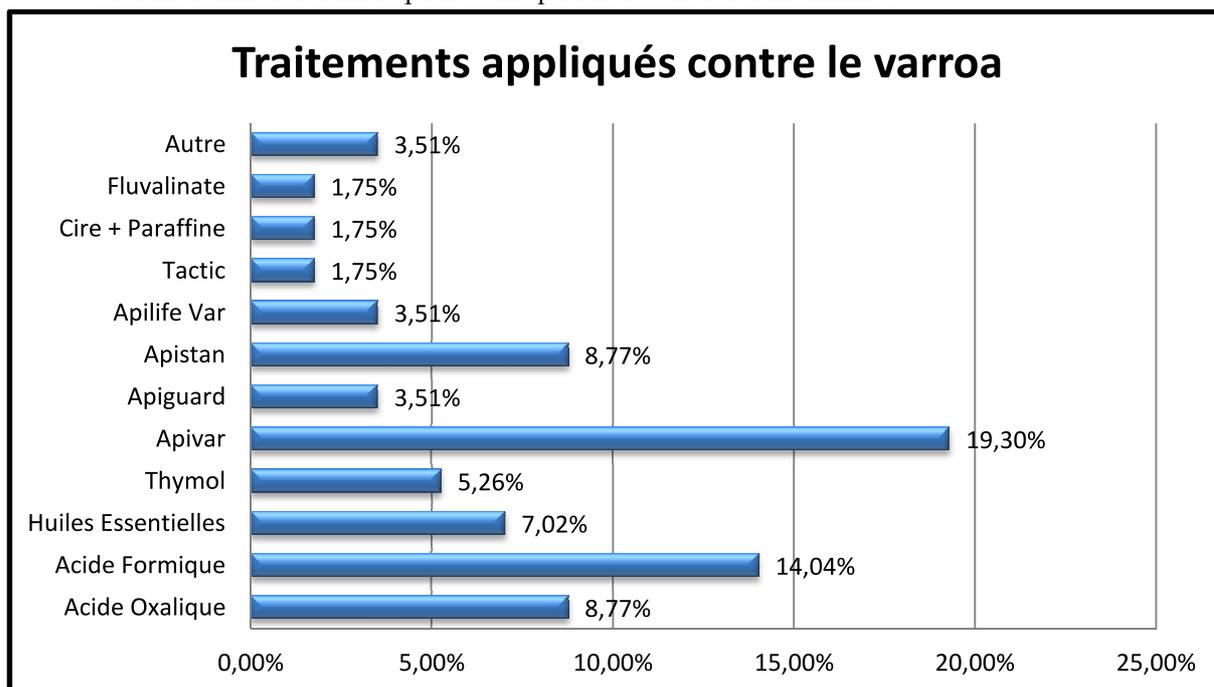


Figure 35 - Occurrence des acaricides sur le territoire Roannais

Les pourcentages ne signifient pas que 14,04% des apiculteurs traitent aux huiles essentielles mais que ce traitement a été trouvé dans 14,04% des réponses. Les profils de traitements sont en effet très nombreux et quasiment aucun apiculteur ne traite avec un seul produit. Il existe de très nombreuses combinaisons. L'Apivar est le traitement privilégié des petites exploitations. Les 2 apiculteurs pluriactifs, totalisant à eux deux 33% des ruches, utilisent une combinaison d'acide oxalique et d'acide formique.

Nous avons ensuite regardé s'il y avait des différences de mortalités selon qu'il y ait traitement ou non :

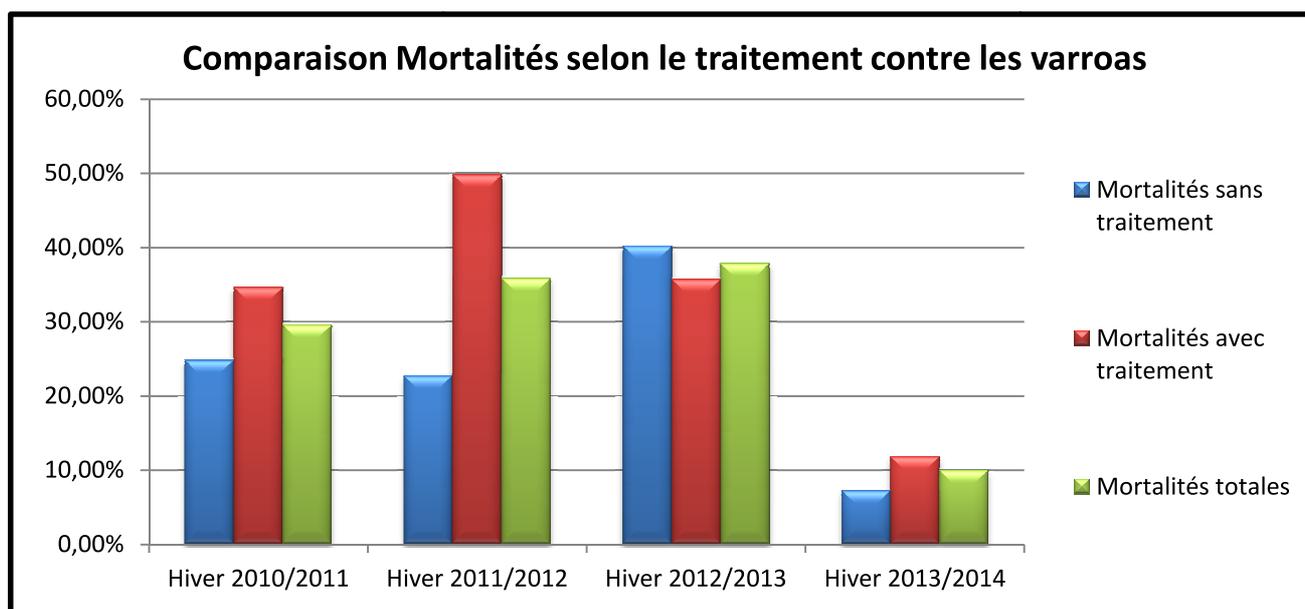


Figure 36 - Mortalités hivernales selon traitement contre *V. destructor* ou non.

Avec le tableau associé :

	Hiver 2010/2011	Hiver 2011/2012	Hiver 2012/2013	Hiver 2013/2014
<b>Mortalités totales</b>	<b>29,52%</b>	<b>35,80%</b>	<b>37,82%</b>	<b>9,94%</b>
<b>Mortalités sans traitement</b>	<b>24,77%</b>	<b>22,66%</b>	<b>40,17%</b>	<b>7,20%</b>
<b>Nombre de ruches de l'échantillon " Sans Traitement" avant hivernage</b>	260	289	298	321
<b>Mortalités avec traitement</b>	<b>34,61%</b>	<b>49,76%</b>	<b>35,66%</b>	<b>11,79%</b>
<b>Nombre de ruches de l'échantillon "Avec traitement" avant hivernage</b>	243	272	323	475

*Figure 37 - Tableau présentant les chiffres bruts et l'échantillonnage pour chaque pourcentage*

Les résultats sont pour le moins surprenants. Les échantillons en nombre de ruches sont pourtant comparables.

Le fait que l'on constate plus de mortalités sur des colonies traitées contre le *V. destructor* peut donc sembler totalement dénué de sens, et à l'encontre de nombreuses études. Mais on peut aussi supposer que certaines colonies du territoire ont développé une tolérance au varroa, une adaptation à ces infestations (Fries & Bonmarco, 2007). De telles situations ont néanmoins déjà été remarquées sur le territoire hexagonal. Le chercheur Yves Le Conte et son équipe ont conclu que les mortalités avec ou sans traitement ne sont pas significativement différentes (Le Conte et al, 2007).

Nous avons donc regardé quelle était la contribution des apiculteurs à ces chiffres, et notamment des 2 pluriactifs et du couple d'apiculteurs professionnels ayant répondu. La contribution statistique pour les mortalités sans traitement provient surtout du couple d'apiculteurs qui ne traitent pas. Cela peut donc représenter un biais statistique, dans le sens où une simple erreur de sa part dans l'évaluation des mortalités hivernales conduit à faire varier considérablement les résultats. La tendance pour l'hiver 2012/2013 s'est d'ailleurs inversée par rapport à l'hiver 2011/2012 car ce couple d'apiculteurs a eu des mortalités importantes sur l'hiver 2012/2013<sup>39</sup>.

Par opposition les 2 apiculteurs pluriactifs, avec traitement à l'acide formique et oxalique, ont connu des mortalités beaucoup plus importantes sur les mêmes hivers. On peut donc dire que même si le nombre de ruches échantillonnées atteint un chiffre appréciable, le fait qu'il dépende grandement de seulement trois apiculteurs rend l'étude selon le traitement assez fragile. Ce qui interdit toute conclusion définitive<sup>40</sup>.

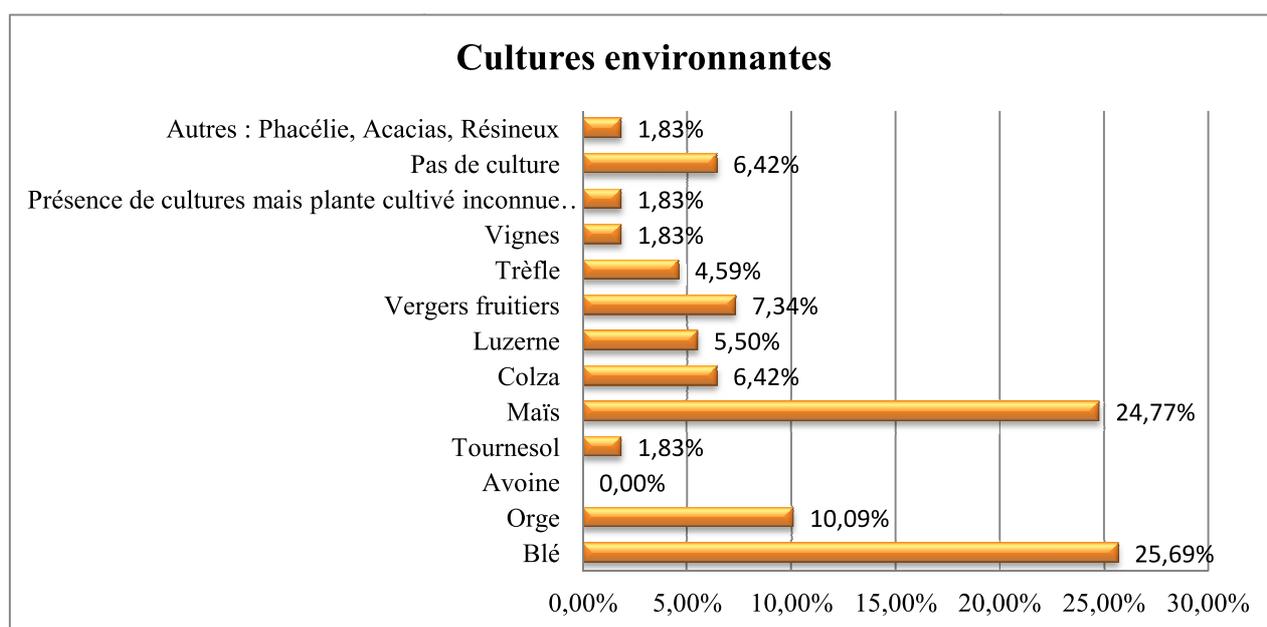
<sup>39</sup> 40% du cheptel en 2012/2013 contre 22% sur les 2 hivers précédents

<sup>40</sup> ceci est d'autant plus vrai que le dernier apiculteur, qui a répondu à la mi juin, trop tardivement pour être intégré aux statistiques, avait des mortalités assez faibles sur les trois derniers hivers. Il disposait d'un cheptel d'environ 200 ruches et traitait contre le varroa.

Afin d'aller plus loin, nous avons voulu examiner les différences de mortalités selon le traitement précis appliqué par les apiculteurs. Les données n'étaient malheureusement pas assez nombreuses, dû à des échantillons certainement trop retreints, pour traiter convenablement toutes les situations.

#### 2.2.4 Influence des cultures

Nous avons ensuite voulu voir si l'environnement des ruchers, par appréciation faite par les apiculteurs avait une quelconque influence sur les mortalités. Voici les types de cultures qui ont été répondu par les apiculteurs.



*Figure 38 - Réponses sur les cultures végétales, dans un rayon de 3 km, fournies par les apiculteurs*

On remarque d'emblée que les cultures majoritaires sont l'orge, le blé et le maïs. Cela paraît cohérent avec l'étude du contexte agricole ci-haut, et basé sur les chiffres de l'Agreste. Il faut néanmoins dire que l'occurrence des cultures est forcément biaisée. En effet il semble très difficile de connaître l'état de l'environnement sur 3 km autour de son rucher.

Nous avons voulu analyser les mortalités selon le critère de présence de cultures végétales. Seuls 2 apiculteur, aux petits cheptels, avaient conclu à une absence de culture sur leur rucher. Cette faiblesse d'échantillonnage nous interdit toute analyse. Nous nous sommes donc intéressés à des comparaisons par type de culture, en sélectionnant les 3 cultures dominantes : blé, orge, maïs. Nous ne présenterons malheureusement pas les résultats obtenus, pour les mêmes raisons évoquées plus haut. Les échantillonnages de ruchers sans blé, sans orge ou sans maïs sont trop faibles.

### 2.3 Entretiens complémentaires

Les questionnaires permettent de récupérer de nombreuses informations mais il est souvent nécessaire d'aller plus loin. Les questions sont souvent sujettes à des interprétations différentes de la part des enquêtés. Des entretiens complémentaires ont par conséquent été menés afin d'aller plus loin que le questionnaire. Nous avons sélectionné un échantillon d'apiculteurs aux profils différents et ayant répondu au questionnaire de manière complète. Devant le peu de retour téléphoniques de la part des apiculteurs sélectionnés, nous avons décidé d'élargir le champ d'investigation et d'interroger les apiculteurs aux cheptels conséquents qui n'avaient pas répondu au questionnaire, afin d'intégrer les informations prises à la base de données établis à l'issue des retours du questionnaire. Cinq entretiens ont été menés<sup>41</sup>. Les résumés de ces entretiens se trouvent en annexe.

Les profils interrogés furent très différents. On compte 4 amateurs et un professionnel. Tous ont connu des mortalités à des pourcentages anormaux. Mais les ruches retrouvées mortes présentent des symptômes différents : 3 apiculteurs sur 5 ont constatées des ruches vides avec provisions. Un autre constate que ces ruches sont mortes car elles sont rentrées trop faible à l'hivernage. Le dernier constate seulement des poings d'abeilles et non des ruches vides. Ces entretiens ont permis de dégager plusieurs profils d'apiculteurs, et montrent que chacun aborde son activité avec un point de vue complètement différent, que ce soit sur sa vision de l'apiculture ou sur les origines des surmortalités. Nous ferons l'hypothèse que les informations fournies par l'apiculteur sont véridiques et complètement sincères.

Le 1<sup>er</sup> apiculteur n'avait pas vraiment d'avis sur la question des surmortalités et ne contrôlait pas l'état sanitaire du rucher, ramassait quelques essaims et produisait son propre miel. Pratiquant l'apiculture depuis 30 ans et ayant appris par le bouche à oreille, il se rapproche de l'apiculture "paysanne" celle que l'on pratiquait avant la période actuelle, beaucoup plus fragile pour les colonies. Chaque famille disposait de quelques ruches, constituées avec des essaims que l'on trouvait au gré des alertes faites par les voisins. L'état sanitaire était une préoccupation accessoire, sans varroa et les nouveaux virus l'accompagnant. Les mortalités sur ce rucher étaient élevées<sup>42</sup>, sans cultures végétales aux alentours. On peut donc supposer que cet apiculteur avait de telles mortalités du fait que sa pratique de l'apiculture ne se trouve plus adaptée aux contraintes que la filière connaît de nos jours.

Un des apiculteurs rencontrés avait un profil intéressant. Conseiller en production laitière et agriculteur, son rucher se trouvait en plein milieu des parcelles agricoles qu'il cultivait afin de nourrir son cheptel de bovins. Les cultures étaient le maïs, le ray-grass<sup>43</sup>, la luzerne et les céréales. Les pratiques culturales étaient "conventionnelles", avec utilisation de pesticides et d'insecticides et

---

<sup>41</sup> sans compter les 2 apiculteurs que j'ai beaucoup suivi. avec qui la prise d'informations régulière est équivalente à un entretien.

<sup>42</sup> 53% en moyenne sur les trois derniers hivers, pour un cheptel de 8 ruches

<sup>43</sup> type d'herbe, destiné au fourrage des vaches.

semences enrobés. Il n'avait cependant qu'une ruche morte sur dix en moyenne sur ce rucher, sur les 5 à 6 derniers hivers. Ce deuxième exemple montre bien que la présence de cultures à risque n'est pas une cause automatique des surmortalités constatées. L'apiculteur misait tout sur un état sanitaire irréprochable du moins suivant les pratiques apicoles conventionnelles : changement de 2 à 3 cadres sur 10 par an, traitement systématique aux lanières Apivar sur toutes les ruches, nourrissage égal sur toutes les ruches. C'est un apiculteur qui mise sur la technicité. On peut établir un parallèle sur la gestion de ses ruches et de son cheptel de bovin. Ce type d'apiculture, sans qu'il est permis d'en juger, semble représenter l'apiculture de demain : une filière qui se technicise et se professionnalise. Les causes de mortalités sont pour lui multifactorielle, ce qui semble être en accord avec son expérience apicole propre.

Les apiculteurs professionnels rencontrés ont débuté dans l'apiculture en 1981. Les mortalités constatés ont été d'environ de 22% en 2010/2011 et en 2011/2012, plus élevées en 2012/2013 de l'ordre de 40%. Ces apiculteurs ont la particularité d'avoir des ruchers dans une zone très éloigné du reste des adhérents de l'abeille Roannaise. Certains ruchers sont en moyenne montagne avec beaucoup d'exploitations laitières. Ils ne traitent pas contre le varroa mais font régulièrement des tests de présence. Les surmortalités proviennent selon eux du maïs d'ensilage, abondamment planté pour nourrir les vaches laitières.

Pour conclure, les entretiens permettent de récolter de nombreuses informations au-delà de ce qu'un questionnaire peut offrir. On s'aperçoit que la situation locale reflète finalement assez bien les divergences d'ordre général sur la filière, les difficultés qui l'animent, les origines des pertes. Personne n'a le même avis également sur le territoire Roannais lui-même. Le syndicat, à travers sa pédagogie semble néanmoins, avec ses membres les plus investis, donner une certaine vision de l'apiculture.

## **2.4 Discussion**

Les réponses au questionnaire fournissent une première impression de l'état des colonies, des pratiques associées, et d'un bref aperçu de l'état sanitaire sur le territoire du Roannais.

Ce faible taux de réponse général par apiculteur peut s'expliquer par plusieurs raisons. La plupart sont des amateurs. Pour la majorité d'entre eux, l'apiculture représente un loisir et ils peuvent se sentir moins concernés par les mortalités hivernales que les apiculteurs professionnels. Les mortalités hivernales représentent un enjeu économique de premier plan pour ces professionnels et donc un manque à gagner important. Le questionnaire a de plus été envoyé en avril-mai, à la pleine période de reprise de la saison apicole. Certains n'ont peut-être pas eu le temps d'y répondre.

Les réponses apportées au questionnaire sur la présence du frelon asiatique sont sans équivoque : personne n'a constaté sa présence. Le frelon asiatique serait en effet bloqué sur les monts

du Forez à l'ouest du département et ne parviendrait pas à passer cette barrière "topographique" (Vétérinaire, "communication personnelle").

L'hiver 2013/2014 a été peu meurtrier pour le plus grand bonheur des apiculteurs. Pour quelle raison ? Même s'il n'est pas possible de le démontrer clairement, il semblerait que la saison apicole fut exceptionnelle de juin à fin août, après un printemps défavorable. Les apiculteurs ont notamment remarqué de très bonnes miellées sur la fin de l'été. Les abeilles seraient donc rentrées en hivernage dans les meilleures conditions : couvain des abeilles d'hiver bien nourri, et donc abeilles à même de supporter l'hiver, provisions en conséquence. L'hiver fût également doux. Cette situation nous permet de conclure que les conditions météorologiques jouent un rôle majeur dans les causes de mortalités. Mais de telles conditions, aussi favorables, sont t-elles amenées à se répéter dans le futur ? L'abeille domestique évolue désormais dans un environnement général difficile. La moindre variation d'un des paramètres pouvant jouer sur la santé et la force des colonies peut modifier les pourcentages de mortalités de manière disproportionné. De plus ces miellées exceptionnelles et cette absence apparente de mortalités peut cacher des affaiblissements qui ont quand même eu lieu, mais non suffisants pour porter le coup de grâce aux colonies. C'est pourquoi analyser la faiblesse et la mortalité partielle des colonies peut former une clé de lecture tout aussi pertinente pour examiner les portes d'entrée vers des effondrements massifs.

### 3. Analyse cas/témoins de 5 ruchers

Une analyse plus approfondie de 5 ruchers, appartenant à 3 apiculteurs différents, a été menée, afin d'avoir une lecture plus locale des causes de mortalités. Nous avons voulu mener une analyse cas/témoins sur un échantillonnage de ruchers le plus grand possible, en choisissant une moitié de ruchers aux mortalités importantes et une autre moitié constituée de ruchers moins problématiques. Les contraintes financières, matérielles et temporelles, s'opérant sur l'ensemble de l'équipe nous ont contraint de mener l'analyse sur seulement 5 ruchers.

#### 3.1 Présentation des ruchers et Méthodologie d'analyse

Ceux-ci appartiennent à trois apiculteurs différents et choisis auprès d'apiculteurs possédant déjà une bonne expérience dans le domaine de l'apiculture. Voici une présentation des mortalités hivernales de chacun d'entre eux :

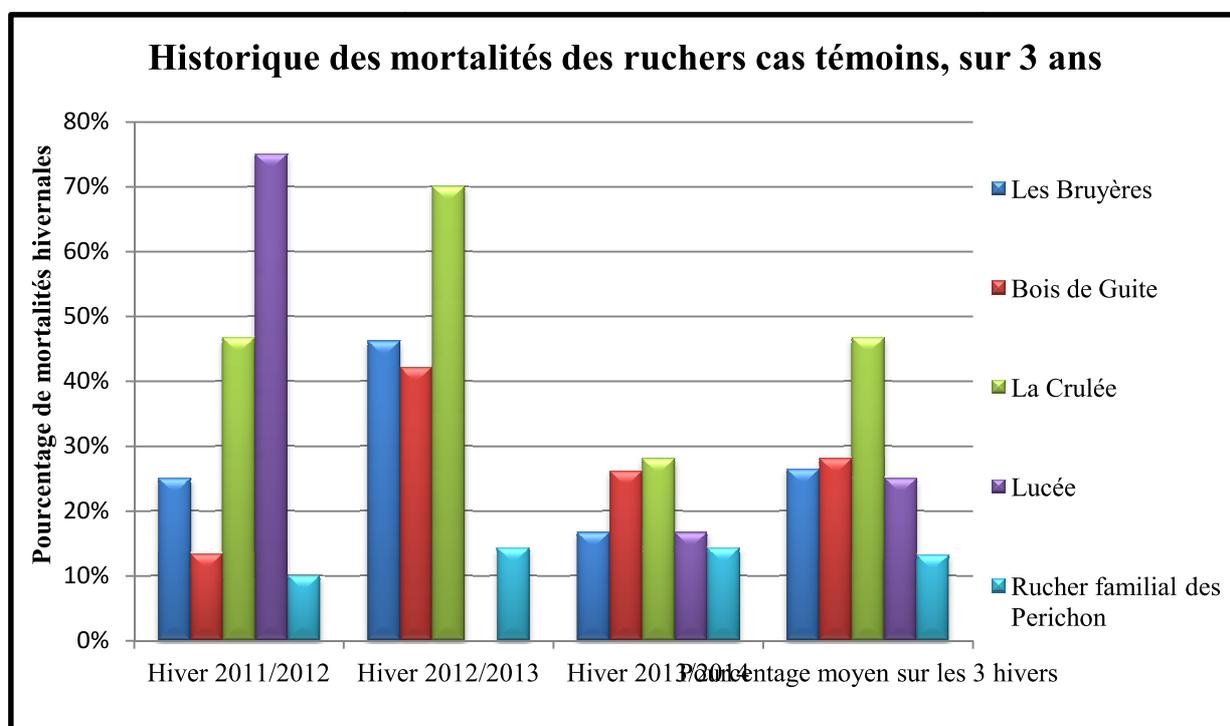


Figure 39 - Mortalités des ruchers sur les 3 hivers

Nombre moyen de ruches à l'entrée de l'hivernage	Hiver 2011/2012	Hiver 2012/2013	Hiver 2013/2014
Les Bruyères	16	13	24
Bois de Guite	15	19	23
La Crulée	15	20	25
Lucée	4	6	6
Rucher familial de Senouche	10	14	14

Figure 40 - Nombre de ruches à l'entrée de l'hivernage

Les mortalités évoquées sur les 4 premiers ruchers sont très variables. Il n'est pas possible de former rigoureusement 2 groupes de ruchers, en se basant sur une scission forte de la mortalité hivernale. Le rucher familial de Senouche représente cependant une exception. Avec un pourcentage moyen de 13% on peut considérer que c'est un rucher favorable pour la vie des colonies. Celui situé sur le lieu dit de "La Crulée" semble néanmoins problématique avec un pourcentage de 47%. Les trois autres semblent représenter la moyenne, avec des mortalités proches de la situation générale rencontrée sur le syndicat. Les pourcentages obtenus pour le rucher de Lucée sont très variables, ce qui s'explique par le faible nombre de ruches.

Les caractéristiques de chaque rucher seront présentées sous le prisme suivant : pratiques apicoles, état sanitaire et enfin analyse de l'environnement avec les cultures et les plantes mellifères. Les noms des apiculteurs ont été volontairement changés dans le cadre de l'étude.

## 3.2 Résultats

### 3.2.1 Pratiques Apicoles sur les 5 ruchers et Situation générale de chacun des ruchers

Les pratiques apicoles et l'évaluation générale (exposition au vent, rucher abrité ou non) ont été évalués par Jacques Sterckx, vétérinaire agréé du groupement de défense sanitaire apicole de la Loire (G.D.S.A 42), sur les 5 ruchers. Cette évaluation se fait par entretien avec l'apiculteur sur ses

	Apiculteur	Mobilité du Rucher	Entretien du rucher	Orientation	Ventilation	Conduite Apicole
<b>Les Bruyères</b>	Bruno Macarez - 125 ruches - Pluriactif depuis 5 ans	Entièrement sédentaire	Ruches en bon état	Sud	En sous-bois ombragé et peu aéré. Trop humide	Esprit bio - pas de désinfection du lève cadre entre 2 ruches
<b>Bois de Guite</b>	Bruno Macarez - 125 ruches - Pluriactif depuis 5 ans	Entièrement sédentaire	Rucher débroussaillé	Sud	Bonne aération du sous-bois	
<b>La Crulée</b>	Alain Perrin - 150 ruches - Pluriactif depuis 30 ans	Petite transhumance sur châtaignier	Bon entretien, débroussaillé, support métallique des ruches	Sud	Pas de vent	Conforme - pas de désinfection du lève cadre entre 2 ruches
<b>Lucée</b>	Alain Perrin - 150 ruches - Pluriactif depuis 30 ans	Entièrement sédentaire	Bon entretien, Rucher débroussaillé	Sud	Pas de vent	Conforme - pas de désinfection du lève cadre entre 2 ruches
<b>Rucher familial de Senouche</b>	Léon Godard - 40 ruches - Amateur depuis 35 ans	Entièrement sédentaire	Rucher à l'abri d'une haie en bordure de pré.	Sud	Plein air et abrité.	Nourrissement à la demande. Pas t'acaricides depuis 16 ans

Figure 41 - Informations générales sur les ruchers

pratiques générales et par une visite de l'environnement proche du rucher.

Les audits sanitaires réalisés permettent de conclure sur un bon état général des ruchers, bénéficiant tous d'une orientation favorable, au sud. Les abeilles peuvent alors profiter d'apports solaires plus conséquents l'hiver, ce qui limite la rigueur de l'hivernage. Tous les ruchers sont en outre en petite transhumance ou sédentaire.

### 3.2.2 Les Audits Sanitaires

La visite des ruches suit cette première appréciation des pratiques. Les ruches susceptibles d'être représentatives de l'ensemble sont visitées sur les ruchers dépassant une quinzaine de ruches. Les autres sont intégralement visités.

	Pression parasitaire de <i>V. destructor</i>	Antécédents sanitaires	Pathologies constatées	Remarque générales
<b>Les Bruyères</b>	inconnue	Pas d'antécédents particuliers - Rucher potentiellement humide car ombragé, pouvant favoriser l'apparition d'agents pathogènes comme les mycoses.	1 ruche à mycose, Ruches peu puissantes mais sans nourrissement abondant	
<b>Bois de Guite</b>	inconnue	Rucher sans problème particulier		Bonne technicité mais constitution récente du cheptel par achat d'origine diverses
<b>La Crulée</b>		Rien à signaler	Pas de signe de maladie	
<b>Lucée</b>	faible		1 cas de loque américaine	
<b>Rucher familial de Senouche</b>	faible	Pas de varroose déclarée. 4 cas de loque américaine en 30 ans sur tous les ruchers		Aucun traitement depuis 16 ans. Production moyenne de miel. Beaucoup de récupération d'essaims

Figure 43 - Résumé sanitaire des cinq ruchers



Figure 42 - Audit sanitaire sur le rucher du Bois de Guite sur la commune de Cordelle le 12/06/2014

Un écorchage de couvain de mâle fût réalisé sur le rucher de Lucée. Un seul varroa fût retrouvé sur 10 nymphes. Peu d'abeilles aux déformées ont de plus été vus<sup>44</sup>. Ce test fait ressortir le fait que la pression parasitaire de l'acarien ne semble pas très forte, alors que nous sommes pourtant en pleine période de ponte. Sans qu'il soit possible de le démontrer, cette présence faible de *V. destructor* est peut être dû aux orientations du syndicat en matière de traitement : le syndicat n'a en effet jamais privilégié les traitements systématiques et intensifs, pour se concentrer sur une analyse par ruche de la pression en *V. destructor*, les traitements alternatifs et en jouant sur le couvain de faux-bourdon.

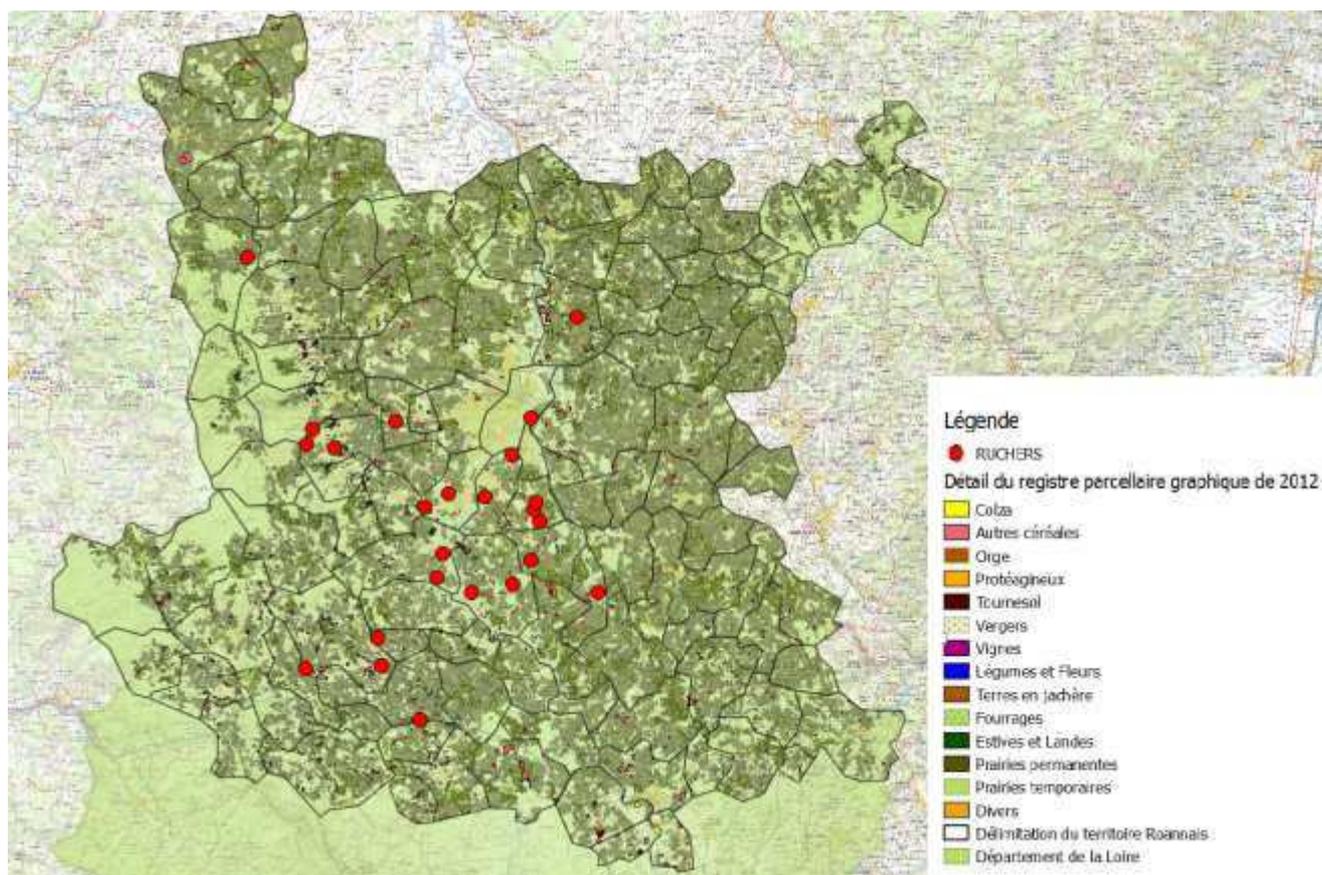
### ***3.2.3 Influence de l'environnement : Analyse du Registre parcellaire graphique sur un réseau étendu de 25 ruchers.***

L'analyse de l'environnement s'est faite de deux manières selon les ruchers. Un examen visuel, fait par le vétérinaire et l'apiculteur de l'environnement proche de chaque rucher a été mené pour les 5 ruchers. L'analyse du registre parcellaire graphique (R.P.G) a été réalisée pour 25 ruchers, afin de voir si oui ou non l'on pouvait corréliser les mortalités évoquées et les cultures. Le RPG date de 2012 et donne donc une photographie de l'occupation des sols à l'instant t. Nous avons donc calculé les surfaces en hectares des différentes cultures fournies par le RPG. Il a été choisi de ne pas mener de corrélation avec les prairies, qu'elles soient temporaires ou permanentes, estives et landes, et prairies fourragères. Nous avons restreint l'analyse sur les cultures suivantes : Légumes et Fleurs, Orge, Autres Céréales, Vignes, Vergers, Protéagineux, Colza et Tournesol.

Le traitement cartographique a été réalisé sous Quantum Gis Valmiera, version 2.2.0. Les Ruchers ont été géolocalisés différemment selon l'apiculteur : par entretien avec carte au 1/25 000<sup>ème</sup>, par l'application Google Maps pour un autre, et enfin par GPS pour les derniers.

---

<sup>44</sup> La corrélation entre DWV et *Varroa destructor* est très forte.



**Figure 44 - Vue d'ensemble des 25 ruchers et de l'assolement du territoire Roannais**

Les géolocalisations ne forment pas un maillage homogène sur le territoire. Ce sont les aléas des études de terrain auprès de ruchers placés aléatoirement. Une majorité d'entre eux se situent dans les alentours de Roanne, et quelques uns sont très isolés. La vision d'ensemble correspond bien à l'appréciation du contexte agricole évalué par l'Agreste. Les prairies temporaires mais surtout permanentes constituent la majorité des terres agricoles. Les monts du Forez sur la partie Est n'ont que peu d'exploitations agricoles et l'environnement y est plus naturel. La partie non agricole au centre correspond à l'aire urbaine de Roanne et des communes de son agglomération, comme Riorges. Deux ruchers sont soumis à cet environnement urbain.

Rucher des Bruyères : 18 ruches en moyenne- Mortalité hivernale moyenne 26%

**Analyse environnementale du Rucher des Bruyères, Parigny**

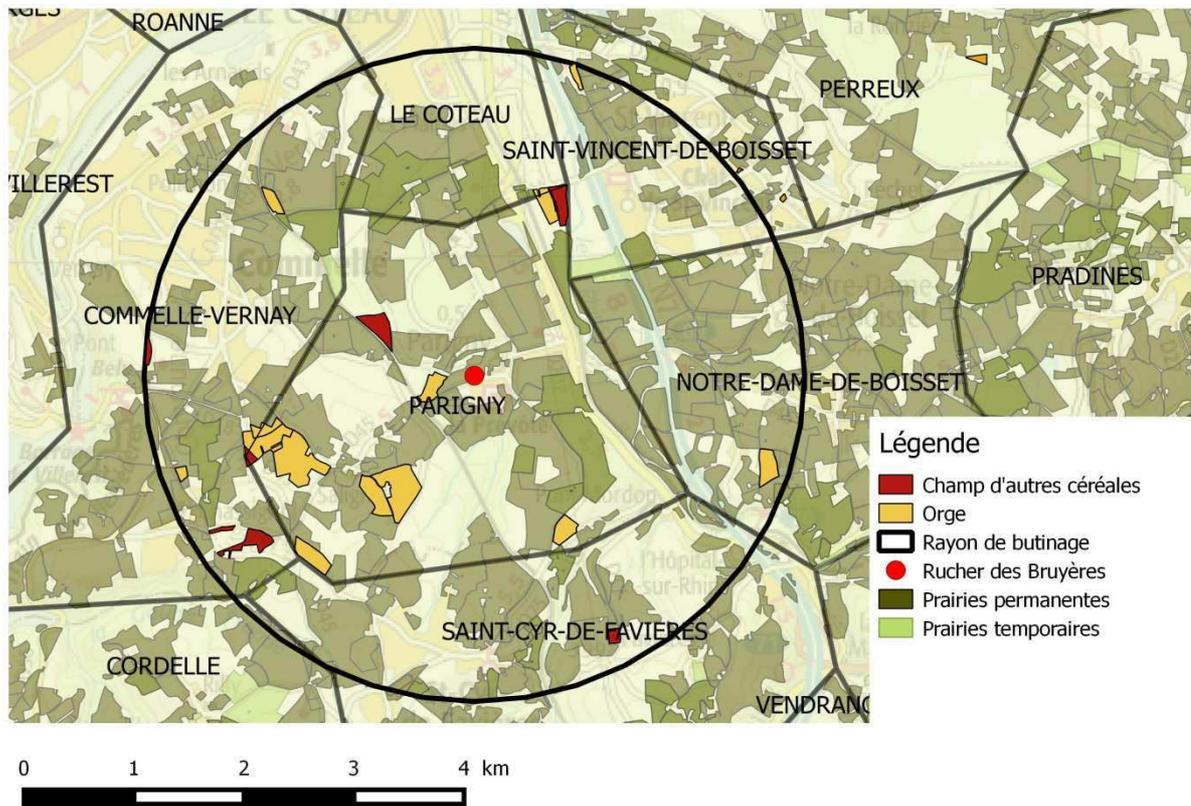


Figure 45 - Assolement spécifique du rucher des Bruyères

On constate une prédominance de champs d'orge qui demeurent assez proche du rucher. L'Apiculteur a relevé la présence de champ de maïs et de céréales à proximité du rucher. Ce rucher semble donc bien exposé aux cultures et particulièrement l'orge.

<i>Environnement proche</i>	<i>Disponibilité en eau</i>	<i>Plantes mellifères</i>	<i>Surface d'exposition à l'orge</i>	<i>Surface d'exposition aux autres céréales en ha</i>
	Zone humide et proche Ruisseau	Tilleul, Phacélie, Mélilot	66,44 ha	17,19 ha

Rucher du Bois de Guite : 19 ruches en moyenne - Mortalité moyenne 28%

### Analyse environnementale du Rucher du Bois de Guite, Cordelle

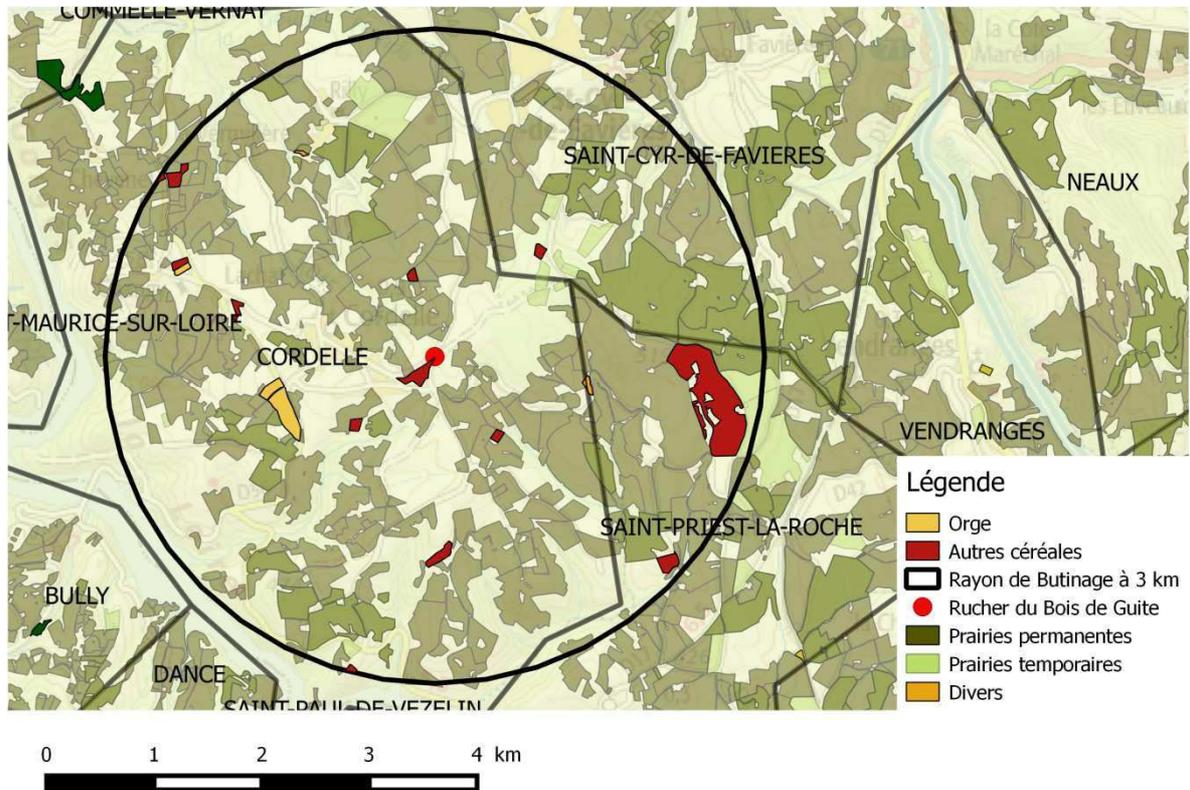


Figure 46 - Assolement spécifique du Rucher du Bois de Guite

Le RPG fait état d'un grand champ céréalier à l'est du rucher. Mis à part cette grande surface, l'analyse du RPG ne semble pas montrer de grandes surfaces en cultures. L'Apiculteur a tout de même noté que des champs de maïs et de céréales étaient en rotation à proximité du rucher. On sait néanmoins que l'agriculteur dont le champ est tout proche du rucher a des pratiques culturales conventionnelles. Le rucher serait donc plus exposé que ne pourrait le laisser penser l'analyse cartographique.

<i>Environnement proche</i>	<i>Disponibilité en eau</i>	<i>Plantes mellifères</i>	<i>Surface d'exposition à l'orge</i>	<i>Surface d'exposition abus autres céréales</i>
Rucher installé dans un petit sous-bois	Pas d'examen du point d'eau	Noisetier, Ronces,	9,43 ha	43 ha

Rucher de La Crulée : 20 ruches en moyenne - Mortalité moyenne 47%

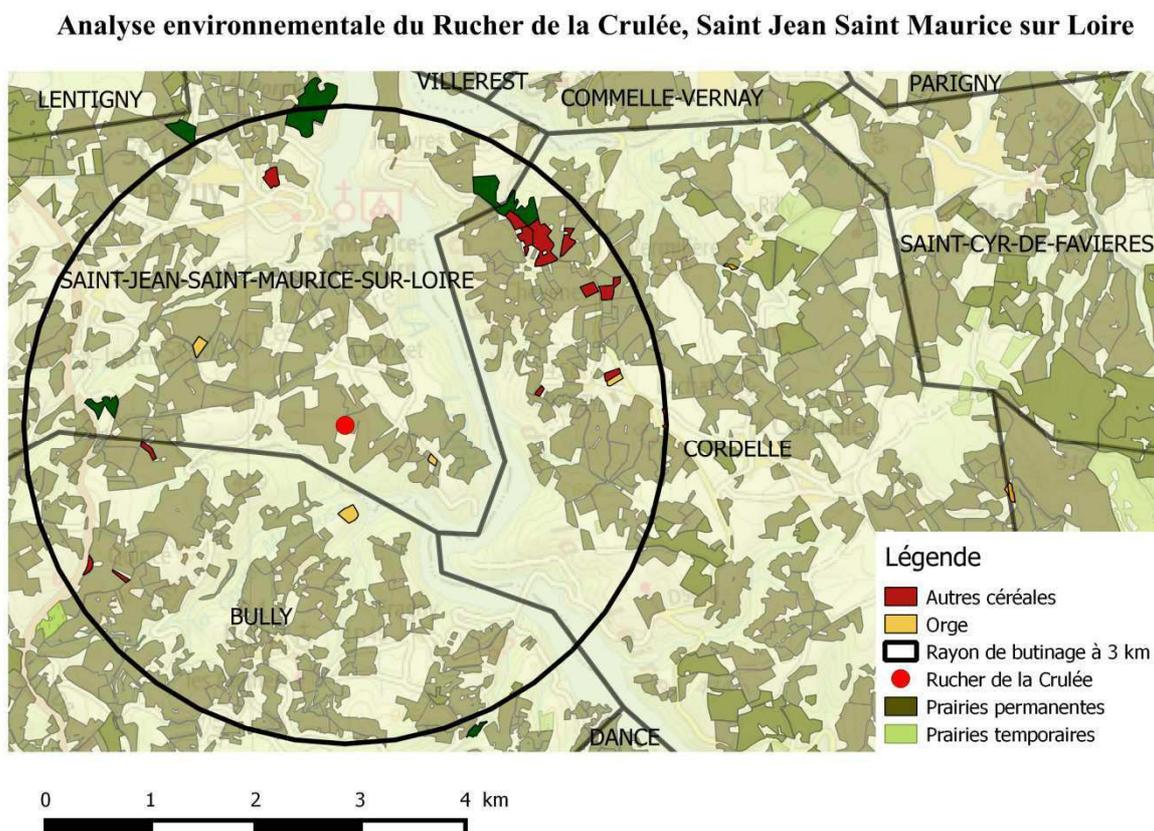


Figure 47 - Assolement spécifique du Rucher de la Crulée

C'est le rucher qui semble le moins exposé aux cultures, ce qui correspond à l'impression laissée par l'apiculteur. Les parcelles vert foncé font état des estives et des landes. L'Apiculteur a constaté un champ de colza à proximité du rucher pour l'année 2012, ce qui, étonnamment, n'apparaît pas sur le RPG. Cette culture a peut-être joué un rôle dans l'affaiblissement et donc la surmortalité des colonies sur l'hiver 2012/2013. Mais globalement ce rucher ne semble pas fortement exposé aux cultures à risque. Les mortalités s'élèvent tout de même à 40% et 30 % sur les 2 autres hivers.

<i>Environnement proche</i>	<i>Disponibilité en eau</i>	<i>Plantes mellifères</i>	<i>Surface d'exposition à l'orge</i>	<i>Surface d'exposition abus autres céréales</i>
Bois feuillus	Ruisseau + Loire (1 km)	Acacia	4,69 ha	20,77 ha

Rucher de Lucée : 5 ruches en moyenne- Mortalité moyenne : 25%

### Analyse environnementale du Rucher de Lucée, Crémeaux

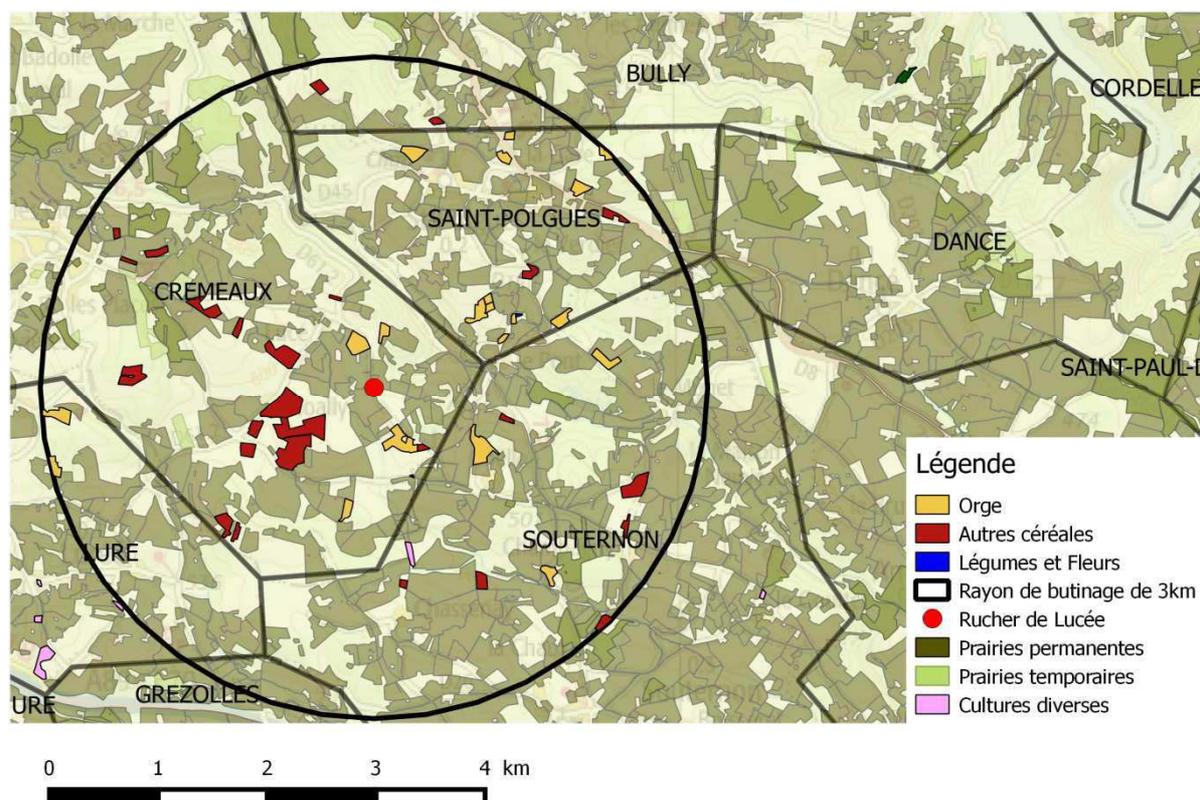


Figure 48 - Assolement spécifique du Rucher de Lucée

Une multitude de petits champs céréaliers jalonnent les alentours. 6 agriculteurs cultivent les terres à proximité du rucher, dont 3 en agriculture biologique ce qui limite l'exposition des abeilles aux différents pesticides épandus (Apiculteur du rucher, "communication personnelle"). On a néanmoins constaté des champs de maïs à proximité directe.

<i>Environnement proche</i>	<i>Disponibilité en eau</i>	<i>Plantes mellifères</i>	<i>Surface d'exposition à l'orge en ha</i>	<i>Surface d'exposition abus autres céréales en ha</i>
Bois et cultures.		Maïs. Pommiers, Poiriers.	31,55 ha	49,10 ha

Rucher familial de Senouche : 13 ruches en moyenne - Mortalité moyenne : 13%

### Analyse environnementale du Rucher des Perichon, Saint Romain La Motte

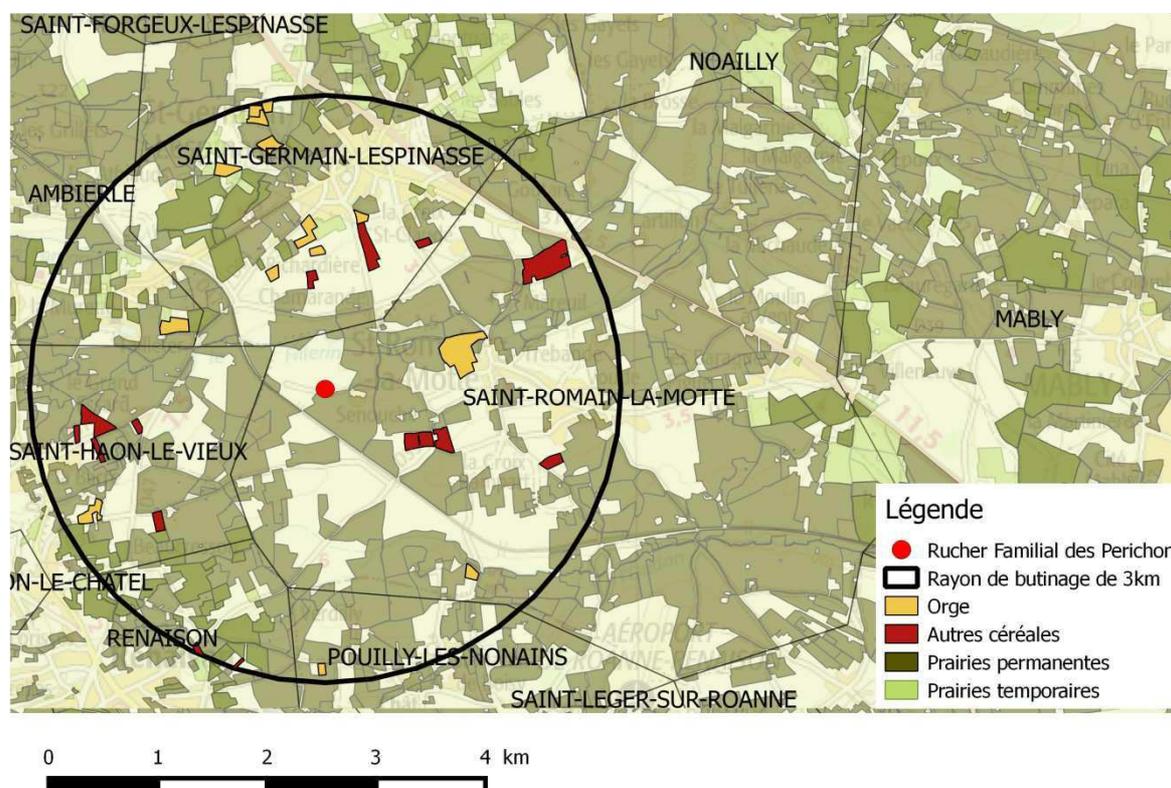


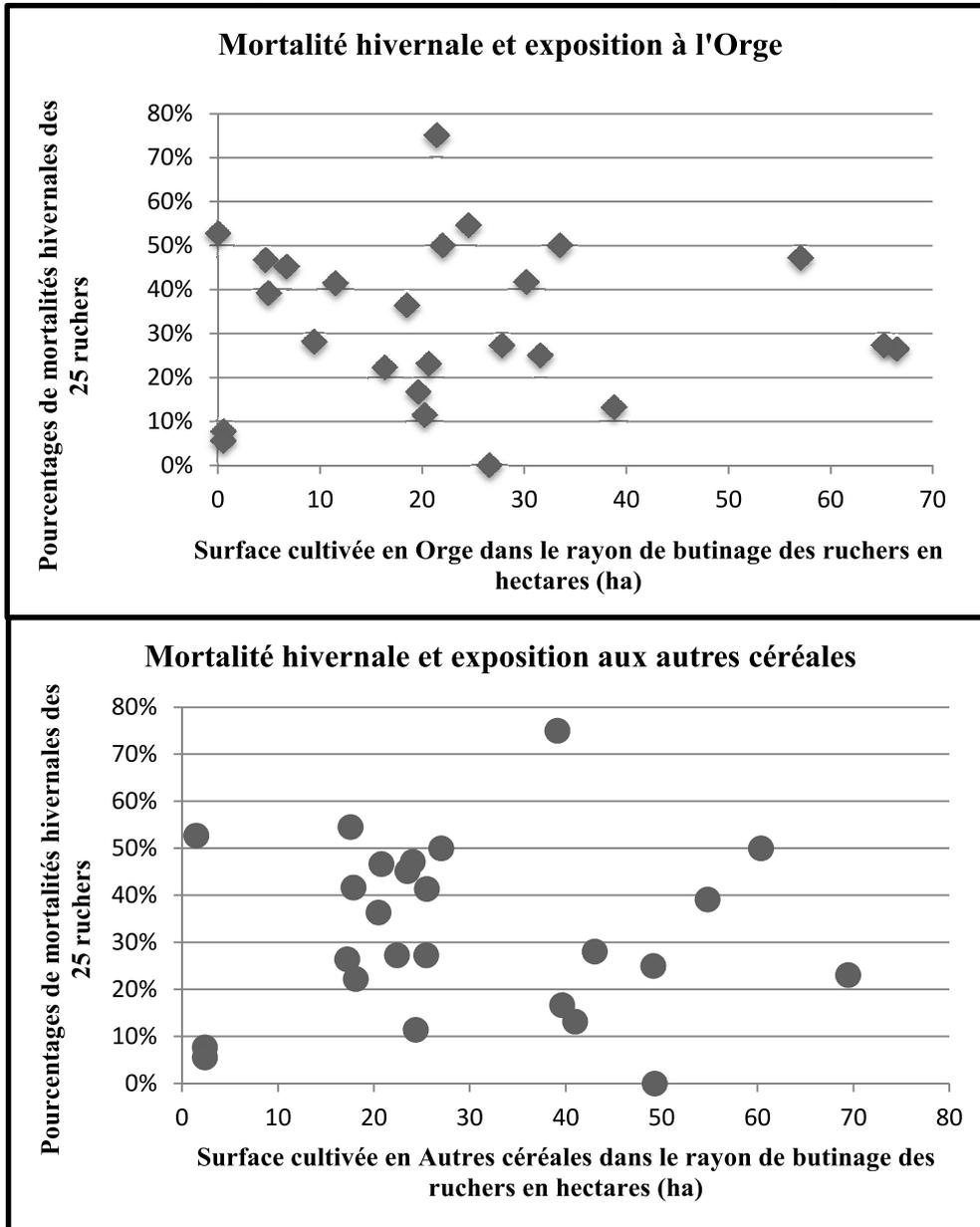
Figure 49 - Assolement spécifique du rucher familial de Senouche

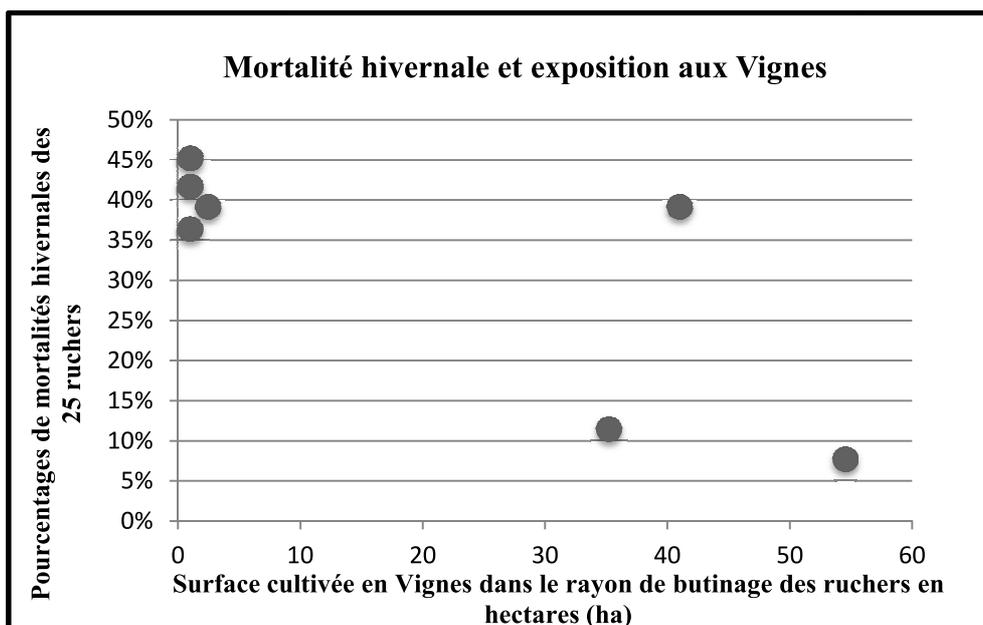
Le rucher semble assez éloigné des cultures à la lecture du RPG. On a cependant constaté un champ de céréales et un champ de maïs à proximité immédiate de l'emplacement du rucher, qui ne figure donc pas ici. Même si l'on ne connaît pas les pratiques culturales des agriculteurs, il y a de plus fortes chances que ceux-ci soient en agriculture conventionnelle, statistiquement parlant. L'examen visuel lors de la visite et l'analyse du RPG nous permet de conclure à une présence significative de champs cultivés à risque sur ce rucher. Néanmoins la présence d'un étang pourrait limiter le phénomène de guttation sur le maïs, ce qui pourrait réduire l'exposition aux insecticides et surtout le thiaméthoxame.

Environnement proche	Disponibilité en eau	Plantes mellifères	Surface d'exposition à l'orge en ha	Surface d'exposition abus autres céréales en ha
Champs de cultures étendus, Ruches juste derrière une haie, Bois à 200m. Etang à 50m	Grand Etang à 50m du rucher	Acacias à 200m, Ronces à proximité, Haies Maïs	38,78 ha	40,96 ha

*Corrélation étendue entre les cultures d'Orge, Autres Céréales et Vignes :*

Comme pour les 5 ruchers précédents, seules des parcelles cultivées d'orge, de céréales, et de vignes ont été constaté autour des 25 ruchers, incluant les 5 précédents. Les surfaces en légumes et fleurs sont proprement anecdotiques. L'analyse se limite donc à ces 3 cultures.





Il n'existe absolument aucune corrélation trouvée à partir des données fournies par le RPG. Les points obtenus pour les vignes ne forment pas un résultat surprenant, dans la mesure où ces cultures ne sont pas considérées comme présentant un risque pour les abeilles. On aurait néanmoins pu s'attendre à un autre type de résultat pour l'orge et les céréales. Le fait de ne pas avoir eu accès aux données sur les pratiques culturales, par parcelle, est un biais très fort sur un petit échantillon analysé. On ne peut donc pas en l'état conclure que les pesticides présents sur ce type de cultures sont une des causes de mortalités hivernales des abeilles.

### 3.3 Discussion

L'analyse menée à l'échelle des ruchers nous montre qu'expliquer les mortalités à cet échelon se révèle tout aussi complexe. Le rucher familial semblait à première vue être celui qui réunissait les conditions les plus défavorables à la survie des abeilles ; grandes cultures à proximité, et notamment céréalières, maïs, aucun test de présence de *V. destructor* ni traitement acaricide employé. Et c'est pourtant là que l'on trouve les mortalités hivernales les plus faibles. A l'opposé, le rucher de La Crulée semblait peu exposé aux cultures, entre les mains d'un apiculteur pluriactif consciencieux et c'est là que l'on trouve les mortalités les plus importantes.

Le RPG<sup>45</sup> est un formidable outil de formalisation des données agricoles mais ne représente finalement qu'une image de l'environnement des ruchers. Les données utilisées datent de 2012. On ne prend donc pas en compte les rotations des cultures faites par les éleveurs en alternant blé, orge, ray-grass et maïs fourrage qui peuvent jouer sur l'environnement immédiat. Le fait de ne pas avoir eu accès aux parcelles de maïs de 2012 est également un biais très fort qui met à bat finalement toute l'étude environnementale. Le RPG ne donne pas non plus d'informations sur les pratiques culturales des agriculteurs qui cultivent ces parcelles. On peut très bien se fourvoyer et conclure sur une exposition aux pesticides qui n'a finalement pas lieu d'être. C'est pourquoi il est également nécessaire de réaliser des entretiens avec les agriculteurs présents dans le rayon de butinage. Nous n'avons pas pu le faire, principalement par manque de temps. On ne prend pas non plus en compte la distance des cultures vis à vis du rucher ce qui semble pourtant accroître de manière significative la qualité des modèles (Henry *et al*, 2011). La topographie du terrain dans le rayon de butinage joue également un rôle important. Cela peut influencer sur la navigation des butineuses et la recherche des sources d'alimentation et donc sur l'état de la colonie.

Les audits sanitaires permettent de donner une vision générale du rucher, de constater leur bon entretien et de vérifier la présence ou l'absence de maladies sommaires mais montrent également leurs limites. Il aurait été intéressant de mener des analyses en laboratoire pour quantifier la présence des microsporidies tant suspectées dans les mortalités hivernales à l'échelle mondiale, en tant que facteur de stress supplémentaire étant donnée qu'aucune nosérose ne semble déclarée sur le territoire. Néanmoins ces analyses sont coûteuses et les délais pour obtenir les résultats n'étaient pas compatibles avec le cadre temporel de cette étude.

Enfin une analyse plus fine du potentiel mellifère de la zone aurait été souhaitable. Connaissant le nombre de ruches, le cycle de vie moyen d'une colonie, on peut en déduire ses besoins nutritifs sur toute la saison. Néanmoins faire un état des lieux botanique des plantes mellifères présentes sur 3 km reste difficile à mettre en œuvre. De manière générale on peut tout de même dire

---

<sup>45</sup> Registre parcellaire graphique

que les ruches du territoire Roannais semblent tributaires d'un nombre réduit de plantes mellifères et surtout de l'acacia<sup>46</sup>.

---

<sup>46</sup> en réalité robinier, *Robinia pseudoacacia*. On utilise abusivement le terme acacia pour les désigner

## Conclusion

Le déclin des hyménoptères pollinisateurs est aujourd'hui avéré. Cette déconvenue est d'autant plus brutale que la pollinisation des fleurs et de nos cultures a toujours été considérée comme une évidence. Devant l'ampleur du problème que soulèvent les mortalités à l'échelle mondiale, il peut être intéressant d'inverser les clés de lecture, de quitter le laboratoire, d'étudier les causes sur le terrain. On examine alors des paramètres différents, finalement complémentaires des analyses en laboratoire, comme la météorologie locale et les pratiques d'élevage des apiculteurs. Les observations de terrain permettent, *a priori*, aussi de s'apercevoir que ce phénomène étendu trouve des explications plus précises à l'échelle d'un territoire restreint.

Le territoire du Roannais est touché par les surmortalités qui affectent la filière comme en témoigne les résultats obtenus auprès des apiculteurs du syndicat apicole Roannais. La situation de l'hiver dernier fait véritablement office d'exception. Il a toutefois été complexe d'identifier les causes de mortalités sur une période aussi courte 3 ou 4 hivers. C'est une des principales leçons que l'on peut tirer de cette étude. Des particularités du territoire du Roannais ont toutefois été éclaircies. L'acarien *Varroa destructor* est présent sur le territoire mais son implication dans les affaiblissements actuels est certaine. Mais il ne semble plus être un facteur aussi déterminant comme il a pu l'être par le passé. Les colonies évoluent aussi dans un environnement plus difficile pour elles. Les apiculteurs du Roannais semblent tributaire d'un nombre trop réduit de plantes mellifères et en particulier des acacias. Comme on peut le voir sur le dernier hiver, de très bonnes miellées permettent la survie d'une grande majorité des colonies, alors même que les pathogènes et le stress induit par les produits phytosanitaires est probablement toujours présent. Une connaissance plus pointue de la pression générale des pathogènes reste à réaliser, notamment pour la présence de *Nosema ceranae* qui ne présente pas de symptômes visibles.

Cette étude permet d'en déduire des préconisations pour le maintien d'une population suffisante de pollinisateurs, indispensable pour les écosystèmes naturels et les cultures. Ces préconisations sont d'autant plus cruciales que notre système agronomique ne peut se contenter des espèces sauvages pour polliniser nos cultures de manière satisfaisante. Seule l'abeille domestique peut y parvenir. Les mesures à prendre doivent être classées selon leur priorité et leur faisabilité. Il faut rétablir la biodiversité florale, afin de ne pas être inféodé à la floraison incertaine d'un nombre réduit d'espèces végétales. C'est à mon sens un des paramètres les plus importants sur ce territoire. Cela passe par exemple par une coupe plus raisonnée des haies séparant les parcelles, mais aussi par une revalorisation des jachères agricoles existantes. Cette réflexion a déjà été engagée en France (Decourtye et al, 2007). C'est toutefois un objectif à établir sur le long terme, du fait de l'inertie des écosystèmes.

Des révisions réglementaires, à l'échelle françaises, semblent également nécessaires afin de rétablir cette biodiversité et de réduire l'exposition des pollinisateurs aux résidus de pesticides. Ce sont en outre des préconisations applicables à court terme. Ces objectifs peuvent prendre plus ou moins de temps selon les enjeux de chaque acteur touché par la modification des textes de lois. Il serait souhaitable, et visiblement assez faisable, d'engager une révision de la réglementation des produits phytosanitaires destinés au grand public, et en particulier les désherbants. Celle concernant les exploitants agricoles sera plus difficile. Les perspectives semblent néanmoins encourageantes avec le plan Ecophyto à l'échelle de la France qui fixe des objectifs de réduction d'emploi des pesticides à l'échéance 2018. Les choses sont néanmoins loin d'être acquises. La réglementation relative à l'environnement découle majoritairement de directives européennes, alors même que le rapport Epilobee commandé par l'Europe ne mentionne pas l'exposition des colonies aux insecticides. Les statistiques des utilisations de produits phytosanitaires doivent également inclure ceux qui enrobent les semences, ce qui n'est pas encore le cas aujourd'hui. Pour revenir sur le territoire du Roannais, les cultures potentiellement problématiques sont le maïs utilisé en guise de fourrage, via le pollen et la guttation, et les céréales (orge et blé) dont les insecticides rémanents peuvent aussi se retrouver dans les matrices apicoles. Il pourrait être judicieux de s'intéresser à la composition des traitements parasitaires appliqués sur les bovins, chose que nous n'avons pas menée ici par manque de temps.

Des améliorations sont également à faire sur le plan sanitaire. *Nosema ceranae* est un facteur prépondérant dans les causes de mortalités hivernales, en témoigne les nombreux articles de recherche. Il faut d'urgence classer cette maladie en France en tant que danger de 1<sup>ère</sup> catégorie, quantifier sa prévalence et son implication dans les mortalités sur le territoire français. Un autre enjeu est celui du frelon asiatique, qui n'a pas encore touché le département de la Loire. Un réseau de surveillance sur le territoire Roannais est en place et géré par le G.D.S.A. Ce dispositif d'alerte doit être accompagné d'un plan de gestion directement opérationnel pour les apiculteurs.

Enfin, le véritable enjeu de ces mortalités doit être vu au delà du seul cadre des apiculteurs, de l'abeille domestique et de la production de miel. L'enjeu majeur est la pollinisation que ce soit de nos cultures mais aussi des plantes sauvages à fleurs qui forment un maillon crucial de la plupart écosystèmes présents sur cette planète.

## Références bibliographiques

- Alaux C, Brunet J-L, Dussaubat C, Mondet F, Tchamitchan S, Cousin M, Brillard J, Baldy A, Belzunces LP, Le Conte Y. 2010. Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*). *Environ Microbiol* 12:774–782.
- Aliferis, K.A., Copley, T., Jabaji, S., 2012. Gas chromatography–mass spectrometry metabolite profiling of worker honey bee (*Apis mellifera* L.) hemolymph for the study of *Nosema ceranae* infection. *J. Insect Physiol.* 58, 1349-1359.
- ALIOUANE, Y.; HASSANI, A. K.; GARY, V.; ARMENGAUD, C.; LAMBIN, M.; GAUTHIER, M. Subchronic exposure of honeybees to sub-lethal doses of pesticides: effects on behavior. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 28, n. 1, p. 113-122, 2009.
- ADARA. Enquête sur les mortalités hivernales de 2010 à 2013.
- Agreste, 2006. Données issues des différentes enquêtes menées par l'Agreste
- Agreste, Recensement agricole de 2010. 2010.
- Agreste, Les traitements phytosanitaires en 2011. Les Dossiers n°17 Juillet 2013.
- Agreste, L'Apiculture en Rhône-Alpes, Coup d'Œil. Recensement Agricole 2010. N°143 (2012a), p1-4. ISSN : 1295-9049
- Agreste, Recensement Agricole de 2000 et 2010. Détail par cultures sur le département de la Loire. (2012b)
- Ares, A.M., Nozal, M.J., Bernal, J.L., Martín- Hernández, R., Higes, M., Bernal, J., 2012. Liquid chromatography coupled to ion trap tandem mass spectrometry to evaluate juvenile hormone III levels in bee hemolymph from *Nosema* spp. infected colonies. *J. Chromatogr. B* 899, 146-153.
- Aufauvre, J., Biron, D.G., Vidau, C., Fontbonne, R., Roudel, M., Diogon, M., Vignes, B., Belzunces, L.P., Delbac, F., Blot, N., 2012. Parasite-insecticide interactions: a case study of *Nosema ceranae* and fipronil synergy on honeybee. *Sci. Rep.* doi: 10.1038/srep00326.
- Blanchard, P., Schurr, F., Celle, O., Cougoule, N., Drajnudel, P., Thiery, R., Faucon, J.P., Ribiere, M., 2008. First detection of Israeli acute paralysis virus (IAPV) in France, a dicistrovirus affecting honeybees (*Apis mellifera*). *J. Invertebr. Pathol.* 99, 348-350.
- Boncristiani H, Underwood R, Schwarz R, Evans J. D., Pettis J, vanEngelsdorp D. 2011. Direct effect of acaricides on pathogen loads and gene expression levels in honey bees *Apis mellifera*. *Journal of Insect Physiology.* XX-XX

- 
- Botias C, Martin-Hernandez R, Barrios L, Meana A, Higes M, 2013, *Nosema ssp* infection and its negative effects on honey bees (*Apis mellifera iberiensis*) at the colony level, *Veterinary Research*, 44, 25.
  - Breeze TD, Vaissière BE, Bommarco R, Petanidou T, Seraphides N, et al. (2014) Agricultural Policies Exacerbate Honeybee Pollination Service Supply-Demand Mismatches Across Europe. *PLoS ONE* 9(1): e82996. doi:10.1371/journal.pone.0082996
  - Chauzat M-P, Laurent M, Riviere M-P, Saugeon C, Hendrikx P, Ribière Chabert M. Epilobee. A pan-European epidemiological study on honeybee colony losses 2012-2013. Sophia-Antipolis. France.
  - Chauzat M-P, Cauquil L, Roy L, Franco S, Hendrikx P, et al. (2013) Demographics of the European Apicultural Industry. *PLoS ONE* 8(11): e79018. doi:10.1371/journal.pone.0079018
  - Chauzat MP<sup>1</sup>, Carpentier P, Martel AC, Bougeard S, Cougoule N, Porta P, Lachaize J, Madec F, Aubert M, Faucon JP. Influence of pesticide residues on honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony health in France. *Environ Entomol.* 2009 Jun;38(3):514-23.
  - Chauzat. M.P., M. Higes, R. Martin-Hernandez, A. Meana, N. Cougoule, and J.P. Faucon. 2007. *Presence of Nosema ceranae in French honey bee colonies.* *Journal of Apicultural Research* 46:127-128.
  - CLEMENT Henri. *Traité Rustica de l'Apiculture.* Paris, France. 2012. 528p.
  - COLIN M.E., FAUCON J.P., HEINRICH A., FERRY R. et GIAUFFRET A., 1983. - Etude du premier foyer français de varroatose de l'abeille. *Bull. Acad. Vet. de France*, 56, 89-93.
  - Chejanovsky N, Ophir R, Schwager M-S, Slabezki Y, Grossman, Cox-Foster D, 2014. Characterization of Viral siRNA populations in honey bee colony collapse disorder. *Virology* 454-454
  - Cornman RS, Tarpay DR, Chen Y, Jeffreys L, Lopez D, et al. (2012) Pathogen Webs in Collapsing Honey Bee Colonies. *PLoS ONE* 7(8): e43562. doi:10.1371/journal.pone.0043562
  - Cox-Foster, D., vanEngelsdorp, D., 2009. Solving the mystery of the disappearing bees. *Sci. Am.* 2009 (April), 40–47.
  - Dahle B. (2010) The role of *Varroa destructor* for honey bee colony losses in Norway, *J. Apic. Res.* 49, 124–125.
  - Decourtye, A. (mars 2006) Rapport final du réseau thématique ACTA : « Jachères a couvert floral diversifié en zone de grandes cultures : évaluation des intérêts apicoles et paysagers ». 76 pages. <http://195.101.239.66/apps/accueil/autodefaut.asp?d=6083>.
  - Decourtye A., Devillers J., 2010.-Ecotoxicity of neonicotinoid insecticides to bees, pp. 87-95. In: *Insect nicotinic acetylcholine receptors*(THANY S.H., Ed.).- Springer Science + Business Media, LLC, New York, USA.

- Decourtye, A., Mader, E., Desneux, N., 2010. Landscape enhancement of floral resources for honey bees in agro-ecosystems. *Apidologie* 41, 264–277.
- Decourtye A, Lecompte P, Pierre J, Chauzat M-P, Thiébaud P. 2007. Introduction de jachères florales en zones de grandes cultures : comment mieux concilier agriculture, biodiversité et apiculture. *Le Courrier de l'environnement* 2007.
- Di Pasquale G, Salignon M, Le Conte Y, Belzunces LP, Decourtye A, et al. (2013) Influence of Pollen Nutrition on Honey Bee Health: Do Pollen Quality and Diversity Matter? *PLoS ONE* 8(8): e72016. doi:10.1371/journal.pone.0072016
- Di Prisco G, Cavaliere V, Annoscia D, Varrichio P, Caprio E, Nazzi F, Gargiulo & Pennacchio F, 2013. Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees. *PNAS*, Vol.110, 18466–18471
- Dussaubat, C., Maisonnasse, A., Alaux, C., Tchamitchan, S., Brunet, J-L., Plettner, E., Belzunces, L., Le Conte, Y., 2010. *Nosema* spp. infection alters pheromone production in honey bees (*Apis mellifera*). *J. Chem. Ecol.* 36, 522-525.
- Dussaubat C., Maisonnasse A, Crauser D, Beslay D, Costagliola G, Soubeyrand S, Kretzchmar A, Le Conte Y. 2013. Flight behavior and pheromone changes associated to *Nosema Ceranae* infection of honey bee workers (*Apis mellifera*) in field conditions *Journal of Invertebrate Pathology* 113, 42-51
- Duay p, de Jong d, Engels w (2002). Decreased flight performance and sperm production in drones of the honey bee (*Apis mellifera*) slightly infested by *Varroa destructor* mites during pupal development. *Genetics and Molecular Research*, 3, 227-232.
- van Dooremalen C, Gerritsen L, Cornelissen B, van der Steen JJM, van Langevelde F, et al. (2012) Winter Survival of Individual Honey Bees and Honey Bee Colonies Depends on Level of *Varroa destructor* Infestation. *PLoS ONE* 7(4): e36285. doi:10.1371/journal.pone.0036285
- Farooqui T, A potential link among biogenic amines-based pesticides learning and memory, and colony collapse disorder. *Neurochemistry International* 62 (2013) 122–136
- Fischer J, Müller T, Spatz A-K, Greggers U, Grünewald B, et al. (2014) Neonicotinoids Interfere with Specific Components of Navigation in Honeybees. *PLoS ONE* 9(3): e91364. doi:10.1371/journal.pone.0091364
- Forsgren, E., Fries, I., 2010. Comparative virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in individual European honey bees. *Vet. Parasitol.* 170, 212–217.
- Fries I, Bonmarco R. 2007 Possible host-parasite adaptations in honey bees infested by *Varroa destructor* mites. *Apidologie* 525-533.

- Fries, I., Feng, F., da Silva, A., Slemenda, S.B., Pieniazek, N.J., 1996. *Nosema ceranae* n. sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (Hymenoptera, Apidae). *Europ. J. Protistol.* 32, 356–365
- Gallai, N, Salles, J, Settele, J & Vaissière, BE (2009) Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68, 810-21.
- Gauthier L., Ravallec M., Tournaire M., Cousserans F., Bergoin M., Dainat B., de Miranda J. R. (2011. ). Viruses associated with ovarian degeneration in *Apis mellifera* L. queens. *PLoS ONE* 6, e16217
- Gauthier L., Tentcheva D., Tournaire M., Dainat B., Cousserans F., Colin M. E., Bergoin M. (2007. ). Viral load estimation in asymptomatic honey bee colonies using the quantitative RT-PCR technique. *Apidologie (Celle)* 38, 426–435 10.1051/apido:2007026
- Genersch E, Aubert M. (2010c). Emerging and re-emerging viruses of the honey bee (*Apis mellifera*) *Vet. Res.* (2010) 41-54.
- Genersch E, Von der Ohe W, Kaatz H, Schroeder A, Otten C, et al. (2010b) The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie* 41: 332–352.
- Genersch E., (2010a). Honey Bee Pathology : current threats to honey bees and beekeeping. *Applied Microbiology and Biotechnology*, Vol.87. 87-97
- Girolami V, Mazzon L, Squartini A, Mori N, Marzaro M, Di Bernardo A, Creatti M, Gioro C, Tapparo A. 2009. Translocation of Neonicotinoid Insecticides From Coated Seeds Seedling Guttation Drops: A Novel Way of Intoxication for Bees.
- Gisder S, Hedtke K, Mockel N, Frielitz MC, Linde A, et al. (2010) Five-year cohort study of *Nosema* spp. in Germany: does climate shape virulence and assertiveness of *Nosema ceranae*? *Appl Environ Microbiol* 76: 3032–3038.
- Guzman-Novoa E., Eccles L., Calvete Y., McGowan J., Kelly P.G., Correa A. (2010) *Varroa destructor* is the main culprit for the death and reduced populations of overwintered honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Ontario, Canada, *Apidologie*, DOI: 10.1051/apido/2009076.
- Hannon L, Sisk T, 2009. Hedgerows in an agri-natural landscape: Potential habitat value for native bees. *Biological Conservation* 2140-2154
- Harrison, J.F., Fewell, J.H., 2002. Environmental and genetic influences on flight metabolic rate in the honey bee, *Apis mellifera*. *Comp. Biochem. Physiol. A* 133, 323–333.

- 
- Henry M, Beguin M, Requier F, Rollin O, Odoux J-F, Aupinel P, Aptel J, Tchamitchian S & Decourtye A (2012). A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. *Science* 336, 348–350.
  - Henry M, Fröchen M, Maillet-Mezeray J, Breyne E, Aliier F, Odoux J-F, Decourtye A, 2011. Spatial Autocorrelation in honeybee foraging activity reveals optimal focus scale for predicting agro-environmental scheme efficiency. *Ecological Modelling* 225, 103-114.
  - Higes M, Martin-Hernandez R, Botias C, Bailon EG, Gonzalez-Porto AV, et al. (2008) How natural infection by *Nosema ceranae* causes honeybee colony collapse. *Environmental Microbiology* 10: 2659–2669.
  - Higes M, Meana A, Bartolome C, Botias C & Martin-Hernandez R (2013b). *Nosema ceranae* (Microsporidia), a controversial 21st century honey bee pathogen. *Environ Microbiol Reports* 5, 17–29.
  - Higes M, Martin-Hernandez R & Meana A (2010a). *Nosema ceranae* in Europe: an emergent type C nosemosis. *Apidologie* 41, 375–392.
  - Higes M<sup>1</sup>, García-Palencia P, Botías C, Meana A, Martín-Hernández R. The differential development of microsporidia infecting worker honey bee (*Apis mellifera*) at increasing incubation temperature. *Environ Microbiol Rep.* (2010b) Dec;2(6):745-8. doi: 10.1111/j.1758-2229.2010.00170.x.
  - Higes M, Meana A, Bartolomé C, Botías C, Martín-Hernández R. *Nosema ceranae* (Microsporida), a controversial 21st century honey bee pathogen. *Environ Microbiol Rep.* 2013;5:17–29. doi: 10.1111/1758-2229.12024.
  - Highfield A-C, A. El Nagar, L.C.M. Mackinder, L.M-L.J. Noël, M.J. Hall, S.J. Martin and D.C. Schroeder. Deformed wing virus implicated in over-wintering honeybee colony losses. *Appl. Environ. Microbiol.* doi:10.1128/AEM.02227-09
  - Holzschuh A, Dudenhöffer J-H, Tschardt T. 2012. Landscapes with wild bee habitats enhance pollination, fruit set and yield of sweet cherry. *Biological Conservation.* 101-107.
  - ITSAP, 2011. Hivernage et pertes de colonies chez les apiculteurs français. France.
  - Jeschke P, Nauen R, Schindler M & Elbert A (2011). Overview of the status and global strategy for neonicotinoids. *J Agric Food Chem* 59, 2897–2908.
  - Johnson RM, Pollock HS, Berenbaum MR (2009) Synergistic interactions between in-hive miticides in *Apis mellifera*. *J Econ Entomol* 102: 474–479. doi: 10.1603/029.102.0202.
  - Johnson RM, Dahlgren L, Siegfried BD, Ellis MD (2013) Acaricide, Fungicide and Drug Interactions in Honey Bees (*Apis mellifera*). *PLoS ONE* 8(1): e54092. doi:10.1371/journal.pone.0054092

- 
- Johnson RM, Pollock HS & Berenbaum MR (2009). Synergistic interactions between in-hive miticides in *Apis mellifera*. *J Econ Entomol* 102, 474–479.
  - Khoury DS, Barron AB, Myerscough MR (2013) Modelling Food and Population Dynamics in Honey Bee Colonies. *PLoS ONE* 8(5): e59084. doi:10.1371/journal.pone.0059084
  - Khoury DS, Myerscough MR, Barron AB (2011) A Quantitative Model of Honey Bee Colony Population Dynamics. *PLoS ONE* 6(4): e18491. doi:10.1371/journal.pone.0018491
  - Krewenka K-M, Holzschuh A, Tschardt T, Dormann C, 2011. Landscape elements as potential barriers and corridors for bees, wasps and parasitoids. *Biological Conservation* 1816-1825
  - Krupke CH, Hunt GJ, Eitzer BD, Andino G & Given K (2012). Multiple routes of pesticide exposure for honey bees living near agricultural fields. *PLoS ONE* 7, e29268.
  - Lambert O, Piroux M, Puyo S, Thorin C, L'Hostis M, et al. (2013) Widespread Occurrence of Chemical Residues in Beehive Matrices from Apiaries Located in Different Landscapes of Western France. *PLoS ONE* 8(6): e67007. doi:10.1371/journal.pone.0067007
  - Layock I, Cotterell Katie C., O'Shea-Wheller T., Creswell J-E, 2013. Effects Of Neonicotinoid pesticide thiamethoxam on microcolonies of *Bombus terrestris* worker bumble bees, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 153-158
  - Le Conte Y, Ellis M, Ritter, 2010. Varroa mites and honey bee health: can Varroa explain part of the colony losses?. *Apidologie* 41 353-363.
  - Martin, S.J. (1997). Life and death of varroa. In *Varroa! Fight the Mite* (Ed. P. Munn & R. Jones), pp.3-10. International Bee Research Association, Cardiff.
  - Martin SJ, Highfield AC, Brettell L, Villalobos EM, Budge GC, Powell M, et al. Global honeybee viral landscape altered by a parasitic mite. *Science*. 2012;336:1304–1306.
  - MARTIN SJ (2001). The role of *Varroa* and viral pathogens in the collapse of honeybee colonies: a modelling approach. *J. Appl. Ecol.*, **38**, 1082-1093.
  - Martin-Hernandez R, Botias C, Bailon EG, Martinez-Salvador A, Prieto L, Meana A & Higes M (2011). Microsporidia infecting *Apis mellifera*: coexistence or competition. Is *Nosema ceranae* replacing *Nosema apis*? *Environ Microbiol* 14, 2127–2138.
  - Milbrath M-O, Xie X, Huang Z., Nsema Ceranae induced mortality in honey bees (*Apis mellifera*) depends on infections methods. 2013. *Journal of Invertebrate Pathology* 114. 42-44.
  - Nazzi F, Brown SP, Annoscia D, Del Piccolo F, Di Prisco G, et al. (2012) Synergistic Parasite-Pathogen Interactions Mediated by Host Immunity Can Drive. the Collapse of Honeybee Colonies. *PLoS Pathog* 8(6): e1002735. doi:10.1371/journal.ppat.1002735

- 
- Neumann P, Carreck NL (2010) Honey bee colony losses. *Journal of Apicultural Research* 49: 1–6.
  - Nazzi F, Brown SP, Annoscia D, Del Piccolo F, Di Prisco G, Varricchio P, Della Vedova G, Cattonaro F, Caprio E & Pennacchio F (2012). Synergistic parasite-pathogen interactions mediated by host immunity can drive the collapse of honeybee colonies. *PLoS Pathog* 8, e1002735.
  - Papaefthimiou, Chrisovalantis; Papachristoforou, Alexandros; Theophilidis, George. Biphasic responses of the honeybee heart to nanomolar concentrations of amitraz. *Pesticide Biochemistry and Physiology* vol. 107 issue 1 September, 2013. p. 132-137.
  - Paxton, R., Klee, J., Korpela, S., Fries, I., 2007. *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*. *Apidologie* 38, 558–565.
  - Pettis JS, Lichtenberg EM, Andree M, Stitzinger J, Rose R, et al. (2013) Crop Pollination Exposes Honey Bees to Pesticides Which Alters Their Susceptibility to the Gut Pathogen *Nosema ceranae*. *PLoS ONE* 8(7): e70182. doi:10.1371/journal.pone.0070182
  - Ramirez-Romero, R., Chauffaux, J., Pham-Delègue, M-H., 2005. Effects of Cry1Ab, deltamethrin and imidacloprid on the foraging activity and the learning performances of the honeybee *Apis mellifera*, a comparative approach. *Apidologie* 36, 601-611.
  - Retschnig G, Neumann P, Williams G, 2014. Thiadiazole-Nosema Ceranae interactions in honey bees : Host survivorship but not parasite reproduction is dependent on pesticide dose. *Journal of Invertebrate Pathology* , 18-19
  - Rollin O., Bretagnolle V., Decourtye A., Aptel J., Michel N., Vaissière B. E., Henry M., 2013. Differences of floral resource use between honey bees and wild bees in an intensive farming system. *Agriculture, Ecosystems & Environment* , 179, 78-86. DOI : 10.1016/j.agee.2013.07.007.
  - Sanchez-Bayo F, Goka K (2014) Pesticide Residues and Bees – A Risk Assessment. *PLoS ONE* 9(4): e94482. doi:10.1371/journal.pone.0094482
  - Schneider CW, Tautz J, Grünewald B, Fuchs S (2012) RFID Tracking of Sublethal Effects of Two Neonicotinoid Insecticides on the Foraging Behavior of *Apis mellifera*. *PLoS ONE* 7(1): e30023. doi:10.1371/journal.pone.0030023
  - Staveley, Jane P., Law, Sheryl A., Fairbrother, Anne (2013) A Causal Analysis of Observed Declines in Managed Honey Bees. *Human And Ecological Assessment : An International Journal*, Vol.20, 566-591.
  - Toomema K., Martin A.J., Williams I.H. The effect of different concentrations of oxalic acid in aqueous and sucrose solution on *Varroa* mites and honey bees. *Apidologie*,41 (2010) 643

- Toplak I<sup>1</sup>, Jamnikar Ciglencečki U, Aronstein K, Gregorc A. 2013. Chronic bee paralysis virus and *Nosema ceranae* experimental co-infection of winter honey bee workers (*Apis mellifera* L.). *Viruses*. 2013 Sep 19;5(9):2282-97
- Van der Zee, r; Pisa, l; Andonov, s; Brodschneider, r; Charrière, j-d; Chlebo, r; Coffey, m f; Crailsheim, k; Dahle, b; Gajda, a; gray, a; Drazic, m m; Higes, m; Kauko, l; Kence, a; Kence, m; Kezic, n; Kiprijanovska, h; Kralj, j; Kristiansen, p; Martin-Hernandez, r; Mutinelli, f; Nguyen, b k; Otten, c; Ozkirim, a; Pernal, s f; Peterson, m; Ramsay, g; Santrac, v; Soroker, v; Topolska, g; Uzunov, a; Vejsnæs, f; Wei, s; Wilkins, s (2012) Managed honey bee colony losses in Canada, China, Europe, Israel and Turkey, for the winters of 2008–2009 and 2009–2010. *Journal of Apicultural Research*, 51(1): 100-114. <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.51.1.12>- vanEngelsdorp D, Meixner MD (2010) A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of Invertebrate Pathology* 103: S80–95.
- vanEngelsdorp D, Evans JD, Saegerman C, Mullin C, Haubruge E, et al. (2009) Colony Collapse Disorder: A Descriptive Study. *PLoS ONE* 4(8): e6481. doi:10.1371/journal.pone.0006481
- vanEngelsdorp, D., Hayes Jr., J., Underwood, R.M., Pettis, J., 2008. A Survey of Honey Bee Colony Losses in the U.S., Fall 2007 to Spring 2008. *PLoS ONE* 3, e4071.
- Verboven HAF, Uyttenbroeck R, Brys R, Hermy M, 2014. Different responses of bees and hoverflies to land use in an urban–rural gradient show the importance of the nature of the rural land use. *Landscape and Urban Planning* 126, 31-41.
- Vidau C, Diogon M, Aufauvre J, Fontbonne R, Viguès B, et al. (2011) Exposure to Sublethal Doses of Fipronil and Thiacloprid Highly Increases Mortality of Honeybees Previously Infected by *Nosema ceranae*. *PLoS ONE* 6(6): e21550. doi:10.1371/journal.pone.0021550
- Villemant C, Haxaire J, Streito J-C, 2006. Premier bilan de l'invasion de *Vespa Velutina* Lapeletier en France (Hymenoptera, Vespidae) *Bulletin de la Société Entomologique de France* 2006 536-538
- Wendling S. *Varroa destructor* (Anderson et Trueman, 2000), un acarien ectoparasite de l'abeille domestique *apis mellifera* Linnaeus, 1758. revue bibliographique et contribution à l'étude de sa reproduction. creteil. faculte de medecine de creteil. 2012. 196 pages.
- Yang, X., and Cox-Foster, D.L. (2005) Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: evidence for host immunosuppression and viral amplification. *PNAS* **21**: 7470–7475.
- Yue C., Genersch E.(2005) RT-PCR analysis of Deformed wing virus in honey bees (*Apis mellifera*) and mites (*Varroa destructor*), *J. Gen. Virol.* 86, 3419–3424.
- Zander, E., 1909. Tierische Parasiten als Krankheitserreger bei der Biene. Leipzig. *Bienenztg* 24, 147–150. 164–166.

**Annexes**

**Annexe n°1 : Premier questionnaire envoyé aux adhérents**

**Questionnaire - Mortalité hivernale des colonies**

**Syndicat Apicole de Roanne**

<b>Dans quel cadre pratiquez vous l'apiculture? (Plusieurs choix sont possibles)</b>		
<input type="checkbox"/> En Amateur (< 40 ruches)		
<input type="checkbox"/> En tant qu'exploitant agricole pluriactif (39 < R < 199 ruches)		
<input type="checkbox"/> En tant qu'agriculteur chef d'exploitation (> 199 ruches)		
<input type="checkbox"/> Pour la production de miel	<input type="checkbox"/> Pour la production de pollen	<input type="checkbox"/> Pour la production de propolis
<input type="checkbox"/> Pour la production de gelée royale		

<b>Combien de ruches avez-vous ?</b>				
Année 2010: ...	Année 2011: ...	Année 2012: ...	Année 2013: ...	Année 2014: ...
Observations :				

<b>Quel est le taux de mortalité hivernale constaté de vos colonies ?</b>										
<b>Hiver 2009/2010</b>										
<input type="checkbox"/> 0%	<input type="checkbox"/> 10%	<input type="checkbox"/> 20%	<input type="checkbox"/> 30%	<input type="checkbox"/> 40%	<input type="checkbox"/> 50 %	<input type="checkbox"/> 60%	<input type="checkbox"/> 70%	<input type="checkbox"/> 80%	<input type="checkbox"/> 90%	<input type="checkbox"/> 100%
<b>Hiver 2010/2011</b>										
<input type="checkbox"/> 0%	<input type="checkbox"/> 10%	<input type="checkbox"/> 20%	<input type="checkbox"/> 30%	<input type="checkbox"/> 40%	<input type="checkbox"/> 50 %	<input type="checkbox"/> 60%	<input type="checkbox"/> 70%	<input type="checkbox"/> 80%	<input type="checkbox"/> 90%	<input type="checkbox"/> 100%
<b>Hiver 2011/2012</b>										
<input type="checkbox"/> 0%	<input type="checkbox"/> 10%	<input type="checkbox"/> 20%	<input type="checkbox"/> 30%	<input type="checkbox"/> 40%	<input type="checkbox"/> 50 %	<input type="checkbox"/> 60%	<input type="checkbox"/> 70%	<input type="checkbox"/> 80%	<input type="checkbox"/> 90%	<input type="checkbox"/> 100%
<b>Hiver 2012/2013</b>										
<input type="checkbox"/> 0%	<input type="checkbox"/> 10%	<input type="checkbox"/> 20%	<input type="checkbox"/> 30%	<input type="checkbox"/> 40%	<input type="checkbox"/> 50 %	<input type="checkbox"/> 60%	<input type="checkbox"/> 70%	<input type="checkbox"/> 80%	<input type="checkbox"/> 90%	<input type="checkbox"/> 100%
<b>Hiver 2013/2014</b>										
<input type="checkbox"/> 0%	<input type="checkbox"/> 10%	<input type="checkbox"/> 20%	<input type="checkbox"/> 30%	<input type="checkbox"/> 40%	<input type="checkbox"/> 50 %	<input type="checkbox"/> 60%	<input type="checkbox"/> 70%	<input type="checkbox"/> 80%	<input type="checkbox"/> 90%	<input type="checkbox"/> 100%

<b>Comment nourrissez-vous vos abeilles ?</b>			
<input type="checkbox"/> Solution glucosé	<input type="checkbox"/> Solution glucosé + Miel	<input type="checkbox"/> Miel exclusivement	<input type="checkbox"/> Autre : .....

<b>Constatez-vous une présence d'acariens varroa dans vos ruches ?</b>		
<input type="checkbox"/> Oui, beaucoup (80-100% des ruches)	<input type="checkbox"/> Présence significative (50%-80%)	<input type="checkbox"/> Présence avérée (20%-50%)
<input type="checkbox"/> Rarement (10%-20% des ruches)	<input type="checkbox"/> Jamais (0% des ruches)	

<b>A quelle fréquence traitez-vous vos abeilles contre le varroa ? Avec quel produit ?</b>	

<b>Quelle race d'abeilles élevez-vous majoritairement dans le cadre de votre activité ?</b>				
<input type="checkbox"/> Race Noire	<input type="checkbox"/> Abeille Carnolienne	<input type="checkbox"/> Abeille Italienne	<input type="checkbox"/> Race Origine Frère Adam	<input type="checkbox"/> Hybride locale
<input type="checkbox"/> Autre:.....				

<b>Y a t-il des cultures à proximité de vos ruches ? (dans un rayon &lt; à 3 km)</b>		
Cultures proches :	Connaissez-vous les traitements appliqués par les agriculteurs ?	Si oui, quel traitement ?
Blé <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	.....
Orge <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	.....
Tournesol <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	.....
Mais <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	.....
Colza <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	.....
Autre: .....	Autre:.....	

<b>Informations complémentaires</b>	
Nom (facultatif) :	
Adresse (facultatif) :	

Mail (*facultatif*) :

Adresse des ruchers :

Vos remarques éventuelles :

---

A Renvoyer à :

- [vincent.leclercq@entpe.fr](mailto:vincent.leclercq@entpe.fr)
- Vincent Leclercq – 101, Rue Pierre Voyant- 69100 Villeurbanne

## Annexe n°2 : Questionnaire approfondi envoyé

[https://docs.google.com/forms/d/18jRcBLaU\\_2PDUKgSmi](https://docs.google.com/forms/d/18jRcBLaU_2PDUKgSmi)

jJc8SI

tLoNc/viewform

### Mortalité hivernale des colonies - Syndicat Apicole de Roanne

Modifier ce formulaire

A renvoyer à: Vincent Leclercq - [vincent.leclercq@entoe.fr](mailto:vincent.leclercq@entoe.fr)

\*Obligatoire

#### Dans quel cadre pratiquez vous l'apiculture? \*

Plusieurs choix possibles

- En Amateur( < 40 ruches )
- En tant qu'exploitant agricole pluriactif ( 39 < R < 199 ruches)
- En tant qu'agriculteur chef d'exploitation ( > 199 ruches)
- Pour la production de miel
- Pour la production de pollen
- Pour la production de propolis
- Pour la production de gelée royale
- Autre :

#### Quel est l'âge moyen de vos ruchers?

#### Combien de ruches avez-vous?

Précisez par année, de 2010 à 2014

#### Vos reines ont quelle âge en moyenne?

Précisez par année, de 2010 à 2014

#### Quel est le type de mortalité classique de vos ruches?

- Poing d'abeilles devant la ruche
- Poing d'abeilles dans la ruche
- Morte de faim
- Aucune Abeille retrouvé
- Bourdonneuse
- Autre :

#### Quels sont les pratiques que vous faites régulièrement dans la liste ci-dessous

Plusieurs choix sont possibles

- Changement des cadres 2 sur 10 par an (renouvellement d'un corps de ruche donc tous les 5 ans)
- Inspection sanitaire d'un nouvel essaim attrapé (vérification de l'état de santé après quelques

23/06/2014 17:56

[https://docs.google.com/forms/d/18jRcBLaU\\_2PDUKgSmiKpvjJc8SILzIOzFxlgd8tLoNc/viewform](https://docs.google.com/forms/d/18jRcBLaU_2PDUKgSmiKpvjJc8SILzIOzFxlgd8tLoNc/viewform)

jours d'installation)

- Passage à la flamme pour tuer les parasites

**Quelles étaient les forces de vos colonies juste avant l'hivernage?**

Précisez par hiver : 2010/2011 - 2011/2012 - 2012/2013 - 2013/2014

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Quel est le pourcentage de mortalité hivernale constaté sur vos colonies? Précisez aussi le nombre de ruches mortes**

Pour les hivers suivants: 2010/2011 - 2011/2012 - 2012/2013 - 2013/2014 -

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Est ce que vous nourrissez vos abeilles?**

- Nourrissement de complément de provisions
- Nourrissement d'Hiver
- Pas de nourrissement
- Autre : \_\_\_\_\_

**Si oui, avec quoi nourrissez-vous vos abeilles?**

- Solution glucosé du commerce
- Solution glucosé maison
- Solution glucosé + Miel
- Pain de Candi
- Miel exclusivement
- Apifonda
- Autre : \_\_\_\_\_

**Constatez-vous une présence d'acariens varroa dans vos ruches?**

- Jamais (0% des ruches)
- Rarement (10%-20% des ruches)
- Présence avérée (20%-50%)
- Présence significative (50%-80%)
- Oui, beaucoup (80-100% des ruches)
- Autre : \_\_\_\_\_

**A quelle fréquence traitez-vous vos abeilles contre le varroa? (Plusieurs choix sont possibles)**

- Traitement de printemps
- Traitement de fin d'été
- Traitement d'automne
- Traitement d'hiver
- Aucun traitement
- Autre : \_\_\_\_\_

**Si vous traitez, quels sont les produits utilisés?**

Précisez par saison : Printemps, Fin d'été, Printemps + Fin d'été

23/06/2014 17:56

[https://docs.google.com/forms/d/18jRcBLaU\\_2PDUKgSmiKpvjJc8SILzIOzFxlgd8tLoNc/viewform](https://docs.google.com/forms/d/18jRcBLaU_2PDUKgSmiKpvjJc8SILzIOzFxlgd8tLoNc/viewform)

**Faites vous un contrôle d'efficacité du traitement contre le varroa? Si oui avec quel produit?**

- Taktic
- Méthode à froid
- Je ne fais pas de contrôle d'efficacité
- Autre : \_\_\_\_\_

**Après traitement, quel est en général le résultat en nombre de varroas résiduels?**

- < 50
- Entre 50 et 100
- > 100
- Je ne sais pas

**Y a-t-il des cultures à proximité de vos ruches? (dans un rayon < à 3 km)**

- Blé
- Orge
- Avoine
- Tournesol
- Maïs
- Colza
- Luzerne
- Vergers fruitiers
- Trèfle
- Présence de cultures mais plante cultivé inconnue pour moi
- Pas de culture
- Autre : \_\_\_\_\_

**Quelle race d'abeilles élevez-vous majoritairement dans le cadre de votre activité?**

Plusieurs choix sont possibles

- Race Noire
- Abeille Camolienne
- Abeille Italienne
- Race Origine Frère d'Adam
- Hybride locale
- Autre : \_\_\_\_\_

**Quels parasites ou troubles avez vous déjà constaté sur vos ruches qui sont mortes?**

Si vous vous en souvenez et si c'est le cas

- Varroas en présence importante
- Loque américaine
- Loque européenne
- Virus DWV
- Nosema Apis
- Nosema Ceranae
- Mycose
- Maladie Noire
- Fausse teigne
- Fourmis

[https://docs.google.com/forms/d/18jRcBLaU\\_2PDUKgSmiKpvjJc8SILzIOzFx1gd8tLoNc/viewform](https://docs.google.com/forms/d/18jRcBLaU_2PDUKgSmiKpvjJc8SILzIOzFx1gd8tLoNc/viewform)

Autre :

**Quel est l'environnement type de vos ruchers?**

Urbain, Prairie, Grandes cultures, Bocage

**Connaissez vous les traitements appliqués par les Agriculteurs?**

Si oui, écrire les pesticides en relation avec la culture - Exemple : Gaucho pour le tournesol

**Avez vous constaté la présence de frelons asiatiques?**

- Oui
- Non

**Veillez indiquer l'adresse de vos ruchers**

**Vos Remarques Eventuelles**

**Quelles sont selon vous les causes de mortalités des ruches de ces dernières années, sur le territoire Roannais?**

Donnez votre avis le plus sincèrement possible

**Vos coordonnées**

Nom Prénom - Adresse postale - Adresse Mail

## Annexe n°3 : Deuxième mail envoyé aux adhérents

### Diffusion aux adhérents de l'abeille roannaise

Bonjour,

Voici une semaine que nous avons envoyé le questionnaire par mail et nous avons pour l'instant reçu que peu de retours. Merci à ceux qui nous ont fait parvenir les informations sur leurs ruchers. Néanmoins cela représente un jeu de données assez maigre. C'est pourquoi nous vous incitons à répondre !

Le questionnaire a été légèrement remanié et élaboré en ligne. Il est bien plus rapide et facile à compléter.

Le lien se trouve à la fin de la notice concernant les précisions sur le questionnaire.

#### 1) Introduction :

Pour l'année 2014, notre association l'Abeille Roannaise accueille un stagiaire, Vincent Leclercq, étudiant à l'ENTE, qui va travailler sur les causes de mortalité de nos abeilles sur la région Roannaise et ceci afin de proposer des axes d'amélioration pour les abeilles et leur environnement.

Pour ceux qui étaient présent à la réunion d'association du 2 avril, ce mail est la suite de ce qui a été présenté.

La durée du stage est de 3 mois : avril, mai, juin 2014

#### 3) Recueil des informations

Au delà d'une synthèse bibliographique, Vincent Leclercq va travailler avec notre association et ses adhérents afin de recueillir les données concernant les mortalités des abeilles, sur le bassin roannais, pour ces dernières années.

Il a préparé, avec l'aide de notre Président et de moi même, un questionnaire qui vous est envoyé ce jour.

Il travaillera également avec d'autres acteurs du territoire tels que la chambre d'agriculture de la Loire, les agriculteurs concernés, un vétérinaire du GODAS et enfin un professeur de l'école vétérinaire de Nantes spécialisé sur la biologie de l'abeille.

Une restitution du travail du stagiaire est prévue en septembre auprès des membres de notre association.

#### 4) Précisions sur le questionnaire

Le questionnaire qui vous ait envoyé a pour but de récupérer le maximum de données sur l'état de vos colonies sur les dernières années, de manière précise. Ce questionnaire est à nous renvoyer au plus vite, naturellement dans la mesure de vos disponibilités et de votre temps libre pour le remplir. L'esprit général est de s'affranchir de la simple opinion et de dresser un état des lieux précis et de connaître plusieurs éléments inconnus à ce jour:

- une vision générale du profil des apiculteurs membres.

- l'évolution de la mortalité des colonies sur l'ensemble des membres du syndicat

- identifier les ruchers où l'on trouve un environnement défavorable pour les colonies

- identifier les ruchers qui ne présentent aucune mortalité anormale

- analyser les liens possibles entre la mortalité et les varroas, les cultures pratiquées, et si possible dégrossir les premières tendances.

Il se veut concis et assez rapide à remplir. Il est nécessaire d'être précis notamment sur les pourcentages de mortalité. Il est préférable en outre de ne pas répondre plutôt que de donner des informations trop floues, ce qui pourrait rendre les données peu fiables.

Il est intéressant de connaître l'adresse de vos ruchers, afin de pouvoir produire des cartes récapitulatives et faciliter les analyses. L'analyse que nous souhaitons mettre en place suit en effet une logique de ruchers, et il est donc primordial pour nous de connaître le lieu des ruchers problématiques et ceux qui sont en "en parfaite santé".

De plus ce questionnaire constitue une porte d'entrée vers une prise d'informations plus détaillée, pour les apiculteurs plus enclins à s'investir sur cette problématique.

Enfin, nous tenons à signaler que les données que vous nous transmettez seront gardées de manière strictement confidentielle et utilisés seulement dans le cadre de l'étude.

Voici le questionnaire:

[https://docs.google.com/forms/d/18jRcBLaU\\_2PDUKgSmiKpvjJc8SILzIOzFxIgd8tLoNc/edit?hl=fr#](https://docs.google.com/forms/d/18jRcBLaU_2PDUKgSmiKpvjJc8SILzIOzFxIgd8tLoNc/edit?hl=fr#)

Les questionnaires sont à renvoyer à :

par mail : [vincent.leclercq@entpe.fr](mailto:vincent.leclercq@entpe.fr)

où à l'adresse postale :

Vincent Leclercq

101, rue Pierre Voyant

69100 Villeurbanne

Merci d'avance de l'attention que vous porterez à ce questionnaire,

Merci de vos réponses,

Cordialement,

Bernard CROUZIER

et

Vincent LECLERCQ

Élève ingénieur à l'École Nationale des Travaux Publics de l'État

3ème année - Spécialisation Environnement - Gestion des risques et pollutions

Mail: [vincent.leclercq@entpe.fr](mailto:vincent.leclercq@entpe.fr)

Tel: 06-72-34-26-69