

Novembre 2008 – Actualisé avril 2009
November 2008 – Updated April 2009



Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles

*Weakening, collapse
and mortality
of bee colonies*



AGENCE FRANÇAISE
DE SÉCURITÉ SANITAIRE
DES ALIMENTS



AGENCE FRANÇAISE
DE SÉCURITÉ SANITAIRE
DES ALIMENTS

Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles

Weakening, collapse and mortality of bee colonies

- Novembre 2008 – Actualisé avril 2009 -
- *November 2008 – Updated April 2009* -

■ **Coordinateurs de rédaction**

Mlle Julie CHIRON

Mme Anne-Marie HATTENBERGER

■ ***Editorial coordinators***

Ms. Julie CHIRON

Ms. Anne-Marie HATTENBERGER

■ **Secrétariat administratif**

Mme Sheila GROS-DÉSIRS

■ ***Administrative and secretarial assistance***

Ms. Sheila GROS-DÉSIRS

Composition du groupe de travail

Members of the working group

■ **Président**

M. Bernard TOMA

Maladies contagieuses – École nationale vétérinaire d'Alfort

■ **Membres du groupe de travail**

Mme Anne ALIX

Écotoxicologie et environnement – Afssa – Direction du végétal et de l'environnement

M. Mike BROWN

Directeur de l'unité nationale « Abeilles » du laboratoire de York – Apiculture Field and advisory services (Royaume-Uni)

M. Patrice CARPENTIER

Biostatistiques – Afssa – Direction du végétal et de l'environnement

Mme Magali CHABERT-RIBIÈRE

Virologie, Unité pathologie de l'abeille – Afssa - Laboratoire d'études et de recherches sur les ruminants et les abeilles, Sophia-Antipolis

Mme Marie-Pierre CHAUZAT

Écotoxicologie de l'abeille, Unité pathologie de l'abeille – Afssa – Laboratoire d'études et de recherches sur les ruminants et les abeilles, Sophia-Antipolis

M. Robert DELORME

Toxicologie – INRA Versailles

M. Jean-Paul FAUCON

Pathologie de l'abeille, Unité pathologie de l'abeille – Afssa – Laboratoire d'études et de recherches sur les ruminants et les abeilles, Sophia-Antipolis

M. Jean-Pierre GANIÈRE

Maladies contagieuses, microbiologie, antibiorésistance, réglementation sanitaire – École nationale vétérinaire de Nantes

M. Laurent GAUTHIER

Virologie (abeilles) – Pôle Agro Montpellier (ENSAM)

■ **Chairman**

Mr. Bernard TOMA

Contagious diseases – École nationale vétérinaire d'Alfort (Alfort National Veterinary School)

■ **Working group members**

Ms. Anne ALIX

Ecotoxicology and environment – Afssa (French Food Safety Agency) – Plants and Environment Department

Mr. Mike BROWN

Head of the National Bee Unit, York Laboratory – Apiculture Field and advisory services (United Kingdom)

Mr. Patrice CARPENTIER

Biostatistics – Afssa (French Food Safety Agency) – Plants and Environment Department

Ms. Magali CHABERT-RIBIÈRE

Virology, Bee Diseases Unit – Afssa (French Food Safety Agency), Sophia-Antipolis

Ms. Marie-Pierre CHAUZAT

Bee ecotoxicology, Bee Diseases Unit – Afssa (French Food Safety Agency), Sophia-Antipolis

Mr. Robert DELORME

Toxicology – INRA (French National Institute for Agricultural Research) Versailles

Mr. Jean-Paul FAUCON

Bee diseases, Bee Diseases Unit – Afssa (French Food Safety Agency), Sophia-Antipolis

Mr. Jean-Pierre GANIÈRE

Contagious diseases, microbiology, antimicrobial resistance, health regulations – École nationale vétérinaire de Nantes (Nantes National Veterinary School)

Mr. Laurent GAUTHIER

Virology (bees) – Pôle Agro Montpellier (Marseilles National School for Further Agricultural Studies)

M. Éric HAUBRUGE

Entomologie – Faculté des sciences
Agroalimentaires – Université de Gembloux
(Belgique)

M. Franz JACOBS

Physiologie et pathologie de l'abeille –
Université de Gand (Belgique)

M. Yves LE CONTE

Écologie des invertébrés, laboratoire de biologie
et de protection de l'abeille – Institut national
de la recherche agronomique (INRA), Avignon

M. François MOUTOU

Épidémiologie générale, faune sauvage,
analyse de risque – Afssa – Laboratoire d'études
et de recherches en pathologie animale
et zoonoses, Maisons-Alfort

M. Bach Kim NGUYEN

Entomologie –
Faculté des sciences agroalimentaires –
Université de Gembloux (Belgique)

M. Alain RERAT

Président du groupe de travail « Abeilles »
de l'Académie d'agriculture de France

M. Claude SAEGERMAN

Épidémiologie et analyse de risques appliquée
aux sciences vétérinaires –
Faculté vétérinaire de Liège (Belgique)

**■ Agence française de sécurité sanitaire
des aliments (Afssa)****Mlle Julie CHIRON**

Coordinatrice scientifique – Unité de l'évaluation
des risques liés à l'alimentation et à la santé
animales – Afssa – Direction évaluation
des risques nutritionnels et sanitaires

Mme Anne-Marie HATTENBERGER

Chef de l'unité d'évaluation des risques
liés à l'alimentation et à la santé animales
– Afssa – Direction évaluation des risques
nutritionnels et sanitaires

M. Philippe VANNIER

Directeur de la santé animale et du bien-être
des animaux – Afssa – Direction générale

Mr. Éric HAUBRUGE

Entomology – Faculty of Food Sciences –
University of Gembloux (Belgium)

Mr. Franz JACOBS

Bee physiology and pathology –
University of Ghent (Belgium)

Mr. Yves LE CONTE

Invertebrate ecology, bee biology and protection
laboratory – INRA (French National Institute
for Agricultural Research), Avignon

Mr. François MOUTOU

General epidemiology, wildlife, risk analysis –
Afssa – Laboratory for studies and research
on animal diseases and zoonoses,
Maisons-Alfort

Mr. Bach Kim NGUYEN

Entomology –
Faculty of Food Sciences –
University of Gembloux (Belgium)

Mr. Alain RERAT

Chairman of the “Bees” working group
at the French Agriculture Academy

Mr. Claude SAEGERMAN

Epidemiology and risk analysis applied
to veterinary sciences – Liège Faculty
of Veterinary Science (Belgium)

■ French Food Safety Agency (Afssa)**Ms. Julie CHIRON**

Scientific Coordinator – Unit for the assessment
of food and animal health-related risks –
Afssa – Department for the Evaluation
of Nutritional and Health Risks

Ms. Anne-Marie HATTENBERGER

Head of the Unit for the assessment of food
and animal health-related risks –
Afssa – Department for the Evaluation
of Nutritional and Health Risks

Mr. Philippe VANNIER

Director of Animal Health and Welfare –
Afssa – Directorate General

■ Personnes auditées

M. Jean-Marie BARBANÇON

Président de la Fédération nationale des organisations sanitaires apicoles départementales (FNOSAD) – Apiculteur

M. Raymond BORNECK

Président du Groupement de défense sanitaire apicole du Jura, ancien président de l'Itapi et Apimondia – Apiculteur

Mme Monique ELOIT

Directrice générale adjointe, CVO – Direction générale de l'alimentation (DGAI)

M. Pascal JOURDAN

Membre du Centre national du développement apicole (CNDA) et directeur de l'Association pour le développement de l'apiculture provençale (ADAPI) – Apiculteur

Mme Monique L'HOSTIS

Responsable du diplôme inter-Écoles (DIE) en « Apiculture et Pathologie apicole » des Écoles nationales vétérinaires de Nantes et d'Alfort – École nationale vétérinaire de Nantes

M. Michel POTTIEZ

Directeur départemental des services vétérinaires de la Haute-Marne (52) – Apiculteur

■ Rellecteurs du rapport

M. Didier Boisseleau

Directeur départemental des services vétérinaires de Vendée (85)

M. Patrick DEHAUMONT

Directeur de l'Agence nationale du médicament vétérinaire (ANMV) – Afssa – Fougères

M. Gilbert JOLIVET

Professeur de parasitologie – Directeur de recherche honoraire INRA

M. Claude Sarrazin

Ancien Directeur du laboratoire vétérinaire départemental des Hautes-Alpes (05) – Assistant départemental et intervenant aux cours de pratique sanitaire apicole et au cours supérieur pour la formation des agents sanitaires apicoles – Apiculteur

■ Persons consulted

Mr. Jean-Marie BARBANÇON

Chairman of FNOSAD - French national federation of départemental [county] bee health organisations) – Beekeeper

Mr. Raymond BORNECK

Chairman of the Jura region bee health protection group, former chairman of Itapi and Apimondia – Beekeeper

Ms. Monique ELOIT

Deputy Director General, Chief Veterinary Officer – French Directorate General for Food (DGAI)

Mr. Pascal JOURDAN

Member of the CNDA (Centre national du développement apicole – National Centre for Bee Development) and Head of ADAPI (Association for the development of beekeeping in Provence) – Beekeeper

Ms. Monique L'HOSTIS

Manager of the inter-school diploma (DIE) in "Beekeeping and bee diseases" for Nantes and Alfort National Veterinary Schools (Nantes National Veterinary School)

Mr. Michel POTTIEZ

Regional Director of Veterinary Services for Haute-Marne (52) – Beekeeper

■ Report reviewers

Mr. Didier BOISSELEAU

Regional Director of Veterinary Services for Vendée (85)

Mr. Patrick DEHAUMONT

Director of the ANMV (French Agency for Veterinary Medicinal Products) – Afssa (French Food Safety Agency), Fougères

Mr. Gilbert JOLIVET

Professor in parasitology – Honorary Director of Research at INRA (French National Institute for Agricultural Research)

Mr. Claude SARRAZIN

Former Head of the Regional Veterinary Laboratory of Hautes-Alpes (05) – Département [county] assistant and lecturer in bee health practice courses and advanced courses for training bee health officers – Beekeeper

Liste des tableaux	10	<i>List of tables</i>	10
Liste des figures	12	<i>List of figures</i>	12
Liste des sigles	13	<i>List of abbreviations</i>	13
Résumé	15	<i>Abstract</i>	15
Introduction	20	<i>Introduction</i>	20
1. Inventaire des causes de mortalité des colonies d'abeilles	24	<i>1. List of causes of bee colony mortality</i>	24
1.1 Rappel de définitions	24	<i>1.1 Reminder of definitions</i>	24
1.1.1 État de la normalité.....	24	1.1.1 State of normality.....	24
1.1.1.1 Composition d'une colonie d'abeilles.....	24	1.1.1.1 Composition of a bee colony.....	24
1.1.1.2 Phases du cycle du développement d'une colonie d'abeilles.....	26	1.1.1.2 Phases in the development cycle of a bee colony.....	26
1.1.2 États de l'anormalité.....	28	1.1.2 States of abnormality.....	28
1.1.2.1 Le dépérissement.....	28	1.1.2.1 Die-off.....	28
1.1.2.2 L'affaiblissement.....	28	1.1.2.2 Weakening.....	28
1.1.2.3 Le dépeuplement (ou dépopulation) des colonies.....	28	1.1.2.3 Colony depopulation.....	28
1.1.2.4 L'effondrement.....	29	1.1.2.4 Collapse.....	29
1.1.2.5 La mortalité et la morbidité.....	30	1.1.2.5 Mortality and morbidity.....	30
1.2 causes de mortalité des colonies d'abeilles	32	<i>1.2 Causes of bee colony mortality</i>	32
1.2.1 Agents biologiques.....	32	1.2.1 Biological agents.....	32
1.2.2 Agents chimiques.....	39	1.2.2 Chemical agents.....	39
1.2.2.1 Modalités d'exposition des abeilles aux produits phytopharmaceutiques.....	40	1.2.2.1 Conditions of exposure of bees to plant protection products.....	40
1.2.2.2 Réglementation de la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques.....	43	1.2.2.2 Regulations on the marketing of plant protection products.....	43
1.2.2.3 Effets recensés des produits phytopharmaceutiques sur l'abeille.....	44	1.2.2.3 Identified effects of plant protection products on bees.....	44
1.2.3 Environnement.....	50	1.2.3 Environment.....	50
1.2.3.1 Alimentation.....	50	1.2.3.1 Diet.....	50
1.2.3.2 Facteurs climatiques.....	57	1.2.3.2 Climatic factors.....	57
1.2.3.3 Champs électriques et magnétiques.....	58	1.2.3.3 Electric and magnetic fields.....	58
1.2.3.4 Pratiques agricoles.....	58	1.2.3.4 Farming practices.....	58
1.2.4 Pratiques apicoles.....	62	1.2.4 Beekeeping practices.....	62
1.2.4.1 Généralités.....	62	1.2.4.1 General points.....	62
1.2.4.2 L'essaimage.....	63	1.2.4.2 Swarming.....	63
1.2.4.3 Le milieu de vie de la colonie.....	63	1.2.4.3 The colony's living environment.....	63
1.2.4.4 Le nourrissage.....	64	1.2.4.4 Feeding.....	64
1.2.4.5 Contrôle et traitement des maladies du rucher.....	65	1.2.4.5 Monitoring and treatment of apiary diseases.....	65
1.2.4.6 Sélection des reines.....	66	1.2.4.6 Selecting queens.....	66
1.2.5 Autres causes.....	67	1.2.5 Other causes.....	67

2. Situation sanitaire de la filière apicole	68
2.1 La filière apicole européenne	68
2.2 La filière apicole française	69
2.2.1 Caractéristiques et statistiques	69
2.2.2 Les difficultés de la filière apicole française, selon ses acteurs	74
2.3 Causes des maladies des abeilles en France	76
2.3.1 Agents biologiques	77
2.3.1.1 Bilans et rapports du ministère de l'Agriculture et de la Pêche	77
2.3.1.2 Publications et rapports scientifiques	79
2.3.2 Agents chimiques	83
2.3.2.1 Bilans et rapports du ministère de l'Agriculture et de la Pêche	83
2.3.2.2 Publications et rapports scientifiques	85
2.3.3 Environnement et pratiques apicoles	93
2.3.3.1 Bilans et rapports du ministère de l'Agriculture et de la Pêche	94
2.3.3.2 Publications et rapports scientifiques	95
2.4 Organisation du suivi et gestion sanitaire apicole en France	98
2.4.1 Le suivi sanitaire en France	98
2.4.1.1 Rôle de la Direction générale de l'alimentation	98
2.4.1.2 Rôle des Directions départementales des services vétérinaires	103
2.4.1.3 Rôle de l'Afssa	105
2.4.1.4 Rôle de la profession	109
2.4.1.5 La formation sanitaire apicole	112
2.4.2 La pharmacie vétérinaire du secteur apicole	115
2.4.2.1 Le traitement de la varroase	115
2.4.2.2 Le traitement des autres maladies	118
2.4.2.3 Les plans sanitaires d'élevage (PSE)	119
3. Recommandations	122
3.1 Épidémiologie des maladies des abeilles	124
3.1.1 Situation actuelle	124
3.1.2 Mise en place d'un réseau d'épidémiologie de la filière apicole: argumentaire	126
3.1.3 Organisation institutionnelle	126
3.1.4 Formation	126
3.1.5 Indicateurs de performances	128
3.1.6 Établissement de l'état sanitaire actuel de la filière apicole française	129

2. Health of the beekeeping sector	68
2.1 The european beekeeping sector	68
2.2 The french beekeeping sector	69
2.2.1 Characteristics and statistics	69
2.2.2 The difficulties of the French beekeeping sector, according to its stakeholders	74
2.3 Causes of bee disease in France	76
2.3.1 Biological agents	77
2.3.1.1 Reviews and reports of the French Ministry of Agriculture and Fisheries	77
2.3.1.2 Publications and scientific reports	57
2.3.2 Chemical agents	83
2.3.2.1 Reviews and reports of the French Ministry of Agriculture and Fisheries	83
2.3.2.2 Publications and scientific reports	85
2.3.3 Environment and beekeeping practices	93
2.3.3.1 Reviews and reports from the Ministry of Agriculture and Fisheries	94
2.3.3.2 Publications and scientific reports	95
2.4 Organisation of bee health management and monitoring in France	98
2.4.1 Health monitoring in France	98
2.4.1.1 Role of the Directorate General For Food	98
2.4.1.2 Role of the Département Directorate of Veterinary Services	103
2.4.1.3 Afssa's role	105
2.4.1.4 Role of the beekeeping professionals	109
2.4.1.5 Bee health training	112
2.4.2 Veterinary pharmaceuticals in the beekeeping sector	115
2.4.2.1 Treatment of varroasis	115
2.4.2.2 Treatment of other diseases	118
2.4.2.3 Farm Health Plans	119
3. Recommendations	122
3.1 Epidemiological monitoring of bee diseases	124
3.1.1 Current situation	124
3.1.2 Establishment of an epidemiological monitoring network for the beekeeping sector: justification	126
3.1.3 Institutional organisation	126
3.1.4 Training	128
3.1.5 Performance indicators	128
3.1.6 Determining the current health status of the French beekeeping sector	129

3.2 Organisation de la filière apicole française	129
3.2.1 Création d'un institut technique apicole	130
3.2.2 Création d'un statut réglementé d'apiculteur	131
3.2.3 Amélioration de l'organisation administrative de la filière apicole française	132
3.2.4 Evolution des outils de gestion de la filière apicole	133
3.2.5 Participation active des organisations sanitaires apicoles à la gestion de la filière	133
3.2.6 Réglementation de la filière apicole	134
3.2.6.1 Contrôle du respect de la réglementation en vigueur (MARC/pharmacie vétérinaire)	134
3.2.6.2 Registre d'élevage	135
3.2.6.3 Déclaration annuelle du nombre de ruches par rucher	135
3.2.6.4 Importations	135
3.2.6.5 Agents des MARC	135
3.2.6.6 Simplification de l'application de la loi sur la pharmacie vétérinaire	135
3.2.6.7 Mise en place d'un contrôle sanitaire officiel et facultatif des élevages apicoles	136
3.3. Relations filière agricole/ filière apicole	136
3.3.1 Complémentarité entre le secteur agricole et le secteur apicole	136
3.3.2 L'institut technique apicole	138
3.3.3 Recommandations	138
3.4 Recherche appliquée	139
3.4.1 Lutte contre les agents pathogènes (chimiques et biologiques) des abeilles domestiques	139
3.4.1.1 Amélioration des diagnostics des maladies	140
3.4.1.2 Amélioration de la lutte sur le terrain	140
3.4.2 Recherche en zootechnie apicole	141
3.4.2.1 Évaluation de la population et de la santé des colonies	141
3.4.2.2 Évaluation de la nutrition artificielle	142

3.2 Organisation of the french beekeeping sector	129
3.2.1 Creation of a technical beekeeping institute	130
3.2.2 Creation of a regulated beekeeper status	131
3.2.3 Improvement of the administrative organisation of the French beekeeping sector	132
3.2.4 Development of tools for managing the beekeeping sector	133
3.2.5 Active participation by beekeeping health organisations in managing the sector	133
3.2.6 Regulation of the beekeeping sector	134
3.2.6.1 Control of compliance with current regulations (notifiable animal diseases/veterinary pharmaceuticals)	134
3.2.6.2 Beekeeping register	135
3.2.6.3 Annual declaration of number of hives per apiary	135
3.2.6.4 Importation	135
3.2.6.5 Agents of notifiable animal diseases	135
3.2.6.6 Simplification of application of the law on veterinary pharmaceuticals	135
3.2.6.7 Establishing an official optional health control for apiaries	136
3.3 Farming sector/beekeeping sector relationships	136
3.3.1 Complementarity between the farming and beekeeping sectors	136
3.3.2 The technical beekeeping institute	138
3.3.3 Recommendations	138
3.4 Applied research	139
3.4.1 Combating pathogenic agents (chemical and biological) in honey bees	139
3.4.1.1 Improvement in disease diagnosis	140
3.4.1.2 Improving prevention in the field	140
3.4.2 Bee breeding research	141
3.4.2.1 Assessment of colony health and population	141
3.4.2.2 Assessment of artificial nutrition	142

3.4.3 Étiologie multifactorielle des affaiblissements, effondrements et mortalité des colonies d'abeilles.....	142
3.4.3.1 Évaluation de l'exposition des colonies aux pesticides.....	142
3.4.3.2 Évaluation de l'impact des pesticides et agents pathogènes.....	143
3.4.3.3 Évaluation des ressources nutritives naturelles disponibles.....	144
3.4.3.4 Marqueurs de « stress ».....	144
3.4.3.5 Modélisation mathématique des effets.....	145
3.4.4 Financement des projets de recherche.....	145

Récapitulatif des principales recommandations.....	146
---	------------

Conclusion.....	148
------------------------	------------

Références bibliographiques.....	149
---	------------

Annexes.....	164
---------------------	------------

Annexe 1 : Décision de création du groupe de travail sur les « affaiblissements, effondrements et mortalités des colonies d'abeilles ».....	164
---	-----

Annexe 2 : Agents biologiques pathogènes de l'abeille domestique.....	168
---	-----

Annexe 3 : Évaluation des risques des produits phytopharmaceutiques pour les abeilles.....	138
--	-----

Annexe 4 : Le réseau d'épidémiosurveillance anglo-gallois.....	206
--	-----

Annexe 5 : Étude des programmes de surveillance apicole des États membres et collecte de données sur les populations d'abeilles desdits États par l'AESA (2008).....	212
--	-----

Annexe 6 : Estimation des pertes de colonies d'abeilles chez les apiculteurs professionnels en France durant l'hiver 2007/2008, étude conduite par le CNDA.....	213
---	-----

3.4.3 Multifactorial aetiology of bee colony weakening, collapse and mortality.....	142
3.4.3.1 Assessment of colony exposure to pesticides.....	142
3.4.3.2 Assessment of the impact of pesticides and pathogens.....	143
3.4.3.3 Assessment of naturally available nutritional resources.....	144
3.4.3.4 "Stress" markers.....	144
3.4.3.5 Mathematical modelling of effects.....	145
3.4.4 Funding research projects.....	145

Summary of main recommendations.....	146
---	------------

Conclusion.....	148
------------------------	------------

References.....	149
------------------------	------------

Annexes.....	164
---------------------	------------

Annex 1 : Decision to create the working group on "weakening, collapse and mortality of bee colonies".....	166
--	-----

Annex 2 : Biological agents pathogenic to the honey bee.....	168
--	-----

Annex 3 : Assessment of risks of plant protection products for bees.....	138
--	-----

Annex 4 : The Anglo-Welsh epidemiological monitoring network.....	206
---	-----

Annex 5 : Survey of Member State bee surveillance programmes and collation of bee population data from the States by EFSA (2008).....	212
---	-----

Annex 6 : Estimation of bee colony losses from professional beekeepers in France during winter 2007/2008, study conducted by CNDA.....	216
--	-----

Liste des tableaux

List of tables

Tableau 1	: Dépérissement, affaiblissement, dépeuplement et effondrement des colonies d'abeilles (schématisation)	29
<i>Table 1</i>	: <i>Die-off, weakening, depopulation and collapse of bee colonies (schematisation)</i>	29
Tableau 2	: Tableau récapitulatif des principaux agents biologiques pathogènes de l'abeille (prédateurs, parasites, champignon et bactéries, à l'exclusion des virus), classés par ordre de taille	33
<i>Table 2</i>	: <i>Synoptic table of the main biological pathogens for bees (predators, parasites, fungi and bacteria, excluding viruses), ranked in order of size</i>	33
Tableau 3	: Les douze principaux virus de l'abeille (classés par ordre alphabétique des abréviations de leur nomenclature anglaise): l'historique de leur découverte, les particularités démontrées en infection expérimentale, leur association avec d'autres agents pathogènes ainsi que l'impact supposé ou démontré de la virose sur la santé des colonies et les symptômes décrits sur les ruchers	37
<i>Table 3</i>	: <i>The main twelve bee viruses (ranked in alphabetical order): the history of their discovery, their specific characteristics demonstrated in experimentally-induced infections, their link with other pathogens, along with the assumed or demonstrated impact of the viral disease on colony health and symptoms described in apiaries</i>	37
Tableau 4	: Teneur en protéines brutes de différents pollens	56
<i>Table 4</i>	: <i>Raw protein content of different pollens</i>	56
Tableau 5	: Statistiques européennes concernant le nombre de ruches, d'apiculteurs et le taux de mortalité des colonies d'abeilles pour les années 2006 et 2007.....	70
<i>Table 5</i>	: <i>European statistics concerning the number of hives, beekeepers and mortality rate of bee colonies for 2006 and 2007</i>	70
Tableau 6	: Nombre de ruches et d'apiculteurs en 1994 et en 2004 en France métropolitaine (DOM et TOM non compris)	71
<i>Table 6</i>	: <i>Number of hives and beekeepers in 1994 and 2004 in mainland France (French overseas départements and territories not included)</i>	71
Tableau 7	: Nombre et pourcentage du nombre d'apiculteurs en fonction du nombre de ruches possédées, en France métropolitaine (pour un nombre total d'apiculteurs de 68 263*).....	71
<i>Table 7</i>	: <i>Number and percentage of beekeepers depending on number of owned hives, in mainland France (for a total number of beekeepers of 68,263*)</i>	71
Tableau 8	: Rendement moyen de la production de miel pour les années 1996 et 2004, en fonction du nombre de ruches conduites	73
<i>Table 8</i>	: <i>Average yield of honey production for 1996 and 2004, depending on the number of hives managed</i>	73
Tableau 9	: Mortalité hivernale de colonies d'abeilles enregistrée dans des ruchers de différents départements début 2008 (tableau non exhaustif, ne tenant compte que des appels reçus au laboratoire de l'Afssa - Sophia-Antipolis).....	75
<i>Table 9</i>	: <i>Winter mortality of bee colonies recorded in apiaries in different départements in early 2008 (the Table is not exhaustive and only takes account of calls received at Afssa's Sophia-Antipolis laboratory)</i>	75

Tableau 10	: Prévalence des maladies des abeilles (en % par rapport au nombre de visites réalisées) d'après les bilans annuels du ministère de l'Agriculture et de la Pêche (MAP).....	78
Table 10	: <i>Prevalence of bee diseases (in % compared with number of visits carried out) according to the annual reports of the French Ministry of Agriculture and Fisheries.....</i>	78
Tableau 11	: Enquêtes conduites par le Centre national d'études vétérinaires et alimentaires (CNEVA) puis par l'Afssa Sophia-Antipolis en réponse aux affaiblissements, effondrements et à la mortalité de colonies constatés sur le terrain	80
Table 11	: <i>Studies conducted by the French Centre for Veterinary and Food Research (CNEVA) and then by Afssa's Sophia-Antipolis laboratory in response to the colony weakening, collapses and mortality observed in the field</i>	81
Tableau 12	: Résultats des enquêtes conduites en 1987-1988, 1999-2000, 2005-2006, 2007-2008 relatives aux maladies du couvain et des abeilles adultes	81
Table 12	: <i>Results of studies conducted in 1987-88, 1999-2000, 2005-06 and 2007-08 on brood and adult bee diseases</i>	81
Tableau 13	: Teneurs moyennes ($\mu\text{g}/\text{kg}$) des résidus de pesticides dans les échantillons collectés durant l'enquête multifactorielle prospective de l'Afssa (enquête 2002-2005).....	86
Table 13	: <i>Average pesticide residue levels ($\mu\text{g}/\text{kg}$) in the samples collected during Afssa's multi-factor prospective study (2002-2005 study).....</i>	86
Tableau 14	: Comparaison entre les teneurs moyennes ($\mu\text{g}/\text{abeille}$) et les DL50 orales et topiques (O: DL50 orale; T: DL50 topique)	87
Table 14	: <i>Comparison between average levels ($\mu\text{g}/\text{bee}$) and oral and topical LD50s (O = oral LD50; T = topical LD50)</i>	87
Tableau 15	: Toxicité de divers insecticides pour l'abeille domestique, mesurée au laboratoire (DL50) et au champ, doses d'emploi typiques de ces produits et quotients de risque correspondants.....	199
Table 15	: <i>Toxicity of various insecticides for the honey bee measured in the laboratory (LD50) and field, typical doses of these products and corresponding hazard quotients.....</i>	199

Liste des figures

List of figures

Figure 1 : Population théorique moyenne d'abeilles par ruche, selon la saison, en climat tempéré	25
<i>Figure 1 : Mean theoretical bee population per hive, according to the season, in temperate regions</i>	<i>25</i>
Figure 2 : Facteurs influençant l'évolution d'une colonie.....	27
<i>Figure 2 : Factors influencing the evolution of a colony</i>	<i>27</i>
Figure 3 : Organisation des structures administratives et de leurs agents, responsables de la surveillance et de la gestion de la filière apicole française	100
<i>Figure 3 : Organisation of the administrative structures and their officers responsible for monitoring and managing the French beekeeping sector.....</i>	<i>101</i>
Figure 4 : Représentation schématique des différentes structures intervenant dans le domaine sanitaire de la filière apicole	110
<i>Figure 4 : Diagram of the different structures involved in beekeeping sector health.....</i>	<i>111</i>
Figure 5 : Maillage géographique des diplômés du DIE à l'issue de la session 2007-2008.....	114
<i>Figure 5 : Geographical network of DIE graduates following the 2007-2008 session</i>	<i>114</i>
Figure 6 : Représentation schématique de l'organisation d'un réseau d'épidémiosurveillance apicole	127
<i>Figure 6 : Diagram of the organisation of the bee epidemiological monitoring network</i>	<i>127</i>
Figure 7 : Écosystèmes et milieux concernés par l'évaluation des risques provoqués par les produits phytopharmaceutiques pour l'environnement	192
<i>Figure 7 : Ecosystems and environments affected by the assessment of the environmental risks of plant protection products</i>	<i>192</i>
Figure 8 : Modalités d'exposition des abeilles aux produits phytopharmaceutiques utilisés en pulvérisation et en traitement de sol ou de semences	195
<i>Figure 8 : Means of exposure of bees to plant protection products used by spraying and in ground or seed treatments.....</i>	<i>195</i>
Figure 9 : Illustration d'un essai d'écotoxicité pour l'abeille mis en place au champ. Le protocole impose deux à dix parcelles dont l'historique en termes de traitements phytopharmaceutiques est connu	196
<i>Figure 9 : Use of an ecotoxicity study for the bee placed in the field. The protocol requires two to ten plots of land with a known past history of plant protection treatments.....</i>	<i>196</i>
Figure 10: Schéma d'évaluation des risques pour les abeilles dans le cas de produits appliqués par pulvérisation	198
<i>Figure 10 : Plan of risk assessment for bees for spray products.....</i>	<i>198</i>
Figure 11 : Distribution cumulée des valeurs de DL50 orales des substances actives, tous modes d'action confondus (n= 243)	201
<i>Figure 11 : Cumulative distribution of oral LD50 values of active substances, all methods of action combined (n= 243)</i>	<i>201</i>
Figure 12 : Carte des régions anglaises et galloises appartenant au réseau d'épidémiosurveillance du CSL et champs d'activité de « l'unité nationale de l'abeille » (National Bee Unit)	207
<i>Figure 12 : Map of English and Welsh regions belonging to the CSL epidemiological monitoring network and the scope of the "National Bee Unit"</i>	<i>207</i>
Figure 13 : Le réseau d'épidémiosurveillance repose sur un système d'information géographique (Geographical information system).....	209
<i>Figure 13 : The epidemiological monitoring network is based on the geographical information system</i>	<i>209</i>
Figure 14 : Exemples de cartes numériques interactives émises par le réseau d'épidémiosurveillance anglo-gallois	211
<i>Figure 14 : Example of interactive digital maps produced by the Anglo-Welsh epidemiological monitoring network</i>	<i>211</i>

Liste des sigles *List of abbreviations*

- ABPV** *Acute Bee Paralysis Virus / Virus de la paralysie aiguë de l'abeille*
- ACTA** *Association de coordination technique agricole / Association for the coordination of agricultural methods*
- ADA** *Association pour le développement de l'apiculture / Association for the development of beekeeping*
- AESA** *Autorité européenne de sécurité alimentaire / European Food Safety Authority (EFSA)*
- Afssa** *Agence française de sécurité sanitaire des aliments / French Food Safety Agency*
- AMM** *Autorisation de mise sur le marché / Marketing autorisation (MA)*
- ANR** *Agence nationale de la recherche / French Research Agency*
- ASA** *Agent sanitaire apicole / Bee Health Officer (BHO)*
- BHO** *Bee Health Officer / Agent sanitaire apicole (ASA)*
- BVX** *Bee Virus X / Virus X de l'abeille*
- BVY** *Bee Virus Y / Virus Y de l'abeille*
- BQCV** *Black Queen Cell Virus / Virus de la cellule royale noire*
- CBPV** *Chronic Bee Paralysis Virus / Virus de la paralysie chronique de l'abeille*
- CAD** *Contagious animal disease / Maladie animale réputée contagieuse (MARC)*
- CCD** *Colony Collapse Disorder / Syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles*
- CES SA** *Comité d'experts spécialisé en santé animale*
- CNDA** *Centre national de développement apicole / National Centre for Bee Development*
- CNEVA** *Centre national d'études vétérinaires et alimentaires / National Centre for Veterinary and Food Studies*
- CNRS** *Centre national de la recherche scientifique / National Centre for Scientific Research*
- CST** *Comité scientifique et technique*
- CWV** *Cloudy Wing Virus / Virus des ailes nuageuses*
- DDSV** *Direction départementale des services vétérinaires / Département [County] Directorate of Veterinary Services*
- DERNS** *Direction d'évaluation des risques nutritionnels et sanitaires, Afssa / Directorate for the assessment of Nutritional and Health Risks, Afssa*
- DiVE** *Direction du végétal et de l'environnement, Afssa / Directorate for Plants and Environment, Afssa*
- DGAI** *Direction générale de l'alimentation / Directorate General for Food*
- DWV** *Deformed Wings Virus / Virus des ailes déformées*
- EAGGF** *European Agricultural Guidance and Guarantee Fund*
- EFSA** *European Food Safety Authority / Autorité européenne de sécurité alimentaire (AESA)*
- EMA** *European Medicines Agency / Agence européenne des médicaments*
- EMP** *Enquête multifactorielle prospective*
- ENV** *École nationale vétérinaire / National Veterinary School*
- FOGA** *Fonds européens d'orientation et de garantie agricole*
- FPRD** *European Framework Programme for Research & Development / Programme cadre de recherche et de développement européen (PCRD)*
- FNOSAD** *Fédération nationale des organisations sanitaires apicoles départementales / National Federation of département bee health organisations*
- FV** *Filamentous virus / Virus filamenteux*
- GDSA** *Groupement de défense sanitaire apicole / Bee health protection group*
- ICPBR** *International Commission for Plant-Bee Relationships / Commission internationale pour l'étude des relations abeilles et plantes*
- INRA** *Institut national de la recherche agronomique / National Institute for Agricultural Research*
- IAPV** *Israeli Acute Paralysis Virus / Isolat Israélien du virus de la paralysie aiguë de l'abeille*
- KBV** *Khasmir Bee Virus / Virus du Cachemire*

- LMR** Limite maximale de résidus / *Maximum residue limit (MRL)*
- MA** *Marketing autorisation* / Autorisation de mise sur le marché (AMM)
- MADO** Maladie animale à déclaration obligatoire
- MARC** Maladie animale réputée contagieuse / *Contagious animal disease (CAD)*
- MPS** *Multifactor prospective survey*
- MRL** *Maximum residue limit* / Limite maximale de résidus (MRL)
- NAD** *Notifiable animal disease*
- OIE** Organisation mondiale de la santé animale / *World Organisation for Animal Health*
- PCRD** Programme cadre de recherche et de développement européen / *European Framework Programme for Research & Development (FPRD)*
- PSE** Plan sanitaire d'élevage / *Farm Health Plan*
- Résan** Réseau d'épidémiologie apicole nationale / *French national bee epidemiological surveillance network*
- SBPV** *Slow Bee Paralysis Virus* / Virus de la paralysie lente
- SBV** *SacBrood Virus* / Virus du couvain sacciforme
- SDQPV** Sous-direction de la qualité et de la protection des végétaux / *Sub-Directorate for plant quality and protection*
- SDSPA** Sous-direction de la santé et de la protection animales / *Sub-Directorate for animal health and welfare*
- SRPV** Service régional de la protection des végétaux / *Regional Department for Plant Protection*

Depuis plusieurs dizaines d'années, une diminution notoire des populations de pollinisateurs a été signalée dans de nombreux pays par les professionnels et les scientifiques. L'enjeu économique et écologique représenté par la perte de ces individus a déterminé la mise en œuvre de nombreuses études sur le sujet. Plusieurs hypothèses de facteurs de risques ont été avancées pour tenter d'expliquer ce phénomène. En France, notamment, les apiculteurs ont alerté les pouvoirs publics quant à un effet potentiel de certains traitements phytopharmaceutiques à usage agricole sur la vitalité des colonies d'abeilles domestiques (*Apis mellifera*), entraînant la décision par le Ministre de l'agriculture, via l'application du principe de précaution, de la suspension d'autorisation d'utilisation de certains d'entre eux.

Dans une première partie du rapport, le recensement des causes de morbidité et de mortalité des abeilles a été effectué.

L'étude quasi exhaustive des investigations scientifiques françaises et européennes conduites sur le sujet a prouvé, en premier lieu, la nécessité de proposer l'usage d'un vocabulaire standardisé, préliminaire indispensable à la comparabilité des résultats recueillis dans ces enquêtes. Seuls les termes de mortalité et de morbidité de colonies d'abeilles peuvent être pris en considération comme critère d'évaluation quantifiable du phénomène étudié ; les termes de dépérissement, dépopulation, affaiblissement, dépendants de l'interprétation de chacun, ne permettent pas de comparaison effective des effets observés.

L'analyse de ces différentes études a montré un nombre important de causes de mortalité de colonies d'abeilles aujourd'hui connues et recensées et pouvant être classées en cinq catégories. Ce sont :

- des agents biologiques (prédateurs, parasites, champignons, bactéries et virus, dont certains interagissent, par exemple *Varroa destructor* et certains virus) ;
- des agents chimiques (le catalogue des produits phytopharmaceutiques dénombre aujourd'hui 5 000 produits commerciaux dont l'utilisation selon des méthodes non autorisées est susceptible de provoquer des dommages irréversibles sur les colonies d'abeilles) ;

*Over the last few decades, a marked reduction in pollinator populations has been reported in a number of countries by professionals and scientists. The economic and ecological stakes represented by the loss of these individuals have led to numerous studies being commissioned on the subject. Several risk factor hypotheses have been put forward to attempt to explain the phenomenon. In France, in particular, beekeepers alerted the public authorities about a potential effect of certain plant protection products used in agriculture on the vitality of honey bee (*Apis mellifera*) colonies, leading the Minister of Agriculture to apply a precautionary principle and suspend the authorisation to use some of these products.*

In the first part of the report, the causes of bee morbidity and mortality are identified.

An almost exhaustive study of French and European investigations carried out on the subject first of all demonstrated the need to propose the use of standardised vocabulary, an essential prerequisite to be able to compare the results collected in these surveys. Only the terms of bee colony mortality and morbidity can be taken into account as quantifiable assessment criteria for the phenomenon studied; the terms die-off, depopulation and weakening, which are dependent on the subjective interpretation of individuals, do not enable effective comparison of the effects observed.

Analysis of these different studies has revealed a large number of known and identified causes of bee mortality today, which can be placed into five categories. These are:

- *biological agents (predators, parasites, fungi, bacteria and viruses, some of which interact with one another, for example *Varroa destructor* and certain viruses);*
- *chemical agents (the list of plant protection products available today includes 5,000 marketed products, the unauthorised or incorrect use of which may cause irreversible damage to bee colonies);*

- l'environnement (et plus particulièrement la diminution de la biodiversité liée à l'agriculture intensive ayant pour conséquence un manque de disponibilité en plantes pollinifères et mellifères et une exploitation de ressources polliniques de moindre valeur, etc.);
- les pratiques apicoles (de la tenue du rucher dépend son état sanitaire);
- d'autres causes (en l'absence de diagnostic étiologique, de nombreux cas de mortalité restent à ce jour d'origine indéterminée).

Une grande diversité de facteurs, intervenant de façon isolée ou simultanée, est donc susceptible de provoquer une morbidité ou une mortalité anormale de colonies d'abeilles parfois nommées affaiblissements, effondrements, etc.

Le diagnostic de certains d'entre eux est aujourd'hui réalisé en routine (notamment pour de nombreux agents biologiques et chimiques). Cependant, pour d'autres, d'une part, leur effet est difficile à démontrer (effet de l'environnement nutritif, de facteurs climatiques, de certains produits phytopharmaceutiques, certaines infections virales, etc.) et, d'autre part, l'effet synergique ou cumulé de l'action de plusieurs d'entre eux reste, à ce jour, malgré les études en cours, encore peu connu.

Dans une deuxième partie du rapport, une tentative de hiérarchisation des causes de mortalité des colonies d'abeilles en France a été tentée.

- Une enquête mise en œuvre par l'Autorité européenne de sécurité alimentaire a permis de dénombrer, sur treize États ayant renseigné la donnée de taux de mortalité annuel pour les années 2006 et 2007, que neuf d'entre eux ont déclaré une mortalité supérieure à 10 % de leurs colonies d'abeilles.

En France, les statistiques nationales ne permettent pas, à ce jour, de chiffrer précisément un phénomène de surmortalité touchant les ruchers du territoire national.

Les études scientifiques conduites lors de déclarations de **mortalité hivernale** ont montré l'importance des agents infectieux dans ce type de mortalité. L'acarien *Varroa destructor* ainsi que les méthodes de lutte peu efficaces contre cet agent pathogène apparaissent comme un facteur de risque majeur de mortalité hivernale des colonies d'abeilles. D'autres agents pathogènes biologiques tels que certains virus (CBPV), *Nosema* sp., *Paenibacillus larvae*, etc. participent également à l'élévation du taux de mortalité constaté dans certains ruchers.

- *the environment (and, more specifically, the decrease in biodiversity linked to intensive farming methods, leading to a lack of availability of pollen and nectar-producing plants and the use of poorer-quality pollen resources, etc.);*
- *beekeeping practices (an apiary's health depends on its management);*
- *other causes (in the absence of an aetiological diagnosis, the cause of numerous cases of mortality is still undetermined today).*

A broad range of very diverse factors, acting either individually or simultaneously, may therefore cause abnormal morbidity or mortality in bee colonies, this sometimes being termed weakening or collapse, etc. Nowadays, diagnosis of some of these factors is routine (this is notably the case for numerous biological and chemical agents). However, for others, it is, first of all, difficult to demonstrate their effect (effect of the nutrient environment, of climatic factors, of certain plant protection products or viral infections, etc.) and, secondly, the synergetic or cumulative effect of several of these is still unclear, despite ongoing studies.

In the second part of the report, an attempt is made to rank the causes of bee colony mortality in France.

- *A survey carried out by the European Food Safety Authority (EFSA) revealed that out of thirteen countries indicating the annual mortality rate for 2006 and 2007, nine of them declared a mortality rate of more than 10% for their bee colonies.*

In France, the national statistics do not allow to accurately quantify a phenomenon of excess mortality affecting the apiaries for the time being.

*The scientific studies conducted following **winter mortality** declarations have demonstrated the importance of infectious agents in this type of mortality. The Varroa destructor mite and the relatively ineffective methods available to control this pathogen appear to be a major risk factor for winter mortality in honey bee colonies. Other biological pathogens, such as some viruses (CBPV), Nosema sp., Paenibacillus larvae, etc., also play a role in the increasing mortality rate observed in certain apiaries.*

Pour certains cas de mortalité aiguë, apparemment rares, survenant durant la **saison estivale**, des intoxications peuvent être diagnostiquées, dues le plus fréquemment à un mésusage agricole de certains produits phytopharmaceutiques. Par ailleurs, il n'est pas possible, à l'heure actuelle, de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse qu'une exposition chronique des colonies d'abeilles à certains de ces produits puisse jouer un rôle direct ou d'adjuvant vis-à-vis de certains agents pathogènes biologiques connus.

La surveillance conduite par les pouvoirs publics s'exerce exclusivement sur les maladies animales réputées contagieuses (MARC) dont relèvent, pour la filière apicole française, la nosémose et la loque américaine. Compte tenu de la diversité des agents infectieux potentiellement cause de mortalité, les données publiques ne sont, en conséquence, que parcellaires sur le sujet. Le fonctionnement du réseau de surveillance des troubles sanitaires des abeilles, également dépendant des services administratifs de l'État, souffre d'un manque de déclarations de la part des apiculteurs et de difficultés dans son fonctionnement, qui ne permettent pas, aujourd'hui, l'émission de données exploitables dans ce rapport. Une révision de l'organisation des modalités de collecte et d'analyse des données sanitaires de la filière apicole française est donc jugée nécessaire.

- Une nette carence de traitements médicamenteux dans la lutte contre les principaux agents infectieux sévissant actuellement en France a été notée. À ce jour, seuls trois médicaments disposant d'une autorisation de mise sur le marché sont disponibles dans la lutte contre *Varroa destructor*. Un seul semble garantir d'une efficacité réelle contre ce parasite et les résistances que celui-ci a développées contre plusieurs molécules actives rendent particulièrement difficile son élimination. Il faut souligner l'absence totale de traitement utilisable dans la lutte contre l'ensemble des autres agents pathogènes biologiques connus, tous facteurs de mortalité des colonies d'abeilles confondus, y compris les deux agents de MARC françaises (nosémose et loque américaine).

*For some cases of acute mortality – apparently rare – occurring during the **summer season**, poisoning may be diagnosed, usually due to agricultural misuse of certain plant protection products. Furthermore, it is not currently possible to confirm or refute the hypothesis that chronic exposure of bee colonies to some of these products may play a direct or adjuvant role with respect to certain known biological pathogens.*

Surveillance carried out by the public authorities focuses exclusively on notifiable animal diseases (NDs), which, for the French beekeeping industry, means nosemosis and American foulbrood. Given the diversity of infectious agents that can potentially cause mortality, public data on the subject is, consequently, fragmented. The operation of the surveillance network for bee health disorders, which is also dependent on the State's administrative departments, suffers from a lack of declarations by beekeepers along with operational difficulties, meaning that it is not, at present, possible to issue analysable data in this report. A review of the organisation of the system for collecting and analysing health data in the French beekeeping industry is therefore considered necessary.

- *A marked deficiency in drug treatments to control the main infectious agents currently rife in France was observed. To date, only three medicinal products with a marketing authorisation are available to control *Varroa destructor*. Only one of these seems to be genuinely effective against the parasite, which has developed resistance against several active substances, making it particularly difficult to eliminate. It is necessary to highlight the total absence of any treatment that can be used to control any of the other known biological agents, all bee colony mortality factors taken together, including the two agents for CADs in France (nosemosis and American foulbrood).*

Dans la troisième partie du rapport, au terme de l'analyse des données françaises disponibles sur la mortalité des colonies d'abeilles, le groupe de travail a émis des recommandations :

1/ visant l'amélioration de la situation apicole par :

- **la création d'un réseau d'épidémiosurveillance** fonctionnant en continu ;
- **la création d'un institut technique apicole**, organisme favorisant les échanges entre les représentants de l'interprofession du miel. Cet organisme serait garant d'une entente des éleveurs autour de projets communs, nécessaire à la réalisation sur le terrain des projets d'avenir pour la filière. La création d'un statut réglementé d'éleveur pourrait également favoriser la cohésion entre ces derniers ;
- **la réorganisation du système administratif** via la mise en place d'agents sanitaires publics au niveau régional dont le niveau de connaissance serait maintenu élevé ; une standardisation et une augmentation du nombre des visites sanitaires aléatoires ; une réactivation, au besoin, du réseau sanitaire des troubles des abeilles ;
- la mise en œuvre de **mesures coercitives visant le respect de la réglementation** en vigueur par tous les acteurs du secteur apicole ;
- **la participation des organisations sanitaires de la filière à certaines demandes de l'État** afin d'en faciliter la réalisation (recensement des ruches françaises dans un but strictement sanitaire, organisation de prophylaxies collectives contre certains agents pathogènes, etc.).

2/ concernant **la recherche appliquée** et visant à l'amélioration :

- de la lutte contre les agents pathogènes de l'abeille domestique par :
 - la mise sur le marché de nouveaux médicaments,
 - le développement de méthodes diagnostiques pour le plus grand nombre possible de causes de mortalité, tant par l'identification des différents agents pathogènes sur les abeilles malades que par l'identification des effets de ces causes sur les organismes atteints (modification de l'expression de certains gènes) ;
- des connaissances en zootechnie apicole par la réalisation d'une grille d'évaluation de référence permettant d'apprécier la force d'une colonie selon une méthode standardisée ;

In the third part of the report, after an analysis of the French data available concerning bee colony mortality, the working group issued a number of recommendations:

1/ aimed at improving the bee situation by:

- **the creation of an epidemiological surveillance network** that operates continuously;
- **the creation of a technical beekeeping institute**, a body fostering exchange between representatives of the beekeeping professions. This body would encourage beekeepers to pool their efforts and focus on joint projects, necessary for implementation of future projects in the field for the industry. The creation of a regulated beekeeper status could also foster cohesion;
- **reorganisation of the administrative system** via the introduction of public health officers on a regional level, with a consistently high level of knowledge: standardisation and increased frequency of random health inspection visits; reactivation, if necessary, of the bee disease health network;
- the introduction of **coercive measures aimed at ensuring compliance with the regulations** in force by all bee sector stakeholders;
- **participation of the industry's health organisations in certain formalities required by the State** in order to facilitate their application (census of French apiaries for strictly health-related purposes, organisation of collective preventive measures against certain pathogens, etc.).

2/ concerning **applied research** and aimed at improving:

- the control of pathogens in domestic bees through:
 - the marketing of new medicinal products,
 - the development of diagnostic methods for the greatest possible number of mortality causes, both by identification of the various pathogens on diseased bees and by identification of the effects of these causes on the organisms affected (modification of the expression of certain genes);
- knowledge of bee breeding via the production of a reference assessment grid used to assess the strength of a colony using a standardised method;

- de la compréhension de l'étiologie multifactorielle des troubles constatés dans les colonies d'abeilles par le perfectionnement des connaissances relatives à :
 - l'évaluation de l'exposition des colonies d'abeilles aux pesticides,
 - l'évaluation de l'impact des pesticides et des agents pathogènes sur l'organisme « abeille » et sur les colonies d'abeilles,
 - l'évaluation des ressources nutritives naturelles disponibles,
 - la validation de marqueurs de stress.

La capacité d'extrapoler des résultats expérimentaux obtenus à titre individuel (abeille) à une colonie d'abeilles en milieu naturel reste une des difficultés majeures de la recherche en apidologie qu'il conviendra de surmonter pour l'obtention de diagnostics fiables.

- *understanding of the multifactorial aetiology of the problems observed in bee colonies by furthering knowledge on:*
 - *evaluation of bee colony exposure to pesticides,*
 - *evaluation of the impact of pesticides and pathogens on the "bee" organism and on bee colonies,*
 - *assessment of natural nutrient resources available,*
 - *validation of stress markers.*

The capacity to extrapolate experimental results obtained for an individual (bee) to a bee colony in its natural environment remains one of the major difficulties in the field of bee science research, and one which needs to be overcome if we are to make reliable diagnoses.

L'environnement et l'agriculture sont tributaires de nombreuses et diverses espèces pollinisatrices, dont 20 000 espèces d'abeilles⁽¹⁾ dans le monde (environ 850 en France), qui contribuent à la survie et à l'évolution de plus de 80 % des espèces végétales. Dans ce rapport, sauf mention contraire, il ne sera question que de l'abeille domestique (*Apis mellifera*). La valeur annuelle, mondiale, de ce service écologique, serait supérieure à une centaine de milliards de dollars.

Mais, dans de nombreux pays industrialisés, les populations de ces pollinisateurs connaissent, depuis une cinquantaine d'années, un déclin qui semble s'accélérer (Decourtye, 2006), préoccupant tant au plan écologique qu'économique en raison des pertes de productions végétales qu'il engendre d'une part, et de l'atteinte à la biodiversité d'autre part.

Ainsi, des pertes d'abeilles domestiques et de colonies d'abeilles domestiques ont été décrites dans les revues apicoles anciennes, depuis que l'apiculture a évolué de la ruche traditionnelle à la ruche à cadre. L'étude bibliographique des témoignages des apiculteurs, avant l'utilisation des produits de synthèse en agriculture, montre que 23 % d'entre eux en 1894 (Revue internationale d'apiculture, année 1894) et 69 % d'entre eux en 1926 (Revue l'Apiculteur, année 1926) étaient consacrés à la mention de récoltes de miel considérées anormalement basses, le plus souvent expliquées par des conditions météorologiques défavorables. Un nombre important d'articles était alors consacré aux maladies des abeilles et du couvain ainsi qu'à leur contrôle.

À partir de 1998, plusieurs témoignages et articles de presse ont rapporté un affaiblissement et une mortalité apparemment inhabituels de colonies d'abeilles en France (Tardieu, 1998; Cougard, 1999; Bernard, 2000; Maus *et al.*, 2003). La profession apicole a estimé à 22 % la baisse de production nationale de miel entre les années 1995 et 2001 (Hopquin, 2002).

The environment and agriculture are dependent on a large number of diverse pollinator species, including 20,000 different bee(i) species around the world (around 850 in France), which contribute to the survival and evolution of more than 80% of all plant species. In this report, unless indicated otherwise, we are referring to honey bees (Apis mellifera). The annual economic value worldwide for the ecological service they provide is believed to amount to more than a hundred billion dollars.

But for the last fifty or so years, populations of these pollinators have been declining in a number of industrialised countries, with the trend appearing to be accelerating (Decourtye, 2006), raising ecological and economic concerns due to the resulting loss of plant production, on the one hand, and the effect this has on biodiversity, on the other.

Accordingly, honey bee and honey bee colony losses have long been reported in beekeeping journals, since the time that beekeeping moved on from traditional hives to frame hives. A bibliographic study of the accounts of beekeepers prior to the use of synthetic products in agriculture demonstrates that 23% of them in 1894 (Revue internationale d'apiculture, 1894) and 69% of them in 1926 (Apiculteur journal, 1926) indicated honey harvests considered to be abnormally low, usually explained by unfavourable weather conditions. A large number of articles at the time focused on bee and brood diseases and their control.

*From 1998 onwards, several accounts and press articles began to report an apparently unusual weakening and mortality of bee colonies in France (Tardieu, 1998; Cougard, 1999; Bernard, 2000; Maus *et al.*, 2003). The beekeeping profession estimated that there was a 22% drop in honey production nationally between 1995 and 2001 (Hopquin, 2002).*

(1) Abeilles : insectes hyménoptères de la famille des apidés.

(1) Bees: Hymenoptera belonging to the Apidae family.

Une mortalité similaire de colonies d'abeilles, ayant pour conséquence un impact sur le rendement en miel, a été constatée dans la plupart des pays européens et plus particulièrement, en Belgique, en Suisse, en Allemagne, en Angleterre, aux Pays-Bas, en Italie et en Espagne.

Les publications scientifiques font état d'une mortalité atteignant, dans les cas extrêmes, 90 % voire 100 % du cheptel lors de la reprise d'activité, en fin d'hiver/début du printemps (Faucon *et al.*, 2002; Faucon, 2006).

En juillet 2008, le réseau d'épidémiologie anglo-gallois fait état d'un taux de mortalité des colonies d'abeilles atteignant 24,2 % et prévoit, pour l'ensemble de l'année 2008, un taux supérieur à celui des années précédentes (AES, 2008).

Ces affaiblissements et pertes de colonies sont signalés, en France, principalement mais non exclusivement, dans les zones de grandes cultures agricoles. La dépopulation constatée dans les ruchers est parfois sévère, limitant la production de miel avec une intensité proportionnelle au manque d'abeilles. Les affaiblissements survenant en fin d'année apicole peuvent également avoir pour conséquence une mortalité hivernale plus fréquemment rapportée.

Dans son environnement, l'abeille est soumise à différents éléments que sont les agents biologiques infectieux (prédateurs, parasites, champignons, bactéries, virus) et les agents non biologiques (toxiques divers, conditions climatiques, contraintes de production, etc.). Si, historiquement, les anomalies apicoles étaient majoritairement mises en relation avec les maladies dues aux agents pathogènes biologiques de l'abeille, plus récemment, la présence d'éléments chimiques dans l'environnement de l'abeille, provoquant potentiellement son intoxication, a été incriminée. Les apiculteurs ont tendance à rapporter à des intoxications :

- les pertes d'abeilles et de colonies constatées lors des semis de tournesols et/ou des floraisons de tournesols et de maïs ;
- les mortalités hivernales, notamment dans les zones de grandes cultures.

Par ailleurs, s'est développée l'opinion selon laquelle, le déclenchement de toute maladie aurait pour origine un contaminant chimique (Molga, 2007; De Vericourt, 2007).

Face à d'importants débats, un approfondissement des connaissances sur la problématique des affaiblissements et de la mortalité des colonies d'abeilles, à partir d'études multifactorielles, est apparu indispensable. Ces études, conduites

*A similar bee colony mortality, with a corresponding impact on honey yields, has been observed in the majority of European countries and, in particular, Belgium, Switzerland, Germany, the UK, the Netherlands, Italy and Spain. Scientific publications report a mortality of up to 90 or even 100% of stock in extreme cases when activity is resumed at the end of winter/start of spring (Faucon *et al.*, 2002; Faucon, 2006).*

In July 2008, the English and Welsh epidemiological surveillance network reported a bee colony mortality rate of up to 24.2% and predicted a higher rate than in previous years for 2008 as a whole (EFSA, 2008).

In France, these colony weakenings and losses are reported mainly, but not exclusively, in major arable farming areas. The depopulation observed in hives is sometimes severe, reducing honey production to an extent proportional to the lack of bees. Weakenings occurring at the end of the beekeeping year can also result in more frequent reports of winter mortality.

Bees are subjected to various elements in their environment, including infectious biological agents (predators, parasites, fungi, bacteria, viruses) and non-biological agents (various toxins, climatic conditions, production constraints, etc.). While, historically, bee abnormalities have predominantly been linked to diseases due to biological agents pathogenic to bees, more recently, the presence of chemical substances in the bees' environment, potentially causing poisoning, have been incriminated. Beekeepers tend to relate the following to poisoning:

- *bee and colony losses observed in the sunflower sowing season and/or during the sunflower and maize flowering season;*
- *winter mortality, especially in major arable farming areas.*

Furthermore, the opinion has gradually developed that all diseases are triggered by a chemical contaminant (Molga, 2007; De Vericourt, 2007).

With considerable debate taking place, it therefore seemed essential to improve our knowledge of the problem of bee colony weakening and mortality, via multifactor studies. These studies, conducted using transparent methods, should provide as objective a view as possible of the interactions between agricultural production and beekeeping.

selon des méthodes transparentes, devaient permettre de dégager une vision, la plus objective possible, des interactions entre les productions (apicole et agricole).

Le Ministre de l'agriculture, de l'alimentation et de la pêche a décidé, pour répondre aux alarmes des apiculteurs face aux affaiblissements massifs des ruchers français que la profession attribue majoritairement à l'utilisation, en agriculture, de semences de tournesol et de maïs enrobées (substances actives: fipronil et imidaclopride), d'appliquer le principe de précaution en suspendant, en janvier 1999, l'utilisation du Gaucho® (imidaclopride) pour le traitement des semences de tournesol, puis en mai 2004, son utilisation pour le traitement des semences de maïs. Fin février 2004, l'utilisation du Régent TS® (fipronil) a été suspendue, pour tout usage agricole.

Par ailleurs, il a créé en 2001 un Comité Scientifique et Technique (CST), chargé de piloter une étude multifactorielle des troubles des abeilles. À ce jour, le CST a rendu public deux rapports intitulés: « *Imidaclopride utilisé en enrobage de semences (Gaucho®) et troubles des abeilles* » et « *Fipronil utilisé en enrobage de semences (Régent TS®) et troubles des abeilles* » (cf. annexe 3 du rapport qui évoque ces travaux, rapports du CST; 2003, 2005).

Afin d'apporter des réponses à la filière apicole française sur la mortalité des colonies d'abeilles et d'en déterminer les causes, et/ou les facteurs de risque associés, il est apparu nécessaire à la Directrice générale de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) de faire procéder à l'analyse de l'ensemble des travaux réalisés sur le sujet et conduire une évaluation scientifique collective à partir des données disponibles.

Elle a proposé, en accord et en lien avec le président du Comité d'experts spécialisé « Santé animale » (CES SA), dans le but d'une approche scientifique et pluridisciplinaire, la formation d'un groupe de travail *ad hoc* chargé:

« 1) α) *de réaliser une analyse critique des données scientifiques et des résultats des travaux de recherche collectés et disponibles à l'échelle nationale et internationale sur les mortalités (incluant les effondrements et les affaiblissements) des colonies d'abeilles;*

β) *d'identifier, s'il est possible, les causes et/ou les facteurs de risque des mortalités (incluant les effondrements, les affaiblissements) des colonies d'abeilles étudiées en France à partir des données disponibles;*

In response to the concerns of beekeepers concerning the large-scale weakening of French apiaries that the profession attributes mainly to the agricultural use of coated sunflower and maize seed (active substances: fipronil and imidacloprid), the French Minister of Agriculture, Food and Fisheries decided to apply a precautionary principle by suspending the use of Gaucho® (imidacloprid) for the treatment of sunflower seed in January 1999, and then its use for the treatment of maize seed in May 2004. At the end of February 2004, the use of Regent TS® (fipronil) was suspended for all agricultural uses.

In addition, a specific Scientific and Technical Committee was created in 2001, charged with leading a multifactor study of bee diseases. So far, this committee has published two reports, entitled: "Imidacloprid used as a seed coating (Gaucho®) and bee disorders" and "Fipronil used as a seed coating (Regent TS®) and bee disorders" (see Annex 3 of the report, for an outline of these studies, reports of the Scientific and Technical Committee; 2003, 2005).

In order to provide the French beekeeping industry with answers regarding the mortality of bee colonies and determine the causes and/or associated risk factors, the Director General of the French Food Safety Agency (Afssa) considered it necessary to carry out an analysis of all the studies conducted on the subject and perform a collective scientific evaluation using the data available.

With the agreement of and in liaison with the chairperson of the Animal Health Scientific Panel, and with the aim of adopting a multidisciplinary scientific approach, she decided to form an ad hoc working group charged with:

“1) α) performing a critical analysis of the scientific data and research results collected and available on a national and international scale concerning bee colony mortality (including collapse and weakening);

β) if possible, identifying the causes and/or risk factors for mortality (including collapse, weakening) of bee colonies studied in France using the available data;

2) d'évaluer le caractère généralisable de ces conclusions à l'ensemble des ruchers en France sur la base des recensements des enregistrements effectués dans les ruchers, par les apiculteurs et des agents sanitaires apicoles : nombre des ruches et ruchers au niveau national, productions, évolution des effectifs des ruches dans le temps, cas déclarés de maladies réputées contagieuses (MRC) et de maladies à déclaration obligatoire (MDO), recensement des intoxications, traitements anti-parasitaires et anti-infectieux utilisés...;

3) d'aboutir à des recommandations :

- sur les enregistrements et plans de surveillance nécessaires à un suivi objectif et quantitatif de l'importance des problèmes;
- sur les travaux complémentaires qu'il serait nécessaire de conduire si une insuffisance de données était révélée dans le cadre de cette auto-saisine;
- sur un éventuel besoin de mise en place de réseaux d'épidémiosurveillance. »

Les membres de ce groupe de travail se sont réunis treize fois, du mois de juin 2007 au mois d'octobre 2008 et ont abouti à la rédaction du présent rapport, synthèse de leurs réflexions, composé de trois grandes parties :

- la première partie correspond à un inventaire, non hiérarchisé, des différentes causes de mortalité des colonies d'abeilles, rencontrées dans la bibliographie dont le groupe a bénéficié. L'objectif de cette partie est d'établir une liste quasi exhaustive de ces causes;
- la deuxième partie, en s'appuyant sur les études multifactorielles prospectives (notamment, françaises et belges), tente d'identifier les principales causes et facteurs de risque des affaiblissements, effondrements et de la mortalité des colonies d'abeilles en France;
- la troisième partie propose des recommandations susceptibles d'améliorer la situation de la filière apicole française.

Ce rapport a été présenté et validé par le Comité d'experts spécialisé « Santé animale » lors de sa séance du 15 octobre 2008, et actualisé en avril 2009.

2) evaluating whether these conclusions can be generally extended to all apiaries in France on the basis of quantitative assessment of recordings made in apiaries by beekeepers and bee health officers: number of hives and apiaries on a national level, production, evolution of hive numbers over time, declared cases of notifiable diseases, identification of poisonings, anti-parasite and anti-infectious agents used, etc.;

3) formulating recommendations:

- on the records and surveillance plans necessary for an objective and quantitative monitoring of the extent of the problems;
- on the need for additional studies if the data are found inadequate in the context of this self-tasking;
- on the potential need to set up an epidemiological surveillance network.”

The members of this working group met thirteen times between June 2007 and October 2008 and their work led to the production of this report, which provides a synopsis of their deliberations, divided into three main parts:

- *the first part corresponds to an unranked list of the various causes of bee colony mortality found in the bibliography used by the group. The aim of this part is to draw up an almost exhaustive list of these causes;*
- *the second part draws on prospective multi-factor studies (in particular French and Belgian ones) to try to identify the main causes and risk factors for bee colony weakening, collapse and mortality in France;*
- *the third part puts forward recommendations that might improve the situation for the French beekeeping industry.*

This report was submitted to and validated by the Animal Health Scientific Panel at its session on 15 October 2008, and updated in April 2009.

1. Inventaire des causes de mortalité des colonies d'abeilles

1. List of causes of bee colony mortality

Avant de proposer un inventaire des causes de mortalité connues de colonies d'abeilles, classées par catégorie de facteurs de risque, il semble nécessaire de rappeler quelques définitions, relatives à l'état de normalité d'une colonie d'abeilles et les différents états d'anormalité ou pathologiques des abeilles.

1.1 Rappel de définitions

En préambule à la caractérisation et à la définition de l'anormalité, il convient de rappeler ce qu'est une colonie d'abeilles « normale » et, en particulier, quelle est l'évolution naturelle de la densité de population des abeilles d'une ruche au cours du temps.

1.1.1 État de la normalité⁽²⁾

L'abeille domestique (*Apis mellifera*) est une espèce animale vivant en colonie. Pour cette espèce, contrairement aux autres espèces animales domestiques, la santé et les maladies s'apprécient essentiellement au niveau de la colonie et non pas de chaque individu.

1.1.1.1 Composition d'une colonie d'abeilles

La colonie peut-être assimilée à une très grande famille dans laquelle frères et sœurs entourent leur mère et entretiennent des relations de travail, qui maintiennent dans une société complexe une structure permettant la survie indéfinie du groupe alors que les individus n'ont qu'une vie éphémère. Une colonie d'abeilles domestiques compte de 40 000 à 60 000 individus durant la belle saison et chute à 15 000 voire 5 000 en hiver (cf. figure 1). Chaque colonie est composée de :

- trois castes d'abeilles adultes : une reine, des ouvrières et des mâles ou faux-bourçons ;
- du couvain : ensemble des œufs, des larves et des nymphes des abeilles.

In order to list the known causes of bee colony mortality, sorted by risk factor category, it would appear necessary to first provide a reminder of a few definitions relating to the normal situation for a bee colony and the various abnormal or pathological states of bees.

1.1 Reminder of definitions

Before characterising and defining abnormality, it is first necessary to remind ourselves what a "normal" bee colony is and, in particular, how the population density of a bee hive naturally evolves over time.

1.1.1 State of normality⁽²⁾

*The honey bee (*Apis mellifera*) is an animal species that lives in a colony. For this species, unlike other domestic animal species, health and diseases are mainly assessed on the basis of the colony, and not on an individual level.*

1.1.1.1 Composition of a bee colony

The colony can be considered a very large family in which the brothers and sisters surround their mother and work together as a community, maintaining, within a complex society, a structure permitting the indefinite survival of the group, whereas the individuals have only a short life-span. A honey bee colony boasts 40,000 to 60,000 individuals during the warm season, with the number falling to 15,000 or even 5,000 in winter (see Figure 1). Each colony is made up of:

- *three castes of adult bees: a queen, her female workers and the males, or drones;*
- *the brood: all the eggs, larvae and pupae in the hive.*

(2) Normalité : état de ce qui est normal. Dictionnaire Petit Robert (2007) édition 2007.

(2) Normality: the state of being normal (Cambridge dictionary, 3rd edition).

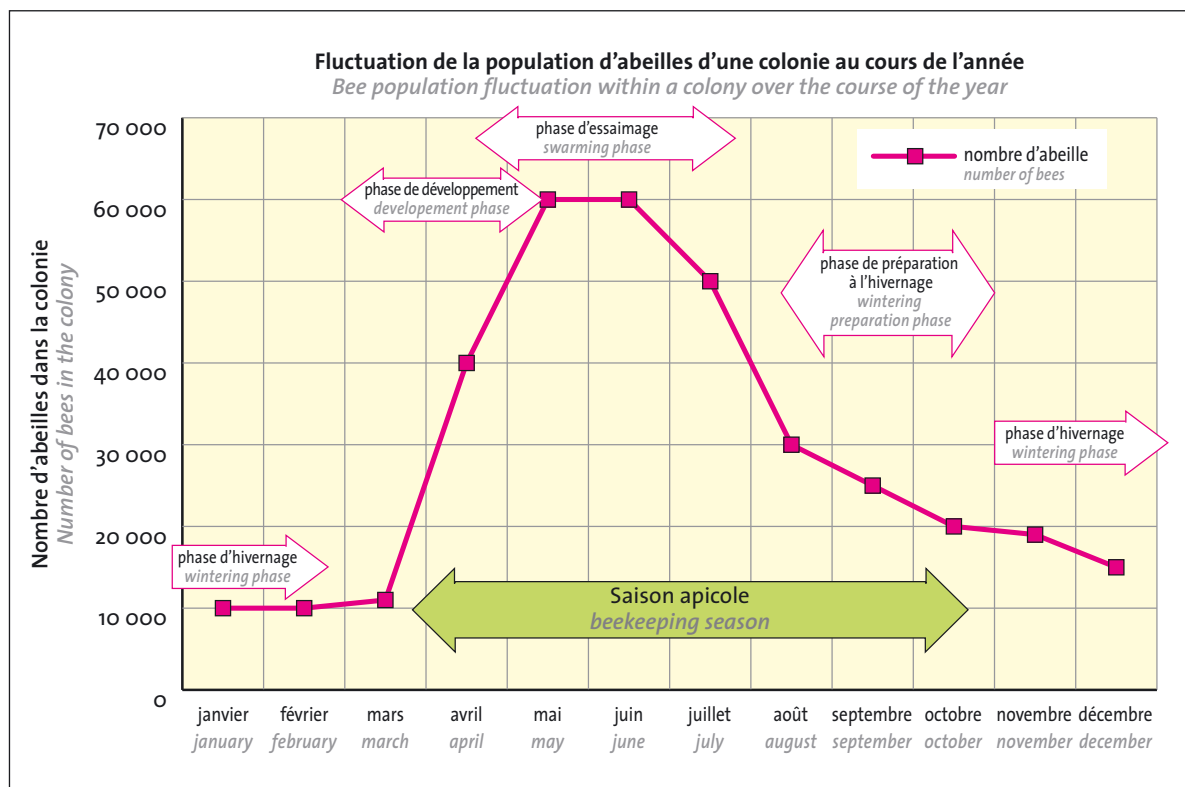
La colonie s'organise dans le temps et l'espace afin de subvenir aux besoins des individus qui la constituent et chacun d'eux participe activement à la vie collective :

- **la reine**, seule femelle fertile de la colonie, est unique; totalement dépourvue des organes spécialisés qui caractérisent les ouvrières, elle ne peut récolter elle-même sa nourriture (qui lui est fournie par les ouvrières). Seule la reine pond des œufs susceptibles de générer une descendance pour assurer la pérennité de la colonie;
- **les ouvrières** (femelles non reproductrices) représentent la très grande majorité de la population. Leur activité varie au cours de leur vie : nourrices, nettoyeuses, sécrétrices de cire, butineuses de pollen et de miel. Leur nombre assure, en outre, la régulation thermique de la colonie;
- **les mâles** (quelques centaines), participent à la fécondation des reines vierges, présentes, dans les régions tempérées, d'avril à septembre.

The colony is organised in time and space in such a way as to support the needs of the individuals making it up and each of these individuals participates actively in the colony's collective life:

- **the queen**, the only fertile female in the colony, is unique; totally devoid of the specialised organs characteristic of the workers, she is unable to gather her own food (which is supplied to her by the worker bees). Only the queen lays eggs that are capable of generating offspring in order to sustain the long-term existence of the colony;
- **the workers** (non-breeding females) make up the very great majority of the population. Their activity varies through the course of their lives: nurses, cleaners, wax-secretors, pollen and nectar foragers. Their number also regulates the temperature of the colony;
- **the drones** (male, several hundred), help fertilise virgin queens, present from April to September in temperate regions.

Figure 1: Population théorique moyenne d'abeilles par ruche, selon la saison, en climat tempéré
Figure 1: Mean theoretical bee population per hive, according to the season, in temperate regions



1.1.1.2 Phases du cycle du développement d'une colonie d'abeilles

Le cycle naturel d'une colonie est annuel et dépend fortement de la végétation disponible dans l'environnement. En régions tempérées, il débute au printemps. Quatre phases successives le caractérisent (cf. figure 1):

- **une phase de développement** (au printemps), au cours de laquelle la reine pond intensément (de 1500 à 2000 œufs par jour), suivie d'une relative stabilité de la population qui se poursuit jusqu'à l'automne, avec une ponte de plus en plus réduite;
- **une période d'essaimage** correspondant à un phénomène de reproduction asexuée. Vers la fin du printemps, alors que la population atteint son maximum, la reine quitte sa ruche avec une partie des ouvrières et va fonder plus loin une nouvelle colonie. Bientôt, une nouvelle reine éclôt dans la colonie souche et remplace la reine âgée, partie avec l'essaim;
- **une phase de préparation à l'hivernage** qui permettra le meilleur développement possible des colonies dès le printemps suivant. Pendant cette phase cruciale, la colonie produit les ouvrières qui passeront l'hiver. Ces individus vivront plus longtemps (plusieurs mois) que les butineuses d'été qui récoltent le miel et dont l'espérance de vie normale est de quelques semaines. Les ouvrières hivernantes ont également la tâche de redémarrer l'activité de la colonie au printemps. L'état de santé de ces individus hivernants est capital pour la bonne survie des colonies à la saison froide.
- **une phase hivernale**, appelée « hivernage », au cours de laquelle la population, réduite à quelques milliers d'ouvrières regroupées autour de la reine, vit sur les réserves accumulées pendant la belle saison.

Le peuplement et l'évolution de la population d'une ruche varient en fonction de nombreux paramètres (cf. figure 2).

Au printemps, les colonies d'abeilles sortent de leur torpeur hivernale et la reine recommence à pondre. Au cours des mois qui suivent, des milliers de jeunes abeilles verront le jour, et la force de la colonie (la vigueur) ira s'accroissant jusqu'à son point culminant. Si la reine peut vivre jusqu'à cinq années, les ouvrières quant à elles, ont une durée de vie différente selon les périodes de l'année auxquelles les œufs ont été pondus. Les abeilles adultes, dites d'été, sont caractérisées par une durée de vie courte, qui s'échelonne de 20 à 40 jours (ou trois à six semaines); elles sont constamment renouvelées.

1.1.1.2 Phases in the development cycle of a bee colony

The natural cycle of a bee colony is annual and is strongly dependent on the vegetation available in the environment. In temperate regions, the cycle begins in the spring. It is characterised by four successive phases (see Figure 1):

- **a development phase** (in the spring), during which the queen lays intensively (1,500 to 2,000 eggs per day), followed by relative stability of the population that continues until autumn, with fewer and fewer eggs being laid;
- **a swarming period** corresponding to a phenomenon of asexual reproduction. Towards the end of the spring, when the population peaks, the queen leaves her hive with some of her workers to found a new colony further away. Soon, a new queen is hatched in the original colony to replace the old queen having left with the swarm;
- **a wintering preparation phase** to enable the best possible development of the colonies the next spring. During this crucial phase, the colony produces worker bees who will spend the winter in the hive. These individuals will live longer (several months) than the summer foraging bees who harvest the honey and whose normal life expectancy is just a few weeks. Wintering worker bees also have the task of starting work up again in the colony in the spring. The health of these wintering individuals is of key importance for the good survival of colonies during the cold season.
- **a winter season**, called "wintering", during which time the population, which is reduced to a few thousand worker bees around the queen, lives on stores accumulated during the warm season.

The stocking and evolution of the population of a hive varies on the basis of a number of parameters (see Figure 2).

In the springtime, the bee colonies emerge from their winter torpor and the queen begins laying again. Over the course of the following months, thousands of young bees will hatch and the colony's strength will gradually increase until it reaches a peak. While a queen bee can live for up to five years, worker bees have a different lifespan depending on the time of year when the eggs were laid. "Summer" adult bees are characterised by a short lifespan, ranging from 20 to 40 days (or three to six weeks); they are constantly replaced. Those born at the end of the summer are worker bees with a longer life expectancy (up to 190 days or 27 weeks), since they survive until the following spring. At the end of summer, the colony decline

Celles nées en fin d'été, sont des ouvrières caractérisées par une durée de vie longue (jusqu'à 190 jours ou 27 semaines), puisqu'elles atteindront le printemps suivant. À la fin de l'été, débute la période de déclin de la colonie, durant laquelle le taux de mortalité des abeilles s'élève, tandis que le taux de ponte s'abaisse.

La force de la colonie, définie à la fois par son état physiologique et par la dynamique de sa population d'abeilles, décroît au fil des jours, jusqu'à son niveau d'hivernage en automne (Imdorf *et al.*, 1996). L'effectif minimal de la population d'abeilles est enregistré en hiver; les colonies les plus faibles ne passent pas l'hiver.

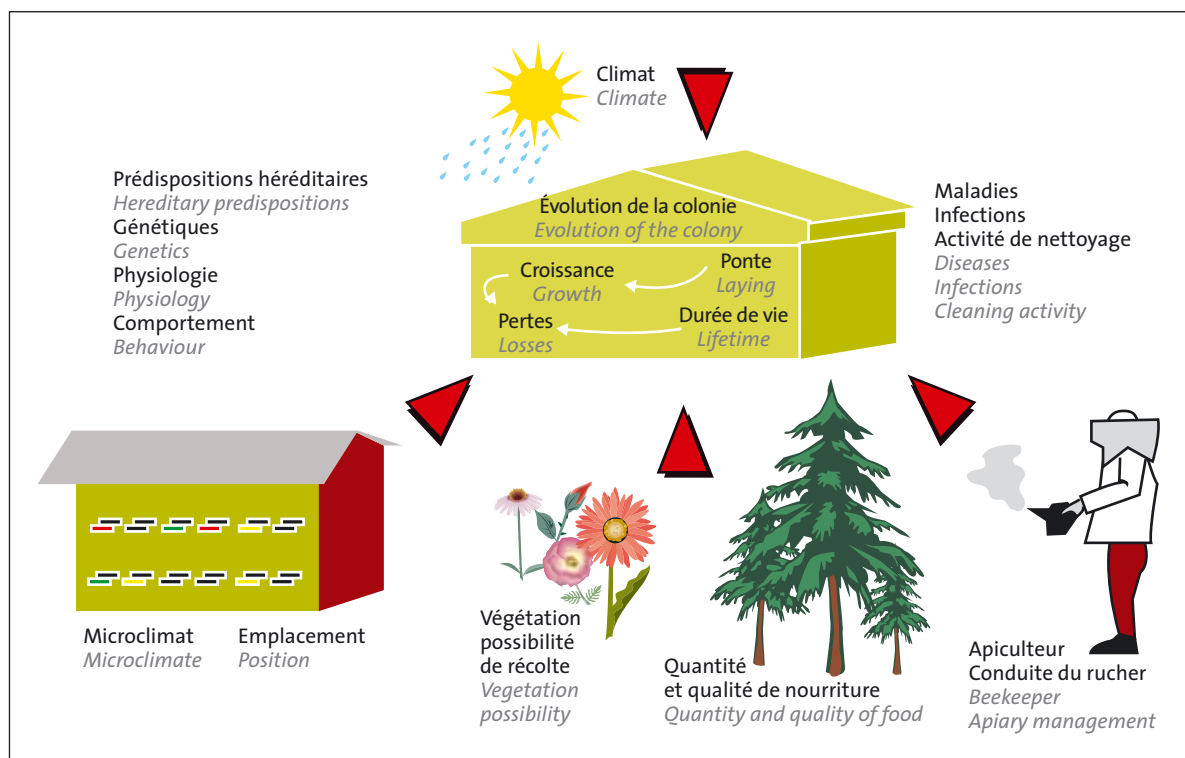
La force d'une colonie peut être évaluée en utilisant la méthode du Centre Suisse de recherche apicole (Imdorf *et al.*, 1987; Imdorf et Gezig, 1999). Il s'agit d'une méthode quantitative d'estimation du nombre d'abeilles de la colonie et des surfaces du couvain operculé et du couvain ouvert.

period begins, during which time the bee mortality rate increases and the laying rate falls. The strength of the colony, defined both by its physiological condition and the dynamics of its bee population, decreases as the days go by, until it reaches its wintering level in the autumn (Imdorf et al., 1996). The lowest bee population is recorded in the winter months; the weakest colonies do not survive the winter.

The strength of a colony can be evaluated using the Swiss beekeeping research centre method (Imdorf et al., 1987; Imdorf and Gezig, 1999). This is a quantitative method to estimate the number of bees in the colony and the capped and open brood surface areas.

Figure 2: Facteurs influençant l'évolution d'une colonie

Figure 2: Factors influencing the evolution of a colony



Source: Imdorf *et al.*, 1996

1.1.2 États de l'anormalité

L'objectif des définitions étudiées ci-dessous, n'est pas de normaliser le vocabulaire des différentes publications scientifiques sur le sujet apicole, mais d'en établir la liste, afin que chaque mot rencontré dans ce rapport et caractérisant un état d'anormalité d'une colonie d'abeilles soit associé à une définition précise.

1.1.2.1 Le dépérissement

Le dépérissement des abeilles est le fait d'aboutir à la destruction des abeilles, sans expression précise de la nature et de la vitesse de destruction (Dictionnaire Petit Robert, 2007). Plusieurs termes sont couramment utilisés dans les revues apicoles ou les comptes-rendus de conférences pour le désigner et le caractériser. Les scientifiques et les apiculteurs parlent, notamment, d'affaiblissement, d'effondrement, de mortalité, de surmortalité, de dépeuplement ou dépopulation (Haubrue *et al.*, 2006).

1.1.2.2 L'affaiblissement

L'affaiblissement caractérise un manque de force (de vigueur) d'une colonie d'abeilles et est lié à une diminution de la densité de peuplement d'une colonie au cours du temps, associée, la plupart du temps, à une diminution de l'activité de la ruche (pour une période de l'année durant laquelle ces diminutions sont inattendues). Des troubles peuvent être observés chez les abeilles tels que, par exemple, des anomalies de développement et de comportement. Sous le vocable affaiblissement se dissimule une multitude de signes cliniques laissés à l'appréciation de l'observateur. L'affaiblissement d'une colonie s'accompagne d'une diminution de sa production de miel.

1.1.2.3 Le dépeuplement (ou dépopulation) des colonies

Le dépeuplement (ou dépopulation) des colonies est une entité nosologique⁽³⁾ propre, caractérisée par une diminution progressive du nombre d'abeilles dans une colonie au cours du temps, sans cause apparente, jusqu'à sa disparition, en raison de l'incapacité des abeilles survivantes à assurer les tâches élémentaires, indispensables à la survie de la colonie. Ce syndrome⁽⁴⁾ peut être mis en relation avec une série de manifestations

(3) Nosologie : discipline médicale qui étudie les caractères distinctifs des maladies en vue de leur classification méthodique.

(4) Syndrome : ensemble de signes cliniques, de symptômes et de modifications morphologiques, fonctionnelles ou biochimiques d'un organisme, constituant une entité morbide pouvant être provoquée par des causes variées ou d'origine mal connue (Toma *et al.*, 1991).

1.1.2 States of abnormality

The aim of the definitions examined below is to draw up a list, so that each word encountered in this report characterising a state of abnormality of a bee colony can be associated with a precise definition, and not to standardise the vocabulary of the various scientific publications on the subject of beekeeping.

1.1.2.1 Die-off

Bee die-off indicates the ultimate destruction of bees with no precise expression of the nature or speed of this destruction. A number of terms are commonly used in beekeeping journals and conference reports to designate and characterise this. In particular, scientists and beekeepers use the terms weakening, collapse, mortality, excess mortality and depopulation (Haubrue *et al.*, 2006).

1.1.2.2 Weakening

Weakening describes a lack of strength of a bee colony and is linked to a decrease in the density of the colony population over time, generally accompanied by a reduction in hive activity (for a period of the year when such reductions are not expected). Disorders can be observed among the bees, such as developmental or behavioural abnormalities, for example. The term "weakening" covers a multitude of clinical signs, left to the observer's subjective assessment. Weakening of a colony is accompanied by a reduction in its honey production.

1.1.2.3 Colony depopulation

Colony depopulation is a specific nosological⁽³⁾ entity, characterised by a gradual reduction in the number of bees in a colony over time, with no apparent cause, until it disappears completely, due to the inability of the surviving bees to perform the elementary tasks essential to the survival of the colony. This syndrome⁽⁴⁾ can be linked to a series of signs, such as a reduction in honey production and pollen collection resulting from the gradual loss of bees (Higes *et al.*, 2005).

(3) Nosology: medical discipline studying the distinctive characteristics of diseases with a view to their methodical classification.

(4) Syndrome: set of clinical signs, symptoms and morphological, biological or functional changes of an organism, forming a morbid entity that may be triggered by causes that are varied or of unclear origin (Toma *et al.*, 1991).

telles que la diminution de production de miel et de récolte de pollen résultant de la perte progressive des abeilles (Higes *et al.*, 2005).

1.1.2.4 L'effondrement

L'effondrement caractérise une perte rapide d'abeilles au sein d'une colonie, menant à son anéantissement. Ce phénomène correspond au syndrome nommé, en anglais, *Colony Collapse Disorder*, CCD.

Le tableau 1 présente différents termes caractérisant des états d'anormalité d'une colonie, en fonction des principaux critères les définissant (diminution du nombre d'abeilles, diminution de l'activité d'une colonie, diminution de la production de miel).

1.1.2.4 Collapse

Collapse is characterised by a rapid loss of bees within a colony, leading to its total destruction. This syndrome is known as Colony Collapse Disorder or CCD.

Table 1 presents various terms characterising states of abnormality for a colony on the basis of the main criteria defining them (reduction in the number of bees, reduction in the activity of a colony, reduction in honey production).

Tableau 1 : Dépérissement, affaiblissement, dépeuplement et effondrement des colonies d'abeilles (schématisation)

Table 1: Die-off, weakening, depopulation and collapse of bee colonies (schematisation)

Qualificatif <i>Qualifier</i>	Diminution du nombre d'abeilles <i>Decrease in the number of bees</i>		Diminution de l'activité de la colonie <i>Decrease in colony activity</i>		Diminution de la production de miel <i>Decrease in honey production</i>	
	Rapide <i>Rapid</i>	Progressive <i>Gradual</i>	Oui <i>Yes</i>	Non <i>No</i>	Oui <i>Yes</i>	Non <i>No</i>
Dépérissement <i>Die-off</i>	X	X	X		X	X
Affaiblissement <i>Weakening</i>	(X)	X	X		X	
Dépeuplement (dépopulation) <i>Depopulation</i>		X	X		X	
Effondrement <i>Collapse</i>	X		X		X	X ⁽¹⁾

(1) Les abeilles ne produisent pas de grande quantité de miel toute l'année. Il existe des périodes que l'on appelle « miellées »* durant lesquelles de grandes quantités de nectar sont accumulées. Si l'effondrement a lieu après la dernière miellée, il n'y aura pas de différence de production de miel observable.

* Miellée: transport, par les abeilles, du nectar sécrété par les nectaires des fleurs et fabrication du miel.

(1) Bees do not produce large quantities of honey all year round. Periods exist known as "honeyflow"* during which large quantities of nectar are accumulated. If the collapse occurs after the last honeyflow, there will be no noticeable reduction in honey production.

* Honeyflow: transport by bees of nectar secreted by the nectaries of flowers and making of honey.

1.1.2.5 La mortalité et la morbidité

Mortalité

La mortalité est définie comme étant la fréquence des décès. Elle correspond au nombre de morts dans une population pendant une période donnée. On l'exprime souvent par le taux de mortalité, correspondant au rapport entre le nombre de morts survenu pendant une période donnée et le nombre de sujets de la population (Toma *et al.*, 1991). En apiculture, le taux de mortalité prendra en compte l'unité épidémiologique qu'est une colonie au sein d'un rucher, le taux de mortalité des abeilles d'une ruche étant impossible à évaluer. En effet, il paraît illusoire de pouvoir dénombrer les abeilles d'une colonie, si ce n'est par des techniques relevant de l'expérimentation.

Pour le **taux de mortalité**, la définition suivante a été retenue : « *pourcentage de colonies mortes dans un rucher au cours d'une période donnée* ».

Par ailleurs, la durée (hiver, année) et le lieu d'observation des cadavres (intérieur et/ou extérieur des ruches) pour lesquels la mortalité est exprimée devront toujours apparaître. Pour le calcul du taux de mortalité, seules les colonies mortes seront comptabilisées au numérateur ; les colonies affaiblies sont exclues de ce calcul et interviennent, éventuellement, dans le calcul d'un taux de morbidité (cf. « *Morbidité* »).

La mortalité des colonies d'abeilles est un phénomène normal et permanent dans les ruchers. Les manuels apicoles mentionnent que ce taux de mortalité se situe le plus souvent en dessous de 10 % (Morgenthaler, 1968 ; Imdorf *et al.*, 2007). Toutefois, ce taux est largement dépendant de la perception des apiculteurs. Par exemple, un taux de 15,9 % (intervalle de confiance de 95 % : 15,6 à 16,2 %) est considéré comme acceptable aux États-Unis⁽⁵⁾ (Vanengelsdorp *et al.*, 2007a).

Les causes et les facteurs d'influence de la mortalité sont multiples : le vieillissement, la prédation, l'action anthropique, l'infestation, les conditions climatiques, la quantité et/ou la qualité des ressources nutritives (Haubruge *et al.*, 2006).

Lorsque le nombre de colonies qui ne réussissent pas à passer l'hiver est supérieur à la normale, on parle de surmortalité hivernale des colonies.

1.1.2.5 Mortality and morbidity

Mortality

Mortality is defined as the frequency of deaths. It corresponds to the number of deaths in a population over a given period. It is often expressed as the mortality rate, corresponding to the ratio between the number of deaths occurring over a given period and the number of subjects in the population (Toma *et al.*, 1991). In beekeeping, the mortality rate takes into account the epidemiological unit, which is a colony within an apiary, since the mortality rate of bees within a hive is impossible to evaluate. Indeed, the possibility of being able to count the number of bees in a colony other than by purely experimental techniques appears to be illusory.

For the **mortality rate**, the following definition has been adopted: "percentage of dead colonies in an apiary over the course of a given period".

Furthermore, the duration (winter, year) and place of observation of corpses (inside and/or outside the hives) for which the mortality is expressed must always be indicated. For calculation of the mortality rate, only dead colonies will be counted in the numerator; weakened colonies are excluded from this calculation but may be included in calculation of the morbidity rate (see "Morbidity").

Mortality of bee colonies is a normal and constant phenomenon in apiaries. Beekeeping manuals indicate that this mortality rate is usually less than 10% (Morgenthaler, 1968; Imdorf *et al.*, 2007). However, this rate is largely dependent on the perception of beekeepers. For example, a rate of 15.9% (95% confidence interval: 15.6 to 16.2%) is considered to be acceptable in the United States⁽⁵⁾ (Vanengelsdorp *et al.*, 2007a).

The causes of mortality and influencing factors are numerous: ageing, predation, human activities, infestation, climatic conditions, the quantity and/or quality of nutrient resources (Haubruge *et al.*, 2006).

When the number of colonies not managing to survive the winter is higher than normal, this is referred to as excess winter mortality of colonies.

(5) Cette étude de perception concerne 148 répondants et porte sur un total de 67 935 colonies.

(5) This perception study concerns 148 respondents and a total of 67,935 colonies.

Morbidité

La morbidité est définie comme étant l'état de maladie ou la fréquence des malades. La deuxième acception correspond au nombre de malades dans une population pendant une période donnée (prévalence) ou à un instant donné (prévalence instantanée). On l'exprime souvent par le taux de morbidité, c'est-à-dire le rapport entre le nombre de malades pendant une période donnée ou à un instant donné et le nombre de sujets de la population (Toma *et al.*, 1991). En apiculture, le taux de morbidité prendra en compte l'unité épidémiologique qu'est une colonie au sein d'un rucher, le taux de morbidité des abeilles d'une ruche étant impossible à évaluer. Pour le calcul **du taux de morbidité**, défini par « *le pourcentage de colonies malades dans un rucher au cours d'une période donnée* », seules les colonies malades (anormales) seront comptabilisées au numérateur.

Nous retiendrons préférentiellement **le taux de mortalité** et **le taux de morbidité** comme critères d'évaluation quantifiables du « dépérissement » des abeilles domestiques ; **les autres notions (affaiblissement, dépeuplement, effondrement) sont sujettes à de nombreuses interprétations et prêtent à confusion** ; en effet, la perception que les éleveurs peuvent avoir de la production et de la santé de leurs colonies d'abeilles est adaptée et propre à la situation et au cheptel de chacun. Il est à noter, par ailleurs, que des critères scientifiques et objectifs d'évaluation de l'état de santé des colonies d'abeilles sont utilisés dans certaines études (Imdorf *et al.*, 1987) mais restent, à l'heure actuelle, encore peu employés sur le terrain. Le réseau international de surveillance de pertes de colonies d'abeilles « Coloss » détermine actuellement les instruments de mesure standardisés de la santé des colonies d'abeilles en vue de leur utilisation au sein des États composant ce réseau.

Actuellement, en Europe, d'après les données communiquées par l'AESA⁽⁶⁾ en 2008 (*cf.* 2.1 « *La filière apicole européenne* »), sur 22 États membres ayant participé à l'enquête conduite, huit font état de l'existence d'un réseau de surveillance chargé de recueillir les données épidémiologiques telles que l'affaiblissement, l'effondrement et la mortalité des colonies d'abeilles de leur pays (Allemagne, Estonie, France, Finlande, Italie, Luxembourg, Roumanie et Royaume-Uni). L'autorité européenne insiste sur la difficulté de comparer les données issues de ces programmes de surveillance à cause de la variabilité d'interprétation entre les différents États membres de définitions non standardisées (AESA, 2008).

(6) AESA: Autorité européenne de sécurité des aliments.

Morbidity

Morbidity is defined as being a state of disease or the frequency of subjects with the disease. The second meaning corresponds to the number of subjects with a disease in a population over a given period of time (prevalence) or at a given moment in time (spot prevalence). It is often expressed as the morbidity rate, i.e. the ratio between the number of subjects with a disease over a given period of time or at a given moment of time and the total number of subjects in the population (Toma *et al.*, 1991). In beekeeping, the mortality rate takes into account the epidemiological unit, which is a colony within an apiary, since the morbidity rate of bees within a hive is impossible to evaluate. For calculation of the **morbidity rate**, defined by "the percentage of diseased colonies in an apiary over the course of a given period", only diseased (abnormal) colonies will be counted in the numerator.

We will give priority to **mortality rates** and **morbidity rates** as quantifiable assessment criteria for "die-off" of honey bees; **the other notions (weakening, depopulation, collapse) are subject to numerous interpretations and could lead to confusion**; indeed the perception that beekeepers may have of the production and health of their bee colonies is subjective and specific to their own situation and bee stock. It should also be noted that scientific criteria and endpoints for the evaluation of the health of bee colonies are used in some studies (Imdorf *et al.*, 1987) but are still little used in the field. The international surveillance network for bee colony losses, "Coloss", is currently determining standardised instruments to measure the health of bee colonies with a view to their use by the countries making up this network.

At the current time in Europe, according to data communicated by EFSA⁽⁶⁾ in 2008 (see 2.1 "The European beekeeping sector"), 8 out of the 22 Member States having taken part in the survey conducted report the existence of a surveillance network responsible for gathering epidemiological data, such as weakening, collapse and mortality of bee colonies in their country (Germany, Estonia, France, Finland, Italy, Luxembourg, Romania and the United Kingdom). EFSA stresses the difficulty of comparing data from these surveillance programmes due to the variability of interpretation of non-standardised definitions between the different Member States (EFSA, 2008).

(6) EFSA: European Food Safety Authority.

1.2 Causes de mortalité des colonies d'abeilles

On peut distinguer cinq catégories de causes de mortalité des colonies d'abeilles :

- les agents biologiques ;
- les agents chimiques ;
- l'environnement ;
- les pratiques apicoles ;
- les autres causes.

1.2.1 Agents biologiques

Les agents biologiques étudiés ci-après ont été classés par ordre de taille (prédateurs, parasites, champignons, bactéries et virus). L'inventaire détaillé de ces derniers figure en annexe 2 du rapport.

Deux tableaux synthétiques résument leurs principales caractéristiques :

- le tableau 2 récapitule les signes cliniques et l'importance des maladies provoqués par les prédateurs, parasites, champignons et bactéries ;
- le tableau 3 présente les douze principaux virus de l'abeille ainsi que l'impact supposé ou démontré des viroses sur la santé des colonies et les symptômes décrits sur les ruchers.

Vingt-neuf agents pathogènes biologiques de l'abeille sont aujourd'hui dénombrés et connus. Chacun d'entre eux a fait l'objet pour ce rapport de la rédaction d'un paragraphe synthétique, précis et actualisé s'appuyant sur de nombreuses références bibliographiques, dont les récentes études conduites sur la diminution de population des abeilles domestiques.

Si tous sont potentiellement cause de mortalité de colonies d'abeilles, certains sont mis en exergue dans les enquêtes les plus récentes sur le phénomène de « mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles », isolément ou de façon concomitante. C'est le cas de (cf. annexe 2) :

- *Varroa destructor*, seul ou associé à d'autres agents pathogènes biologiques (viroses, par exemple) ;
- *Nosema cerenae*, seul ou associé à d'autres agents pathogènes biologiques ;
- la maladie de la paralysie chronique (agent : CBPV), etc.

1.2 Causes of bee colony mortality

The causes of bee colony mortality can be divided into five categories:

- biological agents;
- chemical agents;
- the environment;
- beekeeping practices;
- other causes.

1.2.1 Biological agents

The biological agents studied below have been ranked by order of size (predators, parasites, fungi, bacteria and viruses). A detailed list of these agents is provided in Annex 2 to the report.

Two synoptic tables summarise their main characteristics:

- Table 2 summarises the clinical signs and importance of the diseases triggered by predators, parasites, fungi and bacteria;
- Table 3 presents the 12 main bee viruses, along with the presumed or proven impact of viral diseases on the health of colonies and the symptoms described in apiaries.

Twenty-nine known biological pathogens affecting bees have been identified today. For the purposes of this report, a precise, up-to-date synoptic paragraph has been drafted for each of them, based upon numerous bibliographic references, including the recent studies conducted on the decline in the honey bee population.

While all of them are potential causes of bee colony mortality, some are more specifically highlighted in the most recent studies on the phenomenon of "bee colony mortality, collapse and weakening", either alone or in combination. This is the case for the following (see Annex 2):

- *Varroa destructor*, alone or in combination with other biological pathogens (viral diseases, for example);
- *Nosema cerenae*, alone or in combination with other biological pathogens;
- chronic bee paralysis virus (agent: CBPV), etc.

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des principaux agents biologiques pathogènes de l'abeille (prédateurs, parasites, champignons et bactéries, à l'exclusion des virus), classés par ordre de taille

Table 2: Synoptic table of the main biological pathogens for bees (predators, parasites, fungi and bacteria, excluding viruses), ranked in order of size

Agent pathogène <i>Pathogen</i>	Maladie ou nom commun <i>Disease or common name</i>	Nature de l'agent <i>Type of agent</i>	Type de population atteinte <i>Type of population affected</i>		Signes cliniques <i>Clinical signs</i>	Importance de la maladie <i>Importance of the disease</i>
			Abeilles adultes <i>Adult bees</i>	Couvain <i>Brood</i>		
PRÉDATEURS / PREDATORS						
<i>Vespa velutina</i>	Frelon asiatique <i>Asian hornet</i>	Insecte Hyménoptère <i>Insect Hymenoptera</i>	oui <i>yes</i>	oui <i>yes</i>	Vol stationnaire des frelons devant la colonie : prédation directe <i>Stationary flight of hornets in front of the colony: direct predation</i>	Affaiblissement des colonies par diminution du nombre d'ouvrières (jusqu'à effondrement chez <i>A. cerenae</i>) <i>Weakening of colonies due to a reduction in the number of worker bees (may progress to collapse in A. cerenae)</i>
<i>Aethina tumida</i>	Petit coléoptère de la ruche* <i>Small hive beetle*</i>	Insecte Coléoptère <i>Insect Coleoptera</i>	oui <i>yes</i>	oui <i>yes</i>	Galeries dans les rayons, destruction du couvain, excréments dans le miel <i>Tunnels in the combs, destruction of brood, excrement in honey</i>	Perte de récolte, perte de colonies <i>Loss of harvest, loss of colonies</i>
<i>Galleria mellonella</i>	Fausse-teignes <i>Wax moths or Honeycomb moths</i>	Insecte Lépidoptère <i>Insect Lepidoptera</i>	non <i>no</i>	oui <i>yes</i>	Altération des ruches et des cadres, galeries dans les rayons, rayons tapissés d'une toile blanche <i>Damage to hives and frames, tunnels in the combs, comb covered with a white web</i>	Pertes de colonies déjà affaiblies avant infestation par ce parasite. Transmission possible d'agents pathogènes (loque américaine) <i>Loss of colonies already weakened before infestation with the parasite. Possible transmission of pathogens (American foulbrood)</i>
<i>Achroea grisella</i>		Insecte Lépidoptère <i>Insect Lepidoptera</i>	non <i>no</i>	oui <i>yes</i>	Altération des cadres, galeries dans les rayons, couvain chauve <i>Damage to frames, tunnels in the combs, bald brood</i>	Pertes de colonies déjà affaiblies avant infestation par ce parasite (notamment : loque américaine) <i>Loss of colonies already weakened before infestation with the parasite. (in particular: American foulbrood)</i>

* MARC (maladie animale réputée contagieuse) en France, ** MADO (maladie animale à déclaration obligatoire) en France.

^① Supersédure ou supercédure = remplacement d'une reine, hors de la période d'essaimage, sans relation avec le cycle biologique de la colonie.

* CAD in France, ** NAD in France.

^① supersedure = replacement of a queen outside the swarming season, unrelated to the colony's biological cycle.

Agent pathogène <i>Pathogen</i>	Maladie ou nom commun <i>Disease or common name</i>	Nature de l'agent <i>Type of agent</i>	Type de population atteinte <i>Type of population affected</i>		Signes cliniques <i>Clinical signs</i>	Importance de la maladie <i>Importance of the disease</i>
			Abeilles adultes <i>Adult bees</i>	Couvain <i>Brood</i>		
PARASITES / PARASITES						
<i>Varroa destructor</i>	Varroase** <i>Varroasis**</i>	Acarien Mésostigmaté <i>Mite Mesostigmata</i>	oui <i>yes</i>	oui <i>yes</i>	Abeilles traînantes, abeilles aux ailes atrophiées, cannibalisme (couvain), lors de mortalité hivernale petit paquet d'abeilles restant dans la ruche avec des quantités importantes de miel et de pollen stockées <i>Trailing bees, bees with atrophied wings, cannibalism (brood), during winter mortality period, small pack of bees left in the hive with large quantities of honey and stored pollen</i>	Taux élevé de mortalité hivernale, transmission d'autres agents pathogènes <i>High winter mortality rate, transmission of other pathogens</i>
<i>Acarapis woodi</i>	Acariose <i>Acariosis</i>	Acarien Trombidiforme <i>Mite Trombidiformes</i>	oui <i>yes</i>	non <i>no</i>	Abeilles paralysées ou/et incapables de voler (abeilles traînantes ou agrippées aux brins d'herbe) <i>Bees paralysed and/or incapable of flying (bees trailing or gripping onto strands of grass)</i>	Raccourcissement de la durée de vie des abeilles, augmentation de la mortalité au printemps, mortalité hivernale élevée, diminution de la production de couvain et de miel <i>Shortening of the bees' lifespan, increased spring mortality, high winter mortality, reduced brood and honey production</i>
<i>Tropilaelaps clareae</i>	<i>Tropilaelaps clareae*</i> <i>Tropilaelaps clareae*</i>	Acarien Mite	oui <i>yes</i>	oui <i>yes</i>	Abeilles rampantes, malformations des ailes, des pattes et de l'abdomen, couvain irrégulier <i>Crawling bees, malformations of the wings, legs and abdomen, irregular brood</i>	Réduction de la longévité, mortalité de colonies <i>Reduction in longevity, colony mortality</i>
<i>Braula caeca</i>	Pou de l'abeille <i>Bee louse</i>	Diptère <i>Diptera</i>	oui (reine) <i>yes (queen)</i>	non <i>no</i>	Ectoparasites présents en priorité sur le thorax de la reine <i>Ectoparasites present predominantly on the thorax of the queen</i>	L'infestation massive de la reine peut provoquer une diminution de la ponte et la mort de la reine <i>Massive infestation of the queen can cause reduced laying and death of the queen</i>
<i>Malpighamoeba mellifica</i>	Ambiase <i>Amebiasis</i>	Protozoaire <i>Protozoa</i>	oui <i>yes</i>	non <i>no</i>	Abeilles incapables de voler, abdomen gonflé, diarrhée, taches fécales jaunâtres et rondes sur la planche d'envol, couvain clairsemé <i>Bees incapable of flying, swollen abdomen, diarrhoea, round, yellowish faecal stains on the flight board, sparse brood</i>	Affaiblissement et dépeuplement des colonies <i>Weakening and die-off of colonies</i>

* MARC (maladie animale réputée contagieuse) en France, ** MADO (maladie animale à déclaration obligatoire) en France.

⁰⁾ Supersédure ou supercédure = remplacement d'une reine, hors de la période d'essaimage, sans relation avec le cycle biologique de la colonie.

* CAD in France, ** NAD in France.

⁰⁾ supersedure = replacement of a queen outside the swarming season, unrelated to the colony's biological cycle.

Agent pathogène <i>Pathogen</i>	Maladie ou nom commun <i>Disease or common name</i>	Nature de l'agent <i>Type of agent</i>	Type de population atteinte <i>Type of population affected</i>		Signes cliniques <i>Clinical signs</i>	Importance de la maladie <i>Importance of the disease</i>
			Abeilles adultes <i>Adult bees</i>	Couvain <i>Brood</i>		
CHAMPIGNONS / FUNGI						
<i>Nosema apis</i> <i>Nosema ceranae</i>	Nosémose* <i>Nosemosis*</i>	Microsporidie <i>Microsporidia</i>	oui <i>yes</i>	non <i>no</i>	Difficultés de vol, abdomen gonflé, supersédure ^① , réduction de la collecte de pollen, diminution ou arrêt de la ponte, production de miel réduite <i>Flying difficulties, swollen abdomen, supersedure^①, reduction in pollen collection, production of laying, reduced honey</i>	Dépeuplement et diminution de la force de la colonie, diminution de la longévité, apparition de maladies secondaires, mortalité hivernale élevée <i>Depopulation and reduction in colony strength, reduction in longevity, development of secondary diseases, high winter mortality</i>
<i>Ascosphaera apis</i>	Ascosphérose (couvain plâtre) <i>Ascospherosis (chalkbrood)</i>	Champignon ascomycète <i>Ascomycetous fungus</i>	non <i>no</i>	oui <i>yes</i>	Larves d'abeilles mortes, momifiées et desséchées, recouvertes d'un mycélium blanc, et/ou de corps fructifères noirs, momies déposées au trou de vol et devant la ruche <i>Dead, mummified and dried bee larvae, covered with white mycelium, and/or black fruit-like bodies, mummies lying at the flight hole and in front of the hive</i>	Affaiblissement de colonies <i>Weakening of colonies</i>
<i>Aspergillus flavus</i>	Aspergilliose (couvain pétrifié) <i>Aspergilliosis (stonebrood)</i>	Champignon ascomycète <i>Ascomycetous fungus</i>	oui <i>yes</i>	oui <i>yes</i>	Agitation des abeilles, vol laborieux voire impossible, filaments jaune verdâtre sortant par les orifices naturels de l'abeille morte, couvain clairsemé <i>Agitation of bees, flying laborious or even impossible, greenish-yellow filaments coming from the natural orifices of dead bees, sparse brood</i>	Affaiblissement de colonies <i>Weakening of colonies</i>

*MARC (maladie animale réputée contagieuse) en France, **MADO (maladie animale à déclaration obligatoire) en France.

① Supersédure ou supersédure = remplacement d'une reine, hors de la période d'essaimage, sans relation avec le cycle biologique de la colonie.

*CAD in France, **NAD in France.

① supersedure = replacement of a queen outside the swarming season, unrelated to the colony's biological cycle.

Agent pathogène Pathogen	Maladie ou nom commun Disease or common name	Nature de l'agent Type of agent	Type de population atteinte Type of population affected		Signes cliniques Clinical signs	Importance de la maladie Importance of the disease
			Abeilles adultes Adult bees	Couvain Brood		
BACTÉRIES / BACTERIA						
<i>Paenibacillus larvae</i>	Loque américaine* <i>American foulbrood*</i>	Bactérie sporulée <i>Sporulating bacterium</i>	non <i>no</i>	oui <i>yes</i>	Atteinte du couvain operculé, larves mortes de couleur brunâtre, transformées en une masse visqueuse filante, pré-pupes dont la forme et la segmentation sont altérées. Écailles loqueuses adhérentes à la paroi de l'alvéole <i>Damage to capped brood, brownish-coloured dead larvae, transformed into a runny viscous mass, prepupae with altered shape and segmentation. Ragged scales sticking to the wall of the brood cell.</i>	Mortalité du couvain, affaiblissement et mortalité de colonies <i>Brood mortality, weakening and mortality of colonies</i>
<i>Melissococcus plutonius</i> (agent primaire) <i>(primary agent)</i>	Loque européenne <i>European foulbrood</i>	Bactérie à capsule, non sporulée <i>Non-sporulating capsulated bacterium</i>	non <i>no</i>	oui <i>yes</i>	Atteinte du couvain non operculé, larves de couleur jaunâtre puis brunâtre, se rétractant. Écailles loqueuses de couleur brun foncé à noir dans l'alvéole, facilement détachable de leur support <i>Damage to capped brood, yellowish then brownish-coloured shrinking larvae. Dark brown to black ragged scales inside the brood cell, easily detachable from their support.</i>	Mortalité du couvain, affaiblissement et mortalité de colonies <i>Brood mortality, weakening and mortality of colonies</i>
<i>Bacillus alvei</i> <i>Streptococcus faecalis</i> (agents secondaires) <i>(secondary agents)</i>						
<i>Spiroplasma apis</i> <i>Spiroplasma melliferum</i>	Spiroplasmose <i>Spiroplasmosis</i>		oui <i>yes</i>	non <i>no</i>	Symptômes nerveux <i>Nervous symptoms</i>	Mortalité de butineuses. Affaiblissement <i>Forager bee mortality. Weakening</i>
<i>Bacillus apisepiticus</i>	Septicémie <i>Septicaemia</i>		oui <i>yes</i>	non <i>no</i>	Difficultés de vol <i>Flying difficulties</i>	Affaiblissement <i>Weakening</i>
<i>Bacillus sp.</i>	Couvain refroidi <i>Chilled brood</i>		non <i>no</i>	oui <i>yes</i>	Agents se multipliant dans les abeilles immatures (larves) mortes d'avoir eu trop froid <i>Agents multiplying in immature bees (larvae), dying as a result of being too cold</i>	Affaiblissement <i>Weakening</i>

* MARC (maladie animale réputée contagieuse) en France, ** MADO (maladie animale à déclaration obligatoire) en France.

⁰⁾ Supersédure ou supersédure = remplacement d'une reine, hors de la période d'essaimage, sans relation avec le cycle biologique de la colonie.

* CAD in France, ** NAD in France.

⁰⁾ supersedure = replacement of a queen outside the swarming season, unrelated to the colony's biological cycle.

Tableau 3 : Les douze principaux virus de l'abeille (classés par ordre alphabétique des abréviations de leur nomenclature anglaise): l'histoire de leur découverte, les particularités démontrées en infection expérimentale, leur association avec d'autres agents pathogènes ainsi que l'impact supposé ou démontré de la virose sur la santé des colonies et les symptômes décrits sur les ruchers

Table 3: The main twelve bee viruses (ranked in alphabetical order): the history of their discovery, their specific characteristics demonstrated in experimentally-induced infections, their link with other pathogens, along with the assumed or demonstrated impact of the viral disease on colony health and symptoms described in apiaries

Virus Virus	Découverte Discovery	Infection expérimentale Experimentally-induced infection	Conséquences* de la virose et symptômes Consequences* of the viral disease and symptoms
Virus de la paralyse aiguë (ABPV) Acute Bee Paralysis Virus (ABPV)	Lors d'études sur le CBPV (1963) During studies on CBPV (1963)	Symptômes de paralyse précoce (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> ⁽¹⁾ entraînant la mortalité d'ouvrières et de couvain, NS <i>Believed to be involved in weakening, linked with V. destructor⁽¹⁾ causing the mortality of worker bees and brood, NS</i>
Virus de la cellule royale noire (BQCV) Black Queen Cell Virus (BQCV)	À partir de larves de reines dans des alvéoles à parois noires (1977) From <i>queen larvae in black-walled brood cells</i> (1977)	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, NS <i>Believed to be involved in worker bee mortality, linked with N. apis. Believed to cause queen larvae mortality, NS</i>
Virus X de l'abeille (BVX) Bee Virus X (BVX)	Lors de l'étude d'autres virus (1974) During studies on other viruses (1974)	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. mellificae</i> , NS <i>Believed to be involved in worker bee mortality, linked with M. mellificae, NS</i>
Virus Y de l'abeille (BVY) Bee Virus Y (BVY)	À partir d'abeilles mortes en Angleterre (1980) From dead bees in England (1980)	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> , NS <i>Believed to be involved in worker bee mortality, linked with N. apis, NS</i>
Virus de la paralyse chronique (CBPV) ^(a) Chronic Bee Paralysis Virus (CBPV) ^(a)	Maladie connue depuis l'antiquité (Aristote) : Maladie noire ou Paralyse chronique Disease known since ancient times (Aristotle): Black disease or Chronic paralysis	Symptômes paralytiques (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 dépilées et noires avec des symptômes de tremblements <i>Causes mortality, sometimes significant, of hairless black worker bees with symptoms of tremor</i>
Virus des ailles nuageuses (CWV) Cloudy Wing Virus (CWV)	À partir d' abeilles aux ailes opaques (1980) From <i>bees with opaque wings</i> (1980)	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> , NS <i>Consequences unclear. Spread of the virus may be linked to V. destructor, NS</i>
Virus des ailles déformées (DWW) Deformed Wing Virus (DWW)	À partir d'abeilles provenant du Japon (1983) From bees from Japan (1983)	Déformations des ailes et du corps des abeilles naissantes Wing and body deformations in hatching bees	Participe aux affaiblissements, associé à <i>V. destructor</i> ^(1,2) entraînant des mortalités d'ouvrières et des déformations d'abeilles naissantes <i>Involved in weakening, linked with V. destructor^(1,2) causing worker bee mortality and deformities in hatching bees</i>

Virus <i>Virus</i>	Découverte <i>Discovery</i>	Infection expérimentale <i>Experimentally-induced infection</i>	Conséquences* de la virose et symptômes <i>Consequences* of the viral disease and symptoms</i>
Virus filamenteux (FV) <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, NS <i>Consequences unclear. Virus considered to be common but not pathogenic, NS</i>
Virus israélien de la paralysie aiguë (IAPV) <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>	Mortalité rapide (4 j) sans symptôme <i>Rapid mortality (4 d) without symptoms</i>	Fortement corrélé au CCD aux États-Unis. 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>
Virus du Cachemire (KBV) <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>	Mortalité rapide (3 j) sans symptôme <i>Rapid mortality (3 d) without symptoms</i>	Participerait aux affaiblissements, associé à <i>V. destructor</i> ⁽¹⁾ , NS <i>Believed to be involved in weakening, linked with V. destructor⁽¹⁾, NS</i>
Virus du couvain sacciforme (SBV) <i>Sacbrood Virus (SBV)</i>	1 ^{er} virus identifié comme responsable d'une maladie : le couvain sacciforme (1917) <i>1st virus identified as being responsible for a disease: sacbrood (1917)</i>	Mortalité de larves en forme de sac <i>Mortality of sac-shaped larvae</i>	Mortalité de larves en forme de sac (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>
Virus de la paralysie lente (SBPV) <i>Slow Bee Paralysis Virus (SBPV)</i>	Lors de l'étude du BVX (1974) <i>During study of BVX (1974)</i>	Symptômes de paralysie tardive (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> ⁽¹⁾ , NS <i>Believed to be involved in worker bee mortality, linked with V. destructor⁽¹⁾, NS</i>

j: jours post contamination par inoculation.

* Virus persistants en infections inapparentes, conséquences sur la santé des colonies lors de viroses cliniques.

⁽¹⁾ Vectorisation passive du virus par le parasite.

⁽²⁾ Multiplication du virus dans le parasite qui sert de vecteur et d'hôte.

CCD: Colony Collapse Disorder.

NS: pas de symptôme connu propre à la virose en conditions naturelles.

⁽³⁾ Il existe une particule virale associée au CBPV : le CBPASV (Chronic Bee-Paralysis Associated Satellite Virus) classé comme virus satellite et dont la multiplication serait entièrement dépendante du CBPV.

d: days after contamination by inoculation.

* Persistent virus with non-apparent infections, consequences on the health of colonies in the event of clinical viral diseases.

⁽¹⁾ Passive carrying of the virus by the parasite.

⁽²⁾ Multiplication of the virus in the parasite, which acts as a vector and host.

CCD: Colony Collapse Disorder.

NS: no known symptom specific to the viral disease in natural conditions.

⁽³⁾ there is a viral particle associated with CBPV: CBPASV (Chronic Bee-Paralysis Associated Satellite Virus) ranked as a satellite virus, the multiplication of which is believed to be entirely dependent on CBPV.

1.2.2 Agents chimiques

Les abeilles peuvent être exposées, comme l'ensemble des organismes vivants, aux divers agents chimiques susceptibles d'être présents dans l'environnement. Dans les zones cultivées, la majeure partie des agents chimiques constituant cette exposition appartient à la catégorie des produits phytopharmaceutiques, encore appelés produits phytosanitaires ou pesticides.

Un produit phytopharmaceutique correspond à tout produit visant à protéger une culture des dégâts d'un organisme nuisible⁽⁷⁾. De par son mode d'action, un produit phytopharmaceutique est, en principe, spécifique d'un type de cible : fongicides, herbicides, insecticides, nématocides, molluscicides, rodenticides ou avicides. Toujours du fait de son mode d'action, un produit phytopharmaceutique peut agir plus ou moins spécifiquement sur cette cible (insecticide généraliste ou seulement acaricide, par exemple). Parmi les agents phytopharmaceutiques, certains sont d'origine biologique comme les spores de *Bacillus thuringiensis* porteuses de diverses toxines ou les antiprotéases, leur rôle est analysé ci-après (cf. 1.2.3.4 « Pratiques agricoles, plantes transgéniques »).

Le catalogue des produits phytopharmaceutiques compte environ 450 substances actives (principe actif des produits commerciaux) et quelques 5 000 produits commerciaux correspondants (ACTA, 2008). Une revue exhaustive des propriétés de ces produits et en particulier des propriétés toxiques pour l'abeille, établies lors d'études en laboratoire, a été volontairement exclue de cette synthèse, l'objectif n'étant pas de faire l'inventaire des effets possibles des produits mais bien de leurs effets avérés *in situ*.

Les connaissances acquises dans ce domaine lors de l'examen réglementaire des produits phytopharmaceutiques sont disponibles, par ailleurs, sur le site AGRITOX (<http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php>).

1.2.2 Chemical agents

Like all living organisms, bees can be exposed to a variety of chemical agents potentially present in the environment. In arable regions, most chemical agents responsible for this exposure belong to the plant protection product category, also known as plant health products or pesticides.

*A plant protection product is any product designed to protect a crop from damage by a harmful organism⁽⁷⁾. Through its mechanism of action, a plant protection product is, in theory, specific to a type of target: fungicides, herbicides, insecticides, nematocides, molluscicides, rodenticides or avicides. Again due to their mechanism of action, the specificity of the action of a plant protection product on this target may vary (generalist insecticide or acaricide only, for example). Among plant protection products, some are of biological origin, such as *Bacillus thuringiensis*, and carry various toxins or antiproteases. Their role is analysed at a later stage in this report (see 1.2.3.4 "Farming practices, transgenic plants").*

*The catalogue of plant protection products includes around 450 active substances (active ingredient of marketed products) and some 5,000 corresponding commercial products (ACTA, 2008). An exhaustive review of the properties of these products and, in particular, of their toxic properties for bees, determined following laboratory studies, has been deliberately excluded from this synopsis, the aim not being to list the possible effects of the products but, rather, their known effects *in situ*. In addition, the knowledge acquired in this field during regulatory examination of plant protection products is available on the AGRITOX website: (<http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php>).*

(7) Un organisme nuisible peut être : un champignon ; un autre micro-organisme entraînant chez la plante le développement d'une maladie ; des adventices, dont le développement nuit à celui de la plante cultivée ; des insectes phytophages ou vecteurs de maladies ; mais aussi des nématodes ; des mollusques ; des petits vertébrés ; ou encore des oiseaux.

(7) A harmful organism may be: a fungus; another microorganism causing a disease to develop in the plant; weeds, the growth of which adversely affects the growth of the crop; plant-eating or disease-carrying insects; but also nematodes; molluscs; small vertebrates; or birds.

Cette présentation des agents chimiques susceptibles d'intervenir dans la mortalité des colonies d'abeilles, s'appuie, d'une part, sur la littérature scientifique traitant des impacts des produits phytopharmaceutiques sur les abeilles⁽⁸⁾, et d'autre part, sur les informations du terrain acquises par les réseaux de surveillance existant dans quelques pays voisins, comme le Royaume-Uni, l'Allemagne et les Pays-Bas.

1.2.2.1 Modalités d'exposition des abeilles aux produits phytopharmaceutiques

Nature de l'exposition

En zone agricole, les traitements phytopharmaceutiques étant, pour la plupart, destinés à être appliqués uniquement sur les surfaces cultivées, l'exposition se limite, en théorie, aux individus présents au moment du traitement.

En pratique, l'application de produits, en particulier **par pulvérisation**, conduit presque systématiquement à une contamination des bordures des surfaces traitées (haies, buissons, cultures adjacentes, etc.) par la dérive de « *brouillards de pulvérisation* » (voir, pour des études de terrain, Klöppel et Kördel (1997), Koch *et al.*, (2003) et pour la génération d'une base de données sur la dérive de pulvérisation, Rautmann *et al.*, 2001).

De même, des résidus secs ou humides, générés lors du traitement ou par re-volatilisation à partir du feuillage ou du sol, contribuent, parfois significativement, au transfert de substances à moyenne ou longue distance de l'endroit de traitement.

Une application par pulvérisation « en plein » répartit le produit sur l'ensemble de la parcelle de façon homogène alors qu'une pulvérisation dans la raie de semis permet un traitement localisé sur les zones à traiter.

This presentation of chemical agents potentially involved in bee colony mortality is based, first of all, on the scientific literature concerning the impact of plant protection products on bees⁽⁸⁾, and, secondly, on field information gathered by existing monitoring networks in several neighbouring countries, such as the United Kingdom, Germany and the Netherlands.

1.2.2.1 Conditions of exposure of bees to plant protection products

Type of exposure

In agricultural regions, since plant protection products are, for the most part, solely intended to be applied on cultivated areas of land, exposure is theoretically limited to the individuals present at the time of treatment.

*In practice, application of the products, especially **by spraying**, almost systematically leads to contamination of the areas bordering the land treated (hedges, bushes, neighbouring crops, etc.) through drifting of "spray clouds" (see Klöppel and Kördel (1997), Koch *et al.*, (2003) for field studies and, Rautmann *et al.*, 2001 for generation of a database on spray drift).*

Likewise, dry or wet residues, generated during treatment or by volatilisation from foliage or soil, contribute – sometimes significantly – to medium or long-distance transfer of substances away from the original treatment location.

"Full spraying" distributes the product evenly over the entire field, whereas "in-furrow spraying" directly into the seed furrow enables selective treatment of specific zones.

(8) Ces informations avaient fait l'objet d'une revue dans le cadre du rapport Expertise Collective Pesticides, émis par un groupe de travail INRA-CEMAGREF, en 2005: Aubertot, J.M., Barbier, J.M., Carpentier, A., Gril, J.J., Guichard, L., Lucas, P., *et al.* (2005) Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Expertise Collective synthèse du rapport. Paris, France. INRA et Cemagref. http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/pesticides_rapport_d_expertise.

(8) This information was reviewed in the context of the Pesticides Collective Expert Assessment report by INRA-CEMAGREF, in 2005: Aubertot, J.M., Barbier, J.M., Carpentier, A., Gril, J.J., Guichard, L., Lucas, P., *et al.* (2005) Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Expertise Collective synthèse du rapport. Paris, France. INRA and Cemagref. http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/pesticides_rapport_d_expertise.

L'exposition *via* l'air s'effectue par le biais de résidus secs ou de résidus humides, ces derniers représentant probablement une voie majeure en comparaison des résidus secs (Unsworth *et al.*, 1999). Ceci étant, la contribution de ces résidus à l'exposition dans la parcelle consécutive à une pulvérisation est limitée (Unsworth *et al.*, 1999)⁽⁹⁾.

Un traitement de semences par pelliculage avec le produit est destiné à protéger la semence des effets de champignons ou d'une consommation de la semence ou de la plantule par des insectes.

L'exposition résultante pour les abeilles peut avoir lieu *via* le nectar et le pollen de la plante cultivée, dans le cas de substances systémiques⁽¹⁰⁾.

Les voies d'exposition

Les abeilles, comme les autres pollinisateurs, peuvent entrer au contact de produits phytopharmaceutiques :

- directement lors du traitement, lorsque des résidus sont présents dans l'air ;
- *via* un substrat sur lequel subsistent des résidus de produits, comme le sol ou les plantes.

Le contact des abeilles avec les résidus de produit peut constituer une part significative de l'exposition, en particulier du fait de leur taille réduite, impliquant une surface corporelle d'échanges d'autant plus importante avec les surfaces contaminées. La relation trophique entretenue avec la culture, conditionne ensuite le temps de présence dans cette dernière, ainsi que la nature de l'exposition, **contact et ingestion** par toilettage, auquel peut s'ajouter l'ingestion de sucres et d'exsudats de plantes pouvant contenir des substances aux propriétés systémiques.

L'exposition par **inhalation** est également possible, et concerne toutes les substances au moment de l'épandage, et ensuite les substances volatiles.

La quantité de produit avec laquelle les abeilles peuvent entrer en contact va déterminer la possibilité d'effets directs. Cette quantité dépend de **l'intérêt de l'abeille pour la parcelle traitée**, de la **quantité de produit appliquée** sur la parcelle et du mode **d'application du produit**.

Exposure via the air is through dry residues or wet residues, with the latter probably representing the dominant route in comparison with dry residues (Unsworth et al., 1999). That said, the contribution of these residues to exposure in the field consecutive to spraying is limited (Unsworth et al., 1999)⁽⁹⁾.

Treatment of seed by film-coating with the product is designed to protect the seed from the effects of fungi or to stop the seed or seedling being eaten by insects.

The resulting exposure for bees can occur via nectar and pollen from the crop in the event of systemic substances⁽¹⁰⁾.

Exposure routes

Like other pollinators, bees can come into contact with plant protection products:

- *directly, during treatment, when residues are present in the air;*
- *via a substrate carrying residues of the products, such as the soil or plants.*

*Contact of bees with the product residues can account for a significant share of exposure, particularly due to their small size, meaning that they have a particularly large body surface area for exchange with contaminated surfaces. The trophic relationship with the crop then determines the duration of presence of the bees in the crop, along with the type of exposure, **contact and ingestion** by grooming, to which can be added ingestion of sap and exudates from plants that may contain substances with systemic properties.*

*Exposure by **inhalation** is also possible and concerns all substances at the time of spraying, and volatile substances thereafter.*

The quantity of product with which the bees may come into contact will determine the possibility of direct effects. This quantity depends on the bee's interest in the treated field, the quantity of product applied to the field and the method of product application. By concentrating the product in the zones to be protected, in-furrow application or application to seed can limit the amount of product used per hectare.

(9) À titre d'exemple, les concentrations en pesticides communément mesurées dans les eaux de pluie sont de l'ordre du microgramme par litre ce qui, en considérant une précipitation de 20 mm d'une pluie à 1 µg/L, correspond à une quantité redéposée à l'hectare de 0,2 g de substance. À cette dose, des effets directs de ces résidus ne pourraient se manifester que pour des substances dont la DL50 serait inférieure au ng/abeille.

(10) Un produit systémique est un produit capable de migrer dans une plante à une concentration susceptible d'avoir des effets biologiques recherchés (exemple : herbicides, etc.).

(9) By way of example, pesticide concentrations commonly measured in rainwater are in the region of one microgram per litre, which, assuming precipitation of 20 mm of rain containing 1 µg/L, corresponds to a redeposited quantity per hectare of 0.2 g of substance. At this dose, the direct effects of these residues could only be manifested for substances with an LD50 of less than 1 ng/bee.

(10) A systemic product is a product capable of migrating in a plant at a concentration liable to have the biological effects sought (example: herbicides, etc.).

Une application dans la raie de semis ou sur des semences, en focalisant l'apport sur les zones à protéger, permet de limiter l'apport de produit à l'hectare.

L'exposition résultant de produits pulvérisés

L'exposition d'abeilles à des produits utilisés en pulvérisation nécessite la présence d'abeilles au moment du traitement et dépend donc fortement de la présence de fleurs dans la culture au moment du traitement. Il s'agit alors d'une exposition par **contact** pour l'essentiel. Une exposition par **ingestion** est cependant possible par toilettage.

Dans le cas de traitements par pulvérisation, la dose apportée est spécifique au produit, à son efficacité et au spectre d'action visé (ACTA, 2008). Une pulvérisation apporte sur une parcelle de terrain des quantités très variables de substances actives, s'échelonnant de quelques grammes (pour certaines sulfonylurées, par exemple) à quelques kilogrammes (pour certains herbicides généralistes ou encore des traitements de sol contre les nématodes).

L'exposition résultant de l'utilisation de semences traitées

Dans le cas d'un traitement de semences, l'exposition des abeilles, par **ingestion**, peut survenir dans des cultures attractives et dépend des propriétés systémiques du produit. Pour que les abeilles soient exposées, une quantité significative de résidus du produit doit persister dans la plante jusqu'au moment de la floraison et migrer vers la fleur, les nectaires ou le pollen.

Pour les substances les plus systémiques, la concentration en résidus dans les parties vertes (tiges, feuilles) excède rarement 0,1 mg/kg. Les données disponibles pour l'imidaclopride indiquent des concentrations résiduelles dans les pollens de l'ordre du µg/kg de pollen, suggérant ainsi une exposition réduite pour les abeilles, par comparaison aux suites d'une pulvérisation (une centaine de g/ha pour l'imidaclopride, selon e-phy: <http://e-phy.agriculture.gouv.fr>).

Une étude de Cutler et Scott-Dupree sur les effets de l'exposition d'abeilles à des plants de colza traités avec de la clothianidine⁽¹¹⁾ au niveau de la semence confirme les niveaux de transfert avec des concentrations résiduelles de l'ordre de 2 µg/kg dans le pollen et le nectar (Cutler et Scott-Dupree, 2007).

Exposure resulting from sprayed products

*Exposure of bees to products used during spraying requires the presence of bees at the time of treatment and therefore greatly depends on the presence of flowers in the crop at the time of treatment. This then involves exposure by **contact** mainly. However, exposure by **ingestion** via grooming is also possible.*

In the event of treatment by spraying, the dose provided is specific to the product, to its efficacy and to the target spectrum of action (ACTA, 2008). Spraying deposits very variable quantities of active substance on a field, ranging from a few grams (for some sulphonylureas, for example) to a few kilograms (for certain generalist herbicides or soil treatments against nematodes).

Exposure resulting from the use of treated seed

*In the event of seed treatment, exposure of bees by **ingestion** can occur in crops attracting them and depends on the systemic properties of the product. In order for bees to be exposed, a significant quantity of product residues must persist in the plant until the flowering period and migrate to the flower, nectaries or pollen.*

For the most systemic substances, the residue concentration in the green parts of the plant (stems, leaves) rarely exceeds 0.1 mg/kg. Data available for imidacloprid indicate residual concentrations in pollens of in the region of 1 µg/kg of pollen, thus suggesting low exposure for bees in comparison with exposure following spraying (around a hundred g/ha for imidacloprid, according to e-phy: <http://e-phy.agriculture.gouv.fr>).

A study by Cutler and Scott-Dupree on the effects of exposure of bees to rapeseed plants treated with clothianidine⁽¹¹⁾ at the seed stage confirm the transfer levels, with residual concentrations in the region of 2 µg/kg in the pollen and nectar (Cutler and Scott-Dupree, 2007).

(11) Insecticide de la famille des nicotinoïdes.

(11) Insecticide belonging to the nicotinoid family.

1.2.2.2 Réglementation de la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques

C'est parce qu'une exposition des abeilles et autres pollinisateurs aux pesticides utilisés en agriculture ne peut être exclue, que la réglementation prévoit une évaluation des risques pour ces organismes, en préalable à la mise sur le marché du produit (Directive 91/414/EC, 01/01/2004).

Cette évaluation est effectuée sur la base d'essais d'écotoxicité pour l'abeille domestique, selon une démarche progressive mettant en œuvre des outils expérimentaux adaptés au risque identifié : risque aigu pour les adultes, risque pour le développement des larves, risque de retour à la ruche, etc. (cf. annexe 3). Ce schéma est actuellement mis à jour afin de traiter spécifiquement de l'exposition aux produits systémiques utilisés en traitement des semences ou du sol (Alix et Vergnet, 2007; Alix et al. 2008⁽¹²⁾).

En France, des mesures de gestion des risques pour les abeilles, par une maîtrise de l'exposition, ont été prises au niveau réglementaire. Un arrêté prévoit, pour protéger les abeilles et autres insectes pollinisateurs, d'interdire « toute application d'un produit insecticide ou acaricide en période de floraison et de production d'exsudats, quels que soient les produits et les appareils utilisés, sur tous les peuplements forestiers et toutes les cultures visées par ces insectes (JORF, 2004) ». Une mention dérogatoire à cet interdit peut être attribuée, sous conditions, à certains produits qui peuvent être alors utilisés durant ces périodes, mais toujours en dehors de la présence d'abeilles. Ainsi, en France, l'utilisation de produits phytopharmaceutiques (acaricides et insecticides) dotés d'une AMM, dans le respect des bonnes pratiques agricoles, devrait garantir **l'absence d'exposition** pour les abeilles.

La réglementation européenne prévoit, de même, l'interdiction des usages entraînant l'exposition des pollinisateurs et ce pour tous les produits pour lesquels l'évaluation des risques indique un risque pour les abeilles, sans relation avec l'action (insecticide ou fongicide) du produit (Directive 91/414/EC, texte consolidé, 2004)⁽¹²⁾. Elle prévoit également que des dispositions visant à limiter l'exposition des écosystèmes situés

(12) SPe8 : Dangereux pour les abeilles./Pour protéger les abeilles et autres insectes pollinisateurs, ne pas appliquer durant la floraison./Ne pas utiliser en présence d'abeilles./Retirer ou couvrir les ruches pendant l'application et [indiquer la période] après traitement./Ne pas appliquer lorsque des adventices en fleur sont présentes./Enlever les adventices avant leur floraison./Ne pas appliquer avant [indiquer la date] (d'après la Directive 2003/82/EC amendement l'annexe V de la Directive 91/414/EC).

1.2.2.2 Regulations on the marketing of plant protection products

Because exposure of bees and other pollinators to the pesticides used in agriculture cannot be excluded, the regulations require a risk assessment for these organisms before the product can be placed on the market (Directive 91/414/EC, 01/01/2004).

This assessment is carried out on the basis of ecotoxicity tests for honey bees, using a progressive approach employing experimental tools appropriate to the risk identified: acute risk for adults, risk for larva development, risk of return to the hive, etc. (see Annex 3). This procedure has now been updated to specifically cover systemic products used as a seed or soil treatment (Alix and Vergnet, 2007; Alix et al. 2008⁽¹²⁾).

In France, risk management measures for bees, via control of exposure, have been taken on a regulatory level. An order stipulates that, in order to protect bees and other pollinating insects, "the application of any insecticide or acaricide during the flowering or exudate production period, irrespective of the products and systems used, on all forestry populations and all crops targeted by these insects (French Official Journal, 2004)" is banned. Subject to specific conditions, a derogation to this ban may be permitted for certain products, which may then be used during these periods, but always when no bees are present. Hence in France, the use of plant protection products (acaricides and insecticides) with a marketing authorisation (MA), according to good farming practices, ought to guarantee the **absence of exposure** for bees.

Likewise, the European regulations stipulate a ban on uses leading to exposure of pollinators that applies to all products for which the risk assessment indicates a risk to bees, irrespective of the action (insecticide or fungicide) of the product (Directive 91/414/EC, consolidated text, 2004)⁽¹²⁾. It also stipulates that conditions aimed at limiting exposure of ecosystems located outside the fields treated be indicated on the labels of products, on the basis of the conclusions of the risk assessment (Directive 91/414/EC, consolidated text, 2004). These conditions include, for example, the provision of untreated zones, of variable width, intended to act as a buffer

(12) SPe8: Dangerous to bees/To protect bees and other pollinating insects do not apply to crop plants when in flower/Do not use where bees are actively foraging/Remove or cover beehives during application and for (state time) after treatment/Do not apply when flowering weeds are present/Remove weeds before flowering/Do not apply before (state time) (according to Directive 2003/82/EC amending annex V of Directive 91/414/EC).

en dehors des parcelles traitées soient mentionnées sur l'étiquette des produits, en fonction des conclusions de l'évaluation des risques (Directive 91/414/EC, texte consolidé, 2004). Ces dispositions sont, par exemple, l'instauration de zones non traitées, de largeur variable, destinées à jouer un rôle tampon entre la parcelle et les zones avoisinantes. La largeur de ces zones est définie lors de la procédure d'évaluation des risques⁽¹³⁾. Ces dispositions pour l'étiquetage sont entrées en vigueur au niveau national et apparaissent progressivement sur les emballages des produits commercialisés.

1.2.2.3 Effets recensés des produits phytopharmaceutiques sur l'abeille

Sources d'informations

La directive européenne 96/23/EC régleme la mise en œuvre, dans chaque État membre, d'un programme de surveillance de résidus chimiques dans le miel (fixation de LMR⁽¹⁴⁾ pour certaines substances actives dans le miel), intéressant essentiellement des substances actives à usage vétérinaire, dont certaines peuvent également entrer dans la composition de produits utilisés pour la protection des végétaux. Le règlement 396/2005, entrant en vigueur en septembre 2008, fixe des LMR dans le miel pour 48 substances et permettra la collecte de données informatives quant aux résidus de produits phytopharmaceutiques dans le miel (AES A, 2008).

En outre, l'AESA fait état, dans son enquête conduite en 2008 (cf. 2.1 « La filière apicole européenne » et annexe 5), sur 22 États membres ayant participé, de cinq pays dotés d'un réseau de surveillance chargé d'un recensement de données sur les résidus chimiques contaminants des abeilles et du miel (AES A, 2008).

Ce sont ces réseaux de surveillance qui, sur ce sujet, constituent la source d'information la plus importante. Ces derniers collectent les données, à la suite des signalements, mais procèdent également à des suivis des populations d'abeilles dans les sites où une exposition et des impacts liés aux pesticides sont possibles.

between the field and neighbouring zones. The width of these zones is defined during the risk assessment procedure⁽¹³⁾. These labelling provisions have come into force on a national level and are gradually beginning to appear on the packaging of products on the market.

1.2.2.3 Identified effects of plant protection products on bees

Information sources

European directive 96/23/EC regulates the implementation, in each Member State, of a chemical residue monitoring plan for honey (setting of an MRL⁽¹⁴⁾ for certain active substances in honey), mainly concerning active substances for veterinary use, some of which may also be included in the composition of products used to protect plants. Regulation 396/2005, which came into force in September 2008, sets MRLs in honey for 48 substances and will enable the collection of informative data concerning plant protection product residues in honey (EFSA, 2008).

In addition, in its survey conducted in 2008 (see 2.1 "The European beekeeping sector" and Annex 5), EFSA reports that out of the 22 Member States having taken part, five had a monitoring network responsible for collecting data on chemical residues contaminating bees and honey (EFSA, 2008).

For this subject, it is these monitoring networks that are the most significant source of information. They collect data following notifications but also monitor bee populations at sites where exposure and impacts linked to pesticides are possible.

(13) SPE3: Pour protéger [les organismes aquatiques/les plantes non-cibles/les arthropodes/insectes non-cibles/les insectes], respecter une zone non traitée de [distance à préciser] par rapport à [la zone non cultivée adjacente/aux points d'eau] (d'après la Directive 2003/82/EC amendant l'annexe V de la Directive 91/414/EC).

(14) LMR: limites maximales de résidus.

(13) SPE3: To protect aquatic organisms/non-target plants/non-target arthropods/insects respect an unsprayed buffer zone of (distance to be specified) to non-agricultural land/surface water bodies (according to Directive 2003/82/EC amending annex V of Directive 91/414/EC).

(14) MRL: maximum residue limit.

La littérature scientifique recense peu de cas d'intoxications d'abeilles (cf. 2.3.2 « *Agents chimiques* ») consécutivement à des traitements phytopharmaceutiques, en dépit d'assez nombreux accidents connus depuis plus de 50 ans et liés le plus souvent à des mésusages d'insecticides, notamment les organophosphorés. Le cas particulier des insecticides micro-encapsulés en est un bon exemple : les microcapsules utilisées avaient la taille de grains de pollen et étaient récoltées et stockées dans la colonie pour être consommées ultérieurement, provoquant, par voie de conséquence, des intoxications de colonies d'abeilles à retardement (Russell *et al.*, 1998).

Analyse des données par les réseaux en fonctionnement

Les analyses d'incidents notifiés aux réseaux de surveillance font état :

- d'utilisations de produits phytopharmaceutiques en quantités importantes, comme dans le cas d'attaques des cultures par des pucerons ;
- d'applications de ces produits en présence d'abeilles ou sur des cultures en fleurs ;
- d'applications de ces produits sur des plantes en dehors de la parcelle visée par les traitements, en raison, par exemple, d'un rinçage insuffisant de la cuve de pulvérisation avant emploi (générant ainsi un mélange lors de l'application suivante) ;
- de la présence d'eau contaminée ;
- de traitement du bois (Lewis, 2003).

Dans 18 % des cas, l'incident fait suite à un usage autorisé et dans 4 % il fait suite à un mauvais usage, les cas restants n'étant pas classables par manque d'informations.

Le nombre de cas d'empoisonnement tend à diminuer d'année en année, traduisant à la fois de meilleures pratiques agricoles et une tendance chez les éleveurs d'abeilles domestiques à moins déclarer d'éventuels incidents (Lewis, 2003 ; Aubertot *et al.*, 2005).

- **Au Royaume-Uni**, d'après le WIIS (Wildlife Incident Investigation Scheme), la plupart des produits impliqués dans des accidents sont des insecticides, utilisés seuls ou en mélanges. Selon Aldridge et Hart in Liess *et al.*, 2003, aucun produit classé lors de l'évaluation des risques comme étant « à faible risque » n'a été impliqué dans les incidents recensés. Les substances de la famille des pyréthrinoides, classées comme étant à « risque élevé », ont rarement été impliquées dans des incidents (Inglesfield, 1989, in Liess *et al.*, 2003) (Barnett *et al.*, 2007).

The scientific literature identifies few cases of bee poisoning (see 2.3.2 "Chemical agents") following plant protection treatments, despite the relatively numerous accidents, being recorded for more than 50 years, usually linked to misuse of insecticides – particularly organophosphates. The specific case of microencapsulated insecticides is a good example of this: the microcapsules used were the same size as pollen grains and were harvested and stored in colonies for later consumption, thereby causing delayed poisoning of bee colonies (Russell et al., 1998).

Analysis of data by operating networks

Analysis of incidents notified to monitoring networks reveals the following:

- *uses of plant protection products in large quantities, such as in the event of crops being attacked by aphids;*
- *applications of these products in the presence of bees or on crops that are in flower;*
- *applications of these products to plants outside the plots of land targeted by the treatments due, for example, to inadequate rinsing of the sprayer tank before use (thereby generating a mixture at the next application);*
- *the presence of contaminated water;*
- *the treatment of wood (Lewis, 2003).*

In 18% of cases, the incident follows authorised use and in 4% it follows incorrect use, the remaining cases not being classifiable due to a lack of information.

The number of cases of poisoning tends to decrease year on year, reflecting both better farming practices and a tendency among honey beekeepers to declare any incidents less (Lewis, 2003; Aubertot et al., 2005).

- **In the United Kingdom**, according to the WIIS (Wildlife Incident Investigation Scheme), the majority of the products involved in accidents are insecticides, used alone or in mixtures. According to Aldridge and Hart in Liess *et al.*, 2003, no product classified as being "low risk" in risk assessments has been involved in the incidents identified. Substances belonging to the pyrethrinoid family, classified as being "high risk" have rarely been involved in incidents (Inglesfield, 1989, in Liess *et al.*, 2003) (Barnett *et al.*, 2007).

■ **En Allemagne**, un suivi est assuré par un sous-groupe de l'ICPBR⁽¹⁵⁾ (Lewis, 2003). Un total de 82 cas d'empoisonnement a été recensé entre 1993 et 2003, avec une tendance à la diminution du nombre de cas au cours du temps. Les incidents impliquent aussi bien des substances autorisées sur le marché allemand que des substances interdites, traduisant ainsi des importations et usages illégaux de produits. Pour la seule année 1999, par exemple, 47 cas d'empoisonnements de colonies ont été recensés en Allemagne, dans lesquels une exposition à une combinaison de produits (produits mélangés dans la bouillie) a été mise en évidence. Ce nombre est en diminution, en raison de la mise en place d'une réglementation limitant l'application de tels mélanges (onze cas au total au cours des trois années suivantes (Lewis, 2003). La diminution du nombre d'incidents concerne la vigne mais pas l'arboriculture fruitière pour laquelle le nombre d'incidents reste stable. Le nombre d'empoisonnements délibérés tend, en revanche, à augmenter.

■ **Aux Pays-Bas**, un suivi volontaire des populations d'abeilles est effectué depuis 1989 (Oomen, 1999). Les apiculteurs informent leur organisation nationale des incidents et une enquête est conduite afin de déterminer si le code d'utilisation des pesticides (*Pesticide Acta*) a été ou non violé. Le nombre annuel d'incidents est variable (21 en 1994, 175 en 1996, entre 20 et 60 en général chaque année) mais il reste plus important dans les zones d'agriculture intensive. Les cultures en zones arables (grandes cultures) sont les plus concernées. Parmi les substances impliquées figurent notamment les insecticides, en particulier les molécules organophosphorées.

D'autres cas, moins nombreux, sont recensés dans la littérature :

■ **au Canada et aux États-Unis**, des programmes de régulation des pullulations de moustiques ont, par le passé, été associés à des dégâts importants dans des colonies d'abeilles, dont le coût avoisinait 90 000 \$ U.S. en 1981 et 850 000 \$ U.S. en 1983 pour la seule province du Manitoba (Dixon et Fingler, 1982, 1984 in (Kevan, 1999) ;

■ **In Germany**, monitoring is carried out by a sub-group of the ICPBR⁽¹⁵⁾ (Lewis, 2003). A total of 82 cases of poisoning were identified between 1993 and 2003, with a downward trend in the number of cases over time. The incidents involve both substances that are authorised on the German market and banned substances, therefore reflecting illegal importation and use of products. For 1999 alone, for example, 47 cases of bee colony poisoning were recorded in Germany, in which exposure to a combination of products (spray mixtures) was demonstrated. This number is falling due to the introduction of regulations restricting the application of these types of mixtures (a total of 11 cases in the subsequent three years (Lewis, 2003)). The reduction in the number of incidents concerns vines but not fruit tree crops, for which the number of incidents remains stable. However, the number of deliberate poisonings is tending to increase.

■ **In the Netherlands**, voluntary monitoring of bee populations has been operating since 1989 (Oomen, 1999). Beekeepers inform their national organisation about any incidents and an investigation is carried out in order to determine whether the rules for pesticide use (*Pesticide Acta*) have been violated or otherwise. The annual number of incidents is variable (21 in 1994, 175 in 1996, generally between 20 and 60 each year) but remains higher in intensive farming areas. Crops in arable areas (large-scale crops) are the most concerned. The substances involved notably include insecticides, especially organophosphates.

Other, less numerous cases are identified in the literature:

■ **in Canada and the United States**, programmes to regulate mosquito pullulations have, in the past, been linked with significant damage to bee colonies, costing around US\$ 90,000 in the province of Manitoba alone in 1981 and US\$ 850,000 in 1983 (Dixon and Fingler, 1982, 1984 in (Kevan, 1999);

(15) International Commission on Plant-Bee Relationship: commission internationale des interactions entre les abeilles et les plantes.

(15) International Commission on Plant-Bee Relationships.

- **en France**, un incident impliquant un traitement de semences par une préparation insecticide a été enregistré et impliquait du fipronil. Les circonstances de cet incident, explicitées par des expérimentations, ont été décrites dans le procès-verbal de la commission d'étude de la toxicité des produits phytopharmaceutiques, des matières fertilisantes et des supports de culture⁽¹⁶⁾ de janvier 2004 (<http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/avisctweb200401.pdf>). L'incident a donc été relié à la production d'une quantité de poussières significativement plus importante par le semis d'une variété de tournesol, associé à une concentration neuf fois et demie plus importante en fipronil dans ces poussières, par comparaison à la teneur en fipronil dans les poussières d'une autre variété. Les effets de l'exposition d'abeilles à ces poussières ont été testés ; les signes suivants ont été observés : une forte augmentation de la mortalité des abeilles après semis, une diminution quasi-totale de l'activité de butinage, une absence d'activité (envol – atterrissage sur planche d'envol) dans les 48 heures suivant le semis, des comportements anormaux chez les abeilles exposées, dans les deux heures suivant la fin du semis. La mauvaise qualité du pelliculage a été invoquée pour expliquer cet incident survenu en Midi-Pyrénées. Par comparaison, les causes à l'origine de la mortalité d'abeilles attribuée à l'emploi de produits contenant de l'imidaclopride (notamment, les semences enrobées « Gaucho^{NT} » de tournesol et de maïs, dont l'utilisation a été suspendue par le Ministre de l'agriculture, respectivement en janvier 1999 puis en mai 2004, cf. introduction de ce rapport) n'avaient pas pu, malgré les nombreux dispositifs expérimentaux mis en place à la suite des incidents, être clairement établies ;
- récemment, en **Allemagne**, en **Slovénie** et en **Italie** des incidents semblables, impliquant des poussières de semis pelliculés, ont été rapportés (Forster, 2008 ; Pistorius, 2008). La caractéristique commune de ces incidents correspond à une forte mortalité de colonies d'abeilles à la suite de semis de maïs pelliculés. Ceux-ci ont été reliés à l'exposition des colonies, au moment des semis, aux poussières émises par des semoirs de type semoir pneumatique.

- *in France*, an incident involving treatment of seed with an insecticide preparation was recorded for fipronil. The circumstances of this incident, clarified using experiments, were described in the report issued by the committee for the study of plant protection product, fertiliser and growing media toxicity⁽¹⁶⁾ in January 2004 (<http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/avisctweb200401.pdf>). The incident was thus linked to the production of a significantly greater amount of dust by the seed of one sunflower variety, combined with a nine and a half times higher fipronil concentration in this dust than the fipronil content in the dust from another variety. The effects of exposure of bees to this dust were tested; the following signs were observed: a sharp increase in bee mortality after sowing, an almost total reduction in foraging activity, an absence of activity (flying – landing on the flight board) in the 48 hours following sowing, abnormal behaviour in exposed bees in the two hours following the end of sowing. Poor quality film-coating was implicated to explain this incident that occurred in the Midi-Pyrénées region. In comparison, the causes of the bee mortality attributed to the use of products containing imidacloprid (in particular “Gaucho^{NT}” coated sunflower and maize seed, the use of which was suspended by the Minister of Agriculture in January 1999 then May 2004, respectively, see the introduction to this report) could not be clearly determined, despite the numerous experiments carried out following the incidents;
- *similar incidents involving film-coated seed dust have been reported recently in **Germany**, **Slovenia** and **Italy** (Forster, 2008; Pistorius, 2008). The common characteristic of all these incidents is a high bee colony mortality following film-coated maize sowing. They have been linked to exposure of colonies during sowing to dust emitted by pneumatic seed drills.*

(16) Instance alors en charge de l'évaluation scientifique des produits phytopharmaceutiques dans le cadre de l'examen des dossiers de demande de mise sur le marché.

(16) Body in charge of the scientific evaluation of plant protection products in the context of examination of marketing applications at the time.

L'analyse de résidus dans les abeilles, mais aussi sur des fleurs et plantes visitées par les abeilles aux abords des surfaces semées a révélé la présence de clothianidine, insecticide utilisé en pelliculage des semences.

L'analyse des causes de la présence de résidus dans les abeilles et aux alentours des ruches a mis en évidence :

- une **mauvaise qualité de pelliculage** des semences utilisées, comme en Allemagne où des lots de semences présentaient un sous-dosage d'un coformulant adhésif, voire un double pelliculage des semences, c'est-à-dire à un pelliculage d'une semence déjà pelliculée et prête à l'emploi, l'épaisseur du pelliculage générant ainsi des poussières en quantité anormale et contenant des résidus de produit ;
- des semis réalisés avec des **semoirs pneumatiques** dont le flux de sortie d'air était dirigé vers le haut et donc émettait les poussières de semis vers l'air ;
- des semis réalisés par **temps chaud, sec et venteux, favorisant la dispersion de poussières** sur de grandes distances.

Ce constat rejoint les observations effectuées en Italie, depuis 2001, d'une implication de poussières de semis lors d'événements de mortalité aiguë, impliquant cette fois l'imidaclopride, et répondant à la même conjonction de facteurs (Greatti *et al.*, 2003 ; Greatti *et al.*, 2006) :

- semoirs pneumatiques émettant les poussières verticalement ;
- abrasion importante du pelliculage par le disque de distribution des semences ;
- pelliculage de mauvaise qualité ;
- conditions météorologiques.

Un bilan sur les incidents récents impliquant des semences pelliculées a été dressé lors de la réunion de l'ICPBR⁽¹⁷⁾, à Bucarest, en octobre 2008. Il ressort de ces échanges que **les causes de ces incidents sont bien identifiées et peuvent être évitées par des mesures dont la mise en œuvre reste simple, telles que le contrôle de la quantité de poussières émises dans des lots par le biais d'un test en correspondance avec un seuil** (comme, par exemple, dans le cadre du « plan poussières » en France) (JORF n°35 du 11 février 2004, « Avis aux usines nationales productrices de semences de maïs et de tournesol traitées »), ou **l'utilisation de semoirs équipés de dispositifs permettant de limiter l'émission de poussières.**

(17) ICPBR: International Commission for Plant-Bee Relationships (= commission internationale pour l'étude des relations abeilles et plantes).

Analysis of residues in bees, but also on the flowers and plants visited by bees in the areas surrounding the sown land, has revealed the presence of clothianidin, an insecticide used in seed film-coatings.

Analysis of the causes for the presence of residues in bees and in the area surrounding hives has revealed:

- **a poor film-coating quality** for the seed used, as was the case in Germany, where seed batches presented under-dosing of an adhesive coformulant, or even double film-coating of the seed, i.e. film-coating of a seed already film-coated and ready to use, the thickness of the coating thereby generating abnormal amounts of dust containing product residues;
- sowing carried out using **pneumatic seed drills** in which the air outlet flow was directed upwards and therefore emitted seed dust into the air;
- sowing carried out in **hot, dry, windy weather, thereby encouraging the dust to be spread** over large distances.

*This fits with the observations made in Italy since 2001, of the involvement of seed dust in acute mortality events, this time implicating imidacloprid, with the same combination of factors (Greatti *et al.*, 2003; Greatti *et al.*, 2006):*

- **pneumatic seed drills** vertically emitting dust;
- **marked abrasion of the film-coating** by the seed distribution disc;
- **poor quality film-coating;**
- **weather conditions.**

*A review of recent incidents involving film-coated seed was carried out at the ICPBR⁽¹⁷⁾, meeting in Bucharest in October 2008. It emerged from the deliberations that **the causes of these incidents have been clearly identified and can be avoided by measures that are simple to apply, such as control of the quantity of dust emitted in batches by means of a test in comparison with a threshold** (as in the context of the "dust plan" in France, for example) (French Official Journal N° 35 of 11 February 2004, "Notice to national factories producing treated maize and sunflower seed"), **or the use of seed drills fitted with devices to limit dust emissions.***

(17) ICPBR: International Commission for Plant-Bee Relationships.

Par leur nature, ces types d'incidents touchant les abeilles et impliquant les traitements de semence ne sont susceptibles de survenir de façon ponctuelle, puisqu'ils nécessitent l'émission de quantités toxiques pour l'abeille. Néanmoins, ils mettent en évidence une dispersion dans l'environnement des produits utilisés en pelliculage en quantité plus ou moins importante et ainsi une exposition pouvant avoir des conséquences élargies y compris sur la santé des utilisateurs des produits.

Cette observation a conduit l'ICPBR à attribuer cette pratique des semis à de « mauvaises pratiques agricoles » et à encourager, de fait, la mise en place rapide de mesures permettant de résoudre cette problématique des poussières à l'échelle communautaire (Pistorius, 2008 ; Forster, 2008 ; Alix *et al.*, 2008b).

Enfin, si l'on élargit le recensement des cas d'intoxications à l'ensemble des pollinisateurs, d'autres aspects apparaissent, tels que les effets indirects des produits phytopharmaceutiques. Ainsi, lorsque les pesticides sont mentionnés dans les causes de déclin des populations de pollinisateurs, il est plus souvent fait référence aux herbicides qu'aux insecticides (Kevan, 1999 ; Wilcock et Neiland, 2002). À titre d'exemple, un déclin des populations de bourdons en France et en Belgique est attribué au faucardage précoce du foin et à l'utilisation d'herbicides pour éliminer les adventices à larges feuilles (c'est-à-dire les *Asteraceae* ou *Lamiaceae* ; Rasmont (1988) et Rasmont et Mersch (1988) *in* (Kevan, 1999).

Bilan

Quelques caractéristiques peuvent être mises en relief à partir des différentes informations recueillies (pour le bilan spécifiquement français, cf. chapitre 2.3.2 « *Agents chimiques* ») :

- les intoxications aiguës de colonies d'abeilles par des produits pulvérisés visant la protection des plantes sont les accidents susceptibles de se produire en cas de non-respect des bonnes pratiques agricoles ;
- aucun cas d'intoxication impliquant des résidus de produits dans le pollen ou le nectar d'espèces végétales issues de semences traitées n'a été recensé dans la littérature ou par les réseaux. Une étude sur cette problématique a été publiée. Cette dernière, conduite au Canada, a suivi les effets d'une exposition de 32 colonies d'abeilles à des plants de colza issus de semences pelliculées sur une période de 130 jours (Cutler et Scott-Dupree, 2007). L'étude a porté sur un pelliculage de clothianidine, l'exposition ayant lieu au moment de la floraison des plants

By their very nature, these types of incidents affecting bees and involving seed treatments are only liable to occur occasionally, since they require the emission of quantities that are toxic to bees. However, they reveal a dispersion of variable quantities of products used in film-coatings into the environment, and hence exposure that may have broader consequences, including on the health of the users of these products.

This observation led the ICPBR to designate this sowing practice as “poor farming practice” and to therefore encourage the rapid implementation of measures designed to solve this dust problem on a European level (Pistorius, 2008; Forster, 2008; Alix et al., 2008b).

Finally, if we broaden the scope of identification of poisoning cases to all pollinators, other aspects emerge, such as the indirect effects of plant protection products. Thus, when pesticides are listed in the causes for pollinator population decline, herbicides are mentioned more often than insecticides (Kevan, 1999; Wilcock and Neiland, 2002). For example, the decline of bumble bee populations in France and Belgium is attributed to early hay-cutting and the use of herbicides to eliminate broad-leafed weeds (i.e. Asteraceae or Lamiaceae; Rasmont (1988) and Rasmont and Mersch (1988) in (Kevan, 1999)).

Overall assessment

A few characteristics can be highlighted from among the various data collected (for the assessment specific to France, see chapter 2.3.2 “Chemical agents”):

- *acute poisonings of bee colonies by sprayed products intended to protect plants are accidents that are liable to occur in the event of non-compliance with good farming practices;*
- *no cases of poisoning involving product residues in the pollen or nectar of plant species produced from treated seed have been identified in the literature or by the networks. A study concerning this issue has been published. This study, which was conducted in Canada, monitored the effects of exposure of 32 bee colonies to rapeseed plants grown from film-coated seed over a period of 130 days (Cutler and Scott-Dupree, 2007). The study concerned film-coating with clothianidin, with exposure taking place at the time of flowering of the treated plants. No effect was observed on the parameters monitored: worker bee mortality rate, worker bee longevity, colony weight, honey production and brood surface area, for bee exposure quantified as 2 µg/kg in the nectar and pollen by analysis of residues.*

traités. Aucun effet n'a été observé sur les paramètres suivis : taux de mortalité des ouvrières, longévité des ouvrières, poids des colonies, production de miel et surface du couvain, pour une exposition des abeilles quantifiée à 2 µg/kg dans les nectars et les pollens par les analyses de résidus ;

- comme observé dans le cas des pollinisateurs sauvages, l'impact sur les populations *via* des effets indirects de pesticides, notamment par la destruction de l'habitat après application d'herbicides, semble apparaître plus facilement sur le terrain que l'impact direct d'une substance intrinsèquement toxique pour ces organismes (insecticides par exemple). La durée de la pression (au sens large) exercée par ces différents produits peut en partie expliquer ce phénomène : la destruction chimique de l'habitat peut avoir des conséquences à l'échelle de quelques mois, voire de quelques années, sur la répartition de populations dans l'environnement agricole, par comparaison à un effet sur la survie des individus exposés, qui ne concerne *a priori* que les individus qui ont été directement au contact du produit et ce à une dose toxique (sous réserve bien sûr de l'absence de contamination de l'habitat - de quelque nature qu'il soit - par des doses toxiques de produit ramenées par les organismes eux-mêmes).

1.2.3 Environnement

Seront successivement évoqués comme cause potentielle de mortalité des colonies d'abeilles domestiques :

- l'alimentation ;
- les facteurs climatiques ;
- les champs électriques et magnétiques ;
- les pratiques agricoles.

1.2.3.1 Alimentation

Avant d'aborder ce chapitre, consacré aux effets potentiels de l'alimentation sur la mortalité des colonies d'abeilles, il paraît essentiel de définir les besoins nutritionnels des abeilles domestiques et leur signification, en se focalisant essentiellement sur les glucides et protéines (Chauzat et Pierre, 2005 ; Pierre et Chauzat, 2005)

- *As observed in the case of wild pollinators, the impact on populations via indirect effects of pesticides – in particular by destruction of habitat following application of herbicides – seems to be more easily evident on the ground than the direct impact of a substance that is intrinsically toxic for these organisms (insecticides for example). The duration of the pressure (in the broad sense of the term) exerted by these different products may partially explain this phenomenon: chemical destruction of habitat can have consequences, on a scale of a few months, or even a few years, on the distribution of populations in the agricultural environment, in comparison with an effect on the survival of exposed individuals, which, in principle, only affects the individuals having come into direct contact with the product at a toxic dose (assuming, of course, the absence of any contamination of the habitat – of whatever type – by toxic doses of the product carried there by the organisms themselves).*

1.2.3 Environment

The following will in turn be outlined as potential causes of honey bee colony mortality:

- *diet;*
- *climatic factors;*
- *electric and magnetic fields;*
- *farming practices.*

1.2.3.1 Diet

Before tackling this chapter dedicated to the potential effects of diet on bee colony mortality, it seems essential to define the nutritional requirements of honey bees and their significance, focusing mainly on carbohydrates and protein (Chauzat and Pierre, 2005; Pierre and Chauzat, 2005)

Besoins nutritionnels des abeilles

Les glucides

Les glucides représentent les constituants parmi les plus importants de la nourriture des abeilles, couvrant les besoins énergétiques nécessaires à la thermorégulation, aux travaux d'entretien de la ruche tels que le nettoyage des cellules, l'alimentation du couvain, les déplacements liés au butinage, etc. Ils sont généralement stockés dans l'organisme sous forme de corps gras.

Les sucres habituellement présents dans les sécrétions florales (nectar) sont métabolisés par les abeilles (glucose, fructose, tréhalose, maltose); à l'inverse, certains autres, présents dans les sécrétions de certains insectes (miellats), ne le sont pas (raffinose).

La thermorégulation représente un besoin très important pour maintenir, notamment, une température de 34 °C en présence de couvain. En hiver, la température de la « grappe »⁽¹⁸⁾ ne doit pas descendre en dessous de 13 °C. En région tempérée, la consommation de sucres par une colonie d'abeilles, durant l'hiver, peut aller de 19 à 25 kg, et pour l'année, environ 80 kg. De nombreux facteurs influent sur la quantité et la qualité du butinage d'un rucher.

Les protéines et acides aminés

Les protéines sont apportées par les pollens. Cet apport est indispensable à la colonie d'abeilles pour assurer la croissance, l'ensemble des fonctions vitales telles que les fonctions enzymatiques et la reproduction (Roulston et Cane, 2000). Le pollen intervient, notamment, dans le développement des glandes hypopharyngiennes des jeunes abeilles (Pernal et Currie, 2000) et leurs corps adipeux (Soudek, 1927; Kratky, 1931). Lors d'apport de pollen insuffisant, ces glandes se développent insuffisamment chez les nourrices dont la production de gelée royale ne permet plus le développement normal du couvain, ni l'alimentation normale de la reine (l'apport protéique des sécrétions hypopharyngiennes représente environ 95 % de l'apport protéique nécessaire au développement d'une larve).

Le pollen est stocké dans les alvéoles, sous forme de pain d'abeille, assimilable à un ensilage, dont la valeur biologique est supérieure à celle du pollen frais en raison des fermentations subies (sous l'action de trois souches de *saccharomyces* et d'une souche de *lactobacilles*)

(18) Les colonies d'abeilles sont organisées pour résister aux températures froides de l'hiver, en formant une grappe d'abeilles, permettant de conserver la chaleur à l'intérieur de la ruche.

Nutritional requirements of bees

Carbohydrates

Carbohydrates are some of the most important components of bee's food, covering the energy requirements needed for temperature regulation, hive maintenance work, such as cell cleaning, brood feeding, foraging journeys, etc. They are generally stored in the organism in the form of fat.

The sugars generally present in flower secretions (nectar) are metabolised by bees (glucose, fructose, trehalose, maltose); conversely, some other sugars, present in the secretions of certain insects (honeydew), are not (raffinose).

Temperature regulation is very important, it being necessary, in particular, to maintain a temperature of 34°C in the presence of brood. In winter, the temperature of the "cluster"⁽¹⁸⁾ must not fall below 13°C. In temperate regions, the sugar consumption of a bee colony during the winter can range from 19 to 25 kg, and is 80 kg for the whole year. Numerous factors influence the quantity and quality of apiary foraging.

Proteins and amino acids

Proteins are supplied by pollen and are essential to bee colonies to ensure their growth and vital functions, such as enzymatic functions and reproduction (Roulston and Cane, 2000). In particular, pollen is involved in the development of the hypopharyngeal glands of young bees (Pernal and Currie, 2000) and their adipose tissue (Soudek, 1927; Kratky, 1931). In the event of an inadequate pollen intake, these glands do not develop properly in nurse bees, in whom the royal jelly produced can therefore no longer ensure normal brood development or normal feeding of the queen (the protein supplied in hypopharyngeal secretions accounts for around 95% of the protein required for development of a larva).

*The pollen is stored in the brood cells, in the form of bee bread, which can be likened to silage and has a greater biological value than fresh pollen due to the fermentation that it has undergone (under the action of three *saccharomyces* strains and one *lactobacillus* strain) (Pain and Maugenet, 1966). The protein content is variable depending on the botanical source (see Table 4), thus doubling between maize or sunflower pollen and lacy scorpionweed or white clover. For example, the quantity of available protein represents 32% of the dry matter of *A. greatheadii* (aloe) pollen*

(18) In order to withstand cold winter temperatures, bee colonies are organised in the form of a cluster of bees, making it possible to conserve heat inside the hive.

(Pain et Maugenet, 1966). La teneur en protéines est variable selon l'origine botanique (cf. tableau 4), passant ainsi du simple au double entre le pollen de maïs ou de tournesol, et celui de phacélie ou de trèfle blanc. Par exemple, la quantité de protéines disponible représente 32 % de la matière sèche du pollen d'*A. greatheadii* (Aloes) alors que le taux de protéines est de 15 % dans la matière sèche du pollen d'*H. annuus* (tournesol). Le taux de protéine contenu dans le pollen varie également en fonction des facteurs génétiques et environnementaux : la variété au sein d'une même espèce (Clark et Lintas, 1992 ; Pernal et Currie, 2000), l'âge et le stress nutritif de la plante (Day et al., 1990) et la localisation géographique (Pernal et Currie, 2000).

Selon l'origine végétale, l'apport nécessaire de pollen pour assimiler une même quantité de protéines peut ainsi diminuer de 50 % lorsque le taux de protéines passe de 20 % à 30 %. En période de miellée moyenne, ce taux doit être d'au moins 25 %, et passe à plus de 30 % lors de miellée intense (Kleinschmidt, 1986).

En outre, l'équilibre entre les acides aminés est très variable selon l'origine végétale. Le pollen de certains végétaux (lupin, phacélie, etc.) est très riche en acides aminés indispensables, alors que d'autres en sont bien moins pourvus (sarrasin, tournesol, maïs, etc.). Ainsi, le pollen de pissenlit, pauvre en tryptophane, phénylalanine et arginine, ne permet pas le développement du couvain s'il est consommé seul (Loper et Cohen, 1987).

Les lipides

Très peu d'informations sont actuellement disponibles sur les besoins alimentaires des abeilles domestiques en lipides (acides gras, stérols et phospholipides). Dans les conditions normales (alimentation diversifiée), ces besoins sont couverts par la consommation de pollen (Bruneau, 2006). Parmi les lipides, les stérols entrent en jeu dans la production de l'hormone de mue (l'ecdysone) ce qui les rend particulièrement indispensables (Day et al., 1990).

Les minéraux et vitamines

Il ne semble pas que les besoins en minéraux et vitamines puissent poser des difficultés aussi importantes que ceux en protéines, en glucides ou en eau (Bruneau, 2006).

L'eau

Il faut souligner la difficulté que représente l'apport en eau, notamment en période de canicule, car la diminution de ses disponibilités peut constituer un facteur limitant très important de la survie des colonies.

*whereas the protein level is 15% in the dry matter of *H. annuus* (sunflower) pollen. The protein level contained in the pollen also varies depending on genetic and environmental factors: the variety within the same species (Clark and Lintas, 1992; Pernal and Currie, 2000), the age and nutritive stress of the plant (Day et al., 1990) and the geographic location (Pernal and Currie, 2000).*

Depending on the plant source, the amount of pollen required to supply the same quantity of proteins can therefore fall by 50% when the protein level increases from 20% to 30%. In moderate honeyflow periods, this level must be at least 25%, and increases to more than 30% during intense honeyflow (Kleinschmidt, 1986).

In addition, the balance between amino acids is very variable depending on the plant source. Pollen from some plants (white lupin, scorpionweed, etc.) has a very high essential amino acid content, whereas other pollens have a much lower content (buckwheat, sunflower, maize, etc.). Hence dandelion pollen, which contains low quantities of tryptophan, phenylalanine and arginine, does not enable brood development on its own (Loper and Cohen, 1987).

Fat

Very little information is available at present concerning the dietary fat requirements of honey bees (fatty acids, sterols and phospholipids). In normal conditions (diversified diet), these requirements are covered by the consumption of pollen (Bruneau, 2006). Among these fats, sterols play a role in the production of molting hormone (ecdysone), making them particularly indispensable (Day et al., 1990).

Minerals and vitamins

Mineral and vitamin requirements do not appear to pose the same difficulties as protein, carbohydrate or water requirements (Bruneau, 2006).

Water

It is important to stress the difficulty represented by water intake, particularly during heat waves, since a decrease in its availability can be a very significant factor limiting colony survival.

Effets de l'environnement nutritif sur la mortalité des colonies d'abeilles

Plusieurs études montrent qu'il n'existe pas de relation entre l'espèce de plante cultivée à proximité des ruchers (maïs, colza, tournesol, etc.) et la surmortalité de l'abeille domestique; c'est le cas, notamment, en Suisse (Charrière *et al.*, 2003) et en Allemagne (Otten, 2003).

En revanche, la diminution de la biodiversité liée à l'agriculture intensive conduit notamment :

- à un manque de disponibilité en plantes pollinifères et mellifères;
- à la réduction des périodes de floraison et à l'exploitation de ressources polliniques de moindre valeur nutritive (déficience en acide aminé essentiel) comme le pollen de *Taraxacum sp.* (pissenlit) (Genissel *et al.*, 2002).

Quantité et qualité de l'apport pollinique

L'existence d'un déséquilibre dans la composition du pollen ne semble pas être un phénomène récent : il a également été observé lors d'études effectuées au cours des années quarante et cinquante (Synge, 1947; Wille et Wille, 1984). Les études de différents pays ont montré que l'essentiel du pollen collecté par les abeilles est récolté sur un nombre limité de plantes, correspondant le plus souvent à des espèces communes comme des cultures agricoles (Keller *et al.*, 2005). Les abeilles domestiques ne souffrent pas nécessairement d'un appauvrissement de la flore dans les zones agricoles; toutefois, dans ce type d'environnement, certaines périodes de pénurie de pollen peuvent survenir, que l'on n'observe pas dans un environnement plus diversifié (Stefan-Dewenter et Kuhn, 2002). Plus spécifiquement, Charrière *et al.* ont montré que, d'une part, le butinage du tournesol (en l'absence ou en présence de traitement insecticide des semences) n'a pas d'effet délétère sur les populations d'abeilles durant la floraison et, d'autre part, les pertes hivernales n'en sont pas augmentées (Charrière *et al.*, 2006). Par ailleurs, le pollen de tournesol semble d'un faible intérêt; en Suisse, en présence d'autres sources polliniques, les abeilles domestiques abandonnent le pollen de tournesol au profit de celui du maïs ou du trèfle.

Effects of the nutrient environment on bee colony mortality

Several studies show that there is no relationship between the species of crops near apiaries (maize, rapeseed, sunflower, etc.) and excess mortality in honey bees; in particular, this is the case in Switzerland (Charrière et al., 2003) and Germany (Otten, 2003).

However, a reduction in biodiversity linked to intensive farming leads, notably:

- *to a lack of availability of pollen and nectar-producing plants;*
- *to a reduction in flowering periods and the use of pollen sources of lower nutritional value (deficient in essential amino acids) such as *Taraxacum sp.* (dandelion) pollen (Genissel et al., 2002).*

Quantity and quality of pollen intake

The existence of an imbalance in the composition of pollen does not appear to be a recent phenomenon: it was also observed in studies conducted during the 1940s and 50s (Synge, 1947; Wille and Wille, 1984). Studies in various countries have demonstrated that most of the pollen collected by bees is harvested from a limited number of plants, usually corresponding to common species, such as agricultural crops (Keller et al., 2005). Honey bees do not necessarily suffer from a depletion of flora in agricultural zones; however, in this type of environment, certain periods of pollen shortage can occur that are not observed in a more diversified environment (Stefan-Dewenter and Kuhn, 2002). More specifically, Charrière et al. demonstrated, firstly, that foraging on sunflower (in the absence or presence of insecticide treatment of the seed) has no detrimental effect on bee populations during flowering and, secondly, winter losses are not increased (Charrière et al., 2006). Furthermore, sunflower pollen seems to be of little interest to bees; in Switzerland, in the presence of other pollens, honey bees abandon sunflower pollen, preferring maize or clover.

Les abeilles domestiques ont besoin d'une nourriture de qualité afin de pouvoir mener leur développement larvaire correctement, mais également pour leur permettre d'optimiser leur cycle d'activité durant la saison hivernale (Somerville, 2001).

En 1936, Farrar signalait déjà que la force de la population printanière exprimée en pourcentage de celle de l'automne était corrélée positivement avec la quantité de pollen de réserve (Farrar, 1936). Par ailleurs, le manque de pollen peut être à l'origine d'une réduction importante de la production du couvain d'été ou d'un arrêt total de la ponte à la fin de l'été ou au début de l'automne.

Les observations de terrain, réalisées en Wallonie, ont permis de constater que dans un nombre important de ruches, les réserves en pollen n'étaient pas suffisantes pour passer l'hiver. Pour Rozenkranz et pour Jacobs, dans certaines régions, respectivement d'Allemagne et de Belgique, les ouvrières ne récoltent pas assez de pollen, alors qu'en Suisse, le pollen est collecté en quantités suffisantes (Jacobs, 2004; Rosenkranz, 2004; Imdorf *et al.*, 2007). Or, deux périodes clés dans la vie de la colonie peuvent devenir critiques en cas d'apport insuffisant de pollen à la colonie :

- au printemps : la reprise d'activité est conditionnée par l'apport de pollen frais à la ruche, lorsque le stock de pollen est épuisé ;
- à la fin de l'été, correspondant à la préparation à l'hivernage : en période de disette, un arrêt de la ponte est à craindre, ayant pour conséquence une population d'abeilles d'hiver réduite, diminuant ainsi les chances de passer l'hiver et risquant d'altérer la vigueur au redémarrage de la colonie au printemps suivant.

Honey bees need good-quality food to successfully complete their larva development, but also to enable them to optimise their activity cycle during the winter season (Somerville, 2001). In 1936, Farrar was already reporting that the strength of the spring population, expressed as a percentage of the autumn one, was positively correlated with the quantity of stored pollen (Farrar, 1936). Moreover, a lack of pollen can be the source of a marked reduction in summer brood production or the total cessation of laying at the end of summer or start of autumn.

*Field studies carried out in Wallonia demonstrated that in a large number of hives, pollen stores were inadequate to get through the winter. According to Rozenkranz and Jacobs, in certain regions – Germany and Belgium, respectively – worker bees do not collect enough pollen, whereas in Switzerland pollen is collected in sufficient quantities (Jacobs, 2004; Rosenkranz, 2004; Imdorf *et al.*, 2007). Yet two key periods in the life of a colony can become critical in the event of inadequate pollen supplies for the colony:*

- *in the spring: the resumption of activity is dependent on the hive being supplied with fresh pollen, once the pollen stores are exhausted;*
- *at the end of the summer, corresponding to the wintering preparation period: in a period of food shortages, there is a risk that laying will stop, resulting in a diminished winter bee population, thereby reducing the chances of survival through the winter and potentially adversely affecting the strength of the colony when it starts up again the following spring.*

Les premiers jours après l'éclosion sont importants pour *A. mellifera* ; la teneur en azote de la jeune abeille augmente en moyenne de 64 % au cours des cinq premiers jours (Haydak, 1934). Lorsqu'on prive de pollen les jeunes abeilles domestiques (stade « *imago* » après métamorphose), leur espérance de vie en est diminuée (Maurizio, 1950). Jacobs a récemment conduit des essais dans des cages expérimentales, sur l'influence de l'alimentation en pollen sur la durée de vie de l'abeille domestique (Jacobs, 2004). Il a démontré que la consommation de pollen de maïs a un impact négatif sur la longévité d'*A. mellifera* contrairement aux pollens de fraisier ou de féverole.

Ainsi, à l'instar d'un apport quantitatif réduit de pollen à la colonie, un apport massif de pollen qualitativement médiocre peut être à l'origine de conséquences déterminantes sur la population d'une ruche. Au moment de la préparation à l'hivernage, un apport continu de pollen provoque une ponte d'ampleur normale par la reine. Cependant, si l'apport nutritif destiné aux larves écloses à la suite de cette ponte est insuffisant, leur durée de vie risque d'en souffrir. De telles ouvrières sont susceptibles de mourir durant l'hiver, entraînant un affaiblissement sévère, voire une mortalité de la colonie.

Le pollen et le nectar peuvent même, parfois, être toxiques pour l'abeille domestique, soit naturellement chez certaines espèces végétales comme *Anomone nemorosa* (Renonculaceae), *Ranunculus auricomus* (Renonculaceae), *Tilia platyphyllos* (Malvaceae), *Stryphnodendron polyphyllum* (Fabaceae), *Dimorphandra mollis* (Caesalpinaceae) (Maurizio, 1950 ; Pimentel de Carvalho et Message, 2004 ; Cintra et al., 2005), soit par la présence sur les grains de pollen de champignons produisant des mycotoxines, comme *Aspergillus flavus* (Gonzalez et al., 2005).

The first few days after hatching are important for A. mellifera; the nitrogen content of the young bee increases by 64% on average over the first five days (Haydak, 1934). When young honey bees are deprived of pollen ("imago" phase after metamorphosis), their life expectancy is reduced (Maurizio, 1950). Jacobs recently carried out tests in experimental cages on the influence of pollen diet on the lifespan of honey bees (Jacobs, 2004). He demonstrated that the consumption of maize pollen has a negative impact on the longevity of A. mellifera in contrast with strawberry or field bean pollen.

So, just like a quantitatively low supply of pollen to the colony, the massive supply of qualitatively poor pollen can have crucial effects on the population of a hive. During the wintering preparation period, a continuous pollen supply triggers quantitatively normal laying by the queen. However, if the nutrient supply for the larvae hatching after this laying is inadequate, there is a risk that their life expectancy will suffer. These types of worker bees are liable to die during the winter, causing severe weakening or even mortality of the colony.

*Pollen and nectar can even sometimes be toxic for honey bees, either naturally in certain plant species, such as *Anomone nemorosa* (Renonculaceae), *Ranunculus auricomus* (Renonculaceae), *Tilia platyphyllos* (Malvaceae), *Stryphnodendron polyphyllum* (Fabaceae), *Dimorphandra mollis* (Caesalpinaceae) (Maurizio, 1950; Pimentel de Carvalho and Message, 2004; Cintra et al., 2005), or as a result of the presence on pollen grains of fungi producing mycotoxins, such as *Aspergillus flavus* (Gonzalez et al., 2005).*

Tableau 4 : Teneur en protéines brutes de différents pollens

Table 4: Raw protein content of different pollens

Qualité / Quality	% de protéines % protein	% de lipides % fat
Pauvre / Poor		
Sarrasin - <i>Fagopyrum esculentum</i> / Buckwheat - <i>Fagopyrum esculentum</i>	11 ^(a)	
Tournesol - <i>Helianthus annuus</i> / Sunflower - <i>Helianthus annuus</i>	13 ^(a) -15 ^(b)	11,9 ^(c)
Pin - <i>Pinus banksiana</i> / Pine - <i>Pinus banksiana</i>	14 ^(b)	
Myrtillier - <i>Vaccinium</i> / Blueberry - <i>Vaccinium</i>	14 ^(a)	
Maïs - <i>Zea mays</i> / Maize - <i>Zea mays</i>	15 ^(a)	
Porcelle enracinée - <i>Hypochoeris radicata</i> <i>Spotted cat's ear</i> - <i>Hypochoeris radicata</i>	16 ^{(a)*}	lip. ^(a)
Cirse vulgaire - <i>Cirsium vulgare</i> / Common thistle - <i>Cirsium vulgare</i>	17 ^{(a)*}	
Citrus - <i>Citrus sp.</i> / Citrus - <i>Citrus sp.</i>	19 ^(a)	
Lavande - <i>Lavendula sp.</i> / Lavender - <i>Lavendula sp.</i>	20 ^{(a)*}	
Moyenne / Moderate		
Centauree du solstice - <i>Centaurea solstitia</i> <i>Barnaby's thistle</i> - <i>Centaurea solstitia</i>	21 ^(a)	
Saule marsault - <i>Salix caprea</i> / Pussy willow - <i>Salix caprea</i>	22 ^(a)	
Herbe au chantre - <i>Sisymbrium officinale</i> <i>Common hedge mustard</i> - <i>Sisymbrium officinale</i>	22 ^(a)	lip. ^(a)
Asphodèle - <i>Asphodelus fistulosus</i> / Asphodel - <i>Asphodelus fistulosus</i>	23 ^(a)	
Rapistre d'Orient (choux bâtard) - <i>Rapistrum rugosum</i> <i>Annual bastard cabbage</i> - <i>Rapistrum rugosum</i>	23 ^(a)	lip. ^(a)
Navet - <i>Brassica napus</i> / Turnip - <i>Brassica napus</i>	24 ^(a)	lip. ^(a)
Vesce - <i>Vicia sp.</i> / Vetch grass - <i>Vicia sp.</i>	24 ^(a)	
Féverolle - <i>Vicia faba</i> / Field bean - <i>Vicia faba</i>	24 ^(a)	
Mélilot officinal - <i>Melilotus officinale</i> <i>Yellow sweet clover</i> - <i>Melilotus officinale</i>	24 ^(b)	
Supérieure / High		
Amandier - <i>Prunus dulci</i> / Almond - <i>Prunus dulci</i>	25 ^(a)	
Pommier - <i>Malus domestica</i> / Apple - <i>Malus domestica</i>	25 ^(b)	
Colza - <i>Brassica campestris</i> / Rapeseed - <i>Brassica campestris</i>	26 ^{(b)*}	20,3 ^(c)
Trèfle blanc - <i>Trifolium repens</i> / White clover - <i>Trifolium repens</i>	26 ^(a)	
Poirier - <i>Pyrus communis</i> / Pear - <i>Pyrus communis</i>	26 ^(a)	
Ajonc d'Europe - <i>Ulex europaeus</i> / Gorse - <i>Ulex europaeus</i>	28 ^(a)	
Excellente / Excellent		
Phacélie - <i>Phacelia tanacetifolia</i> / Scorpionweed - <i>Phacelia tanacetifolia</i>	30 ^(b)	
Lupin - <i>Lupinus angustifolius</i> / Lupin - <i>Lupinus angustifolius</i>	34 ^(a)	
Vipérine commune - <i>Echium vulgare</i> / Blueweed - <i>Echium vulgare</i>	35 ^(a)	

* Ne répond pas entièrement aux besoins en acides aminés ; ^(a) (Somerville, 2001) ; ^(b) (Pernal et Curie, 2000) ; ^(c) (Singh et al., 1999).
lip.: riche en lipides.

* Does not fully meet amino acid requirements ; ^(a) (Somerville, 2001) ; ^(b) (Pernal and Curie, 2000) ; ^(c) (Singh et al., 1999).
lip.: high in fat.

Source: Bruneau: 2006

1.2.3.2 Facteurs climatiques

Mesquida soulignait déjà l'importance des facteurs climatiques sur la survie des abeilles domestiques (Mesquida, 1976). À la suite d'une sécheresse excessive, les floraisons de plantes mellifères et/ou pollinifères peuvent rapidement s'atténuer au cours de l'été et devenir totalement absentes.

Les basses températures, et particulièrement « les coups de froid », influencent le développement des colonies d'abeilles domestiques. Dustmann et Von der Ohe ont montré que les périodes de deux ou plusieurs jours durant lesquelles la température maximale de la journée est inférieure à 12 °C sans pluie, ou 16 °C avec pluie, inhibent l'activité de vol et interrompent l'approvisionnement en pollen de la ruche avec des conséquences négatives sur l'élevage du couvain et le développement des futures nourrices (Dustmann et Von der Ohe, 1988). La température est un facteur déterminant pour la vigueur (ou la force) d'une colonie; en effet, les abeilles domestiques maintiennent le couvain à la température précise de 34,5±0,5 °C, en dépit des fluctuations de la température ambiante (Jones *et al.*, 2004). Lorsque le couvain est élevé au-delà de cette température, les abeilles qui en sont issues, d'aspect morphologique normal, présentent des déficiences dans l'apprentissage et la mémorisation (Tautz *et al.*, 2003; Jones *et al.*, 2005). Tautz *et al.* ont également mis en évidence que les ouvrières, élevées à des températures sub-optimales, perdaient le sens de l'orientation et ne pratiquaient plus les danses de manière performante (Tautz *et al.*, 2003). Bühler *et al.* ont étudié les effets, dans la ruche, de la concentration en CO₂ et de la température sur l'abeille domestique: lors de conditions climatiques caractéristiques de la présence de couvain (1,5 % CO₂ et 35 °C, à l'intérieur de la ruche), la physiologie des apidés correspond à celle des abeilles d'été à durée de vie très courte. Lorsque, pour une même concentration en CO₂, la température diminue de 35° à 27 °C, les ouvrières deviennent physiologiquement semblables à celles d'hiver (Bühler *et al.*, 1983).

Crailsheim *et al.* ont montré que les perturbations climatiques ont des conséquences sur le comportement des nourrices et des butineuses, comme l'apport de nectar à la ruche et la distribution de la nourriture dans la ruche. Les conditions climatiques peuvent donc influencer sur le développement de la colonie et la durée de vie de l'abeille domestique (Crailsheim *et al.*, 1999).

1.2.3.2 Climatic factors

Back in 1976, Mesquida was already highlighting the importance of climatic factors on honey bee survival (Mesquida, 1976). Following a drought, flowering of nectar and/or pollen-producing plants can rapidly decrease over the course of the summer and even stop totally.

*Low temperatures – and particularly “cold spells” – have an influence on the development of honey bee colonies. Dustmann and Von der Ohe demonstrated that periods of two or more days when the maximum daytime temperature is below 12°C without rain, or below 16°C with rain, inhibit the flying activity and interrupt pollen supplies to the hive, with negative consequences on brood rearing and the development of future nurse bees (Dustmann and Von der Ohe, 1988). Temperature is a determining factor for the strength of a colony; indeed, honey bees maintain the brood at a precise temperature of 34.5±0.5°C, despite fluctuations in ambient temperature (Jones *et al.*, 2004). When brood is heated to above this temperature, the bees it produces, while having a normal morphological appearance, present learning and memory deficiencies (Tautz *et al.*, 2003; Jones *et al.*, 2005). Tautz *et al.* also demonstrated that worker bees reared at sub-optimum temperatures lost their sense of direction and were no longer able to dance properly (Tautz *et al.*, 2003). Bühler *et al.* studied the effects of CO₂ concentration and temperature inside the hive on honey bees: at climatic conditions characteristic of brood (1.5% CO₂ and 35°C, inside the hive), the physiology of the apidae corresponds to that of summer bees with a very short lifespan. When, for the same CO₂ concentration, the temperature falls from 35 to 27°C, the worker bees become physiologically similar to those in winter (Bühler *et al.*, 1983).*

*Crailsheim *et al.* have demonstrated that climatic disturbances have an impact on the behaviour of nurse bees and forager bees, as well as nectar supplies to the hive and distribution of food within the hive. The climatic conditions can therefore influence the development of the colony and the lifespan of honey bees (Crailsheim *et al.*, 1999).*

Toutefois, selon Imdorf *et al.*, il semble que les conditions météorologiques ne soient pas le seul facteur de risque de la mortalité des colonies d'abeilles. Ces auteurs signalent, qu'en comparant les données climatiques des hivers 2002/2003 et 2005/2006, pendant lesquels les pertes de colonies ont été importantes, les données météorologiques étaient différentes (Imdorf *et al.*, 2007). Ce constat laisse supposer l'existence d'autres facteurs de labilité suivant les années.

Par ailleurs, si les prédictions de changements climatiques se réalisent, les abeilles devront s'adapter rapidement aux modifications de certaines régions climatiques. La richesse de biodiversité de l'abeille domestique qui évolue sous des climats très différents devrait permettre à l'espèce de s'adapter avec l'aide déterminante des apiculteurs (Le Conte et Navajas, 2008).

1.2.3.3 Champs électriques et magnétiques

Les abeilles perçoivent les champs électriques et magnétiques par l'intermédiaire de petits cristaux abdominaux contenant du fer (Wajnberg *et al.*, 2001). L'influence des champs électriques et magnétiques a peu été étudiée sur l'abeille et les données actuelles ne permettent pas de mettre en évidence une relation entre ces champs et la mortalité des colonies d'abeilles domestiques (Imdorf *et al.*, 2007).

1.2.3.4 Pratiques agricoles

Évolution des pratiques agricoles

Au cours des dernières décennies, les pratiques agricoles ont considérablement évolué. Dans la plupart des bassins de production, les assolements se sont simplifiés, avec pour conséquence, la raréfaction de certaines plantes mellifères, notamment les légumineuses. Dans ces zones, prédominent souvent les céréales, au détriment des espèces entomophiles (colza, féverole, trèfle, *etc.*). Ainsi, la floraison des cultures mellifères est précédée et suivie de longues périodes sans ressources alimentaires pour les insectes, si aucun substitut n'est apporté pour relayer l'absence d'apport alimentaire.

Dans les régions d'élevage, les prairies naturelles à la flore composite dont la fauche avant floraison abolit la ressource qu'elles pourraient constituer, sont maintenant remplacées par des prairies artificielles, constituées de graminées pauvres en ressources mellifères et pollinifères.

However, according to Imdorf et al., it would appear that weather conditions are not the only risk factor for bee colony mortality. These authors report that when the climatic data for the winters of 2002/2003 and 2005/2006, during which colony losses were high, are compared, it emerges that the weather conditions were different (Imdorf et al., 2007). This fact suggests that other factors of instability exist, depending on the year.

Furthermore, if the predicted climate changes occur, bees will need to be able to rapidly adapt to the changes in certain climatic regions. The rich biodiversity of honey bees, which thrive in very different climates, should enable the species to adapt, with the crucial assistance of beekeepers (Le Conte and Navajas, 2008).

1.2.3.3 Electric and magnetic fields

Bees perceive electric and magnetic fields through small abdominal crystals containing iron (Wajnberg et al., 2001). The influence of electric and magnetic fields has been the subject of few studies in bees and there is not enough data currently to be able to identify any relationship between these types of fields and honey bee colony mortality (Imdorf et al., 2007).

1.2.3.4 Farming practices

Changing farming practices

In recent decades, farming practices have changed significantly. In the majority of production areas, crop rotations have been simplified, with a resulting depletion in certain nectar-producing plants, especially leguminous ones. In these zones, cereal crops often dominate, to the detriment of entomophilous species (rapeseed, field bean, clover, etc.). Therefore flowering of nectar-producing crops is often preceded and followed by long periods without any food sources for insects if no substitute is provided to compensate for the absence of this food.

In livestock farming regions, natural grazing with composite flora, in which mowing before flowering eliminates the resources that it could provide, is now being replaced by artificial grazing, made up of grasses containing few nectar and pollen-producing resources.

Il paraît essentiel de souligner les méfaits de la monoculture à l'origine d'alternances de pléthore et de disette et surtout fondée sur des végétaux pauvres en ressources pollinifères et nectarifères (céréales, tournesol). En outre, se produit une gestion destructrice des éléments fixes du paysage, tels que talus, haies, bords de route, espaces enherbés le long des rivières et des voies de transport.

Dans les pays d'Europe du nord-ouest, l'urbanisation accrue et l'agriculture intensive provoquent progressivement la fragmentation des habitats d'insectes, l'isolement et la destruction de zones semi-naturelles et de zones « refuges » comme les jachères, les haies et les talus (Dawson, 1994). Les réseaux de « corridors biologiques » entre les différentes zones d'intérêt pollinifère et mellifère peuvent être ainsi modifiés ou altérés (Richards, 2001). Ceci induit des perturbations de la colonisation de l'habitat et de l'exploitation des ressources alimentaires par des insectes pollinisateurs (Kearns *et al.*, 1998; Kremen et Ricketts, 2000).

Les pratiques intensives en agriculture sont ainsi à l'origine de la diminution des ressources alimentaires de l'abeille domestique (Weibull *et al.*, 2003; Todd *et al.*, 2007). Le déclin de la biodiversité des plantes pollinifères et mellifères en milieu agricole est une conséquence directe de deux actions conjuguées : celle des herbicides totaux ou sélectifs et celle de la monoculture, en particulier la culture de plantes dépourvues d'intérêt pour les apidés, telles que les céréales (Bäckman et Tiainen, 2002). Très récemment, Marshall *et al.* ont mis en évidence une plus grande abondance d'apidés en milieu agricole lorsque des bandes marginales, composées de légumineuses et de diverses plantes à fleurs, étaient placées à proximité de grandes cultures (Marshall *et al.*, 2006).

Les pratiques agricoles peuvent également provoquer d'importantes pertes d'abeilles. Les champs de phacélies ou de trèfles blancs sont très souvent visités par les insectes pollinisateurs, notamment l'abeille domestique. Pour les producteurs de lait, ces prairies à fleurs sont fauchées avant la fin de la floraison, causant ainsi d'importantes pertes d'abeilles par déficit alimentaire. Frick et Fluri indiquent qu'après fauchage, les pertes d'abeilles, liées à la disparition de ressources nutritives, s'élèvent, pour les parcelles de trèfles blancs, de 9 000 à 24 000 abeilles/ha et pour les parcelles de phacélies, à 90 000 abeilles/ha (Frick et Fluri, 2001).

It seems to be essential to stress the damage caused by single-crop farming, which is behind alternating food gluts and shortages, and above all based on plants containing few pollen and nectar-producing resources (cereals, sunflower). In addition, fixed elements of the landscape, such as embankments, hedges, verges, grassy areas along river banks and transport routes are also being destroyed.

In North-West European countries, increased urbanisation and intensive agriculture are gradually causing the fragmentation of insect habitats. The isolation and destruction of semi-natural areas and "refuge" zones, such as fallow land, hedges and embankments (Dawson, 1994). The "biological corridor" networks between the various areas of pollen and nectar-producing interest can thus be altered or damaged (Richards, 2001). This leads to disruptions in habitat colonisation and in the use of food resources by pollinating insects (Kearns et al., 1998; Kremen and Ricketts, 2000).

Intensive farming practices are also a source of a decrease in food resources for honey bees (Weibull et al., 2003; Todd et al., 2007). The decline in the biodiversity of pollen and honey-producing plants in agricultural environments is a direct result of two combined actions: that of total or selective herbicides and that of single-crop farming, in particular the cultivation of plants devoid of interest for apidae, such as cereal crops (Bäckman and Tiainen, 2002). Very recently, Marshall et al. demonstrated a marked abundance of apidae in agricultural environments when strips of land sown with leguminous and various flowering plants were located near large-scale crops (Marshall et al., 2006).

Farming practices can also cause significant bee losses. Scorpionweed or white clover fields are very frequently visited by pollinating insects, particularly honey bees. For dairy farmers, this grazing containing flowers is mown before the end of flowering, thereby causing significant bee losses due to a shortage of food. Frick and Fluri indicate that after mowing, bee losses, linked to the disappearance of nutrient sources, rise, for white clover fields, from 9,000 to 24,000 bees/ha and for scorpionweed fields, to 90,000 bees/ha (Frick and Fluri, 2001).

Les études traitant des effets des pesticides sur les populations de pollinisateurs font partie d'une littérature spécifique qui associe souvent le suivi écologique à l'évolution des cultures elles-mêmes, les impacts sur les populations de pollinisateurs étant le plus souvent détectés lors de diminutions drastiques du rendement de production des cultures pollinisées. Un recensement des cas de réduction de rendement chez des espèces végétales, au début des années 1990, par Burd (1994), *in* (Richards, 2001), a permis d'y associer des impacts sur les espèces pollinisatrices. Sur 23 cas recensés, cinq étaient liés à une réduction du nombre de niches écologiques disponibles, et trois étaient associés au passage à un mode intensif de conduite des cultures.

Le lien avec les traitements chimiques n'a été fait qu'une seule fois, à la suite du traitement de forêts canadiennes au fenitrothion contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana*). Cet incident est un des rares exemples d'effets directs d'un traitement insecticide sur des espèces pollinisatrices inféodées à des cultures. À l'origine de cet incident, des hectares de forêts du Nouveau-Brunswick avaient été traités contre la tordeuse. Les populations de nombreuses espèces pollinisatrices ont diminué drastiquement (Plowright et Rodd 1980, *in* (Kevan, 1999) affectant ainsi la reproduction de nombreuses espèces végétales (Thaler et Plowright, 1980, *in* (Kevan, 1999) et résultant en une chute importante des rendements de production de myrtilles (Kevan 1975^(b); Kevan et Laberge 1999 *in* (Kevan, 1999). C'est par cette diminution de rendement que l'effet sur les pollinisateurs a été découvert. La substitution de ce produit par du Matacil (aminocarbe) a permis de rétablir les rendements de production de myrtilles, mais des impacts ont néanmoins été observés lors de suivis des populations d'espèces pollinisatrices de petite taille (*Andrenidae*, *Halictidae*, *Anthophoridae* et *Syrphidae*; Thompson *et al.*, 1985, *in* (Richards, 2001). Des espèces végétales sauvages dépendantes de ces insectes pour leur reproduction ont été, en retour, moins productrices en fruits.

Les plantes transgéniques

L'application des techniques de génie génétique aux végétaux permet d'assurer aux plantes génétiquement modifiées, actuellement commercialisées, une meilleure protection vis-à-vis de certaines conditions adverses de milieu, notamment par une destruction facilitée des adventices et une diminution des pertes liées aux ravageurs animaux.

Studies concerning the effects of pesticides on pollinator populations are covered in specific literature, often combining ecological monitoring with the evolution of the crops themselves, the impacts on pollinator populations usually being detected following drastic reductions in production yields of pollinated crops. Identification of cases of reduced yields in plant species at the beginning of the 1990s by Burd (1994), in (Richards, 2001), made it possible to make a link between these and impacts on pollinating species. Of the 23 cases identified, five were associated with a reduction in the number of ecological niches available, and three were associated with a switch to an intensive crop management method.

*A link with chemical treatments was made once only, following the treatment of Canadian forests with fenitrothion against spruce budworm (*Choristoneura fumiferana*). This incident is one of the rare examples of direct effects of an insecticide treatment on pollinator species dependent on crops. The source of this incident was the treatment of hectares of forest in New Brunswick against spruce budworm. Populations of numerous pollinating species fell drastically (Plowright and Rodd 1980, in (Kevan, 1999) thereby affecting the reproduction of numerous plant species (Thaler and Plowright, 1980, in (Kevan, 1999) and resulting in a significant fall in blueberry production yields (Kevan 1975^(b); Kevan and Laberge 1999 in (Kevan, 1999). It was through this decrease in yields that the effect on pollinators was discovered. Replacement of this product by Matacil (aminocarb) restored blueberry yields but an impact was nonetheless observed following monitoring of small pollinator insect populations (*Andrenidae*, *Halictidae*, *Anthophoridae* and *Syrphidae*; Thompson *et al.*, 1985, in (Richards, 2001). In turn, wild plant species dependent on these insects for their reproduction also produced less fruit.*

Transgenic plants

The application of genetic engineering techniques to plants provides the genetically modified plants currently marketed with better protection against certain adverse environmental conditions, in particular by enabling easier destruction of weeds and a reduction in losses linked to animal pests.

Les plantes résistantes aux herbicides peuvent ainsi subir un désherbage plus complet que celles soumises aux techniques classiques, avec cependant, un effet indirect, surtout trophique, sur les abeilles du fait de la disparition radicale de la flore adventice. Il est, par ailleurs, possible de rendre certaines plantes résistantes aux attaques des insectes, grâce à l'insertion de gènes produisant soit des toxines de *Bacillus thuringiensis* (Arpaia, 1996), soit des antiprotéases des enzymes intestinales des insectes (Malone *et al.*, 1998) soit encore des lectines (Lehrman, 2007). L'insertion de gène Bt, provenant de *Bacillus thuringiensis*, est actuellement la méthode la plus fréquemment préconisée. Ce bacille présente une très grande variabilité génétique ; il peut ainsi être à l'origine d'une centaine de toxines différentes (les « crystal proteins », Cry) qui ont été isolées et étudiées. Chacune d'entre elles a un spectre d'hôte qui lui est spécifique. Les plus utilisées en génie génétique sont :

- Cry1, active contre les lépidoptères, la plus utilisée (notamment dans le maïs Monsanto 810) ;
- Cry3 active contre les coléoptères ;
- Cry4 active contre les diptères.

En principe, le gène d'intérêt peut être utilisé avec un promoteur, adressant la toxine aux seuls tissus verts de la plante, ce qui exclut sa transmission au pollen (aucune de ces toxines n'étant néfaste pour les hyménoptères).

Concernant les inhibiteurs de protéases, on les distingue selon leur activité de liaison et deux d'entre eux sont principalement utilisés :

- les inhibiteurs de sérine-protéases ;
- les inhibiteurs de cystéine-protéases.

Les sérine-protéases jouent un rôle important chez l'abeille ; l'inhibiteur de cette enzyme peut ainsi empêcher la digestion et avoir des conséquences sur la santé des apidés, ce qui n'est pas le cas de l'inhibiteur de cystéine-protéases (Babendreier *et al.*, 2006).

En conditions de laboratoire, semi-naturelles (sous tunnel) ou naturelles (au champ), **aucune étude, à l'exception de celles portant sur les inhibiteurs de sérine-protéases, n'a mis en évidence un impact négatif de toxines actuellement commercialisées sur l'abeille domestique, tant au niveau physiologique que comportemental** (Malone et Pham-Delegue, 2001; Keil *et al.*, 2002; Malone, 2004; Babendreier *et al.*, 2006; Lehrman, 2007; Duan *et al.*, 2008; Ramirez-Romero *et al.*, 2008). Il est exclu, à l'heure actuelle, d'utiliser les inhibiteurs de sérines-protéases en vue d'augmenter la résistance des plantes aux insectes.

Plants that are resistant to herbicides can therefore withstand more comprehensive weed killing treatments than those subject to conventional techniques with, however, an indirect effect – above all trophic – on bees, due to the radical disappearance of flowering weeds. Furthermore, it is possible to make some plants resistant to insect attacks through the insertion of genes producing Bacillus thuringiensis toxins (Arpaia, 1996), or antiproteases of insect intestinal enzymes (Malone et al., 1998) or lectins (Lehrman, 2007). The insertion of the Bt gene, derived from Bacillus thuringiensis, is currently the most widely recommended method. This bacillus presents a very high level of genetic variability; it can thus be the source of around a hundred different toxins ("crystal proteins", Cry), which have been isolated and studied. Each of these has a specific host spectrum. The most commonly used of these in genetic engineering are:

- Cry1, active against moths, the most widely used (particularly in Monsanto 810 maize);
- Cry3 active against beetles;
- Cry4 active against dipterous insects.

In principle, the gene of interest can be used with a promoter, sending the toxin to only the green tissues of the plant, excluding its transmission to the pollen (none of these toxins being harmful to Hymenoptera).

For proteinase inhibitors, a distinction is made on the basis of their binding activity and two of these are predominantly used:

- serine-proteinase inhibitors;
- cysteine-proteinase inhibitors.

Serine-proteinases play an important role in bees; the inhibitor of this enzyme can therefore prevent digestion and have consequences on the health of apidae, which is not the case for cysteine-proteinase inhibitors (Babendreier et al., 2006).

*Under laboratory, semi-natural (plastic tunnel) or natural (field) conditions, **no studies, except those focusing on serine-proteases, have revealed negative impacts from currently marketed toxins on the honey bee, in both physiological and behavioural terms** (Malone and Pham-Delegue, 2001; Keil et al., 2002; Malone, 2004; Babendreier et al., 2006; Lehrman, 2007; Duan et al., 2008; Ramirez-Romero et al., 2008). The use of serine-protease inhibitors with a view to increasing plant resistance to insects is ruled out for the time being.*

1.2.4 Pratiques apicoles

1.2.4.1 Généralités

Puisque la colonie peut être assimilée à un super-organisme pérenne, en raison de l'organisation et des relations de travail qui existent entre les différents individus qui la composent, il est indispensable que les colonies disposent d'une population équilibrée (cf. 1.1.1 « État de la normalité »).

Un déficit en ouvrières, nourrices ou butineuses, peut entraîner des perturbations au sein des colonies. Lors des manipulations apicoles, un équilibre démographique est à préserver. Le rôle de l'apiculteur est de favoriser, au travers de la technique et des méthodes employées, la pérennité des colonies afin d'assurer chaque année sa production de miel.

Un manque d'ouvrières et donc de ressources nutritives entraîne un développement ralenti des colonies et une population insuffisante. En période hivernale, un nombre d'abeilles trop faible ne permet pas de maintenir la température nécessaire à la survie de la grappe d'abeilles.

La perte de la reine, individu unique au sein de la ruche, peut entraîner la mort des colonies si sa disparition survient durant la période « sans mâle », donc sans fécondation. Chaque visite de colonie doit se faire en veillant à ne pas effectuer de fausse manœuvre à l'encontre de la reine. L'apiculteur doit également veiller à l'âge des reines en les marquant, afin de prévoir leur renouvellement pour conserver leur vitalité optimale, généralement limitée aux deux premières années de leur vie. La division des colonies (réalisation des essaims artificiels) ne doit pas être trop tardive dans l'année, au risque de perdre les nouvelles colonies insuffisamment développées pour l'hiver.

La tenue du rucher, de façon générale, est également un point d'importance. Afin de favoriser le bon développement des colonies, des règles de bon sens doivent être appliquées :

- l'humidité doit être maintenue aussi basse que possible au sein des ruches (l'apiculteur doit **isoler les ruches du sol**, veiller à ce que l'eau de pluie ne s'y accumule pas) ainsi qu'au sein du rucher (l'apiculteur doit veiller à dégager la végétation et à utiliser des supports de ruches ne gardant pas d'eau résiduelle);
- le pas de vol doit être dégagé;
- un abreuvoir doit être mis à disposition près du rucher.

1.2.4 Beekeeping practices

1.2.4.1 General points

Since the colony can be compared to a perennial superorganism, due to the organisation and work relations existing between the different individuals making it up, it must have a balanced population (see 1.1.1 "State of normality").

A shortage of worker bees, nurse bees or pollen-gathering bees can disrupt colonies. When handling bees, a demographic balance must be maintained. The beekeeper's role is to help colonies to survive through the technique and methods applied so that they will produce honey every year.

A lack of worker bees and therefore of nutritional resources slows colony growth and reduces population size. In the winter, too few bees will not be able to maintain the necessary temperature for the bee cluster to survive.

The loss of the queen, a unique bee within the hive, may cause colony death if her death occurs in a "maleless" period, and therefore without fertilisation. Every colony visit should be made by endeavouring not to make any mistake as far as the queen is concerned. The beekeeper must also keep an eye on the queens' age, by marking them to anticipate their renewal for preserving their optimum vitality, which is generally limited to the first two years of life. The division of colonies (creating artificial swarms) should not be done too late in the year, as new colonies that have not developed sufficiently for the winter may be lost.

The general upkeep of the apiary is also important. Common sense must be applied to foster good colony growth:

- *humidity must be maintained as low as possible within the hives (the beekeeper must **keep the hives away from the ground** and ensure that rainwater does not gather within) and within the apiary (the beekeeper must clear away any vegetation and use hive stands that do not retain residual water);*
- *the hive entrance must be clear;*
- *a drinking container must be placed near the apiary.*

1.2.4.2 L'essaimage

Des visites régulières au printemps et au début de l'été doivent être réalisées pour prévenir ou arrêter autant que faire se peut l'essaimage.

Lors d'un essaimage, près de la moitié, voire les deux tiers, de la population quittent la ruche pour fonder une autre colonie. Ce phénomène est amplifié par l'absence momentanée de reine fertile. Le fait de visiter les colonies permet, au besoin :

- de prévenir la mise en route du processus d'essaimage (bonnes pratiques apicoles : extension du volume de la ruche, réalisation d'essaim artificiel, etc.) ;
- d'éviter l'essaimage par destruction des cellules royales ;
- de connaître la cause du dépeuplement des colonies.

En régions tempérées, l'essaimage peut survenir jusqu'à la fin du mois de juin et quelques semaines sont nécessaires à la colonie pour retrouver sa population initiale. Outre la diminution du nombre d'abeilles, on observe une importante diminution de la production de miel. De plus, à la suite de l'essaimage, l'apiculteur doit adapter le volume de la ruche à la population restante, afin de minimiser les dépenses d'énergie inutiles (thermorégulation) et d'éviter le développement de parasites dans les espaces vides (notamment, fausses-teignes).

1.2.4.3 Le milieu de vie de la colonie

Le cycle de vie d'une colonie, ainsi que sa survie, sont fortement dépendants de la végétation dans l'environnement et plus précisément des sources de pollen et de nectar disponibles. Ainsi, deux facteurs doivent être pris en considération lors de l'installation d'un rucher sédentaire :

- les ressources nutritives disponibles tout au long de la saison et plus particulièrement avant la période critique hivernale ;
- le nombre de colonies par rucher.

Un nombre important de colonies par site peut être envisagé lors de la floraison de plantes hautement mellifères et pollinifères ; toutefois, lorsque les denrées se font plus rares, une adaptation du nombre de colonies par site doit être effectuée, afin que chacune puisse bénéficier de réserves en protéines et nutriments permettant le développement des abeilles d'hiver, à longue durée de vie.

1.2.4.2 Swarming

Regular visits in the spring and in early summer must be carried out to prevent or stop swarming as much as possible.

During a swarming, almost half or even two thirds of the population leave the hive to found another colony. This phenomenon is accentuated by the momentary absence of a fertile queen. By visiting colonies, it is possible when necessary:

- *to prevent the swarming process from starting up (good beekeeping practices: expanding the hive, creating an artificial swarm, etc.);*
- *to avoid swarming by destroying royal cells;*
- *to find out the cause of colony depopulation.*

In temperate regions, swarming may occur until the end of June and the colony needs a few weeks to reach its initial population. In addition to the reduction in bee numbers, there is also a significant decline in honey production. Moreover, after swarming, the beekeeper must adapt the hive volume to the remaining population so as to minimise energy waste (thermoregulation) and avoid the development of parasites in the empty spaces (particularly honeycomb moth).

1.2.4.3 The colony's living environment

A colony's life cycle and survival depend heavily upon the vegetation in the environment and more specifically on the available pollen and nectar sources. Accordingly, two factors must be taken into account when installing a sedentary apiary:

- *the available nutritional resources all season and particularly before the critical winter period;*
- *the number of colonies per apiary.*

There may be a large number of colonies per site during the flowering of plants that contain high levels of nectar and pollen. However, when foodstuffs are more scarce, the number of colonies per site must be adapted so that each one can benefit from the long-lasting protein and nutrient stores enabling winter bee growth.

Les trappes à pollen installées en permanence sur les colonies peuvent entraîner des carences alimentaires et un mauvais remérage⁽¹⁹⁾.

Des impacts de ce dispositif sur la population des ruches ont été démontrés: au printemps, la quantité de couvain operculé et d'abeilles adultes au sein de la colonie serait moindre dans les ruches dotées de ce système (Webster *et al.*, 1985).

Lors des transhumances, durant le temps d'adaptation de chaque colonie à son nouveau milieu, des affrontements entre populations d'abeilles sont fréquents, pouvant entraîner des diminutions partielles de population des colonies concernées.

1.2.4.4 Le nourrissage

Parmi les facteurs apicoles en relation avec la nourriture, Imdorf *et al.* indiquent que le nourrissage d'hiver, riche en miellat, souvent issu d'une miellée de forêt tardive, n'est pas approprié pour l'hivernage et peut entraîner des symptômes tels que la dysenterie et/ou d'importantes pertes de colonies (Imdorf *et al.*, 2007).

Une autre cause avérée de mortalité correspond au manque de nourriture durant la période hivernale. En effet, après que l'apiculteur a récupéré le miel et donc la réserve d'hydrates de carbone stockée dans les hausses, il est indispensable d'apporter aux abeilles un substitut car un déficit en nourriture entraîne la mort de la colonie.

Quatre situations distinctes peuvent être à l'origine de famine:

- une quantité de nourriture insuffisante;
- des méthodes apicoles (apport de nourriture) non adaptées aux besoins d'une nouvelle souche d'abeilles;
- des conditions climatiques défavorables prolongées au printemps, empêchant la collecte de nourriture;
- des conditions climatiques, alternant bref réchauffement et longue période de froid, entraînant l'ouverture de la grappe d'abeilles et sa fermeture, à distance de la nourriture stockée dans la ruche, pourtant encore abondante (Haubruge *et al.*, 2006).

*The pollen traps permanently set up on the colonies can cause food deficiencies and poor requeening⁽¹⁹⁾. This device has proven impacts on the hive population: in the spring, there would be less capped brood and adult bees in the colony in hives equipped with this system (Webster *et al.*, 1985).*

During transhumance, while each colony is adapting to its new environment, clashes between bee populations are common, and may cause partial population decline in the colonies concerned.

1.2.4.4 Feeding

*Regarding bee feeding, Imdorf *et al.* indicate that winter feeding, rich in honeydew and often coming from late forest honey flow, is inappropriate for wintering and can cause symptoms such as dysentery and/or significant colony loss (Imdorf *et al.*, 2007).*

Another proven cause of death is the lack of food during the winter period. After the beekeeper has gathered the honey and therefore the reserves of carbohydrate stored in the honey body, the bees must be brought a substitute.

Four distinct situations may cause a famine:

- *not enough food;*
- *unsuitable beekeeping methods (food provision) for the needs of a new parent colony;*
- *prolonged bad weather in the spring, preventing food collection;*
- *weather conditions alternating a brief rise in temperature and a long cold spell, resulting in the bee cluster opening and closing some way from the food stored in the hive, which is nevertheless still abundant (Haubruge *et al.*, 2006).*

(19) Remérage: terme apicole désignant un changement de reine dans une ruche.

(19) Requeening: beekeeping term meaning a change of queen in a hive.

1.2.4.5 Contrôle et traitement des maladies du rucher

Un autre facteur d'origine apicole correspond au contrôle, par les apiculteurs, des différents agents pathogènes susceptibles de se développer dans leur rucher. Depuis quelques années, des phénomènes de résistance aux acaricides sont apparus en Europe et notamment en Belgique (Trouiller, 1998; Spreafico *et al.*, 2001; Thompson *et al.*, 2002), diminuant l'efficacité des molécules agréées pour lutter contre *V. destructor*. Ce phénomène de résistance serait essentiellement dû à une stratégie de lutte axée sur l'utilisation d'un très faible nombre de molécules acaricides dans les ruchers, sans alternance de celles-ci. Des résistances au coumaphos ont notamment été décrites en Amérique du Nord et pourraient avoir des conséquences majeures sur l'efficacité de ce traitement, à l'instar de celles mises en évidence pour le fluvalinate (Elzen *et al.*, 1998; Pettis, 2004).

Par ailleurs, des traitements utilisés de façon non adéquate ont pu engendrer des pertes importantes (Phibbs, 1996). L'étude multifactorielle, conduite en Wallonie, portant sur le dépérissement des colonies d'abeilles domestiques, a mis en évidence une relation entre le traitement contre *V. destructor* (types d'acaricides, dates et fréquences d'application) et la surmortalité des colonies (Nguyen et Haubruge, 2005).

Ainsi, la mise en œuvre par l'apiculteur d'un unique traitement contre l'acarien à l'automne pourrait être insuffisante, les dommages infligés à la population de la colonie étant déjà trop importants (Amdam *et al.*, 2004).

Trois approches ont été développées dans le but de pallier cette difficulté :

- appliquer des traitements précoces (fin août) (Faucon *et al.*, 2007a);
- effectuer un premier traitement durant l'été, un deuxième à la fin de l'été et un dernier traitement en fin d'automne (Amdam *et al.*, 2004);
- mettre en œuvre un premier traitement au début de la saison apicole (Delaplane et Hood, 1999).

En outre, certains traitements à base de produits liposolubles (coumaphos et fluvalinate) de la varroase sont source de contamination importante des cires (Chauzat et Faucon, 2007) pouvant entraîner des effets délétères sur les reines.

Les médicaments autorisés dans la lutte contre *V. destructor* ne peuvent être appliqués durant la miellée, ce qui ne laisse que très peu de temps à l'apiculteur pour estimer l'importance de l'atteinte de la varroase dans son rucher et mettre en œuvre le traitement adapté (Currie et Gatien, 2006).

1.2.4.5 Monitoring and treatment of apiary diseases

Another beekeeping factor is the monitoring by beekeepers of the different pathogens likely to develop in their apiary.

Over the last few years, acaricide resistance has emerged in Europe, particularly in Belgium (Trouiller, 1998; Spreafico *et al.*, 2001; Thompson *et al.*, 2002), reducing the effectiveness of accredited molecules in combating *V. destructor*. This resistance phenomenon would seem to stem mainly from a prevention strategy based on the use of a very small number of acaricide molecules in apiaries, without alternating them. Coumaphos resistance has been described in particular in North America and may have similar significant consequences on the effectiveness of this treatment to those that were demonstrated for fluvalinate (Elzen *et al.*, 1998; Pettis, 2004).

Moreover, treatments applied incorrectly have caused significant losses (Phibbs, 1996). The multi-factor study, conducted in Wallonia on the die-off of honey bee colonies, has revealed a link between the treatment against *V. destructor* (types of acaricide, application dates and intervals) and the excess death rates in colonies (Nguyen and Haubruge, 2005).

The application by the beekeeper of a single treatment against the mite in the autumn may therefore be insufficient since the damage inflicted on the colony population is already too serious (Amdam *et al.*, 2004).

Three approaches have been developed to overcome this difficulty:

- apply early treatments (end of August) (Faucon *et al.*, 2007a);
- carry out the first treatment in the summer, the second at the end of the summer and the last one in late autumn (Amdam *et al.*, 2004);
- apply the first treatment at the beginning of the bee season (Delaplane and Hood, 1999).

In addition, some varroasis treatments using fat-soluble products (coumaphos and fluvalinate) are a high source of wax contamination (Chauzat and Faucon, 2007) which may harm the queens.

The medicinal products authorised for preventing *V. destructor* cannot be applied during the honey flow, which leaves very little time for the beekeeper to assess the extent of varroasis infection in the apiary and to apply the suitable treatment (Currie and Gatien, 2006).

L'apiculteur peut également favoriser l'expansion d'autres maladies graves en :

- introduisant des abeilles (ajout à des ruches saines de couvain ou d'abeilles provenant de colonies atteintes ou contaminées);
- unissant à des colonies saines des colonies guéries encore porteuses d'autres agents pathogènes, mais devenues faibles;
- réutilisant des ruches sans désinfection préalable.

1.2.4.6 Sélection des reines

La sélection des reines peut constituer un facteur de risque lié aux pratiques apicoles.

Imdorf *et al.* estiment que les critères de sélection actuels sont insuffisants pour garantir des colonies saines, fortes et performantes (Imdorf *et al.*, 2007). Jusqu'à présent, la sélection était surtout axée sur :

- le comportement et plus particulièrement le critère de non-agressivité des colonies d'abeilles;
- le rendement en miel.

Ces critères de sélection intervenaient au détriment du critère de comportement hygiénique des abeilles entre elles et vis-à-vis du couvain, jusqu'à présent moins pris en compte par les apiculteurs que les deux critères précédents.

La race de la reine sélectionnée pourrait être à l'origine de réponses spécifiques des abeilles qu'elle engendre. Il semblerait, en effet, que des réponses adaptatives de la physiologie de l'abeille à différents « stress » (cf. 3.4.3.4. « Marqueurs de stress ») dépendent de la race. Cela a été démontré pour la sensibilité aux pesticides, en fonction de la nutrition (Wahl et Ulm, 1983) et pour les infections par *N. apis* (Malone et Stefanovic, 1999).

Aujourd'hui, certains apiculteurs se sont spécialisés dans la production de reines hybrides afin de favoriser le rendement en gelée royale, alors que d'autres défendent la conservation d'un patrimoine génétique intact (Le Conte et Navajas, 2008).

The beekeeper can also contribute to the expansion of other serious diseases by:

- *introducing bees (addition of brood or bees from infected or contaminated colonies into healthy hives);*
- *combining healthy colonies with colonies that have been cured and still bear other pathogens, but have been weakened;*
- *reusing hives without disinfecting them first.*

1.2.4.6 Selecting queens

The selection of queens can be a risk factor in beekeeping practices.

Imdorf et al. believe that the current selection criteria are insufficient to guarantee healthy, strong and performing colonies (Imdorf et al., 2007). Until now, selection has above all been based on:

- *the behaviour and more specifically non-aggressiveness of bee colonies;*
- *the honey yields.*

Beekeepers used to overlook the hygiene behaviour criterion of bees between themselves and vis-à-vis the brood by considering principally these two criteria.

*The species of the queen selected may be the cause of specific responses of the bees she produces. Indeed, it would seem that the adaptive physiological responses of the bee to different stresses (see 3.4.3.4. "Stress markers") are species-dependent. This has been proven for sensitivity to pesticides, depending on nutrition (Wahl and Ulm, 1983) and for infections by *N. apis* (Malone and Stefanovic, 1999).*

Some beekeepers currently specialise in the production of hybrid queens to increase royal jelly yields, while others defend the protection of an intact genetic heritage (Le Conte and Navajas, 2008).

1.2.5 Autres causes

En raison du fait qu'un diagnostic étiologique n'est pas toujours demandé, car onéreux ou jugé inutile par certains des éleveurs touchés, un grand pourcentage des causes de mortalité des colonies d'abeilles reste déclaré d'origine inconnue.

Si autrefois les causes de mortalité de colonies étaient essentiellement représentées par des agents biologiques, la situation actuelle s'est complexifiée et l'intervention simultanée de plusieurs facteurs pose des difficultés pour le rendu d'un diagnostic de certitude.

L'apparition de causes environnementales influençant la diminution de la force des colonies rend difficile l'établissement d'un diagnostic.

Parmi ces causes figurent notamment :

- les facteurs climatiques influant sur la flore et sur la préparation à l'hivernage ;
- les conditions de production intensive de certains ruchers ;
- la qualité et la quantité de pollen disponible,

Ainsi, par exemple, si le laboratoire de l'Afssa - Sophia-Antipolis a mis en évidence la présence de pesticides à l'état de traces dans les matrices apicoles (cf. 2.3.2 « *Agents chimiques* », tableau 13), les effets de ces molécules, en termes de symptômes (si ceux-ci sont présents), n'ont pas été objectivés sur le terrain. En l'absence de symptômes, aucun diagnostic ne peut être établi.

Cet inventaire des causes possibles de mortalité des colonies d'abeilles montre la grande diversité des facteurs pouvant agir, de manière isolée ou simultanée et entraîner un affaiblissement, un effondrement ou une mortalité des colonies d'abeilles. Il importe à présent de cerner, au-delà de cet inventaire, la nature et l'importance respectives des causes des troubles observés au sein de la filière apicole française.

1.2.5 Other causes

Due to the fact that an etiological diagnosis is not always requested, as it is costly or considered pointless by some of the beekeepers concerned, a large percentage of causes of bee colony deaths are still unknown.

Although the causes of colony deaths used to be linked mainly to biological agents, the situation has become more complex today and the simultaneous contribution of several factors makes it difficult to issue an unequivocal diagnosis.

The appearance of environmental causes influencing the decline in colony strength makes it difficult to make a diagnosis.

These causes particularly include:

- *climate factors influencing the flora and wintering preparations;*
- *the intensive production conditions of some apiaries;*
- *the quality and quantity of pollen available.*

Accordingly, although the Afssa's Sophia-Antipolis laboratory has detected traces of pesticides in bee matrices (see 2.3.2 "Chemical agents", Table 13), the effects of these molecules in terms of symptoms (if present) have not been studied in the field. No diagnosis can be made if there are no symptoms.

This review of possible causes of colony death shows the wide diversity of factors that can act alone or simultaneously, causing the decline, collapse or death of bee colonies. For now, in addition to this review, the type and extent of the causes of problems observed in the French beekeeping sector need to be identified.

2. Situation sanitaire de la filière apicole

2. Health of the beekeeping sector

2.1 La filière apicole européenne

Dans une optique de comparaison, le groupe de travail a souhaité avoir une idée de l'état sanitaire de la filière apicole en Europe.

À cette fin, l'Afssa a formulé une demande d'informations auprès de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (AESA) (*European Food Safety Authority*, EFSA). Celle-ci a procédé à une rapide enquête auprès des États membres via leurs points focaux et ce, en vue de dresser un inventaire des :

- données de production de miel ;
- programmes de surveillance des résidus chimiques dans le miel en application de la directive européenne 96/23/CE ;
- programmes de surveillance consacrés aux effondrements, affaiblissements et mortalités de colonies d'abeilles.

Le rapport complet concernant cette enquête est disponible sur le site de l'AESA en cliquant sur le lien suivant : http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/Scientific_Document/AMU_Technical_Report_Bees_EFSA-Q-2008-428_20083007_final.pdf?ssbinary=true.

Un résumé de cette enquête a récemment été présenté par l'EFSA lors de l'EurBee3, à la Queen's University de Belfast, les 8-11 septembre 2008 (cf. annexe 5).

Au total, 22 États membres ainsi que la Norvège et la Suisse ont participé à cette enquête.

La production de miel rapportée par les États membres était fréquemment supérieure à celle figurant dans les bases de données FAOSTAT, EUROSTAT. Lorsque les moyennes des productions figurant dans les bases de données EUROSTAT et FAOSTAT sont considérées, l'Espagne est le plus grand producteur, suivie par l'Allemagne, la Hongrie, la France, la Roumanie, la Grèce et la Pologne.

2.1 The european beekeeping sector

For comparison purposes, the working group wanted to gain an idea of the health of the European beekeeping sector. To this end, Afssa requested information from the European Food Safety Authority (EFSA), which carried out a quick survey among the Member States via their Focal Points with a view to drawing up a list of:

- *data on levels of honey production;*
- *surveillance programmes monitoring chemical residue levels in honey, in accordance with Directive 96/23/EC;*
- *surveillance programmes monitoring collapse, weakening and mortality in bee colonies.*

The full report on this survey is available from EFSA's website by clicking on the link below: http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/Scientific_Document/AMU_Technical_Report_Bees_EFSA-Q-2008-428_20083007_final.pdf?ssbinary=true.

A summary of this survey was recently presented by EFSA at EurBee3 hosted by Queen's University, Belfast, on 8-11 September 2008 (see Annex 5).

In total, 22 Member States, plus Norway and Switzerland, took part in this survey.

The honey production figures reported by the Member States were frequently higher than those reported in the FAOSTAT and EUROSTAT databases. When honey production figures extracted from FAOSTAT and EUROSTAT were averaged, Spain was the highest producer, followed by Germany, Hungary, France, Romania, Greece and Poland.

The number of hives is estimated at more than 8 million within the European Union. This is a partial estimation, for two major honey producing Member States did not respond to the questionnaire (Spain and Poland).

Dans l'Union européenne, le nombre de ruches a été estimé à plus de 8 millions. Il s'agit d'une estimation partielle car deux grands États membres producteurs de miel n'ont pas répondu au questionnaire (Espagne et Pologne).

Les programmes de surveillance annuels des résidus concernent :

- les résidus de médicaments vétérinaires ;
- les substances du groupe B1 (substances antibactériennes, y compris les sulfamides et les quinolones) ;
- du groupe B2(c) (carbamates et pyréthroides) ;
- les substances des groupes 3a, 3b et 3c (autres substances et contaminants environnementaux tels que les composés organochlorés, y compris les polychlorobiphényles, les composés organophosphorés et certains autres éléments chimiques).

Ces programmes ont mis en évidence que les substances les plus fréquemment détectées sont des substances du groupe B1. Toutefois, lorsqu'on tient compte du nombre total d'échantillons prélevés dans l'Union européenne, on constate une diminution constante du pourcentage de non-conformité dans ce groupe : 2,03 % en 2003 (avec un intervalle de confiance [IC] 95 % compris entre : 1,54 et 2,63 %) ; 0,97 % en 2004 (IC 95 % : 0,7 à 1,3 %) et 0,65 % en 2005 (IC 95 % : 0,42 à 0,96 %).

Enfin, cette enquête a permis d'obtenir une idée de l'importance de la mortalité de colonies d'abeilles dans l'Union européenne (cf. tableau 5). Pour les États membres disposant de données, un taux de mortalité supérieur à 10 % a été constaté, dépassant le taux jugé acceptable dans la plupart des manuels apicoles (cf.1.1.2.5 « *La mortalité et la morbidité* »).

2.2 La filière apicole française

2.2.1 Caractéristiques et statistiques

La filière apicole française compte environ 65 000 apiculteurs (cf. tableau 5). Ceux-ci forment deux groupes distincts :

- les apiculteurs professionnels, vivant de leur activité ;
- les apiculteurs de loisir.

Le nombre de ruches par rucher est variable et fonction du statut de l'éleveur (cf. tableaux 6 et 7).

The annual residue surveillance programmes concern:

- *veterinary medicinal product residues;*
- *substances from group B1 (antimicrobial substances, including sulfamides and quinolones);*
- *group B2(c) (carbamates and pyrethroids);*
- *substances from groups 3a, 3b and 3c (other substances and environmental contaminants such as organochlorine compounds, including polychlorobiphenyls, organophosphorus compounds and some other chemical elements).*

These programmes have revealed that the most commonly detected substances are from group B1. However, when the total number of samples taken in the European Union is considered, a constant decrease in the percentage of non-conformity is observed in this group: 2.03% in 2003 (with a confidence interval [CI] of 95% between: 1.54 and 2.63%); 0.97% in 2004 (95% CI: 0.7 to 1.3 %); 0.65 % in 2005 (95% CI: 0.42 to 0.96%).

Lastly, this survey gave an idea of the extent of colony mortality in Europe (see Table 5). For those Member States with data, a mortality rate over 10% was observed, exceeding the rate considered to be acceptable in most beekeeping manuals (see 1.1.2.5 "Mortality and morbidity").

2.2 The french beekeeping sector

2.2.1 Characteristics and statistics

There are around 65,000 beekeepers in the French beekeeping sector (see Table 5). These form two distinct groups:

- *professional beekeepers making their living from beekeeping;*
- *amateur beekeepers.*

The number of hives per apiary varies depending on the beekeeper's status (see Tables 6 and 7).

Tableau 5 : Statistiques européennes concernant le nombre de ruches, d'apiculteurs et le taux de mortalité des colonies d'abeilles pour les années 2006 et 2007

Table 5: European statistics concerning the number of hives, beekeepers and mortality rate of bee colonies for 2006 and 2007

État membre Member State	2006			2007		
	Ruches Hives	Apiculteurs Beekeepers	Mortalité (%) Mortality (%)	Ruches Hives	Apiculteurs Beekeepers	Mortalité (%) Mortality (%)
Belgique / Belgium	110 000	8 600	-	-	-	-
Chypre / Cyprus	41 478	707	-	40 533	712	-
République tchèque Czech Republic	525 560	46 647	10	520 084	48 919	20
Danemark / Denmark	80 000	4 100	15	-	4 100	7
Estonie / Estonia	48 000	7 000	8 - 10	48 000	7 000	8 - 10
Finlande / Finland	53 000	3 300	9,3	54 000	3 200	10,2
France / France	1 324 565	66 924	808*	1 243 046	65 050	142*
Allemagne / Germany	700 000	82 000	13	710 000	82 000	9
Grèce / Greece	1 380 000	23 000	-	1 380 000	23 000	-
Hongrie / Hungary	923 103	15 764	-	897 670	15 320	-
Irlande / Ireland	20 000	2 200	-	20 000	2 200	-
Italie / Italy	1 083 266	75 000	30 - 40	1 100 000	55 000	40 - 50
Lettonie / Latvia	62 000	3 300	-	70 000	3 400	-
Lituanie Lithuania	100 000 - 120 000	11 000	-	100 000 - 120 000	11 000	-
Luxembourg Luxembourg	5 637	369	16	5 300	358	20
Pays-Bas / Netherlands	80 000	7 500	26	80 000	7 500	15
Norvège / Norway	70 000	3 500	10,6	70 000	3 500	-
Portugal / Portugal	-	-	-	555 049	15 267	-
Roumanie / Romania	1 100 000	3 200	10	996 000	2 942	> 20
Slovaquie / Slovakia	217 338	12 797	-	247 678	14 854	0
Suède / Sweden	105 000	13 000	18	110 000	12 000	12
Royaume-Uni United Kingdom	274 000	43 900	11,1	274 000	43 900	11,7

* Mortalité exprimée en nombre de déclarations, soit, pour la France: en 2006, 1,2 % des apiculteurs ont déclaré de la mortalité (808/66 924 = 0,012421); en 2007, 0,6 % des apiculteurs ont déclaré de la mortalité (142/65 050 = 0,002189).

* Mortality expressed in number of declarations, or, for France: in 2006, 1.2% of beekeepers declared mortality (808/66,924 = 0.012073); in 2007, 0.6% of beekeepers declared mortality (142/65,050 = 0.002183).

Source: AESA, 2008.

Tableau 6 : Nombre de ruches et d'apiculteurs en 1994 et en 2004 en France métropolitaine (DOM et TOM non compris)

Table 6: Number of hives and beekeepers in 1994 and 2004 in mainland France (French overseas départements and territories not included)

	1994	2004
Nombre de ruches / <i>Number of hives</i>	1351991	1346575
Nombre d'apiculteurs / <i>Number of beekeepers</i>	84215	69237

Source: Audit GEM-ONIFLHOR, 2005*.

* L'audit GEM de la filière apicole, publié fin octobre 2005, a été financé par l'ONIFLHOR (établissement public chargé des filières fruits, légumes, horticulture et miel qui participe à l'élaboration de la réglementation, analyse l'évolution des marchés et met en œuvre les soutiens nationaux et communautaires destinés aux filières dont il a la charge) dans le cadre du programme d'aide à l'apiculture. Il a été réalisé par le Cabinet GEM qui avait déjà réalisé le précédent en 1997. Dans le cadre du règlement n° 1221/97, la communauté européenne avait souhaité que chaque État membre réalise un état des lieux de sa filière apicole.

Source: GEM-ONIFLHOR audit, 2005*.

* The GEM audit of the beekeeping sector, published at the end of October 2005, was funded by ONIFLHOR (public institution responsible for the fruit, vegetable, horticulture and honey sectors which contributes to drawing up regulations, analyses market trends and provides national and European support for the sectors it oversees) as part of the beekeeping assistance programme. It was conducted by the firm GEM, which had already conducted the previous one in 1997. Under Council Regulation (EC) No 1221/97, the European Community wanted each Member State to conduct a review of its beekeeping sector.

Tableau 7 : Nombre et pourcentage du nombre d'apiculteurs en fonction du nombre de ruches possédées, en France métropolitaine (pour un nombre total d'apiculteurs de 68 263*)

Table 7: Number and percentage of beekeepers depending on number of owned hives, in mainland France (for a total number of beekeepers of 68,263)*

Nombre de ruches possédées <i>Number of owned hives</i>	Nombre d'apiculteurs <i>Number of beekeepers</i>	% d'apiculteurs de cette tranche <i>% of beekeepers in this group</i>
1 - 10 / 1 - 10	53 290	78,1
11 - 30 / 11 - 30	9 026	13,2
31 - 70 / 31 - 70	2 803	4,1
71 - 150 / 71 - 150	1 382	2
150 - 300 / 150 - 300	1 043	1,5
300 et plus / 300 and over	719	1,1

* Le total de 68 263 apiculteurs (et non de 69 237 comme indiqué dans le tableau 6) correspond à ceux pour lesquels la répartition des apiculteurs en fonction de la taille de cheptel a été renseignée.

Source: Audit GEM-ONIFLHOR, 2005.

* The total of 68,263 beekeepers (and not 69,237 as indicated in Table 6) corresponds to those for which the breakdown of beekeepers depending on the number of bees has been filled in.

Source: GEM-ONIFLHOR audit, 2005.

La répartition des ruches par rucher (cf. tableau 7) met en lumière une forte dominance des apiculteurs de loisir (une à trente ruches par rucher) au sein de la filière apicole, correspondant à 66 501 de ses acteurs, soit 97,4 % d'un total de 68 263 apiculteurs. Les apiculteurs professionnels (plus de 150 ruches par rucher) ou pluriactifs sont au nombre de 1 762 environ, soit 2,6 % d'un total de 68 263 apiculteurs.

Le nombre moyen de ruches par apiculteur professionnel est de 338 ruches. Ces apiculteurs détiennent près de 600 000 ruches, soit 45 % du cheptel français (GEM-ONIFLHOR, 2005).

L'analyse du tableau 6 révèle une diminution d'environ 15 000 apiculteurs entre l'année 1994 et l'année 2004. Cette baisse a particulièrement concerné le groupe des apiculteurs de loisir.

Une baisse du nombre de ruches par rucher a également été constatée pour ces derniers, s'opposant à une augmentation de ce nombre relevé chez les apiculteurs professionnels, vraisemblablement destinée à compenser la diminution de production liée aux pertes de colonies d'abeilles. Ainsi, d'après une phrase extraite de la revue *Abeille & Cie*, le nombre de ruches françaises aurait considérablement augmenté ces dernières années : « *on a constaté ces trois dernières années un gain de plus de 300 000 colonies pour les 25 pays de l'Union européenne. La France s'illustre avec une augmentation de 200 000 colonies* » (Bruneau, 2007).

Une diminution globale de la production française de miel a été observée entre l'année 1996 et l'année 2004. La production de miel variait de 29 000 à 30 000 tonnes en 1996 et de 25 000 à 26 000 en 2006 (Clément, 2006 ; GEM-ONIFLHOR, 2005). L'étude du rendement en miel, en 2004 (cf. tableau 8), témoigne :

- d'une production hétérogène, fonction du statut de l'apiculteur (les apiculteurs professionnels bénéficiant d'un rendement supérieur obtenu par des techniques apicoles optimisées : transhumance, suivi des miellées, etc.) ;
- d'une baisse de production en comparaison des précédentes années, s'expliquant par une mortalité hivernale élevée et des changements climatiques (notamment sécheresse).

The breakdown of hives per apiary (see Table 7) reveals a high dominance of amateur beekeepers (1 to 30 hives per apiary) within the beekeeping sector, corresponding to 66,501 of its stakeholders, or 97.4% of a total 68,263 beekeepers. There are around 1,762 professional or pluriactive beekeepers (more than 150 hives per apiary), or 2.6% of a total 68,263 beekeepers.

The average number of hives per professional beekeeper is 338. These beekeepers own around 600,000 hives, or 45% of all French hives (GEM-ONIFLHOR, 2005).

Analysis of Table 6 reveals a decrease of around 15,000 beekeepers between 1994 and 2004. This was particularly marked in the amateur beekeeper group.

*A decline in the number of hives per apiary has also been observed for the latter group, contrary to the increase in number of hives observed for professional beekeepers. This is probably intended to compensate for the decrease in production associated with colony loss. Accordingly, a quote from the *Abeille & Cie* review states that the number of French hives has apparently increased significantly in recent years: "an increase of more than 300,000 colonies has been observed over the last 3 years for the 25 countries of the European Union. France stands out with an increase of 200,000 colonies" (Bruneau, 2007).*

An overall reduction in French honey production was observed between 1996 and 2004. Honey production varied between 29,000 and 30,000 tons in 1996 and 25,000 and 26,000 tons in 2006 (Clément, 2006; GEM-ONIFLHOR, 2005). The 2004 honey production study (see Table 8) shows:

- *variable production levels depending on the beekeeper's status (professional beekeepers have a higher yield through optimised beekeeping techniques: transhumance, follow-up of honey flow, etc.);*
- *a fall in production compared with previous years, explained by a high winter mortality and climate change (particularly drought).*

Cependant, d'après les données collectées pour l'enquête AESA 2008 (cf. annexe 5), une telle diminution n'apparaît pas entre les années 2000 et 2006 (AESA, 2008).

D'autre part, la récolte de miel par une colonie d'abeilles, **caractéristique de son activité** (comme vu dans ce chapitre), ne peut être considérée comme un indicateur de l'atteinte de cette colonie par un agent biologique ou chimique. En effet, ce paramètre peut être le reflet d'une :

- diminution de la quantité de cultures mellifères ;
- diminution de la production de nectar par les cultures voisines de la ruche ;
- anomalie de production de nectar par des cultures normalement mellifères ;
- diminution des populations d'abeilles.

Les coûts de production par rucher sont variables et augmentent avec le nombre de ruches ; ils s'établissent à environ 25 €/ ruche pour un rucher de moins de 150 ruches et à 53 €/ ruche pour un nombre supérieur de ruches par rucher, ce paradoxe étant sans doute lié à des différences de prise en compte des dépenses selon la taille des ruchers.

Cet inventaire révèle l'absence de chiffres fiables permettant d'objectiver la diminution des populations d'abeilles françaises. La mise en place d'un réseau d'épidémiologie permettrait le recueil d'informations caractérisant et chiffrant, indiscutablement, la situation vécue par les acteurs de la filière.

However, according to the data collected for the 2008 EFSA survey (see Annex 5), such a reduction does not appear between 2000 and 2006 (EFSA, 2008).

Moreover, honey harvesting by a bee colony, **typical of its activity** (as seen in this chapter), cannot be considered an indicator of the expression of this colony's attack by a biological or chemical agent. This is because it can reflect:

- a reduction in the quantity of honey plants;
- a reduction in nectar production by plants next to the hive;
- an anomaly in nectar production by normal honey plants;
- a reduction in bee populations.

Production costs per apiary vary and increase with the number of hives. They are around €25 per hive for an apiary with fewer than 150 hives and €53 per hive for apiaries with more hives. This paradox is undoubtedly tied in with the differences in expenditure consideration depending on the size of apiaries.

This review reveals the absence of reliable figures for giving an objective explanation of the reduction in French bee populations. The creation of an epidemiology network would enable the collection of information for clearly assessing and giving a cost to the situation of beekeepers.

Tableau 8 : Rendement moyen de la production de miel pour les années 1996 et 2004, en fonction du nombre de ruches conduites

Table 8: Average yield of honey production for 1996 and 2004, depending on the number of hives managed

Rendement moyen, en fonction du nombre de ruches conduites <i>Average yield, depending on the number of hives managed</i>	1996	2004
Moins de 150 ruches <i>Fewer than 150 hives</i>	18 kg/ruche <i>18 kg/hive</i>	15 kg/ruche <i>15 kg/hive</i>
Plus de 150 ruches <i>More than 150 hives</i>	30 kg/ruche <i>30 kg/hive</i>	24 kg/ruche <i>24 kg/hive</i>

Source: Audit GEM-ONIFLHOR, 2005.

Source: GEM-ONIFLHOR audit, 2005.

2.2.2 Les difficultés de la filière apicole française, selon ses acteurs

Les récentes difficultés que connaît la filière apicole seraient liées, selon de nombreux apiculteurs français, aux phénomènes suivants :

- une mortalité hivernale anormalement élevée (surmortalité hivernale) des colonies d'abeilles ;
- des effondrements et/ou affaiblissements de colonies en cours d'année apicole ;
- des anomalies liées aux reines conduisant à différentes difficultés de la conduite apicole (colonies bourdonneuses, supersédures, échecs de remérage⁽²⁰⁾, ponte et couvain anormaux, durée de vie anormalement faible de la reine) ;
- des baisses de récoltes de miel liées à une population d'abeilles insuffisante, à une diminution des sécrétions nectarifères des fleurs, ou à un manque de fleurs.

Selon une partie des acteurs de la filière apicole, ces manifestations auraient pour origine commune des intoxications aiguës ou chroniques, dues à des agents chimiques contaminants (Chauvency, 1997 ; Le Chatellier, 2001 ; Alétru, 2008 ; Bruderer et Hermieu, 2008).

Des chiffres de mortalité hivernale supérieurs aux normes considérées en France (10 % de mortalité) sont néanmoins établis depuis vingt ans (Gaonach, 2005), confirmant l'existence d'une anomalie, touchant la filière apicole française, ancrée dans le temps (Schiro, 2008).

Les enregistrements, par le laboratoire de l'Afssa à Sophia-Antipolis⁽²¹⁾, de mortalité anormale de colonies, dans les ruchers de différents départements, pour le premier trimestre de l'année 2008, figurent dans le tableau 9. Ils permettent de constater l'importance des taux de mortalité par rucher, variant entre 56 % (Lozère) et 100 % (Aveyron, Dordogne, Haute-Savoie, Rhône) (Celle *et al.*, 2008). Toutefois, les chiffres présentés dans ce tableau correspondent à des signalements volontaires des apiculteurs, *a priori* non représentatifs ni d'une catégorie d'apiculteur ni de la situation générale des maladies des abeilles en France et de leur diversité.

(20) Un échec de remérage aboutit à une colonie bourdonneuse (la reine n'a pas été ou a mal été fécondée, ou a disparu).

(21) Le laboratoire de l'Afssa - Sophia-Antipolis est le laboratoire d'études et de recherches sur les abeilles de l'Agence française de la sécurité sanitaire des aliments.

2.2.2 The difficulties of the French beekeeping sector, according to its stakeholders

According to many French beekeepers, the recent difficulties suffered by the beekeeping sector would seem to arise from the following phenomena:

- an abnormally high winter mortality (excess winter mortality) of bee colonies;
- colony collapse and/or weakening during the beekeeping year;
- anomalies linked to queens, resulting in different difficulties for bee management (colonies with drone laying queen, supersedures, requeening⁽²⁰⁾ failures, abnormal laying and brood, abnormally short life of the queen);
- drops in honey harvests due to an insufficient bee population, reduction in nectar secretions from flowers or a lack of flowers.

According to some beekeepers, these phenomena apparently all stem from acute or chronic poisoning due to contaminating chemical agents (Chauvency, 1997; Le Chatellier, 2001; Alétru, 2008; Bruderer and Hermieu, 2008).

Higher winter mortality figures than the norm considered in France (10% mortality) have nevertheless been recorded for the last 20 years (Goanach, 2005), confirming the existence of a persistent anomaly affecting the French beekeeping sector (Schiro, 2008).

The records, by Afssa's Sophia-Antipolis laboratory⁽²¹⁾, of abnormal colony mortality in apiaries in different départements for the first quarter of 2008 are shown in Table 9. However, the figures presented in this table correspond to voluntary reports from beekeepers and do not, in theory, represent a category of beekeeper or the general situation or diversity of bee disease in France.

(20) A failure to requeen leads to a colony with a drone laying queen (either she has not been fertilised, or she has been poorly fertilised, or she has disappeared).

(21) Afssa's Sophia-Antipolis laboratory is the French Food Safety Agency's Laboratory for studies and research on bees.

Tableau 9 : Mortalité hivernale de colonies d'abeilles enregistrée dans des ruchers de différents départements début 2008 (tableau non exhaustif, ne tenant compte que des appels reçus au laboratoire de l'Afssa - Sophia-Antipolis)

Table 9: Winter mortality of bee colonies recorded in apiaries in different départements in early 2008 (the Table is not exhaustive and only takes account of calls received at Afssa's Sophia-Antipolis laboratory)

Départements <i>Départements</i>	Nombre de ruchers par département s'étant manifesté <i>Number of apiaries per département reported</i>	Nombre de ruches <i>Number of hives</i>	% de mortalité hivernale <i>% of winter mortality</i>
Allier	1	50	70
Alpes-de-Haute-Provence	1	50	96
Hautes-Alpes	5	184	80
Aveyron	2	47	100
Cantal	2	44	95
Corrèze	2	25	96
Côte-d'Or	1	50	60
Dordogne	1	17	100
Essonne	1	10	90
Jura	2	50	96
Gard	1	80	69
Landes	1	30	93
Lozère	4	723	56
Morbihan	1	22	86
Nièvre	1	6	67
Haute-Savoie	1	8	100
Pyrénées-Atlantiques	2	150	91
Rhône	1	10	100
Var	2	38	97

Source: Celle *et al.*, 2008

2.3 Causes des maladies des abeilles en France

La recherche de l'origine de l'augmentation du taux de mortalité des colonies d'abeilles a conduit à l'identification de différents facteurs de risque appartenant aux **agents biologiques**, aux **agents chimiques** et à **l'environnement** des colonies d'abeilles.

En septembre 2002, lors du colloque organisé par l'Afssa et consacré à « *l'analyse des phénomènes d'affaiblissement des colonies d'abeilles* », les facteurs de risque pris en considération avaient été similaires (Faucon et Ribière, 2003).

Les données utilisées ci-après pour lister et hiérarchiser les causes et facteurs de risque de la mortalité des colonies d'abeilles françaises, proviennent d'une part, de bilans et rapports officiels (ministère de l'Agriculture et de la Pêche) et d'autre part de publications ou rapports scientifiques.

Les données issues des bilans et rapports du ministère de l'Agriculture et de la Pêche correspondent aux informations collectées par les structures responsables de la gestion et de la surveillance de la filière apicole française : la DGAL (Direction générale de l'alimentation), les DDSV (Direction départementale des services vétérinaires) et au sein des DDSV, les agents sanitaires apicoles. Les éléments scientifiques correspondent aux informations collectées lors des enquêtes de terrain, conduites notamment par l'Afssa - Sophia-Antipolis.

L'analyse de ces données, tant officielles que scientifiques, comprend, néanmoins, un biais, inhérent à la méthode de collecte des données (cf. 2.3.1.2 « Publications et rapports scientifiques »), ne permettant pas d'établir un bilan représentatif ou exhaustif de la situation de la filière apicole aujourd'hui.

Il apparaît nécessaire et urgent que des structures de surveillance, fonctionnant en continu, soient mises en place, dans le but d'obtenir des données fidèles sur l'état actuel de la filière française. C'est pourquoi au sein du chapitre 3, consacré aux recommandations, on invoque la nécessité d'instances telles qu'un institut technique apicole et un réseau d'épidémiosurveillance de la filière.

2.3 Causes of bee disease in France

*Research on the cause of higher mortality rates of bee colonies led to the identification of various risk factors associated with **biological agents**, **chemical agents** and the **environment** of bee colonies.*

In September 2002, the risk factors considered at the conference organised by Afssa on "the analysis of bee colony weakening phenomena" were similar (Faucon and Ribière, 2003).

The data used below to list and rank the causes and risk factors of French bee colony mortality come partly from official reports (French Ministry of Agriculture and Fisheries) and partly from scientific reports or publications.

The former data was collected by centres responsible for managing and monitoring the French beekeeping sector: the Directorate General for Food (DGAL), Département Directorates for Veterinary Services (DDSVs) and bee health officers within the DDSVs. The latter data was collected through field investigations conducted mainly by Afssa's Sophia-Antipolis laboratory.

The analysis of this official and scientific data contains a bias however, inherent in the data collection method (see 2.3.1.2 "Publications and scientific reports"), which means that a representative and exhaustive report of the beekeeping sector's situation today cannot be drawn up.

It seems necessary that continuous monitoring systems be set up immediately with a view to obtaining faithful data on the current state of the French sector. This is why Chapter III on recommendations mentions the need for entities such as a technical beekeeping institute and an epidemiological monitoring network of the sector.

2.3.1 Agents biologiques

2.3.1.1 Bilans et rapports du ministère de l'Agriculture et de la Pêche

En France, le ministère de l'Agriculture et de la Pêche est chargé du **recensement des maladies apicoles intéressant strictement les maladies animales réputées contagieuses (MARC)**. Les enregistrements ainsi effectués sont à l'origine de la publication de rapports publics annuels (cf. tableau 10).

La liste des maladies animales réputées contagieuses, donnant lieu à déclaration au préfet et à la mise en œuvre de mesures de gestion sanitaire, comportait, avant l'année 2006, la loque américaine (agent: *Paenibacillus larvae*), la loque européenne (agent: *Melissococcus plutonius*), l'acariose (agent: *Acarapis woodi*), la nosérose (agent: *Nosema apis*) et la varroase (agent: *Varroa destructor*).

Cette liste a été amendée⁽²²⁾ en février 2006 (Code Rural, 2006) et comprend actuellement: la loque américaine, la nosérose, l'infestation par *Aethina tumida* (le petit coléoptère) et l'infestation par *Tropilaelaps clareae*. De cette liste, seules la loque américaine et la nosérose sont actuellement présentes en France.

En raison de son ubiquité, la varroase a été classée maladie animale à déclaration obligatoire (MADO), donnant lieu à déclaration au préfet, sans que soient mises en œuvre de mesures de gestion sanitaire.

2.3.1 Biological agents

2.3.1.1 Reviews and reports of the French Ministry of Agriculture and Fisheries

In France, the Ministry of Agriculture and Fisheries is responsible for **listing those bee diseases strictly concerning notifiable animal diseases**. These lists lead to the publication of annual public reports (see Table 10).

Prior to 2006, the list of notifiable animal diseases, which are notified to the prefecture and lead to health management measures being taken, included American foulbrood (agent: *Paenibacillus larvae*), European foulbrood (agent: *Melissococcus plutonius*), acariosis (agent: *Acarapis woodi*), nosemosis (agent: *Nosema apis*) and varroasis (agent: *Varroa destructor*).

This list was amended⁽²²⁾ in February 2006 (French Rural Code, 2006) and currently includes: American foulbrood, nosemosis, infestation by *Aethina tumida* (the small hive beetle) and by *Tropilaelaps clareae*. Only American foulbrood and nosemosis from this list are currently found in France.

Due to its ubiquity, varroasis has been classified as a notifiable animal disease, leading to notification of the prefecture, without health management measures being taken.

(22) Décret n°2006-178 du 17 février 2006.

(22) Decree no.2006-178 of 17 February 2006.

Tableau 10 : Prévalence des maladies des abeilles (en % par rapport au nombre de visites réalisées) d'après les bilans annuels du Ministère de l'agriculture et de la pêche (MAP)

Table 10: Prevalence of bee diseases (in % compared with number of visits carried out) according to the annual reports of the French Ministry of Agriculture and Fisheries

Année Year	Nombre de visites aléatoires Number of random visits	Nombre de visites sanitaires autres qu'aléatoires Number of health visits other than random ones	Nombre de foyers et pourcentage de foyers par maladie et par type de visites Number of outbreaks and percentage of outbreaks per disease and per type of visit									
			Loque américaine American foulbrood		Loque européenne European foulbrood		Acariose Acariosis		Nosémose Nosemosis		Varroase Varroasis	
			Visites aléatoires Random visits	Autres visites Other visits	Visites aléatoires Random visits	Autres visites Other visits	Visites aléatoires Random visits	Autres visites Other visits	Visites aléatoires Random visits	Autres visites Other visits	Visites aléatoires Random visits	Autres visites Other visits
2001	975	3596	69 (7,08 %)	715 (19,88 %)	21 (2,15 %)	135 (3,15 %)	0 (0 %)	11 (0,3 %)	0 (0 %)	110 (3,06 %)	75 (7,70 %)	395 (10,98 %)
2002	1231	3514	99 (8,04 %)	401 (11,41 %)	23 (1,87 %)	72 (2,05 %)	0 (0 %)	168 (4,78 %)	0 (0 %)	108 (3,07 %)	114 (9,26 %)	290 (8,25 %)
2003	Total « aléatoires + autres » = 4 296 <i>Total "random and other visits" = 4,296</i>		nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
2004	1757	3169	103 (5,86 %)	461 (14,55 %)	34 (1,94 %)	37 (1,17 %)	0 (0 %)	10 (0,32 %)	11 (0,63 %)	46 (1,45 %)	225 (12,8 %)	183 (5,77 %)
2005	2108	2802	103 (4,88 %)	335 (11,96 %)	37 (1,76 %)	64 (2,28 %)	3 (0,14 %)	9 (0,03 %)	7 (0,03 %)	91 (3,25 %)	65 (3,05 %)	23 (0,83 %)
2006	2044	4252	51 (2,50 %)	182 (4,28 %)	/	/	/	/	5 (0,24 %)	64 (1,62 %)	/	/

Le terme de « visites sanitaires autres qu'aléatoires » regroupe : les visites pour suspicion de maladies, les visites liées aux demandes, les visites pour suivi et levée d'APDI, les visites pour le contrôle des transhumants, les visites pour mortalité et dépopulation, les visites pour « autre motif ». En 2006, les données concernant les visites pour « troubles des abeilles » n'ont pas pu être prises en compte car elles ne détaillaient pas le type de maladie mis en évidence.

/ : chiffres non disponibles car maladies sorties de la liste des MARC en 2006.

nd = données non disponibles.

The term "health visits other than random ones" encompasses: visits for suspicion of diseases, visits following requests, visits for follow-up and lifting of decrees declaring infection, visits for transhumant inspection, visits for mortality and depopulation, visits for "other reasons". In 2006, the data on visits for "bee disorders" could not be taken into account as they do not specify the type of disease detected.

/ : figures unavailable as diseases removed from the list of contagious animal diseases in 2006.

nd = data not available.

Selon les données officielles, la loque américaine marque une nette régression pendant les années 2005 et 2006 mais correspond à la MARC la plus fréquemment observée dans les ruchers français. Il faut noter que le recensement de la varroase est particulier; l'omniprésence de l'acarien *V. destructor* au sein des ruchers français a conduit à ne notifier que les ruchers symptomatiques (varroase déclarée au sein du rucher, liée au dépassement d'un seuil d'infestation critique).

L'analyse des rapports officiels met en évidence, par ailleurs, l'absence d'information relative aux maladies des abeilles et du couvain dues aux agents mycosiques et viraux.

La dernière publication officielle du ministère de l'Agriculture⁽²³⁾, sur les causes de mortalité des abeilles en France, quant à l'intervention conjointe de plusieurs facteurs dans la surmortalité des colonies d'abeilles domestiques, stipule que « l'objectivité et la fidélité à la fois des entretiens et des visites sur le terrain poussent la mission à positionner les problèmes de maladies des abeilles comme facteurs prépondérants » (Saddier, 2008).

2.3.1.2 Publications et rapports scientifiques

Afin de comprendre les différents types d'investigations scientifiques conduites, il est nécessaire de rappeler les diverses situations rencontrées lors des enquêtes (cf. 1.1.2 « *Rappel de définitions, États de l'anormalité* ») dans le cadre de la recherche des causes « *de mortalité, d'effondrements et d'affaiblissements* » de colonies d'abeilles. Deux situations, notamment, se distinguent : **la mortalité de colonies d'abeilles (ensemble d'individus sociaux) et la mortalité d'abeilles (individus)** :

■ la mortalité de colonies d'abeilles

est un phénomène constaté à une fréquence moindre durant la « saison d'activité apicole » (printemps, été, automne) que durant l'hiver ou la fin de l'hiver ;

■ un taux de mortalité de colonies d'abeilles

s'élevant au-delà d'un certain pourcentage (10 % en Europe, 16 % aux États-Unis ; cf. 1.1.2.5 « *La mortalité et la morbidité* ») (Morgenthaler, 1968 ; Imdorf *et al.*, 2007) est un indicateur incontestable d'une anomalie sanitaire constatée durant la période de mise en hivernage ou de fin de saison apicole (la mortalité étant le plus souvent constatée au sortir de l'hiver et appelée « *mortalité hivernale* ») ;

According to the official data, there was a clear decline in American foulbrood in 2005 and 2006, even though it is the most commonly observed contagious animal disease in French apiaries. Note that varroasis records are unusual: the omnipresence of the V. destructor mite in French apiaries led to only symptomatic apiaries being notified (varroasis declared within the apiary, linked to a critical infestation limit being exceeded).

The analysis of the official reports also shows the absence of information on bee and brood diseases due to mycotic and viral agents.

The latest official publication of the French Ministry of Agriculture⁽²³⁾ on causes of bee mortality in France, associated with the joint action of several factors in the excess mortality of honey bee colonies, stipulates that "the objectivity and faithfulness of both interviews and visits in the field prompt the mission to consider the problems of bee disease as dominant factors" (Saddier, 2008).

2.3.1.2 Publications and scientific reports

*To understand the different types of scientific studies conducted, it is necessary to recall the various situations encountered during the studies (see 1.1.2 "Reminder of definitions, States of abnormality") as part of the research on the causes "of death, collapse and weakening" of bee colonies. Two situations stand out in particular: **the mortality of bee colonies (group of social individuals) and the mortality of bees (individuals)**:*

■ *the mortality of bee colonies is a phenomenon that is observed less often during the "bee activity season" (spring, summer, autumn), than during or at the end of winter;*

■ *a bee colony mortality rate exceeding a certain percentage (10% in Europe, 16% in the United States; see 1.1.2.5 "Mortality and morbidity") (Morgenthaler, 1968; Imdorf et al., 2007) is an unquestionable indicator of a health anomaly observed during the wintering period or at the end of the bee season (mortality is usually observed at the end of winter and called "winter mortality");*

(23) Rapport au Premier ministre François Fillon, rendu public en octobre 2008, intitulé « Pour une filière apicole durable » rédigé par le député de Haute-Savoie Monsieur Martial Saddier et correspondant « *aux conclusions de rencontres avec les différents acteurs de la filière et les pouvoirs publics* » et à l'analyse faite par Monsieur Saddier « *en vue d'endiguer le problème de surmortalité observé à l'échelle mondiale et jugé incontestable.* » http://www.agriculture-environnement.fr/telecharger/Rapport_SADDIER.pdf

(23) Report of the Prime Minister François Fillon, published in October 2008, entitled "Pour une filière apicole durable" (For a sustainable beekeeping sector), written by the Haute-Savoie MP Mr Martial Saddier and corresponding "to the conclusions of meetings with the various sector stakeholders and public authorities" and to the analysis conducted by Mr Saddier "with a view to curbing the problem of excess mortality observed worldwide and considered unquestionable." http://www.agriculture-environnement.fr/telecharger/Rapport_SADDIER.pdf

■ **la mortalité d'abeilles** survient essentiellement au cours de l'année apicole et est plus ou moins importante. Son impact sur la survie des colonies est difficile à évaluer. Dans le cadre d'interventions ponctuelles, liées à ce type de mortalité, seules des évaluations « subjectives » de la quantité d'abeilles mortes et de la force des colonies peuvent être réalisées.

Ces dernières années, afin de caractériser les phénomènes de mortalité, effondrements et affaiblissements de colonies d'abeilles, les scientifiques ont tenté de se tourner vers :

- des enquêtes « *prospectives* » de suivi longitudinal de colonies d'abeilles durant plusieurs mois afin d'avoir un historique des colonies suivies avant et après les épisodes attendus (cf. tableau 11);
- des cas objectivables de mortalité de colonies d'abeilles : enquêtes sur la mortalité hivernale (cf. tableau 11). Ainsi, différentes enquêtes ont été conduites, ponctuellement, à la faveur d'épisodes de mortalité hivernale anormalement forte, dans le but d'en déterminer les causes et/ou les facteurs de risque.

■ **the mortality of bees** occurs mainly during the bee season and is more or less high. Its impact on the colony survival is difficult to assess. Through one-off measures, associated with this type of mortality, only “subjective” assessments of the number of dead bees and the strength of the colonies can be carried out.

In order to assess the phenomena of mortality, collapse and weakening of bee colonies, scientists have recently tried to use:

- “prospective” follow-up studies of bee colonies over several months to have a record of colonies monitored before and after the expected episodes (see Table 11);
- cases of bee colony mortality that can be objectively explained: studies on winter mortality (see Table 11). Accordingly, different studies have been conducted on a one-off basis on episodes of abnormally high winter mortality with a view to determining the causes and/or risk factors.

Tableau 11: Enquêtes conduites par le Centre national d'études vétérinaires et alimentaires (CNEVA) puis par le laboratoire de l'Afssa - Sophia-Antipolis en réponse aux affaiblissements, effondrements et à la mortalité de colonies constatés sur le terrain

Table 11: Studies conducted by the French Centre for Veterinary and Food Research (CNEVA) and then by Afssa's Sophia-Antipolis laboratory in response to the colony weakening, collapses and mortality observed in the field

Années Years	Titre Title	Type d'enquête Type of study	Publication Publication
1987-1988	Les affaiblissements de cheptel : enquête éco-pathologique <i>Colony weakening: ecopathological survey</i>	Suivi longitudinal <i>Follow-up</i>	(Fléché et Faucon, 1989) <i>(Fléché and Faucon, 1989)</i>
1999-2000	Étude des causes des mortalités hivernales d'abeilles (<i>Apis mellifera</i>) <i>Study of the causes of winter mortality of bees (Apis mellifera)</i>	Intervention ponctuelle <i>One-off</i>	(Faucon et Ribière, 2003) <i>(Faucon and Ribière, 2003)</i>
2002-2005	Enquête multifactorielle prospective (EMP) des troubles de l'abeille <i>Prospective multi-factor study of bee disorders</i>	Suivi longitudinal <i>Follow-up</i>	(Aubert <i>et al.</i> , 2008) <i>(Aubert et al., 2008)</i>
2005-2006	Enquête mortalités hivernales : causes de mortalité <i>Winter mortality study: causes of mortality</i>	Intervention ponctuelle <i>One-off</i>	(Faucon <i>et al.</i> , 2008a) <i>(Faucon et al., 2008a)</i>
2007-2008	Mortalité hivernale : étude exhaustive des cas majeurs <i>Winter mortality: exhaustive study of major cases</i>	Intervention ponctuelle <i>One-off</i>	(Celle <i>et al.</i> , 2008) <i>(Celle et al., 2008)</i>

Bien que la majorité de ces enquêtes relatives à l'état sanitaire du cheptel apicole - exception faite des études de suivi de type EMP (2002-2005) et enquête éco-pathologique (1987-1988) - soient des enquêtes d'intervention lors de mortalité hivernale anormalement élevée, localisées dans des régions particulières du territoire français, leurs conclusions, lisibles dans le tableau 12, **diffèrent nettement de celles émises par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche** (cf. tableau 10) (Faucon et Chauzat, 2008).

Although most of these studies on bee health - except prospective multi-factor type follow-up studies (2002-05) and the ecopathological study (1987-88) - are carried out during abnormally high winter mortality in specific regions of France, their conclusions, presented in Table 12, are markedly different from those issued by the French Ministry of Agriculture and Fisheries (see Table 10) (Faucon et Chauzat, 2008).

Tableau 12 : Résultats des enquêtes conduites en 1987-1988, 1999-2000, 2005-2006, 2007-2008 relatives aux maladies du couvain et des abeilles adultes

Table 12: Results of studies conducted in 1987-88, 1999-2000, 2005-06 and 2007-08 on brood and adult bee diseases

Maladies du couvain <i>Brood diseases</i>	1987-1988	1999-2000	2002-2005	2005-2006	2007-2008
Nombre de ruchers enquêtés <i>Number of apiaries studied</i>	17	33	24	17	/
Loque américaine (% de foyers) <i>American foulbrood (% of outbreaks)</i>	23	30	32 à 39 <i>32 to 39</i>	23	/
Loque européenne (% de foyers) <i>European foulbrood (% of outbreaks)</i>	18	33	18 à 29 <i>18 to 29</i>	18	/
Mycoses (% de foyers) <i>Mycoses (% of outbreaks)</i>	/	36	73 à 87 <i>73 to 87</i>	/	/
Maladies des abeilles adultes <i>Adult bee diseases</i>	1987-1988	1999-2000	2002-2005	2005-2006	2007-2008
Nombre de ruchers enquêtés <i>Number of apiaries studied</i>	17	35	24	18	35
Acariose (% de foyers) <i>Acariosis (% of outbreaks)</i>	/	0	/	17	3
Nosémose (% de foyers) <i>Nosemosis (% of outbreaks)</i>	41	31	50 à 79 <i>50 to 79</i>	55	37
Varroase (% de foyers) <i>Varroasis (% of outbreaks)</i>	18	37	35 à 46 <i>35 to 46</i>	61	54

Sources : Faucon et Ribière, 2003; Celle *et al.*, 2008; Faucon *et al.*, 2008.

La fréquence relative d'identification des différentes maladies des abeilles et du couvain par rapport au nombre de visites ciblées réalisées au cours de ces enquêtes, est nettement supérieure à celle enregistrée dans les bilans annuels du ministère de l'Agriculture (cf. tableau 12). **Le mode de collecte des données, ainsi que la qualité des investigations sur le terrain, pourraient expliquer cette différence de résultats :**

- **les données collectées par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche sont issues de visites ciblées (souffrant, parfois, d'un manque de déclaration des anomalies de cheptel par leurs exploitants cf. tableau 5) ou aléatoires (le nombre de ces visites a doublé en cinq ans, cf. tableau 10) ;**
- **les données collectées lors des enquêtes du laboratoire de l'Afssa à Sophia-Antipolis correspondent, en grande partie, à des visites de ruchers malades ;**
- **les possibilités d'appréhender les symptômes spécifiques à certaines affections ne sont pas toujours optimales.**

Les résultats des différentes enquêtes révèlent :

- **l'implication systématique d'au moins l'un des agents pathogènes responsables de maladie de l'abeille adulte ou du couvain, dans les ruchers enquêtés pour cause de mortalité hivernale élevée ;**
- **l'importance des maladies dues à des agents biologiques infectieux dans l'étiologie de la mortalité hivernale ;**
- **que l'acarien *Varroa destructor* et les méthodes de lutte peu efficaces contre cet agent correspondent au facteur de risque majeur de mortalité hivernale des colonies d'abeilles ;**
- **que les infestations par *Nosema* sp., *Paenibacillus larvae*, *Melissococcus plutonius* et *Acarapis woodi* participent également au phénomène constaté.**

Une étude consacrée aux viroses des abeilles dans des colonies asymptomatiques de 36 ruchers, répartis sur l'ensemble de l'hexagone (Gauthier *et al.*, 2007), a montré la présence systématique, à des taux variables, des virus de la paralysie aiguë (**ABPV**), de la cellule royale noire (**BQCV**), de la paralysie chronique (**CBPV**), des ailes déformées (**DWV**), du couvain sacciforme (**SBV**) et du virus du Cachemire (**KBV**).

*The relative frequency of identification of different bee and brood diseases compared with the number of targeted visits carried out during these studies is much higher than what is recorded in the annual reports of the French Ministry of Agriculture (see Table 12). **The data collection method, as well as the quality of investigations in the field, may explain this different in results:***

- *the data collected by the French Ministry of Agriculture and Fisheries was obtained from targeted visits (sometimes with a lack of declaration of bee anomalies by their operators, see Table 5) or random visits (the number of these visits has doubled in five years, see Table 10);*
- *the data collected during surveys carried out by the Afssa's Sophia-Antipolis laboratory mostly corresponds to visits of sick apiaries;*
- *the possibilities of assessing the specific symptoms of certain diseases are not always optimum.*

The results of the different studies reveal:

- *the systematic involvement of at least one of the pathogens responsible for the adult bee or brood disease, in the apiaries studied to find out the cause of high winter mortality;*
- *the importance of diseases caused by infectious biological agents in the etiology of winter mortality;*
- *that the mite *Varroa destructor* and ineffective prevention methods against this agent are a major risk factor of winter mortality in bee colonies.*
- *that infestations by *Nosema* sp., *Paenibacillus larvae*, *Melissococcus plutonius* and *Acarapis woodi* also play a part in the phenomenon observed.*

*A study on the viruses of bees in asymptomatic colonies of 36 apiaries across France (Gauthier *et al.*, 2007) has revealed the systematic presence, at variable levels, of acute bee paralysis virus (**ABPV**), black queen cell virus (**BQCV**), chronic bee paralysis virus (**CBPV**), deformed wing virus (**DWV**), sacbrood virus (**SBV**) and Kashmir bee virus (**KBV**).*

Dans le cas des virus, des infections initialement asymptomatiques peuvent parfois donner lieu à des manifestations cliniques à la suite de l'intervention de facteurs déclencheurs, encore mal définis.

Le virus de la paralysie chronique (**CBPV**) est aujourd'hui diagnostiqué selon des techniques fiables, permettant de conclure, en fonction du seuil viral atteint, à une maladie déclarée. Le bilan des résultats d'analyses, obtenus durant la saison apicole 2007, réalisé à la demande des apiculteurs, fait état, pour quatorze départements dans lesquels une surmortalité d'abeilles a été rapportée par des éleveurs, de la présence du **CBPV** à des seuils indiquant une maladie clinique dans 79 % des prélèvements effectués (22 ruchers sur 28 suivis au total dans cette étude) (Faucon *et al.*, 2007b). Ces résultats témoignent de l'ampleur prise par cette virose (paralysie chronique) ces dernières années et de sa probable implication dans le phénomène d'affaiblissement des colonies d'abeilles constaté ou d'une éventuelle confusion entre les symptômes liés à une intoxication et ceux liés à cette maladie virale conduisant à de la mortalité.

En parallèle à ces résultats issus d'enquêtes ponctuelles ou longitudinales, les analyses réalisées à la demande des acteurs de la filière à l'occasion de mortalité aiguë d'abeilles constatée durant la saison apicole (mortalité dite « estivale » par opposition à la mortalité « hivernale »), mettent en évidence des agents pathogènes biologiques et/ou chimiques (cf. 2.3.2.2 « Agents chimiques, Publications et rapports scientifiques »). L'interprétation des données reste délicate quant à l'importance de ces mortalités d'abeilles (individus) sur les phénomènes d'affaiblissements ou d'effondrements de colonies.

2.3.2 Agents chimiques

2.3.2.1 Bilans et rapports du ministère de l'Agriculture et de la Pêche

En France, en plus du programme réglementaire de surveillance des résidus chimiques dans le miel, le *réseau élargi des troubles des abeilles*, mis en place via la note de Service DGAI/SDQP/SDSPA/N2002-8110 du 02.08.02, permet de collecter des informations issues du terrain, mais il ne fait actuellement état d'aucun « *accident/incident* », correspondant à des intoxications aiguës de colonies d'abeilles sur le terrain.

In the case of viruses, initially asymptomatic infections can sometimes lead to clinical manifestations following the intervention of still poorly defined triggers.

CBPV is currently diagnosed using reliable techniques which can, depending on the viral limit reached, result in a notified disease. The review of analysis results obtained during the 2007 bee season, conducted at the request of beekeepers, reports, for 14 départements in which excess bee mortality was declared by breeders, the presence of CBPV at limits indicating a clinical disease in 79% of the samples taken (22 of the 28 apiaries monitored in total in this study) (Faucon et al., 2007b). These results are proof of the scale of this viral disease (chronic paralysis) over recent years and of its probably involvement in the weakening of bee colonies observed or of a possible confusion between the symptoms associated with poisoning and those attributed to a fatal viral disease.

As well as these results from one-off or follow-up studies, the analyses carried out at the request of beekeepers when acute bee mortality occurs during the bee season (so-called "summer" mortality, as opposed to "winter" mortality), reveal biological and/or chemical pathogens (see 2.3.2.2 "Chemical agents, Publications and scientific reports"). Data interpretation is still difficult regarding the importance of these bee (individual) mortalities on the phenomena of colony weakening or collapse.

2.3.2 Chemical agents

2.3.2.1 Reviews and reports of the French Ministry of Agriculture and Fisheries

*In France, in addition to the regulatory surveillance programme monitoring chemical residues in honey, the *réseau élargi des troubles des abeilles* (extended bee disorder network), set up through the guidance note DGAI/SDQP/SDSPA/N2002-8110 of 2 August 2002 makes it possible to gather field information, although it currently does not report any "accident/incident" of acute poisoning of bee colonies in the field.*

L'importance des anomalies constatées sur le terrain (notamment affaiblissement, surmortalité, etc.) serait liée, selon les apiculteurs interrogés, à des intoxications aiguës ou chroniques des colonies d'abeilles exposées aux produits phytopharmaceutiques à usage agricole; la phrase suivante, extraite d'une revue, pourrait résumer le regard d'une partie des acteurs de la filière sur le phénomène actuel: « depuis une cinquantaine d'années les abeilles payent un lourd tribut au développement de l'agriculture » (Serval, 2002).

Malgré l'hypothèse émise par certains éleveurs sur le rôle des produits phytopharmaceutiques et l'importance qu'ils lui accordent, on constate l'absence de relevé officiel d'incidents liés à des préparations à usage agricole par les services du ministère de l'Agriculture et de la Pêche⁽²⁴⁾. Cette absence pourrait être liée:

- aux difficultés de mise en place des protocoles d'enquêtes;
- au faible nombre de déclarations officielles de dépopulation de ruches par les apiculteurs (cf. tableau 5) et le cas échéant, à l'insuffisance d'investigation par les agents des DDSV et SRPV;
- au coût des analyses de recherche (jugé trop onéreux par les apiculteurs);
- à des résultats d'analyses parfois peu probants (molécules rapidement dégradables, prélèvements d'échantillons tardifs, etc.).

Au sujet des intoxications dites « chroniques », dans son rapport destiné au Premier ministre, le député M. Saddier précise que « cette situation et surtout l'abondante communication autour de cette thématique a créé des fractures entre certains acteurs de la filière. Cette cause est citée le plus souvent après les problématiques techniques et notamment la protection sanitaire des abeilles (Varroa...) » (Saddier, 2008).

The extent of anomalies observed in the field (particularly weakening and excess mortality) would seem, according to the beekeepers questioned, to be linked to the acute or chronic poisoning of bee colonies exposed to plant protection products for agricultural use. The following quote from a review could summarise the view of some sector stakeholders on the current phenomenon: "for some fifty years now, agricultural development has taken a heavy toll on bees" (Serval, 2002).

Despite the hypothesis put forward by certain breeders on the role of plant protection products and importance they attach to it, there have been no official reports of incidents linked to products for agricultural use by the French Ministry of Agriculture and Fisheries⁽²⁴⁾. This could be due to:

- *difficulties in setting up study protocols;*
- *the low number of official declarations of hive depopulation by beekeepers (see Table 5) and, where applicable, insufficient investigation by DDSV and Regional Plant Protection Departments (SRPV);*
- *the cost of research analyses (considered to be too expensive by beekeepers);*
- *analysis results that are sometimes not very convincing (swiftly degradable molecules, late sampling, etc.).*

Regarding so-called "chronic" poisoning, the MP Mr Saddier states in his report for the Prime Minister that "this situation and above all the abundant communication on this subject has created rifts between certain stakeholders of the sector. This cause is usually mentioned after technical problems, particularly bee health protection (Varroa, etc.)" (Saddier, 2008).

(24) **DGAI**: Direction générale de l'alimentation correspondant à l'une des principales directions générales du ministère de l'Agriculture et de la Pêche;

DDSV: Direction départementale des services vétérinaires. Au niveau national, les DDSV répondent à la SdSPA: Sous direction de la santé et de la protection animale de la DGAI;

SDQPV: Sous direction de la qualité et de la protection des végétaux;

SRPV: Service régional de la protection des végétaux. Ce service est chargé de la vérification du bon usage agricole des produits phytopharmaceutiques. Au niveau national, les SRPV répondent à la SdQPV: Sous direction de la qualité et de la protection des végétaux de la DGAI.

(24) **DGAI**: Directorate General for Food, which is one of the main Directorate Generals of the French Ministry of Agriculture and Fisheries;

DDSV: Local Veterinary Service Department. At the national level, these report to the DGAI's Sub-Directorate of Animal Protection and Health;

SDQPV: Sub-Directorate of Plant Protection and Quality;

SRPV: Regional Plant Protection Department. This department is responsible for ensuring that plant protection products are correctly used. At the national level, they report to the SDQPV.

2.3.2.2 Publications et rapports scientifiques

- Les enquêtes conduites par le laboratoire de l'Afssa - Sophia-Antipolis (cf. tableau 10) ont mis en évidence la présence d'agents chimiques contaminants divers (cf. tableau 13), d'origine exogène (issus de l'environnement des ruchers) et endogène (traitements des ruchers contre les maladies des abeilles, notamment la varroase) dans l'ensemble des matrices apicoles analysées (abeilles vivantes et mortes, pollen, miel et cire). Il est important de noter que lors de ces enquêtes « *prospectives* » de suivi, la mortalité **d'abeilles** a été négligeable et la mortalité de **colonies d'abeilles** a été corrélée à la présence d'agents biologiques pathogènes. **Les ruchers suivis dans ce type d'enquêtes ont été choisis de façon aléatoire et non à la suite d'un incident déclaré.**
- Bien que le coumaphos soit moins toxique que l'imidaclopride et le fipronil (cf. tableau 14, comparaison des DL₅₀⁽²⁵⁾), la quantité moyenne retrouvée par abeille vivante montre que les abeilles sont exposées à une dose plus proche d'une valeur toxique avec le coumaphos (teneur moyenne par abeille équivalente à 5 % de la DL₅₀ orale) qu'avec les deux autres insecticides (teneur moyenne par abeille équivalente à 3,24 % et 1,125 % de la DL₅₀ orale respectivement) (cf. dernière colonne du tableau).

2.3.2.2 Publications and scientific reports

- *The studies conducted by Afssa's Sophia-Antipolis laboratory (see Table 10) have revealed the presence of a variety of contaminating chemical agents (see Table 13), of both exogenous (from the apiary environment) and endogenous origin (apiary treatments against bee diseases, particularly varroasis) in all of the bee matrices analyses (living and dead bees, pollen, honey and wax). It is important to note that, during these "prospective" follow-up studies, **bee mortality was negligible while bee colony mortality correlated with the presence of biological pathogens. The apiaries followed up in this type of study were chosen at random and not following a declared incident.***
- *Although Coumaphos is less toxic than imidacloprid and fipronil (see Table 14, comparison of LD₅₀s⁽²⁵⁾), the average amount of Coumaphos found per living bee (5% of oral LD₅₀) is closer to a toxic dose than the average amount of the other two insecticides (3.24% and 1.125% of oral LD₅₀ respectively) (see last column in table).*

(25) DL₅₀: Dose létale 50 (dose pour laquelle 50 % des individus meurent après 24 heures ou 48 heures d'exposition).

(25) LD₅₀: Lethal dose 50 (dose for which 50% of individuals die after 24 hours or 48 hours of exposure).

Tableau 13 : Teneurs moyennes ($\mu\text{g}/\text{kg}$) en résidus de pesticides dans les échantillons collectés durant l'enquête multifactorielle prospective de l'Afssa (enquête 2002-2005)

Table 13: Average pesticide residue levels ($\mu\text{g}/\text{kg}$) in the samples collected during Afssa's multi-factor prospective study (2002-2005 study)

Matrices / Matrices	Pollen / Pollen		Miel / Honey		Abeilles* / Bees*		Cires / Wax	
	Nombre d'échantillons analysés Number of samples analysed	Teneur moyenne Average level	Nombre d'échantillons analysés Number of samples analysed	Teneur moyenne Average level	Nombre d'échantillons analysés Number of samples analysed	Teneur moyenne Average level	Nombre d'échantillons analysés Number of samples analysed	Teneur moyenne Average level
Acide 6 chloronicotinique <i>6-chloronicotinic acid</i>	185	1,15	239	1,21	187	0,97	0	In
Azinphos-méthyl <i>Azinphos-methyl</i>	198	<LOD	229	21,82	307	<LOD	54	228,15
Carbaryl / <i>Carbaryl</i>	126	142,44	227	30,75	214	214,3	0	In
Carbofuran / <i>Carbofuran</i>	181	32,73	239	16,10	293	12,95	0	In
Coumaphos / <i>Coumaphos</i>	198	423,48	236	37,94	307	1545,61	92	647,49
Deltaméthrine <i>Deltamethrin</i>	198	39,00	239	2,6	307	16,92	87	14,70
Endosulfan / <i>Endosulfan</i>	198	45,83	239	<LOD	307	8,34	93	50,95
Fipronil / <i>Fipronil</i>	185	1,20	239	<LOD	187	0,45	0	In
Fipronil désulfinyl <i>Fipronil desulfinyl</i>	185	0,96	239	<LOD	187	1,20	0	In
Fipronil sulfone <i>Fipronil sulfone</i>	185	1,66	239	<LOD	187	0,42	0	In
Imidaclopride <i>Imidacloprid</i>	185	0,92	239	0,73	187	1,20	0	In
Lindane / <i>Lindane</i>	198	7,00	239	8,45	307	10,51	87	18,8
Penconazole <i>Penconazole</i>	181	17,55	140	<LOD	304	7,50	0	
Procymidone <i>Procymidone</i>	0	In	96	<LOD	0	In	76	27,7
Propiconazole <i>Propiconazole</i>	181	<LOD	140	<LOD	304	<LOD	0	In
Tau-Fluvalinate <i>Tau-Fluvalinate</i>	198	334,10	226	44,7	307	65,52	67	220,01
Tébuconazole <i>Tebuconazole</i>	181	16,49	140	<LOD	304	18,17	0	In
Tétraconazole <i>Tetraconazole</i>	181	<LOD	140	<LOD	304	17,28	0	In
Vinclozoline / <i>Vinclozolin</i>	0	In	140	109,4	0	In	81	21,5

LOD: (Limit Of Detection) Limite de détection; In: inapproprié.

Lorsque les teneurs étaient contenues entre la LOD (Limit of Detection = Limite de détection) et la LOQ (Limit Of Quantification = Limite de quantification) la médiane a été retenue pour les calculs.

* Les abeilles analysées étaient vivantes et ne présentaient pas de symptômes.

LOD: Limit Of Detection; In: inappropriate.

When the values ranged between the LOD and the LOQ (Limit Of Quantification), the median was selected for the calculations.

* The bees analysed were living and did not present any symptoms.

Source: Aubert et al., 2008.

Tableau 14 : Comparaison entre les teneurs moyennes ($\mu\text{g}/\text{abeille}$) et les DL50 orales et topiques (O : DL50 orale ; T : DL50 topique)

Table 14: Comparison between average levels ($\mu\text{g}/\text{bee}$) and oral and topical LD50s (O = oral LD50; T = topical LD50)

	Teneur moyenne ($\mu\text{g}/\text{kg}$ d'abeilles) <i>Average level ($\mu\text{g}/\text{kg}$ of bees)</i> (Aubert et al., 2008)	Teneur moyenne approximative par abeille ($\mu\text{g}/\text{ab}$) <i>Approximate average level per bee ($\mu\text{g}/\text{bee}$)</i> (Aubert et al., 2008)	DL50 ($\mu\text{g}/\text{ab}$) <i>LD50 ($\mu\text{g}/\text{bee}$)</i>	Rapport entre la teneur moyenne par abeille et la DL50 (en %) <i>Ratio (%) between average level per bee and LD50</i>
Coumaphos <i>Coumaphos</i>	1545,61	$(1545,61 \times 10^{-4}) = 0,15$	3 (O)*	5
Imidaclopride <i>Imidacloprid</i>	1,20	$(1,2 \times 10^{-4}) = 0,00012$	0,081 (T)*** (0,0422 à 0,129 selon les études***)	0,15
			0,0037 (O)*** (0,0037 à 0,0703 selon les études***)	3,24
Fipronil <i>Fipronil</i>	0,45	$(0,45 \times 10^{-4}) = 0,000045$	0,006 (T)**	0,75
			0,004 (O)**	1,125

La teneur moyenne par abeille a été évaluée en estimant le poids moyen d'une abeille à 0,1 g.

DL50: Dose létale 50 (dose pour laquelle 50 % des individus meurent après 24 heures ou 48 heures d'exposition).

DL50 orale: dose pour laquelle 50 % des individus meurent après 24 heures ou 48 heures d'exposition par voie orale.

DL50 topique: dose pour laquelle 50 % des individus meurent après 24 heures ou 48 heures d'exposition par contact.

The average content per bee has been assessed by estimating the average weight of a bee to be 0.1 g.

LD50: Lethal dose 50 (dose for which 50% of individuals die after 24 hours or 48 hours of exposure).

oral LD50: dose for which 50% of individuals die after 24 hours or 48 hours of oral exposure.

topical LD50: dose for which 50% of individuals die after 24 hours or 48 hours of exposure through contact.

* Ecotox database: http://cfpub.epa.gov/ecotox/quick_query.htm

** Efsa scientific report (2006). Conclusion of the peer review of fipronil, (65),1-110.

*** Efsa scientific report (2008). Conclusion of the peer review of imidacloprid, (148),1-20.

■ L'analyse des résultats obtenus au cours des enquêtes conduites de 1987 à 2006 (Fléché et Faucon, 1989; Faucon et al., 2002; Faucon et Ribière, 2003; Aubert et al., 2008; Celle et al., 2008; Faucon et al., 2008a) permet d'aboutir aux conclusions suivantes :

- la nature des agents chimiques d'origine exogène décelés dans les matrices apicoles a évolué au cours des enquêtes, témoignant :
 - de l'emploi de nouveaux produits phytosanitaires en agriculture et/ou du retrait de certaines de ces préparations,
 - d'une utilisation plus rigoureuse des produits phytopharmaceutiques par les agriculteurs (Fléché et Faucon, 1989; Chauzat et al., 2006; Chauzat et Faucon, 2007; Martel et al., 2007);
- la présence de ces résidus chimiques, à l'état de traces dans les matrices apicoles, révélant une exposition de type chronique des abeilles à ces molécules, n'est pas corrélée à des taux anormaux de mortalité de colonies d'abeilles dans les ruchers enquêtés.

■ *The analysis of the results obtained from the studies contacted from 1987 to 2006 (Fléché and Faucon, 1989; Faucon et al., 2002; Faucon and Ribière, 2003; Aubert et al., 2008; Celle et al., 2008; Faucon et al., 2008a) enables the following conclusions to be drawn:*

- *the type of exogenous chemical agents detected in bee matrices has evolved through the studies, attesting to:*
 - *the use of new plant protection products in agriculture and/or the removal of some of these products,*
 - *a more rigorous use of plant protection products by farmers (Fléché and Faucon, 1989; Chauzat et al., 2006; Chauzat and Faucon, 2007; Martel et al., 2007);*
- *the traces of these chemical residues found in the bee matrices, revealing the chronic exposure of bees to these molecules, does not correlate with the abnormal mortality rates of bee colonies in the apiaries studied.*

Par ailleurs, l'investigation de cas déclarés de **mortalité aiguë d'abeilles** a permis de mettre en évidence des incidents ponctuels, en relation avec des agents chimiques. Le chlorpyrifos, le diméthoate, le parathion méthyl, l'association deltaméthrine et prochloraze ont été à l'origine d'intoxications aiguës recensées par l'Afssa - Sophia-Antipolis (analyses internes).

La pollution des végétaux par les poussières émises lors de semis, *via* des semoirs pneumatiques, de semences enrobées (fipronil) de variété MELODYND fut également à l'origine d'intoxications aiguës d'abeilles en 2002 et en 2003 (Brouard et Russier, 2002; Faucon et Chauzat, 2003) (cf. 1.2.2.3 « *Agents chimiques, Effets recensés des produits phytopharmaceutiques sur l'abeille* »).

Des cas de mortalités anormales **d'abeilles** (individus) au sein de certaines colonies de leur rucher et de colonies d'abeilles pour l'un des ruchers considérés ci-après (Bas-Rhin) ont été signalés par des exploitants apicoles durant le printemps 2008. Ces cas concernaient :

- un rucher du Bas-Rhin (67);
- trois ruchers de Pyrénées-Atlantiques (64).

Les examens de recherche d'agents biologiques et chimiques ont été mis en œuvre au laboratoire de l'Afssa - Sophia-Antipolis pour mettre en évidence :

- des agents biologiques : agents de l'acariose des trachées, de la nosérose (en nombre de spores), des maladies du couvain et de viroses (ABPV, IAPV, CBPV);
- des agents chimiques : clothianidine, thiametoxam, acétamipride, thiaclopride, imidaclopride.

Dans le cas du Bas-Rhin, les données ont été les suivantes :

- **données épidémiologiques :** les symptômes concernaient l'ensemble des ruches d'un rucher. Les services vétérinaires ont constaté des symptômes de tremblements, un affaiblissement de certaines colonies, la mortalité d'individus (abeilles mortes devant les ruches) et de certaines colonies;
- **données sanitaires :** la présence de spores de *Nosema* sp. a été mise en évidence sans conduire à un diagnostic de maladie déclarée;
- **données toxicologiques :** un résidu de clothianidine (1,8 ng/abeille) dans les abeilles mortes et un niveau quantifiable de cette même molécule dans deux prélèvements de pain d'abeille (25 et 40 µg/kg de clothianidine) ont été détectés.

*Moreover, the investigation of notified cases of **acute bee mortality** has revealed one-off incidents related to chemical agents. Chlorpyrifos, dimethoate, methyl parathion and the combined use of deltamethrin and prochloraze have caused the cases of acute poisoning recorded by Afssa's Sophia-Antipolis laboratory (internal analyses).*

Plant pollution by dust emitted during the sowing of MELODYND coated (fipronil) seeds using pneumatic sowing machines also caused acute bee poisoning in 2002 and 2003 (Brouard and Russier, 2002; Faucon and Chauzat, 2003) (see 1.2.2.3 "Chemical agents, identified effects of plant protection products on bees").

*Cases of abnormal **bee** (individual) mortality within certain colonies of their apiary and abnormal bee colony mortality for one of the apiaries considered below (Bas-Rhin) were reported by beekeepers in spring 2008. These cases concerned:*

- *one apiary in the Bas-Rhin (East France);*
- *three apiaries in the Pyrénées-Atlantiques (South-West France);*

Examinations to search for biological and chemical agents have been carried out at Afssa's Sophia-Antipolis laboratory:

- *biological agents: agents of tracheal acariosis, nosemosis (in number of spores), diseases of the brood and viruses (ABPV, IAPV, CBPV);*
- *chemical agents: clothianidin, thiametoxam, acetamiprid, thiacloprid, imidacloprid.*

In the Bas-Rhin case, the data was as follows:

- ***epidemiological data:*** *the symptoms concern all of the hives in one apiary. The veterinary services observed symptoms of trembling, a weakening of certain colonies, mortality of individuals (dead bees in front of the hives) and of certain colonies;*
- ***health data:*** *Nosema sp. spores were found without leading to a notified disease being diagnosed.*
- ***toxicological data:*** *a residue of clothianidin (1.8 ng/bee) in the dead bees and a quantifiable level of the same molecule in two samples of bee bread (25 and 40 µg/kg of clothianidin) were detected.*

Bilan : ce cas pourrait être rapproché des cas recensés au printemps 2008 en Allemagne (cf. 1.2.2.3 « Effets recensés des produits phytopharmaceutiques sur l'abeille »), pour lesquels de mauvaises conditions d'utilisation de semences de maïs enrobées (PonchoPro^{NT}, dont la molécule active est la clothianidine) ont été à l'origine de mortalité aiguë de colonies d'abeilles dans 11 500 ruchers environ (Rozenkranz et Wallner, 2008). La clothianidine est une substance utilisée pour la fabrication de produits à usage agricole mais dont l'utilisation, en France, n'est pas autorisée. La présence de résidu quantifiable de cette substance dans les abeilles prélevées pourrait être liée à la proximité du rucher du Bas-Rhin avec la frontière allemande et la zone agricole traitée dans ce pays frontalier (émission de poussières liée à un défaut d'enrobage des semences et utilisation de semoirs pneumatiques, inadaptés au semis de celles-ci). Une analyse plus poussée de l'occupation des sols environnant ce rucher et le recueil de données sur les ruchers voisins sont néanmoins nécessaires pour valider cette hypothèse.

Dans le cas des ruchers des Pyrénées-Atlantiques :

- **données épidémiologiques :** les données épidémiologiques ne sont pas disponibles, seule la mortalité d'individus a été signalée ;
- **données sanitaires :** le virus de la paralysie chronique (CBPV) et *N. cerenae* ont été détectés dans l'ensemble des trois sites étudiés, mais seul un cas de maladie déclarée (paralysie chronique) a été diagnostiqué ;
- **données toxicologiques :** l'analyse des résidus a révélé de la clothianidine à un niveau quantifiable dans les abeilles mortes de deux des ruchers, respectivement à 0,33 ng/abeille et 0,47 ng/abeille.

Bilan : la mortalité d'abeilles observée dans les trois ruchers de Pyrénées-Atlantiques pourrait être liée à des agents pathogènes biologiques, et/ou chimiques ; à l'heure actuelle, compte tenu des résultats d'analyses partiels et intermédiaires, aucune interprétation scientifique valable ne peut encore être émise. Des enquêtes complémentaires sont nécessaires avant de pouvoir conclure sur ces cas de mortalité d'individus.

Ces cas illustrent la difficulté d'émettre des diagnostics de certitude et la nécessité de protocoles standardisés de suivi des suspicions d'intoxication.

Summary: *this case may be compared to those recorded in spring 2008 in Germany (see 1.2.2.3 "Identified effects of plant protection products on bees"), for which poor conditions of coated maize seed use (PonchoPro^{NT}, the active molecule of which is clothianidin) were to blame for the acute mortality of bee colonies in around 11,500 apiaries (Rozenkranz and Wallner, 2008). Clothianidin is a substance used to manufacture products for agricultural use, but its use is not authorised in France. Quantifiable residues of this substance in the bees samples may be linked to the proximity of the Bas-Rhin apiary to the German border and the agricultural zone treated in this country (emission of dust due to a seed coating defect and use of pneumatic sowing machines, which are not suitable for sowing these seeds). A more in-depth analysis of the land cover around this apiary and collection of data on the neighbouring apiaries are nevertheless necessary to validate this hypothesis.*

In the Pyrénées-Atlantiques case:

- **epidemiological data:** *the epidemiological data is not available, only the death of individuals was reported;*
- **health data:** *the chronic bee paralysis virus (CBPV) and *N. cerenae* were detected in all three of the sites studied, but only one case of the notified disease (chronic paralysis) was diagnosed;*
- **toxicological data:** *the residue analysis revealed clothianidin at a quantifiable level in the dead bees of two of the apiaries, at 0.33 ng/bee and 0.47 ng/bee respectively.*

Summary: *the bee mortality observed in the three apiaries in the Pyrénées-Atlantiques may be linked to biological and/or chemical pathogens. Given the partial and intermediate analysis results, no valid scientific interpretation has been made for the time being. Additional studies are necessary before conclusions can be drawn on these cases of individual mortality.*

These cases illustrate the difficulty in making definite diagnoses and the need for standardised follow-up protocols of suspected poisoning.

Au sujet des **intoxications dites chroniques**, plusieurs études et enquêtes ont été conduites pour évaluer :

- les effets en termes de mortalité d'abeilles et de colonies d'abeilles liés à la présence d'imidaclopride dans l'alimentation de colonies (Faucon *et al.*, 2005). Cette étude n'a mis en évidence aucune anomalie quantifiable correspondant à celles décrites par les apiculteurs et constatées par ceux-ci au moment des miellées de tournesol ;
- les effets d'une synergie potentielle entre le virus de la paralysie chronique et la présence des molécules actives telles que l'imidaclopride, le fipronil et le coumaphos dans la nourriture d'abeilles adultes en conditions expérimentales (Ribière, 2002 ; Ribière, 2004). **Les résultats de cette étude n'ont pas été publiés en raison du manque de reproductibilité mais ne permettaient pas de conforter l'hypothèse de l'existence d'une synergie potentielle entre l'apport, de façon sub-chronique, de doses de ces molécules actives dans la nourriture d'abeilles adultes et le virus de la paralysie chronique ;**
- les effets éventuels en termes d'effondrements et de mortalité des colonies d'abeilles de l'exposition des abeilles aux pesticides (Chauzat *et al.*, 2008).

Plusieurs études ont montré l'effet délétère de faibles doses de pesticides sur l'extension du proboscis, par exemple (Devillers *et al.*, 2003 ; Decourtye *et al.*, 2004 ; Decourtye *et al.*, 2005), ou sur le vol de retour à la ruche (Colin *et al.*, 2004). Cependant, ces études restent parcellaires et **il n'est toujours pas possible, à l'heure actuelle, d'extrapoler ces effets, mis en évidence au niveau individuel en conditions expérimentales, à l'ensemble de la colonie en conditions naturelles.**

Actuellement, en accord avec les propositions des acteurs de terrain de la filière, les scientifiques poursuivent la piste d'une cause multifactorielle aux anomalies constatées.

Regarding so-called chronic poisoning, several studies and surveys have been conducted to assess:

- *the effects on bee and bee colony mortality of imidacloprid in colony feed (Faucon et al., 2005). This study did not detect any quantifiable anomaly corresponding to those described by beekeepers, who observed them during sunflower nectar flow;*
- *the effects of a potential synergy between the chronic paralysis virus and the presence of active molecules such as imidacloprid, fipronil and coumaphos in the feed of adult bees under test conditions (Ribière, 2002; Ribière, 2004). The results of this study have not been published due to a lack of reproducibility, and did not confirm the hypothesis of there being a potential synergy between the sub-chronic intake of these active molecules in adult bee food and the chronic paralysis virus;*
- *the possible effects on bee colony mortality and collapse of bee exposure to pesticides (Chauzat et al., 2008).*

Several studies have proved the harmful effect of low doses of pesticides on proboscis extension, for example (Devillers et al., 2003; Decourtye et al., 2004; Decourtye et al., 2005), or on the return flight to the hive (Colin et al., 2004). However, these studies are still sporadic and it is still not possible as yet to extrapolate these effects, revealed at the individual level under test conditions, to the whole colony under natural conditions.

At present, in accordance with the proposals of beekeepers, scientists are continuing to look into a multi-factor cause of the anomalies observed.

Les informations disponibles pour la France permettent de conclure que :

- **les intoxications aiguës documentées en relation avec des agents chimiques sont rares ;**
- **des traces de résidus de pesticides (très en deçà de la DL 50) sont fréquemment détectées dans les abeilles vivantes et les produits de la ruche.**

Les investigations et le travail de terrain réalisés jusqu'à présent n'aboutissent pas à la conclusion que les pesticides sont une cause majeure du dépérissement des colonies d'abeilles en France.

Parmi les divers agents potentiellement impliqués dans la mortalité des colonies d'abeilles, il convient de considérer les agents chimiques selon deux approches :

- **leur rôle dans la mortalité aiguë de colonies d'abeilles, liée à des intoxications aiguës** par différents produits phytosanitaires, en raison de mésusages agricoles de ces derniers. Il s'agit d'une observation vérifiée, bien que le recensement exhaustif des cas ne soit pas disponible, en raison du manque de déclarations de ces incidents et de l'absence d'analyses systématiques.

En effet, il faut insister sur le fait que les prélèvements, lors d'une suspicion d'intoxication, sont délicats à réaliser et à utiliser :

- **le constat de dépopulation ou de mortalité par l'apiculteur n'est pas toujours immédiat, notamment pour des exploitations de grande taille ou lors de visites trop espacées du rucher ;**
- **les abeilles mortes se dégradent vite ;**
- **il peut exister, dans certains cas, un délai entre l'épandage de produits phytosanitaires et le début de la mortalité ;**
- **il est difficile de faire réaliser en urgence les prélèvements par un agent officiel, particulièrement pendant les mois d'été ;**
- **les analyses sont onéreuses et la(les) molécule(s) à rechercher est(sont) à déterminer par rapport aux informations recueillies sur les pratiques agricoles dans la zone concernée ;**
- **par conséquent, la complexité des analyses liées aux agents chimiques est liée à la difficulté de prouver l'absence d'un toxique alors qu'il est plus facile d'en objectiver la présence s'il y a lieu.**

Il serait intéressant de disposer d'un **protocole standardisé de suivi d'une suspicion d'intoxication et de dépistage des causes, reposant sur une enquête de terrain**. Par ailleurs, une participation financière du propriétaire du rucher considéré pourrait être envisagée pour ce type de recherche.

On rappelle que la diminution des intoxications aiguës à l'origine de mortalité aiguë d'individus repose sur le respect des bonnes pratiques agricoles et apicoles. On rappelle également que l'enregistrement des pratiques agricoles (produits utilisés/surfaces traitées, etc.) par les exploitants est une obligation réglementaire (« paquet hygiène », Directive « Utilisation durable des pesticides ») ;

- **leur rôle dans l'exposition chronique des colonies d'abeilles à divers agents chimiques. Les enquêtes conduites mettent en évidence des doses très faibles de ces produits, assimilables à des traces de pesticides, d'origine tant agricole qu'apicole. Ces traces sont détectables dans l'ensemble des produits de la ruche. Toutefois, il n'est pas possible, à l'heure actuelle, de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse selon laquelle ces agents chimiques joueraient un rôle direct ou adjuvant vis-à-vis de pathogènes biologiques classiques des abeilles (prédateurs, parasites, bactéries, virus).**

It can be concluded from the information available in France that:

- **documented acute poisonings from chemical agents are rare;**
- **traces of pesticide residues (much lower than the LD50) are commonly detected in living bees and hive products.**

The investigations and field work conducted to date do not lead to any conclusion that pesticides are a major cause of die-off of bee colonies in France.

Of the various agents potentially implicated in bee colony mortality, chemical agents should be considered according to two approaches:

- **their role in acute mortality of bee colonies from acute poisoning from different plant protection substances because of their agricultural misuse. This is a verified finding although an exhaustive case listing is not available because of a failure to declare these incidents and the absence of systematic testing.**

It must be stressed that when suspected poisoning is present the samples are difficult to take and use:

- **depopulation or mortality are not always noticed immediately by the beekeeper, particularly for large producers or when apiary visits are too far apart;**
- **dead bees decompose quickly;**
- **in some cases there may be a time delay between spreading the plant protection products and the first deaths;**
- **it is difficult for an official agent to take samples urgently, particularly during the summer months;**
- **the testing is expensive and the molecule(s) to be tested for is (are) determined from the information obtained on farming practices in the area concerned;**
- **as a result, the complexity of testing for chemical agents is due to the difficulty in proving the absence of a toxin, whereas it is easier to demonstrate its presence.**

*It would be useful to have a **standardised protocol for monitoring suspected poisoning and screening for causes, based on a field investigation.** A financial contribution from the owner of the apiary in question could also be considered for this type of testing.*

Reducing acute poisoning causing acute mortality of individuals relies on following good farming and beekeeping practices. It should also be noted that recording farming practices (products used/surfaces treated, etc.) by producers is a regulatory obligation (“hygiene package”, “Sustainable pesticide use” Directive);

- **their role in the chronic exposure of bee colonies to various chemical agents.** The surveys which have been conducted demonstrate very low doses of these products, comparable to trace amounts of pesticides, of farming and beekeeping origin. These traces can be detected in all of the hive products. It is not at present possible, however, to confirm or refute the hypothesis that these chemical agents play a direct or adjuvant role with regard to traditional biological bee pathogens (predators, parasites, bacteria, viruses).

2.3.3 Environnement et pratiques apicoles

Il n'existe pas de données spécifiques à la France concernant les mesures d'impact du climat (sécheresse, hivers longs et froids, par exemple) sur la santé des colonies d'abeilles. Les causes de mortalité d'origine environnementale décrites ci-dessus (cf. 1.2.3 « Environnement ») se retrouvent naturellement en France comme dans tout autre pays. Ces facteurs jouent un rôle imprévisible dans la mortalité des colonies d'abeilles (Pointereau et Bisault, 2006).

Les seules données environnementales disponibles concernent les surfaces agricoles. Ces données soulignent une augmentation des monocultures (maïs, tournesol, céréales, colza) au détriment des prairies. La disparition des fermes mixtes est au cœur de la transformation du paysage agricole français. Dans les Landes et la plaine d'Alsace notamment, les assolements ont été simplifiés de manière radicale.

Concernant le caractère pollinifère et mellifère des cultures, le maïs, qui ne présente que peu d'intérêt pour les abeilles, est la culture la plus représentée en France, après celle des céréales. Les variations de surface sont faibles (1 900 000 ha en 2001 et 1 658 000 ha en 2005).

À l'opposé, la surface de culture du colza a nettement augmenté, passant de 157 000 ha en 1989 à 1 406 000 ha en 2006.

En revanche, on observe une tendance à la baisse concernant les surfaces de tournesol qui ont évolué de 891 000 ha en 1989 à 645 000 ha en 2006, après un maximum légèrement supérieur à 1 million d'hectares pendant les années 1990, 1991 et 1994 (CETIOM, 2001). Par ailleurs, les cultures de lavandes-lavandins, en Provence, ont souffert des aléas climatiques et de dépérissement des plantations, qui ont endommagé les surfaces cultivées, réduisant ainsi le potentiel de production (Onippam, 2008).

Cependant, ces données nationales ne sont pas le reflet des variations régionales. Par exemple, en Vendée, la surface de culture du tournesol a diminué de plus de moitié (43 000 ha en 1990 et 15 000 en 2004).

Le changement des variétés cultivées est également un facteur qui influence la santé des colonies d'abeilles. Le rythme de l'évolution des cultivars est une donnée qu'il est difficile d'obtenir. Pour le tournesol, la rotation des variétés a été évaluée entre 5 et 10 ans (CETIOM, 2001).

2.3.3 Environment and beekeeping practices

There are no specific findings in France on measurement of climate impact (drought, long cold winters, for example) on the health of bee colonies. The environmental causes of mortality described above (see 1.2.3 "Environment") are seen naturally in France as in all other countries. These factors play an unpredictable role in bee colony mortality (Pointereau and Bisault, 2006).

The only environmental findings available are on farming areas. These findings highlight an increase in single crop farming (maize, sunflower, cereals, rape) to the detriment of grassland. The disappearance of mixed farms lies at the heart of the transformation of the French farming countryside. In the Landes and Alsace plain in particular, crop rotations have been simplified radically.

In terms of the pollen- and nectar-producing aspects of crops, maize, which is of little interest to bees, is the most widely grown crop in France after cereals. Changes in farming areas are small (1,900,000 ha in 2001 and 1,658,000 ha in 2005).

Conversely, the rape crop area has increased markedly from 157,000 ha in 1989 to 1,406,000 ha in 2006.

On the other hand, there has been a falling trend in sunflower crop areas, which declined from 891,000 ha in 1989 to 645,000 ha in 2006, after a peak of slightly over 1 million hectares during the years 1990, 1991 and 1994 (CETIOM, 2001). Lavender-lavandin crops in Provence have suffered from bad weather and declining plots which have adversely affected crop areas and reduced the potential for production (Onippam, 2008).

However, these national findings do not reflect the regional variations. In the Vendée, for example, the sunflower crop area has decreased by more than half (43,000 ha in 1990 and 15,000 in 2004).

Another factor which influences the health of bee colonies is the change in varieties grown. It is difficult to obtain data on the frequency of change of cultivars. Rotation of sunflower varieties has been estimated to take place every 5 to 10 years (CETIOM, 2001).

Toujours pour le tournesol, on constate une résorption variétale au milieu des années 1990 pour mieux lutter contre les maladies (le phomopsis et le sclérotinia) (AMSOL-PROLEA, 2002). On peut alors émettre l'hypothèse que le tournesol présenterait moins d'intérêt pour les abeilles de nos jours que pendant les décennies passées, pour des raisons de changement de paysage variétal. Les études scientifiques portant sur ce facteur datent des années 1990. Elles mettent en évidence des variations dans la quantité et la qualité de nectar en fonction des variétés de tournesol (Vear *et al.*, 1990). Ces données doivent être mises en parallèle avec d'autres études démontrant des différences significatives du butinage des abeilles selon les variétés (Pham-Delègue *et al.*, 1990). Odoux *et coll.* ont montré que lorsque les cultures de tournesol et de maïs étaient présentes à hauteur de 10 et 5 % respectivement dans un rayon de 2 km autour du rucher, ces cultures pouvaient représenter 75 % à 80 % des pelotes de pollen récoltées par les abeilles (Odoux *et al.*, 2004).

Très peu de données sont disponibles concernant l'impact du paysage français sur les populations d'abeilles. Deux études renseignent toutefois sur ce sujet, l'une portant sur la dissémination des pollens de maïs OGM (Aquitaine Avenir sans OGM, 2006) et l'autre sur les jachères, sans que des données relatives à la santé des ruches n'y soient présentées.

Les expérimentations récemment conduites sur l'implantation de jachères florales en zones de grandes cultures en France avaient pour but de favoriser un apport pollinique diversifié dans l'alimentation des abeilles (Decourtye *et al.*, 2007). Cependant, à ce jour, il n'existe pas encore de données permettant de confirmer que de telles opérations sont favorables aux colonies, même si, en théorie, il paraît évident qu'elles rétablissent un équilibre perturbé.

2.3.3.1 Bilans et rapports du ministère de l'Agriculture et de la Pêche

Le rôle des facteurs de risque de mortalité des colonies d'abeilles liés à l'environnement (alimentation, facteurs climatiques, pratiques agricoles) ou aux pratiques apicoles n'a pas fait l'objet, jusqu'à présent, d'investigations du ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

*There was a reduction in the varieties of sunflower grown in the 1990s to better combat diseases (phomopsis and sclerotinia) (AMSOL-PROLEA, 2002). We could therefore hypothesise that sunflower is of less interest to bees nowadays than in previous decades because of changes in the variety landscape. Scientific studies considering this question date from the 1990s and show variations in the quantity and quality of nectar depending on sunflower variety (Vear *et al.*, 1990). These findings must be interpreted in parallel with other studies showing significant differences in bee pollen gathering depending on the variety (Pham-Delègue *et al.*, 1990). Odoux *et al.* showed that when sunflower and maize crops were present at a density of 10 and 5% respectively within a 2 km radius around the apiary, these crops could make up 75% to 80% of the pollen grains harvested by the bees (Odoux *et al.*, 2004).*

There are very few findings available on the impact of the French countryside on bee populations. Two studies provide information about this subject however, one on the spread of GMO maize pollen (Aquitaine Avenir sans OGM, 2006) and the other on fallow land, although no data on hive health was presented in these.

*Experiments conducted recently on the establishment of wildflower fallow land in large farming areas in France were designed to promote the introduction of a diverse range of pollen into the bees' diet (Decourtye *et al.*, 2007). There are no findings to date, however, confirming that these activities benefit the colonies, even if in theory it seems obvious that they restore a disrupted balance.*

2.3.3.1 Reviews and reports from the Ministry of Agriculture and Fisheries

The role of risk factors in bee colony mortality associated with the environment (diet, climate factors, farming practices) or beekeeping practices has not yet been investigated by the Ministry of Agriculture and Fisheries.

2.3.3.2 Publications et rapports scientifiques

Diverses études conduites par l'Afssa - Sophia-Antipolis se sont intéressées aux pratiques apicoles et plus particulièrement :

- aux **médicaments disponibles** et à leur usage par les apiculteurs ;
- aux **connaissances sanitaires** apicoles des acteurs de la profession.

Médicaments disponibles

La filière apicole dispose, à ce jour, de trois médicaments vétérinaires (Apistan^{NT}, Apivar^{NT}, Apiguard^{NT}), bénéficiant d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) et destinés à la lutte contre l'acarien *Varroa destructor*. Ils présentent une efficacité variable.

- **L'Apistan^{NT}** a pour molécule active le fluvalinate. Dès 1995, le parasite a développé des résistances à cette molécule (Faucon *et al.*, 1995; Elzen *et al.*, 1998; Elzen *et al.*, 1999; Milani, 1999; Martin, 2004).
- **L'Apivar^{NT}** a pour molécule active l'amitraz. Ce médicament semble avoir conservé une réelle activité acaricide (Faucon *et al.*, 2001; Vallon *et al.*, 2007; Faucon *et al.*, 2007a). Cependant, en 1999, la mise en évidence d'une augmentation du temps létal du parasite, au contact de ce produit, fait craindre un développement de résistance du parasite à l'amitraz (Mathieu et Faucon, 2000).
- **L'Apiguard^{NT}** a pour molécule active le thymol. Ce traitement présente une efficacité jugée insuffisante, en raison des recontaminations parasitaires constatées lors de sa mise en œuvre (Vallon *et al.*, 2006; Suard 2008).

À ce jour, aucun traitement antibiotique, destiné à la lutte contre **la loque américaine**, ne dispose d'une AMM. La lutte contre **la nosémose** (*Nosema* sp.) bénéficiait d'un traitement autorisé (Fumidil B^{NT}), dont la molécule active était la fumagilline. Cependant, cette autorisation fut suspendue en janvier de l'année 2002, dans l'attente qu'une limite maximale de résidus⁽²⁶⁾ correspondant à l'emploi de ce médicament soit fixée pour le miel, par l'agence européenne des médicaments (EMA).

Actuellement, la lutte contre **l'acariose des trachées** ne bénéficie d'aucun médicament.

(26) En accord avec le règlement (CEE) n° 675/92 de la Commission du 18 mars 1992 modifiant les annexes I et III du règlement (CEE) n° 2377/90 du Conseil établissant une procédure communautaire pour la fixation des limites maximales de résidus de médicaments vétérinaires dans les aliments d'origine animale. Journal officiel n° L 073 du 19/03/1992 p. 0008 – 0014.

2.3.3.2 Publications and scientific reports

Various studies conducted by Afssa's Sophia-Antipolis laboratory have examined beekeeping practices, and more specifically:

- the medicinal products available and their use by beekeepers;
- the bee health knowledge of the profession.

Medicinal products available

At present, the beekeeping sector has three veterinary medicinal products available (Apistan^{NT}, Apivar^{NT}, Apiguard^{NT}) with a marketing authorisation (MA), intended to combat the mite *Varroa destructor*. They are variably effective.

- **Apistan^{NT}** contains the active molecule fluvalinate. The parasite developed resistance to this molecule as early as 1995 (Faucon *et al.*, 1995; Elzen *et al.*, 1998; Elzen *et al.*, 1999; Milani, 1999; Martin, 2004).
- **Apivar^{NT}** contains the active molecule amitraz. This medicinal product appears to have preserved real acaricide activity (Faucon *et al.*, 2001; Vallon *et al.*, 2007; Faucon *et al.*, 2007a) although in 1999, the finding of an increase in the lethal time for the parasite in contact with this substance led to fears of the development of resistance of the parasite to amitraz (Mathieu et Faucon, 2000).
- **Apiguard^{NT}** contains the active molecule thymol. This treatment is considered to be inadequately effective as parasite reinfestation is seen when it is used (Vallon *et al.*, 2006; Suard 2008).

To date, no antibiotic treatment intended to combat **American foulbrood** has MA. An authorised treatment is available to combat **nosemosis** (*Nosema* sp.) (Fumidil B^{NT}), containing the active molecule fumagillin. This authorisation was nevertheless suspended in January 2002, pending the European Medicines Agency (EMA) setting a maximum residue limit⁽²⁶⁾ in honey for the use of this medicinal product.

Currently no medicinal products are available to combat **tracheal acariosis**.

(26) In accordance with Commission Regulation (EEC) No 675/92 of 18 March 1992 amending Annexes I and III of Council Regulation (EEC) No 2377/90 laying down a Community procedure for the establishment of maximum residue limits of veterinary medicinal products in foodstuffs of animal origin. Official Journal no. L 073 of 19/03/1992 p. 0008 – 0014.

Connaissances sanitaires

L'ensemble des enquêtes scientifiques a permis d'interroger les apiculteurs sur différents sujets et de mettre en évidence :

- une carence plus ou moins marquée dans les connaissances de certains quant à la gestion de leur cheptel et plus particulièrement en ce qui concerne la lutte contre les maladies provoquées par des agents biologiques, *via* la mise en œuvre de traitements médicamenteux;
- des pratiques de gestion apicole souvent empiriques, locales et hétérogènes.

Des exemples significatifs illustrent ce constat :

- le laboratoire de l'Afssa - Sophia-Antipolis a enregistré, entre la fin de l'année 2007 et le début de l'année 2008, trente cas de forte mortalité hivernale de colonies d'abeilles. Parmi ceux-ci :
 - dans dix cas, aucun traitement contre l'acarien *V. destructor* n'avait été mis en œuvre ;
 - quatorze cas sont liés à l'inefficacité ou l'efficacité relative des traitements utilisés dont deux sont en relation avec l'existence de résistance du parasite au traitement (Apistan^{NT}) (Celle *et al.*, 2008) ;
- **à la recherche de traitements moins onéreux, certains acteurs de la filière n'hésitent pas à expérimenter des modalités de traitement dont certaines, décrites dans les revues techniques apicoles, sont erronées, inefficaces, contraires à la réglementation et dangereuses.** Ils n'ont pas ou peu conscience des risques encourus par l'utilisateur ou des risques de résidus dans les produits de la ruche mis à disposition des consommateurs. Par exemple, si le fluvalinate est une molécule active utilisée dans le traitement contre la varroase (disponible sous la présentation Apistan^{NT}), son utilisation *via* d'autres techniques est, elle, interdite. De même, l'acrinathrine, parfois utilisée à des fins vétérinaires, n'est pas une molécule active autorisée en apiculture. Il en va de même pour le chlorfenvinphos dont l'utilisation n'est pas autorisée en France. Il semblerait, en outre, que *V. destructor* présente des résistances à l'acrinathrine.

En outre, il est nécessaire de rappeler le danger que représente la manipulation de ces matières actives pour les apiculteurs. L'exposition des utilisateurs aux matières actives contenues dans les spécialités commerciales est minimisée lorsque l'ensemble des précautions préconisées sont appliquées. Utiliser un produit hors de ce pourquoi il a obtenu une homologation augmente les risques d'exposition de l'utilisateur et donc le danger d'intoxications humaines.

Health knowledge

All of the scientific surveys conducted have questioned beekeepers on different subjects and revealed:

- *a variably profound lack of knowledge in some people about the management of their stock and more particularly about combating diseases caused by biological agents through the implementation of medical treatments; often empirical, local and heterogeneous bee management practices.*

This finding can be illustrated by some significant examples:

- *Between the end of 2007 and the start of 2008 Afssa's Sophia-Antipolis laboratory recorded 30 cases of high winter mortality in bee colonies. Of these:*
 - *no treatment for the *V. destructor* mite had been used in 10 cases;*
 - *14 cases were associated with ineffective or modestly effective treatments used, two of which were related to resistance of the parasite to treatment (Apistan^{NT}) (Celle *et al.*, 2008);*
- ***In their search for less expensive treatments some sector stakeholders are experimenting with treatment methods, some of which are described in technical bee journals and are erroneous, ineffective, counter to the regulations and dangerous. They have little or no awareness of the risks run by the user or the risks of residues in hive products which reach consumers. Whilst fluvalinate for example is an active molecule used in the treatment of varroasis (available in the presentation Apistan^{NT}), its use by other methods is prohibited. Similarly, acrinathrin, which is occasionally used for veterinary purposes is not an approved active molecule for beekeeping. The same applies to chlorfenvinphos, the use of which is not permitted in France. It also appears that *V. destructor* carries resistance to acrinathrin.***

It is also essential to recall the danger which handling these active materials represents to beekeepers. Exposure of users to the active materials contained in commercial proprietary products is minimised when all of the recommended precautions are taken. Using a product outside of the situation for which it has been approved increases the risks of user exposure and therefore the danger of human poisoning.

À l'issue de l'étude des causes des maladies des abeilles en France, un constat peut être établi, assorti d'un corollaire :

Constat

Les bilans annuels publiés par le Ministère de l'agriculture et de la pêche ne sont que peu représentatifs de la situation réelle de l'état sanitaire du cheptel apicole français en raison :

- d'un manque significatif de données concernant les agents pathogènes non biologiques ou environnementaux de l'abeille ;
- de données parfois biaisées, sous-estimant par conséquent la prévalence des maladies réputées contagieuses touchant le cheptel apicole français.

La comparaison des résultats des enquêtes officielles et des enquêtes scientifiques, pour des cas bien décrits de mortalité ou d'affaiblissement de colonies d'abeilles, révèle une sous-évaluation par les résultats officiels des maladies dues à des agents biologiques.

Par ailleurs, il n'existe pas de données officielles relatives à d'éventuelles intoxications aiguës de colonies d'abeilles, tandis que les données scientifiques à ce sujet restent très peu nombreuses.

Les résultats des études scientifiques établissent l'existence de résidus chimiques contaminants, à l'état de traces, tant d'origine phytopharmaceutique, que thérapeutique apicole, au sein de l'ensemble des matrices apicoles prélevées.

Corollaire

Une révision de l'organisation des modalités de collecte et d'analyse des données sanitaires de la filière apicole française est nécessaire.

One observation and one corollary emerge from the study of the causes of bee diseases in France:

Observation

The annual reviews published by the Ministry of Agriculture and Fisheries are not very representative of the actual situation of the health of French bee stock because of:

- *a significant lack of data on the non-biological or environmental pathogenic bee agents;*
- *occasionally biased data, as a result underestimating the prevalence of contagious diseases affecting French bee stock.*

A comparison of the results of official surveys and scientific surveys, for correctly described cases of bee colony mortality of weakening, shows that the official results on diseases due to biological agents are under-estimated.

There is also no official data on possible acute bee colony poisoning, and there is still very little scientific data on this subject.

Scientific studies have established the presence of contaminating chemical residues in trace amounts originating both from plant health control and bee treatments in all of the bee matrices sampled.

Corollary

The organisation of collection and analysis methods for the French bee sector health data needs to be revised.

2.4 Organisation du suivi et gestion sanitaire apicole en France

La gestion sanitaire de la filière apicole dépend du ministère chargé de l'Agriculture et de la Pêche via les DDSV et, sur le terrain, des agents sanitaires apicoles. Plusieurs difficultés limitent le bon fonctionnement de cette filière en termes de gestion, notamment :

- des déficiences du suivi sanitaire apicole ;
- le manque de formation des acteurs de la filière, ainsi que des vétérinaires praticiens à la problématique « abeilles » ;
- le manque de respect de la réglementation relative à la pharmacie vétérinaire.

Elles seront évoquées successivement.

2.4.1 Le suivi sanitaire en France

La connaissance de l'état sanitaire du cheptel apicole français est actuellement insuffisante et ne permet pas, en conséquence, la mise en place des mesures appropriées répondant aux difficultés rencontrées par les apiculteurs. La DGAI, les DDSV, l'Afssa, les organisations apicoles (organisations sanitaires, syndicats) sont les différentes instances chargées du suivi sanitaire de la filière apicole.

2.4.1.1 Rôle de la Direction générale de l'alimentation

La Direction générale de l'alimentation est l'une des cinq Directions techniques du ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Elle coordonne le fonctionnement de l'ensemble des structures administratives départementales vétérinaires : les DDSV. La hiérarchie administrative, responsable de la surveillance et de la gestion de la filière apicole, est représentée par la figure 3.

L'organisation de la gestion de la filière apicole dans le cadre du *réseau élargi de surveillance des troubles des abeilles* regroupe deux sous directions de la DGAI : la SDSPA (Sous direction de la santé et de la protection animales) et la SDQPV (Sous direction de la qualité et de la protection des végétaux).

La SDSPA et les DDSV sont responsables de la surveillance et de la gestion des maladies animales réputées contagieuses et la SDQPV et les SRPV des bonnes pratiques de traitement des végétaux. Les cas d'intoxications de colonies d'abeilles font donc intervenir sur le terrain conjointement ces deux services publics.

2.4 Organisation of bee health management and monitoring in France

The health management of the beekeeping sector is the responsibility of the Ministry of Agriculture and Fisheries via the Département (County) Directorate of Veterinary Services (DDSV) and the bee health officers in the field. Correct operational management of this sector is limited by several difficulties:

- *deficiencies in bee health monitoring;*
- *lack of training of sector stakeholders and of veterinary practitioners in the "bee" problem;*
- *failure to comply with the veterinary pharmaceuticals regulations.*

These will be described in order.

2.4.1 Health monitoring in France

There is currently inadequate knowledge about the health of the French bee stock and as a result it is not possible to set up appropriate measures which respond to the difficulties experienced by beekeepers. The different bodies responsible for health monitoring in the beekeeping sector are the Directorate General for Food (DGAI), DDSVs, Afssa, and the beekeeping organisations (health organisations, unions).

2.4.1.1 Role of the Directorate General For Food

The DGAI is one of the five technical Directorates of the Ministry of Agriculture and Fisheries. It coordinates the operation of all DDSVs. The administrative hierarchy responsible for monitoring and managing the beekeeping sector is shown in Figure 3.

*Management of the beekeeping sector is organised within the framework of the *réseau élargi* de surveillance des troubles des abeilles (extended network for monitoring bee disorders) and brings together two sub-directorates of the DGAI: SDSPA (Sub-Directorate for Animal Health and Protection) and SDQPV (Sub-Directorate for Plant Quality and Protection).*

The SDSPA and DDSVs are responsible for monitoring and managing notifiable animal diseases and the SDQPV and Regional Departments for Plant Protection (SRPVs) for good plant treatment practices. Cases of bee colony poisoning therefore involve these two public bodies jointly in the field.

Le suivi sanitaire de la filière apicole française par la sous-direction de la santé et de la protection animales de la DGAI se matérialise par :

Des rapports annuels

Ces rapports informent principalement sur :

- les effectifs de la filière apicole française (nombre d'apiculteurs, nombre de ruches, nombre de ruches/rucher) ;
- les transhumances, objectivées par le nombre de cartes pastorales délivrées ;
- le nombre d'agents sanitaires apicoles (ASA) (assistants sanitaires et spécialistes apicoles) et le nombre de visites qu'ils effectuent ;
- le nombre de foyers de MARC constatés lors de ces visites.

Ces rapports annuels sont rédigés à partir des bilans départementaux constitués par chaque DDSV, eux-mêmes fruits de l'activité des agents sanitaires apicoles.

Cependant, la collecte de données officielles liée à l'activité de ces agents (constitués majoritairement d'apiculteurs, à l'exception de quelques assistants sanitaires au statut de technicien des services vétérinaires) est rendue difficile par sa dépendance :

- aux dotations financières octroyées au secteur apicole par la DGAI et la DDSV ;
- à la compétence, la disponibilité et/ou la motivation au sein de chaque DDSV pour l'apiculture ;
- à la motivation du Groupement de défense sanitaire apicole (GDSA) ;
- à la motivation des ASA.

The health monitoring of the French beekeeping sector by the DGAI's SDSPA leads to:

Annual reports

These reports provide information mostly on:

- *the numbers in the French beekeeping sector (number of beekeepers, number of hives, number of hives/apiary);*
- *transhumances, demonstrated by the number of keeper's licences granted;*
- *the number of bee health officers (health assistants and bee specialists) and the number of visits which they conduct;*
- *the number of CAD outbreaks noted during these visits.*

These annual reports are written using département summaries produced by each DDSV, which themselves are based on the activities of the bee health officers.

Official data collection as a result of the activities of these officers (who are mostly beekeepers except for a few health assistants acting as veterinary services technicians) is made difficult by its dependency on:

- *financial grants to the beekeeping sector from the DGAI and DDSV;*
- *the skills, availability and/or motivation for beekeeping within each DDSV;*
- *the motivation of the Groupement de défense sanitaire apicole (Bee Health Protection Group/ GDSA);*
- *the motivation of the bee health officers.*

Figure 3 : Organisation des structures administratives et de leurs agents, responsables de la surveillance et de la gestion de la filière apicole française

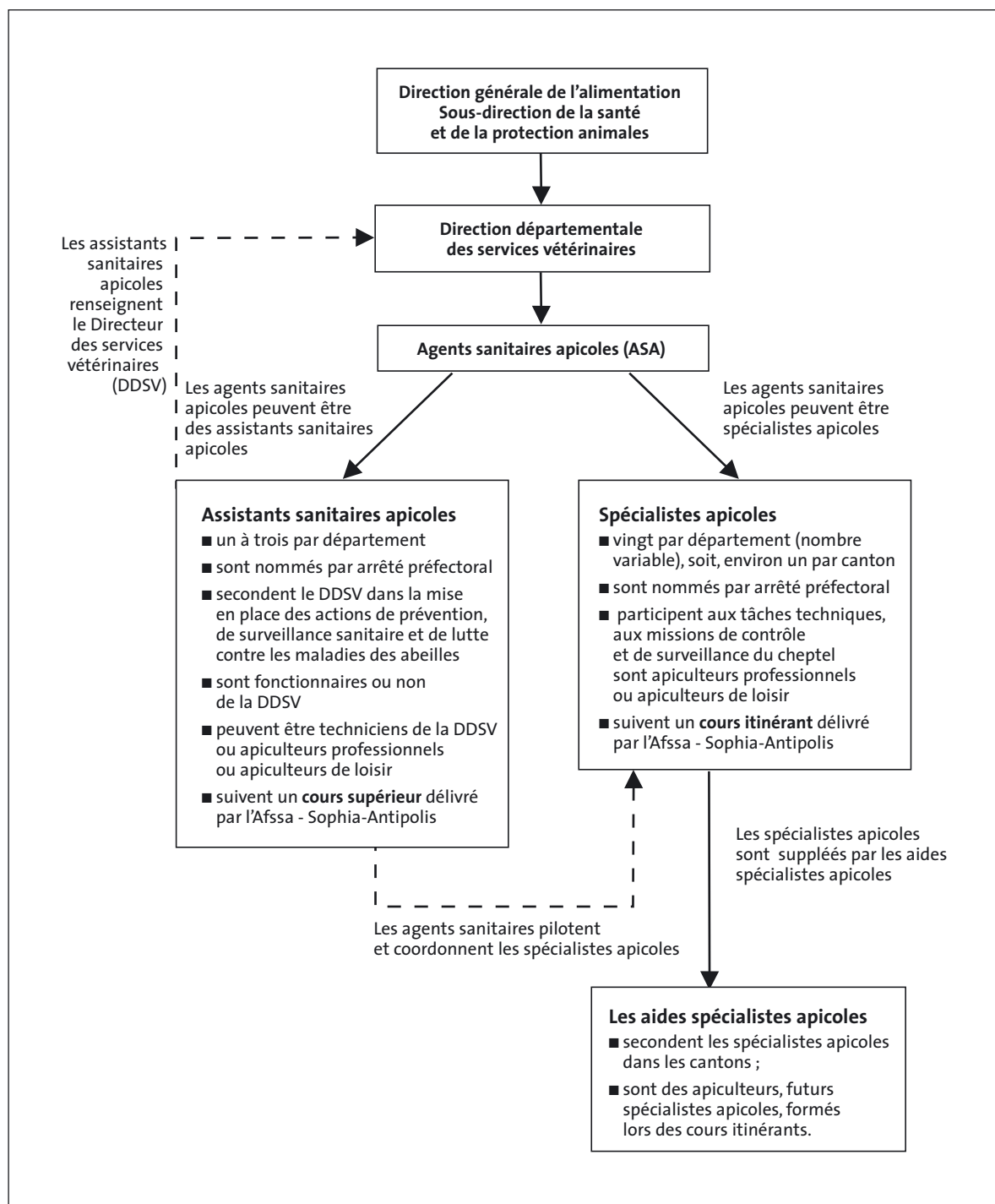
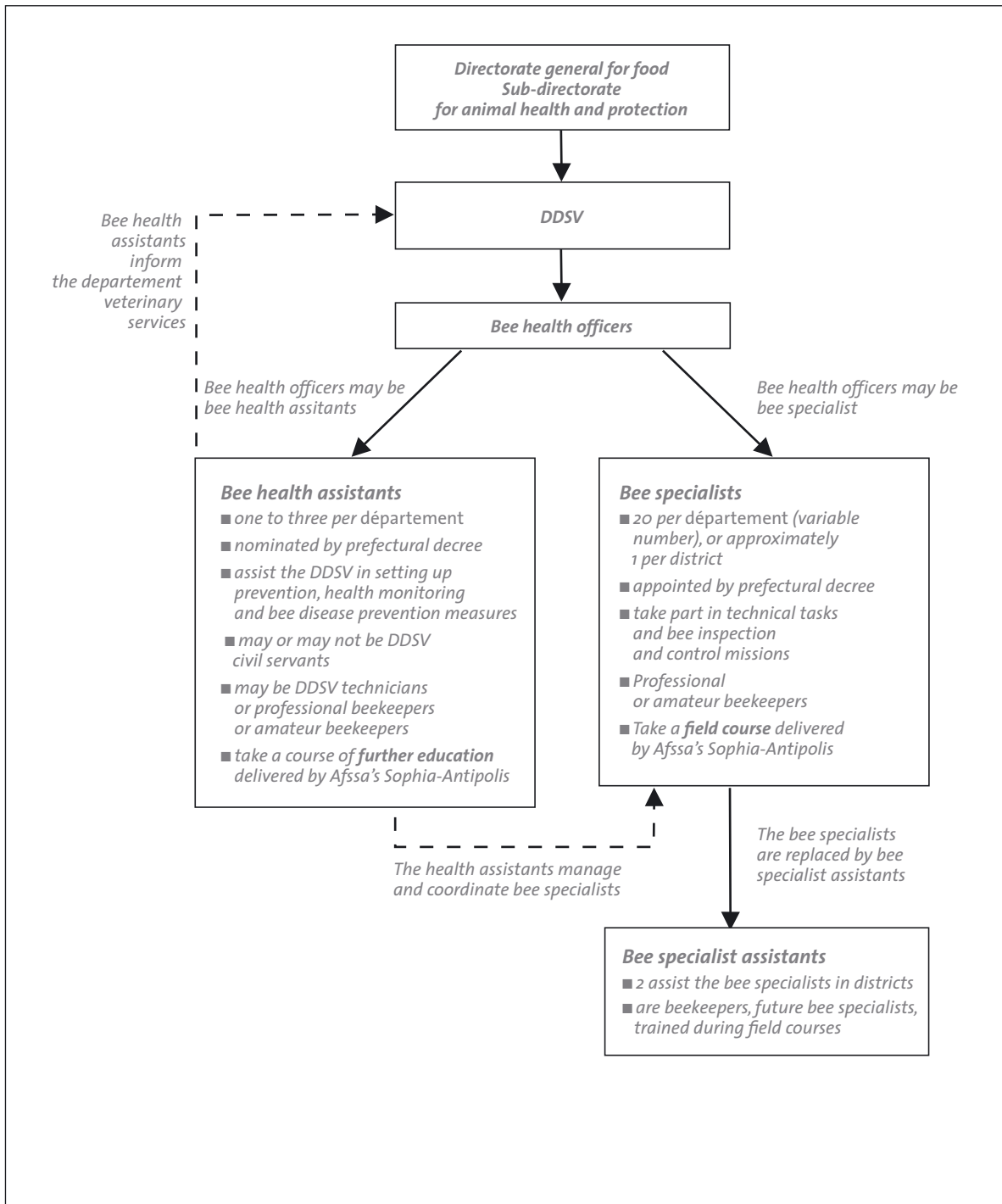


Figure 3: Organisation of the administrative structures and their officers responsible for monitoring and managing the French beekeeping sector



Un réseau d'épidémiologie

Le réseau d'épidémiologie apicole nationale (Résan)

a été créé par la DGAL via la circulaire n°1155 du 10/05/93, définissant les objectifs et le fonctionnement du réseau (une note de service de la DGAL, DGAL/SDSPA/N93/n°8142 du 30 août 1993, définit les attributions des différents partenaires du Résan et leurs interrelations). Les missions assignées à ce réseau correspondaient au recensement des anomalies du cheptel apiaire et à la recherche de leurs causes. Son fonctionnement reposait sur un protocole de visite standardisé et modulable, défini dans la circulaire n°1155. Au cours des années 1990-1995, vingt-six départements ont participé à la dynamique de fonctionnement de ce réseau. L'ensemble des données, collectées via des fiches de visite, fut centralisé par un logiciel de traitement des données nommé « Gestapic », élaboré spécifiquement à cet effet. Cependant, le manque de motivation, de moyens de fonctionnement et de financement a provoqué l'arrêt de l'activité de ce réseau en 1997.

Ce réseau a par la suite évolué. Les notes de service n°8108 du 23 juin 1998 et n°8048 du 14 avril 1999 précisent que l'administration a décidé de concentrer l'action de ses services sur la détection des maladies animales réputées contagieuses et que le ministère de l'Agriculture et de la Pêche organisera, le cas échéant, sur demande des professionnels et en fonction des besoins émergents, des actions plus spécifiques.

Ainsi, toute dépopulation a été considérée comme un critère d'alerte déclenchant la visite d'un agent sanitaire, et comme pour toute suspicion de maladie apiaire réputée contagieuse, cette visite aurait dû conduire à des analyses.

Le réseau de surveillance des troubles sanitaires des abeilles élargi

La mise en place de ce réseau en 2002, dans un contexte d'affaiblissement et de mortalité des ruchers, visait à élargir l'**action de surveillance des troubles sanitaires des abeilles aux troubles provoqués par l'usage des produits phytosanitaires**⁽²⁷⁾. Dans un premier temps, ce réseau de surveillance élargi a été testé sur un nombre restreint de départements (Bouches-du-Rhône, Haute-Garonne, Gers, Deux-Sèvres, Vaucluse), puis sa mise en place a été étendue à l'ensemble des départements français⁽²⁸⁾.

An epidemiological monitoring network

The French national bee epidemiological monitoring network (Résan)

was created by the DGAL via circular no. 1155 of 10/05/93, defining the objectives and operation of the network (a guidance note from DGAL, DGAL/SDSPA/N93/no. 8142 of 30 August 1993, defines the roles of the different Résan partners and their interrelationships). The missions assigned to this network involved the recording of abnormalities in bee stock and research into their causes. Its operation was based on a standardised modifiable visit protocol defined in circular no. 1155. Between 1990 and 1995, 26 départements participated in the operation of this network. All of the data collected from the visit forms was centralised by data processing software called "Gestapic", produced specifically for this purpose. Lack of motivation, operating resources and funding, however, resulted in the activities of this network ceasing in 1997.

The network subsequently changed. Guidance notes no. 8108 of 23 June 1998 and no. 8048 of 14 April 1999 stated that the Government had decided to focus its departments' activities on the detection of notifiable animal diseases and that the Ministry of Agriculture and Fisheries would, where applicable, on request of professionals and depending on emerging needs, organise more specific measures.

Any depopulation was therefore considered to be a warning sign, triggering a health officer visit and, in the same way as for any suspected notifiable bee disease, the visit would result in testing being carried out.

The extended network for monitoring bee disorders

The establishment of this network in 2002, in a context of apiary weakening and mortality, was intended to extend **surveillance activities of bee health disorders to include disorders caused by the use of plant protection products**⁽²⁷⁾. Initially, this extended surveillance network was tested on a limited number of départements (Bouches-du-Rhône, Haute-Garonne, Gers, Deux-Sèvres, Vaucluse). Its establishment was then extended to all French départements⁽²⁸⁾.

(27) La note de service DGAL/SDQP/SDSPA/N2002-8110 du 02 août 2002 a défini la mise en place du réseau de surveillance des troubles sanitaires des abeilles élargi.

(28) La note de service DGAL/SDQP/SDSPA/N2003-8023 en date du 11 février 2003 a défini l'extension du réseau à la France entière.

(27) Guidance note DGAL/SDQP/SDSPA/N2002-8110 of 02 August 2002 defined the establishment of the extended network for monitoring bee disorders.

(28) Guidance note DGAL/SDQP/SDSPA/N2003-8023 of 11 February 2003 defined the extension of the network to the whole of France.

Le suivi sanitaire effectué par les instances officielles, tel que consultable dans les rapports émis annuellement, fut complété par des enquêtes du service régional de la protection des végétaux (SRPV) et la recherche des résidus chimiques toxiques en cas de suspicion d'intoxication. Ces deux secteurs des pouvoirs publics sont actuellement responsables du suivi des anomalies signalées dans le cadre de ce réseau.

L'activité de ce réseau comprend plusieurs niveaux: la détection des troubles apicoles par les agents sanitaires apicoles, le signalement de ces troubles aux services de contrôle de la DDSV et du SRPV, la visite conjointe DDSV/SRPV, la recherche des agents biologiques et des agents toxiques en laboratoire, le traitement des résultats.

Toutefois, pour plusieurs raisons, les données que le fonctionnement de ce réseau aurait dû générer n'ont pu être collectées:

- le diagnostic imprécis des troubles observés par les agents sanitaires apicoles a parfois conduit à la mise en œuvre d'analyses relatives à des éléments toxiques, alors que l'élément causal était de nature biologique, ou inversement;
- aucune donnée relative à l'environnement des ruchers atteints n'a pu être interprétée du fait de visites tardives sur les lieux et du manque de visites de terrain, par les agents du SRPV, lié à un défaut de disponibilité ou de personnel;
- le coût, conséquent, de la recherche des agents toxiques, dont la charge revenait en totalité aux DDSV, n'a pas permis la mise en œuvre systématique de ces analyses;
- l'absence de coordinateur au sein de ce réseau a entraîné un éparpillement des informations dans les laboratoires d'analyses, sans centralisation ni synthèse des résultats.

2.4.1.2 Rôle des Directions départementales des services vétérinaires

Les DDSV exercent un rôle majeur dans le contrôle sanitaire apicole. Elles veillent à l'application de la réglementation sanitaire définie par l'arrêté du 11 août 1980⁽²⁹⁾, relatif à la lutte contre les maladies réputées contagieuses des abeilles. La présentation des différents agents sanitaires apicoles intervenant pour la surveillance et la gestion de la filière apicole figure au sein du chapitre 2.4.1.1 « Rôle de la DGAI », figure 3.

(29) Arrêté du 11/08/80 paru au JORF du 01/10/1980 p. NC 8684-8686 modifié par les arrêtés:
- du 22/02/84 paru au JORF du 16/03/84;
- du 27/02/92 paru au JORF du 03/04/92; et amendé par les arrêtés:
- du 16/02/95 paru au JORF du 09/03/95;
- du 08/08/95 paru au JORF du 30/08/95.

The health monitoring conducted by the official bodies, which may be consulted in the annual reports produced, was supplemented by surveys by the Regional Department for Plant Protection (SRPV) and testing for toxic chemical residues when poisoning was suspected. Both these sectors of the public authorities are currently responsible for monitoring abnormalities reported under this network.

The network's activities are conducted on several levels: detection of bee disorders by bee health officers, reporting of these disorders to the DDSV and SRPV inspection services, the joint DDSV/SRPV visit, laboratory testing for biological and toxic agents and result processing.

For several reasons, however, the data which this network should have generated could not be collected:

- *inaccurate diagnosis of the disorders noted by bee health officers sometimes resulted in testing for toxic agents when the causative factor was biological, or vice versa;*
- *no findings on the environment of affected apiaries could be interpreted because of late on-site visits and lack of field visits by the SRPV officers due to a lack of availability or staff;*
- *the considerable cost of testing for toxic agents, which was borne entirely by the DDSVs, meant that these tests could not be conducted systematically;*
- *the absence of a coordinator in the network resulted in the information being scattered between the analytical laboratories, with no centralisation or review of the results.*

2.4.1.2 Role of the Département Directorate of Veterinary Services

The DDSVs play a key role in bee health control. They ensure that the health regulations defined in the decree of 11 August 1980⁽²⁹⁾ on combating notifiable bee diseases are applied. The different bee health officers involved in monitoring and managing the beekeeping sector are presented in Chapter 2.4.1.1 "Role of the Directorate General for Food", Figure 3.

(29) Decree of 11/08/80 published in the French Official Journal on 01/10/1980 p. NC 8684-8686, amended by decrees:
- of 22/02/84 published in the French Official Journal on 16/03/84;
- of 27/02/92 published in the French Official Journal on 03/04/92;
and amended by the decrees of:
- of 16/02/95 published in the French Official Journal on 09/03/95;
- of 08/08/95 published in the French Official Journal on 30/08/95.

Les assistants sanitaires apicoles, dont les missions sont décrites dans l'article 2 de l'arrêté ministériel du 11 août 1980, nommés par arrêté préfectoral, en collaboration avec le DDSV, établissent, sous contrôle de la DDSV, la répartition des spécialistes apicoles par département et décident des visites sanitaires d'élevages. Ces visites sont de différentes natures :

- visites aléatoires ;
- visites ciblées ;
- visites à la demande (sur contact téléphonique d'un éleveur ayant détecté des troubles touchant son rucher) ;
- visites destinées à l'établissement des cartes pastorales.

Les spécialistes apicoles assurent, généralement, la réalisation de ces visites. En cas de situation complexe, un technicien de la DDSV (ayant le statut ou non d'assistant sanitaire apicole) peut accompagner le spécialiste apicole.

La DDSV réunit annuellement ses agents sanitaires apicoles afin de :

- faire le point sur le suivi sanitaire du cheptel apiaire départemental ;
- prévoir les actions futures, correspondant généralement aux visites d'élevages financées par l'administration ;
- les informer de l'évolution des traitements autorisés en apiculture et de leur application.

Le contrôle sanitaire apicole, dépendant des DDSV, pâtit de nombreuses irrégularités dont les plus importantes sont listées ci-après :

- la connaissance approfondie des anomalies sanitaires du cheptel apiaire est conditionnée par le nombre de visites aléatoires réalisées dans les ruchers français. Cependant, à ce jour, le nombre de ces visites est resté faible et insuffisant ;
- les visites d'élevages prévues ne sont pas systématiquement effectuées, en raison :
 - d'un manque de coopération des apiculteurs à visiter,
 - d'un manque de disponibilité du personnel des DDSV, en particulier pour faire exécuter ces visites ;
- les données enregistrées, *via* les fiches de visite, à l'issue des visites d'élevage sont fréquemment contestables, rendant difficile, voire irréalisable leur interprétation.

*The beekeeping health assistants, the functions of which are described in article 2 of the ministerial decree of 11 August 1980, and appointed by prefectural decree in collaboration with the DDSV, determine the distribution of **bee specialists** by département and decide on apiary health visits under the control of the DDSV. These visits are of various types:*

- *random visits;*
- *targeted visits;*
- *visits-on-demand (from a telephone contact from a beekeeper who has identified problems with his/her apiary);*
- *visits for issuing keeper's licences.*

*In general, **the bee specialists** conduct these visits. In complicated situations, a DDSV technician (who may or may not be acting as a bee health assistant) may accompany the bee specialist.*

The DDSV gathers its bee health officers annually in order to:

- *review the health monitoring in the département's bee stock;*
- *plan future measures, generally involving visits to apiaries funded by the government;*
- *informing them of changes in authorised beekeeping treatments and their uses.*

Bee health control, which is the responsibility of the DDSVs, suffers from multiple irregularities, the most important ones of which are listed below:

- *detailed knowledge of health abnormalities in the bee stock is dependent on the number of random visits conducted in French apiaries. To date, however, these visits are few and inadequate in number;*
- *planned apiary visits are not systematically conducted, because of:*
 - *a lack of cooperation by the beekeepers to be visited;*
 - *a lack of availability of DDSV staff, particularly to organise for these visits to be carried out;*
- *the data recorded from the visit forms at the end of the apiary visits are frequently disputable, making it difficult or impossible to interpret them.*

Le contrôle de l'application de la réglementation relative à la conduite d'élevage apicole, dépendant des DDSV, souffre du même constat :

- les ruchers abandonnés, représentant une source de contamination pour les ruchers productifs voisins, ne sont pas (ou peu) pris en charge par les agents des DDSV ;
- l'absence de sanction systématique lors du non-respect de la réglementation relative à la pharmacie vétérinaire est fréquente ;
- l'absence de sanction lors du non-respect de la réglementation relative à la conduite d'élevage, notamment, la possession et la tenue du registre d'élevage est également fréquente.

Ces carences dans l'application de la loi laissent aux apiculteurs la possibilité de se soustraire à celle-ci.

Depuis 2006 (arrêté du 1^{er} juin 06)⁽³⁰⁾, la déclaration annuelle des ruches en DDSV n'est plus obligatoire. Cette déclaration ne s'effectue, à présent, qu'à la faveur de « *changements notables* », mais ceux-ci n'ayant pas été définis par l'administration centrale, chaque DDSV reste libre de son interprétation. Cette mesure demandée par les DDSV, dans un souci de simplification de leur travail, conduit à une perte de connaissances sur les effectifs apicoles.

2.4.1.3 Rôle de l'Afssa

De manière générale, l'Agence :

- assure un travail de veille, alerte et surveillance, participe aux grandes manifestations scientifiques internationales et collabore avec les autres instituts de recherche français (INRA, CNRS, ENV, universités, etc.) ;
- évalue par une expertise scientifique collective les risques et bénéfices sanitaires et nutritionnels ;
- conduit, coordonne, impulse des travaux de recherche ;
- recommande des mesures de protection sanitaire ;
- exerce des missions de référence ;
- conduit des missions de formation et d'information ;
- évalue, autorise et exerce une mission de police sanitaire dans le domaine des médicaments vétérinaires ;
- évalue les risques et bénéfices de produits phytopharmaceutiques et soumet une proposition de décision au ministère de l'Agriculture.

(30) Arrêté du 1^{er} juin 06, modifiant l'arrêté du 11 août 1980 relatif à la lutte contre les maladies réputées contagieuses des abeilles, paru au JORF du 20 juin 2006, page 9222.

Control of the application of regulations on beekeeping practices, which is the responsibility of the DDSVs, suffers from the same problems:

- abandoned apiaries, which are a source of infection for neighbouring producing apiaries, are pretty much or entirely overlooked by DDSV agents;
- frequent lack of systematic sanctions for failure to comply with the veterinary pharmaceuticals regulations;
- frequent lack of sanctions for failure to comply with the regulations on farming practice, particularly the possession and maintenance of a farm register.

These shortcomings with regard to applying the law leave beekeepers the option to ignore it.

Since 2006 (decree of 1 June 06)⁽³⁰⁾, the annual declaration of hives to DDSV has no longer been mandatory. At present this declaration is only made for "significant changes" although these have not been defined by central government and each DDSV remains free in how it interprets this term. This measure, requested by the DDSVs in order to simplify their work, has resulted in a loss of knowledge about bee numbers.

2.4.1.3 Afssa's role

In general, the Agency:

- ensures intelligence, alert and monitoring activities, contributes to the major international scientific meetings and collaborates with the other French research institutes (INRA, CNRS, ENV, universities, etc.);
- assesses the health and nutritional risks and benefits through collective scientific expertise;
- conducts, coordinates and drives research work;
- recommends health protection measures;
- carries out reference work;
- carries out training and information work;
- evaluates, authorises and operates an animal health mission in the field of veterinary medicinal products;
- assesses the risks and benefits of plant protection products and submits a proposal for decision to the Ministry of Agriculture.

(30) Decree of 1 June 06, amending the decree of 11 August 1980 on combating contagious bee diseases published in the French Official Journal on 20 June 2006, page 9222.

Plus particulièrement dans le domaine apicole, différentes entités de l'Agence interviennent, dont, notamment :

- le laboratoire de l'Afssa - Sophia-Antipolis, laboratoire de référence de l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) pour les maladies de l'abeille, joue le rôle de laboratoire national de référence français. Il étudie les principales maladies apicoles et leurs modes de transmissions et effectue un suivi sanitaire et épidémiologique du cheptel apicole. Il met au point des outils diagnostiques et élabore des moyens de prévention. Il fournit un appui scientifique et technique pour le contrôle vétérinaire exercé par les autorités et participe également à l'enseignement et à la formation pratique post-universitaire en biotechnologie, en génie cellulaire et en gestion sanitaire apicole. L'axe stratégique « santé et bien-être animal » suivi par l'Afssa définit la mise en place de programmes de recherche apicole ciblés sur :
 - les problèmes émergents de la filière apicole,
 - l'étude de la pathogénicité des agents biologiques,
 - l'efficacité des médicaments vétérinaires en apiculture,
 - l'étude de l'effet de pesticides sur les abeilles.

En outre, les investigations du laboratoire portent également sur les contaminants du miel, résidus de pesticides ou de médicaments vétérinaires afin d'améliorer la sécurité sanitaire des produits de la ruche.

Cependant, les conclusions des différents travaux conduits par les scientifiques de ce laboratoire sont réfutées par une partie des dirigeants de la profession apicole. Actuellement, ces derniers encouragent les apiculteurs à ne pas coopérer avec les scientifiques de l'agence. Cette situation rend difficile la connaissance des anomalies de terrain, gage d'une réactivité dans le cadre de la recherche appliquée, néanmoins maintenue par un réseau de collaboration avec certains syndicats apicoles. Il serait profitable au secteur apicole que la situation évolue vers une réelle collaboration entre ces deux parties complémentaires ;

Different units of the Agency are involved more specifically in the beekeeping sector, including:

- *Afssa's Sophia-Antipolis laboratory, the reference laboratory of the World Organisation for Animal Health (OIE) for bee diseases, acts as the French National Reference Laboratory. It studies the major bee diseases and their methods of transmission and carries out health and epidemiological monitoring of bee stock. It develops diagnostic tools and develops preventive measures. It provides scientific and technical support for veterinary inspections carried out by the authorities and also takes part in postgraduate practical training and education in biotechnology, cellular engineering and bee health management. The "animal health and welfare" strategic policy followed by Afssa defines the development of bee research programmes focused on:*
 - *emerging problems in the beekeeping sector,*
 - *studying the pathogenicity of biological agents,*
 - *the efficacy of beekeeping veterinary medicinal products,*
 - *studying the effect of pesticides on bees.*

The laboratory's investigations also consider honey contaminants, pesticide or veterinary medicinal product residues, in order to improve the health safety of hive products.

The conclusions of the different types of study conducted by this laboratory's scientists have, however, been refuted by some of the leaders in the beekeeping profession, who are currently encouraging beekeepers not to cooperate with the Agency's scientists. This situation makes knowledge of field abnormalities, evidence of resourcefulness in applied research, difficult, despite the fact that this is maintained by a collaborative network with some beekeeping associations. The beekeeping sector would benefit from this situation evolving into one of real collaboration between the two complementary parties.

- l'agence est saisie par ses tutelles (ministère de l'Agriculture et de la Pêche, ministère de l'Économie des Finances et de l'industrie, ministère de la Santé) ou des associations de consommateurs ou peut s'autosaisir sur des sujets qu'elle aurait identifié comme sensibles et nécessitant une évaluation de risque. La DERNS⁽³¹⁾ a pour mission d'évaluer les risques nutritionnels et sanitaires. Des avis scientifiques relatifs à la filière apicole française ont été émis :
 - avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur un projet d'arrêté relatif à la lutte contre les maladies réputées contagieuses des abeilles, complété par un projet financier pris pour application des articles 5, 6 et 22, émis en date du 7 janvier 2004, en réponse à la saisine 2003-SA-0218,
 - avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur l'apparition des résistances du parasite *Varroa*, responsable d'une maladie parasitaire réputée contagieuse des abeilles, face aux médicaments vétérinaires utilisés couramment dans la lutte contre cette maladie, émis en date du 26 mai 2005, en réponse à la saisine 2004-SA-0382,
 - avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur un projet d'arrêté fixant les conditions d'importation et de transit, en France, des produits apicoles destinés à la consommation humaine, et sur un projet d'arrêté fixant les conditions d'importation et de transit, en France, des produits apicoles non destinés à la consommation humaine ou à l'apiculture, émis en date du 24 octobre 2005, en réponse à la saisine 2005-SA-0230,
 - note de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments concernant la demande d'appui scientifique et technique relative aux loques des abeilles, émise en date du 7 janvier 2005, en réponse à la saisine 2004-SA-0381,
 - note de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments concernant la demande d'appui scientifique et technique relative à la nosérose des abeilles, émise en date du 7 janvier 2005, en réponse à la saisine 2004-SA-0383;

- *the Agency is requested by its funding ministries (Ministry of Agriculture and Fisheries, Ministry of the Economy, Finance and Industry, Ministry of Health) or consumer associations or may self-task on subjects which it has identified as being sensitive and requiring a risk assessment. DERNS⁽³¹⁾ is tasked with evaluating nutritional and health risks. Scientific opinions on the French beekeeping sector have been produced:*
 - *opinion of the French Food Safety Agency on a draft decree on combating notifiable bee diseases, supplemented by a financial project to apply articles 5, 6 and 22, produced on 7 January 2004, in response to request 2003-SA-0218,*
 - *opinion of the French Food Safety Agency on the emergence of resistance of the parasite Varroa, responsible for a notifiable parasitic bee disease to veterinary medicinal products widely used to combat this disease, produced on 26 May 2005, in response to request 2004-SA-0382,*
 - *opinion of the French Food Safety Agency on a draft decree setting the importation and carriage conditions for bee products intended for human consumption in France and on a draft decree setting the importation and carriage conditions for bee products not intended for human consumption or for beekeeping in France produced on 24 October 2005, in response to request 2005-SA-0230,*
 - *French Food Safety Agency note on the request for scientific and technical support on bee foulbrood produced on 7 January 2005, in response to request 2004-SA-0381,*
 - *French Food Safety Agency note on the request for scientific and technical support on bee nosemosis produced on 7 January 2005, in response to request 2004-SA-0383;*

(31) DERNS: Direction d'évaluation des risques nutritionnels et sanitaires.

(31) DERNS: Department for the Evaluation of Nutritional and Health Risks

■ la DiVE⁽³²⁾ a pour objectif d'évaluer scientifiquement les produits de traitement des cultures avant leur mise sur le marché. Elle instruit les demandes d'autorisation de mise sur le marché présentées par les industriels, elle évalue l'efficacité de ces produits sur les cultures concernées et les risques qu'ils peuvent représenter pour la santé humaine et l'environnement et elle soumet un avis aux autorités qui prennent les décisions d'autorisation de mise sur le marché. À ce titre, l'une de ses nombreuses missions est d'évaluer les risques que peuvent représenter les intrants pour les organismes vivants (micro-organismes du sol, faune et flore) et notamment, l'abeille. Plusieurs avis ont déjà été émis à ce sujet :

- avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à une demande d'autorisation de mise sur le marché de la préparation PONCHO MAÏS à base de clothianidine, de la société Bayer CropScience France, dans le cadre d'une procédure de reconnaissance mutuelle, émis en date du 21 novembre 2007, dossier n° 2007- 3841,
- avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à une demande d'autorisation de mise sur le marché de la préparation CRUISER à base de thiaméthoxam, de la société Syngenta Agro SAS, dans le cadre d'une procédure de reconnaissance mutuelle, émis en date du 21 novembre 2007, dossier n° 2007- 3845,
- avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif aux conclusions de l'évaluation de la préparation Cruiser concernant le risque à long terme pour les colonies d'abeilles, émis en date du 20 décembre 2007, saisine 2007-SA- 0393,
- avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif aux conclusions de l'évaluation de la préparation Poncho Maïs concernant le risque à long terme pour les colonies d'abeilles, émis en date du 20 décembre 2007, saisine 2007-SA- 0393;

■ enfin, l'ANMV⁽³³⁾ évalue, autorise et exerce la mission de police sanitaire dans le domaine des médicaments vétérinaires destinés au traitement des abeilles et des ruchers.

■ *the purpose of DiVE⁽³²⁾ is to scientifically evaluate crop treatment products before they are marketed. It examines marketing authorisation applications submitted by manufacturers, assesses the efficacy of these products on the crops concerned and the risks which they may represent for human health and the environment and it submits an opinion to the authorities which make the marketing authorisation decisions. To this effect, one of its numerous tasks is to assess the risks which the new products may represent for living organisms (microorganisms in the soil, fauna and flora) and particularly the bee. Several opinions have already been produced on this subject:*

- *French Food Safety Agency opinion on a marketing authorisation application for the preparation PONCHO MAÏS containing clothianidin from Bayer CropScience, France, through a mutual recognition procedure, produced on 21 November 2007, dossier no. 2007- 3841,*
- *French Food Safety Agency opinion on a marketing authorisation application for the preparation CRUISER containing thiamethoxam from Syngenta Agro, through a mutual recognition procedure, produced on 21 November 2007, dossier no. 2007- 3845,*
- *French Food Safety Agency opinion on the conclusions of the Cruiser preparation evaluation on long-term risk to bee colonies, produced on 20 December 2007, request 2007-SA- 0393,*
- *French Food Safety Agency opinion on the conclusions of the Poncho Maize preparation evaluation on long-term risk to bee colonies, produced on 20 December 2007, request 2007-SA- 0393;*

■ *finally, the ANMV⁽³³⁾ evaluates, authorises and conducts animal health activities in the field of veterinary medicinal products to treat bees and apiaries.*

(32) DiVE: Direction du végétal et de l'environnement.
(33) ANMV: Agence nationale du médicament vétérinaire.

(32) DiVE: Plants and Environment Department.
(33) ANMV: French Agency for Veterinary Medicinal Products.

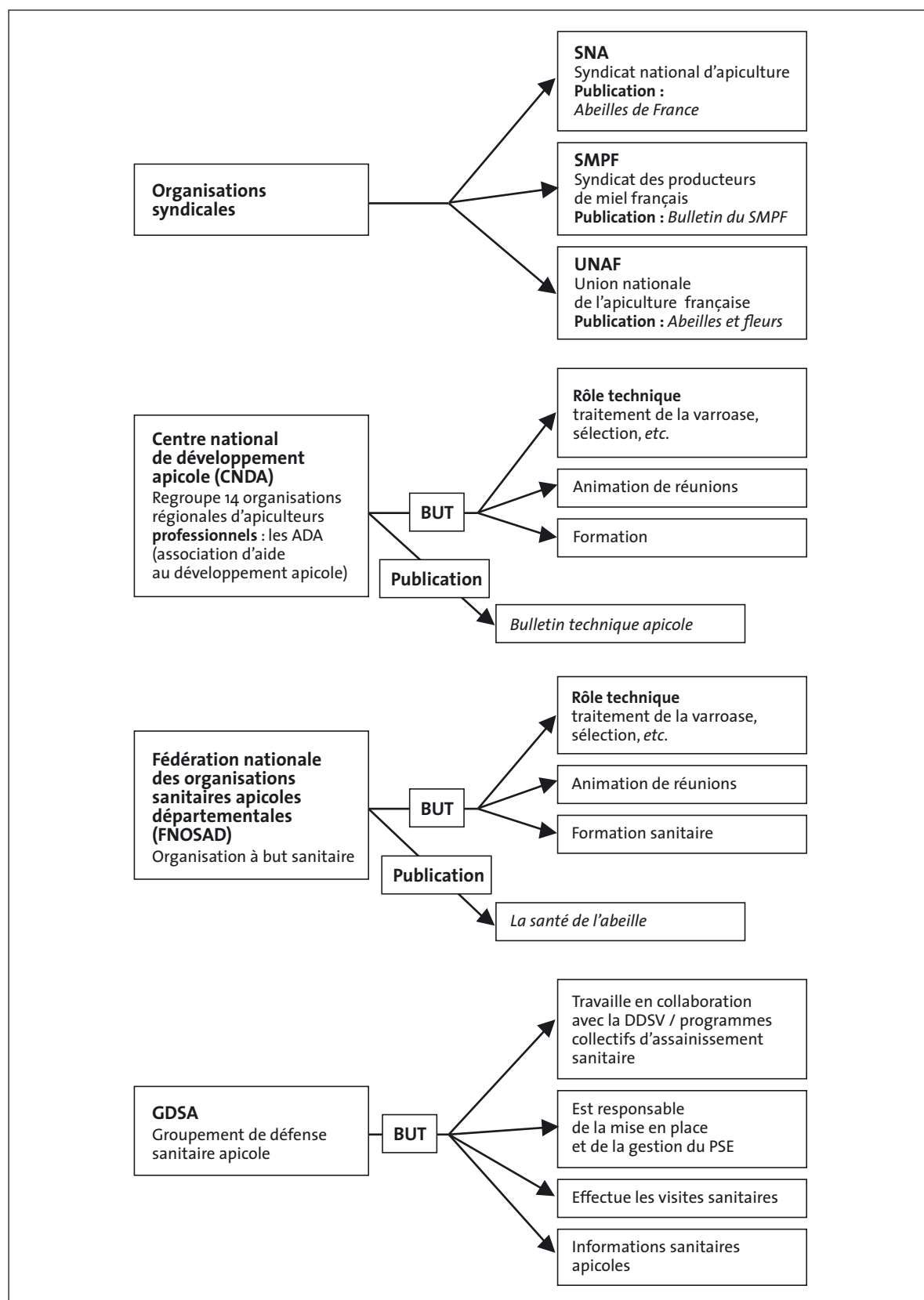
2.4.1.4 Rôle de la profession

Différents groupes professionnels tentent de conduire leurs propres enquêtes dans le but de présenter au ministère de l'Agriculture et de la Pêche (parfois *via* les DDSV) des informations (ou des compléments d'informations) sur l'évolution du cheptel apicole, qu'ils semblent juger plus démonstratives, car émanant de l'initiative d'apiculteurs de terrain. Différentes enquêtes ponctuelles sont actuellement en cours sur le sujet de la mortalité hivernale des colonies d'abeilles, conduites notamment par la Fédération nationale des organisations sanitaires apicoles départementales (FNOSAD) et le Centre national de développement apicole (CNDA). Les différentes structures, composées d'apiculteurs professionnels et/ou de loisir, intervenant auprès de leurs pairs, sont présentées en figure 4. Certaines structures sanitaires apicoles (ADA et CNDA) réalisent actuellement des travaux et des analyses de suivi de terrain particulièrement intéressants, du fait du nombre important de ruchers étudiés (cf. annexe 6). Ce type d'initiative tend à objectiver, par des chiffres obtenus *via* ces enquêtes de terrain (dans chaque département), le constat de dépopulation actuellement fait par la profession. À l'avenir, la mise en œuvre d'un réseau d'épidémiologie devrait également permettre de renseigner ce type de données. À l'heure actuelle, le travail et l'effort de ces associations à but sanitaire doivent être salués.

2.4.1.4 Role of the beekeeping professionals

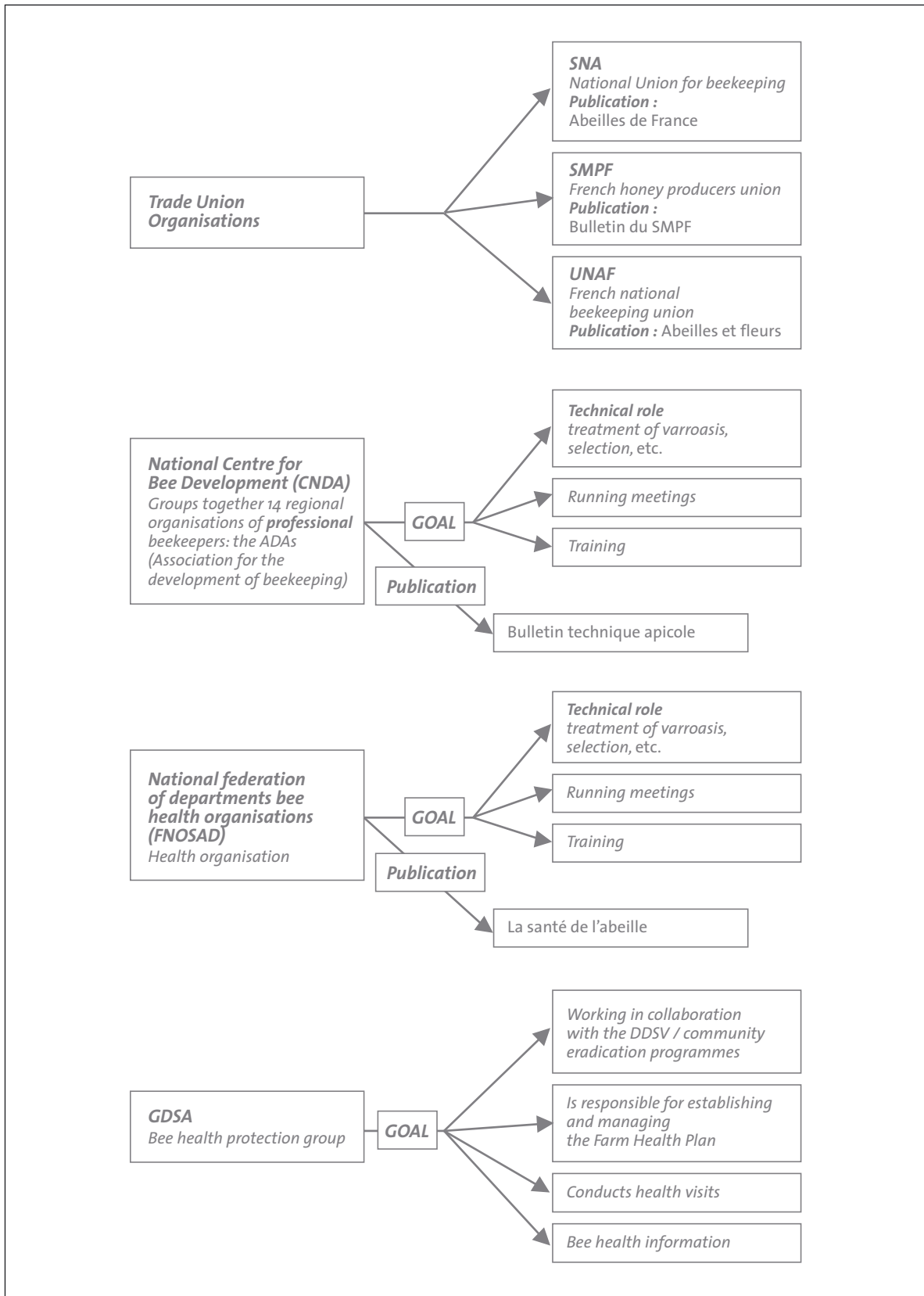
Different professional groups are trying to conduct their own surveys in order to present information to the Ministry of Agriculture and Fisheries (sometimes via the DDSVs) (or information supplements) about changes in the bee stock, which they consider to be more demonstrative as they have been initiated by field beekeepers. Different periodic surveys are currently being carried out on winter mortality of bee colonies, conducted in particular by the National Federation of département bee health organisations (FNOSAD) and the National Centre for Bee Development (CNDA). The different structures made up of professional and/or amateur beekeepers working with their peers are shown in Figure 4. Some bee health structures (Association for the Development of Beekeeping [ADA] and CNDA) are currently conducting particularly interesting field monitoring work and testing because of the large number of apiaries studied (see Annex 6). This type of initiative is trying to objectively identify the current observation of depopulation made by the profession through figures obtained from field surveys (in each département). In future, the use of an epidemiological monitoring network should also help to provide this type of data. At present, the work and efforts of these health-oriented associations are to be applauded.

Figure 4 : Représentation schématique des différentes structures intervenant dans le domaine sanitaire de la filière apicole



Cette figure montre la diversité des structures intervenant dans la filière apiaire.

Figure 4: Diagram of the different structures involved in beekeeping sector health



This figure shows the diverse range of structures involved in the bee sector.

2.4.1.5 La formation sanitaire apicole

Formation des agents sanitaires apicoles

(cf. 2.4.1.1 « Rôle de la DGAL », figure 3 et 2.4.1.2 « Rôle des DDSV »)

Le corps des agents sanitaires apicoles fut créé dans les années 1960 pour pallier l'absence de vétérinaires praticiens spécialisés dans les apidés. Il comprend les assistants sanitaires apicoles et les spécialistes apicoles.

■ Les assistants sanitaires apicoles

Les assistants sanitaires apicoles sont des collaborateurs directs du directeur départemental des services vétérinaires. Dans le cadre de la convention entre la DGAL et l'Afssa, la session de cours apicole supérieur était délivrée par les scientifiques du laboratoire de l'Afssa - Sophia-Antipolis. Cette formation d'une durée de deux semaines, était suivie annuellement au laboratoire de l'Afssa Sophia-Antipolis⁽³⁴⁾. Durant ce cours, étaient étudiés : l'ensemble des maladies apicoles, leurs traitements, ainsi que la réglementation ; il était sanctionné par une évaluation.

■ Les spécialistes apicoles

La gestion du suivi sanitaire repose majoritairement sur les spécialistes apicoles en charge d'un ou de plusieurs cantons par département. En conséquence, ils bénéficient d'une formation technique, périodiquement actualisée, en adéquation avec la réglementation française. Les spécialistes apicoles sont nommés par arrêté préfectoral, sur proposition du directeur départemental des services vétérinaires. Le statut de spécialiste apicole s'obtient par le suivi d'un cours itinérant de pratique sanitaire apicole, sanctionné par une épreuve finale. Trois cours itinérants⁽³⁵⁾ étaient délivrés annuellement par les scientifiques du laboratoire de l'Afssa - Sophia-Antipolis, dans trois départements différents.

Les cours sanitaires apicoles ont cessé en 2007. Le maintien de la formation des agents sanitaires apicoles contraint, en effet, à un effort financier.

2.4.1.5 Bee health training

Training of bee health officers (see 2.4.1.1 "Role of the Directorate General for Food", Figure 3 and 2.4.1.2 "Role of the Département Directorate of Veterinary Services").

The bee health officer profession was created in the 1960s to respond to the absence of bee specialist veterinary practitioners. It includes bee health assistants and bee specialists.

■ Bee health assistants

Bee health assistants work directly for the département directorates of veterinary services (DDSVs). As part of the agreement between the Directorate General for Food and Afssa, the further education course on beekeeping was administered by scientists from Afssa's Sophia-Antipolis laboratory. This two-week training was carried out annually at Afssa's Sophia-Antipolis laboratory⁽³⁴⁾. The course studied: all bee diseases, their treatments and the regulations; it was validated by a course assessment.

■ Bee specialists

The management of health monitoring is mainly carried out by bee specialists responsible for one or more districts per département. As a result they undergo periodic technical training updates in line with the French regulations. Bee specialists are appointed by prefectural decree on the proposal of the DDSVs. The status of bee specialist is obtained by following a field course on bee health practices, which is validated by a final examination. Three field courses⁽³⁵⁾ were administered annually by scientists from Afssa's Sophia-Antipolis laboratory in three different départements.

The bee health courses stopped in 2007 as maintaining training of bee health officers requires financial support.

(34) exemple de note de service émise pour la mise en place d'un cours apicole supérieur : DGAL/SDSPA/N2003-8119 en date du : 17 juillet 2003.

(35) exemple de note de service émise pour la mise en place d'un cours apicole itinérant : DGAL/SDSPA/N2004-8065 en date du 27 février 2004.

(34) Example of guidance note produced to set up a further education course on bees: DGAL/SDSPA/N2003-8119 on: 17 July 2003.

(35) Example of guidance note produced to set up a field course on bees: DGAL/SDSPA/N2004-8065 on 27 February 2004.

Dans le but de maintenir une gestion sanitaire apicole de qualité, il semble nécessaire **de réinstaurer et d'étendre ces cours** garantissant :

- la formation de nouveaux assistants sanitaires apicoles afin de pallier le départ à la retraite de nombre d'entre eux ;
- le maintien d'un bon niveau de connaissances des agents responsables, sur le terrain, de la gestion sanitaire apicole française.

La décision de renouvellement des agents sanitaires appartient à la DDSV. Cependant, sont conservées dans le corps de ces agents, des personnes peu actives ralentissant la dynamique de gestion sanitaire apicole. Des critères d'évaluation des fréquences des visites par ASA pourraient être établis afin d'objectiver leur impact dans cette dynamique.

À l'heure actuelle, notamment par manque de candidats au poste d'ASA, ces personnes sont difficilement remplacées.

Autres formations

Les questions sanitaires occupent une place majeure lors des congrès professionnels, des assemblées générales des groupements de défense sanitaire apicole, des réunions syndicales. En outre, les sujets sanitaires apicoles font également l'objet de conférences scientifiques nationales et internationales.

Par ailleurs, des formations sont également dispensées par des vétérinaires ou des formateurs spécialement formés à cette activité.

En 2005, une session d'enseignement donnant droit au DIE (Diplôme inter-Écoles), délivré dans les écoles nationales vétérinaires (ENV) de Nantes et d'Alfort a été créée dans le but de former les vétérinaires en pathologie apicole et de réaliser un maillage géographique des personnes ainsi instruites. Cette formation fait intervenir, notamment, différents partenaires de la profession apicole.

Les objectifs d'enseignement du DIE correspondent à :

- l'acquisition des connaissances de base, théoriques et pratiques, relatives à l'abeille ;
- la manipulation de colonies d'abeilles, dans un but de recherche diagnostique, de prélèvement ou d'expérimentation ;
- l'acquisition de connaissances solides en pathologie apicole permettant la mise en œuvre de mesures sanitaires ;
- la réalisation d'un audit sanitaire (quatre semaines d'immersion et de travail personnel chez un apiculteur).

*In order to maintain high-quality bee health management, it appears necessary **to reinstate and extend** these courses guaranteeing:*

- *training of new bee health assistants in order to compensate for the retirement of many;*
- *a consistently high level of knowledge for the officers responsible in the field for French bee health management.*

The decision to renew the status of health officers is the responsibility of the DDSV, although people who are relatively inactive are retained within the profession, slowing the dynamics of bee health management. Criteria to assess the frequencies of visits by BHOs could be established in order to demonstrate their impact on these dynamics. At present these people are difficult to replace, in particular because of a lack of applicants for the BHO position.

Other training

Health questions are a major focus of professional meetings, general assemblies of the bee health protection groups and trade union meetings. Bee health subjects are also discussed in national and international scientific conferences.

Training is also provided by veterinary practitioners or trainers who themselves have been specifically trained in these activities.

In 2005, a training session leading to the DIE (Inter-School Diploma) awarded in the national veterinary schools (ENV) of Nantes and Alfort was created in order to train veterinary practitioners in bee pathology and to create a geographical network of people who had been trained. This training involved in particular different partners from the bee profession.

The aims of the DIE training were:

- *acquisition of basic, theoretical and practical knowledge about the bee;*
- *handling bee colonies for diagnostic research, sampling or experimental purposes;*
- *acquisition of sound bee pathology knowledge enabling application of health measures;*
- *conducting a health audit (four weeks' immersion learning and personal work with a beekeeper).*

L'enseignement se découpe en quatre modules consacrés, pour le premier, à l'abeille, la colonie et la conduite du rucher ; pour le deuxième, à la pathologie apicole ; pour le troisième, à un stage sur le terrain dans une exploitation apicole et la réalisation d'un rapport de stage (audit sanitaire d'élevage) ; pour le dernier, à la réglementation, la gestion sanitaire et la restitution des audits sanitaires. Ces cours, diplômants pour les vétérinaires, sont également éventuellement ouverts aux techniciens des services vétérinaires (en fonction des places restantes) mais ne sont pas diplômants pour ces derniers. Par ailleurs, la responsable du DIE précise qu'elle souhaiterait rendre cette formation obligatoire pour tous les vétérinaires ayant des responsabilités apicoles mais, qu'à l'heure actuelle, la formation n'est pas reconnue en tant que telle par la DGAL.

Deux sessions ont d'ores et déjà eu lieu :

- la session 2005-2006 a été suivie par huit vétérinaires et quatre techniciens des services vétérinaires ;
- la session 2007-2008 a été suivie par dix vétérinaires et quatre techniciens des services vétérinaires.

La figure 5 présente, à l'issue de la session 2007-2008, le maillage géographique des vétérinaires diplômés du DIE.

The training is divided into four modules, the first of which is dedicated to the bee, the colony and bee behaviour, the second to bee disease, the third to a field placement in an apiary and producing a placement report (farm health audit); and the last on regulations, health management and feedback of the health audits. These courses, which lead to a diploma for veterinary practitioners, may also be open to veterinary service technicians (depending on residual places) although do not lead to a diploma for these people. The head of DIE has also stated a wish to make this training mandatory for all veterinary practitioners who have bee responsibilities, although at present the training is only recognised as such by the DGAL.

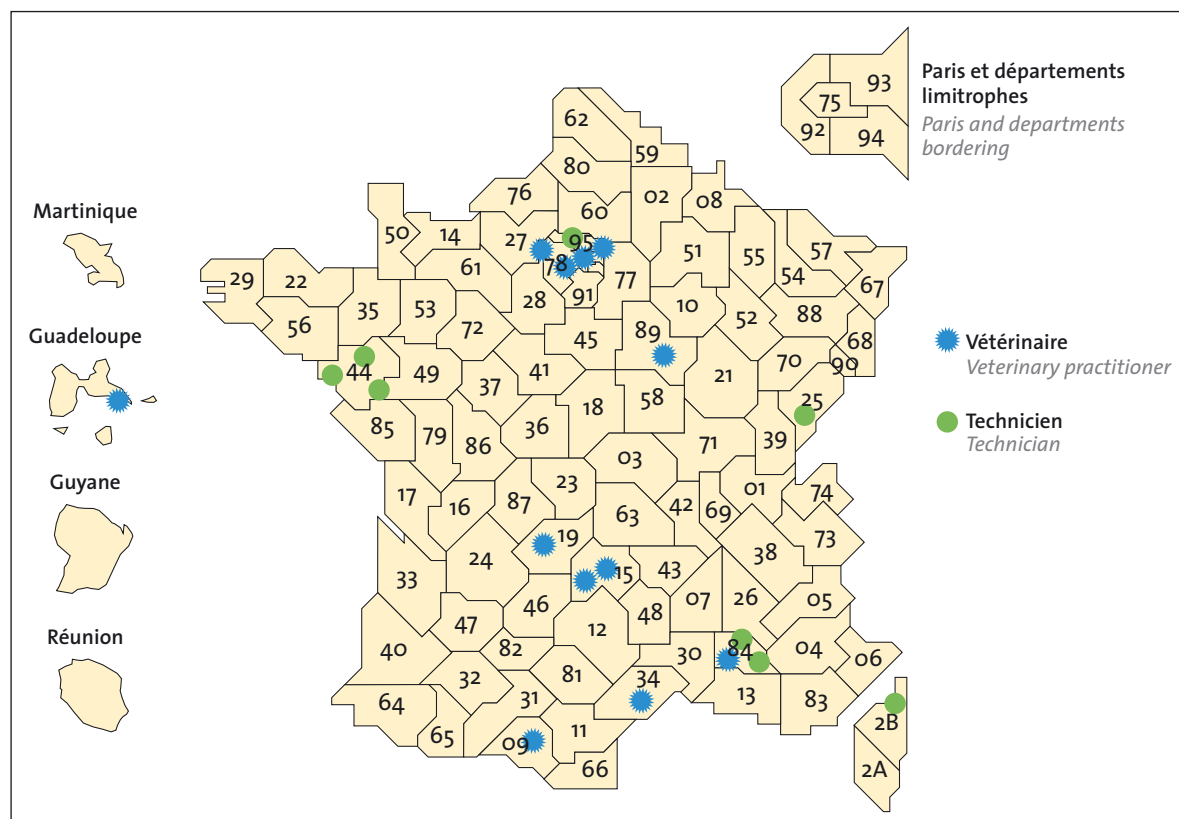
Two sessions have already taken place:

- the 2005-2006 session was attended by 8 veterinary practitioners and 4 veterinary service technicians;
- the 2007-2008 session was attended by 10 veterinary practitioners and 4 veterinary service technicians.

Figure 5 shows the geographical distribution of the DIE-qualified veterinary practitioners following the 2007-2008 session.

Figure 5 : Maillage géographique des diplômés du DIE à l'issue de la session 2007-2008

Figure 5: geographical network of DIE graduates following the 2007-2008 session



2.4.2 La pharmacie vétérinaire du secteur apicole

Le traitement médicamenteux des maladies des abeilles domestiques est soumis à la réglementation relative à la pharmacie vétérinaire.

Seuls trois médicaments destinés à la filière apicole pour la lutte contre la varroase sont actuellement disponibles sur le marché. Il semble que la pharmacie vétérinaire de ce secteur se heurte au faible intérêt des firmes pharmaceutiques pour le développement de nouveaux traitements destinés aux apidés. Par ailleurs, certains éleveurs ne semblent pas utiliser préférentiellement, lorsqu'ils sont disponibles, les traitements bénéficiant d'une AMM. Ils multiplient les traitements non autorisés, élaborés par leurs moyens propres, via l'utilisation de produits destinés à d'autres espèces animales⁽³⁶⁾ ou de préparations phytosanitaires présentant une molécule active identique à celle des médicaments autorisés pour les abeilles. Ces traitements correspondent à des mésusages et qui plus est, sont souvent mal dosés.

2.4.2.1 Le traitement de la varroase

Le traitement de la varroase correspond à la **clé d'une bonne conduite sanitaire d'élevage apiaire**. L'acarien *V. destructor* est omniprésent dans le cheptel apicole français. Les ruches infestées le sont, le plus souvent, de façon asymptomatique et ne sont pas identifiées comme atteintes de varroase. La présence de signes cliniques, liée au dépassement d'un important seuil d'infestation parasitaire, détermine la déclaration de la maladie. Des traitements annuels ou semestriels doivent être mis en œuvre dans le but de maintenir la pression parasitaire à son seuil le plus faible et de permettre, ainsi, un rendement correct des ruchers parasités.

Au cours des visites réalisées au premier trimestre de l'année 2008 par les scientifiques de l'Afssa - Sophia-Antipolis, l'absence de traitement de *V. destructor* a pu être constatée dans 31 % des cas (32 ruchers étudiés, cf. tableau 9) et a été estimée, à chaque fois, à l'origine du fort taux de mortalité de colonies constaté. L'absence de mise en œuvre de traitement était justifiée par les apiculteurs, par diverses raisons : l'inutilité de réaliser ces traitements, l'ignorance

(36) Les molécules actives suivantes sont obtenues et utilisées par les apiculteurs via les produits vétérinaires (destinés à d'autres espèces) ou phytosanitaires qui leurs sont associés : le fluvalinate avec le Klartan^{NT}; le coumaphos avec l'Asuntol^{NT}; l'amitraz avec le Tactik^{NT} ou le Maïtac^{NT}.

2.4.2 Veterinary pharmaceuticals in the beekeeping sector

The medical treatment of honey bee diseases is subject to veterinary pharmaceuticals regulations.

Only three medicinal products intended for the beekeeping sector to combat varroasis are currently available on the market. It appears that the veterinary pharmaceuticals of this sector suffer from the low interest of pharmaceutical firms in developing new bee treatments. In addition, some beekeepers do not appear to use treatments with MA in preference when these are available. They combine unauthorised treatments produced by their own methods, using substances intended for other species of animal⁽³⁶⁾ or plant protection preparations containing an identical active molecule to that in the medicinal products authorised for bees. These treatments constitute misuse and in addition often contain incorrect doses.

2.4.2.1 Treatment of varroasis

The treatment of varroasis is **the key to good health management of apiaries**. The *V. destructor* mite is ubiquitous in the French bee stock. The hives infested are usually asymptomatic and have not been identified as suffering from varroasis. The presence of clinical signs, stemming from a high parasitic infestation limit being exceeded, is the determining factor for declaring the disease. Annual or six-monthly treatments must be applied in order to maintain the parasite load at its lowest possible level and to obtain a correct yield from parasite-infested apiaries.

During the visits conducted in the first quarter of 2008 by Afssa Sophia-Antipolis scientists, lack of *V. destructor* treatment was found in 31% of cases (32 apiaries studied, see Table 9) and on each occasion was considered to be the cause of the high colony mortality rate found. Several reasons were given by the beekeepers to explain the lack of treatment: there was no point in applying these treatments, ignorance of the methods of use; their cost, considered to be excessive; supposed resistance of bees to the treatments; use of mechanical techniques (mesh sheets).

(36) The following active molecules are obtained and used by beekeepers via veterinary products (intended for other species) or their associated plant protection products: fluvalinate with Klartan^{NT}; coumaphos with Asuntol^{NT}; amitraz with Tactik^{NT} or Maïtac^{NT}.

des méthodes d'usage ; leur coût, jugé excessif ; la résistance supposée des abeilles à ces traitements ; l'emploi de techniques mécaniques (plateaux grillagés).

Seuls les traitements rémanents (libération lente et prolongée dans le temps de la molécule active) permettent l'élimination des parasites, protégés dans le couvain operculé, et assurent une réussite thérapeutique.

Au cours de l'année apicole, un ou deux traitement(s) devra(en)t être mis en œuvre. La difficulté de la lutte contre la varroase repose sur la détermination de la période d'application du traitement, nécessitant de bonnes connaissances relatives à la biologie de l'abeille et de l'acarien.

- Le premier traitement doit impérativement être réalisé entre fin août et début septembre, afin de garantir un potentiel de survie optimal aux abeilles assurant l'hivernage. Il doit être d'une excellente efficacité, garantie par la présence, en fin de traitement, de moins de cinquante parasites au sein des ruches traitées. Un traitement efficace, appliqué au moment opportun, n'est cependant pas un gage absolu de succès. Plusieurs facteurs de risque s'ajoutent, en effet, à la pression parasitaire, tels que : la qualité de l'alimentation pollinique des abeilles à l'automne (source du développement du corps gras), la présence de parasites opportunistes tels que *Nosema* sp., l'environnement apicole (plus ou moins contaminé par les ruchers parasités situés à proximité), la rigueur de l'hiver à venir, etc.
- Si les colonies d'un rucher sont situées au sein d'une zone propice à l'élevage précoce du couvain (source de développement du parasite), le second traitement doit être mis en œuvre au début du printemps (mois de mars).

Cependant, il a été constaté que quel que soit le traitement réalisé, un petit nombre, variable, de colonies conserve un seuil de parasitisme élevé, source de recontamination des autres colonies du rucher et d'affaiblissements.

Parmi les médicaments bénéficiant d'une AMM, seul l'Apivar^{NT} (amitraz) possède actuellement une efficacité suffisante (cf. 2.3.3.2 « Publications et rapports scientifiques, médicaments disponibles ») et devrait être employé en priorité.

L'Apiguard^{NT} (thymol) présente une efficacité inégale et insuffisante (efficacité jugée à 50 % pour certains traitements mis en œuvre), qui peut représenter une source de recontamination parasitaire des autres ruches du rucher (Vallon *et al.*, 2006 ; Suard 2008). Si ces éléments sont avérés, un retrait d'AMM devrait être étudié par les autorités compétentes.

Only persisting treatments (slow prolonged release of the active molecule over time) can remove the parasites, protected in the capped brood, and ensure that treatment is successful.

One or two treatments should be used during the bee year. The difficulty in combating varroasis lies in determining the treatment application period which requires sound knowledge of the biology of the bee and mite.

- *The first treatment **must be** administered between the end of August and start of September in order to guarantee optimal bee wintering survival. It must offer excellent efficacy guaranteed by the presence of less than fifty parasites in the treated hives after treatment. Effective treatment used at the right time is not however an absolute gauge of success. There are several additional risk factors which exist in addition to parasite load, such as the amount of pollen bee feed in autumn (source of fat development), the presence of opportunistic parasites such as *Nosema* sp., the bee environment (more or less contaminated by parasite infested apiaries located nearby), the harshness of the coming winter, etc.*
- *If the apiary colonies are located in an area conducive to early brood development (the source of parasite development), a second treatment must be applied at the beginning of spring (during the month of March).*

It has been found, however, that regardless of the treatment applied, a small, variable number of colonies retain a high level of parasite infestation, which is a source of reinfestation of other colonies in the apiary and of weakening.

Of the medicinal products with MA, only Apivar^{NT} (amitraz) is currently sufficiently effective (see 2.3.3.2 "Publications and scientific reports, available medicinal products") and should be used as a priority. *The efficacy of Apiguard^{NT} (thymol) is neither as high nor sufficient (estimated to be 50% for some treatments used) which may be a source of parasite reinfestation of other hives in the apiary (Vallon *et al.*, 2006; Suard 2008). If these findings are confirmed the competent authorities should consider withdrawing its MA.*

Malgré trois médicaments autorisés dans la lutte contre cet acarien, les éleveurs font fréquemment usage d'autres produits acaricides, non autorisés en apiculture, d'origine phytosanitaire, tel que mentionné précédemment, ou thérapeutique vétérinaire (cf. 2.3.2 « Agents chimiques »).

Amitraze, fluvalinate, acrinathrine, coumaphos et chlorfenvinphos⁽³⁷⁾ sont les différentes molécules actives connues utilisées sans autorisation par les apiculteurs dans la lutte contre la varroase.

Cependant, certaines substances pharmacologiquement actives, appartenant à la liste II du règlement 2377/90/CEE (art.14), telles que : le thymol, l'acide oxalique et l'acide formique, ne sont pas interdites à la pratique apicole⁽³⁸⁾. En pratique, leur usage se décline selon les modalités suivantes : imprégnation de supports (bois, carton, coton, toiles de jute, buvard) introduits dans les ruches, évaporation, dégouttement, aérosol, etc. La mise en œuvre ponctuelle de ces traitements ne permet d'éliminer qu'une partie des parasites (les parasites phorétiques). En outre, ils peuvent générer des contaminations des produits de la ruche et se révéler potentiellement toxiques pour les abeilles. Malgré ce dernier constat, la multiplication de ces traitements est fréquente et conduit à l'augmentation du risque toxique pour les abeilles (Martin-Hernandez, 2007b).

En dépit du caractère majeur que représente la lutte contre la varroase dans la pratique sanitaire apicole, celle-ci est fréquemment négligée pour des raisons économiques ou par manque de connaissance générale sur le sujet.

L'aspect économique relatif à la mise en œuvre des traitements est responsable de nombreuses anomalies constatées. Ainsi, les résultats de l'audit conduit par GEM-ONIFLHOR (GEM-ONIFLHOR, 2005) révèlent un coût de traitement par ruche variant de 1,1 à 1,6 €, tandis que le coût d'un traitement autorisé tel que l'Apivar^{NT} (en 2007) est de 4 €. Ces chiffres prouvent le faible usage des médicaments bénéficiant d'une AMM, au profit de pratiques critiquables.

Despite three medicinal products being authorised to combat this mite, farmers frequently use other acaricide products which are not authorised for use in beekeeping and come from plant protection products as described above, or are veterinary treatments (see 2.3.2 "Chemical agents").

Amitraz, fluvalinate, acrinathrin, coumaphos and chlorfenvinphos⁽³⁷⁾ are the different active molecules used without authorisation by beekeepers to combat varroasis.

However, some pharmacologically active substances, belonging to list II of Regulation 2377/90/EEC (art.14), such as thymol, oxalic acid and formic acid, are not prohibited in beekeeping practice⁽³⁸⁾. In practice they are used as impregnating supports (wood, cardboard, cotton, jute sheets, blotting paper) placed in the hives, or through evaporation, droplets or sprays. Intermittent use of these treatments only removes some of the parasites (phoretic parasites). In addition they may contaminate hive products and be potentially toxic to the bees. Despite this, these treatments are increasingly widely used resulting in increased toxic risk to bees (Martin-Hernandez, 2007b).

Despite the fact that combating varroasis is a major factor in bee health practice, it is frequently ignored for financial reasons, or because of a general lack of knowledge on the subject.

The economics of using treatments are responsible for many of the anomalies found. The results of the audit conducted by GEM-ONIFLHOR (GEM-ONIFLHOR, 2005) showed that the cost of treatment per hive varied from €1.1 to 1.6, whereas the cost of an approved treatment such as Apivar^{NT} (in 2007) was €4. These figures demonstrate the low use of MA medicinal products in favour of practices open to criticism.

(37) Le chlorfenvinphos est une molécule entrant dans la composition de produits retirés de la vente en France.

(38) Ainsi que stipulé dans les notes de service : DGAL/SDSPA/N2002-8045 en date du 18 mars 2002 et DGAL/SDSPA/N2004-8136 en date du 12 mai 2004.

(37) Chlorfenvinphos is a molecule contained in products which have been withdrawn from sale in France.

(38) as stipulated in the guidance notes: DGAL/SDSPA/N2002-8045 of 18 March 2002 and DGAL/SDSPA/N2004-8136 of 12 May 2004.

L'Afssa a été interrogée en date du 4 novembre 2004 par sa tutelle (DGAI) au sujet des résistances que le parasite a développées à la molécule active, le fluvalinate et a émis, en réponse, un avis (Avis de l'Afssa du 26 mai 2005, intitulé : « Avis de l'Afssa relatif à l'apparition des résistances du parasite *Varroa*, responsable d'une maladie parasitaire réputée contagieuse des abeilles, face aux médicaments vétérinaires utilisés couramment dans la lutte contre cette maladie »).

2.4.2.2 Le traitement des autres maladies

Les autres maladies des abeilles ou du couvain ne bénéficient pas de traitement disposant d'une AMM.

L'utilisation des antibiotiques dans la lutte contre la loque américaine est réglementée et définie dans la note de service émise par la DGAI en date du 26 avril 2005⁽³⁹⁾. L'emploi d'un tel traitement est soumis à une prescription vétérinaire et à l'élimination du miel à son terme.

En conséquence, ce traitement n'est que rarement mis en œuvre officiellement par les professionnels apicoles. L'usage des antibiotiques, en outre, est réprouvé par certains apiculteurs dans un but de conservation de « l'image de marque » du miel. Par ailleurs, d'après les constatations de terrain, l'action de transvasement des colonies atteintes, est jugée nécessaire et suffisante dans la lutte contre cette maladie par certains pathologistes de l'abeille (Barbançon *et al.*, 2005). Il est à noter que dans d'autres cercles apicoles, l'usage préventif d'antibiotiques dans les colonies a été constaté.

Cependant, l'utilisation conjointe des antibiotiques et du transvasement des colonies d'abeilles malades permettrait de consolider les actions menées pour l'éradication de cette maladie.

La fixation d'une limite maximale de résidus dans le miel pour les tétracyclines est en cours, au niveau européen, par l'agence européenne du médicament. Par ailleurs, une étude de marché, conduite pour une firme pharmaceutique désireuse de commercialiser un antibiotique pour la lutte contre la loque américaine, est en cours. À ce jour, l'évolution de ce dossier n'est pas connue.

Le traitement de la nosémosse par le Fumidil B^{NT} (molécule active : fumagilline) n'est plus autorisé (depuis le mois de janvier 2002), faute de financement pour les études complémentaires nécessaires à l'établissement d'une limite maximale de résidus pour cette molécule dans le miel. Cependant, malgré l'interdiction d'utilisation de ce produit,

On 4 November 2004, Afssa was asked by its funding government body (DGAI) about the development of parasite resistance to the active molecule fluvalinate and, in response, produced an opinion (Afssa opinion of 26 May 2005, entitled: "Afssa opinion on the development of resistance of the Varroa parasite responsible for a notifiable bee disease to the veterinary medicinal products commonly used to combat this disease").

2.4.2.2 Treatment of other diseases

There are no treatments with MA for the other bee or brood diseases.

*The use of antibiotics to combat American foulbrood is regulated and defined in the guidance note released by the DGAI on 26 April 2005⁽³⁹⁾. Use of this treatment is subject to veterinary prescription and removal of the honey once treatment is completed. As a result this treatment is only rarely used officially by beekeeping professionals. In addition some beekeepers disapprove of the use of antibiotics in order to preserve the honey "brand image". Furthermore, following field observations, the action of transferring affected colonies is considered necessary and sufficient to combat this disease by some bee pathologists (Barbançon *et al.*, 2005). It should be noted that in other bee circles the preventive use of antibiotics in colonies has been found.*

Concomitant use of antibiotics and transferring sick bee colonies, however, should help to consolidate the actions taken to eradicate the disease.

A maximum residue limit for tetracyclines in honey is currently being set on a European scale by the European Medicines Agency. In addition, a market study conducted for a pharmaceutical company seeking to market an antibiotic to combat American foulbrood is currently ongoing. The state of advancement of this dossier is not known at present.

Treatment of nosemosis with Fumidil B^{NT} (active molecule: fumagillin) is no longer approved (since January 2002) because of a lack of funding for the further studies required to establish a maximum residue limit for this molecule in honey. Despite prohibition of the use of this substance, it has been observed during visits that beekeepers do use it (bottles seen in beekeepers premises) if necessary obtaining it from neighbouring European countries which do not follow the current European regulations on these substances.

(39) Note de service : DGAL/SDSPA/N2005-8123 en date du 26 avril 2005.

(39) Guidance note: DGAL/SDSPA/N2005-8123 dated 26 April 2005.

le constat est fait lors des visites effectuées que les apiculteurs l'emploient (observations de flacons chez les apiculteurs) si besoin *via* un approvisionnement dans des pays européens voisins ne respectant pas la réglementation communautaire en vigueur pour ces produits.

2.4.2.3 Les plans sanitaires d'élevage (PSE)

Historiquement, le Groupement de défense sanitaire apicole (GDSA) était chargé de la gestion et de la délivrance des médicaments vétérinaires. Une lettre officielle correspondant à une prescription signée par le directeur départemental des services vétérinaires permettait l'achat par le GDSA d'un stock de médicaments, délivrés, par la suite, à la demande des apiculteurs.

Aujourd'hui, à la demande des DDSV souhaitant respecter la réglementation sur la pharmacie vétérinaire permettant un affranchissement de la charge de prescription, la gestion et la délivrance des médicaments vétérinaires nécessaires au traitement de la varroase s'effectuent toujours *via* le GDSA, mais seulement dans la mesure où celui-ci est officiellement agréé et a mis en place **un Plan sanitaire d'élevage (PSE)**⁽⁴⁰⁾, visé par un vétérinaire conseil. Ce dernier est responsable de l'émission d'ordonnances nécessaires à l'achat d'un stock de médicaments, dont la quantité est à justifier.

Au Plan sanitaire d'élevage correspond un document écrit recensant l'ensemble des informations relatives à l'association sanitaire, comprenant :

- une première partie descriptive, relative au GDSA, comportant la liste des membres du bureau et de l'ensemble des adhérents, leurs noms, leurs diplômes, les numéros d'inscription à l'Ordre du vétérinaire conseil ainsi que de son remplaçant ;
- une deuxième partie, consacrée à la gestion des médicaments vétérinaires et recensant : les noms des médicaments susceptibles d'être délivrés ainsi que leur posologie, la procédure de délivrance de ces médicaments, les modèles des ordonnances qui doivent être signées par le vétérinaire-conseil du PSE, le descriptif de la gestion des stocks de médicaments, les modalités de suivi de l'application du PSE sur le terrain, correspondant aux visites de l'ensemble des apiculteurs adhérents sur une durée de cinq ans ;

2.4.2.3 Farm Health Plans

Historically the Bee Health Protection Group (GDSA) was responsible for the management and dispensing of veterinary medicinal products. An official letter acting as a prescription signed by the département director of veterinary services enabled GDSA to purchase stocks of medicinal products, subsequently dispensed on request from beekeepers.

*Nowadays, at the request of DDSVs wanting to follow the regulations on veterinary pharmaceuticals offering a release from the responsibility for prescription, the management and dispensing of veterinary medicinal products required to treat varroasis still occurs via the GDSA but only as this body is officially accredited and has set up a **Farm Health Plan (PSE)**⁽⁴⁰⁾, supervised by a veterinary advisor. This advisor is responsible for issuing the prescriptions required to purchase a stock of medicinal products, the size of which must be justified.*

The Farm Health Plan is a written document listing all of the information on the health association including:

- *an initial descriptive part relating to GDSA and including a list of executive members and all members, their name, and qualifications, French Veterinary Council registration number and locum cover;*
- *a second part dedicated to the management of veterinary medicinal products and listing: the names of medicinal products which may be dispensed and their dosage, the dispensing procedure for the medicinal products, model prescriptions which must be signed by the PSE veterinary advisor, a description of the medicinal product stock management, methods for monitoring the application of the PSE in the field, involving visits to all of the member beekeepers over a period of five years;*

(40) La mise en place du PSE est définie par la note de service: DGAI/SDSPA/N2007-8240 en date du 20 septembre 2007.

(40) The establishment of the PSE is defined in guidance note: DGAI/SDSPA/N2007-8240 dated 20 September 2007.

- une troisième partie regroupe les annexes du PSE, consacrées aux documents officiels administratifs nécessaires à la mise en place du PSE (plan de masse du lieu de stockage des médicaments, document officiel d'engagement de temps du vétérinaire-conseil, fiches de fonction des ASA, etc.).

La mise en place du PSE pour une durée de cinq ans est soumise à la validation de ce dossier par une commission régionale.

Le déroulement de la procédure nécessaire à la mise en œuvre du PSE se heurte à plusieurs difficultés :

- **le nombre et le type de documents demandés** pour l'aménagement d'un PSE varient en fonction des commissions régionales. **La procédure de validation pourrait être simplifiée par la mise en place d'un PSE national ;**
- **la pénurie de vétérinaires** susceptibles d'intervenir en élevage apicole, ainsi que la rémunération peu attractive qui leur est proposée, ne facilitent pas l'adhésion au PSE d'un vétérinaire-conseil et de son remplaçant. La session d'enseignement « Apiculture et pathologie apicole », créée en 2005, donnant lieu à un diplôme inter-Écoles, délivré dans les Écoles nationales vétérinaires (ENV) de Nantes et d'Alfort, permettra la formation d'un nombre plus important de vétérinaires compétents en apiculture ;
- **l'importance des contraintes administratives** contrarie les gestionnaires des GDSA (apiculteurs), peu entraînés à ce type d'exercice ;
- **le financement, dont la charge revient en totalité à l'association sanitaire (GDSA) :**
 - d'un équipement informatique de bon niveau (gestion, imposée par le plan sanitaire, des commandes de médicaments, de l'édition d'ordonnances, de la comptabilité de la structure, etc.),
 - de l'ensemble des visites du vétérinaire-conseil (correspondant, en théorie, à l'ensemble des apiculteurs adhérents, sur une durée de cinq années). En pratique, ces visites sont réalisées par les ASA (et non par l'unique vétérinaire-conseil), à la demande des GDSA,
 - de l'assurance et de la rémunération des ASA, pour les visites sanitaires effectuées (en dehors du cadre de la DDSV) ;

- *a third part containing the PSE annexes, dedicated to the official administrative documents required to establish the PSE (layout plan for medicinal products storage premises, official time commitment agreement for the veterinary advisor, BHO job descriptions, etc.).*

To set up a PSE for a period of five years requires validation of the application by a regional committee.

Various difficulties are encountered in the procedure required to implement the PSE:

- **the number and type of documents required** to develop a PSE vary depending on the regional committees. **The validation procedure could be simplified by setting up a national PSE;**
- **shortage of veterinary practitioners** likely to work in beekeeping and the unattractive remuneration offered to them do not facilitate recruitment of a veterinary advisor and his/her locum cover to the PSE. The "Beekeeping and bee disease" training session created in 2005 and leading to an inter-school diploma delivered in the National Veterinary Schools (ENV) of Nantes and Alfort will allow a larger number of veterinary practitioners competent in beekeeping to be trained;
- **the extent of the administrative restrictions** frustrates GDSA administrators (beekeepers) who are not trained in this type of exercise;
- **the funding, all of the costs of which fall to the health association (GDSA):**
 - *of high level computer equipment (management, imposed by the health plan, of orders for medicinal products, prescription production, the organisation's accounting, etc.),*
 - *of all of the visits by the veterinary advisor (theoretically to all of the beekeeper members over a period of five years). In practice, these visits are performed by the BHOs (and not by the single veterinary advisor) at the request of the GDSA,*
 - *of insurance and remuneration for the BHOs for health visits performed (outside the remit of the DDSV);*

■ **les limites des visites effectuées** par les ASA :

- en théorie, l'ensemble des adhérents au PSE devrait être visités entre le début du mois de septembre (au moment de la mise en œuvre des traitements) et le début du mois d'octobre (date à partir de laquelle les ruchers ne sont plus observables). En pratique, accomplir l'ensemble de ces visites en un mois n'est pas réalisable,
- les ASA, dans le cadre de ces visites destinées à veiller au bon respect de l'application du PSE (médicaments utilisés possédant une AMM et bon usage de ces traitements), ne sont pas mandatés par la DDSV et n'ont, en conséquence, pas de légitimité à intervenir pour les maladies réputées contagieuses qui pourraient être constatées.

La lourdeur des démarches nécessaires à l'obtention de médicaments autorisés (inscription, visite officielle d'élevage, etc.) alors que d'autres acteurs de la profession pratiquent librement des traitements critiquables, constitue un réel facteur d'incompréhension de la part des apiculteurs adhérents au PSE.

■ **the limitations of visits performed** by the BHOs:

- *in theory, all of the PSE members should be visited between the start of September (the time when treatments are applied) and the start of October (the date from which the apiaries can no longer be observed). In practice, it is not possible to accomplish all of these visits in one month,*
- *in these visits intended to confirm that the PSE is being correctly followed (the medicinal products used have MA and the treatments are correctly used), the BHOs are not commissioned by the DDSV and do not as a result have the power to intervene for the notifiable bee diseases which may be found.*

The burden of requirements needed to obtain approved medicinal products (registration, official farm visit, etc.) whereas others in the profession freely use dubious treatments is incomprehensible to beekeepers who are members of the PSE.

3. Recommandations

3. Recommendations

Une classification des causes de mortalité des colonies d'abeilles, susceptibles d'être rencontrées en Europe, a été tentée selon l'étiologie, la fréquence et les conditions d'apparition de ces maladies. Cette classification constitue une aide pour les vétérinaires et les autres agents intéressés par l'apiculture, confrontés à une mortalité de colonies d'abeilles. Pas moins d'une quarantaine de causes pouvant induire de la mortalité des colonies d'abeilles ont été recensées. En fonction de l'approche utilisée, d'autres classifications sont disponibles, comme par exemple celle des diagnostics anatomo-pathologiques.

La fréquence, l'importance et la vitesse de mortalité de colonies d'abeilles varient en fonction de plusieurs paramètres : la nature de l'agent causal (dose, virulence), la localisation des lésions occasionnées, l'hôte (résistance, état général, statut immunitaire) et l'environnement. La qualité d'observation intervient en premier lieu et est proportionnelle au niveau d'information, de sensibilisation et de formation des apiculteurs et des vétérinaires. La fréquence d'observation des colonies d'abeilles joue également un rôle. Tenant compte de ces paramètres, il subsiste toujours une variabilité qui dépend des colonies d'abeilles considérées et de l'observateur (tableau clinique, phase pré-patente, durée d'évolution). Pour améliorer les connaissances concernant la mortalité des colonies d'abeilles, notamment en France ou en Belgique, il convient :

- d'améliorer la sensibilisation, l'information et la formation des apiculteurs et des vétérinaires ;
- d'utiliser une méthode uniforme et standardisée d'examen clinique des colonies d'abeilles (observation soignée des abeilles, du couvain, des réserves en pollen, des pratiques apicoles, des pratiques sanitaires, de l'environnement, du climat) ;
- de recourir plus systématiquement à des examens complémentaires ;
- de former des réseaux sentinelles d'apiculteurs et de vétérinaires parmi les plus motivés ;
- de transcrire les résultats des observations sous une forme codifiée et standardisée, tant sur le plan de la nature que de la durée ;
- de rassembler ces informations ;
- d'enrichir une base de données relationnelles ;
- de comparer les expériences vécues.

We have attempted to produce a classification of the causes of bee colony mortality which may be seen in Europe by aetiology, frequency and conditions under which these diseases develop. This classification is an aid to veterinary practitioners and other agents involved in beekeeping faced with bee colony deaths. Some forty causes which may result in bee colony mortality have been identified. Depending on the approach used, other classifications, such as anatomo-pathological diagnoses, are available.

The frequency, severity and speed of bee colony mortality vary depending on several parameters: the type of causal agent (dose, virulence), the location of the lesions which occur, the host (resistance, general state, immune status) and the environment. The key factor is the quality of the case description which depends on the level of information, awareness and training of beekeepers and veterinary practitioners. The frequency with which bee colonies are observed also plays a role. After taking account of these factors, variability still exists and depends on the bee colonies in question and on the observer (clinical picture, pre-patent phase, development duration). In order to improve knowledge on bee colony mortality, particularly in France or Belgium, it is important:

- *to improve awareness, information and training of beekeepers and veterinary practitioners;*
- *to use a uniform standardised method of clinical examination for bee colonies (careful observation of bees, brood, pollen reserves, beekeeping practices, health practices, environment, climate);*
- *to use further investigations more systematically;*
- *to train sentinel networks of the most motivated beekeepers and veterinary practitioners;*
- *to transcribe observation results in a standardised coded format for both type and duration;*
- *to collate this information;*
- *to enrich a relational database;*
- *to compare experiences.*

On pourra alors établir une « *typologie* » de la mortalité des colonies d'abeilles, et fournir des hypothèses de facteurs de risque.

La pérennité des réseaux sentinelles évoqués ci-dessus dépendra du degré de participation volontaire des apiculteurs et des vétérinaires, du degré d'analyse des données qui suivra et du degré de rétroaction positive (diffusion de rapports synthétiques et spécialisés entre les acteurs des réseaux). Les causes de la mortalité des colonies d'abeilles dans la pratique vétérinaire peuvent être multiples, tandis qu'on obtient rarement leur diagnostic, qui demande du temps et reste relativement coûteux. Pour disposer d'une meilleure connaissance en la matière, il convient d'assurer un financement externe pour les charges liées aux investigations d'un diagnostic étiologique. Cette connaissance est, et restera, particulièrement utile en matière de mortalité des colonies d'abeilles, puisqu'elle permettra, d'une part, de hiérarchiser les causes de mortalité et, par suite, de hiérarchiser les plans de contrôle et de prophylaxie corollaires, ainsi que de tenir compte du polymorphisme de l'expression clinique de la mortalité. Dès lors, le développement des connaissances concernant les causes de mortalité des colonies d'abeilles et le renforcement des réseaux d'épidémiologie existant dans les différents pays européens constituent des priorités.

Pour poser un diagnostic étiologique, il est nécessaire de procéder à un examen clinique selon une méthode standardisée, de transmettre une anamnèse⁽⁴¹⁾ complète et de recourir à des examens complémentaires adéquats. Malgré les grands progrès accomplis dans le domaine de l'apiculture, des lacunes subsistent dans le relevé et l'analyse systématique des données. Il est regrettable qu'en raison de la difficulté de récolte de l'anamnèse, l'établissement d'un diagnostic et la réalisation d'enquêtes épidémiologiques soient rendus si difficiles. Poser un diagnostic étiologique est utile pour plusieurs raisons :

- classer les maladies en fonction de leur fréquence d'apparition, et en conséquence accorder toute l'importance voulue à celles qui sont le plus fréquemment rencontrées (mise en évidence de facteurs de risque permettant leur maîtrise);
- identifier de nouvelles maladies pour mieux les comprendre;
- évaluer la pertinence du diagnostic clinique posé afin d'améliorer la méthodologie de l'approche clinique utilisée.

(41) Anamnèse: recueil des commémoratifs.

A "typology" of bee colony mortality could then be established and risk factor hypotheses advanced.

The durability of the sentinel networks described above will depend on the level of voluntary participation from beekeepers and veterinary practitioners, the level of subsequent data analysis and the level of positive feedback activities (distribution of specialist and summary reports amongst the network participants). Bee colony mortality may have many causes in veterinary practice although they are only rarely diagnosed and diagnosis requires time and is still relatively expensive. In order to improve knowledge on the subject, external funding should be secured for the costs of investigations for an aetiological diagnosis. This knowledge is and will remain particularly useful in terms of bee colony mortality as it will firstly allow the causes of deaths to be ranked and secondly the corollary prophylactic and control plans to be classified and polymorphisms of the clinical expression of the mortality to be taken into account. Development of knowledge on the causes of bee colony mortality and strengthening existing epidemiological monitoring networks in the different European countries are priority issues.

In order to make an aetiological diagnosis, a clinical examination must be performed using a standardised method, a complete history must be sent and appropriate further examinations used⁽⁴¹⁾. Despite the major advances achieved in beekeeping, gaps remain in the systematic recording and analysis of data. It is regrettable that because of difficulties in obtaining the history, establishing a diagnosis and conducting epidemiological surveys have become so difficult. It is useful to make an aetiological diagnosis for several reasons:

- *classifying diseases as a function of their frequency and as a result attaching all of the necessary importance to those which are seen most often (identifying risk factors, enabling these to be controlled);*
- *identifying new diseases in order to understand them better;*
- *assessing the relevance of the clinical diagnosis made in order to improve the methodology of the clinical approach used.*

(41) History: a record of notable events.

La connaissance des éléments de diagnostic différentiel des causes de mortalité des colonies d'abeilles contribue à une meilleure épidémiosurveillance de ces causes.

Le bilan de la situation sanitaire du cheptel apiaire en France et du fonctionnement de cette filière, réalisé dans le chapitre précédent, conduit à des recommandations destinées à améliorer la situation :

- dans le domaine de l'épidémiosurveillance des maladies des abeilles ;
- de la filière apicole française,
- des relations entre la filière agricole et la filière apicole ;
- grâce à des actions de recherche appliquée.

Une hiérarchisation de ces quatre volets de recommandations a été tentée, mais n'a pu être réalisée tant il est apparu urgent que des efforts soient effectués dans chacun de ces domaines, bien distincts les uns des autres.

Par ailleurs, au sein de chacun de ces volets de recommandations, les propositions n'ont, de la même manière, pas été classées par ordre de priorité. Cela paraissait inapproprié pour ce qui concerne l'épidémiosurveillance et l'organisation de la filière apicole et, bien qu'envisageable pour les parties consacrées aux relations filière apicole/filière agricoles et à la recherche, la décision fut prise d'organiser ces propositions selon une suite logique de réflexion plutôt que par degré d'urgence de réalisation.

3.1 Épidémiosurveillance⁽⁴²⁾ des maladies des abeilles

3.1.1 Situation actuelle

D'après les données transmises par l'AESA en 2008, seize pays (sur 22 ayant répondu à l'enquête conduite) font état d'un système de surveillance national de leur filière apicole (cf. annexe 5).

De façon fréquente, ces programmes de surveillance sont gérés et organisés par des associations sanitaires apicoles (AESAs, 2008).

(42) Épidémiosurveillance: méthode d'observation fondée sur des enregistrements en continu permettant de suivre l'état de santé ou les facteurs de risque d'une population définie, en particulier de déceler l'apparition de processus pathologiques et d'en étudier le développement dans le temps et dans l'espace, en vue de l'adoption de mesures appropriées de lutte (Toma et al., 1991).

Knowledge of factors in the differential diagnosis of causes of bee colony mortality will help to improve epidemiological monitoring of these causes.

The overview of the bee stock health situation in France and the operation of this sector considered in the previous chapter leads to recommendations intended to improve the situation :

- *in the field of epidemiological monitoring of bee diseases ;*
- *in the French beekeeping sector ;*
- *of relationships between the farming sector and the beekeeping sector,*
- *through applied research activities.*

We attempted to rank these four sets of recommendations, but this could not be done as it appeared that urgent efforts are needed in each of the areas, which are clearly distinct from each other.

In the same way, the proposals within each of these four sets of recommendations have not been ranked in priority. This appeared inappropriate for the epidemiological monitoring and organisation of the beekeeping sector and, although it could be considered for the parts dedicated to the beekeeping/farming sector relationships and for research, we decided to organise the proposals into a logical progression of thinking rather than by their degree of urgency.

3.1 Epidemiological monitoring⁽⁴²⁾ of bee diseases

3.1.1 Current situation

According to the information sent by EFSA in 2008, sixteen countries (of 22 which responded to the survey) described a national surveillance system for their beekeeping sector (see Annex 5).

These surveillance programmes are often managed and organised by bee health associations (EFSA, 2008).

(42) Epidemiological monitoring: an observation method based on continuous recording to monitor the state of health or risk factors in a defined population, particularly to detect the emergence of pathological processes and to study their development over time and space with a view to adopting appropriate prevention measures (Toma et al., 1991).

En outre, le réseau international COLOSS, auquel collaborent certains États membres, se consacre à la prévention des pertes de colonies d'abeilles (AES, 2008).

En France, un seul système, dépendant de l'administration, est en fonctionnement. Il s'agit d'un système de type « alerte » qui consiste essentiellement à intervenir, à la suite de la demande d'apiculteurs, dans des ruchers où une morbidité/mortalité de colonies d'abeilles a été constatée. Ce système est sous la tutelle de la DGAI, de la SDQPV et des DDSV et SRPV.

La DGAI et les DDSV ne sont responsables que de la surveillance des maladies réputées contagieuses et ne sont pas chargées d'intervenir pour d'autres causes de morbidité/mortalité de colonies d'abeilles. Ce système fait également intervenir les ASA via les DDSV. La situation actuelle de cette filière au regard de l'épidémiologie ne comprend que peu de surveillance, s'orientant davantage vers des actions directes. À l'avenir, on pourrait envisager un système basé essentiellement sur la surveillance : il serait alors moins destiné aux seules actions réglementées relatives aux MARC. **Le manque de chiffres de recensement région par région n'a pas permis jusqu'alors d'objectiver les descriptions de dépopulations données par les apiculteurs.**

Quant au réseau de surveillance des troubles sanitaires des abeilles élargi (système de type « alerte »), il ne semble pas permettre en son état actuel la collecte d'importantes quantités de données. En effet, malgré la bonne volonté des agents de l'administration, les échantillons prélevés, par manque de budget des DDSV et SRPV, ne sont pas analysés ainsi qu'ils devraient l'être. Ce réseau pourrait être redynamisé via la modification de son financement par une convention entre les DGAI/SDPV et les services régionaux apicoles, actant que les analyses de laboratoire (maladies et toxicologie) soient prises en charge par les associations apicoles régionales. Un précédent de ce type existe en région Rhône-Alpes. Par ailleurs, il a été suggéré que lors d'incidents signalés, ce réseau permette de prélever et d'analyser le pain d'abeille issu de la ruche malade, afin de rechercher différents types de molécules. L'intérêt d'un examen du pain d'abeille dans le cadre d'un bilan de santé de la ruche mérite d'être souligné, compte tenu des études déjà réalisées (cf. 2.3.2 « Agents chimiques »). Cependant, le coût important de ce type d'étude rendrait difficile son application systématique.

In addition, the international COLOSS network in which some Member States are involved is dedicated to the prevention of bee colony losses (EFSA, 2008).

A single, government-dependent system operates in France. This is an "alert" system which principally involves intervening following a request from beekeepers in apiaries in which bee colony morbidity/mortality has been found. This system is under the control of the DGAI, SDQPV and the DDSVs and SRPV.

*The DGAI and DDSVs are only responsible for monitoring notifiable bee diseases and are not responsible for intervening for other causes of bee colony morbidity/mortality. This system also involves the BHOs via the DDSV. The current situation for this sector in terms of epidemiological monitoring only involves limited surveillance orientated more towards direct actions. A system based mostly on surveillance may be considered for the future: this would then be intended less for purely regulatory activities related to contagious animal diseases. **The lack of region-per-region records has not until now allowed the descriptions of population losses given by the beekeepers to be demonstrated.***

In terms of the extended monitoring network for bee health disorders ("alert" system), in its current state, it does not allow large amounts of data to be collected. Despite the willingness of government agents, the samples taken are not analysed when they should be because of a lack of DDSV and SRPV budgetary funds. This network could be re-energised by changing its funding through an agreement between DGAI/SDPV and the regional bee services such that the laboratory tests (diseases and toxicology) are paid for by the regional bee associations. A precedent for this exists in the Rhône-Alpes region. It has also been suggested that during reported incidents, the network could sample and analyse the bee bread obtained from the sick hive in order to test for different types of molecules. The utility of a bee bread examination in the hive health assessment should be highlighted in light of the studies which have already been performed (see 2.3.2 "Chemical agents"). The high cost of this type of examination however makes it difficult to apply systematically.

Avant d'envisager la mise en place d'un réseau de surveillance apicole, il faut rappeler que le mode très particulier de la production apicole ne lui permet pas de se calquer sur les modèles de gestion de santé animale classiquement en usage au sein d'autres filières de production animale. **La définition des informations réellement collectables et de leur utilité en termes d'actions sanitaires** devrait précéder la création d'un tel réseau.

3.1.2 Mise en place d'un réseau d'épidémiosurveillance de la filière apicole : argumentaire

Trois raisons principales justifient la mise en place d'un réseau d'épidémiosurveillance :

- la détection de nouveaux processus pathologiques (maladies) ;
- le suivi de l'incidence et de l'évolution dans l'espace et le temps des maladies ou troubles de la santé des colonies d'abeilles ;
- la hiérarchisation de ces maladies les unes par rapport aux autres et/ou la mise en place d'un plan de lutte approprié.

On pourra utilement s'inspirer de l'exemple du réseau d'épidémiosurveillance apicole anglo-gallois présenté en annexe 4.

Le futur réseau d'épidémiosurveillance des maladies des abeilles à créer en France devrait traiter en priorité la hiérarchisation des maladies les unes par rapport aux autres. En effet, à l'heure actuelle, les informations récoltées en France ne permettent pas de répondre de façon univoque à la question des principales causes biologiques, chimiques ou environnementales de morbidité/mortalité des colonies d'abeilles, en dépit de l'ensemble des travaux conduits sur le sujet, qui tous constatent l'importance des anomalies sanitaires dans les ruchers français.

3.1.3 Organisation institutionnelle

Certaines obligations internationales (comme la déclaration de maladies des abeilles auprès de l'Organisation mondiale de la Santé animale) ainsi que d'autres considérations (par exemple, la nécessité d'une vision à l'échelle nationale) devraient conduire le futur réseau d'épidémiosurveillance des maladies des abeilles à s'articuler selon une structure à quatre niveaux comme celle de la figure 6.

*Before considering setting up a bee surveillance network, it must be noted that because of the very specific features of bee production this network cannot be based on animal health management models conventionally used in other animal production sectors. **The information which can actually be collected and its utility in terms of health actions** should be defined before creating such a network.*

3.1.2 Establishment of an epidemiological monitoring network for the beekeeping sector: justification

There are three main reasons to justify establishing an epidemiological monitoring network:

- *detecting new pathological processes (diseases);*
- *monitoring the incidence and progression of diseases or disorders of bee colony health over space and time;*
- *ranking the diseases against each other and/or setting up an appropriate plan to combat them.*

One can draw usefully from the example of the Anglo-Welsh bee epidemiological monitoring network shown in Annex 4.

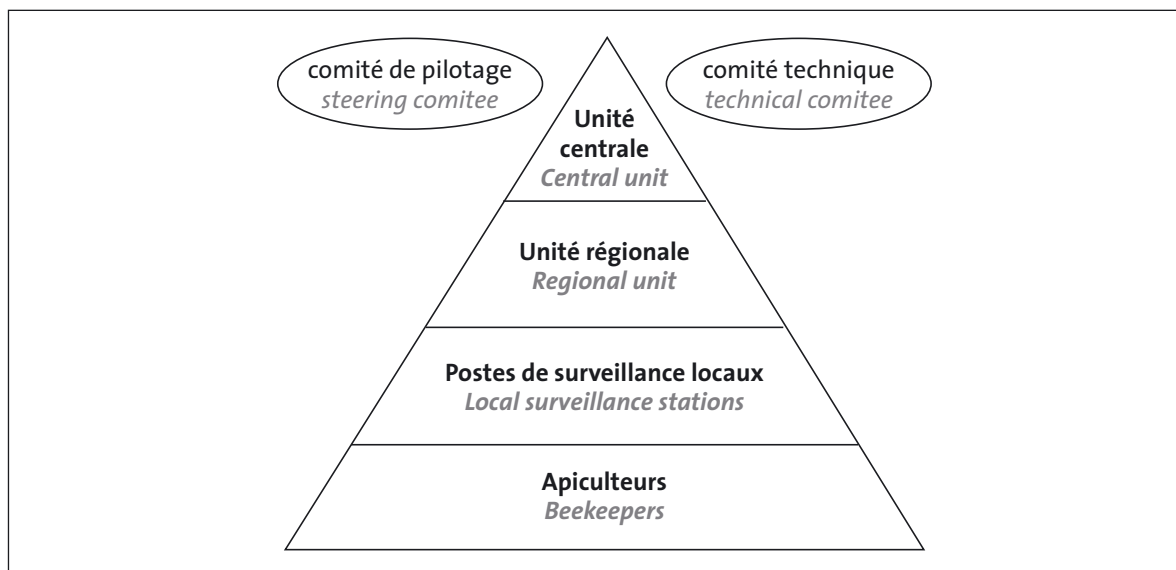
The future epidemiological monitoring network for bee diseases to be created in France should deal as a priority with ranking diseases against each other. At present, the information obtained in France does not allow a straightforward answer to the question of the main biological, chemical or environmental causes of bee colony morbidity/mortality despite all of the work conducted on the subject, which all report the extent of health abnormalities in French apiaries.

3.1.3 Institutional organisation

Some internal obligations (such as declaring bee diseases to the World Organisation for Animal Health) and other factors (such as the need for a national vision) should direct the future epidemiological monitoring network for bee diseases to organise itself around a four level structure as shown in Figure 6.

Figure 6 : Représentation schématique de l'organisation d'un réseau d'épidémiologie apicole

Figure 6: Diagram of the organisation of the bee epidemiological monitoring network



Dans ce schéma, les données seraient :

- collectées et validées auprès des apiculteurs (postes de surveillance locaux) par des agents apicoles qui restent à désigner ;
- consolidées au niveau régional pour en réaliser une deuxième validation, base d'un premier travail d'analyse et d'interprétation ;
- agrégées, validées, interprétées et communiquées par une structure nationale unique.

Un comité de pilotage et un comité technique seraient mis en place (Dufour *et al.*, 2005) :

- le comité de pilotage fixerait les grandes orientations, les objectifs du réseau et prendrait les décisions stratégiques ;
- le comité technique regrouperait des agents scientifiques et des techniciens en mesure de concevoir, d'élaborer et de critiquer des protocoles de surveillance à mettre en place en fonction des objectifs qui seraient fixés.

Dans ce schéma, les analyses de laboratoire seraient réalisées par des laboratoires régionaux, accrédités et coordonnés par un laboratoire national de référence des maladies des abeilles. Les laboratoires visés seraient les LVD qui étaient jusqu'alors agréés pour le diagnostic de maladies apicoles et réalisent toujours ce type d'analyses. La gestion d'un tel réseau d'épidémiologie apicole pourrait être confiée à une structure (Laboratoire national de référence de la pathologie apicole, Institut technique apicole, Fédération nationale des organisations sanitaires apicoles

In this design, the data would be:

- collected and validated from beekeepers (local surveillance stations) by bee officers who are still to be appointed;
- consolidated regionally to conduct a second validation based on initial analysis and interpretation work;
- aggregated, validated, interpreted and communicated by a single national structure.

A steering committee and a technical committee should be set up (Dufour et al., 2005):

- the steering committee would set the main policies, objectives of the network and make strategic decisions;
- the technical committee would bring together the scientists and technicians to design, construct and provide critiques on the surveillance protocol to be set up depending on the objectives set.

In this design, the laboratory testing would be performed by regional laboratories, accredited and coordinated by a national reference laboratory for bee diseases. The intended laboratories would be the département veterinary laboratories which were to date accredited for the diagnosis of bee diseases and still perform this type of testing. The management of such an epidemiological monitoring network could be entrusted to an organisation (National reference laboratory for bee disease, technical beekeeping institute, National Federation of Département Bee Health Organisations) or to a group of these organisations.

départementales) ou à un regroupement de ces structures. Une condition au bon fonctionnement de ce réseau est la présence, à son plus haut niveau, d'**une autorité unique, indépendante et fiable**.

La conduite des examens visant à une meilleure connaissance des aspects sanitaires de la filière requiert une **méthode standardisée, aussi reproductible que possible**, utilisable dans des conditions normales de visites de terrain par un agent apicole formé à cet exercice.

Afin d'évaluer l'applicabilité d'un tel réseau d'épidémiologie à l'ensemble du territoire national, un projet pilote pourrait être mis en place. L'existence d'un tel projet sur une zone géographique restreinte permettrait de réduire considérablement les coûts initiaux. Cela permettrait de tester la faisabilité et la pertinence du projet. À l'issue d'une première évaluation, on envisagerait les modalités de généralisation à l'ensemble du territoire. La définition d'une structure locale d'essai pourrait être liée à l'existence d'un laboratoire susceptible de réaliser des diagnostics de maladies des abeilles.

3.1.4 Formation

La formation des acteurs du futur réseau d'épidémiologie, couplée à un maillage suffisant d'acteurs formés à travers le territoire français, constitue un autre point essentiel du dispositif. L'étude pilote mentionnée au point précédent pourrait notamment déboucher sur une proposition de formation type adaptée au contexte d'un réseau d'épidémiologie envisagé.

3.1.5 Indicateurs de performances

Les indicateurs de performance sont constitués d'un nombre limité de variables, réunies dans un tableau de bord, permettant d'estimer en continu le niveau de réalisation des activités prioritaires du réseau afin d'en faciliter le pilotage. Ces indicateurs de performances du réseau d'épidémiologie sont identifiés dès la mise en place du projet pilote afin d'évaluer périodiquement l'activité de celui-ci.

*A pre-requisite for the correct operation of such a network is the presence of **a single independent reliable authority** at its highest level.*

*Conducting examinations intended to improve knowledge of the sector's health features requires **a standardised method, which is as reproducible as possible** and can be used under normal field visit conditions by a bee officer trained in this practice.*

In order to assess the applicability of such an epidemiological monitoring network nationwide, a pilot project could be set up. The presence of such a project in a limited geographical area would help to considerably reduce initial costs. This would enable the feasibility and relevance of the project to be tested. At the end of an initial assessment the methods for extending the project countrywide would be considered. The definition of a local test structure could be linked to the presence of a laboratory able to perform bee disease diagnoses.

3.1.4 Training

Training of participants in the future epidemiological monitoring network combined with a sufficient geographical distribution of trained people across France is another key point of the system. The pilot study described in the section above could in particular lead to a proposal for standard training tailored to the context of an envisaged epidemiological monitoring network.

3.1.5 Performance indicators

Performance indicators consist of a limited number of variables brought together in chart allowing a continuous estimate to be made of the achievement of the network's priority activities in order to facilitate its management. These epidemiological monitoring network performance indicators are identified as soon as the pilot project is set up in order to assess its activity periodically.

3.1.6 Établissement de l'état sanitaire actuel de la filière apicole française

Conjointement à ce projet pilote, le groupe de travail suggère d'établir une première **photographie de la situation actuelle**, en termes de morbidité/mortalité des colonies d'abeilles en France.

L'établissement de cet « état zéro » repose sur la récupération d'informations dans tous les départements, durant une période donnée grâce à un questionnaire épidémiologique simple, anonyme et standardisé. Afin d'assurer l'exploitabilité scientifique ultérieure du questionnaire, celui-ci serait rédigé par un groupe d'experts pluridisciplinaire (épidémiologistes et spécialistes de la pathologie de l'abeille notamment); un pré-test serait réalisé avant sa diffusion à large échelle. Un tirage au sort de quelques centaines de ruchers sur le territoire français serait suivi de visites aléatoires, ayant pour but de collecter des renseignements simples sur l'état sanitaire des ruches visitées (par exemple: mortalité/morbidité des colonies d'abeilles) et sur la production de miel par rucher. Ces visites pourraient s'accompagner ou pas, de prélèvements de miel aux fins d'en évaluer la qualité sanitaire (par exemple: présence de spores bactériennes, présence de pesticides). Des ASA ayant bénéficié d'une formation appropriée, choisis pour leur motivation, pourraient effectuer ces visites sur une période d'un an.

3.2 Organisation de la filière apicole française

En préambule à toute recommandation d'amélioration de l'organisation de la filière apicole, il est nécessaire de souligner que l'aboutissement des efforts entrepris repose sur l'adhésion des apiculteurs aux actions envisagées. L'hétérogénéité caractérisant la profession apicole dans ses activités, sa situation et ses perspectives d'avenir n'a jusqu'à présent pas permis de structuration correcte de cette filière.

L'entente et la cohésion des apiculteurs autour de projets communs constituent la condition et la garantie de la réussite de toute entreprise d'organisation de l'apiculture française.

3.1.6 Determining the current health status of the French beekeeping sector

*Concomitantly with this pilot project the working group suggests that an initial **snapshot** of the **current situation** of bee colony morbidity/mortality in France be taken.*

Determining this "zero state" requires information to be recovered from all départements over a given period using a simple anonymous standardised epidemiological questionnaire. In order to ensure the subsequent scientific applicability of the questionnaire, it would be written by a multidisciplinary expert group (in particular, epidemiologists and specialists in bee diseases): a pre-test would be performed before it is widely distributed. Around a hundred apiaries over the French national territory would be drawn at random followed by random visits designed to collect simple information about the health status of the hives visited (for example: bee colony morbidity/mortality) and about the apiary honey production.

These visits may or may not be accompanied by sampling the honey to assess its health quality (for example: presence of bacterial spores or pesticides). BHOs who have had appropriate training and been chosen for their motivation could conduct these visits over a period of a year.

3.2 Organisation of the french beekeeping sector

Prior to any recommendation to improve the organisation of the beekeeping sector, it must be stressed that the success of the efforts undertaken requires the beekeepers to commit to the planned activities. The heterogeneity of the activities pursued by the beekeeping profession, its location and future prospects have not until now allowed this sector to be structured correctly.

The agreement and cohesion of beekeepers in common projects is a prerequisite and the guarantee of the success of any French beekeeping organisational enterprise.

3.2.1 Création d'un institut technique apicole

La filière apicole française devrait se doter d'un institut technique apicole, au fonctionnement analogue à celui des instituts existant pour les autres filières d'élevage françaises.

Cet organisme réunirait **une inter-profession du miel**, c'est-à-dire des :

- professionnels de l'apiculture ;
- fournisseurs de matières premières apicoles ;
- commerçants en produits de la ruche ;
- éleveurs de reines ;
- producteurs de produits dérivés du miel (bonbons, bougies, cires, etc.) ;
- représentants des agriculteurs ;
- représentants de firmes pharmaceutiques ;
- représentants de firmes phytosanitaires.

La mission prioritaire de cet institut serait de réunir les personnalités engagées dans la filière apicole dans un but de concertation, favorisant en premier lieu le dialogue et les échanges entre ces personnes.

Cet institut serait doté d'un **comité de pilotage scientifique et technique indépendant**, dont la désignation incomberait au ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Ce dernier désignerait également l'**interlocuteur unique de l'État** avec lequel dialoguerait le comité.

Une expression de la profession en termes de volonté d'action commune constituerait un signal positif dans la démarche de mise en place d'un institut technique apicole.

Un tel organisme aurait notamment pour missions de proposer des solutions pour améliorer l'état sanitaire des ruchers et la qualité des productions, et de tester la faisabilité et la pertinence de ces propositions, dans une perspective de vulgarisation à terme des préconisations.

De nouveaux outils pourraient y être développés, tel qu'un logiciel de gestion destiné aux exploitants apicoles. Utilisable par les apiculteurs de loisir ou professionnels, ce logiciel apporterait notamment une aide dans les choix thérapeutiques et dans les suivis d'exploitations.

Par ailleurs, cet institut pourrait intervenir directement dans la promotion de certains sujets de recherche et garantirait une certaine indépendance dans l'attribution des fonds destinés à la recherche (cf. 3.4.4 « *Financements de projets de recherche* »). Cette proposition est en accord avec le rôle éventuel d'un institut technique et scientifique de l'abeille évoqué

3.2.1 Creation of a technical beekeeping institute

*The French beekeeping sector should acquire a technical beekeeping institute which operates in the same way as the institutes existing for other French farming sectors. This body would bring together an **inter-professional honey sector group**, i.e.:*

- *beekeeping professionals;*
- *suppliers of bee raw materials;*
- *hive product retailers;*
- *queen bee farmers;*
- *producers of hive products (sweets, candles, waxes, etc.);*
- *farmers' representatives;*
- *representatives of pharmaceutical firms;*
- *representatives of plant protection firms.*

The priority task for this institute would be to bring together the people involved in the beekeeping sector with the aim of reaching agreement, initially prioritising dialogue and exchange between the people concerned.

*The institute would have an **independent scientific and technical steering committee** appointed by the Ministry of Agriculture and Fisheries, which would also appoint **the single State contact person** with whom the committee would communicate.*

An expression of willingness for joint action from the profession would be a positive sign in setting up a technical beekeeping institute.

Such a body would in particular have the tasks of proposing solutions to improve the health status of apiaries and quality of production, testing the feasibility and relevance of the proposals with the future intention of ultimately bringing the recommendations into common use.

New tools could be developed, such as management software intended for beekeepers. This software, which could be used by either amateur or professional beekeepers, would in particular provide assistance in treatment choices and in monitoring sites.

This institute could also intervene directly to promote certain research subjects and would guarantee a degree of independence in allocating research funds (see 3.4.4 "Funding research projects"). This proposal is consistent with the possible role of a technical and scientific beekeeping institute described in the report "Pour une filière apicole durable" (Towards a sustainable bee sector) which "should produce specifications for research programmes and organise calls for projects" (Saddier, 2008).

dans le rapport « Pour une filière apicole durable » qui « *devra élaborer les cahiers des charges des programmes de recherche et organiser les appels à projets* » (Saddier, 2008).

Une participation active des acteurs de la filière agricole au sein de cet institut est souhaitable en vue d'un échange informatif sur les perspectives et les difficultés de chacun, visant la mise en œuvre de mesures répondant à un accord commun (apicole et agricole) (cf. 3.3 « *Relations filière agricole/filière apicole* »). Une collaboration directe avec les agents en charge du volet des pollinisateurs à l'ACTA (Association de coordination technique agricole) pourrait être envisagée.

On notera que des dispositions auraient d'ores et déjà été prises pour la création d'une unité « institut technique de l'abeille » au sein de l'ACTA (réseau des instituts des filières animales et végétales). Selon P. Jourdan, les pouvoirs publics auraient pressenti le CNDA, filière de l'ACTA, pour diriger la future unité apicole des instituts techniques des filières animales.

Aujourd'hui, en l'absence de moyens propres, les expérimentations dudit organisme (CNDA) reposent sur les ADA, *via* la coordination du travail de chaque ADA au niveau régional.

Au sein d'un institut technique apicole, un financement pourrait être issu des fonds de développement rural et permettrait, en collaboration avec les équipes de recherche, de conduire des expérimentations visant la collecte de données représentatives de la filière.

Une première étude « Observatoire des mortalités hivernales des colonies d'abeilles dans les exploitations apicoles professionnelles (plus de 150 ruches par rucher) » conduite par le CNDA *via* les ADA et avec l'appui de l'institut de l'élevage a récemment été réalisée (cf. annexe 6).

3.2.2 Création d'un statut réglementé d'apiculteur

En France comme dans les autres pays, la profession apicole se caractérise par deux types d'acteurs : les apiculteurs professionnels (nombre de ruches par rucher supérieur à 150) et les apiculteurs de loisir (nombre de ruches possédées inférieur à 150). Afin que tous puissent se sentir concernés par les mesures à mettre en œuvre décrites ci-après, **un statut d'apiculteur** pourrait être défini réglementairement. Ce statut serait défini à partir d'un certain nombre de ruches exploitées et déterminerait les obligations réglementaires auxquelles seraient soumis l'ensemble des éleveurs possédant un nombre de ruches supérieur à ce seuil.

Active participation of farming sector stakeholders within the institute would be desirable to have informative exchange about prospects and each side's respective difficulties in order to apply jointly agreed measures (Beekeeping and farming) (see 3.3 "Farming sector/beekeeping sector relationships"). Direct collaboration with officers in charge of the ACTA (Association for the Coordination of Agricultural Methods) pollinators section could be considered.

It will be noted that measures will have already been taken to create a "technical beekeeping institute" unit within the ACTA (Network of Animal and Plant Sector Institutes). According to P. Jourdan, the public bodies have instructed CNDA, a subsidiary of ACTA, to run the future bee unit of the Animal Sector Technical Institutes.

In the absence of its own resources, at present CNDA experiments rely on the ADAs through regional coordination of the work of each ADA.

Funding within a technical beekeeping institute could be obtained from rural development funds and would, in collaboration with research teams, enable experiments to be conducted to collect representative data of the sector.

An initial study "Survey of winter mortality in bee colonies in professional apiaries (more than 150 hives per apiary)" conducted by CNDA through the ADAs and with the support of the farming institute has recently been conducted (see Annex 6).

3.2.2 Creation of a regulated beekeeper status

As in other countries, the beekeeping profession in France consists of two types of people: professional beekeepers (more than 150 hives per apiary) and amateur beekeepers (less than 150 hives). In order that all can feel involved with the measures to be introduced described below, a status of beekeeper could be defined by regulation. This status would be defined by certain number of hives being used and would determine the regulatory obligations which all farmers with more than this number of hives would need to follow.

3.2.3 Amélioration de l'organisation administrative de la filière apicole française

Identification des limites et points faibles

Au sein de l'organisation administrative responsable de la gestion et de la surveillance de la filière apicole, on identifie plusieurs carences :

- un manque de temps et/ou de motivation de certains DDSV et agents sanitaires pour cette filière ;
- le reproche, formulé par une partie des apiculteurs visités, de manque de compétence et de connaissances de certains ASA responsables des visites sanitaires ;
- la faible quantité de données collectées ;
- l'absence d'un reflet précis de l'état sanitaire réel des ruchers français permis par ces données.

Suggestions d'amélioration

Afin de remédier à ces déficiences, et d'aboutir à la mise en œuvre d'une procédure efficace d'évaluation de l'état sanitaire de la filière, quelques initiatives sont envisageables :

Au niveau régional, un agent sanitaire apicole, compétent et formé, devrait être tenu à disposition des différents DDSV de la région. Des structures agréées par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche assureraient la formation de ces agents. Très actifs sur le terrain durant la saison apicole, ces derniers pourraient délivrer un enseignement sanitaire durant la période hivernale. Ils pourraient de surcroît être réunis annuellement par leurs tutelles nationales afin de :

- faire le point sur la situation sanitaire du cheptel apiaire ;
- mettre à jour leurs connaissances ;
- éviter toute dérive d'interprétation des anomalies constatées sur le terrain.

3.2.3 Improvement of the administrative organisation of the French beekeeping sector

Identification of limitations and weak points

Several deficiencies are found within the administrative organisation responsible for the management and surveillance of the beekeeping sector:

- a lack of time and/or motivation on the part of some DDSVs and health officials for this sector;
- criticism made by some of the beekeepers visited, of the lack of competence and knowledge on the part of some BHOs responsible for the health visits;
- the small amount of data collected;
- the failure of this data to provide an accurate reflection of the actual health status of French apiaries.

Suggestions for improvement

In order to remedy these deficiencies and achieve an effective procedure to evaluate the health status of the sector, a few initiatives can be considered:

Regionally, a bee health officer who is both competent and trained should be made available to the different DDSVs in the region. Structures accredited by the Ministry of Agriculture and Fisheries would provide training for these officers. These officers are very active in the field during the bee season and could provide health education during the winter period. In addition, they could be brought together annually by their national governmental authorities to:

- review the health situation in the bee stock;
- update their knowledge;
- avoid any misinterpretation of abnormalities noted in the field.

3.2.4 Évolution des outils de gestion de la filière apicole

Augmentation du nombre de visites sanitaires aléatoires

Il conviendrait **d'augmenter le nombre de visites sanitaires aléatoires** (qui a cependant déjà doublé en cinq ans, cf. tableau 10), organisées par chaque DDSV. **Ces visites devraient être standardisées**, recensées par un logiciel commun, lui-même géré par une personne ressource. Des entrées dans la base de données seraient possibles à plusieurs niveaux (tout public et spécialisé), avec ou sans possibilité d'évolution de cette base. Les visites sanitaires permettraient, outre un recensement amélioré des maladies apicoles réputées contagieuses, de **veiller au respect de la réglementation en vigueur** pour le domaine apicole et la pharmacie vétérinaire.

Développement d'un logiciel informatique de gestion des données apicoles

La gestion de la filière apicole (nombre de ruches, transhumance, maladies, etc.) nécessite un logiciel informatique spécifique utilisable par les gestionnaires de la santé animale.

Création d'un guide de bonnes pratiques d'élevage

Il serait intéressant de produire un guide de bonnes pratiques d'élevage pour les exploitants apicoles, à l'instar de ce que l'on observe dans nombre d'autres filières de production animale.

3.2.5 Participation active des organisations sanitaires apicoles à la gestion de la filière

L'État n'a pas vocation à résoudre l'ensemble des difficultés sanitaires des filières animales françaises. L'action de l'État concerne en priorité les maladies les plus graves, à charge pour chaque filière de s'organiser pour lutter contre d'autres maladies qu'elle juge préoccupantes.

En termes de surveillance sanitaire des filières animales, l'État, n'ayant pas la possibilité d'assurer à lui seul cette surveillance, se repose donc sur d'autres acteurs : professionnels de santé (les vétérinaires) et professionnels de la filière à travers leurs organisations (GDS ou d'autres types de structures). Il importe donc que les acteurs de chacune des filières animales participent, organisent et mettent en œuvre des mesures contre les maladies animales non réglementées les concernant. L'idée d'une vision commune autour d'un type de surveillance et des zones

3.2.4 Development of tools for managing the beekeeping sector

Increasing the number of random health visits

It would be appropriate to **increase the number of random health visits** (which has, nevertheless, already doubled over five years, see Table 10), organised by each DDSV. **These visits should be standardised**, and recorded on common software which itself would be managed by a resource person. Input to the database will be possible at several levels (public and specialist), with or without the ability for this database to evolve. Apart from improving recording of notifiable bee diseases, the health visits would help to **ensure compliance with current regulations** for the beekeeping sector and veterinary pharmaceuticals.

Development of IT software to manage bee data

Management of the beekeeping sector (number of hives, stock movements, diseases, etc.) requires specific IT software which can be used by animal health managers.

Creation of a good beekeeping practice guide

It would be worthwhile producing a good farming practice guide for beekeepers similar to what is seen in many other animal production sectors.

3.2.5 Active participation by beekeeping health organisations in managing the sector

The purpose of the State is not to resolve all the health difficulties of the French animal sectors. The State's priority activities are the most serious diseases and it is the responsibility of each sector to organise itself to combat other diseases which it considers to be worrying.

In terms of animal sector health surveillance, as the State is not able to provide this surveillance on its own, it therefore relies on other stakeholders: health professionals (veterinary practitioners) and sector professionals through their organisations (bee health protection groups [GDSA] or other types of structures). It is therefore important that stakeholders from each of the animal sectors take part, organise and apply measures against non-regulated animal diseases which concern them. A common vision around a type of surveillance and areas to be targeted for the surveillance is needed in order to produce meaningful results.

à cibler pour cette surveillance est nécessaire pour l'obtention de résultats probants.

Dans le cadre de la filière apicole, l'action de l'État se limite à la lutte contre les maladies réputées contagieuses (nosémose et loque américaine), les mesures de police sanitaire qui leur sont applicables ne pouvant être engagées que lorsqu'elles sont portées à la connaissance du DDSV (déclaration). En ce sens, on peut regretter le manque d'importance attribué à la participation des groupements sanitaires apicoles agréés (GDSA, ASAD, etc.) aux opérations de lutte contre ces maladies, ne serait-ce que pour augmenter l'adhésion des apiculteurs aux opérations de dépistage et d'assainissement. Il serait d'ailleurs souhaitable **de pouvoir déléguer des actions sanitaires à ces organisations**, comme cela se fait dans certains départements, où le GDS apicole est chargé de l'ensemble ou d'une partie du suivi sanitaire apicole. Cela pourrait se traduire par l'établissement d'une convention DDSV-GDS et par l'octroi de subventions.

Le GDS apicole pourrait gérer, le cas échéant, les déclarations annuelles de ruches et d'autres points spécifiques en accord avec le DDSV.

Des maladies très répandues comme la varroase pourraient justifier, en outre, **une action collective (à caractère facultatif à sa mise en place) gérée avec l'aide de l'État par les groupements sanitaires apicoles, marquée par un engagement ferme des apiculteurs y adhérant, et répondant à un plan d'action départemental, régional ou national.**

3.2.6 Réglementation de la filière apicole

3.2.6.1 Contrôle du respect de la réglementation en vigueur (MARC/pharmacie vétérinaire)

Actuellement, il semble que le non-respect de la législation apicole n'appelle pas systématiquement de conséquences administratives (cas de non-déclaration des MARC, utilisation de médicaments non homologués...).

Il est donc souhaitable que des mesures soient prises dans le but de veiller au respect de la législation. Les acteurs de la filière pourraient au préalable faire l'objet d'une campagne de sensibilisation.

Ainsi les peines prévues par la réglementation devraient-elles s'appliquer en cas de non-respect de celle-ci.

*In the beekeeping sector the activities of the State are limited to combating notifiable bee diseases (nosemosis and American foulbrood) and the animal health measures which apply to these can only be undertaken when they are brought to the knowledge of the DDSV (declarations). In this context the lack of importance attributed to participation of accredited bee health groups (GDSA, etc.) in the operations to combat these diseases is regrettable, even if it were only to increase beekeepers' uptake of screening and eradication procedures. It would also be desirable **to be able to delegate health activities to these organisations** as is done in some départements in which the GDSA is responsible for all or part of bee health monitoring. This could be achieved through the establishment of a DDSV-GDSA agreement and by awarding grants*

The GDSA could, where applicable, manage the annual declarations from apiaries and other specific points in conjunction with the DDSV.

*Very widespread diseases such as varroasis could in addition justify **collective activity (optional to set up) managed with the assistance of the State by the bee health groups with firm commitment from their member beekeepers and following a département, regional or national action plan.***

3.2.6 Regulation of the beekeeping sector

3.2.6.1 Control of compliance with current regulations (notifiable animal diseases/veterinary pharmaceuticals)

It appears at present that failure to comply with the beekeeping legislation does not systematically lead to administrative consequences (non-declaration of notifiable diseases, use of non-approved medicinal products, etc.).

It is therefore desirable that measures be taken in order to ensure compliance with the legislation. Workers in the sector could initially be targeted by an awareness campaign.

The penalties stipulated in the regulations should therefore apply if the latter are not observed.

3.2.6.2 Registre d'élevage

Comme pour tout élevage, il est primordial que les apiculteurs français recensent les actions conduites sur leurs cheptels. Ce suivi est parfois négligé alors que la réglementation sanitaire le prévoit.

3.2.6.3 Déclaration annuelle du nombre de ruches par rucher

La déclaration annuelle obligatoire du nombre de ruches par rucher, supprimée par l'arrêté du 1^{er} juin 2006, devrait être réhabilitée, à des fins exclusivement sanitaires.

3.2.6.4 Importations

Les importations d'essaims et de reines doivent être maîtrisées. Cependant, la promulgation de l'arrêté du 11 avril 2008 abrogeant celui du 14 avril 2003 qui interdisait les importations d'abeilles, de ruches, de lot de reines, etc. n'en permettra pas un contrôle sanitaire correct. Cet arrêté pourrait faire l'objet de discussions avec les structures concernées. **Si la réglementation en vigueur était correctement appliquée**, la traçabilité des importations des reines devrait permettre le contrôle d'importations concomitantes de nouveaux pathogènes (*T. clareae*, par exemple), ainsi qu'une maîtrise du patrimoine génétique des reines en France, laissée actuellement à l'appréciation des acteurs de la filière.

3.2.6.5 Agents des MARC

Il est souhaitable que *N. ceranae* soit reconnu au sein des agents des MARC, au même titre que *N. apis*, compte tenu de sa présence reconnue, et parfois de sa mise en cause dans certains cas de surmortalité de colonies d'abeilles françaises (il en a notamment été fait état dans le Jura).

3.2.6.6 Simplification de l'application de la loi sur la pharmacie vétérinaire

Un plan sanitaire d'élevage **simplifié et national** devrait être mis en place. Actuellement, le PSE est attribué aux GDS par les commissions régionales, pour une durée de cinq ans. Bien qu'un règlement national définisse les modalités de mise en place de cette structure, des variations d'interprétation de ce règlement existent entre les différentes commissions. En outre, se pose la question de l'application stricte de ce PSE à l'apiculture, en particulier les visites des élevages à réaliser en cinq ans. Il serait utile de définir l'intérêt exact de ces visites et les modalités de leur réalisation.

3.2.6.2 Beekeeping register

As for any farming, it is essential that French beekeepers list the activities conducted on their stock. This monitoring was occasionally omitted although is stipulated in the health regulations.

3.2.6.3 Annual declaration of number of hives per apiary

The mandatory annual declaration of the number of hives per apiary, rescinded by the decree of 1st June 2006, should be reinstated, exclusively for health purposes.

3.2.6.4 Importation

*Importation of swarms and queen bees must be controlled. However, application of the decree of 11 April 2008, repealing the decree of 14 April 2003 which prohibited importation of bees, hives, groups of queen bees, etc. will not enable correct health control. This decree could be discussed with the structures concerned. **If the current regulations were correctly applied**, traceability of queen imports should allow monitoring of the concomitant importation of new pathogens (for example *T. clareae*.) and control of the genetic heritage of queen bees in France, which is currently left to the sector workers to assess.*

3.2.6.5 Agents of notifiable animal diseases

*It is desirable for *N. ceranae* to be recognised within the notifiable disease agents in the same way as *N. apis*, in view of its recognised presence and occasional involvement in some cases of French bee colony excess mortality (this is particularly the case in the Jura).*

3.2.6.6 Simplification of application of the law on veterinary pharmaceuticals

*A **simplified national** farming health plan (PSE) should be established. This is currently granted to the health protection groups by regional commissions for a period of five years. Although a national regulation defines the methods for setting up this structure, variations in interpretation of the regulation exist between the different commissions. In addition, the question arises as to the strict application of this PSE to beekeeping, particularly the apiary visits to be performed over five years. It would be useful to define the precise merit of these visits and methods by which they are conducted.*

3.2.6.7 Mise en place d'un contrôle sanitaire officiel et facultatif des élevages apicoles

Le principe de la mise en place d'un contrôle sanitaire officiel et facultatif des élevages apicoles pourrait être un moyen efficace de promouvoir les élevages professionnels apicoles les plus performants. Un tel système, associé à l'obligation du respect d'un guide des bonnes pratiques d'élevage apicole élaboré avec les acteurs de la filière, permettrait de favoriser sur le plan commercial les élevages de bon niveau sanitaire et de valoriser la filière apicole.

3.3 Relations filière agricole/filière apicole

Bien que la mission confiée au groupe de travail ne concerne pas de façon directe la pollinisation et l'importance économique de cette action, il n'est pas inutile de rappeler que les conséquences de cette surmortalité sur le monde végétal sont majeures.

3.3.1 Complémentarité entre le secteur agricole et le secteur apicole

Il a essentiellement été fait état dans ce rapport, des productions apicoles liées à la production de miel par les abeilles. Mais les abeilles, « domestiques » ou sauvages, vivant en solitaires ou en colonies plus ou moins peuplées, représentent aussi des acteurs majeurs de la pollinisation. Ce phénomène, essentiel à la reproduction de nombreux végétaux, assure le transport du pollen des anthères, organes mâles des fleurs, aux stigmates, organes floraux femelles. La pollinisation est assurée à plus de 80 % par divers insectes ; mais les abeilles y jouent un rôle prépondérant. La comparaison des fréquences relatives de visites des fleurs de différentes plantes par les insectes met en évidence le rôle essentiel joué par l'abeille domestique, qui assure à elle seule les trois quarts des visites de certaines cultures (Ravazzi, 2003).

Ainsi, les abeilles interviennent-elles dans la pollinisation de grands groupes de plantes entomophiles, dont la liste suivante n'est pas exhaustive: rosacées fruitières (abricotier...), cucurbitacées (melon...), solanées (tomate...), cultures oléagineuses et protéagineuses (féverole...), de nombreux légumes, sans oublier le rôle important qu'elles jouent dans le renouvellement du tapis végétal spontané dont la survie n'est assurée que par leur butinage.

3.2.6.7 Establishing an official optional health control for apiaries

The principle of establishing an official optional health control for apiaries could be an effective way of promoting the highest quality professional apiaries. This type of system combined with the obligation to comply with a good beekeeping practice guide produced with people in the sector would help to commercially promote apiaries offering a high level of health and add value to the beekeeping sector.

3.3 Farming sector/beekeeping sector relationships

Although the task given to the working group did not directly involve pollination and its economic importance, it is useful to recall that the consequences of this excess bee mortality on the plant world are considerable.

3.3.1 Complementarity between the farming and beekeeping sectors

This report mostly describes the production resulting from the honey production by bees. But "honey" or wild bees living either alone or in colonies of variable size are also major contributors to pollination. This phenomenon, which is essential for the reproduction of many plants, ensures the transport of pollen from the anthers, the male organs of flowers to the stigmata, the female flower organs. Various insects carry out more than 80% of pollination, although amongst these bees play a predominant role. A comparison of the relative frequencies of insect visits to flowers of different plants reveals the key role played by the honey bee, which alone carries out three quarters of visits for some crops (Ravazzi, 2003).

Bees are therefore involved in pollinating large groups of entomophilic plants, including the following, non-exhaustive list: fruit-bearing rosaciae (apricot tree, etc.), cucurbitaciae (melons, etc.) solaniae, (tomato, etc.), oil and protein-bearing plants (field-bean), many vegetables and not forgetting the important role they play in renewing the spontaneous plant ground cover, the survival of which is only ensured by their pollen and nectar gathering.

Une importante diminution de cette activité peut ainsi avoir des conséquences désastreuses sur les productions végétales : plus de 70 % des 124 types de culture les plus importantes au niveau mondial, dont la quasi-totalité des arbres fruitiers, bénéficieraient de l'activité pollinisatrice des abeilles sauvages ou domestiques.

Le bénéfice financier de la pollinisation est certes difficile à établir. Au plan mondial, on l'a globalement estimé à 117 milliards de dollars par an (Costanza *et al.*, 1997). Au niveau mondial toujours, l'impact global des pollinisateurs est estimé à environ 10 % du chiffre d'affaires du secteur agricole (Vincent, 2007). En France, la pollinisation effectuée par les abeilles domestiques permettrait une augmentation des productions agricoles estimée à trois milliards de francs en 1982 soit 457 000 000 euros. Ainsi, la pollinisation joue-t-elle un rôle économique capital. La plus-value apportée à l'agriculture représente quinze à vingt fois la valeur estimée des produits de la ruche (INRA, 2005, 2006, 2007). Comme cela a été souligné dans les conclusions publiées le 17 janvier 2007 par le groupe de travail de l'Académie d'Agriculture de France sur « *Abeilles et pollinisation* », le phénomène d'affaiblissement des populations d'abeilles a donc potentiellement des conséquences économiques néfastes pour l'agriculture, allant bien au-delà des pertes infligées aux productions apicoles. Au plan écologique, cela se traduit également par un appauvrissement de la diversité biologique. **On comprend ainsi la complémentarité de l'apiculture et de l'agriculture, qui ne peuvent survivre sans coopérer, et la nécessité pour les acteurs de ces deux filières d'organiser en commun les conditions les plus favorables à la protection de la santé et du bien-être des abeilles dans un souci d'intérêt mutuel bien compris. Cette coopération pourrait voir le jour au sein d'un Institut technique apicole** (Académie d'Agriculture de France, 2005, 2006, 2007).

A large reduction in this activity can therefore have disastrous consequences on plant production: more than 70% of the 124 most important types of crop worldwide, including almost all fruit trees, are believed to benefit from the pollinating activities of wild or honey bees.

*The financial benefits of pollination are certainly difficult to determine. Worldwide, it has been estimated to be worth 117 billion dollars per year (Costanza et al., 1997). Again, worldwide, the global impact of pollinators is estimated to be approximately 10% of the farming sector turnover (Vincent, 2007). Pollination by honey bees in France is believed to have increased farming production by an estimated three billion francs in 1982, i.e. 457,000,000 Euros. Pollination therefore plays a key economic role. The added value to agriculture represents fifteen to twenty times the estimated value of the hive products (INRA, 2005, 2006, 2007). As highlighted in the conclusions published on 17 January 2007 by the working group of the French Academy for Agriculture on "Bees and pollination", the phenomenon of bee population weakening therefore has potentially harmful economic consequences on agriculture going well beyond the losses to bee products. Ecologically this also results in a decrease in biological diversity. **We can therefore see the complementarity between beekeeping and agriculture which cannot survive without cooperation and the need for stakeholders in both sectors to jointly organise the most beneficial conditions for protecting the health and welfare of bees with clearly understood mutual concerns at heart. This cooperation could be born from a technical beekeeping institute** (French Academy for Agriculture, 2005, 2006, 2007).*

3.3.2 L'institut technique apicole

La création d'un institut technique apicole (cf. 3.2.1 « *Création d'un institut technique apicole* ») permettrait de réunir et de favoriser les échanges, non seulement entre apiculteurs et agriculteurs, mais aussi avec :

- des scientifiques (pathologistes, toxicologues, entomologistes, etc.);
- des représentants de firmes phytosanitaires et pharmaceutiques pour les impliquer :
 - dans la recherche de nouveaux produits à la fois mieux adaptés à la protection des végétaux et moins nocifs pour les abeilles. Des substances actives contre les diverses agressions parasitaires, bactériennes et virales à l'encontre des abeilles pourraient également être développées,
 - dans la recherche de nouveaux tests plus ciblés en termes de toxicologie;
- des représentants de l'État pour arbitrer, impulser l'allègement de certaines procédures (AMM) et rechercher des ressources.

L'institut technique apicole devrait définir les pistes de progrès dans tous les domaines défaillants ; il devrait établir une hiérarchie et obtenir les moyens permettant une progression satisfaisante de ces propositions. Ces missions pourraient être confiées à un comité de pilotage indépendant.

3.3.3 Recommandations

Les recommandations faites ci-après ne concernent que les solutions préconisées dans le but de favoriser la pollinisation, puisque les propositions visant les aspects sanitaires et administratifs de la filière ont été faites par ailleurs. La plupart de ces propositions ont déjà été suggérées par l'Académie d'Agriculture de France dans sa synthèse des travaux récents sur la question de la pollinisation (Académie d'Agriculture de France, 2005, 2006, 2007).

Ces mesures (dont la liste figurant ci-après n'est pas exhaustive) sont destinées à **fournir aux pollinisateurs des sources continues de ressources mellifères et pollinifères afin d'éviter l'alternance de périodes d'abondance et de carence de ces ressources :**

- mise en œuvre **d'une politique de jachères florales**, avec une végétation choisie pour ses caractères mellifères et pollinifères, formée **d'espèces à floraison répartie sur l'année**. Un groupe de travail pourrait être constitué dans ce but, comprenant des professionnels apicoles et des spécialistes des insectes

3.3.2 The technical beekeeping institute

The creation of a technical beekeeping institute (see 3.2.1 "Creation of a technical beekeeping institute") would help to bring together and promote exchange not only between beekeepers and farmers but also with:

- *scientists (pathologists, toxicologists, entomologists, etc.) in;*
- *representatives of plant protection and pharmaceutical firms to involve them in:*
 - *research into new products which are both better suited for protecting plants and less harmful for bees. Active substances against the various parasitic, bacterial and viral bee aggressors could also be developed,*
 - *research into new, more targeted toxicology tests;*
- *State representatives to arbitrate, initiate the simplification of some procedures (MA) and look for resources.*

The technical beekeeping institute would need to define areas for progress in all failing areas: it should establish a hierarchy and obtain resources allowing these proposals to advance satisfactorily. These tasks could be given to an independent steering committee.

3.3.3 Recommendations

The recommendations below only concern recommended solutions designed to promote pollination, as proposals relating to health and administrative aspects of the sector are dealt with elsewhere. Most of these proposals have already been suggested by the French Academy of Agriculture in its review of recent work on pollination (French Academy for Agriculture, 2005, 2006, 2007).

*These measures (the list of which shown below is not exhaustive) are intended **to provide pollinators with continuous sources of nectar -and pollen-producing resources in order to avoid alternating periods of abundance or shortage of these resources:***

- *implement a policy of **wild flower fallow land** with vegetation chosen for its nectar- and pollen-producing features, **formed from species flowering at different times throughout the year**. A working group could be set up for this purpose involving beekeeping professionals and pollinating insect specialists to propose lists of plants and compositions of mixtures;*

- pollinisateurs afin de proposer des listes de plantes et des compositions de mélanges ;
- élargir la liste des couverts autorisés comme couverture hivernale des sols à des espèces pouvant fournir des ressources tardives ;
- inciter à la **diversité des assolements**, particulièrement en favorisant l'implantation de légumineuses ;
- aménager les **conditions de gestion des surfaces en couvert environnemental (bandes enherbées) et de la jachère** pour les rendre plus favorables aux pollinisateurs ;
- **prévenir la destruction des éléments fixes du paysage** (haies, talus, espaces enherbés le long des rivières) ; en parallèle, promouvoir l'implantation de haies formées d'espèces indigènes favorables aux pollinisateurs ;
- **prévenir la fauche précoce**, avant la floraison, des prairies naturelles ;
- limiter le fauchage des bernes de routes ; limiter le fauchage des parcs et jardins à deux fois par an ;
- **limiter le broyage ;**
- **viser une application stricte, dans le temps et dans l'espace, de la réglementation pour tous les traitements phytopharmaceutiques (herbicides, fongicides, insecticides, etc.).**

3.4 Recherche appliquée

Les suggestions de recherche appliquée portent sur :

- la lutte contre les agents pathogènes chimiques et biologiques ;
- la zootechnie apicole ;
- l'étiologie multifactorielle de la mortalité des colonies d'abeilles.

3.4.1 Lutte contre les agents pathogènes (chimiques et biologiques) des abeilles domestiques

La lutte contre ces agents pathogènes comprend deux volets :

- pour les agents connus et identifiables, une amélioration de la lutte sur le terrain ;
- pour les agents dont l'identification est encore délicate à objectiver, une amélioration des moyens diagnostiques.

- *extend the list of permitted cover such as winter coverage of ground with species which can provide late sources;*
- *encourage **diversification of rotation cropping**, particularly encouraging planting of leguminous vegetables;*
- *modify the **management conditions for environmental coverage areas (grassed field edges) and fallow land** to make these more attractive to pollinators;*
- *prevent the **destruction of fixed countryside features** (hedges, embankments, grass river banks); and at the same time promote the planting of hedges made up of indigenous species beneficial to pollinators;*
- *prevent **early mowing of meadows before flowering**;*
- *limit mowing of roadsides; limit mowing of parks and gardens to twice annually;*
- *limit **shredding**;*
- *organise **strict application of the regulations for all plant protection treatments (herbicides, fungicides, insecticides, etc.) over time and space.***

3.4 Applied research

The applied research suggestions relate to:

- *combating pathogenic biological and toxic chemical agents;*
- *bee breeding;*
- *multifactorial aetiology of bee colony mortality.*

3.4.1 Combating pathogenic agents (chemical and biological) in honey bees

Two approaches are involved in combating these pathogenic agents:

- *improved work in the field for known identifiable agents;*
- *improved diagnostic methods for agents which are still difficult to identify and demonstrate.*

3.4.1.1 Amélioration des diagnostics des maladies

Afin de mieux combattre les agents pathogènes biologiques, il convient de mieux les reconnaître.

Il est indispensable :

- de disposer de **descriptifs standardisés de tableaux cliniques** des maladies pour des cas symptomatiques ;
- de développer des diagnostics de laboratoire permettant de **détecter et d'identifier** les principaux agents pathogènes. Une quantification de ces derniers devrait, dans les cas l'exigeant, être rendue possible. Des outils simples, rapides et utilisables sur le terrain restent à imaginer. Pour faciliter les actions de terrain, parfois effectuées par des non spécialistes, il importe de développer des trousse diagnostiques (telles que la trousse « Vita » pour la loque américaine pour la nosérose (*N. apis* et *N. ceranae*) et la loque européenne. Parallèlement, on mettra en place les formations à l'utilisation correspondante ;
- de disposer de **seuils d'infestation** pour les maladies ne se développant qu'à partir d'une certaine quantité d'agents pathogènes présents dans la ruche, afin de permettre une bonne **interprétation** des résultats obtenus (maladie déclarée ou non). La possibilité de co-infections entre agents pathogènes et de potentialisation entre agents pathogènes et pesticides devra, en outre, être prise en compte.

3.4.1.2 Amélioration de la lutte sur le terrain

Médicaments

La prévalence des maladies et des parasites dans les ruchers français témoigne du besoin en nouveaux médicaments pour la filière apicole (seulement trois traitements bénéficiant d'une AMM, à l'heure actuelle, pour la filière apicole, cf. chapitre 2.4.2 « *La pharmacie vétérinaire du secteur apicole* »). Il est indispensable de conduire des recherches sur l'identification et la mise sur le marché de nouveaux médicaments contre la varroase, la nosérose, l'ascosphérose, la loque américaine et la loque européenne.

Il faut en effet rappeler et souligner que la filière apicole ne dispose aujourd'hui **d'aucun traitement contre la nosérose, l'ascosphérose, la loque américaine et la loque européenne.**

3.4.1.1 Improvement in disease diagnosis

To better combat pathogenic biological agents they need to be better recognised.

It is essential:

- to have **standardised descriptions of clinical pictures** of diseases for symptomatic cases;
- to develop laboratory diagnoses allowing the main pathogenic agents **to be detected and identified**. Where applicable it should be possible to quantify these agents. Simple fast tools usable in the field are still to be designed. In order to facilitate field activities, occasionally carried out by non-specialists, it is important to develop diagnostic kits (such as the "Vita" kit for American foulbrood) for noseosis (*N. apis* and *N. ceranae*) and for European foulbrood. In parallel, training for their corresponding use should be introduced.
- to have **infestation limits** for diseases which only develop beyond a certain number of pathogenic agents present in the hive, in order to allow correct **interpretation** of the results obtained (notifiable disease or not). The possibility of co-infection with pathogenic agents and potentiation between pathogenic agents and pesticides will also need to be taken into account.

3.4.1.2 Improving prevention in the field

Medicinal products

The prevalence of diseases and parasites in French apiaries indicates a need for new medicinal products for the beekeeping sector (at present only three treatments currently have MA for the beekeeping sector, see chapter 2.4.2 "Veterinary pharmaceuticals in the beekeeping sector"). It is essential to conduct research on identifying and marketing new medicinal products against varroasis, noseosis, ascospherosis, American foulbrood and European foulbrood.

It must be remembered and stressed that the beekeeping sector currently has **no treatment against noseosis, ascospherosis, American foulbrood or European foulbrood.**

De nombreuses molécules acaricides existent et pourraient être utilisées dans la lutte contre *V. destructor* sous réserve qu'une firme pharmaceutique y porte un intérêt; une première analyse des molécules acaricides répertoriées dans la base de données AGRITOX a été réalisée par le groupe de travail et a permis d'identifier plusieurs molécules potentiellement utilisables. L'existence de plusieurs traitements permettrait, au minimum, une alternance des substances actives utilisées, limitant l'émergence de résistances du parasite.

De façon concomitante, des études portant sur les effets non intentionnels et délétères de ces molécules sur les colonies devraient être conduites (par exemple: le coumaphos, acaricide efficace contre *V. destructor*, mais ayant des répercussions à forte dose sur les reines) par la mise en place de suivis des résidus (pesticides et antibiotiques) dans les produits de la ruche et dans les larves.

Le développement de nouveaux médicaments et la lutte contre les mésusages vont de pair avec une meilleure diffusion d'informations visant l'amélioration de la maîtrise de la lutte médicalisée contre certaines maladies (cf. 3.2.5 « *Participation active des organisations sanitaires apicoles à la gestion de la filière* »).

Protection des colonies vis-à-vis du prédateur *Vespa velutina*

L'introduction d'un nouveau frelon prédateur (*V. velutina*) sur le territoire français devrait conduire rapidement à des projets de recherche visant, sinon à l'éradication de ce dernier, du moins à la limitation de l'extension de sa population sur le territoire national.

3.4.2 Recherche en zootechnie apicole

3.4.2.1 Évaluation de la population et de la santé des colonies

L'évaluation de la « force » de la colonie (population adulte, couvain, rapport entre ces deux entités, état général) est un critère qui est constamment utilisé lors d'enquêtes sur le terrain. Ce critère est cependant extrêmement difficile à quantifier. Un axe fondamental réside donc dans le **développement d'une grille d'évaluation de référence permettant d'apprécier la force d'une colonie selon une méthode standardisée**, à l'aune des méthodes d'évaluation de population qui existent déjà mais ne prennent pas encore en compte les critères tels que la saison, les conditions apicoles (contexte professionnel ou de loisir, types d'exploitation), etc.

*Many acaricides exist and could be used to combat *V. destructor*, provided that a pharmaceutical company takes an interest: an initial analysis of the acaricidal molecules listed in the AGRITOX database was conducted by the working group and identified several molecules which could potentially be used. As a minimum, the existence of several treatments would allow alternation between the active substances uses, limiting emergence of parasite resistance.*

*Concomitantly, studies on the unintended adverse effects of these molecules on the colonies should be conducted (for example, coumaphos, an effective acaricide for *V. destructor* but which has consequences at high dose on the queen bees) by setting up residue monitoring (pesticides and antibiotics) in hive products and larvae.*

The development of new medicinal products and combating misuse go hand in hand with improved distribution of information designed to improve the management of the medical treatment of some diseases (see 3.2.5 "Active participation of bee health organisations in managing the sector").

Protection of colonies from the predator *Vespa velutina*

*The introduction of a new predator hornet (*V. velutina*) into France should be responded to rapidly with research projects intended if not to eradicate the predator, then at least to limit the spread of its population nationally.*

3.4.2 Bee breeding research

3.4.2.1 Assessment of colony health and population

*Assessment of the colony "strength" (adult population, stock, ratio between these two groups, general state) is an indicator which is consistently used in field surveys. It is however an extremely difficult indicator to quantify. One fundamental approach therefore is **the development of a reference assessment grid allowing the strength of the colony to be determined using a standardised method**, based on the population assessment methods which already exist but do not yet take account of factors such as season, bee conditions (professional or amateur context, types of production), etc.*

3.4.2.2 Évaluation de la nutrition artificielle

L'usage de substances nutritives destinées aux colonies d'abeilles poursuit deux objectifs principaux :

- la survie des colonies aux conditions défavorables, via l'utilisation de sirops et de candis ;
- l'amélioration des performances des colonies (contribution à la résistance aux maladies via l'utilisation des substituts protéiques sous forme liquide ou pâteuse).

Ces substrats nutritionnels sont couramment administrés aux abeilles. Il est indispensable d'évaluer leur impact sur la santé des colonies.

3.4.3 Étiologie multifactorielle des affaiblissements, effondrements et mortalité des colonies d'abeilles

Afin d'apprécier l'intervention de différents facteurs dans les affaiblissements, effondrements et mortalité des colonies d'abeilles, une connaissance de l'exposition aux différents facteurs et de leur impact est nécessaire.

3.4.3.1 Évaluation de l'exposition des colonies aux pesticides

De manière générale, les colonies d'abeilles sont exposées aux produits phytopharmaceutiques à de faibles ou très faibles doses de façon chronique.

Dans ce contexte, il paraît difficile d'estimer, de façon fiable, l'exposition des abeilles aux résidus de pesticides par l'examen des matrices apicoles, du fait de leur renouvellement naturel (durée de vie limitée des abeilles, consommation du miel et du pollen). Le développement d'un « *capteur de résidus de pesticides ou marqueur d'exposition* », correspondant à un système permettant de fixer les pesticides auxquels sont exposées les colonies et qui servirait de traceur, placé au sein des ruchers, ou au sein des colonies, permettrait la traçabilité de l'exposition des colonies aux pesticides.

Par ailleurs, il convient de rappeler que les équipes de chercheurs doivent continuer à mettre en œuvre leurs efforts visant l'identification d'un maximum de molécules actives dans les échantillons à analyser dans le cadre d'une recherche de résidus toxiques.

3.4.2.2 Assessment of artificial nutrition

The use of nutrients for bee colonies has two main objectives:

- *colony survival in adverse conditions via the use of syrups and sugars;*
- *improved colony performance (contributing to disease resistance through the use of liquid or paste protein substitutes).*

These nutritional substitutes are widely given to bees and it is essential that their impact on colony health be assessed.

3.4.3 Multifactorial aetiology of bee colony weakening, collapse and mortality

In order to assess the involvement of different factors in bee colony weakening, collapse and mortality, knowledge of exposure to different factors and the impact of these factors is needed.

3.4.3.1 Assessment of colony exposure to pesticides

In general, bee colonies are chronically exposed to low or very low doses of plant protection substances.

It would appear difficult in this context to reliably estimate bee exposure to pesticide residues by examining bee products because of their natural renewal (limited lifespan of bees, consumption of honey and pollen). The development of a "pesticide residue sensor or exposure marker" consisting of a system which can bind to pesticides to which colonies are exposed and be used as a tracer put inside the apiaries or in colonies would make traceability of colony exposure to pesticides possible.

It should also be noted that research groups must continue their efforts to identify a maximum number of active molecules in test samples when testing for toxic residues.

3.4.3.2 Évaluation de l'impact des pesticides et agents pathogènes

Dans un souci de surveillance et de détermination des causes d'affaiblissement et de mortalité des colonies d'abeilles, il est indispensable de compléter les connaissances relatives à l'influence sur la « santé » des abeilles de l'exposition aux agents infectieux et aux produits phytopharmaceutiques, individuellement et de façon conjointe, par des **méthodes standardisées**.

De nombreuses questions restent posées quant à la pathogénicité de certains d'entre eux et à leur rôle dans la mortalité et l'affaiblissement des colonies.

Concernant les agents chimiques, la donnée la mieux connue est la DL₅₀ qui mesure la toxicité aiguë. Cependant, il est nécessaire d'étudier les données relatives à la toxicité chronique. Des recherches devraient être entreprises en vue d'identifier d'éventuels effets sub-létaux des substances chimiques sur les colonies. Enfin, il faut noter que les molécules employées pour le traitement des plantes évoluent régulièrement. Par conséquent, la recherche doit s'adapter et produire de nouveaux tests diagnostiques pour les produits apparaissant sur le marché.

Par ailleurs, la complexité des tableaux « sanitaires » examinés sur le terrain pose la question des effets conjugués des expositions chroniques à des pesticides en présence d'infections « latentes », récurrentes, par différents agents pathogènes pouvant se potentialiser entre eux. De tels effets doivent donc être évalués afin de déterminer leurs possibles implications dans les affaiblissements, effondrements et mortalité de colonies d'abeilles.

Sur l'abeille

Il est difficile d'étudier l'impact d'agents infectieux ou chimiques sur « l'individu abeille ». En effet, pour une abeille, les mesures possibles visant l'estimation de la santé sont peu nombreuses : absence de suivi de température, de titrage en anticorps, de bilan sanguin ou de suivi du poids, etc.

Lors d'études en conditions expérimentales (abeilles en cagettes ou nucléi⁽⁴³⁾), les données enregistrées correspondent au nombre d'abeilles mortes par jour, aux taux d'infestation par les agents pathogènes ou à la dose de molécule administrée. Ces éléments ne sont pas extrapolables à une colonie dans son milieu de vie naturel. Or, à ce jour, l'hypothèse d'un impact des pesticides est faite sur des colonies d'abeilles

(43) Nucléi : petits essaims (entre 500 et 1 000 abeilles) utilisés pour les tests expérimentaux.

3.4.3.2 Assessment of the impact of pesticides and pathogens

*For the purposes of surveillance and determining the causes of bee colony weakening and mortality it is essential to supplement knowledge about the impact of exposure to infectious agents and plant protection substances either individually or concomitantly on bee "health", using **standardised methods**. Many questions remain as to the pathogenicity of some of these agents and their role in colony weakening and mortality.*

For the chemical agents, the best known finding is the LD₅₀ which measures acute toxicity. Chronic toxicity data however need to be studied. Research should be conducted in order to identify possible sub-lethal effects of chemicals on the colonies. Finally, it should be noted that the molecules used to treat plants change regularly. As a result, research must adapt and produce new diagnostic tests for substances appearing on the market.

In addition, the complexity of "health" pictures examined in the field raises the question of the concomitant effects of chronic pesticide exposure in the presence of recurrent "latent" infections with different pathogenic agents, which may potentiate each other. These effects must be assessed in order to establish their possible impact on bee colony weakening, collapse and mortality.

On the bee

It is difficult to study the impact of infectious or chemical agents on the "individual" bee. There are few measures available to estimate the health of a bee: inability to monitor temperature, antibodies, blood profile or weight, etc.

The findings recorded in experimental studies (bees in small cages or nucléi⁽⁴³⁾), are the number of bees which die per day, infestation rates with pathogens or the dose of molecule administered. These findings cannot be extrapolated to a colony in its natural living environment. To date, the hypothesis of pesticide impact is based on bee colonies (and not individual bees) exposed to very low doses of pesticides under natural conditions. Behavioural tests can be used (for example, the proboscis extension test). These tests, however, do not allow a conclusion to be drawn under field conditions as in a natural environment the colonies develop compensatory responses which cancel out the behavioural effects. Similarly, dissecting insects and testing anatomo-pathological consequences does not always provide a conclusive answer.

(43) Nuclei: small swarms (between 500 and 1,000 bees) used for experimental tests

(et non des individus) soumises, en conditions naturelles, à de très faibles doses de pesticides. Il est possible d'utiliser des tests comportementaux (par exemple, le test d'extension du proboscis). Cependant, ces derniers ne permettent pas de conclure en conditions de terrain, les colonies développant en milieu naturel des phénomènes compensatoires annihilant ces effets comportementaux. De même, la dissection des insectes et la recherche de conséquences anatomo-pathologiques n'apportent pas toujours de réponse concluante.

Sur la colonie

La seconde difficulté à laquelle se trouvent confrontés les chercheurs dans l'étude des effets des infections par des agents pathogènes et/ou par des intoxications aux pesticides est d'extrapoler les résultats obtenus au niveau de l'individu abeille à l'entité qu'est la ruche.

Dans ce cadre, des études sous tunnels ou en plein champ sur colonies devraient être conduites et des outils de mesures adaptés à l'évaluation de leur santé, développés.

3.4.3.3 Évaluation des ressources nutritives naturelles disponibles

L'apport nutritionnel des grandes cultures (notamment, tournesol et colza), et plus particulièrement la production quantitative et qualitative de pollen de ces dernières, n'est pas connu. Il serait intéressant de créer des tests permettant l'obtention rapide et simple de ces informations. Une réflexion conjointe entre les organismes concernés devrait être menée, de façon à standardiser ces tests, et à les incorporer, le cas échéant de façon systématique, dans le cahier des charges des sélections variétales (par exemple, étude des caractéristiques des nouvelles variétés de tournesol en termes de bénéfiques pour l'abeille).

3.4.3.4 Marqueurs de « stress »

L'étude des synergies entre les différents *stress* constitue un volet complémentaire de la surveillance.

Il serait nécessaire de poursuivre les études sur les indicateurs biologiques inhérents aux colonies, d'une part, et aux abeilles, d'autre part :

- les bio-marqueurs indicateurs, à l'échelle de la colonie, devraient permettre de mieux connaître l'impact des effets sublétaux des *stress*, sur l'ensemble de la population, en conditions de terrain ;
- à l'échelle de l'individu, ces marqueurs donneraient des informations sur l'exposition aux *stress*, avant que ne survienne une mortalité des abeilles.

On the colony

The second difficulty faced by researchers in studying the effect of infections with pathogenic agents and/or pesticide poisoning is extrapolating results obtained from the individual bee to the hive.

In this context, studies on colonies under tunnels or in the open field should be conducted and suitable measurement tools to assess their health developed.

3.4.3.3 Assessment of naturally available nutritional resources

The nutritional intake from major crops (particularly sunflower and rape seed), and more specifically the quantitative and qualitative production of pollen from these crops is not known. It would be worth creating tests allowing this information to be obtained quickly and easily. Joint work should be conducted between the bodies concerned in order to standardise these tests, and where appropriate incorporate them systematically in the specifications for variety selection (for example, studying the features of new sunflower varieties in terms of their benefits to bees).

3.4.3.4 “Stress” markers

An additional aspect of monitoring is studying synergies between different stresses.

Studies need to be continued on biological indicators inherent to the colonies on the one hand and to the bees on another:

- *biomarker indicators at a colony level should help to better understand the impact of sub-lethal effects of stresses on the entire population under field conditions;*
- *at an individual level these markers would provide information about exposure to stresses before bees die.*

Studies on the behavioural, biochemical and genomic aspects of these markers are already going on although these are patchy and not coordinated. In practice this makes them difficult or impossible to use. More efforts are needed towards an ordered development, producing effective results. Attention should also be paid to their ecological relevance.

L'étude de tels marqueurs, sur le plan comportemental, biochimique et génomique, existe déjà, mais reste parcellaire et non concertée. En pratique, ceci les rend peu utilisables, voire pas du tout. Davantage d'efforts seraient nécessaires pour un développement ordonné qui conduirait à des résultats efficaces. Une attention devrait être également portée à leur pertinence sur le plan écologique.

3.4.3.5 Modélisation mathématique des effets

Les scientifiques s'accordent sur le fait que la mortalité des colonies d'abeilles et en particulier des effondrements de colonies (CCD) est/sont d'origine multifactorielle (Le Conte et Ellis, 2008). La connaissance des différents facteurs progresse rapidement depuis le constat de cette surmortalité. C'est pourquoi les méthodes de modélisation mathématique peuvent être particulièrement pertinentes pour quantifier l'effet de chacun de ces facteurs et prédire l'évolution du développement optimal des colonies d'abeilles dans l'environnement des différents *stress* connus.

3.4.4 Financement des projets de recherche

Il existe divers programmes de financement sur lesquels les équipes de recherche peuvent élargir (ANR⁽⁴⁴⁾, PCRD⁽⁴⁵⁾) ; cependant, ces outils budgétaires favorisent les recherches de type fondamental et il serait souhaitable de développer un volet consacré à la recherche finalisée en apidologie.

Des financements pour la recherche appliquée existent déjà mais sont actuellement dépendants de décisions de la filière apicole.

Par exemple, l'attribution des fonds européens d'orientation et de garantie agricole (FEOGA) s'effectue en deux temps :

- dans un premier temps, un comité scientifique, comportant des membres des organisations apicoles, hiérarchise les projets de recherche qui bénéficieront de ces fonds. Ce comité devrait être composé de personnes compétentes présentant des garanties en matière d'absence de conflits d'intérêt ;
- dans un second temps, les représentants de ces mêmes organisations apicoles, valident ou non l'attribution des financements prévue par le comité scientifique.

3.4.3.5 Mathematical modelling of effects

Scientists agree that bee colony mortality and in particular colony collapse disorder (CCD) is/are multifactorial in origin (Le Conte and Ellis, 2008). Knowledge of the different factors has been advancing rapidly since the excess mortality was identified. For this reason, mathematical modelling methods may be particularly relevant to quantify the effect of each of these factors and predict the change in the optimal development of bee colonies in the environment of the different known stresses.

3.4.4 Funding research projects

Various funding programmes exist on which research teams can draw (ANR⁽⁴⁴⁾, FP⁽⁴⁵⁾); although these budgetary instruments promote fundamental research and it would be desirable to develop an approach dedicated to apidology outcome research.

Funding already exists for applied research although is currently dependent on decisions from the beekeeping sector.

For example, the European Agricultural Guidance and Guarantee Funds (EAGGF) are allocated in two stages:

- *initially, a scientific committee made up of members of the beekeeping organisations ranks the research projects which will receive these funds. This committee should be formed from competent individuals who provide guarantees that they have no conflict of interest;*
- *secondly, representatives of the same beekeeping organisation confirm the allocation or refusal of the funding proposed by the scientific committee.*

(44) Agence nationale de la recherche.

(45) Programme cadre de recherche et de développement européen.

(44) French national research agency.

(45) European Framework Programme for Research and Technological Development.

Récapitulatif des principales recommandations

Summary of main recommendations

Il est rappelé que la partie III de ce rapport, consacrée aux recommandations, n'a pas fait l'objet d'une hiérarchisation des propositions qu'elle rassemble.

Épidémiosurveillance des maladies des abeilles

- Création d'un **réseau d'épidémiosurveillance** dont la gestion serait assurée par une unité centrale.

Organisation de la filière apicole française

- Création d'un institut technique apicole regroupant une interprofession du miel visant la mise en place de plans d'actions prophylactiques et la création de nouveaux outils destinés aux exploitants apicoles, favorisant le dialogue entre différents acteurs (notamment agriculteurs/apiculteurs ou industriels pharmaceutiques/apiculteurs);

Réglementation de la filière

- Remise en vigueur de la déclaration annuelle du nombre de ruches dans un but strictement sanitaire par les exploitants apicoles;
- Mise en œuvre de mesures coercitives en cas de non-respect de la réglementation en vigueur.

Amélioration et conservation de l'activité de pollinisation

- Diverses mesures sont explicitées dans le chapitre 3.3.3.

Recherche appliquée

Divers points, présentés dans le chapitre 3.4, s'appliquent à :

- la lutte contre les agents pathogènes biologiques de l'abeille domestique;
- la zootechnie en apiculture;
- l'étiologie multifactorielle des troubles constatés dans les colonies d'abeilles.

Reminder: the proposals in part 3 of this report dedicated to recommendations have not been ranked.

Epidemiological monitoring of bee diseases

- *creation of an **epidemiological monitoring network** administered by a central unit.*

Organisation of the French beekeeping sector

- *Creation of a technical beekeeping institute bringing together inter-professional honey sector workers intended to establish prophylactic action plans and to create new tools for beekeepers, promoting dialogue between the different parties involved (particularly farmers/beekeepers or pharmaceutical industries/beekeepers);*

Sector regulation

- *Reinstate the annual declaration of the hive number by beekeepers for strictly health purposes;*
- *Apply coercive measures if the current regulations are not followed.*

Improvement and conservation of pollination activity

- *Different measures are described in chapter 3.3.3.*

Applied research

Various points, described in chapter 3.4, apply to:

- *combating biological pathogenic agents in the honey bee;*
- *breeding in beekeeping;*
- *the multifactorial aetiology of problems found in bee colonies.*

Ces recommandations sont en phase avec celles préconisées dans le rapport Saddier (Saddier, 2008) et notamment sur les points suivants :

- l'organisation de la filière apicole ;
- l'obligation d'une déclaration annuelle des ruches ;
- la création d'une interprofession du miel ;
- la définition du statut d'apiculteur ;
- la création d'un institut technique apicole ;
- l'élaboration d'un guide de bonnes pratiques apicoles ;
- la mise en place d'un protocole d'expertise en cas d'intoxication ;
- la protection sanitaire des abeilles ;
- la mise en place d'une filière de production de reines ;
- les ressources alimentaires (jachères apicoles) des abeilles ;
- les principaux nouveaux parasites des abeilles, etc.

These recommendations are consistent with those from the Saddier report (Saddier, 2008) particularly on the following points:

- *the organisation of the beekeeping sector;*
- *the requirement for an annual hive declaration;*
- *the creation of a honey interprofessional group;*
- *the definition of beekeeper status;*
- *the creation of a technical beekeeping institute;*
- *the production of a good beekeeping practice guide;*
- *the establishment of an expert protocol for poisoning;*
- *bee health protection;*
- *establishing a queen bee production sector;*
- *bee nutritional resources (bee fallow land);*
- *the main new bee parasites, etc.*

La réflexion menée au sein du groupe de travail a permis de réunir de nombreuses informations, publiées dans la littérature scientifique internationale ou à partir d'auditions.

Ces informations ont permis de dresser un inventaire quasi exhaustif des causes de maladie des abeilles, notamment de mortalité des colonies d'abeilles. Il montre la très grande diversité des facteurs biologiques, chimiques et d'environnement qui peuvent jouer un rôle néfaste, de façon indépendante ou associée, sur les colonies d'abeilles.

Compte tenu de cette grande diversité, du coût des investigations nécessaires pour aboutir à un diagnostic exact et précis, du rôle de l'État, limité à un petit nombre de maladies réputées contagieuses, de l'hétérogénéité de la population des propriétaires de ruchers et, à ce jour, du peu de données disponibles permettant d'analyser ou de chercher à interpréter les rares éléments factuels disponibles, il est actuellement difficile de disposer d'une image fiable de la situation sanitaire de la filière apicole française.

Le deuxième chapitre de ce rapport met l'accent sur les dominantes pathologiques affectant les colonies d'abeilles en France et sur les obstacles empêchant une meilleure connaissance de la situation.

Les facteurs identifiés à l'origine de mortalité importante des colonies ont été essentiellement biologiques, en particulier, l'agent de la varroase. La réflexion menée n'a pas permis de confirmer l'hypothèse d'un rôle prépondérant attribué aux pesticides par des professionnels de l'apiculture, dans la mortalité des colonies d'abeilles françaises. Cependant, des traces de nombreuses substances phytopharmaceutiques sont souvent détectées au sein des matrices apicoles et la question de leur rôle éventuel comme facteurs adjuvants d'agents pathogènes biologiques majeurs ou mineurs, demeure posée.

Ce rapport aboutit enfin à des recommandations destinées à mieux appréhender l'état sanitaire de la filière à l'avenir, notamment grâce à la mise en œuvre d'une meilleure épidémiologie, à l'amélioration de l'organisation de la filière, en particulier avec la création d'un institut technique apicole, et à l'acquisition de connaissances utiles, à l'aide d'actions de recherche appliquée.

The deliberations of the working group have brought together much information published in the international scientific literature and from interviews.

This information has allowed an almost exhaustive inventory of the causes of bee diseases and particularly bee colony mortality to be drawn up. It reveals the very wide range of biological, chemical and environmental factors which may play a harmful role on bee colonies, either independently or in combination.

In view of this wide diversity, the cost of investigations needed for a precise diagnosis, the role of the State, limited to a small number of notifiable diseases, the heterogeneous nature of the apiary owner population and to date the limited information available to calculate or seek to interpret the limited factual information available, it is currently difficult to obtain a reliable picture of the health situation of the French beekeeping sector.

The second chapter of this report emphasises the dominant pathological factors affecting bee colonies in France and obstacles hindering better knowledge of the situation.

Factors identified responsible for high mortality in colonies have been mostly biological, particularly the varroasis agent. The group's deliberations do not confirm the hypothesis of a predominant role attributed to pesticides by beekeeping professionals in French bee colony mortality. Traces of numerous plant protection substances however are often detected within bee matrices and the question of their possible role as adjuvant factors alongside major or minor biological pathogenic agents remains.

This report ends by making recommendations intended to improve understanding of the health status of the beekeeping sector in the future, in particular through improved application of epidemiological monitoring, improved organisation of the sector, in particular with the creation of a technical beekeeping institute and acquisition of useful knowledge to assist applied research activities.

- Académie d'Agriculture de France (2005)** Abeilles pollinisation et pesticides Séance du 16 février 2005. http://www.academie-agriculture.fr/detail-seance_117.html.
- Académie d'Agriculture de France (2006)** Abeilles et Agriculture, Comptes-Rendus, 92, 113-130. Séance du 14 juin 2006.
- Académie d'Agriculture de France (2007)** Recommandations « Abeilles, pollinisation et Agriculture ». Comptes-Rendus, 93, 31-42. Séance du 10 janvier 2007.
- Acta (2008)** Index Phytosanitaire ACTA 2008, 44^e édition, Technique 149 rue de Bercy 75595 Paris.
- Adl, S. M., Simpson, A. G., Farmer, M. A., Andersen, R.A., Anderson, O. R., Barta, J. R., et al. (2005)** The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists. *Journal of Eukaryotic Microbiology*. 52, 399-451.
- Aesa (2008)** Bee Mortality and Bee Surveillance in Europe. A Report from the Assessment Methodology Unit in Response to Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (Afssa). http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/Scientific_Document/AMU_Technical_Report_Bees_EFSA-Q-2008-428_20083007_final.pdf?ssbinary=true. 154, 1-28.
- Akratanakul, P. et Burgett, M. (1975)** *Varroa jacobsoni*: A prospective pest of honeybees in many parts of the world. *Bee World* 56, 119-121.
- Albisetti, J. et Brizard, A. (1982)** La septicémie. In: Notions essentielles de pathologie apicole - vademecum de l'apiculteur. OPIDA. 282 pages. 102 - 103.
- Albisetti, J. (1998)** Pathologie: un groupe d'agents pathogènes de l'abeille: *Spiroplasma apis*. OPIDA. Bulletin Technique Apicole 101, (25), 5.
- Alétru, F (2008)** Les abeilles vont-elles disparaître ? L'Oiseau magazine 90, 24 - 27.
- Alix, A. et Vergnet, C. (2007)** Risk assessment to honey bees: a scheme developed in France for non-sprayed systemic compounds. *Pest Management Science*, (63), 1069-1080.
- Alix, A., Duchard S., Chauzat M.P., Leiws G., Maus C., Miles M., et al. (2008a)** Risk to bees from soil/seed treatments. ICPBR meeting, Hazards of Pesticides to Bees, 8-10 Octobre 2008, Bucarest.
- Alix, A., Delos, M., Mercier, T. (2008b)** Risks to bees from dusts emitted at sowing of coated seeds: concerns, risk assessment and risk management. ICPBR meeting, Hazards of Pesticides to Bees, 8-10 Octobre 2008, Bucarest.
- Amdam, G.V., Hartfelder, K., Norberg, K., Hagen, A. et Omholt, S.W. (2004)** Altered Physiology in Worker Honey Bees (*Hymenoptera: Apidae*) infested with the mite *Varroa destructor* (*Acari: Varroidae*): a factor in colony loss during overwintering? *Journal of Economic Entomology* 97, (3), 741-747.
- Amsol-Prolea (2002)** La sélection du tournesol: une recherche jeune et dynamique. L'agronomie du tournesol. Rapport. <http://www.amsol.asso.fr/actualites/tournesolselection.PDF>, pages 1-11.
- Anderson, D.L. et Gibbs, A.J. (1988)** Unapparent virus infections and their interactions in pupae of honey bee (*Apis mellifera Linnaeus*) in Australia. *Journal of Genetic Virology* 69, (7), 1617-1625.
- Anderson, D.L. et Trueman, J.W. (2000)** *Varroa jacobsoni* (*Acari: Varroidae*) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology* 24, (3), 165-189.
- Anonyme (1996)** L'abeille domestique Biologie-Élevage-Pathologie. Polycopié d'enseignement de zoologie appliquée. École nationale vétérinaire d'Alfort. Service de parasitologie-zoologie appliquée.
- Aquitaine Avenir Sans Ogm (2006)** Étude d'une pollution génétique en Lot-et-Garonne. Rapport. http://www.bio-aquitaine.com/files/DP_Grezet_Cavagnan.pdf, 21 pages.

- Arpaia, S. (1996)** Ecological impact of Bt-transgenic plants: 1. Assessing possible effects of CryIIIB toxin on honey bee colonies. *Journal of Genetics and Breeding* 50, (4), 315-319.
- Aubert, M., Faucon, J.P. et Chauzat, M.P. (2008)** Enquête prospective multifactorielle: influence des agents microbiens et parasitaires, et des résidus de pesticides sur le devenir de colonies d'abeilles domestiques en conditions naturelles. Sophia-Antipolis. <http://www.afssa.fr/>
- Aubertot, J.M., Barbier, J.M., Carpentier, A., Gril, J.J., Guichard, L., Lucas, P., et al. (2005)** Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Expertise Collective synthèse du rapport. Paris, France. INRA et Cemagref. http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/pesticides_rapport_d_expertise.
- Babendreier, D., Romeis, J., Bigler, F. et Fluri, P. (2006)** Nouvelles connaissances au sujet du maïs Bt transgénique sur les abeilles. *Schweiz Bienenztg.* 25-28. <http://www.alp.admin.ch/themen/00502/00538/00861/index.html?lang=fr&download=M3wBPgDB/8ull6Du36WenojQ1NTTjaXZnqWfVp7Yhmfnapmmc7Zi6rZnqCkkIN2gH6EbKbXrZ6lhuDZz8mMps2gpKfo>, (3),
- Bäckman, J.P.C. et Tiainen, J. (2002)** Habitat quality of field margins in a finnish farmland area for bumblebees. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89, (1-2), 53-68.
- Bailey, L. (1958)** The epidemiology of the infestation of the honeybee, *Apis mellifera* L., by the mite *Acarapis woodi* Rennie and the mortality of infested bees. *Parasitology* 48, (3-4), 493-506.
- Bailey, L. (1965)** Paralysis of the honey bee, *Apis mellifera* Linnaeus. *Journal of Invertebrate Pathology* 7, (2), 132-140.
- Bailey, L. (1967)** The incidence of virus diseases in the honey bee. *Annals of Applied Biology*, (60), 43-48.
- Bailey, L. (1981)** Honey bee pathology, Academic Press, London and New York.
- Bailey, L. et Ball, B.V. (1991)** Honey bee pathology. Deuxième édition. Harcourt Brace Jovanovich Editor, Academic Press: London. 193 pages.
- Ball, B.V. (1983)** The association of *Varroa jacobsoni* with virus diseases of honey bees. Meeting of the EC Experts' Group. Wageningen, Pays-Bas. pages 21-23
- Ball, B.V. (1985)** Acute paralysis virus isolates from honeybee, *Apis mellifera*, colonies infested with *Varroa jacobsoni*. *Journal of Apicultural Research* 24, (3), 115-119.
- Ball, B.V. et Allen, M.F. (1988)** The prevalence of pathogens in honey bee (*Apis mellifera*) colonies infested with the parasitic mite *Varroa jacobsoni*. *Annals of Applied Biology* 113, (2), 237-244.
- Ball, B.V. (1989)** Present status of varroaosis in Europe and progress in the varroa mite control. In: *Varroa jacobsoni* as a virus vector, Cavalloro, R. Editor, Udine, Italy. pages 241-244.
- Ball, B.V. et Bailey, L. (1991)** Viruses of honey bees. In: Atlas of invertebrate viruses, Adams, J. R. Bonami, J. R. Editors, CRC Press, Boca Raton. pages 525-551.
- Ball, B.V. et Bailey, L. (1997)** Viruses. In: Honey bee pests, predators, & diseases, Morse, R. A. Flottum, K. Editors, A.I. Root Company, Medina. pages 11-32.
- Ball, B.V. (1999)** Paralysis. In: Bee disease diagnosis, Colin, M. E., Ball, B. V. Kilani, M. Editors, Options Méditerranéennes: Serie B. Etudes et Recherche; n°25. pages 81-89.
- Barbançon, J.M., L'Hostis, M. et Vandaële, E. (2005)** Les loques européennes et américaines ne justifient pas l'emploi d'antibiotiques. *La Semaine Vétérinaire* n°1180.
- Barnett, E.A., A.J., Charlton et M.R., Fletcher (2007)** Incidents of bee poisoning with pesticides in the United Kingdom, 1994-2003. *Pest Management Science* 63, 1051-1057.
- Beetsma, J., Boot, W. J. et Calis, J. (1999)** Invasion behaviour of *Varroa jacobsoni* Oud.: from bees into brood cells. *Apidologie* 30, (2-3), 125-140.
- Belloy, L., Imdorf, A., Fries, I., Forsgren, E., Berthoud, H., Kuhn, R. et al. (2007)** Spatial distribution of *Melissococcus plutonius* in adult honeybees collected from apiaries and colonies with and without symptoms of European foulbrood. *Apidologie* 38, (2), 136-140.

- Benoit, J.B., Yoder, J.A., Sammataro, D. et Zettler, L.W. (2004)** Mycoflora and fungal vector capacity of the parasitic mite, *Varroa destructor* (*Mesostigmata: Varroidae*) in honey bee (*Hymenoptera: Apidae*) colonies. *International Journal of Acarology* 30, (2), 103-106.
- Bernard, C. (2000)** Le GAUCHO®, reconnu tueur officiel des abeilles, 450 000 ruchers ont disparu depuis 1996. Libération du 9 octobre 2000.
- Berthoud, H., Imdorf, A., Charrière, J.D., Haueter, M. et Fluri, P. (2005)** Les virus des abeilles. *Abeille Française*, (918), 433-436.
- Biri, M. (2002)** Le grand livre des abeilles, cours d'apiculture moderne. De Vecchi Éditions. Paris, pages 109-137.
- Borchert, A. (1966)** Die Krankheiten und Schädlinge der Honigbiene. Hirzel Verlag Editor, Leipzig.
- Borchert, A. (1970a)** Maladie de l'île de Wight. In: Les maladies et parasites des abeilles. Éditions Vigot frères. Paris. 486 pages. Page 276.
- Borchert, A. (1970b)** La nosémose. In: Les maladies et parasites des abeilles. Éditions Vigot frères. Paris. 486 pages. Page 167.
- Borchert, A. (1970c)** Les maladies et parasites des abeilles. Vigot Frères Editeurs, Paris. 486 pages.
- Bowen-Walker, P.L., Martin, S.J. et Gunn, A. (1999)** The transmission of deformed wing virus between honeybees (*Apis mellifera* L.) by the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni*. *Journal of Invertebrate Pathology* 73, (1), 101-106.
- Brodsgaard, C. J. et Hansen, H. (2003)** Tolerance mechanisms against American foulbrood in honey bee larvae and colonies. *Apiacta* 38, 114-124.
- Brouard, I. et Russier, N. (2002)** Gros plan sur les intoxications dans le Sud-Ouest. *CNDA Infos*, (5), 2-3.
- Bruderer, C. et Hermieu, Y. (2008)** Les abeilles vont-elles disparaître ? *L'Oiseau magazine*, (90), 24 - 27.
- Bruneau, E. (2006)** Nutrition et malnutrition des abeilles. *Biodiversité des plantes : une clé pour l'alimentation et la survie des abeilles*. Comptes rendus Académie Agriculture de France, Séance du 14 juin 2006, 1-10.
- Bruneau, E. (2007)** L'abeille porte-drapeau. *Abeilles & Cie*, (120), Editorial.
- Bühler, A., Lanzrein, B. et Wille, H. (1983)** Influence of temperature and carbon dioxide concentration on juvenile hormone titre and dependent parameters of adult worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insect Physiology* 29, (12), 885-893.
- Burgett, M., Akratanakul, P. et Morse, R. A. (1983)** *Tropilaelaps clarae*: a parasite of honeybees in south-east Asia. *Bee World* 64, 25-28.
- Caron, D., Burdick, E., Ostiguy, N. et Frazier, M. (2005)** Mid-Atlantic Apiculture Research and Extension Consortium Survey Preliminaries. Department of Entomology, 501 Ag Sciences & Industries Bldg., Penn State University, PA 16802 and Dept of Entomology, 250 Townsend Hall, University of Delaware, Newark, DE, 7 pages.
- Carpana, E., Vecchi, M.A., Lavazza, A., Bassi, S. et Dottori, M. (1990)** Prevalence of acute paralysis virus (APV) and other viral infections in honeybees in Italy. *Proceedings of the international symposium on recent research on bee pathology*. Ghent, Belgium
- Celle, O., Schur, F., Blanchard, P. et Faucon, J.P. (2008)** Mortalités de colonies : recensement exhaustif et causes explicatives des cas de début d'année. À paraître.
- Cetiom (2001)** Tournesol : jamais les variétés n'ont été aussi performantes. Rapport. <http://www.amsol.asso.fr/actualites/Touprogres.pdf>, 2 pages.
- Charrière J.-D., Imdorf A. et Fluri P. (2003)**. Pertes de colonies en Suisse 2002/2003. Centre suisse de recherches apicoles, Berne (Suisse), 18 pages. <http://www.alp.admin.ch/themen/00502/00538/00543/index.html?lang=fr&download=M3wBPgDB/8ull6Du36WenojQ1NTTjaXZnqWfVp7Yhmfhnappmmcz7i6rZnqCkklN4fXqCbKbXrZ6lhuDZz8mMpszgpKfo>.
- Charrière, J.D., Imdorf, A., Koenig, C., Gallmann, S. et Kuhn, R. (2006)** Cultures de tournesol et développement des colonies d'abeilles mellifères. *Revue suisse d'agriculture* 38, (5), 269-274.

- Chauvency, F. (1997)** Dossier tournesol. Revue Française d'Apiculture, (579).
- Chauzat, M. P. et Pierre, J. (2005)** L'importance du pollen pour l'abeille domestique. Le pollen et ses composants. Bulletin Technique Apicole 32, 11-17.
- Chauzat, M. P., Faucon, J. P., Martel, A. C., Lachaize, J., Cougoule, N. et Aubert, M. (2006)** A survey on pesticide residues in pollen loads collected by honey-bees (*Apis mellifera*) in France. Journal of Economic Entomology 99, (2), 253-262.
- Chauzat, M. P. et Faucon, J. P. (2007)** Pesticides residues in beeswax samples collected from honey-bee colonies (*Apis mellifera*) in France. Pest Management Science 63, (11), 1100-1106.
- Chauzat, M. P., Higes, M., Martin-Hernandez, R., Meana, A., Cougoule, N. et Faucon, J. P. (2007)** Presence of *Nosema ceranae* in French honey bee colonies. Journal of Apicultural Research 46, (2), 127-128.
- Chauzat M. P., Carpentier P., Martel A. C., Cougoule N., Porta P., Lachaize J., et al. (2008)** The influence of pesticide residues on honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony health in France. Environmental Entomology. In Press.
- Chen, Y., Zhao, Y., Hammond, J., Hsu, H.T., Evans, J. et Feldlaufer, M. (2004)** Multiple virus infections in the honey bee and genome divergence of honey bee viruses. Journal of Invertebrate Pathology 87, (2-3), 84-93.
- Cintra, P., Malaspina, O., Bueno, O.C., Petacci, F., Fernandes, J.B., Vieira, P.C., et al. (2005)** Oral toxicity of chemical substances found in *Dimorphandra mollis* (Caesalpinaceae) against honeybees (*Apis mellifera*). Sociobiology 45, (1), 141-149.
- Clark, C. J. et Lintas, C. (1992)** Chemical composition of pollen from kiwifruit vines. New Zealand. Journal of Pollen from kiwifruit vines 20, 337-344.
- Clément, H. (2006)** En France la récolte de miel est passée... Libération du 23 août 2006.
- Code Rural (2006)** Liste des maladies contagieuses. In : Code Rural. Article D223-1 et D223-21.
- Coineau, Y. et Fernandez, N. (2007a)** L'acariose. In : L'abeille mellifère - Maladies, parasites et autres ennemis. Éditions Atlantica. Collection Atlantisciences. 504 pages. Pages 109 -112.
- Coineau, Y. et Fernandez, N. (2007b)** La nosérose. In : L'abeille mellifère - Maladies, parasites et autres ennemis. Éditions Atlantica. Collection Atlantisciences. 504 pages. Page 130.
- Colin, M. E., Bonmatin, J. M., Moineau, I., Gaimon, C., Brun, S. et Vermandere, J. P. (2004)** A method to quantify and analyze the foraging activity of honey bees : Relevance to the sublethal effects induced by systemic insecticides. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 47, 387-395.
- Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., et al. (1997)** The value of the world's ecosystem and natural capital. Nature.387, 253-260.
- Cougard, M.J. (1999)** La disparition mystérieuse des abeilles. Le Figaro du 2 novembre 1999.
- Cox-Foster, D.L., Conlan, S., Holmes, E.C., Palacios, G., Evans, J.D., Moran, N.A., et al. (2007)** A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. Science 318, (5848), 283-287.
- Crailsheim, K., Riessberger Blaschon, B., Nowogrodzki, R. et Hrassnigg, N. (1999)** Short-term effects of simulated bad weather conditions upon the behaviour of food-storer honeybees during day and night (*Apis mellifera carnica* Pollmann). Apidologie 30, (4), 299-310.
- Currie, R. W. et Gatien, P. (2006)** Timing acaricide treatments to prevent *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) from causing economic damage to honey bee colonies. Canadian Entomologist 138, (2), 238-252.
- Cutler, G.C. et Scott-Dupree, C.D. (2007)** Exposure to clothianidin seed-treated canola has no long-term impact on honey bees. Journal of Economic Entomology 100, (3), 765-772.
- Dall, D.J. (1985)** Unapparent infection of honey bee pupae by Kashmir and sacbrood bee viruses in Australia. Journal of physiology 106, (3), 461-468.
- Dawson, D. (1994)** Are habitat corridors conduits for animals and plants in a fragmented landscape? A review of the scientific evidence. English Nature Research Report N° 94. Peterborough : English Nature.

- Day, S., Beyer, R., Mercer, A. et Ogden, S. (1990)** The nutrient composition of honey bee collected pollen in Otago, New Zealand. *Journal of Apicultural Research* 29, 138-146.
- De Graaf, D.C., Vandekerchove, D., Dobbelaere, W., Peeters, J.E. et Jacobs, F.J. (2001)** Influence of the proximity of American foulbrood cases and apicultural management on the prevalence of *Paenibacillus* larvae spores in Belgian honey. *Apidologie* 32, (6), 587-599.
- De Jong, D., Morse, R.A. et Eickwort, G.C. (1982)** Mite pests of honey bees. *Annual Review of Entomology* 27, janvier 1982, 229-252.
- De Vericourt, M. (2007 février)** Abeilles : Pourquoi meurent-elles toujours ? *Science et vie*, (1073), 78-81.
- Decourtye, A., Lacassie, E. et Pham-Delègue, M.H. (2003)** Learning performances of honeybees (*Apis mellifera* L) are differentially affected by imidacloprid according to the season. *Pest Management Science* 59, 269-278.
- Decourtye, A., Devillers, J., Cluzeau, S., Charreton, M. et Pham-Delègue, M.H. (2004)** Effects of imidacloprid and deltamethrin on associative learning in honeybees under semi-field and laboratory conditions. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 57, 410-419.
- Decourtye, A., Devillers, J., Genecque, E., LeMenach, K., Budzinski, H., Cluzeau, S. et Pham-Delègue, M. H. (2005).** Comparative sublethal toxicity of nine pesticides on olfactory learning performances of the honeybee *Apis mellifera*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 48, 242-250.
- Decourtye, A. (mars 2006)** Rapport final du réseau thématique ACTA : « Jachères à couvert floral diversifié en zone de grandes cultures : évaluation des intérêts apicoles et paysagers ». 76 pages. <http://195.101.239.66/apps/accueil/autodefault.asp?d=6083>.
- Decourtye, A., Lecompte, P., Pierre, J., Chauzat, M. P. et Thiébeau, P. (2007)** Introduction de jachères florales en zones de grandes cultures : comment mieux concilier agriculture, biodiversité et apiculture. *Courrier de l'Environnement de l'INRA*, (54), 33-56.
- DeGuzman, L. I., Rinderer, T. E., Bigalk, M., Tubbs, H. et Bernard, S. J. (2005)** Russian honey bee (*Hymenoptera : Apidae*) colonies: *Acarapis woodi* (*Acari : Tarsonemidae*) infestations and overwintering survival. *Journal of Economical Entomology* 98, 1796-1801.
- Delaplane, K. S. et Hood, W. M. (1999)** Economic threshold for *Varroa jacobsoni* Oud. in the south-eastern USA. *Apidologie* 30, (5), 397- 463.
- Delfinado, M. D. et Baker, E. W. (1961)** *Tropilaelaps*, a new genus of mites from the Philippines (*Laelapidae* [s. lat.] : *Acarina*), *Fieldiana. Zoology* 44, 53-56.
- Delfinado-Baker, M. (1984)** *Acarapis woodi* in the United States. *American Bee Journal* 124, (11), 805-806.
- Devillers, J., Decourtye, A., Budzinski, H., Pham-Delègue, M.H., Cluzeau, S. et Maurin, G. (2003)** Comparative toxicity and hazards of pesticides to Apis and non-Apis bees. A chemometrical study. *Environmental Research (SAR and QSAR)* 14, 389-403.
- Dictionnaire Petit Robert (2007)** édition 2007.
- Directive 91/414/Ec (01/01/2004)** CONSLEG : 1991L0414. Office des publications officielles des Communautés européennes. 207 pages.
- Duan, J.J., Marvier, M., Huesing, J., Dively, G. et Huang, Z.Y. (2008)** A Meta-Analysis of Effects of Bt Crops on Honey Bees (*Hymenoptera : Apidae*). *PLoS ONE* 3(1) : e1415. doi :10.1371/journal.pone.0001415.
- Dufour, B., Hendrikx, P., Thonnat, J., Chillaud, T., Roger, F., Calavas, D., et al. (2005)** Surveillance épidémiologique en santé animale, Versailles. Éditions Quae. 288 pages.
- Dustmann, J.H. et Von Der Ohe, W. (1988)** Influence des coups de froid sur le développement printanier des colonies d'abeilles. *Apidologie* 19, (3), 245-253.
- Eischen, F. A. (1987)** Overwintering performance of honey bee colonies heavily infested with *Acarapis woodi* (Rennie). *Apidologie* 18, (4), 293-304.
- Eischen, F.A., Cardoso-Tamez, D., Wilson, W.T. et Dietz, A. (1988)** Honey production of honey bee colonies infested with *Acarapis woodi*. *Apidologie* 20, (1), 1-8.

- Efsa scientific report (2006)** Conclusion of the peer review of fipronil, (65), 1-110.
- Efsa scientific report (2008)** Conclusion of the peer review of imidacloprid, (148), 1-20.
- Elzen, P. J., Eischen, F. A., Baxter, J. B., Pettis, J., Elzen, G. W. et Wilson, W. T. (1998)** Fluvalinate resistance in *Varroa jacobsoni* from several geographical locations. American Bee Journal 138, (9), 674-676.
- Elzen, P. J., Eischen, F. A., Baxter, J. B., Elzen, G. W. et Wilson, W. T. (1999)** Detection of resistance in US *Varroa jacobsoni* Oud. (Mesostigmata : Varroidae) to the acaricide fluvalinate. Apidologie 30, (1), 13 -17.
- Evans, J.D. (2001)** Genetic evidence for co-infection of honey bees by acute bee paralysis and Kashmir bee viruses. Journal of Invertebrate Pathology 78, (4), 189-193.
- Farrar, C.L. (1936)** Influence of pollen reserves on the surviving populations of over-wintering colonies. American Bee Journal 76, 452-454.
- Faucon, J.P. (1992)** Précis de Pathologie: connaître et traiter les maladies des abeilles, CNEVA-FNOSAD éditions. 1 volume. 512 pages.
- Faucon, J.P., Vitu, C., Russo, P. et Vignoni, M. (1992)** Diagnostic de la paralysie aiguë: application à l'épidémiologie des maladies virales en France en 1990. Apidologie 23, (2), 139-146.
- Faucon, J.P., Drajnudel, P. et Fléché, C. (1995)** Mise en évidence d'une diminution de l'efficacité de l'Apistan utilisé contre la varroose de l'abeille (*Apis mellifera* L.). Apidologie 26, (4), 291-296.
- Faucon, J.P., Drajnudel, P. et Fléché, C. (2001)** Lutte contre la varroase: contrôle de l'efficacité des médicaments ayant une AMM. Abeille de France, (872), 341-343.
- Faucon, J.P., Mathieu, L., Ribière, M., Martel, A.C., Drajnudel, P., Zeggane, S., et al. (2002)** Honey bee winter mortality in France in 1999 and 2000. Bee World 83, (1), 14-23.
- Faucon, J.P. et Ribière, M. (2003)** Les causes d'affaiblissement des colonies d'abeilles. Bulletin des GTV. Mai-juin-juillet 2003, (20), 15-18.
- Faucon, J.P. et Chauzat, M.P (2003)** Expérimentation BASF: protocole abeille. Afssa Sophia-Antipolis. Afssa.
- Faucon, J. P., Aurières, C., Drajnudel, P., Mathieu, L., Ribière, M., et al. (2005)** Experimental study on the toxicity of imidacloprid given in syrup to honey bee (*Apis mellifera*) colonies. Pest Management Science 61, 111-125.
- Faucon, J.P. (2006)** Mortalités hivernales 2005-2006. Abeille Française, (212), 485-488.
- Faucon, J.P., Drajnudel, P., Chauzat, M.P. et Aubert, M. (2007a)** Contrôle de l'efficacité du médicament Apivar ND contre *Varroa destructor*, parasite de l'abeille domestique. Revue de Médecine Vétérinaire 158, (6), 283-290.
- Faucon, J.P., Blanchard, P., Schurr, F., Olivier, V. et Celle, O. (2007b)** La maladie noire ou paralysie chronique de l'abeille. L'Abeille de France, (940), 407-409.
- Faucon, J.P., Clément, M.C., Martel, A.C., Drajnudel, P., Zeggane, S., Schurr, F., et al. (2008)** Mortalités de colonies d'abeilles (*Apis mellifera*) au cours de l'hiver 2005-2006 en France: enquête sur le plateau de Valensole et enquête sur 18 ruchers de différents départements. <http://www.afssa.fr/>.
- Faucon, J.P. et Chauzat, M. P. (2008)** Varroase et autres maladies des abeilles, les causes majeures de mortalités de colonies en France. Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France 3, (161), à paraître.
- Fléché, C. et Faucon, J.P. (1989)** Enquête écopathologique. La Santé de l'Abeille, (111), 108-128.
- Flores, J.M., Spivak, M. et Gutierrez, I. (2005)** Spores of *Ascospaera apis* contained in wax foundation can infect honeybee brood. Veterinary Microbiology 108, (1-2), 141-144.
- Fluri, P., Herrmann, M., Imdorf, A., Bülmann, G. et Charrière, J.-D. (1998)** Santé et maladies des abeilles. Connaissances de base. Communication n° 33 Centre Suisse de Recherches apicoles. Station de Recherches Laitières. Liebefeld, Ch-3003 Berne. Centre Suisse de Recherche Apicole, (33), 1-31. <http://www.alp.admin.ch/themen/00502/00515/00524/index.html?lang=fr&download=M3wBPgDB/8ull6Du36WenojQ1NTTjaXZnqWfVp7Yhmfhnapmmc7Zi6rZnqCkkINofXmEbKbXrZ6lhuDZz8mMps2gpKfo>.

- Forgách, P., Bakonyi, T., Tapaszi, Z., Nowotny, N. et Rusvai, M. (2008)** Prevalence of pathogenic bee viruses in Hungarian apiaries: Situation before joining the European Union. *Journal of Invertebrate Pathology* 92, (2), 235-238.
- Forster, R. (2008)** Bee poisoning caused by insecticidal seed treatment in Germany in 2008. ICPBR meeting, Hazards of Pesticides to Bees, 8-10 Octobre 2008, Bucarest.
- Frazier, M.T., Finley, J., Collison, C.H. et Rajotte, E. (1994)** The incidence and impact of honey bee tracheal mites and *Nosema apis* on colony mortality in Pennsylvania. *BeeScience* 3, 94-100.
- Freytag, I. et Bruneau, E. (2007b)** De la recherche très appliquée. L'institut de recherche apicole de Dol. Abeilles & Cie, (119).
- Frick, R. et Fluri, P. (2001)** Bienenverluste beim Mähern mit Rotationsmähwerken. *Agrarforschung* 8, 196-201.
- Fries, I. (1988)** Comb replacement and *Nosema* disease in honey bee colonies. *Apidologie* 19, (4), 343-354.
- Fries, I. (1993)** *Nosema apis* - A parasite in the honey bee colony. *Bee World* 74, 5-19.
- Fries, I., Feng, F., Da Silva, A., Slemenda, S.B. et Pieniasek, 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*). *European Journal of Protistology* 32, (3), p. 356-365.
- Gaonach, Y. (2005)** Limousin-ARDEPAL: renouvellement du cheptel. *CNDA Infos*, (11), 16. <http://www.cnda.asso.fr/cndainfos11.pdf>.
- Gary, N. E. et Page, R. E. Jr (1989)** Tracheal mite (*Acari: Tarsonemidae*) infestation effects on foraging and survivorship of honey bees (*Hymenoptera: Apidae*). *Journal of economic entomology* 82, (3), 734-739.
- Gauthier, L., Tentcheva, D., Tournaire, M., Dainat, B., Cousserans, F., Colin, M.E., et al. (2007)** Viral load estimation in asymptomatic honey bee colonies using the quantitative RT-PCR technique. *Apidologie* 38, (5), 426-435.
- Gem-Onifilhor (Août 2005)** Audit de la filière miel. Réactualisation des données économiques issues de l'audit de 1997. Première partie: description de la filière apicole française. 67 pages. <http://www.cnda.asso.fr/bdlegis/1ere%20partie%20-%20Fili%C3%A8re%20apicole%202004.pdf>.
- Genissel, A., Aupinel, P., Bressac, C., Tasei, J.-N. et Chevrier, C. (2002)** Influence of pollen origin on performance of *Bombus terrestris* micro-colonies. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 104, (2-3), 329-336.
- Glinski, Z. et Jarosz, J. (1995)** Cellular and humoral defence in honey bees. *Bee World* 76, 195-205.
- Gonzalez, G., Hinojo, M.J., Mateo, R., Medina, A. et Jimenez, M. (2005)** Occurrence of mycotoxin producing fungi in bee pollen. *International Journal of Food Microbiology* 105, (1), 1-9.
- Greatti, M., Sabatini, A.G., Barbattini, R., Rossi, S., Stravisi, A. (2003)** Risk of environmental contamination by the active ingredient imidacloprid used for corn seed dressing. Preliminary results. *Bulletin of Insectology* 56, (1), 69-72.
- Greatti, M., Barbattini, R., Stravisi, A., Sabatini, A.G., Rossi, S., (2006)** Presence of the a.i. imidacloprid on vegetation near corn fields sown with Gaucho® dressed seeds, *Bulletin of Insectology* 59, (2), 99-103.
- Gregory, P.G., Evans, J.D., Rinderer, T. et De Guzman, L. (2005)** Conditional immune-gene suppression of honeybees parasitized by *Varroa* mites. *Journal of Insect Science (available on line: insectscience.org/5.7)* 5, 7.
- Hansen, H. et Brodsgaard, C.J. (1999)** American foulbrood: a review of its biology, diagnosis and control. *Bee World* 80, (1), 5-23.
- Haubruege, E., Nguyen, B.K., Widart, J., Thomé, J.-P., Fickers, P. et Depauw, E. (2006)** Le dépérissement de l'abeille domestique, *Apis mellifera* L., 1758 (*Hymenoptera: Apidae*): faits et causes probables. *Notes fauniques de Gembloux*, (59), 3-21.
- Hauser, R. (2003)** *Aethina tumida*: la menace se précise. *Magazine de l'OVF*, (6), 21-23.
- Haxaire, J. (2006)** Le frelon asiatique *Vespa velutina*, un nouveau prédateur de l'abeille? *La Santé de l'Abeille*, (216), 323-328.

- Haxaire, J., Bouguet, J.P. et Tamisier, J.P. (2006)** *Vespa velutina* Lepeletier, 1836, une redoutable nouveauté pour la faune de France (*Hym., Vespidae*). Bulletin de la Société Entomologique de France 111, (2), 194.
- Haydak, M.H. (1934)** Changes in total nitrogen content during the life of the imago of the worker honeybee. Journal of Agricultural Research 49, (1), 21-28.
- Higes, M., Martin, R., Sanz, A., Alvarez, N., Sanz, A., Del Pilgar Garcia, M., et al. (2005)** Le syndrome de dépeuplement de ruches en Espagne. La santé de l'abeille, (211), 26-37.
- Higes, M., Martin, R. et Meana, A. (2006)** *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. Journal of Invertebrate Pathology 92, (2), 93-95.
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Botías, C., Garrido Bailón, E., González-Porto, A. V., Barrios, L., et al. (2008)** How natural infection by *Nosema ceranae* causes honeybee colony collapse. Environmental Microbiology. Published on line on 18 juillet 2008. À paraître.
- Hopquin, B. (2002)** Les apiculteurs accusent un insecticide de tuer les abeilles. Le Monde du 25 juin 2002.
- Imdorf, A., Bühlmann, G., Gerig, L., Kilchenmann, V. et Wille, H. (1987)** Überprüfung des Schätzmethode zur Ermittlung der Brutfläche und der Anzahl Arbeiterinnen in freiliegenden Bienenvölkern. Apidologie 18, (2), 137-146.
- Imdorf, A., Rickli, M. et P., Fluri (1996)** Dynamique des populations d'abeilles. Centre Suisse de Recherche Apicole. Station de Recherches Laitière. Liebefeld, Ch-3003 Berne. 48 pages. <http://www.alp.admin.ch/themen/00502/00529/00532/index.html?lang=fr&download=M3wBPgDB/8ull6Du36WenojQ1NTTjaXZnqWfVp7Yhmfhnapmmc7Zi6rZnqCkklNoe318bKbXrZ6lhuDZz8mMps2gpKfo>.
- Imdorf, A. et Gezig, L. (1999)** Guide d'évaluation de la force d'une colonie. Centre Suisse de Recherche Apicole. Station de Recherches Laitière. Liebefeld, Ch-3003 Berne. 4 pages. <http://www.alp.admin.ch/themen/00502/00529/00532/01002/index.tml?lang=fr&download=M3wBPgDB/8ull6Du36WenojQ1NTTjaXZnqWfVp7Yhmfhnapmmc7Zi6rZnqCkklNoe3yCbKbXrZ6lhuDZz8mMps2gpKfo>.
- Imdorf, A., Charrière, J.-D. et Gallmann, P. (2007)** Quelles sont les causes possibles des pertes de colonies de ces dernières années ? Centre Suisse de Recherches apicoles. Station de Recherches Agroscope. Liebefeld, Ch-3003 Berne. 7 pages. <http://www.alp.admin.ch/themen/00502/00538/00543/index.html?lang=fr&download=M3wBPgDB/8ull6Du36WenojQ1NTTjaXZnqWfVp7Yhmfhnapmmc7Zi6rZnqCkklN4fXqCbKbXrZ6lhuDZz8mMps2gpKfo>.
- Institut national de la recherche agronomique (2005)** « L'institut national de la recherche agronomique », <http://www.inra.fr/>, mis à jour le 25 février 2005, consulté le 5 août 2008.
- Iwasa, T., Motoyama, N., Ambrose, J. T., Michael Roe, R. (2004)** Mecanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*. Crop Protection 23, 371-378.
- Jacobs, F. (2004)** Impact de l'alimentation en pollens sur la longévité de l'abeille. Compte-rendu du 1^{er} colloque technique apicole, 12 octobre 2004, Roissy. BASF Agro Éditions, Ecully, France, 57-67.
- Janmaat, A.F. et Winston, M.L. (2000)** Removal of *Varroa jacobsoni* infested brood in honey bee colonies with differing pollen stores. Apidologie 31, (3), 377-385.
- Jeffrey, E.P. (1955)** Observations on the decline and growth of honey bee colonies. Journal of Economic Entomology 48, 723-726.
- Johnson, R. (2007)** Recent Honey Bee Colony Declines. CRS REport for Congres. Rapport délivré au Congrès Américain le 26 mars 2007. 17 pages. <http://www.fas.org/sgp/crs/misc/RL33938.pdf>.
- Jones, J., Myerscough, M., Graham, S. et Oldroyd, B.P. (2004)** Honey bee nest thermoregulation : Diversity promotes stability. Science 305, (5682), 402-404.
- Jones, J., Helliwell, P., Beekman, M., Maleszka, R.J. et Oldroyd, B.P. (2005)** The effects of rearing temperature on developmental stability and learning and memory in the honey bee, *Apis mellifera*. Journal of Comparative Physiology A 191, (2), 1121-1129.
- Kanbar, G. et Engels, W. (2003)** Ultrastructure and bacterial infection of wounds in honeybee (*Apis mellifera*) pupae punctured by *Varroa* mites. Parasitology Research 90, (5), 349-354.

- Kearns, C.A., Inoue, T., Tezuka, T. et Maeta, Y. (1998)** Endangered mutualism: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, (29), 83-112.
- Keil, S., Romeis, J., Fluri, P. et Bigler, F. (2002)** Les abeilles sont-elles menacées par l'utilisation de plantes transgéniques résistantes aux insectes? Centre Suisse de Recherche Apicole. Station de Recherches Laitière. Liebefeld, Ch-3003 Berne. 9 pages. <http://www.alp.admin.ch/themen/00502/00538/00861/index.html?lang=fr&download=M3wBPgDB/8ull6Du36WenojQ1NTTjaXZnqWfVp7Yhmfnapmmc7Zi6rZnqCkkIN3fnZ8bKbXrZ6lhuDZz8mMps2gpKfo>.
- Keller, I., Fluri, P. et Imdorf, A. (2005)** Le pollen et le développement des colonies chez l'abeille mellifère - 1^{re} partie. *Bee World* 86, (1), 3-10.
- Kevan, P.G. (1999)** Pollinators as bio-indicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74, (1), 373-393.
- Klee, J., Besana, A.M., Genersch, E., Gisder, S., Nanetti, A., Quyet, D.T., et al. (2007)** Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of western honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of Invertebrate Pathology* 96, (1), 1-10.
- Kleinschmidt, G.J. (1986)** Nutrition for long life bees. Research paper 3.5.7. Queensland Agric. College, Lawes, Queensland. Dept of Plant protection and the Queensland Beekeepers Association.
- Kleinschmidt, G.J. et Furguson, F. (1989)** Honey bee protein fluctuations in the Channel Country of South West Queensland. *Australian Beekeeper* 91, 163-165.
- Klöpffel, H. et Kördel, W. (1997)** Pesticide volatilization and exposure of terrestrial ecosystems. *Chemosphere* 35, (6), 1271-1289.
- Koch, H., Weißer, P. et Landfried, M. (2003)** Effect of drift potential on drift exposure in terrestrial habitats. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 55, (9), 181-188.
- Koch, W. et Ritter, W. (1991)** Experimental examinations concerning the problem of deformed emerging bees after infestation with *Varroa jacobsoni*. *Zentralbl. Veterinärmed* 38, (5), 337-344.
- Kovak, H. et Crailsheim, K. (1988)** Lifespan of *Apis mellifera carnica* Pollm. infested by *Varroa jacobsoni* Oud. in relation to season and extent of infestation. *Journal of Apicultural Research* 27, (4), 230-238.
- Kratky, E. (1931)** Morphologie und Physiologie der Drusen in Kopf und Thorax der Honigbiene. *Zeitschrift für die alttestamentliche Wissenschaft Zoology* 139, 120-200.
- Kremen, C. et Ricketts, T. (2000)** Global Perspectives on pollination disruptions. *Conservation Biology* 14, (5), 1226-1228.
- Kulinčević, J.M. et Rothenbuhler, W.C. (1975)** Selection for resistance and susceptibility to hairless-black syndrome in the honeybee. *Journal of Invertebrate Pathology* 25, (3), 289-295.
- Laigo, F.M. et Morse, R.A. (1968)** The mite *Tropilaelaps clarae* in *Apis dorsata* colonies in the Philippines. *Bee World* 49, 116-118.
- L'arrivé, J.C.M. (1963)** The effects of sampling sites on *Nosema* determination. *Journal of Insect Pathology* 5, 349-355.
- Le Chatellier, L. (2001)** La maladie de l'abeille folle. *Télérama*, (2693).
- Le Conte, Y. et Navajas, M. (2008)** Climate Change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizoties* 27, (2), 499-510.
- Le Conte Y. et Ellis, M. (2008)** Mortalités et dépopulations des colonies d'abeilles domestiques: le cas américain. *Biofutur*, (284), 49-53.
- Lehrman, A. (2007)** Does pea lectin expressed transgenic in oilseed rape influence honeybee larvae? *Environmental Biosafety Research* 95, (6), 271-278.
- Lewis, G. (2003)** Minutes of the 8th International Symposium of the ICP-BR Bee protection group. *Bulletin of Insectology* 56, (7), 7-23.

- Liess, M., Brown, C., Dohmen, P., Duquesne, S., Hart, A., Heimbach, F., et al. (2003)** Effects of Pesticides in the Field SETAC Europe Workshop. October 2003. Le Croisic, France. SETAC Press.136 pages.
- Liu, T.P. (1996)** *Varroa* mites as carriers of honey bee chalkbrood. American Bee Journal, (136), 665.
- Loper, G. M. et Cohen, A. C. (1987)** Amino acid content of dandelion pollen, a honey bee (*Hymenoptera: Apidae*) nutritional evaluation. Journal of Economic Entomology 80, 14-17.
- Malone, L.A., Burgess, E.P.J., Christeller, J.T. et Gatehouse, H.S. (1998)** *In vivo* responses of honey bee midgut proteases to protease inhibitors from potato. Journal of Insect Physiology 44, (2), 141-147.
- Malone, L. A. et Stefanovic, D. (1999)** Comparison of the responses of two races of honeybees to infection with *Nosema apis* Zander. Apidologie 30, (5), 397-463.
- Malone, L.A. et Pham-Delegue, M.H. (2001)** Effects of transgene products on honey bees and bumblebees. Apidologie 32, (4), 1-18.
- Malone, L.A., Gatehouse, H.S. et Tregidga, E.L. (2001)** Effects of time, temperature, and honey on *Nosema apis* (*Microsporidia: Nosematidae*), a parasite of the honeybee, *Apis mellifera* (*Hymenoptera: Apidae*). Journal of Invertebrate Pathology 77, (4), 258-268.
- Malone, L.A. (2004)** Potential effects of GM crops on honey bee health. Bee World 85, (2), 29-36.
- Mangum, W.A. (1999)** Honey bee biology; clues to some causes of winter colony deaths. American Bee Journal 139, (2), 117-120.
- Maori, E., Lavi, S., Mozes-Koch, R., Gantman, Y., Peretz, Y., Edelbaum, O., et al. (2007)** Isolation and characterization of Israeli acute paralysis virus, a dicistrovirus affecting honeybees in Israel: evidence for diversity due to intra- and inter-species recombination. Journal of General Virology 88, (12), 3428-3438.
- Marshall, E.J.P., West, T.M. et Kleijn, D. (2006)** Impacts of an agri-environment field margin prescription on the flora and fauna of arable farmland in different landscapes. Agriculture, Ecosystems and Environment 113, (1-4), 36-44.
- Martel, A.C., Zeggane, S., Aurières, C., Drajnudel, P., Faucon, J.P. et Aubert, M. (2007)** Acaricide residues in honey and wax after treatment of honey bee colonies with Apivar or Asuntol50. Apidologie 38, (6), 534-544.
- Marti, J.I., Cacho, E., Del Josa, A., Espinosa, E. et Muino-Blanco, T. (1996)** Plasma membrane glycoproteins of mature and immature drone honey bee (*Apis mellifera* L.) spermatozoa: lectin-binding as seen by light and electron microscopy. Theriogenology 46, (1), 181-190.
- Martin, S. J. (1998)** A population model of the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. Ecological Modelling 109, (3), 267-281.
- Martin, S.J. (2004)** Acaricide (pyrethroid) resistance in *Varroa destructor*. Bee World 4, (85), 67-69.
- Martin-Hernández, R., Meana, A., Prieto, L., Martínez Salvador, A., Garrido-Bailón, E. et Higes, M. (2007)** The outcome of the colonization of *Apis mellifera* by *Nosema ceranae*. Applied and Environmental Microbiology 73, (20), 6331-6338.
- Martin-Hernandez, R., Higs, M., Pérez, J.L., Nozal, J.L., Gomez, L. (2007)** Short term effect of oxalic acid in *Apis mellifera iberiensis*. Spanish journal of agricultural Research 5, (4), 474-480.
- Matheson, A. (1996)** World bee health update. Bee World 77, (1), 45-51.
- Mathieu, L. et Faucon, J.P. (2000)** Changes in the response time for *Varroa jacobsoni* exposed to amitraz. Journal of Apicultural Research 39, (3-4), 155-158.
- Mattila, H.R. et Otis, G.W. (2006)** Effects of pollen availability and nosema infection during the spring on division of labour and survival of worker honey bees (*Hymenoptera: Apidae*). Environmental Entomology 35, (3), 708-717.
- Maurizio, A. (1946)** Beobachtungen über die Lebensdauerung den Futterverbrauch gefangen gehaltenen Bienen. Beihefte zur Schweizerischen Bienen-Zeitung 2, 1-48.
- Maurizio, A. (1950)** The influence of pollen feeding and brood rearing on the length of life and physiological condition of the honeybee. Bee World 31, 9-12.

- Maus, C., Curé, G. et Schmuck, R. (2003)** Safety of imidacloprid see dressings to honey bees : a comprehensive overview and compilation of the current state of knowledge. *Bulletin of Insectology* 56, (1), 51-57.
- Mcmullan, J. B. et Brown, M. J. F. (2005)** Brood pupation temperature affects the susceptibility of honeybees (*Apis mellifera*) to infestation by tracheal mites (*Acarapis woodi*). *Apidologie* 36, (2), 97-105.
- Mcmullan, J. B. et Brown, M. J. F. (2006)** The role of autogrooming in the differential susceptibility to tracheal mite (*Acarapis woodi*) infestation of honeybees (*Apis mellifera*) held at both normal and reduced temperatures during pupation. *Apidologie* 37, (4), 471-479.
- Mesquida, J. (1976)** Incidence de la sécheresse sur le développement des abeilles. *Bulletin Technique Apicole* 3, (3), 33-38.
- Michael, A. S. (1962)** *Tropilaelaps clarae*, a mite infesting honeybee colonies. *Bee World* 43, 81-82.
- Milani, N. (1999)** The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud to acaricides. *Apidologie* 30, (2-3), 229-234.
- Molga, P. (2007)** La mort des abeilles met la planète en danger. *Les Échos du 20 août 2007*, page 12.
- Morgenthaler, O. (1933)** *Acarapis woodi* in queens. *Bee World* 14, 81.
- Morgenthaler, O. (1968)** Les maladies infectieuses des ouvrières. In: *Traité de biologie de l'abeille*. Tome 4, Chauvin, R., Masson & Cie Éditions, Paris. 327 pages.
- Morse, R.A. et Goncalves, L.S. (1979)** *Varroa disease*, a threat to world beekeeping. *Gleanings in Bee Culture* 107, (4), 179-181.
- Navajas M., Migeon A., Alaux C., Martin-Magniette M.L., Robinson G.E., Evans J.D. et al. (2008)** Differential gene expression of the honey bee *Apis mellifera* associated with *Varroa destructor* infection. *BMC Genomics*. 9:301doi:10.1186/1471-2164-9-301.
- Neumann, P. et Elzen, P.J. (2004)** The biology of the small hive beetle (*Aethina tumida*, *Coleoptera*: *Nitidulidae*): gaps in our knowledge of an invasive species. *Apidologie* 35, (3), 229-247.
- Nguyen, B.K. et Haubruge, E. (2005)** Le dépérissement des abeilles en Wallonie : une attention particulière portée à la présence de Loque Américaine et de Varroase dans les ruchers. *Le Canard Déchaîné du Kauwberg*, (54), 18-19.
- Odoux, J. F., Lamy, H. et Aupinel., P. (2004)** L'abeille récolte-t-elle du pollen de maïs et de tournesol ? La santé de l'abeille, (201), 187-193.
- Oldroyd, B.P. (2007)** What's killing American honey bees? *PLoS Biology* 5, (6), 1195-1199.
- Olivier, V. et Ribière, M. (2006)** Les virus infectant l'abeille *Apis mellifera* : le point sur leur classification. *Virologie* 10, (4), 267-278.
- Ongus, J.R., Peters, D., Bonmatin, J.M., Bengsch, E., Vlaskovits, J.M. et Van Oers, M.M. (2004)** Complete sequence of a picorna-like virus of the genus Iflavirus replicating in the mite *Varroa destructor*. *Journal of General Virology* 85, (12), 3747-3755.
- Onippam (2008)** Stratégie de développement durable de la filière des huiles essentielles de lavande et de lavandin. Rapport consultable en ligne à l'adresse suivante : <http://81.255.95.209/onippam/upload/document/1211816628.pdf>, 1-13.
- Oomen, P.A. (1999)** Honey bee poisoning incidents over the last ten years as reported by bee keepers in the Netherlands. In: *Hazard of pesticides to bees*, Inra, Avignon (France). 129-135.
- Otis, G.W. et Scott-Dupree, C.D. (1992)** Effects of *Acarapis woodi* on overwintered colonies of honey bees in New York. *Journal of Economic Entomology* 85, 40-46.
- Otten, C. (2003)**. Daten und Fakten zu den Völkerverlusten. *ADIZ* 8, 6-8.
- Paillet, A., Kirkor, S. et Granger, A.M. (1949)** L'abeille. Anatomie, maladies, ennemis. De Trévoux Éditions, 180 pages.
- Pain, J. et Maugenet, J. (1966)** Recherches biochimiques et physiologiques sur le pollen emmagasiné par les abeilles. *Annales de l'Abeille* 9, 209-236.

- Palacios, G., Van Engelsdorp, D., Cox-Foster, D., Efrat, H., Pettis, J., Holmes, E. C., et al. (2008)** Genetic analysis of Israeli Acute paralysis Virus: distinct clusters are circulating in the United States. *Journal of Virology* 82, (13), 6209-6217.
- Paxton, R.J., Klee, J., Korpela, S. et 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, (6), 558-565.
- Pernal, S. F. et Currie, R. W. (2000)** Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Apidologie* 31, (3), 387-409.
- Pettis, J. S. (2004)** A scientific note on *Varroa destructor* resistance to coumaphos in the United States. *Apidologie* 35, (1), 91-92.
- Pettis, J., Vanengelsdorp, D. et Cox-Foster, D. (2007)** Colony collapse disorder working group pathogen sub-group progress report. *American Bee Journal* 147, (7), 595-597.
- Pham-Delègue, M. H., Etievant, P. X., Guichard, E., Marilleau, R., Douault, P., Chauffaille, J., et al. (1990)** Chemicals involved in honeybee-sunflower relationship. *Journal of Chemical Ecology* 16, (1), 3053-3065.
- Phibbs, A. (1996)** Three year survey of *Varroa* mite and tracheal mite infestations of honey bees in Wisconsin. *American Bee Journal* 136, (8), 589-592.
- Phillips, E.F. et White, G.F. (1912)** Historical Notes on the causes of bee diseases. États-Unis d'Amérique. Dep. Agric. Bureau Ent. Bull., (98), 1-96.
- Pierre, J. et Chauzat, M. P. (2005)** L'importance du pollen pour l'abeille domestique. Incidence sur le comportement et la physiologie. *Bulletin Technique Apicole* 32, 19-28.
- Pimentel De Carvalho, A.C. et Message, D. (2004)** A scientific note on the toxic pollen of *Stryphnodendron polyphyllum* which causes sacbrood-like symptoms. *Apidologie* 35, (1), 89-90.
- Pistorius, J. (2008)** Honey bee Poisoning incidents and Maize production-background and facts. ICPBR meeting, Hazards of Pesticides to Bees, 8-10 Octobre 2008, Bucarest.
- Pointereau, P. et Bisault, L. (2006)** La monoculture et ses dangers pour l'environnement. http://www.agrobiosciences.org/IMG/pdf/Les_dangers_de_la_monoculture1.pdf. Rapport: Solagro, 4 pages.
- Puerta, F., Flores, J.M., Ruiz, J.A., Ruiz, J.M. et Campano, F. (1999)** Fungal diseases of honeybee *In*: Bee Disease Diagnosis, Colin, M.E., Ball, B.V., Kilani, M. (eds). Options Méditerranéennes, Séries B: Etudes et Recherches. N°25. CIHEAM Publications, Zaragoza., 61-69.
- Ramirez-Romero, R., Desneux, N., Decourtye, A., Chaffiol, A. et Pham-Delègue, M. H. (2008)** Does Cry1Ab protein affect learning performances of the honey bee *Apis mellifera* L. (*Hymenoptera, Apidae*)? *Ecotoxicology and Environmental Safety* 70, 327-333.
- Rapport du Comité Scientifique et Technique de l'Étude Multifactorielle des Troubles des Abeilles (CST) (2003)** Imidaclopride utilisé en enrobage de semences (Gaucho) et troubles des abeilles. <http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/rapportfin.pdf>. Rapport final, 106 pages.
- Rapport du Comité Scientifique et Technique de l'Étude Multifactorielle des Troubles des Abeilles (CST) (2005)** Fipronil utilisé en enrobage de semences (Régent TS) et troubles des abeilles. http://agriculture.gouv.fr/sections/publications/rapports/fipronil-utilise-en/downloadFile/FichierAttache_1_fo/080218_rapport_fiproniljuillet2006.pdf?nocache=1203426652.66. Rapport décembre 2005 validé le 15 mai 2005. 100 pages.
- Rautmann, D., Streloke, M. et Winkler, R. (2001)** New basic drift values in the authorisation procedure for plant protection products. Workshop on Risk assessment and risk mitigation measures in the context of the authorisation of plant protection products. Forster, R. et Streloke, M. Editors Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin Dahlem.
- Ravazzi, G. (2003)** Abeilles et apiculture. 2nd édition. Éditions De Vecchi SA. Paris. 59 pages.
- Rennie, J. (1921)** Isle of Wight disease in hive bees - acarine disease: the organism associated with the disease - *Tarsonemus woodi*, n. sp. *Transaction of the Royal Society of Edinburgh* 52, 768-779.

- Ribière M. (2002)** Rapport Final. Étude n°2101 co-financée par le programme apicole communautaire. Lutte contre la varroase et les maladies associées. Les viroses de l'abeille : diagnostic, étude de l'impact, recherche de synergies avec les pesticides. Règlement CE1221/97 visant à l'amélioration de la production et de la commercialisation du miel. 1-23.
- Ribière M. (2004)** Rapport Final. Étude co-financée par le programme apicole communautaire. Lutte contre la varroase et les maladies associées. Les viroses de l'abeille, recherche des causes favorisantes. Règlement CE1221/97 visant à l'amélioration de la production et de la commercialisation du miel. 1-36.
- Ribière, M., Ball, B. et Aubert, M. (2008)** Natural history and geographical distribution of honey bee viruses. In: Virology and the Honey bee. Aubert, M., Ball, B., Fries, I., Moritz, R., Milani, N., Bernardinelli, I. Editors. European Commission.
- Richards, A.J. (2001)** Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? *Annals of Botany* 88, (2), 165-172.
- Romaniuk, K. et Wawrzyniak, S. (1991)** Effects of *Varroa jacobsoni* on worker bee bodyweight. *Medycyna Weterynaryjna* 47, (5), 141-158.
- Root, A. I. (1990)** *ABC and XYZ of Bee Culture*, 40th Edition. The A.I. Root Company, Medina, Ohio, USA.
- Rosenkranz, P. (2004)** Pertes d'abeilles et de colonies en Allemagne. Comptes-rendus du 1^{er} Colloque technique apicole, 12 octobre 2004, Roissy, France, 68-91.
- Rosenkranz, P. et Wallner, K. (2008)** The chronology for honey bee losses in the Rhine Valley during spring 2008: an example of worst case scenario, in: Teal, J., Osborne, J. L., and Paxton, R. J. (Ed), Belfast, 94-95.
- Rothenbuhler, W.C. (1964)** Behaviour genetics of nest cleaning in honey bee. Responses of four inbred lines to disease killed brood. *Animal Behaviour* 12, 578-583.
- Roulston, T. H. et Cane, J. H. (2000)** Pollen nutritional content and digestibility for animals. *Plant Systematics and Evolution* 222, 187-209.
- Roussy, L. (1962)** Nouvelles contributions à l'étude du *Pericystis apis*. *Gazette Apicole*, (63), 101-105.
- Russell, D., Meyer, R. et Bukowsky, J. (1998)** Potential impact of microencapsulated pesticides on New Jersey apiaries. *American Bee Journal* 138, (3), 207-210.
- Saddier, M. (2008)** Pour une filière apicole durable. Les abeilles et les pollinisateurs sauvages. Octobre 2008. Rapport au Premier ministre François Fillon. http://www.agriculture-environnement.fr/telecharger/Rapport_SADDIER.pdf. 64 pages.
- Sammataro, D., Gerson, U. et Needham, G. (2000)** Parasitic mites of Honey Bees: Life History, Implications and Impact. *Annual Review of Entomology*, (45), 519-548.
- Schiro, J. (2008)** Editorial Spécial AG statutaire 2008. *Bulletin du SPMF* mars 2008, (1), 1.
- Servel, F. (2002)** Les intoxications des abeilles en Provence. *Le courrier de la nature*, (196).
- Shimanuki, H., Calderone, N. W. et Knox, D.A. (1994)** Parasitic mite syndrome: the symptoms. *American Bee Journal* 134, (12), 827-828.
- Siede, R., König, M., Büchler, R. et Thiel, H.J. (2006)** A real time based survey on acute bee paralysis virus in German bee colonies. Proceeding of the second European conference of apidology. Veselý, V. and Titera, D. Editors. Prague, Czech Republic.
- Singh, S., Saini, K. et Jain, K.L. (1999)** Quantitative comparison of lipids in some pollens and their phagostimulatory effects in Honey bees. *Journal of Apicultural research* 38, (1-2), 87-92.
- Smart, L., Stevenson, J. (1982)** Laboratory estimation of toxicity of pyrethroid insecticides to honeybees: Relevance to hazard in the field. *Bee world* 63, 150-152.
- Somerville, D.C. (2001)** Nutritional value of bee collected pollens, NSW Agriculture, A Report For Rural Industries Research and Development Corporation Editors. Publication n°01/047 Barton, Australia. 176 pages.

- Somerville, D.C. (2005)** Nosema disease in bees. Agnote-NSW Department of Primary Industries DAI-124.
- Soudek, S. (1927)** The pharyngeal glands of the honey bee. Bulletin de l'École Brno 10, 1-63.
- Spivak, M. et Reuter, G.S. (2001)** Resistance to American foulbrood disease by honey bee colonies *Apis mellifera* bred for hygienic behaviour. Apidologie 32, (6), 555-565.
- Spreafico, M., Eordegh, F.R., Bernardinelli, I. et Colombo, M. (2001)** First report of strains of *Varroa destructor* resistant to coumaphos. Result of laboratory tests and field trials. Apidologie 32, (1), 49-55.
- Stefan-Dewenter, I. et Kuhn, A. (2002)** Honeybee foraging in differentially structured landscapes. Proceedings of the Royal Society London Series B 270, 569-575.
- Stokstad, E. (2007a)** Genomics : Puzzling decline of U.S. bees linked to virus from Australia. Science 317, (5843), 1304-1305.
- Stokstad, E. (2007b)** The case of the empty hives. Science 316, (5827), 970-972.
- Sturtevant, A.P. (1949)** Studies on American Foulbrood resistance. American Bee Journal 89, 385.
- Suard, T. (2008)** Thymovar, une solution simple, efficace et naturelle contre la varroase. Abeilles&Cie, (122), 35.
- Synge, A.D. (1947)** Pollen collection by honeybees. Journal of Animal Ecology 16, 122-136.
- Tardieu, V. (1998)** Les apiculteurs accusent le Gaucho d'empoisonner leurs abeilles. Le Monde du 18 avril 1998.
- Tautz, J., Maier, S., Groh, C., Rossler, W. et Brockmann, A. (2003)** Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their larval development. Proceedings of the National Academy of Science U S A 100, (12), 7343-7347.
- Tentcheva, D., Gauthier, L., Zappulla, N., Dainat, B., Cousserans, F., Colin, M.E., et al. (2004)** Prevalence and seasonal variations of six bee viruses in *Apis mellifera* L. and *Varroa destructor* mite populations in France. Applied and Environmental Microbiology 70, (12), 7185-7191.
- Thomas, M.C. (1998)** Pest alert : small hive beetle. American Bee Journal 138, (8), 565.
- Thompson, H.M., Brown, M.A., Ball, R.F. et Bew, M.H. (2002)** First report of *Varroa destructor* resistance to pyrethroids in the UK. Apidologie 33, (4), 357-366.
- Todd, J.H., De Miranda, J.R. et Ball, B.V. (2007)** Incidence and molecular characterization of viruses found in dying New Zealand honey bee (*Apis mellifera*) colonies infested with *Varroa destructor*. Apidologie 38, (4), 354-367.
- Toma, B., Bénet, J.-J., Dufour, B., Eloit, M., Moutou, F. et Sanaa, M. (1991)** Glossaire d'épidémiologie animale, Éditions du point vétérinaire. Maisons-Alfort. 365 pages.
- Trouiller, J. (1998)** Monitoring *Varroa jacobsoni* resistance to pyrethroids in western Europe. Apidologie 29, (6), 537-546.
- Unsworth, J.B., Wauchope, R.D., Klein, A.W., Dorn, E., Zeeh, B., Yeh, S.M., et al. (1999)** Significance of the long range transport of pesticides in the atmosphere (technical report). Pure and Applied Chemistry 71, (7), 1359-1383.
- Vallon, J., Savary, F., Jourdan, P. et Clair, V. (2006)** Essai de l'intérêt de l'association du thymol et de l'acide oxalique pour la maîtrise de la varroatose en Provence. Bulletin Technique Apicole 33, (4), 163-168.
- Vallon, J., Savary, F. et Jourdan, P. (2007)** Suivi de l'efficacité des traitements contre *Varroa destructor* bénéficiant d'une AMM au cours de l'automne et l'hiver 2006/2007. Bulletin Technique Apicole 34, (2), 49-54.
- Vanengelsdorp, D., Underwood, R., Caron, D. et Hayes, J. (2007)** An estimate of managed colony losses in the winter of 2006-2007: a report commissioned by the apiary inspectors of America. American Bee Journal 147, (7), 599-609.
- Vear, F., Pham-Delègue, M. H., Tourvieille De Labrouhe, D., Marilleau, R., Loubliey, Y., Le Metayer, M., et al. (1990)** Genetical studies of nectar and pollen production in sunflower. Agronomie 10, (3), 219-231.
- Villemand, C., Haxaire, J. et Straito, J.C. (2006)** La découverte du frelon asiatique *Vespa velutina*, en France. Insectes 143, (4), 3-7.

- Vincent, C., (2007)** Interviews : Bernard Vaissière s'exprime à propos des conséquences de la disparition des abeilles. In : Le monde du 14 octobre 2007. 8 pages. Consultable en ligne à l'adresse suivante : http://www.museum.agropolis.fr/pages/savoirs/apiculture_raisonnee/LEMONDE20071014_Vaissiere.pdf
- Wahl, O. et Ulm, K. (1983)** Influence of pollen feeding and physiological condition on pesticide sensitivity of the honey bee *Apis mellifera carnica*. *Oecologia* 59, 106-128.
- Wajnberg, E., Cernicchiaro, G., Acosta-Avalos, D., El-Jaick, L.J. et Esquivel, D.M.S (2001)** Induced remnant magnetization of social insects. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, (226-230), 2040-2041.
- Wang, D. I. et Moeller, F. E. (1971)** Ultrastructural changes in the hypopharyngeal glands of workers honey bees infected by *Nosema apis*. *Journal of Invertebrate Pathology* 17, (3), 308-320.
- Webster, T. C., Briggs, T. D., Skinner, J. et Parisian, T. (1985)** Effects of pollen traps on honey bee (*Hymenoptera: Apidae*) foraging and brood rearing during almond and prune pollination. *Environmental Entomology* 14, (6), 683-686.
- Weibull, A.C., Ostman, O. et Granqvist, A. (2003)** Species richness in agroecosystems : the effect of landscape, habitat and farm management. *Biodiversity Conservation* 12, (7), 1335-1355.
- Wenning, C. (2001)** Autumn hive depopulation revisited. *American Bee Journal* 141, (8), 557-559.
- Wieggers, F.P. (1986)** Transmission of honeybee viruses by *Varroa jacobsoni* Oud. European research on varroa control, Udine, Italy. Cavalloro, R. Éditions, Commission of the European Communities, Joint Research Centre, Ispra, Luxembourg.
- Wilcock, C. et Neiland, R. (2002)** Pollination failure in plants : why it happens and when it matters. *Trends in Plant Science* 7, (6), 270-277.
- Wille, M. et Wille, H. (1984)** Was hat sich in der Pollenversorgung der Bienenvölker in den letzten 35 Jahren verändert ? *Schweizerische Bienen-Zeitung* 107, 463-472.
- Wilson, W.T., Pettis, J.S., Henderson, C.E. et Morse, R.A. (1997)** Tracheal mites. In : Honey bee pests, predators and diseases (Third Edition), Morse, R.A. Flottum, K. Editors, A.I. Root Company, Medina, Ohio, USA. 253-277.
- Witters, S. (2003)** L'apiculture en Espagne. In : Des abeilles et des hommes. Miel et commerce équitable : l'exemple du miel Maya au Mexique. Miel Maya Honing Éditions. 108-111.
- Woyke, J. (1994a)** *Tropilaelaps clareae* females can survive for four weeks when given open bee brood of *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research* 33, (1), 21-25.
- Woyke, J. (1994b)** Repeated egg laying by females of the parasitic honey bee mite *Tropilaelaps clareae*. *Apidologie* 25, (3), 327-330.
- Yang, X. et Cox-Foster, D. (2005)** Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate : evidence for host immunosuppression and viral amplification. *Proceedings of the National Academy of Sciences U. S. A* 102, (21), 7470-7475.
- Yang, X. et Cox-Foster, D. (2007)** Effects of parasitization by *Varroa destructor* on survivorship and physiological traits of *Apis mellifera* in correlation with viral incidence and microbial challenge. *Parasitology* 134, (3), 405-412.
- Yue, C. et Genersch, E. (2005)** RT-PCR analysis of deformed wing virus in honeybees (*Apis mellifera*) and mites (*Varroa destructor*). *Journal of General Virology* 86, (12), 3419-3424.

Annexe 1: Décision de création du groupe de travail sur les « affaiblissements, effondrements et mortalités des colonies d'abeilles »

AGENCE FRANÇAISE DE SECURITÉ SANITAIRE DES ALIMENTS

**Décision n°2007/04/327
portant création du groupe de travail
« mortalités, effondrements et affaiblissements
des colonies d'abeilles »**

La Directrice générale de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments,

Vu le code de la santé publique, et notamment ses articles L.1323-4 et R.1323-22 ;

Vu l'arrêté du 17 octobre 2006 relatif aux comités d'experts spécialisés placés auprès de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments ;

Vu l'arrêté du 4 août 2006 portant nomination des membres des comités d'experts spécialisés de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments ;

Vu le règlement intérieur de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments,

DECIDE :

Article premier. Il est créé sur proposition de la Directrice générale et après consultation du comité d'experts spécialisés « Santé Animale » (DERNS), un groupe de travail dénommé « mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles » dont l'objectif est :

- 1) α) de réaliser une analyse critique des données scientifiques et des résultats des travaux de recherche collectés et disponibles à l'échelle nationale et internationale sur les mortalités (incluant les effondrements et les affaiblissements) des colonies d'abeilles ;
 β) d'identifier, s'il est possible, les causes et/ou les facteurs de risque des mortalités (incluant les effondrements, les affaiblissements) des colonies d'abeilles étudiées en France à partir des données disponibles ;
- 2) d'évaluer le caractère généralisable de ces conclusions à l'ensemble des ruchers en France sur la base des recensements des enregistrements effectués dans les ruchers, par les apiculteurs et des agents sanitaires apicoles : nombre des ruches et ruchers au niveau national, productions, évolution des effectifs des ruches dans le temps, cas déclarés de maladies réputées contagieuses (MRC) et de maladies à déclaration obligatoire (MDO), recensement des intoxications, traitements anti-parasitaires et anti-infectieux utilisés... ;
- 3) d'aboutir à des recommandations :
 - sur les enregistrements et plans de surveillance nécessaires à un suivi objectif et quantitatif de l'importance des problèmes ;
 - sur les travaux complémentaires qu'il serait nécessaire de conduire si une insuffisance de données était révélée dans le cadre de cette auto-saisine ;
 - sur un éventuel besoin de mise en place de réseaux d'épidémiologie-surveillance.

Article 2. Le groupe mentionné à l'article premier est composé des membres suivants :

- Membres de la liste d'experts du Comité d'experts spécialisé « Santé animale » :
 - M. Jean Pierre Ganière (ENVN)
 - M. François Moutou (Afssa LERPAZ)
 - M. Claude Saegerman (Faculté vétérinaire de Liège, Belgique)
 - M. Bernard Toma (ENVA)
- Membres de la liste d'experts du Comité d'experts spécialisé « Phyto-sanitaires » :
 - Mme Marie-Pierre Chauzat (Afssa SOPHIA ANTIPOLIS)
 - M. Robert Delorme (INRA Versailles)
- Personnalités scientifiques :
 - Mme Anne Alix (Afssa DiVE)
 - M. Mike Brown (Apiculture field and advisory services, UK)

M. Patrice Carpentier (Afssa DiVE)
M. Jean-Daniel Charrière (Federal Research station, Berne, Suisse)
M. Jean-Paul Faucon (Afssa SOPHIA ANTIPOLIS)
M. Laurent Gauthier (Pôle Agro Montpellier, ENSAM)
M. Eric Haubruge (Faculté des sciences agro-alimentaires, Université de Gembloux, Belgique)
M. Frans J. Jacobs (Université de Gand, Belgique)
M. Yves Leconte (INRA Avignon)
M. François Madec (Afssa PLOUFRAGAN)
M. Alain Rérat (Académie Agriculture de France)
Mme Magali Ribière (Afssa SOPHIA ANTIPOLIS)

Article 3. M. Bernard Toma est nommé président du groupe de travail mentionné à l'article premier.

Article 4. La coordination scientifique du groupe mentionné à l'article premier est assurée par la coordination du Comité d'experts spécialisé « Santé animale » et les conclusions de ce groupe de travail seront à émettre pour la fin du premier semestre 2008.

Article 5. La présente décision sera publiée dans le *Bulletin officiel* de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments.

Fait à Maisons-Alfort, le **02 MAI 2007**

La Directrice générale de l'Agence française de
sécurité sanitaire des aliments



Pascale BRIAND

Annex 1: Decision to create the working group on “weakening, collapse and mortality of bee colonies”

FRENCH FOOD SAFETY AGENCY

Decision no. 2007/04/327 creating the working group “weakening, collapse and mortality of bee colonies”

The Director General of the French Food Safety Agency:

Having regard to the Code of Public Health, particularly articles L.1323-4 and R.1323-22;

Having regard to the decree of 17 October 2006 on scientific panels set up in the French Food Safety Agency;

Having regard to the decree of 4 August 2006 nominating members of the scientific panels of the French Food Safety Agency;

Having regard to the French Food Safety Agency internal regulations.

HAS DECIDED

Article one. On the proposal of the Director General and following consultation with the “Animal Health” (Department for the Evaluation of Nutritional and Health Risks) scientific panel “a working group entitled “weakening, collapse and mortality of bee colonies” is set up. Its purpose is:

- 1)
 - α) to undertake a critical analysis of the scientific data and results of research collected and available nationally and internationally on mortality (including collapse and weakening) of bee colonies;
 - β) to identify if possible the causes and/or risk factors for mortality (including collapse and weakening) of bee colonies studied in France from the data available.
- 2) to evaluate the general applicable nature of these conditions to all apiaries in France based on the lists of records drawn up in apiaries by beekeepers and bee health officers: number of hives and apiaries nationally, productions, change in numbers of hives over time, declared cases of notifiable diseases (NDs), list of poisonings, anti-parasitic and anti-infectious treatments used.
- 3) to produce recommendations:
 - on the records and monitoring plans required for objective, quantitative monitoring of the extent of the problems;
 - on the further work necessary if inadequate data were found for this self-tasking;
 - on the possible need to set up an epidemiological monitoring network.

Article 2 – The group described in article one will consist of the following members:

- Members of the “Animal health” scientific panel:

Mr. Jean Pierre Ganière (ENVN)

Mr. François Moulou (Afssa Laboratory for studies and research on animal diseases and zoonoses)

Mr. Claude Saegerman (Liège Veterinary Faculty, Belgium)

Mr. Bernard Toma (ENVA)

- Members of the “Plant health” scientific panel

Ms. Marie-Pierre Chauzat (Afssa SOPHIA ANTIPOLIS)

Mr. Robert Delcome (INRA, Versailles)

- Scientists

Ms. Anne Alix (Afssa Plants and Environment Department/DiVE)

Mr. Mike Brown (Apiculture field and advisory services, UK)

Mr. Patrice Carpentier (Afssa DiVE)
Mr. Jean-Daniel Charrière (Federal Research station, Berne, Switzerland)
Mr. Jean-Paul Faucon (Afssa SOPHIA ANTIPOLIS)
Mr. Éric Haubruge (Faculty of agro-foods Sciences, Université de Gembloux, Belgium)
Mr. Frans J. Jacobs (Université de Gand, Belgium)
Mr. Yves Le Conte (INRA Avignon)
Mr. Françoise Madec (Afssa PLOUFRAGAN)
Mr. Alain Rérat (French Academy for Agriculture)
Ms. Magali Ribière (Afssa SOPHIA ANTIPOLIS)

Article 3 – *Mr. Bernard Toma is appointed Chairman of the Working Group described in article one.*

Article 4 – *The scientific coordination of the group described in article one will be provided by the “Animal health” scientific panel coordination and the conclusions of the working group are required by the end of the first half of 2008.*

Article 5 – *This decision will be published in the Official Bulletin of the French Food Safety Agency*

Maisons-Alfort, 02 May 2007

*Director General of the French Food
Safety Agency*

Annexe 2 : Agents biologiques pathogènes de l'abeille domestique

Certains agents biologiques pathogènes pour l'abeille domestique ont volontairement été exclus de l'inventaire suivant, en raison de leur faible pouvoir pathogène ou du caractère ponctuel et anecdotique de leur intervention dans les causes de mortalité des colonies d'abeilles françaises. Il s'agit :

- du parasitisme accidentel par un petit diptère du genre *Borophaga*, qui pond ses œufs dans les larves mortes et parfois vivantes ;
- de la couvée creuse, phénomène lié à une déficience immunitaire d'origine maternelle, nécessitant le changement de la reine de la colonie atteinte ;
- de la paratyphose, liée à l'agent pathogène *Enterobacter haffnia* (= *Salmonella paratyphi alvei*) dont le rôle pathogène est parfois mis en doute ;
- de certains destructeurs d'abeilles :
 - arthropodes : coléoptère vésicant : *Meloe proscarabeus*, dont les larves, présentes sur les fleurs se font transporter par les butineuses (« phorésie ») et qui, une fois dans la ruche, s'attaquent au couvain,
 - vertébrés insectivores : batraciens (grenouilles, crapauds) ; reptiles (lézards, couleuvres) ; oiseaux (guêpier d'Europe, hirondelles, gobe-mouches, pies grièches, pics, mésanges, bondrées apivores), mammifères (hérissons, musaraignes, ours).

1) Prédateurs

Vespa velutina

Nom commun : le frelon asiatique

Réglementation : maladie non réglementée

Historique et répartition géographique : *V. velutina* a été décrit, pour la première fois, en 1836, par Lepeletier, à partir de spécimens prélevés dans l'île de Java (Indonésie). Cet hyménoptère est largement répandu dans le sud-est asiatique. En Asie continentale, cette espèce se développe sous des climats comparables à ceux du sud de l'Europe. *V. velutina* est présent, probablement depuis 2004, dans le sud-ouest de la France (Haxaire, 2006).

Manifestations sur les colonies d'abeilles domestiques :

en Inde, *V. velutina* est signalé comme un redoutable prédateur des ruchers. Il est estimé que 20 % à 30 % des sujets

Annex 2: Biological agents pathogenic to the honey bee

Some biological agents which are pathogenic to the honey bee have intentionally been excluded from the following listing because of their low pathogenic potential or intermittent anecdotal nature of their involvement in the causes of French bee colony mortality:

- *accidental parasitic infestation by a small dipter belonging to the genus Borophaga which deposits its eggs in dead and occasionally living larvae;*
- *empty brood, a phenomenon associated with maternal immunodeficiency requiring the queen of the affected colony to be changed;*
- *paratyphoid due to the pathogen Enterobacter haffnia (= Salmonella paratyphi alvei) the pathogenic role of which is sometimes questioned;*
- *some bee destructors:*
 - *arthropods: blister beetle: Meloe proscarabeus, whose larvae, present on flowers, are transported by the foraging bees ("phoresis") and attack the brood once in the hive,*
 - *insect-eating vertebrates: batrachians (frogs, toads); reptiles (lizards, snakes); birds (European bee-eater, swallows, flycatchers, shrikes, woodpeckers, tits, honey buzzards), mammals (hedgehogs, shrews, bears).*

1) Predators

Vespa velutina

Common name: Asian hornet

Regulation: disease not regulated

History and geographical distribution: *V. velutina* was described for the first time in 1836, by Lepeletier, from specimens obtained on Java (Indonesia). This hymenoptera is widely found throughout south-east Asia. In continental Asia the species develops in climates similar to those of southern Europe. *V. velutina* has been present probably since 2004, in the south-west of the France (Haxaire, 2006).

Effects on honey bee colonies: In India, *V. velutina* is reported to be a feared apiary predator. It is estimated that 20 to 30% of the population of an Asian bee colony (*Apis cerana*) dies as the result of a hornet attack.

d'une colonie d'abeilles asiatiques (*Apis cerana*) succombent à l'attaque du frelon.

V. velutina prélève des butineuses. Il attend en vol stationnaire, devant et autour de la ruche. Lorsqu'une abeille arrive, il fonce sur elle, l'attrape entre ses pattes et la neutralise. Il l'emporte alors jusqu'à son nid. Après avoir décimé une à une toutes les gardiennes de la colonie, les ouvrières de *V. velutina* s'enfoncent dans la ruche pour y prélever le couvain dont elles nourrissent leurs propres larves. En termes de dégâts observés, lorsque huit frelons sont présents autour d'une ruche, ils provoquent, par enlèvement des abeilles, un arrêt de la ponte, un arrêt de l'activité de la colonie et un dépérissement de celle-ci (Haxaire, 2006; Haxaire *et al.*, 2006; Villemand *et al.*, 2006).

Aethina tumida

Nom commun : le petit coléoptère de la ruche

Réglementation : maladie inscrite sur la liste de l'OIE⁽⁴⁶⁾, la liste des maladies à déclaration obligatoire en Europe⁽⁴⁷⁾ et la liste des MARC⁽⁴⁸⁾ en France

Historique et répartition géographique : originaire des régions tropicales et subtropicales, situées au sud du Sahara, *Aethina tumida* a été identifié et décrit pour la première fois en 1867. Depuis 1940, il est décrit comme un parasite d'*A. mellifera*. Ce coléoptère a été découvert pour la première fois dans un rucher commercial, en Floride (États-Unis), en 1998 (Thomas, 1998). Au cours des dix dernières années, *A. tumida*, considérée comme une espèce invasive, s'est répandue rapidement en Amérique du Nord, en Egypte et en Australie (Neumann et Elzen, 2004).

Manifestations cliniques : dans la ruche, le coléoptère pond ses œufs dans les fissures du bois ou au fond des alvéoles. Les larves d'*A. tumida* provoquent les dommages les plus importants. Pour s'alimenter des œufs et des larves d'abeilles, elles creusent des galeries au travers des rayons, détruisant les cellules de couvain et de miel. Le miel stocké s'écoule des cellules endommagées, colle les rayons et, contaminé par les excréments des larves du prédateur, fermente. Les rayons détruits finissent par s'effondrer. Le degré de destruction infligé par le coléoptère dans une colonie est fonction du nombre de larves d'*A. tumida* écloses. Si l'infestation est importante,

V. velutina removes the foraging bees. It waits in stationary flight in front of and around the hive. When a bee arrives it swoops on it, traps it between its legs and kills it. It then takes it to its nest. After destroying all of the guardians of the colony one by one, the *V. velutina* workers enter the hive and remove the brood which they feed to their own larvae. In terms of the damage seen, if eight hornets are present around a hive, by removing the bees they cause a stop in egg-laying, a cessation of the colony's activity and the colony dies off (Haxaire, 2006; Haxaire *et al.*, 2006; Villemand *et al.*, 2006).

Aethina tumida

Common name: small hive beetle

Regulation: disease present on the OIE⁽⁴⁶⁾ list, the list of notifiable diseases in Europe⁽⁴⁷⁾ and the CAD⁽⁴⁸⁾ list in France

History and geographical distribution: originating from tropical and sub-tropical regions south of the Sahara, *Aethina tumida* was identified and described for the first time in 1867. It has been described as a parasite of *A. mellifera* since 1940. The beetle was discovered for the first time in a commercial apiary in Florida (United States) in 1998 (Thomas, 1998). During the last ten years *A. tumida*, which is considered to be an invasive species, has spread rapidly in North America, Egypt and Australia (Neumann and Elzen, 2004).

Clinical features: in the hive, the beetle lays its eggs in wood cracks or at the bottom of the cells. *A. tumida* larvae cause the greatest damage. In order to feed on the bee larvae and eggs they burrow from the galleries through the combs destroying brood cells and honey. The honey stored flows from the damaged cells, sticks to the combs and, contaminated by the predator's larvae excrement, then ferments. The destroyed combs ultimately collapse. The degree of destruction inflicted by the beetle in a colony depends on the number of *A. tumida* larvae which hatch. With high level infestation the honey bee colony is at high risk of totally dying off (Hauser, 2003).

(46) OIE: Office international des épizooties.

(47) RÈGLEMENT (CE) N° 1398/2003 de la commission du 5 août 2003 modifiant l'annexe A de la directive 92/65/CEE du Conseil. JO de l'UE du 06.08.03

(48) MARC: maladie animale réputée contagieuse.

(46) OIE: World Organisation for Animal Health.

(47) COMMISSION REGULATION (EC) No 1398/2003 of 5 August 2003 amending Annex A to Council Directive 92/65/EEC. EU OJ of 06.08.03

(48) CAD: contagious animal disease.

la colonie d'abeilles domestiques a de grands risques de dépérir totalement (Hauser, 2003).

Galleria mellonella et Achroea grisella

Nom commun : la grande fausse-teigne (*Galleria mellonella*) et petite fausse-teigne (*Achroea grisella*) ou couvain tubulaire ou couvain chauve

Réglementation : maladies non réglementées

Deux espèces de lépidoptères appartenant à la famille des *pyralidae* infestent, à l'état larvaire, les cires et provoquent des dégâts importants. Les fausses-teignes infestent les cires construites⁽⁴⁹⁾, maintenues en réserve pour un usage apicole futur, mais également les rayons des colonies insuffisamment peuplées et ne pouvant se défendre.

La présence des fausses teignes s'observe, généralement, lorsque les ruches sont laissées sans surveillance et/ou lorsque la grappe d'abeilles est insuffisamment développée pour couvrir les cadres de la ruche.

■ **Galleria mellonella (ou grande fausse-teigne)** est la plus fréquente. Elle est active de mai à octobre (selon les températures qui caractérisent ces mois). Son développement est en principe limité à des altitudes inférieures à 1 200 mètres en France. La femelle lépidoptère pond ses œufs sur la cire. Huit à dix jours de développement sont nécessaires avant l'éclosion des larves, qui y creusent alors des galeries garnies de soie. Les larves se nourrissent de cire, de pollen, de miel et des résidus de cocons laissés au fond des alvéoles, lors de l'évolution des larves d'abeilles. La couleur des chenilles de *G. mellonella* varie du blanc crème au grisâtre, selon leur stade de développement. Les rayons de la ruche atteinte sont tapissés d'une toile blanche, où se retrouvent les excréments noirs des chenilles du lépidoptère. En fonction des conditions de température et d'hygrométrie, 25 à 45 jours sont nécessaires à la métamorphose des chenilles dans un solide cocon, fortement inséré dans le support (généralement le bois des ruches qui est creusé à cet effet);

Galleria mellonella and Achroea grisella

Common name: greater honeycomb moth (*Galleria mellonella*) or lesser honeycomb moth (*Achroea grisella*) or tubular brood or bald brood

Regulation: disease not regulated

Two species of moth belonging to the pyralidae family infest waxes in the larval stage and cause considerable damage. Honeycomb moths infest constructed waxes⁽⁴⁹⁾ held in reserve for future bee use but also the combs of inadequately populated colonies which cannot defend themselves.

Honeycomb moths are generally seen when the hives are left unsupervised and/or the bee cluster is insufficiently developed to cover the frames of the hive.

■ **Galleria mellonella (or greater honeycomb moth)** is the more common. It is active from May to October (depending on the temperatures of these months). Its growth is limited mostly to altitudes of under 1,200 metres in France. The female moth lays its eggs on the wax. Eight to ten days of development are required before the larvae hatch. They then burrow through the silk-lined galleries. The larvae feed on the wax, pollen, honey and cocoon residues left in the cells as the bee larvae grow. The colour of the *G. mellonella* caterpillars varies from cream white to grey colour depending on their stage of development. The combs of the affected hive are lined with a white sheet where the black excrement of the moth caterpillars is found. Depending on temperature and relative humidity conditions, it takes 25 to 45 days for the caterpillars to metamorphose into a solid cocoon firmly inserted into the support (generally the hive wood which is burrowed out for this purpose);

(49) Les cires construites sont des rayons élaborés par les abeilles à partir de feuilles de cires gaufrées (plaques de cires où sont dessinées les ébauches des alvéoles servant de départ à la construction). L'élaboration de ces rayons a un coût énergétique important pour les abeilles. Pour cette raison l'apiculteur les réutilise d'une année sur l'autre.

(49) The waxes made are combs produced by the bees from sheets of embossed wax (wax plates on which the openings for the cells used as the starting point for production) are marked. There is a high energy cost to the bees for making these combs. For this reason the beekeeper uses them from one year to the next.

■ **Achroea grisella (ou petite fausse-teigne)** était, avant l'infestation des ruches par *V. destructor*, moins répandue qu'actuellement. Les jeunes larves d'*A. grisella*, à l'exception de leur taille très inférieure, sont identiques à celles de la grande fausse-teigne. Les larves creusent des galeries à la base des alvéoles, à l'origine de symptômes sur le couvain d'abeilles. Les galeries creusées restreignent l'espace disponible pour la croissance des larves. Ainsi, les larves ou les nymphes d'abeilles, en position plus haute, ne sont pas toujours operculées. Un bourrelet de cire autour de l'orifice de l'alvéole peut être visible, il s'agit du couvain chauve ou couvain tubulaire.

Outre la destruction des cadres, *G. mellonella* et *A. grisella* seraient capables de transmettre les agents pathogènes de maladies graves, notamment la loque américaine (*P. larvae*, cf. « Bactéries ») (Borchert, 1966).

Ces infestations entraînent principalement des dégâts pour les cires stockées et des pertes de colonies déjà faibles mais aussi le risque de voir émerger des pathologies plus graves.

2) Parasites

2.1) Arthropodes acariens

Varroa destructor

Maladie: la varroase

Synonymie: la varroatose, la varroose

Réglementation: maladie inscrite sur la liste de l'OIE et la liste des MADO⁽⁵⁰⁾ en France.

Historique et répartition géographique: découvert au début du XX^e siècle, en Indonésie, sur l'abeille *Apis cerana*, l'acarien *Varroa jacobsoni Oudemans* s'est rapidement développé sur son nouvel hôte, *Apis mellifera*. Il a été renommé par la suite *Varroa destructor* (Anderson et Trueman, 2000). Le phénomène d'adaptation de l'acarien à son nouvel hôte s'est opéré, vraisemblablement au cours des années soixante, à la suite de l'augmentation progressive des populations d'*A. mellifera*, en Asie, dans un but d'amélioration de la productivité des colonies d'abeilles asiatiques.

Le transport d'essaims infestés, d'une part, et les échanges entre apiculteurs, d'autre part, ont entraîné la dissémination de cet agent pathogène à travers le monde.

Aujourd'hui, la varroase touche l'ensemble de la planète à l'exception de l'Australie.

(50) MADO: maladie animale à déclaration obligatoire.

■ **Achroea grisella (or lesser honeycomb moth)** was previously less widely found than now before hive infestation with *V. destructor*. Apart from their far smaller size, the young *A. grisella* larvae are identical to those of the greater honeycomb moth. The larvae burrow through the galleries at the base of the cells causing symptoms to the bee brood. The burrowed galleries restrict the available space for growth of the larvae. Accordingly, the larvae or bee nymphs above are not always capped. A wax plug around the cell operculum may be visible: this is bald brood or tubular brood.

Apart from destroying frames, *G. mellonella* and *A. grisella* are believed to be able to transmit pathogens for serious diseases, particularly American foulbrood (*P. larvae*, see "Bacteria") (Borchert, 1966).

These infestations mostly cause damage to the stored wax and loss of colonies which are already weak, but also incur the risk of allowing more serious diseases to emerge.

2) Parasites

2.1) Arthropod mites

Varroa destructor

Disease: varroasis

Synonyms: varroatosis, varroosis

Regulation: disease listed on the OIE and the notifiable disease list in France.

History and geographical distribution: discovered at the turn of the 20th century in Indonesia on the *Apis cerana* bee, the *Varroa jacobsoni Oudemans* mite rapidly grew on its new host, *Apis mellifera*. It was subsequently renamed *Varroa destructor* (Anderson and Trueman, 2000). The adaptation of the mite to its new host probably occurred during the 1960s following the progressive increase in *A. mellifera* populations in Asia in order to improve production of Asian bee colonies.

Transport of infested swarms on the one hand and exchanges between beekeepers on the other, resulted in the spread of this pathogen worldwide.

Varroasis now affects all countries, except for Australia.

Manifestations cliniques: le cycle de développement de cet ectoparasite se déroule essentiellement dans le couvain et dure environ huit jours. Les femelles adultes envahissent les cellules de couvain quelques heures avant l'operculation (Beetsma *et al.*, 1999). Environ 60 heures après l'operculation, la femelle acarien pond son premier œuf qui donnera naissance à un mâle, les œufs suivants donneront naissance à des femelles.

Ainsi la durée d'operculation du couvain d'ouvrière d'*A. mellifera* permet en général la production de trois femelles du parasite matures et celle du couvain mâle la production de cinq femelles matures (Martin, 1998).

Le parasite se nourrit de l'hémolymphe des nymphes et des adultes. L'infestation par *V. destructor* est extrêmement dommageable aux colonies d'abeilles domestiques (Bailey et Ball, 1991). Les principaux effets délétères sont causés par les femelles reproductrices qui, en se nourrissant de l'hémolymphe des larves, des nymphes et des ouvrières, les affaiblissent, ce qui se répercute sur la colonie toute entière (Kanbar et Engels, 2003). Cet acarien est également vecteur d'autres agents pathogènes, notamment viraux (cf. ci-après, annexe 2, 5.2 « *Virus, Les virus associés à d'autres agents biologiques pathogènes* »). Une grande partie des symptômes observés au sein des colonies semble être liée aux infections transmises, plus qu'à l'infestation elle-même (Ball, 1985; Glinski et Jarosz, 1995).

Par ailleurs, Benoit *et al.* (2004) ont mis en évidence la capacité de *V. destructor* à véhiculer des micro-organismes tels qu'*Aspergillus sp.* et *Penicillium sp.* dans les colonies d'abeilles domestiques (Benoit *et al.*, 2004). L'acarien est considéré comme un vecteur potentiel de la maladie du couvain pétrifié et/ou de la maladie du couvain plâtré (Liu, 1996; Benoit *et al.*, 2004).

Les conséquences de l'infestation au stade nymphal sont, notamment :

- une réduction en poids et en volume de l'hémolymphe (Romaniuk et Wawrzyniak, 1991; Yang et Cox-Foster, 2007);
- un sous-développement des glandes hypopharyngiennes (De Jong *et al.*, 1982);
- une diminution de la longévité (Kovak et Crailsheim, 1988; Amdam *et al.*, 2004);
- une activité de butinage précoce des ouvrières dans leur cycle de vie (Janmaat et Winston, 2000);
- une altération de l'ontogenèse et de l'expression des glycoprotéines des spermatozoïdes (Marti *et al.*, 1996).

Clinical features: the development cycle for the ectoparasite mostly occurs in the brood and lasts for approximately eight days. The adult females invade the brood cells a few hours before capping (Beetsma *et al.*, 1999). Approximately 60 hours after capping the female mite lays its first egg which produces a male, the following eggs producing females.

The capping time for the *A. mellifera* worker brood generally allows three females to be produced from the mature parasite and five mature females to be produced from the male brood (Martin, 1998).

The parasite feeds on the haemolymph of nymphs and adults. *V. destructor* infestation is extremely damaging to honey bee colonies (Bailey and Ball, 1991). The major harmful effects are caused by the reproducing females which by feeding on the haemolymph of larvae, nymphs and worker bees render them weak, with repercussions on the entire colony (Kanbar and Engels, 2003). The mite is also a vector for several pathogens, particularly viral (see below, Annex 2, 5.2 "Viruses, The viruses associated with other pathogenic biological agents"). A large proportion of the symptoms seen within the colonies appears to be due to transmitted infections rather than infestation itself (Ball, 1985; Glinski and Jarosz, 1995).

In addition, Benoit *et al.* (2004) identified the ability of *V. destructor* to carry micro-organisms such as *Aspergillus sp.* and *Penicillium sp.* into honey bee colonies (Benoit *et al.*, 2004). The mite is considered to be a potential vector for stonebrood disease and/or plastered brood disease (Liu, 1996; Benoit *et al.*, 2004).

In particular the consequences of infestation in the nymph stage are:

- reduction in the weight and volume of haemolymph (Romaniuk and Wawrzyniak, 1991; Yang and Cox-Foster, 2007);
- underdevelopment of the hypopharyngeal glands (De Jong *et al.*, 1982);
- reduced lifespan (Kovak and Crailsheim, 1988; Amdam *et al.*, 2004);
- early foraging activity by worker bees in their lifecycle (Janmaat and Winston, 2000);
- reduced ontogenesis and expression of spermatozoal glycoproteins (Marti *et al.*, 1996).

En outre, il a été démontré, sur les abeilles émergentes infestées, une action immunosuppressive de l'infestation par ce parasite (Yang et Cox-Foster, 2005; Yang et Cox-Foster, 2007). Des effets, liés à la synergie ou l'association avec d'autres agents pathogènes (autres acariens, bactéries, virus et champignons), peuvent également apparaître (*cf.* ci après, annexe 2, 5.2 « *Virus associés à d'autres agents biologiques pathogènes* ») potentiellement en lien avec cette immunosuppression (Gregory *et al.*, 2005; Yang et Cox-Foster, 2005).

De manière générale, pour un rucher fortement infesté, un important taux de mortalité hivernale (Amdam *et al.*, 2004) est constaté ainsi que la perte de nombreuses colonies (Morse et Goncalves, 1979; Wenning, 2001; Faucon *et al.*, 2002; Caron *et al.*, 2005; Oldroyd, 2007). Aux États-Unis, comme le mentionne le rapport délivré au Congrès Américain le 26 mars 2007 par Renée Johnson, analyste en économie agricole, intitulé « *Recent honey bee colony declines* » et portant sur le CCD, une part importante des mortalités de colonies est attribuable à l'action de l'acarien *Varroa destructor* en synergie avec des attaques virales (Johnson, 2007).

La présence de cet acarien et les méthodes de lutte mises en œuvre contre celui-ci sont les facteurs de risque le plus souvent pris en considération dans les études multifactorielles portant sur la surmortalité des abeilles; notamment, en Allemagne, aux États-Unis, au Canada, en France, en Autriche, en Belgique, au Luxembourg, au Lichtenstein et en Angleterre (Haubruge *et al.*, 2006).

Ces études mettent en évidence, systématiquement, la présence et les dommages causés par ce parasite, d'une part, et la difficulté de pouvoir en contrôler la population au sein des ruches, d'autre part. Witters indique que *V. destructor* cause, en Espagne, la destruction d'un million de ruches par an et a pour conséquence l'augmentation du temps de travail des apiculteurs et des frais de traitement des ruchers (Witters, 2003).

Infestation with the parasite has also been shown to have an immunosuppressant action on infested emerging bees (Yang and Cox-Foster, 2005; Yang and Cox-Foster, 2007). Effects may also develop due to synergy or association with other pathogens (other mites, bacteria, viruses and fungi) (see below, Annex 2, 5.2 "Viruses associated with other pathogenic biological agents"), potentially associated with the immunosuppression (Gregory et al., 2005; Yang and Cox-Foster, 2005).

A high level of winter mortality is generally seen in a highly infested apiary (Amdam et al., 2004) together with loss of many colonies (Morse and Goncalves, 1979; Wenning, 2001; Faucon et al., 2002; Caron et al., 2005; Oldroyd, 2007). As described in the report delivered to the American Congress on 26 March 2007 by Renée Johnson, an agricultural economics analyst, entitled "Recent honey bee colony declines" and examining CCD, a large proportion of colony mortality can be attributed to the action of the Varroa destructor mite in synergy with viral attacks (Johnson, 2007).

The presence of the mite and the methods used to combat it are the risk factors most often considered in multifactorial studies on increased bee mortality; in particular in Germany, the United States, Canada, France, Austria, Belgium, Luxembourg, Liechtenstein and England (Haubruge et al., 2006).

*These studies all reveal firstly the presence of and damage caused by the parasite and secondly the difficulty controlling its population within the hives. Witters reported that in Spain *V. destructor* was responsible for the destruction of a million hives a year and results in increased work time for beekeepers and apiary treatment costs (Witters, 2003).*

Acarapis woodi

Maladie: l'acariose des trachées

Synonymie: l'acarapiose

Réglementation: maladie inscrite sur la liste de l'OIE

Historique et répartition géographique:

la distribution géographique d'*A. woodi* est mondiale, à l'exception de l'Océanie (Wilson *et al.*, 1997). À l'instar de la varroase, l'acariose est dommageable à l'apiculture. Depuis sa première identification aux États-Unis, en 1984, *A. woodi* est responsable de la perte de dizaines de milliers de colonies et d'un préjudice estimé à plusieurs millions de dollars (Delfinado-Baker, 1984). En 1989, un échantillonnage d'abeilles auprès de 55 apiculteurs a permis de mettre en évidence, d'une part, la présence d'*A. woodi* dans 50 % des échantillons et, d'autre part, une relation significative entre l'impact de cet acarien et la mortalité hivernale (Frazier *et al.*, 1994).

Manifestations cliniques: l'acariose est une maladie de l'abeille adulte. L'acarien envahit une partie du système respiratoire (notamment, la première paire de trachées). Il perce la paroi des trachées d'*A. mellifera* pour se nourrir de son hémolymphe, entravant parfois sévèrement la respiration de l'hôte. Alors que tous les stades de développement (cycle de développement d'environ quatorze jours) d'*A. woodi* se déroulent à l'intérieur des voies respiratoires, les femelles reproductrices quittent la trachée pour parasiter une nouvelle abeille adulte (Morgenthaler, 1933). *A. woodi* ne survit que quelques heures à l'extérieur des trachées, une transmission par contact direct entre les abeilles adultes semble nécessaire (Pettis *et al.*, 2007). Tout confinement prolongé des individus de la colonie, notamment, lors de conditions climatiques défavorables, est propice à la transmission de l'agent pathogène.

Les signes cliniques, sur les abeilles adultes, dépendent du nombre de parasites présents dans les trachées et sont, le plus souvent, attribués aux dommages mécaniques et aux perturbations physiologiques liés à l'obstruction de la première paire de trachées.

Les symptômes de l'infestation de la colonie n'apparaissent que lorsque le nombre de parasites dépasse un seuil critique, généralement, au début du printemps:

- abeilles paralysées ou/et incapables de voler (Faucon, 1992; McMullan et Brown, 2006);
- raccourcissement de la durée de vie des abeilles (Gary et Page, 1989; Bailey et Ball, 1991; Deguzman *et al.*, 2005);

Acarapis woodi

Disease: tracheal acariosis

Synonyms: acarapiosis

Regulation: disease present on the OIE list

History and geographical distribution:

the geographical distribution of *A. woodi* is worldwide except for the south-west Pacific (Oceania) (Wilson *et al.*, 1997). Like varroasis, acariosis is harmful to beekeeping. Since its first identification in the United States in 1984, *A. woodi* has been responsible for the loss of millions of colonies at an estimated cost of several million dollars (Delfinado-Baker, 1984). In 1989, bee sampling from 55 beekeepers revealed firstly *A. woodi* to be present in 50% of samples and secondly, a significant relationship between the impact of the mite and winter mortality (Frazier *et al.*, 1994).

Clinical features: acariosis is an adult bee disease.

The mite invades part of the respiratory system (particularly the first pair of the tracheae). It perforates the *A. mellifera* tracheal wall feeding on its haemolymph and sometimes severely compromising the host's respiration. Whereas all of the development stages (development cycle lasting approximately fourteen days) of *A. woodi* take place within the respiratory tract the reproducing females leave the trachea to infest another adult bee (Morgenthaler, 1933). As *A. woodi* only survives a few hours outside of the trachea, direct contact transmission between adult bees appears necessary (Pettis *et al.*, 2007). Any prolonged confinement of colony individuals particularly under adverse weather conditions, is conducive to transmission of the pathogen.

The clinical signs in adult bees depend on the number of parasites present in the tracheae and are usually attributed to mechanical injury and physiological disturbances from obstruction of the first pair of tracheae.

The symptoms of colony infestation only appear once the number of parasites exceeds a critical limit, generally at the beginning of spring:

- bees which are paralysed and/or unable to fly (Faucon, 1992; McMullan and Brown, 2006);
- shortening of bee lifespan (Gary and Page, 1989; Bailey and Ball, 1991; Deguzman *et al.*, 2005);

- mortalité d'adultes (au printemps) supérieure à la mortalité naturelle (Root, 1990; Bailey et Ball, 1991; Otis et Scott-Dupree, 1992);
- forte mortalité hivernale en particulier dans les régions tempérées (Bailey, 1958; Phibbs, 1996; Deguzman *et al.*, 2005);
- diminution de la production de couvain et de miel (Eischen, 1987; Eischen *et al.*, 1988; McMullan et Brown, 2005; Coineau et Fernandez, 2007a).

Outre son action spoliatrice et traumatique, *A. woodi* serait également susceptible de transmettre des virus à l'abeille domestique (notamment le virus de la paralysie aiguë de l'abeille : ABPV) (Shimanuki *et al.*, 1994).

Certains symptômes observés lors du syndrome de l'effondrement des colonies (CCD) aux États-Unis semblent très proches de ceux de la « Maladie de l'île de Wight » (Vanengelsdorp *et al.*, 2007), qui a notamment été associée à ce parasite (Rennie, 1921). Une maladie des abeilles s'accompagnant de pertes extrêmement élevées, est en effet apparue en 1904 dans l'île de Wight (Royaume-Uni). En 1906, environ 90 % des colonies d'abeilles de l'île en auraient été atteintes et en 1918, les pertes de colonies dans l'ensemble des îles britanniques ont été estimées à 90 % (Borchert, 1970a; Sammataro *et al.*, 2000).

Bailey (1961) signale que les conditions de récoltes et de climat défavorables, ainsi que les pratiques apicoles désastreuses liées à la situation d'instabilité et d'insécurité de la première guerre mondiale ont favorisé le développement de l'acariose. Toutefois, selon Bailey, cette maladie ne serait pas uniquement liée à l'acarien des trachées. D'après l'analyse des données sanitaires apicoles obtenues sur l'île de Wight, de nombreuses autres maladies auraient contribué à cette situation, avec, parfois, des signes cliniques analogues. En effet, les symptômes décrits pour cette maladie sont aussi très proches de ceux décrits pour la paralysie chronique maladie d'origine virale (cf. ci-après, annexe 2, 5.2 « Virus associés à d'autres agents biologiques pathogènes ») (Ball et Bailey, 1997; Ribière *et al.*, 2008). La maladie de l'île de Wight serait donc mortelle, de nature infectieuse et provoquée par différentes causes, dont *A. woodi* fait partie (Borchert, 1970a; Wilson *et al.*, 1997).

- adult mortality (in spring time) in excess of natural mortality (Root, 1990; Bailey and Ball, 1991; Otis and Scott-Dupree, 1992);
- high winter mortality particularly in temperate regions (Bailey, 1958; Phibbs, 1996; Deguzman *et al.*, 2005);
- reduction of brood and honey production (Eischen, 1987; Eischen *et al.*, 1988; McMullan and Brown, 2005; Coineau and Fernandez, 2007a).

Apart from its plundering and damaging activities, A. woodi is believed to be able to transmit viruses to the honey bee (particularly acute bee paralysis virus: ABPV) (Shimanuki et al., 1994).

Some symptoms seen in colony collapse disorder (CCD) in the United States appear very similar to those of "Isle of Wight Disease" (Vanengelsdorp et al., 2007), which was particularly associated with this parasite (Rennie, 1921). Bee disease associated with extremely high losses developed in 1904 in the Isle of Wight (United Kingdom). In 1906, approximately 90% of the Island's bee colonies were believed to have been affected and in 1918, the colony loss throughout the British Isles was estimated to be 90% (Borchert, 1970a; Sammataro et al., 2000).

Bailey (1961) reported that adverse harvesting and weather conditions together with the disastrous beekeeping practices associated with the unstable, unsafe situation during World War I promoted the development of acariosis. According to Bailey, however, the disease was not only due to the tracheal mite. From an analysis of bee health data obtained on the Isle of Wight, many diseases were believed to have contributed to this situation with occasionally similar clinical signs. The symptoms of the disease described are also very similar to those described for the chronic paralysis virus (see below, Annex 2, 5.2 "Viruses associated with other pathogenic biological agents") (Ball and Bailey, 1997; Ribière et al., 2008). Isle of Wight disease was therefore believed to be fatal, infectious in nature and to have different causes including A. woodi (Borchert, 1970a; Wilson et al., 1997).

Tropilaelaps clareae

Maladie: la tropilaelose

Réglementation: maladie inscrite sur la liste de l'OIE, la liste des maladies à déclaration obligatoire en Europe et la liste des MARC en France

Historique et répartition géographique: l'acarien *Tropilaelaps clareae* est présent en Asie du Nord-Ouest, de l'Iran jusqu'en Nouvelle-Guinée (Delfinado et Baker, 1961; Burgett *et al.*, 1983). Ce parasite externe d'*Apis dorsata*, mais également d'*A. mellifera* (Laigo et Morse, 1968), n'est pas signalé en Europe.

Très peu d'informations sont actuellement disponibles sur *T. clareae*. La rapide dispersion de *V. destructor* à travers le monde aurait masqué l'émergence de ce nouveau parasite. Depuis 1961, *T. clareae* est connu comme un redoutable ravageur des colonies d'*A. mellifera* (Michael, 1962; Woyke, 1994a).

Manifestations cliniques: le mode de vie de cet acarien est très similaire à celui de *V. destructor*; toutefois, son cycle de développement est plus rapide (environ sept jours) (Woyke, 1994b). *T. clareae* se développe au détriment du couvain, des larves et des nymphes, en se nourrissant de leur hémolymphe (Sammataro *et al.*, 2000).

Les symptômes causés par ce parasite sont assez semblables à ceux occasionnés par *V. destructor*: abeilles rampantes, malformations des ailes, des pattes et de l'abdomen; sur les cadres, présence d'un couvain irrégulier dont la mortalité peut atteindre 50 % (Burgett *et al.*, 1983). Le couvain operculé est, parfois, partiellement désoperculé par les ouvrières d'intérieur, cherchant à éradiquer les parasites. Le couvain mâle semble particulièrement recherché, il peut être parasité à 100 %. Cet acarien ne survit que peu de temps à l'extérieur du couvain (sept à dix jours) (D. Anderson, communication personnelle); ses chélicères ne lui permettant pas de perforer la cuticule de l'abeille, il ne peut se nourrir sur l'abeille adulte. Les périodes d'hivernage sans couvain des régions tempérées et froides sont donc défavorables à ce parasite.

Tropilaelaps clareae

Disease: *Tropilaelosis*

Regulation: disease present on the OIE list, the list of notifiable diseases in Europe and the CAD list in France

History and geographical distribution: the Tropilaelaps clareae mite is present in North-West Asia, from Iran to New Guinea (Delfinado et Baker, 1961; Burgett et al., 1983). This external parasite of Apis dorsata, but also A. mellifera (Laigo and Morse, 1968), has not been reported in Europe.

Very little information is currently available on T. clareae. The rapid spread of V. destructor throughout the world appears to have masked the emergence of this new parasite. Since 1961, T. clareae has been known as a worrying attacker of A. mellifera colonies (Michael, 1962; Woyke, 1994a).

Clinical features: *the lifestyle of the mite is very similar to that of V. destructor; although it has a faster development cycle (approximately seven days) (Woyke, 1994b). T. clareae develops to the detriment of the brood, larvae and nymphs, feeding off their haemolymph (Sammataro et al., 2000).*

The symptoms caused by the parasite are relatively similar to those caused by V. destructor: crawling bees, malformations of the wings, legs and abdomen; on the frames, irregular brood with mortality rate reaching 50% (Burgett et al., 1983). The capped brood is occasionally uncovered by the internal worker bees trying to eradicate the parasites. The male brood appears to be favoured particularly and may reach a parasite load of 100%. This mite only survives for a short time outside of the brood (seven to ten days) (D. Anderson, personal communication): its chelicers do not allow it to perforate the bee's cuticle and it cannot feed on the adult bee. Wintering periods without brood in temperate and cold regions are adverse to this parasite.

2.2) Arthropodes diptères

Braula caeca

Nom commun: le pou de l'abeille (en réalité un diptère)

Réglementation: maladie non réglementée

Répartition géographique: en raison des traitements contre la varroase auxquels il est sensible, *B. caeca* n'est plus retrouvé dans les ruchers de l'hexagone.

Manifestations cliniques: *B. caeca* est présent sur le corps (le thorax en général) de la reine à la belle saison, parfois en très grand nombre (jusqu'à plus d'une centaine d'individus), parfois sur les ouvrières, très rarement sur les mâles. Cet ectoparasite se nourrit des aliments destinés à la reine en les dérobant sur son labium au moment où les ouvrières viennent la nourrir. *B. caeca* pond ses œufs sur les rayons à miel; les larves creusent des tunnels dans les opercules de cires. Son rôle pathogène est faible. Cependant, lors d'abondance de « poux », on constate une diminution de la ponte et par suite une diminution de la population de la ruche. Le parasite pourrait parfois provoquer la mort de la reine (Root, 1990).

2.3) Protozoaire

Malpighamoeba mellificae

Synonymie: *Malpighiella mellificae*

Maladie: l'amibiase, ou amoebiose

Réglementation: maladie non réglementée

Historique et répartition géographique: maladie rare en France, plus répandue en Europe centrale, où elle serait fréquemment associée à la nosémose (Anonyme, 1996).

Manifestations cliniques: les stades de latence (kystes amibiens) sont ingérés par les ouvrières via la nourriture ou l'eau ou lors de leurs activités de nettoyage. Le parasite éclôt du kyste et se développe dans l'intestin. Il parvient dans les tubes de Malpighi où il se multiplie par scissiparité et produit de nouveaux kystes. Les nouvelles amibes ainsi produites quittent l'abeille avec les fèces. Les symptômes causés par ce protozoaire sont essentiellement digestifs (abdomen gonflé, diarrhée, taches fécales jaunâtres et rondes sur la planche d'envol). Les colonies atteintes d'amibiase souffrent souvent d'infections mixtes (nosémose, ou virus X de l'abeille) (Anonyme, 1996). Ce parasite produit, le plus souvent, un affaiblissement des colonies atteintes (Fluri *et al.*, 1998).

2.2) Dipter arthropods

Braula caeca

Common name: bee louse (in reality a dipter)

Regulation: disease not regulated

Geographical distribution: because of treatments against varroasis to which it is sensitive, *B. caeca* is no longer found in apiaries in France.

Clinical features: *B. caeca* is present on the body (generally the thorax) of the queen in the warm season, sometimes in very large numbers (up to around a hundred), occasionally on the worker bees and very rarely on the males. This ectoparasite feeds on food intended for the queen, taking it from them onto its labium when the worker bees come to feed on it. *B. caeca* lays its eggs on the honey combs: the larvae burrow tunnels in the wax covers. It has a limited pathogenic role although if large numbers of "lice" are present a reduction in egg-laying and as a result hive population occurs. The parasite may however kill the queen (Root, 1990).

2.3) Protozoa

Malpighamoeba mellificae

Synonyms: *Malpighiella mellificae*

Disease: amibiasis or amoebosis

Regulation: disease not regulated

History and geographical distribution: rare disease in France, more widely found in Central Europe where it is believed to be commonly associated with nose-mosis (Anonymous, 1996).

Clinical features: the latent stages (ambient cysts) are eaten by the workers through food or water or from their grooming activities. The parasite hatches from the cyst and develops in the intestine reaching the Malpighian tubes where it multiplies by scissiparity and produces new cysts. The new amoebae produced leave the bee with the faeces. The symptoms caused by the protozoa are mostly gastro-intestinal (swollen abdomen, diarrhoea, yellow and round coloured faecal spots on the flight board). Colonies suffering from amibiasis are often suffering from mixed infections (nose-mosis or bee X virus) (Anonymous, 1996). The parasite usually causes weakening of the affected strains (Fluri *et al.*, 1998).

3) Champignons

***Nosema apis* et *Nosema ceranae* (récemment déclassés des protozoaires et classés dans les champignons (Adl et al., 2005)**

Maladie: la nosérose

Réglementation: inscrit sur la liste de l'OIE et des MARC en France pour *N. apis* seulement

Historique et répartition géographique:

Nosema apis Zander, a été décrit en 1909 et identifié comme agent causal de la nosérose de l'abeille domestique. *N. ceranae*, a été identifiée en 1996 dans des colonies d'*A. cerana*, en Asie (Fries et al., 1996). Ces microsporidies sont désormais apparentées à des champignons unicellulaires eucaryotes, parasites intracellulaires obligatoires, comprenant plus de 1 200 espèces, incapables de former des spores résistantes dans l'environnement (Adl et al., 2005).

Ce parasite a, par la suite, été détecté en Espagne, où un dépeuplement progressif de nombreuses ruches d'*A. mellifera* a été constaté (Higes et al., 2005). Observé dès la fin des années 1990, ce phénomène s'est accentué, en particulier au cours de l'automne-hiver de l'année 2004 et au printemps. Higes et al. (2005) ont ensuite détecté la présence de ce nouveau parasite dans 90 % à 97 % des foyers analysés sur l'ensemble du territoire espagnol. Ces deux microsporidies sont actuellement présentes en France (Chauzat et al., 2007). Leur distribution géographique actuelle (*N. apis* et *N. ceranae*) est mondiale (Klee et al., 2007; Paxton et al., 2007).

Manifestations cliniques: ces deux parasites intracellulaires obligatoires, infestent principalement les cellules de la paroi de l'intestin moyen des abeilles adultes. Dans les régions caractérisées par un climat tempéré, la nosérose à *N. apis* est connue comme entraînant des signes cliniques sévères chez les abeilles adultes.

Pour les vétérinaires spécialisés dans les maladies de l'abeille, (<http://www.apivet.eu/la-nosmose-une-maladie-pr.html>) « la présence des spores n'est pas une preuve absolue que le parasite soit la cause de la pathologie observée sur les colonies ou sur les pertes constatées ». Ces mêmes vétérinaires considèrent « généralement qu'une ruche est atteinte si une forte proportion d'abeilles est infestée à plus de 50 millions de spores par individu ». Cependant, ce chiffre n'est validé par aucune publication scientifique et reste à démontrer compte tenu des diverses conditions favorisantes nécessaires à l'établissement de la maladie.

3) Fungi

***Nosema apis* and *Nosema ceranae* (recently declassified from the protozoa and classified amongst the fungi (Adl et al., 2005)**

Disease: nosemosis

Regulation: on the OIE list and CAD list in France for *N. apis* only

History and geographical distribution: *Nosema apis* Zander was described in 1909 and identified as the causal agent for honey bee nosemosis. *N. ceranae* was identified in 1996 in the colonies of *A. cerana* in Asia (Fries et al., 1996). These microsporidia are now known to be related to unicellular eukaryotic fungi, obligate intracellular parasites, involving more than 1,200 species and unable to form resistant spores in the environment (Adl et al., 2005).

The parasite was subsequently found in Spain where progressive depopulation of many *A. mellifera* hives was found (Higes et al., 2005). This phenomenon has been monitored since the end of the 1990s and accentuated particularly during the autumn-winter of 2004 and in the following spring. Higes et al. (2005) then found the new pathogen to be present in 90 to 97% of outbreaks analysed throughout Spain. These two microsporidia are currently present in France (Chauzat et al., 2007). They have a worldwide geographical distribution (*N. apis* and *N. ceranae*) (Klee et al., 2007; Paxton et al., 2007).

Clinical features: these two obligate intracellular parasites mostly infest cells of the adult bee middle intestine wall. In temperate regions, *N. apis* nosemosis is known to cause severe clinical signs in adult bees.

According to veterinary practitioners specialised in bee diseases (<http://www.apivet.eu/la-nosmose-une-disease-pr.html>) "the presence of spores is not absolute proof that the parasite is the cause of the disease seen in colonies or of the observed losses". The same veterinary practitioners consider that "generally a hive is affected if a high proportion of bees is infested with more than 50 million spores per individual". This figure however has not been validated in any scientific publication and remains to be demonstrated in view of the various predisposing conditions which are necessary for the disease to become established.

Les symptômes sont nombreux et souvent associés à d'autres maladies (notamment, amibiase). L'infestation à *N. apis* entraîne des effets sur les glandes hypopharyngiennes (Wang et Moeller, 1971) et des effets comportementaux sur le vol des butineuses (difficultés de vol) (L'arrivée, 1963; Somerville, 2005; Coineau et Fernandez, 2007b). Le principal symptôme décrit, associé à la nosérose à *N. apis*, est la présence de fortes dysenteries, mais également dans certains cas :

- une accumulation des abeilles mortes à l'entrée de la ruche (Somerville, 2005);
- une réduction de la durée de vie des abeilles infectées (Maurizio, 1946; Kleinschmidt et Furguson, 1989);
- une mortalité précoce des butineuses (Somerville, 2005);
- une augmentation de la mortalité hivernale (Jeffree, 1955; Fries, 1988; Mattila et Otis, 2006).

La maladie évolue de façon chronique ou aiguë, se caractérisant, le cas échéant, par un effondrement des colonies atteintes, conduisant, généralement, à leur mort (Martín-Hernández *et al.*, 2007a). L'intensité de la manifestation des signes cliniques dépend (Fries, 1993) :

- de la souche d'abeille;
- de la vigueur de la colonie;
- de la période de l'année;
- du climat et du degré d'infection;
- et des synergies avec d'autres pathogènes (notamment, les virus).

Depuis quelques années, une modification de la symptomatologie de cette pathologie a été observée; seules subsistent des mortalités d'abeilles et des affaiblissements de colonies. Cette modification pourrait être due au changement d'agent pathogène (*N. ceranae* au détriment de *N. apis*) qui semble s'être opéré ces dernières années.

L'infestation par *N. ceranae* n'entraîne pas de symptômes caractéristiques mais les conséquences suivantes (Higes *et al.*, 2006) :

- dépeuplement des colonies, diminution de la production de miel et de pollen;
- diminution de la vigueur des colonies.

It has many symptoms which are often associated with other diseases (particularly, amibiases). N. apis infection causes effects on the hypopharyngeal glands (Wang and Moeller, 1971) and behavioural effects on the flight of foraging bees (flying difficulties) (L'arrivée, 1963; Somerville, 2005; Coineau and Fernandez, 2007b). The main symptom described for N. apis nose mosis is severe dysentery, although in some cases there is also:

- *accumulation of dead bees at the hive entrance (Somerville, 2005);*
- *reduction in the lifespan of infected bees (Maurizio, 1946; Kleinschmidt and Furguson, 1989);*
- *early mortality in foraging bees (Somerville, 2005);*
- *increased winter mortality (Jeffree, 1955; Fries, 1988; Mattila and Otis, 2006).*

The disease develops either chronically or acutely and is characterised, depending on the situation, by collapse of affected colonies generally resulting in their death (Martín-Hernández et al., 2007a). The severity of the clinical signs depends on (Fries, 1993):

- *the bee strain;*
- *the strength of the colony;*
- *the time of year;*
- *climate and degree of infection;*
- *and on synergies with other pathogens (particularly viruses).*

A change in the symptoms of the disease has been seen over the last few years, with only bee mortality and colony weakening now being seen. This change may be due to the change in the pathogen (N. ceranae to the detriment of N. apis) which appears to have occurred in recent years.

***N. ceranae** infestation does not cause characteristic symptoms but has the following consequences (Higes et al., 2006):*

- *population loss in colonies, reduction in honey and pollen production;*
- *reduced colony strength.*

La maladie diffuse par l'intermédiaire des abeilles et de l'apiculteur (par exemple *via* l'utilisation d'instruments souillés par les matières fécales d'abeilles infestées). La contamination naturelle, *via* les excréments d'ouvrières infestées, se fait exclusivement par les spores de *Nosema* sp. Les abeilles domestiques effectuent, normalement, leur vol de propreté, au cours duquel elles se débarrassent de leurs excréments, à l'extérieur de la ruche. Cependant, lors d'épisode de dysenterie et des périodes de claustration liées aux conditions climatiques, elles les rejettent dans la ruche, les autres ouvrières se contaminant lors des activités de nettoyage ou par l'ingestion de nourriture ou d'eau contaminées (Fries, 1993; Coineau et Fernandez, 2007b). L'importance du pouvoir infectieux et contaminant de la nosémose réside dans la grande résistance des spores de *Nosema* sp. qu'elles soient dans les fèces ou les cadavres d'abeilles (Borchert, 1970b; Malone *et al.*, 2001).

Si *N. apis* ne semble pas être la cause directe du dépérissement des abeilles domestiques (Oldroyd, 2007), il a, néanmoins, été identifié au cours de l'étude métagénomique menée sur le CCD comme marqueur potentiel de ce syndrome, avec une valeur prédictive de 73 % (*cf.* ci-après, annexe 2, 5.2 « *Virus associés à d'autres agents biologiques pathogènes* ») (Cox-Foster *et al.*, 2007).

L'infestation par *N. ceranae* a été évaluée lors de cette même étude avec une valeur prédictive de 63 % pour les colonies d'*A. mellifera* (Cox-Foster *et al.*, 2007). Par ailleurs, une relation entre la présence de *N. ceranae* dans les colonies et la dépopulation de celles-ci a clairement été mise en évidence (Martín-Hernández *et al.*, 2007; Higes *et al.*, 2008). Enfin, Paxton *et al.* ont montré que cette nouvelle microsporidie pourrait entraîner significativement plus de mortalité chez *A. mellifera* que *N. apis* (Paxton *et al.*, 2007). Toutefois, les expérimentations sur lesquelles s'appuie cette étude (infections expérimentales menées en laboratoire sur des abeilles en « cages »), réalisées en 1994, n'ont jamais été renouvelées depuis.

Ascospaera apis

Maladie: la mycose, l'ascosphérose

Synonymie: le couvain plâtré, le couvain calcifié, le couvain blanc

Réglementation: maladie non réglementée

Répartition géographique: cette maladie de l'abeille est une forme de mycose due à un champignon hétérothallique à reproduction sexuée: *Ascospaera apis*. Il s'agit d'une maladie contagieuse (spores résistantes et protégées) dont la distribution est mondiale (Puerta *et al.*, 1999).

The disease spreads via the bees and the beekeeper (for example via use of instruments soiled by faecal matter from infested bees). Natural contamination via excreta of infested worker bees occurs only with the spores of Nosema sp. Normally, honey bees have a cleansing flight during which they release their excreta outside of the hive. During episodes of dysentery and periods of confinement due to weather conditions they excrete into the hive and the other worker bees become contaminated during cleaning activities or by ingesting contaminated food or water (Fries, 1993; Coineau and Fernandez, 2007b). The extent of the infectious and contaminating potential of nosemosis lies in the high resistance of Nosema sp. spores both in faeces and bee cadavers (Borchert, 1970b; Malone et al., 2001).

Whilst N. apis does not appear to be the direct cause of honey bee die-off (Oldroyd, 2007), it has been identified in the metagenomic study conducted on the CCD as a potential marker of this syndrome, with a predictive value of 73% (see below, Annex 2, 5.2 "Viruses associated with other pathogenic biological agents") (Cox-Foster et al., 2007).

N. ceranae infestation was assessed in the same study, and found to have a predictive value of 63% for A. mellifera colonies (Cox-Foster et al., 2007). A clear relationship was also found between the presence of N. ceranae in colonies and depopulation in the colonies (Martín-Hernández et al., 2007; Higes et al., 2008). Finally, Paxton et al. showed that this new microsporidian could cause significantly greater mortality in A. mellifera than N. apis (Paxton et al., 2007). The experiments on which this study is based (experimental laboratory infections of bees in "cages") conducted in 1994 have never been repeated since.

Ascospaera apis

Disease: mycosis, ascospherosis

Synonyms: plasterbrood, chalkbrood, whitebrood

Regulation: disease not regulated

Geographical distribution: *this bee disease is a form of mycosis due to a heterothallic sexually reproducing fungus: Ascospaera apis. It is a contagious disease (the spores are resistant and protected) with a worldwide distribution (Puerta et al., 1999).*

Manifestations cliniques : l'ascosphérose atteint le couvain non operculé. Elle n'est dangereuse que lorsque la colonie est affaiblie par d'autres facteurs, notamment lors de carences alimentaires (Flores *et al.*, 2005). Elle provoque rarement la mortalité des colonies d'abeilles domestiques ; seuls quelques cas ont été rapportés (Roussy, 1962). *A. apis* est, néanmoins, responsable de l'affaiblissement de la colonie, en provoquant des pertes de larves, se traduisant par une diminution de la population de butineuses, de la production de miel et de pollen. Dans les conditions naturelles, les spores sont présentes dans le miel et le pollen stockés dans la ruche. La contamination s'effectue mécaniquement par l'intermédiaire des ouvrières, notamment lors du partage de nourriture et des périodes de soins. Les spores de champignon, ingérées par les larves de trois à quatre jours, germent dans l'intestin et produisent un mycélium qui grandit jusqu'à transpercer son hôte (Fluri *et al.*, 1998).

Aspergillus sp.

Maladie : l'aspergillomycose, l'aspergillose

Synonymie : le couvain pétrifié

Réglementation : maladie non réglementée, seule zoonose des maladies listées jusqu'à présent

Historique et répartition géographique : différentes espèces du genre *Aspergillus* peuvent être responsables de cette maladie ; l'espèce la plus communément identifiée est *Aspergillus flavus*. Cette maladie, peu contagieuse, est répandue en Europe et en Amérique.

Manifestations cliniques : l'aspergillose touche aussi bien les abeilles adultes que les larves. De mauvaises conditions climatiques (trop humides ou trop froides), des carences alimentaires et l'excès de pollen transporté dans les hausses, de manière trop hâtive, sont les principaux facteurs favorables au développement de l'aspergillose.

À l'instar d'autres agents pathogènes (loques, ascosphérose), les spores d'aspergillose sont complètement libres et exogènes. Les mouvements d'air dans la ruche peuvent donc détacher des conidiophores et les transporter dans toutes les parties de la ruche. La dispersion des spores s'effectue également *via* les abeilles ; la transmission de l'agent pathogène aux larves s'effectue, par contact direct, durant des soins qu'elles leur prodiguent. Une dispersion de spores à l'extérieur de la ruche est possible lors de l'élimination des larves mortes et du nettoyage des cellules.

Clinical features: ascospherosis affects the non-capped brood. It is only dangerous if the colony is weakened by other factors, particularly nutritional deficiencies (Flores *et al.*, 2005). It rarely causes mortality in honey bee colonies and only a few cases have been reported (Roussy, 1962). *A. apis* is nevertheless responsible for colony weakening causing larval loss reflected in a reduced population of foraging bees and reduced honey and pollen production. Under natural conditions the spores are contained in the honey and pollen stored in the hive. Contamination occurs mechanically through the worker bees, particularly from sharing food and in care periods. The fungal spores eaten by the larvae from three to four days old germinate in the intestine and produce a mycelium which grows until it pierces its host (Fluri *et al.*, 1998).

Aspergillus sp.

Disease: aspergillomycosis, aspergillosis

Synonyms: stonebrood

Regulation: disease not regulated, only zoonosis of the diseases listed to date.

History and geographical distribution: different species of the *Aspergillus* genus may cause the disease; the most widely identified species is *Aspergillus flavus*. This relatively non-contagious disease is widespread throughout Europe and America.

Clinical features: aspergillosis affects both adult bees and larvae. Poor weather conditions (too humid or too cold), food shortages and excess pollen transported into the super too early are the main predisposing factors for the development of aspergillosis.

Like other pathogens (foulbrood, ascospherosis), the aspergillus spores are completely free and exogenous. Air movements in the hive can therefore detach the asexual spores and transport them into all parts of the hive. Dispersion of spores also occurs via the bees: the pathogen is transmitted to the larvae by direct contact during the care they receive from the bees. Dispersion of the spores outside of the hive may occur from removal of dead larvae and cleaning the cells.

La contamination naturelle se fait par voie digestive. Les spores d'*Aspergillus* sp. absorbées avec la nourriture germent dans l'intestin et les filaments mycéliens se répandent dans tout le corps de l'abeille ou de la larve (Borchert, 1970c).

4) Bactéries

Seules deux maladies (les loques) dont les symptômes sont liés à la présence d'un agent bactérien ont été identifiées et décrites chez l'abeille domestique. Elles affectent toutes deux le couvain et ont de fortes répercussions sur le devenir des colonies par la limitation du renouvellement de la population qu'elles provoquent.

La dénomination de ces deux maladies n'a pas de lien avec leur distribution géographique mais avec les lieux où elles ont été découvertes et étudiées.

Paenibacillus larvae

Maladie: la loque américaine

Synonymie: loque maligne ou loque gluante ou couvain putréfié

Réglementation: maladie inscrite sur la liste de l'OIE, la liste des maladies à déclaration obligatoire en Europe et la liste des MARC en France

Historique et répartition géographique: la loque américaine est l'une des maladies du couvain les plus répandues dans les colonies d'abeilles. La maladie est présente sur tous les continents (Matheson, 1996) et a également été identifiée en Afrique sub-Saharienne (Hansen et Brodsgaard, 1999).

Manifestations cliniques: l'agent causal est une bactérie sporulante : *P. larvae*, présentant un fort pouvoir de dissémination. La bactérie peut produire plusieurs milliards de spores par larve d'abeille infectée. Les spores, capables d'induire, seules, la maladie, sont extrêmement résistantes à la décontamination par la température (plus de 120 °C durant plusieurs heures) ou par les agents chimiques (Sturtevant, 1949; Hansen et Brodsgaard, 1999). La loque américaine atteint les larves âgées et les prénymphe. L'infection par *P. larvae* est cliniquement visible dans le couvain operculé, en particulier les larves qui, au début, sont jaunâtres, ramollies, visqueuses puis deviennent brun foncé et finalement meurent. La larve se décompose en une masse filante. Les restes de la larve se dessèchent, se transforment en écailles, dites loqueuses, qui adhèrent étroitement à la paroi de l'alvéole. À ce stade, les cadavres ne peuvent être facilement extraits par les abeilles nettoyeuses. L'odeur d'une colonie d'abeilles atteinte par la loque américaine est caractéristique et rappelle celle

Natural contamination occurs through the gastrointestinal tract. Aspergillus sp. spores ingested with food germinate in the intestine and the mycelial filaments spread throughout the body of the bee or larva (Borchert, 1970c).

4) Bacteria

Only two diseases (foulbroods), the symptoms of which are caused by a bacterial agent have been identified and described in the honey bee. They both affect the brood and have serious repercussions on the fate of colonies by the reduced renewal of the population that they cause.

The names of these two diseases have nothing to do with their geographical distribution but with the places where they were discovered and studied.

Paenibacillus larvae

Disease: American foulbrood

Synonyms: malignant foulbrood or sticky foulbrood or putrefied foulbrood

Regulation: disease present on the OIE list, list of notifiable diseases in Europe and CAD list in France

History and geographical distribution: American foulbrood is one of the most widely found brood diseases in bee colonies. The disease is present on all continents (Matheson, 1996) and has also been found in Sub-Saharan Africa (Hansen and Brodsgaard, 1999).

Clinical features: the causal agent is a spore-forming bacterium: *P. larvae*, which has a high capacity to spread. The bacterium can produce several billion spores per infected bee larva. The spores, which are able to cause the disease alone, are extremely resistant to temperature decontamination (more than 120°C for several hours) or to decontamination by chemical agents (Sturtevant, 1949; Hansen and Brodsgaard, 1999). American foulbrood affects older larvae and prenymphe. *P. larvae* infection is clinically visible in the capped brood (particularly the larvae) which initially are yellowish coloured, soft and viscous, then become dark brown and finally die. The larva decomposes into a thready mass. The remains of the larva dry out and are converted into scales, described as ragged, which adhere tightly to the wall of the cell. At this stage the cadavers cannot be easily removed by cleaner bees. The smell of the bee colony affected by American foulbrood is characteristic and reminiscent of rotten eggs (H₂S). Examination of an infected comb reveals irregularly distributed capping with the appearances of a mosaic brood. The capping is sometimes

des œufs putréfiés (H₂S). L'examen d'un rayon infecté montre des opercules répartis irrégulièrement, caractéristique du couvain en mosaïque. Les opercules sont souvent enfoncés et/ou perforés.

De Graaf *et al.* ont mis en évidence la présence des spores de *P. larvae* dans le miel, dans 11 % des ruches en Belgique (De Graaf *et al.*, 2001). La prévalence des cas cliniques n'étant que 1 à 2 %, il est probable ou possible que des colonies d'abeilles soient résistantes, ou que d'autres facteurs entrent en jeu, parmi lesquels le comportement hygiénique des abeilles (Sturtevant, 1949; Rothenbuhler, 1964; Spivak and Reuter, 2001; Brodsgaard et Hansen, 2003).

Melissococcus plutonius
(anciennement *Streptococcus plutonius*)

Maladie: la loque européenne

Synonymie: loque bénigne, paraloque, couvain aigre ou couvain acide

Réglementation: maladie inscrite sur la liste de l'OIE

Historique et répartition géographique: la loque européenne était déjà mentionnée en 1769 (Phillips et White, 1912). En 1991, Bailey et Ball ont étudié la répartition géographique de la maladie et conclu que *M. plutonius* était présent dans quasiment tous les pays (Bailey et Ball, 1991). Belloy *et al.* ont constaté une forte augmentation de l'incidence de la loque européenne entre 1997 et 2005 en Suisse (Belloy *et al.*, 2007) et ont démontré, en outre, que *M. plutonius* pouvait être détecté dans 30 % des colonies apparemment saines.

Manifestations cliniques: la période la plus favorable au développement de la maladie se situe à la fin du printemps. L'agent infectieux primaire (*M. plutonius*) à l'origine de la loque européenne est souvent associé à *Paenibacillus alvei* et à *Enterococcus faecalis* (agents infectieux secondaires). Par opposition avec la loque américaine, la maladie atteint principalement le couvain jeune (non operculé). Les larves atteintes prennent une coloration jaunâtre, cependant, le tégument larvaire est conservé, permettant un enlèvement des individus malades par les abeilles nettoyeuses plus aisé que lorsque les larves sont atteintes par la loque américaine. La loque européenne est une maladie de l'intestin larvaire, induite par les agents infectieux sus-cités au moment où l'orifice de sortie de l'intestin n'est pas encore fonctionnel. Le couvain infecté présente un aspect en mosaïque, comparable à celui observé lors des atteintes de loque américaine. Souvent, une odeur acétique est détectable lorsque les colonies malades sont visitées. L'agent primaire ne présente pas de forme de résistance (spores).

depressed and/or perforated.

De Graaf et al. revealed spores of P. larvae to be present in honey in 11% of hives in Belgium (De Graaf et al., 2001). As the prevalence of clinical cases is only 1 to 2%, it is possible or indeed likely that the bee colonies are resistant or that other factors are involved including the bees' hygiene behaviour (Sturtevant, 1949; Rothenbuhler, 1964; Spivak and Reuter, 2001; Brodsgaard and Hansen, 2003).

Melissococcus plutonius
(formerly *Streptococcus plutonius*)

Disease: European foulbrood

Synonyms: benign foulbrood, para foulbrood, bitter brood or acid brood

Regulation: disease listed on the OIE list

History and geographical distribution: European brood was described as early as 1769 (Phillips and White, 1912). In 1991, Bailey and Ball studied the geographical distribution of the disease and concluded that *M. plutonius* was present in almost all countries (Bailey and Ball, 1991). Belloy *et al.* found a large increase in the incidence of European foulbrood between 1997 and 2005 in Switzerland (Belloy *et al.*, 2007) and also demonstrated that *M. plutonius* could be detected in 30% of apparently healthy colonies.

Clinical features: the most favourable period for the development of the disease is at the end of spring. The primary infectious agent (*M. plutonius*) responsible for European foulbrood is often associated with *Paenibacillus alvei* and *Enterococcus faecalis* (secondary infectious agents). Unlike American foulbrood, the disease mostly affects the young (non-capped) brood. The larvae affected take on a yellowish colour although the larval integument is maintained allowing sick individuals to be removed by cleaner bees more easily than when the larvae are suffering from American foulbrood. European foulbrood is a disease of the larval intestine caused by the infectious agents above at the time when the intestinal exit orifice is not yet functional. The infected brood takes on a mosaic appearance similar to what is seen with American foulbrood. An acetic smell can often be detected when the sick colonies are visited. The primary agent does not have a resistance form (spores).

Lorsque l'infection se développe, un affaiblissement de la colonie peut être noté, sans entraîner, d'emblée, de mortalité.

Autres infections bactériennes

D'autres infections bactériennes ont été décrites, mais peu de données sont disponibles quant aux potentielles co-infections les caractérisant et au réel impact de ces agents pathogènes.

Maladie: la spiroplasmose

La spiroplasmose est décrite comme potentiellement à l'origine d'un dysfonctionnement des colonies (Albisetti, 1998).

L'infection à *Spiroplasma melliferum* a d'abord été décrite dans le Maryland (États-Unis) mais sa répartition géographique est plus vaste puisque la maladie a également été décrite à Hawaii et en Savoie. Les insectes se contaminent en butinant des fleurs puis les spiroplasmes gagnent l'hémolymphe et provoquent la mort dans un délai compris entre une semaine et vingt jours. Dans certains ruchers, le taux de mortalité atteint 30 à 40 %.

Spiroplasma apis est l'agent d'une maladie identifiée dans le sud-ouest de la France. L'inoculation d'une culture ou l'ingestion des bactéries conduit à la présence de *Spiroplasma apis* dans l'hémolymphe et induit des symptômes nerveux provoquant la mort des insectes. Dans les conditions naturelles, les abeilles se contaminent en butinant des plantes hébergeant des spiroplasmes à la surface des fleurs.

Maladie: la septicémie

Une autre affection bactérienne est décrite chez l'abeille adulte: la septicémie (Albisetti et Brizard, 1982). Cette maladie, découverte en Amérique en 1928 a, par la suite, également été décrite en France en 1941 (Paillot *et al.*, 1949).

Elle serait due au développement de *Bacillus apisepiticus* dans l'hémolymphe. Les colonies s'affaiblissent, les abeilles présentent des difficultés de vol et des convulsions.

Once the infection develops colony weakening may be seen without immediate mortality.

Other bacterial infections

Other bacterial infections have been described although little data is available about the potential co-infections characterising them and the actual impact of these pathogens.

Disease: spiroplasmosis

Spiroplasmosis is described as the potential cause of colony dysfunction (Albisetti, 1998).

Spiroplasma melliferum infection was first described in Maryland (United States) although it has a far wider geographical distribution as the disease has also been described in Hawaii and Savoie. The insects become infected when they are gathering pollen and nectar from flowers and the spiroplasma then reach the haemolymph and cause death within a period of seven to twenty days. In some apiaries the mortality rate is as high as 30 to 40%.

Spiroplasma apis is the agent for a disease identified in the South-West of France. Inoculating a culture or ingesting bacteria results in Spiroplasma apis becoming present in haemolymph and causes nervous symptoms resulting in the insect's death. Under natural conditions bees become infected when collecting pollen and nectar from plants carrying spiroplasma on the surface of their flowers.

Disease: septicemia

*Another bacterial disease, septicemia, is described in the adult bee (Albisetti and Brizard, 1982). This disease, which was discovered in America in 1928, was subsequently also described in France in 1941 (Paillot *et al.*, 1949).*

This is believed to be due to the development of Bacillus apisepiticus in haemolymph. The colonies weaken and bees suffer difficulties flying and seizures.

Accident : le couvain refroidi

Le couvain refroidi est la conséquence d'une population d'abeilles incapable de tenir le couvain à température en raison des facteurs météorologiques exacerbés ou en raison d'un manque de population d'abeilles adultes pour couvrir le couvain. Le couvain refroidi n'est pas une maladie mais un « accident ». Le couvain est atteint en masse, surtout le couvain non operculé.

Les bactéries, déjà présentes dans la ruche, peuvent se reproduire dans les cadavres (couvain mort), avant que les abeilles nettoyeuses ne les aient évacuées. *Bacillus alvei*, *Bacillus laterosporus*, *Bacillus gracileporus*, *Bacillus apidarium* et *Bacillus feum* sont les agents bactériens susceptibles de proliférer dans les ruches d'abeilles domestiques (Biri, 2002).

5) Virus

5.1) Les infections virales d'*A. mellifera*

Douze virus^{(51),(52)} ont été identifiés et caractérisés chez *A. mellifera* (Bailey et Ball, 1991; Ball et Bailey, 1991; Olivier et Ribière, 2006; Maori *et al.*, 2007; Ribière *et al.*, 2008). Le tableau 3 (cf. 1.2.1 « Causes de mortalité des colonies d'abeilles, Agents biologiques ») résume l'histoire de leur découverte, les particularités démontrées lors d'infections expérimentales, leur association avec d'autres agents pathogènes ainsi que leur impact supposé ou démontré sur la santé des colonies et les symptômes observés dans les ruchers infectés. Les virus présentés dans ce tableau sont classés par ordre alphabétique de leur nomenclature anglaise.

La plupart de ces virus, sinon tous, persisteraient dans des colonies d'abeilles apparemment saines (Bailey, 1965; Dall, 1985; Anderson et Gibbs, 1988). Ces infections ont été désignées sous le terme d'infections « inapparentes » en raison de l'absence de symptômes, ou de conséquences visibles sur la santé des colonies, et du manque de données quant aux mécanismes de persistance des virus chez l'abeille (Ribière *et al.*, 2008).

(51) Les virus de l'Arkansas (ABV, Arkansas Bee Virus) et de Berkeley (BBV, Berkeley Bee Virus) ainsi que l'Égypte Bee Virus (EBV), n'ont été isolés qu'occasionnellement. En l'absence de toute donnée quant à leur histoire naturelle, ils n'ont pas été pris en compte dans cette étude des virus de l'abeille.

(52) La particule virale associée au CBPV : le CBPASV (Chronic Bee-Paralysis Associated Satellite Virus), a été classée comme virus satellite. Sa multiplication étant potentiellement entièrement dépendante du CBPV et en l'absence de toute donnée quant à son histoire naturelle elle n'a pas été prise en compte dans cette étude des virus de l'abeille.

Accident: chilled brood

The chilled brood is the result of a population of bees unable to maintain the brood at temperature because of extreme meteorological factors or because of an inadequate population of adult bees to cover the brood. Chilled brood is not a disease but an "accident". The whole brood, particularly the non-capped brood, is affected.

The bacteria already present in the hive may reproduce in the cadavers (dead brood) before the cleaner bees have removed these. Bacillus alvei, Bacillus laterosporus, Bacillus gracileporus, Bacillus apidarium and Bacillus feum are the bacterial agents liable to proliferate in honey bee hives (Biri, 2002).

5) Viruses

5.1) *A. mellifera* viral infections

*Twelve viruses^{(50),(51)} have been identified and characterised in *A. mellifera* (Bailey and Ball, 1991; Ball and Bailey, 1991; Olivier and Ribière, 2006; Maori *et al.*, 2007; Ribière *et al.*, 2008). The history of their discovery, specific features found in experimental infections, association with other pathogens and their supposed or demonstrated impact on colony health and symptoms seen in infected apiaries are summarised in Table 3 (see 1.2.1 "Causes of bee colony mortality, Biological agents"). The viruses presented in this table are shown in alphabetical order of their English nomenclature.*

*Most if not all of these viruses are believed to persist in apparently healthy bee colonies (Bailey, 1965; Dall, 1985; Anderson and Gibbs, 1988). These infections have been described by the term "unapparent" infection because of the absence of symptoms or visible consequences on colony health and the lack of information about the viral persistence mechanisms in the bee (Ribière *et al.*, 2008).*

(50) Arkansas bee virus (ABV,) and Berkeley bee virus (BBV,) and the Egypt Bee Virus (EBV), have only occasionally been isolated. In the absence of any information about their natural history they have not been included in this bee virus study.

(51) The viral particle associated with CBPV: CBPASV (Chronic Bee-Paralysis Associated Satellite Virus), has been classified as a satellite virus. As its multiplication is potentially entirely dependent on CBPV and in the absence of any information about its natural history, it has not been included in this bee virus study.

Ainsi, de nombreux virus ont été identifiés dans des colonies, voire dans des individus, qui continuent à paraître sains, même quand plusieurs virus sont simultanément présents (Bailey, 1981; Ball et Allen, 1988; Bailey et Ball, 1991; Evans, 2001; Chen *et al.*, 2004; Tentcheva *et al.*, 2004).

Ces infections virales inapparentes pourraient être présentes dans les colonies sur plusieurs générations causant peu ou pas de signes visibles. Dans certaines circonstances, encore mal connues, ces infections virales pourraient être activées et conduire à des infections aiguës, souvent fatales à l'individu et entraînant des affaiblissements de colonies (Ribièrè *et al.*, 2008).

Il faut noter que si les principaux de ces virus ont vu leur génome séquencé (l'**ABPV**, le **BQCV**, le **CBPV**, le **DWV**, l'**IAPV**, le **KBV** et le **SBV**), les autres virus (le **BVX**, le **BVY**, le **CWV**, le **FV** et le **SBPV**) ont été détectés à l'aide de techniques sérologiques dans le passé et aucune séquence génétique n'est actuellement disponible pour permettre leur détection (Ribièrè *et al.*, 2008).

5.2) Les virus associés à d'autres agents biologiques pathogènes

Les virus associés à *V. destructor*

Les co-infections avec l'acarien *V. destructor* font partie des causes identifiées entraînant des épisodes de mortalité liés à certaines infections virales (cf. tableau 3, 1.2.1 « Causes de mortalité des colonies d'abeilles, Agents biologiques »). Il est actuellement reconnu que la dissémination de *V. destructor* a eu, entre autres, pour résultat, de modifier la prévalence des virus d'abeilles et leur impact sur la santé des colonies.

- Le meilleur exemple est celui du virus de la paralysie aiguë (**ABPV**). Avant la dissémination de *V. destructor*, ce virus n'avait jamais été détecté en association avec une maladie ou de la mortalité en conditions naturelles. Après l'arrivée de l'acarien en Europe, il a été démontré que cette infection virale était l'une des principales causes de mortalité d'abeilles adultes et de couvain associées à des affaiblissements et de la mortalité de colonies (Ball, 1985; Carpana *et al.*, 1990; Faucon *et al.*, 1992; Ribièrè *et al.*, 2008a). Cependant, ces dernières années, son implication dans les pertes de colonies n'est plus aussi clairement démontrée, mais il est supposé que ce virus participerait aux affaiblissements et pertes hivernales (Berthoud *et al.*, 2005; Siede *et al.*, 2006). Ce constat pourrait être corrélé avec la disponibilité de traitements permettant de maîtriser les infestations par le parasite.

Many viruses have therefore been found in colonies and even in individuals which continue to appear healthy even when several viruses are present simultaneously (Bailey, 1981; Ball and Allen, 1988; Bailey and Ball, 1991; Evans, 2001; Chen et al., 2004; Tentcheva et al., 2004).

These unapparent viral infections may be present in colonies over several generations, causing few if any visible signs. In some, still poorly understood, circumstances the viral infections may be activated and result in acute, often individually fatal infections, causing colony weakening (Ribièrè et al., 2008).

It should be noted that whilst the genes of the main viruses have been sequenced (ABPV, BQCV, CBPV, DWV, IAPV, KBV and SBV), the other viruses (BVX, BVY, CWV, FV and SBPV) have been detected using serological techniques in the past and no genetic sequence is currently available to detect them (Ribièrè et al., 2008).

5.2) Viruses associated with other pathogenic biological agents

Viruses associated with *V. destructor*

*Co-infections with the *V. destructor* mite make up some of the identified causes of episodes of mortality associated with some viral infections (see Table 3, 1.2.1 "Causes of bee colony mortality, Biological agents"). It is now recognised that spread of *V. destructor* amongst other things results in a change of the prevalence of bee viruses and their impact on colony health.*

- *The best example is that of the acute bee paralysis virus (ABPV). Before the spread of *V. destructor* this virus had never been found in association with a disease or mortality under natural conditions. After the arrival of the mite in Europe, this viral infection was demonstrated to be one of the leading causes of adult and brood mortality associated with colony weakening and mortality (Ball, 1985; Carpana et al., 1990; Faucon et al., 1992; Ribièrè et al., 2008a). In recent years however, its involvement in colony losses has no longer been as clearly demonstrated although it is assumed that the virus contributes to weakening and winter losses (Berthoud et al., 2005; Siede et al., 2006). This finding could be related to the availability of treatments to control infestations with the parasite.*

- La question se pose, cependant, de l'impact des virus associés à *V. destructor* dans les affaiblissements actuels. En effet, certains de ces affaiblissements semblent justement liés aux difficultés de traitement de cet acarien (Faucon, 2006). Ainsi, il a encore récemment été mis en évidence que la recrudescence de cas d'infection par le virus du Cachemire (**KBV** : Kashmir bee virus) dans les colonies de Nouvelle-Zélande correspondait à l'effondrement de ces colonies quand la population d'acariens était élevée (Todd *et al.*, 2007).
- Certains virus de l'abeille sont donc fortement associés à *V. destructor* quant à leur impact sur la santé des colonies. C'est le cas de l'**ABPV**, du **KBV**, du virus de la paralysie lente (**SBPV**) et du virus des ailes déformées (**DWV**). Ces virus sont reconnus, pour certains, et supposés, pour d'autres, comme participant aux affaiblissements et/ou transmis par l'acarien, se multipliant ou non dans ce vecteur (Ball, 1983; Wieggers, 1986; Ongus *et al.*, 2004).
- Parmi ces virus, le **DWV** entraîne des déformations des ailes et du corps des abeilles émergentes (naissantes) qui, pendant longtemps, ont été attribuées à *V. destructor* seul (Akratanakul et Burgett, 1975; Koch et Ritter, 1991). Il s'est avéré que ces déformations sont dues à l'infection virale, mais sont étroitement liées à l'infestation par le parasite (Yang et Cox-Foster, 2005). Le **DWV** est transmis par l'acarien et se multiplie dans cet hôte (Ball, 1989; Bowen-Walker *et al.*, 1999; Yue et Genersch, 2005). La présence d'abeilles déformées est considérée comme un symptôme de varroase.

Les virus associés à *Nosema* sp.

Deux virus seraient dépendants de co-infections avec *N. apis* pour l'infection des abeilles adultes : le virus de la cellule royale noire (**BQCV**) et le virus Y de l'abeille (**BVY**). Actuellement, la découverte chez *A. mellifera* de *N. ceranae*, premièrement isolé chez *A. cerana*, dans de nombreuses régions du globe et notamment en Europe (Higes *et al.*, 2006), pose la question de son association avec les virus de l'abeille domestique.

- *The question therefore arises as to the impact of viruses associated with V. destructor in current weakenings. Some of the cases of weakening appear only to be related to difficulties in the treatment of the mite (Faucon, 2006). It has recently been shown that recrudescence of Kashmir virus infections (KBV: Kashmir bee virus) in New Zealand colonies resulted in collapse of the colonies when the mite load was high (Todd et al., 2007).*
- *Some bee viruses are closely associated with V. destructor in terms of their impact on colony health. This applies to the ABPV, KBV, slow bee paralysis virus (SBPV) and deformed wing virus (DWV). Some of these viruses are known and others assumed to contribute to weakening and/or are transmitted by the mite, either do or do not multiply in this vector (Ball, 1983; Wieggers, 1986; Ongus et al., 2004).*
- *Of these viruses, DWV causes deformities of the wings and bodies of emerging (nascent) bees which have long been attributed to V. destructor alone (Akratanakul and Burgett, 1975; Koch et Ritter, 1991). These deformities have been shown to be due to viral infection but are closely related to infestation with the parasite (Yang and Cox-Foster, 2005). DWV is transmitted by the mite and multiplies in the host (Ball, 1989; Bowen-Walker et al., 1999; Yue and Genersch, 2005). The presence of deformed bees is considered to be a symptom of varroasis.*

Viruses associated with *Nosema* sp.

Two viruses appear to depend on co-infection with N. apis in adult bee infections: the black queen cell virus (BQCV) and bee virus Y (BVY). At present, the discovery of N. ceranae, first isolated in A. cerana, in A. mellifera in many areas of the world particularly Europe, raises the question of its association with honey bee viruses (Higes et al., 2006).

5.3) Les virus sans association avec d'autres agents pathogènes de l'abeille

Parmi les virus de l'abeille, seuls deux entraînent des symptômes et de la mortalité caractéristiques, sans association nécessaire avec d'autres agents pathogènes.

Le virus du couvain sacciforme (Sacbrood Virus) (SBV)

Le virus du couvain sacciforme (**SBV**) entraîne une mortalité de larves, décrites comme formant un sac, en raison de l'accumulation de fluide entre le tégument et le corps. En Angleterre, plus de 80 % des larves malades en l'absence de bactéries furent déterminées comme infectées par le **SBV** et plus de 30 % des colonies apparemment saines comme contenant quelques larves tuées par le virus (Bailey, 1967). En Australie, le **SBV** a été rapporté comme étant le plus commun des virus d'abeille, mais causant occasionnellement des pertes sévères de couvain (Dall, 1985).

Le virus de la paralysie chronique (Chronic Bee Paralysis Virus) (CBPV)

Le virus de la paralysie chronique (**CBPV**) entraîne une maladie contagieuse et infectieuse des abeilles adultes, connue sous les noms de paralysie chronique et maladie noire. Deux syndromes ont été décrits pour cette maladie, seule maladie virale d'abeilles adultes provoquant des symptômes visibles sur les pas de vols et devant les ruches (Bailey et Ball, 1991; Ball et Bailey, 1997; Ball, 1999).

- **Le syndrome de type I**, a été décrit en Angleterre comme entraînant principalement des tremblements anormaux des ailes et du corps des abeilles infectées. Ces abeilles incapables de voler, rampent souvent sur le sol et sur les tiges des plantes, parfois en masse de milliers d'individus. Les abeilles malades meurent dans les jours suivant le début des symptômes. La population des colonies sévèrement infectées s'effondre subitement, particulièrement durant le huitième mois de l'année, laissant la reine avec quelques ouvrières et du couvain mal entretenu. L'ensemble de ces symptômes sont identiques à ceux décrits pour la « *Maladie de l'île de Wight* » au début du siècle (Ball et Bailey, 1997) (cf. Parasites « *Acarapis woodi* »);
- **Le syndrome dit de type II**, correspond à celui connu en France sous le nom de « maladie noire ». Dans un premier temps, les abeilles infectées peuvent encore voler mais sont dépilées et apparaissent noires et luisantes; elles sont rejetées par les abeilles saines de la colonie. En quelques jours, elles ne peuvent plus voler, sont atteintes de tremblement et meurent.

5.3) Viruses not in association with other pathogenic bee agents

Only two of the bee viruses cause characteristic symptoms and mortality without necessarily being associated with other pathogens.

Sacbrood Virus (SBV)

The Sacbrood Virus (SBV) causes mortality of larvae described as forming a sac because of the accumulation of fluid between the integument and body. More than 80% of the sick larvae without bacteria in England were found to be infected with SBV and more than 30% of apparently healthy colonies were found to contain a few larvae killed by the virus (Bailey, 1967). In Australia, SBV has been reported as being the most common of the bee viruses but only occasionally causing severe brood losses (Dall, 1985).

Chronic Bee Paralysis Virus (CBPV)

Chronic bee paralysis virus (CBPV) causes a contagious and infectious disease of adult bees known as chronic paralysis and black disease. Two syndromes of this disease have been described, the adult bee virus disease alone causing visible symptoms on the flight path and in front of the hives (Bailey and Ball, 1991; Ball and Bailey, 1997; Ball, 1999).

- **The type I syndrome** was described in England as mostly causing abnormal tremor of the wings and bodies of infected bees. These bees are unable to fly and often crawl on the ground and on plant stems, occasionally massing into thousands of individual bees. The sick bees die in a few days after the onset of symptoms. The population of severely infected colonies collapses suddenly, occasionally during the eighth month of the year leaving the queen with a few worker bees and poorly managed brood. These symptoms are all identical to those described for "Isle of Wight Disease" at the start of the century (Ball and Bailey, 1997) (see Parasites "Acarapis woodi");
- **The so-called type II syndrome** is the syndrome known in France as "black disease". Initially the infected bees can still fly but lose their hair and appear black and shiny and are rejected by the healthy colony bees. After a few days they can no longer fly, suffer from tremor and die.

Pour les apiculteurs français, la maladie noire survient au printemps jusqu'au début de l'été et entraîne une faible mortalité. Cependant, actuellement, un mélange des deux syndromes est observé sur les ruchers, avec une incidence des cas de paralysie chronique tout au long de l'année (Ball, 1999).

Cette maladie entraîne principalement des affaiblissements de colonies et des baisses de production (Ball et Bailey, 1997), mais elle peut aller jusqu'à des pertes de cheptel importantes (Kulinčević et Rothenbuhler, 1975; Bailey et Ball, 1991; Ball et Bailey, 1997; Ribière *et al.*, 2008). Elle est souvent confondue avec une intoxication.

5.4) Le cas du CCD

Description du syndrome d'effondrement des colonies (Colony Collapse Disorder : CCD)

Aux États-Unis, le syndrome d'effondrement de colonies a été décrit sous la forme d'une perte rapide de la population d'abeilles adultes d'une colonie, sans que des abeilles mortes ne soient retrouvées, ni dans la colonie ni à proximité (Oldroyd, 2007; Stokstad, 2007a; 2007b). Dans la phase terminale, la reine ne serait plus entourée que de quelques abeilles nouvellement émergées et ceci bien que la ruche contienne encore des réserves de nourriture et du couvain operculé. Ce phénomène de CCD a été principalement observé lors de pertes hivernales (Vanengelsdorp *et al.*, 2007). Cependant, le groupe d'experts travaillant sur ce type de mortalité souligne que « *les références à la saison ne sont pas appropriées car le nombre de preuves que ces troubles se manifestent tout au long de l'année est croissant* » (<http://maarec.cas.psu.edu/ColonyCollapseDisorderInfo.html>).

On note que la difficulté de l'étude du CCD réside assurément dans le fait que les abeilles analysées correspondent aux abeilles survivantes (le CCD causant la disparition de la majeure partie de la population de la colonie). En outre, certains auteurs soulignent le rôle, sans doute important, joué par *V. destructor* dans ce phénomène (cf. Parasites « *Varroa destructor* »).

Démonstration du caractère infectieux du CCD

L'ensemble des données recueillies souligne la présence d'agents pathogènes lors de ces pertes et notamment d'un virus : le virus israélien de la paralysie aiguë (**IAPV** : Israeli Acute Paralysis Virus) (Cox-Foster *et al.*, 2007). Les analyses initiales, menées sur ce syndrome d'effondrement de colonies, avaient révélé la présence de nombreux agents pathogènes, mais sans déterminer de cause spécifique à ce phénomène

For French beekeepers, black disease occurs from the springtime until the start of summer and has a low mortality. Currently, however, a mixture of the two syndromes is being seen in apiaries with cases of chronic paralysis occurring throughout the year (Ball, 1999).

*This disease mostly causes colony weakening and reduced production (Ball and Bailey, 1997) although it may progress to severe stock losses (Kulinčević and Rothenbuhler, 1975; Bailey and Ball, 1991; Ball and Bailey, 1997; Ribière *et al.*, 2008). It is often confused with poisoning.*

5.4) CCD

Description of colony collapse disorder (CCD)

*In the United States, colony collapse disorder was described as a rapid loss of the adult bee population in a colony, the dead bees not being found either in the colony or nearby (Oldroyd, 2007; Stokstad, 2007a; 2007b). In the end stage the queen was only surrounded by a few newly emerged bees although the hive still contained food reserves and capped brood. The CCD phenomenon was seen primarily from winter losses (Vanengelsdorp *et al.*, 2007). The expert group working on these types of mortality however pointed out that "the references to season are not appropriate as there is increasing evidence that these disorders are seen throughout the year" (<http://maarec.cas.psu.edu/ColonyCollapseDisorderInfo.html>).*

*The difficulty in studying CCD lies firmly in the fact that the bees analysed are the survivors (as CCD causes most of the colony population to disappear). In addition, some authors highlight the undoubtedly important role of *V. destructor* in the phenomenon (see Parasites "Varroa destructor").*

Demonstration of the infectious nature of CCD

*All of the information obtained highlights the presence of pathogens at the time of the losses and particularly a virus: an Israeli acute paralysis virus (IAPV) (Cox-Foster *et al.*, 2007). Initial testing on colony collapse disorder revealed the presence of numerous pathogens, although did not determine a specific cause for the phenomenon (Pettis *et al.*, 2007).*

(Pettis *et al.*, 2007). Cependant, des observations préliminaires tendaient à montrer que le « CCD » serait transmissible et donc potentiellement dû à un ou des agents. En effet, le transvasement d'essaims « indemnes » dans du matériel ayant contenu des colonies atteintes de CCD, conduisait à l'obtention de colonies apparemment plus faibles car moins peuplées que des colonies transvasées dans du matériel préalablement irradié (Cox-Foster *et al.*, 2007; Pettis *et al.*, 2007). Ces premiers résultats n'ont été ni reproduits ni complétés par des recherches d'agents pathogènes sur les colonies « apparemment plus faibles » obtenues.

Résultats de l'étude métagénomique

Une approche métagénomique (étude du matériel génétique de l'ensemble de la flore microbienne contenue dans un échantillon) a été conduite sur des prélèvements issus de cas de CCD, en regard de prélèvements issus de colonies témoins (non atteintes par ce syndrome) (Cox-Foster *et al.*, 2007). Cette étude, conduite sur un nombre restreint d'échantillons (quatre cas de CCD et deux témoins), a mis en évidence de nombreux agents pathogènes (plusieurs bactéries potentiellement présentes dans les colonies mais sans impacts réels démontrés sur la santé de l'abeille, quatre microsporidies dont deux connues comme pathogènes pour l'abeille *Nosema apis* et *Nosema ceranae*, le parasite *V. destructor* et les sept principaux virus de l'abeille) dans les colonies atteintes de CCD, comme dans les colonies témoins. Cependant, deux virus, l'**IAPV** et le **KBV**, apparaissaient systématiquement corrélés avec ce phénomène et deux microsporidies, *N. apis* et *N. ceranae*, étaient très fréquemment présentes dans les cas de CCD comme dans les ruchers témoins.

L'association de ces quatre agents pathogènes (l'IAPV, le KBV, *N. apis* et *N. ceranae*) avec le phénomène de CCD a alors été évaluée sur un plus grand nombre d'échantillons de cas de CCD (30 colonies) et de colonies témoins (21), sur une période de trois ans (2004-2007).

Preliminary observations tend to indicate however that "CCD" is transmissible and therefore potentially due to one of the agents. Transfer of "disease free" swarms to materials which had contained colonies suffering from CCD resulted in the colonies appearing weaker with a lower population than the colonies transferred into materials which had been irradiated prior to the transfer (Cox-Foster et al., 2007; Pettis et al., 2007). These initial results have neither been reproduced nor supplemented by research into pathogens on the "apparently weaker" colonies obtained.

Results of the metagenomic study

*A metagenomic approach (studying genetic material from the entire microbial flora contained in a sample) was conducted on samples taken in CCD cases compared to samples obtained from control colonies (not affected by the disorder). (Cox-Foster et al., 2007). This study was conducted on a limited number of samples (four cases of CCD and two controls) and revealed numerous pathogens (several bacteria potentially present in the colonies but no actual impact demonstrated on bee health), four microsporidia, including two known to be pathogenic to bees, *Nosema apis* and *Nosema ceranae*, the parasite *V. destructor* and the seven main bee viruses) in the colonies suffering from CCD and in the control colonies. However, two viruses, **IAPV** and **KBV** appeared to correlate consistently with CCD and two microsporidia, *N. apis* and *N. ceranae*, were very often present in the cases of CCD and in the control apiaries.*

*An association of these four pathogens (**APV**, **KBV**, *N. apis* and *N. ceranae*) with CCD was then assessed on a larger number of samples from CCD cases (30 colonies) and control colonies (21), over a three year period (2004-2007).*

L'**IAPV** est alors apparu comme fortement corrélé au CCD: 83,3 % des colonies atteintes (25/30) étaient porteuses du virus, alors qu'il n'a été détecté que dans une colonie non atteinte par ce syndrome (4,8 %). Comme aucun lien « pathogénique » de causalité n'a encore été établi entre ce virus (ou tout autre agent pathogène) et les cas de pertes de colonies, l'**IAPV** est actuellement proposé par les auteurs comme « *marqueur significatif* » du phénomène de CCD avec une valeur prédictive positive de 96 % (Cox-Foster *et al.*, 2007). Cette valeur prédictive positive représente la probabilité qu'un résultat positif pour un agent pathogène indique une association significative avec le CCD.

Pour les trois autres agents pathogènes identifiés au cours de cette étude comme marqueurs potentiels du CCD: *N. apis* aurait une valeur prédictive de 73 %, le **KBV** de 65 % et *N. ceranae* de 63 %.

Il faut noter que l'**IAPV** est un virus génétiquement très proche de l'**ABPV** et du **KBV** (Maori *et al.*, 2007). La distance phylogénétique entre ces virus étant très faible, **KBV** et **IAPV** pourraient, en réalité, être considérés comme des isolats du même virus, comme le suggèrent certains auteurs (Palacios *et al.*, 2008). La question qui se pose est en réalité celle du rôle de virus de type **ABPV/IAPV/KBV** dans les affaiblissements et les pertes de colonies d'abeilles. En effet, ces virus, dont la pathogénicité est étroitement associée à *V. destructor*, pourraient aggraver la condition sanitaire des colonies de façon considérable (Ribièrre *et al.*, 2008).

5.5) Bilan des infections virales de l'abeille

Les virus de l'abeille sont extrêmement communs dans les colonies et, bien que certains soient capables de provoquer des maladies sévères, ils sont, la majorité du temps, présents sous forme d'infections inapparentes. La simple détection de ces virus est donc insuffisante pour déterminer leur implication dans les affaiblissements et la mortalité de colonies. De plus, le manque de laboratoires susceptibles de diagnostiquer ces agents pathogènes, le coût de ces diagnostics, ainsi que le peu de connaissances disponibles sur la complexité des co-infections entre agents pathogènes, viraux ou non viraux, rend leur implication dans les pertes d'abeilles souvent difficile à évaluer (Ribièrre *et al.*, 2008).

*IAPV emerged as being closely correlated with CCD: 83.3% of the affected colonies (25/30) carried the virus, which was only detected in one colony not affected by the syndrome (4.8%). As no "pathogenic" causality link has yet been established between this virus (or any other pathogen) and the colony losses, IAPV is currently proposed by authors as a "significant marker" of CCD with a positive predictive value of 96% (Cox-Foster *et al.*, 2007). This positive predictive value is the likelihood that a positive result for a pathogen indicates a significant association with CCD. For the other three pathogens identified as potential markers of CCD in this study, *N. apis* had a predictive value of 73%, **KBV** 65% and *N. ceranae* 63%.*

*It should be noted that IAPV is genetically a very similar virus to ABPV and KBV (Maori *et al.*, 2007). The phylogenetic distance between the viruses is very small and in reality, KBV and IAPV could be considered to be isolates of the same virus, as has been suggested by some authors (Palacios *et al.*, 2008). The question which arises in reality is that of the role of the ABPV/IAPV/KBV virus in bee colony weakening and losses. The pathogenicity of these viruses is closely associated with *V. destructor* and they could considerably worsen the health condition of colonies (Ribièrre *et al.*, 2008).*

5.5) Summary of bee viral infections

*Bee viruses are extremely common in colonies and although some are able to cause severe diseases they are usually present as unapparent infections. Simply detecting these viruses is not therefore sufficient to determine their involvement in colony weakening or mortality. In addition, the laboratory markers to diagnose these pathogens, the cost of these diagnoses and the limited knowledge available about the complexity of co-infections between viral or non-viral pathogens make their involvement in bee losses often difficult to assess (Ribièrre *et al.*, 2008).*

Annexe 3 : Évaluation des risques des produits phytopharmaceutiques pour les abeilles

1) Cadre réglementaire

L'évaluation des risques entraînés par les produits phytopharmaceutiques pour les abeilles est réalisée dans un cadre réglementaire. Ce cadre, établi par la directive européenne 91-414, prévoit l'évaluation, préalable à la mise sur le marché, des risques liés aux produits phytopharmaceutiques pour l'homme et pour l'environnement. L'évaluation des risques pour les abeilles et autres pollinisateurs est réalisée dans le cadre de l'évaluation des risques pour les organismes de l'environnement, les écosystèmes et pour les milieux (cf. figure 7). Par cet aspect transversal, le profil écotoxicologique d'un produit pour l'abeille va bien sûr être nourri des informations dont on dispose sur les impacts potentiels sur d'autres groupes d'organismes.

Annex 3: Assessment of risks of plant protection products for bees

1) Regulatory framework

The assessment of risks of plant protection products for bees is performed in a regulatory framework. This framework was established by European Directive 91-414 and stipulates that the risks of plant protection products for humans and the environment be evaluated prior to their being marketed. The risk assessment for bees and other pollinators is performed as part of the risk assessment for environmental organisms, ecosystems and media (see Figure 7). Because of this transverse approach the ecotoxicological profile of a product vis-à-vis the bee will clearly be enriched by information available on the potential impact on other groups of organisms.

Figure 7: Écosystèmes et milieux concernés par l'évaluation des risques provoqués par les produits phytopharmaceutiques pour l'environnement

Figure 7: Ecosystems and environments affected by the assessment of the environmental risks of plant protection products



Source : Direction du végétal et de l'environnement, Afssa.

L'évaluation des risques concerne aussi bien les principes actifs des produits phytopharmaceutiques ou les substances actives que les préparations pharmaceutiques. L'évaluation des substances a pour conséquence au plan communautaire l'inscription ou la non-inscription de la substance sur une liste positive, laquelle regroupe les substances pouvant entrer dans la composition des produits mis sur le marché dans les États membres. L'évaluation des produits ou des préparations phytopharmaceutiques, a, quant à elle, pour conséquence l'autorisation ou la non-autorisation de mise sur le marché dans les États membres.

L'évaluation est réalisée sur des données contenues dans des dossiers constitués par les pétitionnaires, conformément à la réglementation. Ces dossiers comprennent des rapports d'études incluant les données brutes. Ces études sont réalisées selon des lignes directrices validées au niveau européen. Ces dossiers comprennent également une description précise des usages prévus du produit, lesquels définissent les modalités d'exposition des organismes. Les dossiers comprennent enfin les calculs des niveaux d'exposition consécutifs à chacun des usages proposés pour les produits et une évaluation des risques correspondante.

2) Principe de l'évaluation des risques

Une évaluation des risques est entreprise dès que l'usage d'un produit peut conduire à une exposition des organismes de l'environnement. Dans le cas des abeilles, les usages conduisant à une exposition sont définis d'un point de vue réglementaire: pulvérisation des produits en plein champ, traitement systémique des semences, épandage sur le sol de préparations systémiques, comme des granulés étendus dans la raie de semis, ou repiquage de bulbes ou de plants préalablement trempés dans des traitements systémiques.

L'évaluation des risques consiste en une comparaison de niveaux d'exposition attendus consécutivement aux utilisations du produit, avec un niveau de danger propre à la toxicité et au profil toxique de la substance ou du produit pour l'abeille. C'est la comparaison des deux niveaux qui indique les potentialités de risques consécutifs à l'utilisation du produit.

The risk assessment involves both the active materials in plant protection products, or active substances, and pharmaceutical preparations. On a European scale, assessment of the substances results in the registration or non-registration of the substance on a positive list of substances which may be contained in products marketed in Member States. The evaluation of plant protection products or preparations results in marketing authorisation or non-authorisation in Member States.

The assessment is performed on data contained in dossiers produced by the applicants in accordance with the regulations. These dossiers contain study reports including the bench data. The studies are performed following guidelines validated on a European scale. They also contain a precise description of the intended uses of the product which defines the means by which organisms are exposed. Finally, the dossiers contain calculations of exposure levels following each of the proposed uses of the products and the corresponding risk assessment.

2) Principle of the risk assessment

A risk assessment is performed whenever the use of a substance may result in exposure of environmental organisms. In the case of bees, the uses which result in exposure are defined from a regulatory perspective: open field spraying of products, systemic treatment of seeds, spreading of systemic preparations on the ground such as granules spread in seed drills or planting out of bulbs or plants which have previously been immersed in systemic treatments.

The risk assessment involves comparing levels of expected exposure following use of the substance with a hazard level to the bee specific to the toxicity and toxic profile of the substance or product. The potential risks of using the product are established by comparing these two levels.

2.1) Situations conduisant à une exposition

Dans le cas des usages du produit par pulvérisation, l'exposition, visant à traiter les parties foliaires des plantes, est assez bien traduite par la dose de produit pulvérisé à l'hectare (cf. figure 8).

Dans le cas des traitements de sol ou de semences, la problématique est différente puisque le niveau d'exposition est apprécié *via* la fraction du produit qui est transférée vers les fleurs, dans le pollen ou le nectar. Pour qu'un pollinisateur entre en contact avec le produit, ce dernier doit pouvoir pénétrer dans la plante et y être transféré vers la fleur, partie intéressante pour l'abeille.

La systémie d'un produit dans une plante dépend de la molécule et de la plante elle-même. Enfin, il faut que l'espèce végétale présente un intérêt pour l'abeille. Ainsi, l'exposition ne peut être *a priori* appréciée par la dose de produit appliquée par hectare, ou par quintal de semences, la densité de semis elle-même variant d'une espèce végétale à l'autre. Elle ne peut être appréciée que par la mesure des concentrations en résidus dans les plantes, et si nécessaire⁽⁵³⁾ dans les matériaux d'intérêt pour l'abeille : le pollen et le nectar.

Dans le cas d'une pulvérisation, l'exposition survient par contact et éventuellement par ingestion si le produit est pulvérisé sur des matériaux d'intérêt pour les abeilles (fleurs, miellat) ou s'il peut atteindre ces matrices par systémie. Dans le cas de traitements de sol ou de semence, l'exposition peut survenir si le produit est systémique et si la plante présente un intérêt pour l'abeille.

Une dernière voie d'exposition, qui concerne aussi bien les produits utilisés en pulvérisation que les produits utilisés en traitement des semences ou du sol, est l'ingestion de miellat contenant des résidus du produit. Elle peut survenir par la présence de miellat lors d'une pulvérisation ou par systémie. Il est à noter qu'une pulvérisation peut également résulter en la présence de résidus dans le pollen ou le nectar, dans le cas d'un traitement en préfloraison avec un produit systémique. Dans ce cas, comme dans le cas du miellat contaminé suite à une pulvérisation, l'exposition est appréciée *via* la dose de produit apportée à l'hectare.

(53) Lorsqu'une évaluation de risque fondée sur les concentrations en résidus dans les parties vertes de la plante indique un risque possible pour une exposition à ce niveau de concentration. La concentration attendue dans les parties florales, en particulier dans les pollens et nectar, est en général inférieure.

2.1) Situations resulting in exposure

For spray uses of the substance, exposure, intended to treat the foliage of the plants, is relatively well reflected by the dose of substance sprayed per hectare (see Figure 8). For ground or seed treatments the problem is different as the level of exposure is assessed from the fraction of the substance which is transferred to the flowers into the pollen or nectar. For a pollinator to come into contact with the substance it must penetrate the plant and be transferred to the flower, the part which interests the bee. Systemic penetration of a substance into a plant depends on the molecule and on the plant itself. Finally, the species of plant must be of interest to the bee. Exposure cannot therefore be assessed a priori by the dose of substance applied per hectare or per quintal of seeds as the density of seed itself varies from one plant species to another. It can only be measured from concentrations of residues in the plants and if necessary in the materials of interest to the bee⁽⁵²⁾, pollen and nectar.

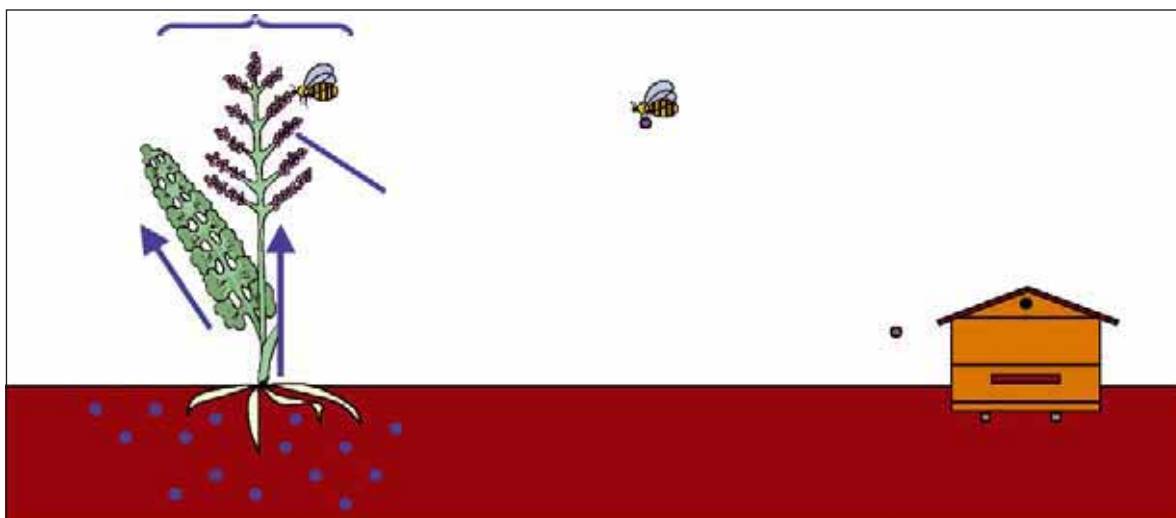
For spraying, exposure occurs through contact and possibly by ingestion if the substance is sprayed onto materials which interest the bees (flowers, nectar) or if it can reach these parts by systemic absorption. For ground or seed treatment, exposure may occur if the substance is systemic and if the plant is of interest to the bee.

The final exposure route which affects both products used by spray and those used for ground or seed treatment is ingestion of nectar containing residues of the substance. This may occur if nectar is present during spraying or through systemic absorption. It should be noted that spraying can also result in residues in the pollen or nectar following pre-flowering treatment with a systemic substance. In this situation, as in the case of nectar contaminated after spraying, exposure is assessed from the dose of substance applied per hectare.

(52) When a risk assessment based on concentrations of residues in the green parts of the plants shows a possible risk for exposure to this concentration level. The expected concentration in the flowering parts, particularly in pollen and nectar, is generally lower.

Figure 8 : Modalités d'exposition des abeilles aux produits phytopharmaceutiques utilisés en pulvérisation et en traitement de sol ou de semences

Figure 8: Means of exposure of bees to plant protection products used by spraying and in ground or seed treatments



2.2) Appréciation de l'écotoxicité d'un produit pour l'abeille

Le niveau de toxicité du produit est quant à lui évalué *via* une batterie d'essais qui commencent par des essais de laboratoire, lors desquels les abeilles sont exposées au produit dans des conditions contrôlées afin de maximiser le contact ou l'ingestion. Il s'agit d'essais de toxicité aiguë qui visent à évaluer la sensibilité d'abeilles adultes au produit après contact ou ingestion. Une dose létale pour 50 % des individus exposés est déterminée.

D'autres essais d'écotoxicité peuvent être réalisés.

Dans le cas de produits susceptibles d'exposer les butineuses, les effets d'une pulvérisation sur les abeilles butineuses sont étudiés en plaçant des colonies dans des tunnels ou sur le terrain juste avant ou pendant une pulvérisation avec le produit, à la dose revendiquée. La culture utilisée pour ce type d'essai est soit la culture concernée par le produit (par exemple du tournesol) soit une culture attractive pour l'abeille comme la phacélie. Dans les deux cas la culture est en fleurs au moment du traitement. Les effets sont appréciés selon divers paramètres, comme la survie des abeilles exposées, l'activité de butinage et l'état de santé de la colonie. Ce type d'expérimentation peut être poursuivi sur une durée modulable en fonction de la durée sur laquelle il est nécessaire de suivre les colonies. La réalisation d'essais sous tunnel permet de mieux contrôler l'exposition, mais le comportement des abeilles peut être influencé par le confinement. Une illustration des essais de terrain est proposée sur la figure 9.

2.2) Assessment of the ecotoxicity of a substance to the bee

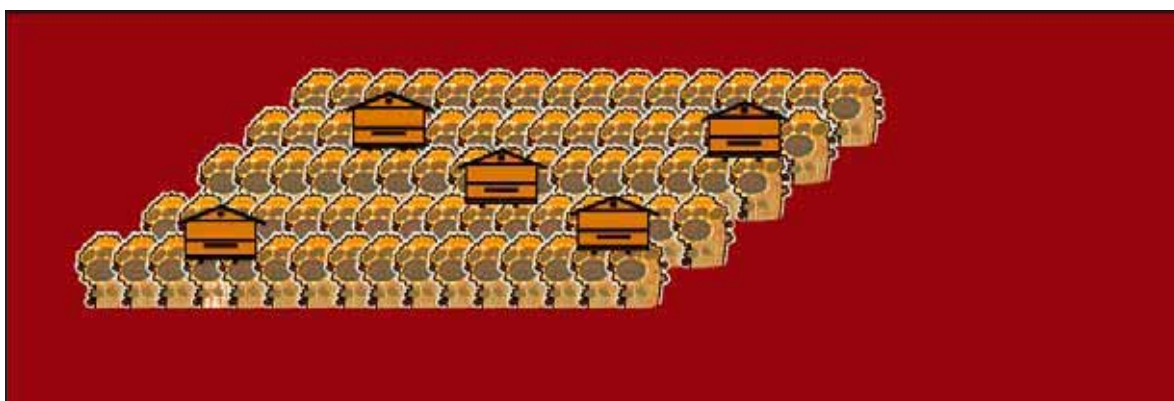
The toxicity of the substance is assessed from a battery of tests beginning with laboratory tests during which bees are exposed to the substance under controlled conditions in order to maximise contact or ingestion. These are acute toxicity studies intended to assess the sensitivity of adult bees to the substance after contact or injection. A lethal dose for 50% of individual exposed bees is determined.

Other ecotoxicity tests can be performed.

For substances liable to expose foraging bees, the effects of spraying on such bees are studied by placing colonies in tunnels or on the ground immediately before or during spraying of the product at the proposed dose. The crop used for this type of study is either the target crop for the product (for example sunflower) or a crop which is attractive to the bee, such as phacelia. In both cases the crop is flowering at the time of treatment. The effects are assessed from various parameters, such as survival of the exposed bees, foraging activity and the health of the colony. This type of experiment can be conducted over a variable period depending on the time for which the colonies need to be monitored. Tests performed under a tunnel allow improved control of exposure although the bees' behaviour may be influenced by the confinement. An illustration of field studies is shown in Figure 9.

Figure 9: Illustration d'un essai d'écotoxicité pour l'abeille mis en place au champ. Le protocole impose deux à dix parcelles dont l'historique en termes de traitements phytopharmaceutiques est connu

Figure 9: Use of an ecotoxicity study for the bee placed in the field. The protocol requires two to ten plots of land with a known past history of plant protection treatments.



La taille de chaque parcelle peut varier de 0,2 à 1 hectare. On place quatre à cinq colonies par parcelle, espacées de 3 à 6 kilomètres afin d'éviter les interférences entre colonies.

Ces parcelles sont par ailleurs éloignées de cultures attractives afin d'obliger les abeilles à se nourrir sur les parcelles traitées. L'essai est conduit sur une culture attractive pour l'abeille afin de maximiser l'exposition, comme par exemple la phacélie. La culture est pulvérisée et les colonies introduites dans les parcelles. On observe alors les impacts sur différents paramètres : survie des abeilles butineuses et des abeilles de la ruche, activité de butinage, poids du couvain, état de santé du couvain, état de santé des abeilles et de la ruche - les études les plus récentes incluent aussi des suivis de maladies -, production de miel. Dans certains cas, on réalise un suivi sur plusieurs années.

Dans le cas des insecticides, les conditions d'exposition de ce type d'essai ne correspondent pas à la réalité, puisque le traitement des cultures par des insecticides est interdit en France pendant la floraison⁽⁵⁴⁾. Il est également important de noter que ces essais prennent en compte la biologie de l'abeille, qu'il s'agisse des produits pulvérisés ou des produits utilisés en traitement de semences, puisque l'évaluation des impacts est effectuée sur des paramètres létaux et sublétaux et apprécie l'état de santé

The size of each plot may range from 0.2 to 1 hectare. One to five colonies are placed per plot, spaced 3 to 6 kilometres apart in order to avoid interferences between colonies. These plots are also distanced from the attractive crops in order to force the bees to feed on the treated plots. The test is conducted on an attractive crop to the bee in order to maximise exposure, using for example phacelia. The crop is sprayed and the colonies placed in the plots. The impact on different parameters is then observed: survival of foraging bees and hive bees, foraging activity, brood weight, brood health, health of bees and of the hive - the most recent studies also include monitoring for diseases and honey production monitoring. In some cases monitoring has been conducted over several years.

For insecticides, the exposure conditions for this type of study does not reflect reality as treatment of crops with insecticides is prohibited in France during the flowering season⁽⁵³⁾. It is also important to note that these studies take account of bee biology for both sprayed substances and those used to treat seeds. This is because the impact assessment is performed on lethal and sub-lethal parameters and assesses the health of the colonies by including parameters which reflect its development, state of health and if necessary ability to overwinter. Finally, the assessment of effects is conducted on a colony scale, a scale of investigation specific

(54) Sauf dans le cas des produits bénéficiant d'une mention, attribuée dans un cadre réglementaire par l'arrêté du 28 novembre 2003 relatif aux conditions d'utilisation des insecticides et acaricides à usage agricole en vue de protéger les abeilles et autres insectes pollinisateurs, après évaluation des risques et pour les usages qui le nécessitent. La mention permet alors d'appliquer le produit pendant la floraison de la culture ou pendant la période de production d'exsudats mais en dehors de la présence d'abeilles.

(53) Except for products granted a regulatory indication by the Decree of 28 November 2003 on conditions of use for agricultural acaricides and insecticides with a view to protecting bees and other pollinating insects, after a risk assessment and for the uses which require it. This indication then allows the product to be applied during crop flowering or during the exsudate production period, but not in the period when bees are present

des colonies *via* des paramètres intégrateurs témoins de son développement, son état sanitaire et si nécessaire sa capacité à passer l'hiver. Enfin, l'évaluation des effets se place à l'échelle de la colonie, qui reste une échelle d'investigation propre à l'expérimentation. Dans le domaine du *monitoring*, c'est bien souvent le rucher qui est pris comme unité d'investigation. L'évaluation des impacts et donc des risques se place donc à une échelle plus fine et plus sensible que dans le cadre de suivis post-homologation, puisque l'on s'intéresse au pourcentage d'effet dans la colonie. L'ensemble de ces éléments contribue à limiter les incertitudes liées à l'extrapolation des conclusions de l'évaluation à la réalité du terrain.

Enfin, si le produit concerné est un régulateur de croissance des insectes, on réalise en plus de ces essais un essai de toxicité pour le couvain, lors duquel le développement de couvains d'abeilles est suivi dans des colonies exposées au produit *via* une solution sucrée supplémentée.

L'évaluation des risques, dont les schémas sont harmonisés au plan communautaire⁽⁵⁵⁾, suit une approche qui est retrouvée pour tous les autres groupes d'organismes (voir documents guides Sanco 3268/2001 et Sanco 4145/2000 pour respectivement les organismes aquatiques et les organismes terrestres).

3) L'évaluation des risques

3.1) Schéma général

La question de l'exposition des abeilles est toujours à l'origine du schéma d'évaluation (cf. figure 10). Si l'exposition est possible, des essais de toxicité en laboratoire par voie orale ou par contact sur des adultes sont réalisés et on procède à une première appréciation du risque par la comparaison du niveau d'exposition *via* la dose appliquée à l'hectare avec le niveau de toxicité (apprécié par la DL₅₀ mesurée chez l'abeille adulte, exposée oralement ou par contact) dans le calcul d'un quotient de risque (HQ). Ce quotient est comparé à une valeur seuil de 50. Si le quotient de risque reste inférieur à cette valeur seuil, le risque est considéré comme acceptable ; au-delà de la valeur seuil, l'évaluation des risques est affinée, et intègre la plupart du temps les résultats d'essais sous tunnel et/ou d'essais au champ, dans les deux cas sur des cultures attractives, en fleurs et traitées.

(55) Cette démarche fait l'objet de documents guides européens, Sanco 10329/2002 (Commission Européenne, Doc Sanco/10329/2002-rev 2 final, « Guidance Document on Terrestrial Ecotoxicology », 17 octobre 2002) et EPPO (EPPO PP1/170 (3), PP 1/170(3) Revision approved in 2000-09 in Hazards of pesticides to bees, Les Colloques N° 98, Ed. INRA, Paris 2001)..

to the type of experiment. In monitoring, it is often the apiary which is used as the investigation unit. The impact and therefore risk assessment is therefore on a more detailed and more sensitive scale than post-approval monitoring as the percentage of effects in the colony is being examined. All of this information helps to limit the uncertainties of extrapolating conclusions of the assessment to reality in the field.

Finally, if the product concerned is an insect growth regulator, a brood toxicity study is performed in addition to these tests, during which the development of bee broods is monitored in colonies exposed to the substance by a supplemented sugar solution.

The risk assessment, designs of which are harmonised on a European level⁽⁵⁴⁾, follows an approach which is seen for all other organism groups (see guidance documents Sanco 3268/2001 and Sanco 4145/2000 for aquatic and terrestrial organisms respectively).

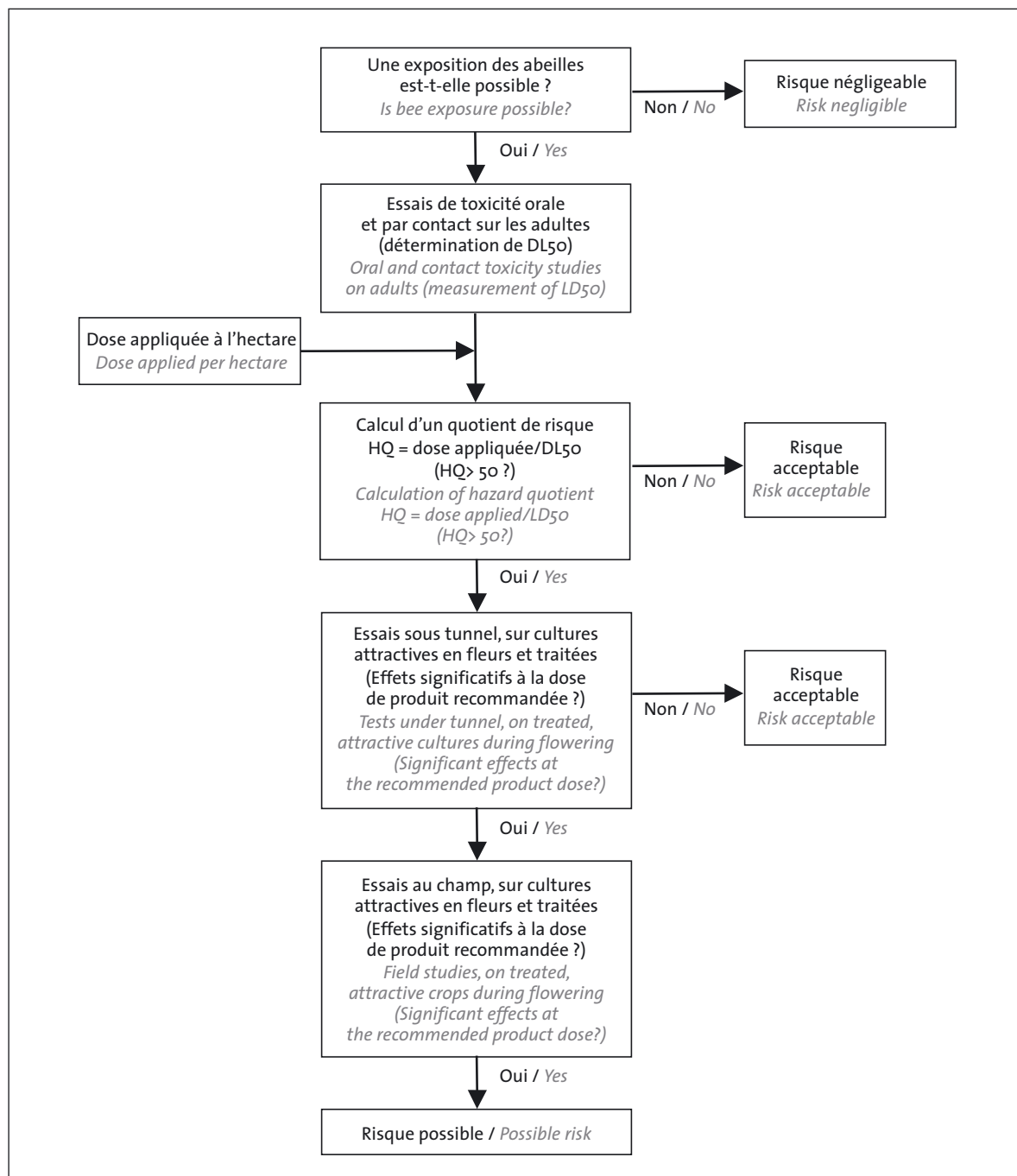
3) Risk assessment

3.1) General design

The question of bee exposure always lies at the heart of the assessment design (see Figure 10). If exposure is possible, laboratory oral toxicity or contact studies on adults are performed and an initial risk assessment is performed by comparing the exposure from the dose applied per hectare to the toxicity (measured as the LD₅₀ in the adult bee, from oral or contact exposure) to calculate a hazard quotient (HQ). This quotient is compared to a threshold value (50). If the hazard quotient is below the threshold value the risk is considered to be acceptable; above the threshold value the risk assessment is fine-tuned, usually incorporating the results of under-tunnel and/or field studies, in both situations on treated attractive crops in flower.

(54) This approach is described in European guidance documents, Sanco 10329/2002 (European Commission, Doc Sanco/10329/2002-rev 2 final, «Guidance Document on Terrestrial Ecotoxicology», 17 October 2002) and t EPPO (EPPO PP1/170 (3), PP 1/170(3) Revision approved in 2000-09 in Hazards of pesticides to bees, Les Colloques N° 98, Ed. INRA, Paris 2001)..

Figure 10 : Schéma d'évaluation des risques pour les abeilles dans le cas de produits appliqués par pulvérisation
Figure 10: Plan of risk assessment for bees for spray products



La valeur seuil de 50 pour le quotient de risque ou HQ (hazard quotient) est une des rares valeurs seuils utilisées dans la réglementation qui émanent d'un retour du terrain. Il provient de travaux réalisés par Smart et Stevenson (1982), qui s'étaient interrogés sur les risques potentiels liés à une nouvelle famille de pesticides, les pyréthriinoïdes, à l'époque de leur développement (cf. tableau 15).

The threshold value of 50 for the hazard quotient, or HQ, is one of the rare ones to be used in the regulations which originates from field work. It comes from the studies conducted by Smart and Stevenson (1982), who were questioned about the potential risks of a new family of pesticides, pyrethrinoids, at the time of their development (see Table 15).

Tableau 15: Toxicité de divers insecticides pour l'abeille domestique, mesurée au laboratoire (DL50) et au champ, doses d'emploi typiques de ces produits et quotients de risque correspondants

Table 15: Toxicity of various insecticides for the honey bee measured in the laboratory (LD50) and field, typical doses of these products and corresponding hazard quotients

Insecticide <i>Insecticide</i>	Toxicité au champ <i>Field toxicity</i>	DL50 (µg/abeille) <i>LD50 (µg/bee)</i>	Dose appliquée (g/ha) <i>Dose applied (g/ha)</i>	Nombre de DL50 dans la quantité appliquée (x 10 ⁶) <i>Number of LD50 in the amount applied (x 10⁶)</i>
Azinphos-methyl	H	0,063	460	7300
Triazophos	H	0,055	400	7300
Malathion	H	0,27	1300	4800
Dimethoate	H	0,12	350	2900
HCH	H	0,20	280	1400
Demeton-S-methyl	H	0,26	240	920
Cyhalothrin	P	0,027	12,5	460
Cypermethrin	P	0,056	25	460
Permethrin	P	0,11	50	450
Flucythrinate	P	0,27	75	280
Fenvalerate	P	0,23	50	220
Deltamethrin	P	0,051	10	200
Endosulfan	L	7,1	470	66
Phosalone	L	8,9	460	52
Pirimicarbe	L	> 50	140	< 3

H: (hazardous in the field) dangereux au champ, P: (pyrethroid) pyréthriinoïde, L: (low hazard in the field) faible danger au champ.

H: hazardous in the field, P: pyrethroid, L: low hazard in the field.

D'après Smart et Stevenson, 1982.

Le lindane (HCH) et les substances de la famille des organo-phosphorés listés dans ce tableau exercent une toxicité pour l'abeille observée au champ (hazardous). La toxicité au laboratoire de ces substances, évaluée chez l'abeille adulte et appréciée par une DL50 orale en microgramme de substance active par abeille, est assez élevée (DL50 inférieure au µg/abeille, le test limite étant réalisé à 100 microgrammes par abeille).

L'endosulfan, la phosalone et le pirimicarbe, dont les effets ont été testés sur le terrain, présentaient un impact faible sur les abeilles dans ces conditions. Ces substances présentent une toxicité intrinsèque pour l'abeille adulte un peu plus faible (DL50 plus élevées que les DL50 du groupe de substances précédent).

Afin de savoir quel niveau d'impact on devait attendre des pyréthrinoides sur les abeilles dans les conditions d'exposition du terrain, les auteurs ont développé un indice visant à indiquer le niveau de risque attendu dans les conditions d'exposition du terrain, conditions représentées par la dose de produit appliquée à l'hectare. Ce quotient est calculé en divisant la dose appliquée à l'hectare par la DL50 par abeille, sa valeur est proportionnelle au niveau de risque attendu. Le facteur de 50 utilisé au niveau réglementaire est issu de ce calcul: lorsque le quotient ne dépasse pas la valeur de 50, la substance est considérée comme ayant un impact faible sur le terrain. Lorsqu'il dépasse cette valeur, un risque possible est identifié et les effets de la substance doivent être étudiés plus précisément lors d'essais réalisés sous tunnels et/ou sur le terrain (évaluation affinée des risques).

L'étape du calcul d'un quotient de risque est essentielle dans l'évaluation des risques et elle doit être discriminante. La figure 11 représente la distribution de DL50 orales tous produits confondus (243 produits phytopharmaceutiques, herbicides, fongicides ou insecticides). Il s'agit d'une distribution cumulée de ces valeurs, le test limite étant réalisé à 100 microgrammes par abeille. Environ la moitié des produits présentent une DL50 égale ou supérieure au seuil maximal de 100 microgrammes par abeille et donc une toxicité faible; certains produits présentent en revanche une toxicité pouvant aller jusqu'au nanogramme par abeille. Un schéma d'évaluation pertinent doit pouvoir discriminer les produits à risque de ceux qui ne le sont pas, afin d'éviter le recours systématique à des expérimentations sur le terrain pour des produits ne le justifiant pas.

Lindane (HCH) and the substances belonging to the organophosphate family listed in this table are hazardous to the bee in the field. The laboratory toxicity of these substances measured in the bee and assessed from the oral LD50 in micrograms of active substance per bee is relatively high (LD50 less than µg/bee, the limit test being performed at 100 micrograms per bee).

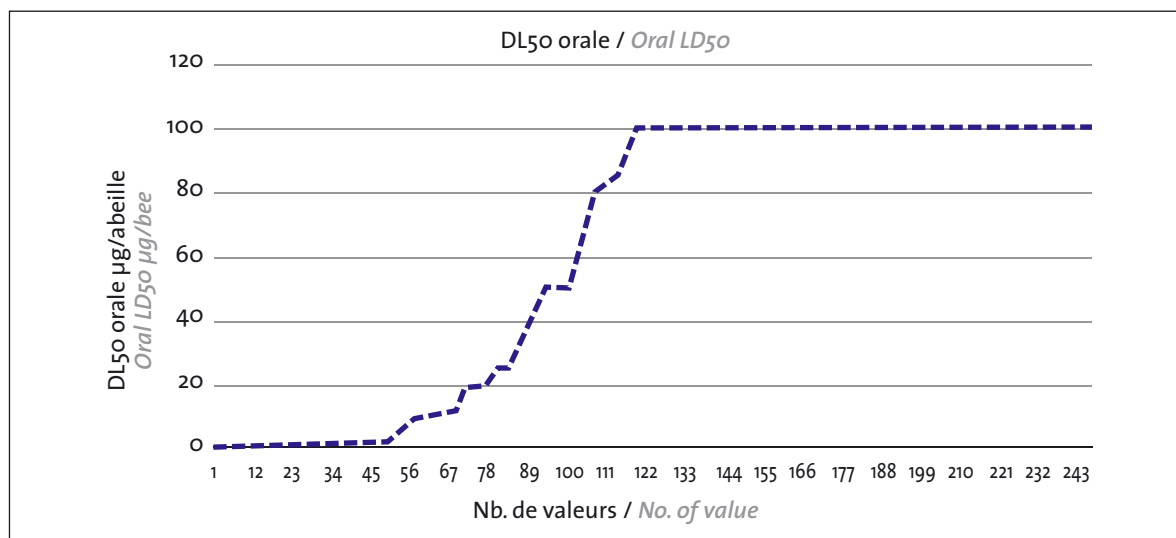
Endosulfan, phosalone and pirimicarb, the effects of which have been tested in the field had a low impact on bees under these conditions. These substances have slightly lower intrinsic toxicity to the bee (LD50 higher than the LD50 of the compounds above).

In order to determine the expected impact of pyrethrinoids on bees under field exposure conditions, the authors developed an index intended to express the expected risk under field exposure conditions represented by the dose of substance applied per hectare. This quotient is calculated by dividing the dose applied per hectare by the LD50 per bee and its value is proportional to the expected risk. The factor of 50 used in the regulations was obtained from this calculation. If the quotient is 50 or less the substance is deemed to have a low impact in the field. If it exceeds 50, a possible risk is identified and the effects of the substance must be studied in more detail in studies conducted under tunnels and/or in the field (refined risk assessment).

The hazard quotient calculation stage is essential in the risk assessment and must be discriminatory. Figure 11 shows the distribution of oral LD50 values, all substances combined (243 plant protection substances, herbicides, fungicides or insecticides). This is a cumulative distribution of these values, the limit test being performed at 100 micrograms per bee. Approximately half of the products have an LD50 value at or above the maximum limit of 100 micrograms per bee and therefore low toxicity: some substances conversely have toxicity of up to a nanogramme per bee. A relevant assessment plan must be able to discriminate at-risk products from those which are not in order to avoid the systematic use of field experiments for products which do not require them.

Figure 11: Distribution cumulée des valeurs de DL50 orales des substances actives, tous modes d'action confondus (n= 243)

Figure 11: Cumulative distribution of oral LD50 values of active substances, all methods of action combined (n= 243)



Source: Agritox

3.2) L'évaluation des risques dans le cas des produits appliqués au sol (traitements de sol ou de semences)

Le schéma d'évaluation présenté sur la figure 10 n'est pas adapté à l'évaluation des traitements de sol ou de semences. En effet, pour ce type d'applications, l'exposition ne peut être correctement appréciée par la dose de produit appliquée à l'hectare. En conséquence, le calcul du quotient de risque n'est pas approprié : sa valeur seuil, validée sur la base de résultats d'essais de terrain impliquant des produits pulvérisés, n'est pas pertinente. Enfin, il est nécessaire de réaliser les essais sur les cultures qui font l'objet d'un traitement pour prendre en compte les aspects de systémie, et les essais sous tunnel et au champ sur cultures attractives en fleurs et traitées sont donc peu appropriés pour évaluer les risques.

Un schéma d'évaluation adapté à ce type d'exposition fait actuellement l'objet des travaux d'un groupe de travail européen de l'ICPBR⁽⁵⁶⁾, piloté par l'Afssa. L'objectif de ce groupe de travail est de combler les lacunes de la directive 91-414 pour l'évaluation des risques pour les abeilles présentés par les produits utilisés en traitement de sol ou de semence, puisqu'aucun document-guide ne permet actuellement de procéder de façon harmonisée. L'objectif est de mettre à jour le document EPPO existant à l'échéance d'octobre 2008.

(56) International Commission on Plant Bee Relationship.

3.2) Risk assessment for products applied to the ground (ground or seed treatments)

The assessment plan shown on Figure 10 is not suitable to assess ground or seed treatments. For these types of application, exposure can only be correctly assessed from the dose of product applied per hectare. As a result calculation of the hazard coefficient is inappropriate: its threshold value validated from field study results from sprayed substances is not relevant. Lastly, tests need to be performed on crops which have been treated to take account of systemic absorption aspects and under tunnel and field studies on treated attractive flower crops are therefore poorly suited to assess hazards.

An assessment design suitable for this type of exposure is currently being studied by an ICPBR⁽⁵⁵⁾, European working group run by Afssa. The aim of this working group is to fill the gaps in Directive 91-414 for an assessment of the risk of products used to treat ground or seeds for bees, as no guidance document currently supports a harmonised approach. The aim is to update the existing EPPO document at the October 2008 meeting.

The current project is using the same approach as for sprayed substances adapted for the seed treatment situation.

(55) International Commission on Plant Bee Relationship.

Le projet actuel reprend la même démarche que pour les produits pulvérisés, adaptée au cas des traitements des semences.

L'appréciation de l'exposition se fait par une évaluation des propriétés systémiques de la substance; une substance est considérée comme systémique si l'on met en évidence la présence de résidus dans les plantes.

Une liste des plantes attractives pour l'abeille est en cours d'élaboration. Elle devrait compter à la fois les plantes cultivées faisant l'objet d'un traitement de sol ou de semences, et d'autres plantes ou couverts végétaux pouvant entrer dans la rotation, y compris la jachère si la substance est persistante.

Si une exposition est possible, un essai de toxicité orale sur adulte est réalisé. Le résultat sera comparé, par le calcul d'un quotient de risque, avec l'exposition exprimée par la concentration dans le pollen ou dans le nectar. Compte tenu de la difficulté à développer des méthodes d'analyse pour les pollens et les nectars, ces concentrations peuvent être estimées en première approche par la concentration mesurée dans les parties vertes des plantes. Des mesures de résidus dans les pollens et les nectars peuvent être requises si l'appréciation d'exposition *via* cette surestimation conduit à la mise en évidence d'un risque.

Les étapes suivantes de l'évaluation permettent d'apprécier les effets d'une exposition prolongée des abeilles adultes par un essai de toxicité orale de dix jours. Ce test prend en compte le fait qu'une abeille butineuse puisse être exposée plusieurs jours. Si nécessaire, des essais en tunnel ou au champ sur les cultures pertinentes pourront être requis.

Enfin, la mise en place d'une culture avec des semences traitées peut constituer une exposition pour l'abeille dans le cas de l'émission de poussières, souvent mentionnée comme problématique dans le cas des abeilles. Les risques peuvent dans ce cas être évalués par le biais des données de toxicité par contact sur les adultes et des mesures des émissions de poussières réalisées lors d'un semis. Ce type de données a déjà été généré pour certains produits de traitement de semences et a permis *via* le calcul d'un quotient de risque, d'apprécier un risque potentiel aigu à la suite de l'émission de poussières.

Exposure is assessed from an evaluation of the systemic properties of the substance: a substance is considered to be systemic if a residue is found in the plants.

A list of plants attractive to bees is currently being produced. This should include both cultivated plants involving ground or seed treatment and other plants or plant cover which may enter the rotation, including fallow land if the substance persists.

If exposure is possible, an oral adult toxicity study is performed. The result is compared by calculating an exposure hazard quotient expressed from the concentration in pollen or in nectar. In view of the difficulty of developing analytical methods for pollens and nectars these concentrations can be estimated as an initial approach from the concentration found in the green parts of the plants. Measurements of residues in pollens and nectars can be performed if the assessment of exposure from this over-estimate identifies a hazard.

The following assessment stages can be used to examine the effects of prolonged exposure of adult bees by a ten-day oral toxicity test. This test takes account of the fact that a foraging bee can be exposed for several days. If necessary, tunnel or field studies on relevant crops may be needed.

Finally, sowing a crop with treated seeds may result in exposure of the bee if dust is emitted. This is often described as a problem for bees. The risks in this case may be assessed from contact toxicity data on adults and measurement of dust emissions made during sowing. This type of data has already been generated for some seed treatment products and has allowed a potential acute risk following dust emission to be assessed through calculation of a hazard quotient.

4) Bilan sur l'application de la réglementation

Ces modalités d'évaluation des risques sont appliquées pour toutes les substances actives, anciennes ou nouvelles⁽⁵⁷⁾, évaluées au plan communautaire. Les risques sont évalués pour chaque usage de la préparation qui contient la substance. Les décisions d'inscription ou de non inscription des substances sont publiées au journal officiel et disponibles sur le site de la DG Sanco (http://ec.europa.eu/food/plant/protection/evaluation/index_en.htm). Les conclusions de l'évaluation des risques sur les substances sont également disponibles et publiées sur le site de l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (EFSA) (http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753816_home.htm). Au 31 décembre 2008, conformément au calendrier que s'est fixé la Commission, l'ensemble des substances anciennes ainsi que les substances nouvelles ont fait l'objet d'une évaluation des risques conformément aux critères de la Directive 91-414 EC. Ceci implique que tous les pesticides actuellement sur le marché en France et dans les autres États européens auront fait l'objet d'un dossier répondant aux exigences réglementaires.

5) Les rapports du Comité scientifique et technique de l'étude multifactorielle des troubles de l'abeille dans le contexte de l'examen communautaire des produits phytopharmaceutiques

Parmi les produits phytopharmaceutiques, deux d'entre eux ont fait l'objet de rapports d'évaluation préparés par le Comité scientifique et technique de l'étude multifactorielle des troubles de l'abeille (CST), groupe de travail réuni à la demande du ministère chargé de l'Agriculture. Ces rapports ont concerné deux produits utilisés en traitement des semences de tournesol et de maïs (imidaclopride et fipronil, cf. introduction du rapport, Rapports du CST; 2003, 2005), et avaient pour objectif de réaliser un inventaire des connaissances scientifiques et techniques relatives au Gaucho® et à sa substance active l'imidaclopride, dans ses aspects toxiques, écotoxiques, métaboliques (1^{er} rapport, publié en 2004, <http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/rapportfin.pdf>) et au fipronil pour le second rapport (http://agriculture.gouv.fr/sections/publications/rapports/fipronil-utilise-en/downloadFile/FichierAttache_1_fo/o8o218_rapport_fiproniljuillet2006.pdf?nocache=1203426652.66),

(57) Les substances ont le statut d'anciennes ou de nouvelles selon que leur mise sur le marché est antérieure ou postérieure à l'entrée en vigueur de la Directive 91-414 EC.

4) Summary of application of the regulations

These risk assessment methods are applied to all active substances, both old and new⁽⁵⁶⁾, assessed on a European scale. The risks are assessed for each use of the preparation containing the substance. Registration or non-registration decisions on the substances are published in the Official Journal and available on the DG Sanco website (http://ec.europa.eu/food/plant/protection/evaluation/index_en.htm). The conclusions on the risk assessment on the substances are also available and published on the European Food Safety Authority (EFSA) website (http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753816_home.htm). As of 31 December 2008, in accordance with the calendar set by the Commission, all old and new substances have undergone a risk assessment in accordance with the terms of Directive 91-414 EC. This implies that all pesticides currently marketed in France and in other European States will have a dossier meeting the regulatory requirements.

5) Reports of the scientific and technical committee for the multifactorial study of bee disorders in the context of the european examination of plant protection products

Two of these products are the subject of assessment reports prepared by the Scientific and Technical Committee (STC) for the multifactorial study of bee disorders, a working group meeting at the request of the Ministry of Agriculture. These reports involve two products used in sunflower and maize seed treatment (imidacloprid and fipronil, see report introduction) and were intended to produce an inventory of scientific and technical knowledge on Gaucho® and its active substance imidacloprid, in terms of its toxic, ecological and metabolic features (first report published in 2004, <http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/rapportfin.pdf>) and on fipronil in the second report (http://agriculture.gouv.fr/sections/publications/rapports/fipronil-utilise-en/downloadFile/FichierAttache_1_fo/o8o218_rapport_fiproniljuillet2006.pdf?nocache=1203426652.66), and to study the possible role of these products in bee disorders as part of the multifactorial study.

(56) The substances have old or new status depending on whether they were marketed before or after Directive 91-414 EC came into application.

et d'étudier l'éventuel rôle de ces produits dans les troubles de l'abeille, dans le cadre de l'enquête multifactorielle.

Ces deux rapports ont analysé l'ensemble des informations disponibles fournies par le ministère et les sociétés phytopharmaceutiques détentrices des deux produits, ainsi que les données disponibles sur ces produits trouvées dans la littérature scientifique. Ces données ont permis d'estimer des niveaux d'exposition de l'abeille, à partir des concentrations en résidus trouvées dans des pollens et nectars de plants de tournesol et de maïs issus de semences traitées. Une analyse des effets a également été réalisée à partir des essais de laboratoire, sous tunnel et au champ. Ces analyses ont été versées dans les dossiers.

L'évaluation des risques a été réalisée selon les critères d'évaluation utilisés pour les substances chimiques, publiés dans le TGD (Technical Guidance Document, 2003⁽⁵⁸⁾). Le principe de l'évaluation des risques des substances chimiques, consistant en la comparaison de seuils d'effets avec des seuils d'exposition, est identique au principe d'évaluation utilisé pour les produits phytopharmaceutiques, mais la valeur des facteurs d'incertitude associés à chaque étape de l'évaluation est en revanche différente⁽⁵⁹⁾.

Ces rapports fondent leurs conclusions sur les valeurs de quotients de risque appelés « rapports PEC/PNEC ». Selon ces conclusions, les « rapports PEC/PNEC » sont, pour l'imidaclopride, « préoccupants et en accord avec les observations de terrain rapportées par de nombreux apiculteurs en zones de grande culture (maïs, tournesol), concernant la mortalité des butineuses, leur disparition, leurs troubles comportementaux et certaines mortalités d'hiver ». Pour le fipronil, les conclusions sont que « les quotients obtenus sont préoccupants et ne permettent pas d'exclure des risques inacceptables ».

Au moment où ils sont établis, ces rapports et les travaux de ce comité présentent le double intérêt d'une revue exhaustive des données disponibles sur les deux produits incriminés, et de la proposition d'un schéma d'évaluation des risques pour les abeilles exposées à des produits systémiques utilisés en traitement

Both reports analysed all of the available information provided by the Ministry and the plant protection companies holding the licences for the two products and the data available on the products found in the scientific literature. This data enabled exposure levels in the bee to be estimated from residue concentrations found in the pollens and nectars of corn and sunflower plants grown from treated seeds. An analysis of the effects was also conducted from laboratory under tunnel and field studies. These analyses were incorporated into the dossiers.

The risk assessment was performed following the assessment criteria used for chemicals published in the TGD (Technical Guidance Document, 2003⁽⁵⁷⁾). The principle of risk assessment of chemicals involving comparing effect thresholds with exposure thresholds, is identical to the assessment principle used for plant protection products although the uncertainty factors applied to each stage of the assessment are however different⁽⁵⁸⁾.

These reports base their conclusions on the hazard quotient values called "PEC/PNEC ratios". According to these conclusions, the "PEC/PNEC ratios" for imidacloprid are "worrying and consistent with the field observations reported by many beekeepers in large crop growing areas (maize, sunflower), on mortality of foraging bees, their disappearance, behavioural problems and some winter mortality". The conclusions for fipronil are "the quotients obtained are worrying and cannot rule out an unacceptable risk".

At the time when they were written, these reports and this committee's work had the dual merits of being an exhaustive review of available data on the two products implicated and of proposing a plan for risk assessment for bees exposed to systemic products used to treat ground or seeds, although the practical issues of methods for the risk assessment raised by seed treatments are only very partially discussed in the guidance documents.

(58) Technical Guidance Document on Risk Assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for existing substances Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market, 2003.

(59) Ces facteurs, développés pour évaluer les risques pour les organismes aquatiques exposés aux substances chimiques, sont très supérieurs aux facteurs couramment utilisés pour les organismes terrestres dans la directive 91-414 EC.

(57) Technical Guidance Document on Risk Assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for existing substances Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market, 2003.

(58) These factors developed to assess risk for aquatic organisms exposed to chemicals are far higher than the factors widely used for terrestrial organisms in Directive 91-414 EC.

de sol ou de semences, alors que les modalités pratiques d'évaluation des risques posés par des traitements de semences n'étaient que très partiellement abordées dans les documents guides.

On note cependant que les conclusions de ces rapports reposent sur des quotients de risque calculés à partir de données de toxicité de laboratoire et intègrent des facteurs de sécurité importants (1 000 pour le fipronil et 5 à 100 pour l'imidaclopride, en fonction des études⁽⁶⁰⁾) et non sur l'observation d'impacts survenus dans des colonies exposées aux résidus de produit via le pollen et le nectar sur le terrain.

Les valeurs d'exposition utilisées dans les calculs correspondent, en outre, aux *maxima* mesurés dans les matrices pollen et nectar.

Dans le cas de concentrations inférieures aux limites de détection, les limites de détection ont été utilisées comme niveau d'exposition.

Les calculs de rapports PEC/PNEC fondés sur des études de laboratoire correspondent en général aux premières étapes d'évaluation de risques, et doivent être suivies d'analyses de résultats collectés lors d'études de terrain, mettant les abeilles en présence de résidus dans des conditions réalistes d'exposition.

Les conclusions de ces rapports sont donc à considérer en lien avec les données sur lesquelles reposent les calculs et peuvent être complétées par les analyses de risques ayant pu être réalisées par les instances européennes dans le cadre de l'examen des dossiers européens des substances actives fipronil et imidaclopride (http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753816_1178620764421.htm).

It can be noted, however, that the conclusions of these reports are based on hazard quotients calculated from laboratory toxicity data and include large safety factors (1,000 for fipronil and 5 to 100 for imidacloprid depending on the study⁽⁵⁹⁾) and not on the observation of impact on colonies exposed to residues of the substance via pollen and nectar on the ground. The exposure values used in the corresponding calculations were in addition the maximum concentrations found in pollen and nectar matrices. For concentrations below the limits of detection, the limits of detection were used as the exposure level. The PEC/PNEC ratio calculations based on laboratory studies generally represent the first stages of the risk assessment and must be followed by analysis of results collected from field studies, placing the bees in the presence of residues under realistic exposure conditions. The conclusions of these reports should therefore be considered in light of the findings on which the calculations are based and can be supplemented by the risk assessments which are being performed by the European bodies in the examination of European dossiers for the active substances fipronil and imidacloprid (http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753816_1178620764421.htm).

(60) Pour les vertébrés et invertébrés terrestres la variabilité interspécifique de la sensibilité produits phytopharmaceutiques est prise en compte par un facteur de sécurité de 10 dans les critères décisionnels de la Directive 91/414 EC, et l'incertitude liée à l'extrapolation de l'aigu au chronique est également figurée par un facteur de sécurité de 10, comme dans le cas des organismes aquatiques, par exemple.

(59) For terrestrial vertebrates and invertebrates the inter-species variability of plant protection products sensitivity is taken into account by a safety factor of 10 in the decision criteria for Directive 91/414 EC and the uncertainty from extrapolating from the acute to chronic situation is also represented by a safety factor of 10 as applies, for example, to the case of the aquatic organisms.

Annexe 4 : Le réseau d'épidémiosurveillance anglo-gallois

L'importance économique et biologique de l'abeille domestique en tant qu'insecte pollinisateur, pour l'environnement, la biodiversité et l'économie rurale, conditionne l'existence de ce réseau (la valeur économique, strictement liée aux cultures pollinisées par les abeilles, a été évaluée en 2001 à 200 millions de livres sterling).

1) Présentation

Le réseau d'épidémiosurveillance anglo-gallois est géré par l'unité apicole nationale (*National Bee Unit*, NBU) du CSL (Central Science Laboratory), agence exécutive du DEFRA (Department of Environment Food and Rural Affairs). <http://www.csl.gov.uk/aboutCsl/scienceGroupsAndTeams/phg/documents/beeUnit.pdf>

Depuis 1993, sont réunis sur un même site, à York, les trois volets principaux de l'unité apicole : la recherche, le service d'inspection et le laboratoire (cf. figure 12).

Le **service d'inspection** du CSL est responsable :

- du contrôle des maladies apicoles à déclaration obligatoire (non réalisé par des agents des Directions des services vétérinaires) ;
- de l'émission de pièces administratives telles que les certificats d'import/export ;
- d'un travail de formation et de conseil apicole auprès des apiculteurs.

Il regroupe 54 personnes. Neuf sont basées au siège social du CSL à York, et 45 sont des agents sanitaires (apiculteurs expérimentés), employés par le CSL, responsables du programme de surveillance réglementaire pour le DEFRA et le *Welsh Assembly Government*. Le nombre de visites de ruchers réalisées par ces agents varie de 5 000 à 6 000 chaque année, correspondant à un total de 24 000 à 29 000 ruches, soit 10 % des colonies anglaises et galloises.

Huit agents sanitaires, inspecteurs régionaux, sont des employés permanents du service d'inspection, chargés de la surveillance épidémiologique des ruchers de huit régions couvrant l'Angleterre et le pays de Galles (cf. figure 12). Basés à leurs domiciles respectifs, ils coordonnent les agents sanitaires saisonniers, apiculteurs hautement qualifiés.

Annex 4: The Anglo-Welsh epidemiological monitoring network

The economic and biological importance of the domestic bee both as a pollinating insect, for the environment, biodiversity and rural economy lie behind the existence of this network (the economic value strictly due to crops pollinated by bees was estimated in 2001 to be 200 million pounds sterling).

1) Description

The Anglo-Welsh epidemio-surveillance network is managed by the national bee unit (National Bee Unit, NBU) of the CSL (Central Science Laboratory), an executive agency of DEFRA (Department of Environment Food and Rural Affairs).

(<http://www.csl.gov.uk/aboutCsl/scienceGroupsAndTeams/phg/documents/beeUnit.pdf>)

The three major sectors of the bee unit have met on the same site in York since 1993: research, the inspection department and the laboratory (see Figure 12).

*The CSL **inspection department** is responsible for:*

- *Inspecting notifiable bee diseases (not performed by veterinary service directorate officers);*
- *production of administrative papers such as import/export certificates;*
- *bee training and advisory work with beekeepers.*

It employs 54 people. Nine are based at the CSL Headquarters in York and 45 are health officers (experienced beekeepers) employed by the CSL and responsible for the regulatory monitoring programme for DEFRA and the Welsh Assembly Government. The number of apiary visits performed by these officers varies from 5,000 to 6,000 annually representing a total of 24,000 to 29,000 hives, i.e. 10% of the English and Welsh colonies.

Eight health officers working with regional inspectors are permanent employees of the inspection department responsible for epidemiological monitoring of apiaries in eight regions covering England and Wales (see Figure 12). They are based in their respective homes and co-ordinate the seasonal health officers who are highly qualified beekeepers.

Ces agents sanitaires apicoles :

- recherchent et traitent les maladies du cheptel apiaire (contrôle des maladies enzootiques);
- délivrent des conseils et connaissances aux apiculteurs (reconnaissance et contrôle des parasites et des maladies, diminution du risque d'importation d'agents biologiques pathogènes exotiques);
- participent aux études de terrain;
- participent à la recherche.

Le CSL NBU :

- collabore avec le programme responsable de l'enregistrement des incidents animaux liés à l'intoxication par des pesticides;
- est responsable de la collecte d'échantillons de miel analysés dans le cadre de la directive européenne relative aux résidus présents dans cette denrée alimentaire;
- dispense des formations apicoles dispensées, correspondant à environ 700 cours par an;
- organise une conférence annuelle à son siège, à laquelle sont invités les spécialistes étrangers. Cette conférence est considérée comme partie prenante du dispositif de surveillance.

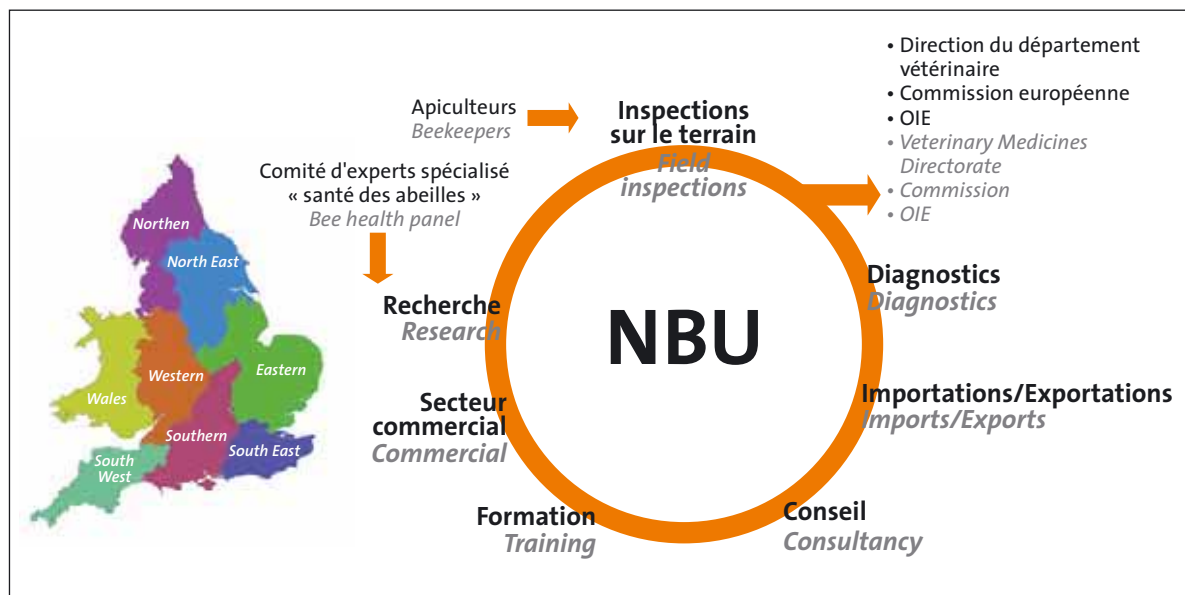
These bee health officers:

- *search for and treat bee stock diseases (control of enzootic diseases);*
- *provide advice and knowledge to beekeepers (recognition and control of parasites and diseases, reducing the risk of importing exotic pathogenic biological agents);*
- *take part in field studies;*
- *take part in research.*

The CSL NBU:

- *collaborates with a programme responsible for registering animal incidents from pesticide poisoning;*
- *is responsible for collecting samples of honey analysed as part of the European Directive on residues present in this foodstuff;*
- *provides bee training equivalent to approximately 700 courses per year;*
- *organises an annual conference at its Headquarters to which foreign specialists are invited. This conference is considered to be the annual culmination of the monitoring system.*

Figure 12: Carte des régions anglaises et galloises appartenant au réseau d'épidémiosurveillance du CSL et champs d'activité de « l'unité nationale de l'abeille » (National Bee Unit)
Figure 12: Map of English and Welsh regions belonging to the CSL epidemiological monitoring network and the scope of the "National Bee Unit"



Source: CSL NBU

2) Fonctionnement du réseau

Le réseau d'épidémiologie fonctionne via un site informatique nommé « BeeBase ».

Ce site comprend :

- une partie publique, consultable par chacun et notamment, par les apiculteurs qui peuvent y trouver de nombreuses informations sanitaires ;
- une partie interne, sécurisée, à laquelle les inspecteurs ont accès depuis leur domicile.

Le système d'enregistrement des apiculteurs dans cette base n'est pas réglementé ; ces derniers sont encouragés à se déclarer, volontairement, dans le but d'accéder, ensuite, aux informations, conseils et formations délivrés par les agents du CSL sur les pratiques apicoles.

La principale vocation de ce système informatique correspond au contrôle des maladies apicoles.

Le système d'inspection est basé sur une identification des ruchers à risques via un système GIS (système d'information géographique) qui permet d'élaborer des plans de surveillance et d'inspection assortis de cartes numériques, et d'étudier l'épidémiologie des maladies (cf. figure 13).

Chaque inspecteur régional possède une liste des ruchers de sa région, du suivi desquels il est responsable. La fréquence des visites de chaque rucher est à peu près annuelle ; elle dépend des plans de surveillance programmés, qui sont fonction des risques présentés par les ruchers.

Deux types de réseaux fonctionnent actuellement en parallèle. Ils correspondent :

- à un réseau de type « alerte » fonctionnant sur la base du risque estimé, à partir de certains foyers ou lieux particuliers ;
- à un système de surveillance complémentaire nommé « *random* », qui concerne les ruchers non concernés par les zones à risque.

2) Operation of the network

The network operates through a computer site called "BeeBase".

This site includes:

- *a public part open to everyone and in particular open to beekeepers where they can find a large amount of health information;*
- *a secure in-house section which inspectors can access from home.*

The beekeeper registration system in this database is not regulated; the beekeepers are encouraged to register themselves voluntarily in order to access the information, advice and training provided by the CSL officers on beekeeping practices.

The major purpose of this IT system is the control of bee diseases.

The inspection system is based on identification of at-risk apiaries via a GIS system (geographical information system) which helps to produce monitoring and inspection plans with digital maps and to study the epidemiology of diseases (see Figure 13).

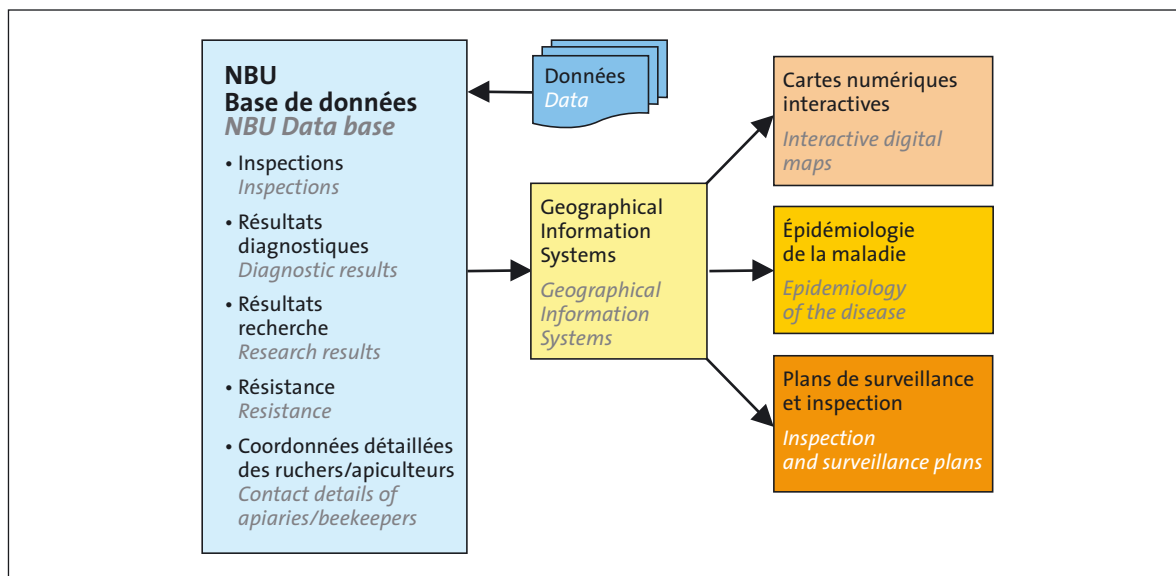
Each regional inspector has a list of apiaries in his/her region and the monitoring for which he/she is responsible. Each apiary is visited more or less annually: the visit frequency depends on the predetermined monitoring plans, which are based on the risks to which the apiaries are exposed.

Two types of network currently operate in parallel. These are:

- *an "alert" network operating on the basis of estimated risk from specific outbreaks or places;*
- *a complementary "random" monitoring system for apiaries not affected by at-risk areas.*

Figure 13: Le réseau d'épidémiologie repose sur un système d'information géographique (Geographical information system)

Figure 13: The epidemiological monitoring network is based on the geographical information system



Ce double système de surveillance existe depuis 1993.

Le système « *random* » permet des visites aléatoires de l'ensemble des ruchers.

Le système de surveillance de type « *alerte* » est fondé sur des critères de risque tels que :

- les zones portuaires ou aéroportuaires, susceptibles d'être une voie d'introduction illégale d'essaims ou de parasites ;
- les zones de fret ;
- la proximité de ruchers infectés.

Les ruchers visités sont cotés par les agents sanitaires selon une échelle de risque allant de 1 à 4 (risque pouvant varier d'élevé à faible). L'appréciation se base sur l'incidence des maladies actuelles, et/ou sur la situation (proximité géographique) du rucher par rapport à un facteur de risque.

Le système d'information géographique permet l'élaboration de cartes numériques (cf. figure 14).

Les services dispensés par le CSL sont gratuits pour les apiculteurs. Seules certaines analyses de laboratoire représentent un coût direct pour les acteurs de la filière apicole.

L'ensemble des apiculteurs professionnels (au nombre de 400) et de loisir (majoritaires) est concerné par cette base de données. Sur les 200 000 ruches suivies par le CSL, 50 000 appartiennent à des apiculteurs professionnels.

This dual monitoring system has existed since 1993.

The "random" system enables all apiaries to be visited randomly.

The "alert" monitoring system is based on risk factors such as:

- *port or airport areas liable to represent a pathway for illegal introduction of swarms or parasites;*
- *freight areas;*
- *proximity of infected apiaries.*

The apiaries visited are scored by the health officers on a risk scale from 1 to 4 (from high to low risk). The assessment is based on the incidence of current diseases and/or location (geographical proximity of the apiary to a risk factor).

The geographical information system enables digital maps to be produced (see Figure 14).

The services provided by CSL are free to beekeepers. Only some laboratory analyses incur a direct cost to people in the beekeeping sector.

All of the professional beekeepers (400 in number) and amateur beekeepers (the majority) are included in this database. Of the 200,000 hives monitored by CSL, 50,000 belong to professional beekeepers.

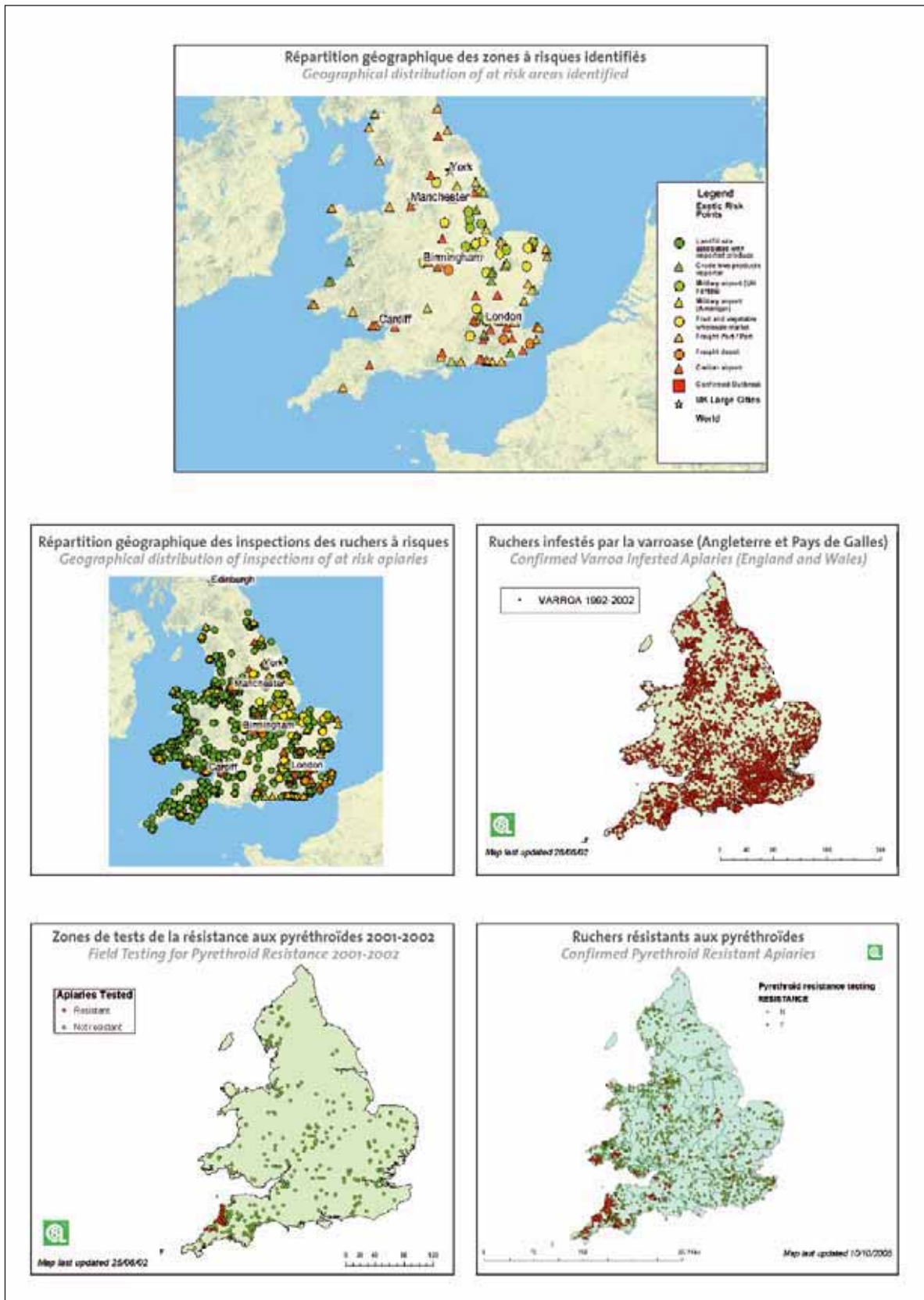
3) Perspectives

- D'ici un an, le CSL fusionnera avec deux autres agences du DEFRA dont, notamment, le service d'inspection des plantes.
- Les formations délivrées aux apiculteurs s'orientent dorénavant vers une amélioration de la lutte contre les maladies apicoles par les apiculteurs eux-mêmes.
- Un travail de partenariat avec les entreprises pharmaceutiques est en cours, afin de développer des médicaments vétérinaires destinés à l'apiculture, qui sont actuellement en très faible nombre.

3) Future prospects

- *One year from now the CSL will merge with two other DEFRA agencies, in particular the plant inspection department.*
- *Training provided to beekeepers will now be directed towards improving the measures for beekeepers to combat bee diseases themselves.*
- *Partnership work with pharmaceutical companies is underway to develop veterinary medicinal products for beekeeping as there are currently very few of these.*

Figure 14 : Exemples de cartes numériques interactives émises par le réseau d'épidémiologie anglo-gallois
 Figure 14: Example of interactive digital maps produced by the Anglo-Welsh epidemiological monitoring network



Annexe 5 : Étude des programmes de surveillance apicole des États membres et collecte de données sur les populations d'abeilles desdits États par l'AESA (2008)

Annex 5: Survey of Member State bee surveillance programmes and collation of bee population data from the States by EFSA (2008)

Survey of European Bee Surveillance Programmes and Collation of Bee Population Data

Richardson J., Potier-Rodeia S., Venioa D., Serantosa Vilageluz J., Delazyker H. Focal Point Network European Food Safety Authority (EFSA)

Introduction

Since 2003 there have been reports in Europe and America of serious losses of bees from beehives. In 2006 the term Colony Collapse Disorder (CCD) was first used to describe this phenomenon. CCD is characterised by the rapid loss from a colony of its adult bee population. The cause of CCD has not been determined however many theories have been postulated including starvation, viruses, mites (Varroa), electromagnetic radiation or pesticide exposure. In response to a request from the 'Mortality, collapse and weakening in bee hives' working group of Agence Française de Sécurité Sanitaire de Alimentos EFSA launched a survey to determine the current situation with regard to bee surveillance programmes relevant to assess CCD in Europe.

Method

To identify bee surveillance programmes a questionnaire was distributed through the EFSA Focal Point Network. The questionnaire requested information on existing surveillance and monitoring programmes in bees, for any relevant reports in the area of CCD and for data on mortality rates, the number of beekeepers and the number of beehives for the years of 2006 and 2007.

Results

Responses were received from the EFSA Focal Point Network from twenty-two member states plus Norway and Switzerland. This identified seventeen bee surveillance programmes in sixteen countries (Table 1). Additionally member states are collaborating in the International CCD/DSS Network which aims to explain and prevent large scale losses of honeybee colonies.

All countries with national bee surveillance programmes that completed the questionnaire reported mortality rates (Table 2). The reported mortality rates were in the range of 7-50%. With the exception of Italy countries reported mortality rates at 26% or lower. Italy reported the highest mortality rate at between 40-50% in 2007.

Greece reported the largest bee population, 1380000 beehives (Figure 1). Analysis of the bee population figures provided by twenty-two countries for 2006-2007 estimates the bee population in Europe at greater than 5 million beehives. This estimate is conservative as data from two of the larger producers of honey Spain and Poland was not available.

Table 2: Questionnaire data, beehives, beekeepers and mortality rate for the years 2006-2007 by country

Country	2006			2007		
	Beehives	Beekeepers	Mortality rate (%)	Beehives	Beekeepers	Mortality rate (%)
Belgium	110,000	8,000	-	-	-	-
Cyprus	41,478	707	-	40,330	712	-
Czech Republic	525,569	40,647	18	570,084	48,919	30
Denmark	80,000	4,100	15	-	4,500	7
Estonia	86,000	7,000	8-10	88,000	7,000	8-10
Finland	51,000	3,000	9.3	54,000	3,000	10.2
France	1,284,565	36,909	800*	1,281,046	36,200	140*
Germany	170,000	82,000	12	170,000	82,000	9
Greece	1,380,000	23,000	-	1,380,000	23,000	-
Hungary	923,703	15,264	-	891,670	15,320	-
Ireland	20,000	2,000	-	20,000	2,000	-
Italy	1,087,366	75,000	30-40	1,500,000	15,000	40-50
Latvia	42,000	5,500	-	70,000	3,000	-
Lithuania	120,000	11,000	-	120,000	11,000	-
Luxembourg	1,637	209	10	3,200	200	20
Netherlands	80,000	7,000	20	80,000	7,000	11
Norway	70,000	3,500	10.0	70,000	3,500	-
Portugal	-	-	-	150,000	15,000	-
Romania	1,100,000	1,200	10	1,000,000	1,200	> 50
Slovakia	217,338	12,787	-	247,609	14,804	0
Sweden	101,000	11,000	18	110,000	13,000	11
United Kingdom	274,000	41,000	11.1	274,000	41,000	11.7

* Percentage data expressed as number of colonies

Figure 1: Distribution of bee populations in Europe (white indicates no data received)

Table 1: Bee surveillance programmes relevant to assess colony weakening, colony collapse or mortality

Country	Name of Surveillance Programme	Responsible Institution	W/C/M
Austria	-	Institut für Zoologie, Universität Graz	-
Czech Republic	Statistical data	Beekeeping Association of the Austria Federal Province of Upper Austria	M
Denmark	Questionnaire to local associations	Danmarks Biekeforbund	C+M
Estonia	The Estonian National Program of Development of Honey Production and Marketing	The Estonian Beekeepers Association	W+C+M
Finland	member questionnaires, 2008 started bee yard monitoring	Finnish Beekeepers Association	W+C+M
France	'Mise en surveillance des rucheries des apiculteurs' (MS 2002-4110 du 2/06/02 modified) (Network for surveillance of bee-keepers)	Ministère de l'Agriculture et de la pêche - AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire de Alimentos) - INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) - INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) - INRA (Institut National de la Recherche Agronomique)	W+C+M
Germany	Project 'Deutscher Bienenstockbund'	Beekeeping Organizations, Beekeeper Organizations, Agricultural Institutes, Ministry of Agriculture, Chemical Companies	W+C+M
Italy	Epiphytici & COLOSS project (Lithelmi Institute)	IRI - Federazione Apicoltori Italiani and other associations	W+C+M
Luxembourg	Surveillance sanitaire des abeilles	INRA, (Recherche des Unités d'Apiculteurs de S.O. de Luxembourg)	W+C+M
Netherlands	Monitor Bienenste	ICI Bienenstocking	M
Norway	-	Norges Biekeforbund	W+C
Portugal	Programa Apícola Nacional	Comissão de Apicultura Nacional & Associação Nacional das Associações de Portugal	M
Romania	-	Institute for Beekeeping Research & Development	W+C+M
Sweden	-	Swedish Beekeepers Association (SBB)	M
Switzerland	COLOSS Network for Prevention of honeybee colony losses	Swiss Bee Research Center	-
United Kingdom	Bee health programme	Central Science Laboratory National Bee Unit	W+C+M

W=C=Mortality; C=Colony collapse; M=Monitoring

Conclusions

In order to investigate further the phenomena of colony collapse disorder in Europe, EFSA plans to launch a funded project open to competent organisations, designated by the Member States and approved by the EFSA Management Board, which may assist the Authority with its mission under Article 36 of the Regulation (EC) 1781/2002. The planned objectives of the project are as follows:

- 1) Description of the study design of the surveillance programmes identified to assess the feasibility of combining data for EU level epidemiological analysis
- 2) Collation of historical data on bee mortality rates and colony losses from the member state surveillance programmes identified in this report
- 3) Review of reports referenced in the questionnaire and existing scientific literature on possible causes of colony collapse disorder and bee mortality

This project will facilitate future EU level epidemiological research and surveillance programmes addressing the phenomenon of colony collapse.

EurBee3
Queen's University Belfast
8-11 September 2008

efsa
European Food Safety Authority

Annexe 6: Estimation des pertes de colonies d'abeilles chez les apiculteurs professionnels en France durant l'hiver 2007/2008, étude conduite par le CNDA



Centre National
du Développement
Apicole

Estimation des pertes de colonies d'abeilles chez les apiculteurs professionnels en France durant l'hiver 2007/2008

Étude financée par VINIFLHOR
dans le cadre du règlement
apicole européen.
24 septembre 2008

Problématique

Ces dernières années, les apiculteurs professionnels français constatent une augmentation des mortalités hivernales et des affaiblissements de colonies d'abeilles. À l'heure actuelle en France, aucun suivi chiffré de pertes de colonies n'est réalisé auprès des apiculteurs. C'est pourquoi, la Commission sanitaire du CNDA (Centre National du Développement Apicole) a lancé cette enquête sur cette problématique au cours de l'hiver 2007/2008 auprès d'un échantillonnage d'apiculteurs professionnels. Les données recueillies sont traitées au niveau national par le département Biométrie de l'Institut de l'Élevage.

Objectif

Cette enquête porte sur les conditions de mise en hivernage des colonies et sur le nombre de ruches en état en sortie d'hivernage. Les résultats de ces enquêtes vont permettre de chiffrer les pertes et les affaiblissements des colonies et de dégager des pistes pour expliquer les causes possibles.

Méthode

Contenu de l'enquête

L'enquête est composée de 2 parties et l'unité de base est le rucher.

- La partie I** apporte des informations sur la "préparation des colonies à la mise en hivernage et l'environnement du rucher":
 - localisation du rucher,
 - disponibilité en ressources,
 - appréciation de la dernière récolte,
 - appréciation de la force de la colonie,
 - nombre de colonies supprimées avant l'hivernage,
 - quantité et type de nourrissage apporté par l'apiculteur,
 - estimation de la pression varroa et traitements utilisés,
 - pratiques de renouvellement des reines.
- La partie II** porte sur les pertes hivernales et la ou les "visite(s) de printemps":
 - nombre de colonies mortes,
 - nombre de colonies orphelines ou bourdonneuses,
 - nombre de colonies malades et types de maladies,
 - nombre de "non-valeurs" sans cause réellement identifiée.

Enquête

168 exploitations
1 358 ruchers
62 408 ruches

Choix de la population ciblée

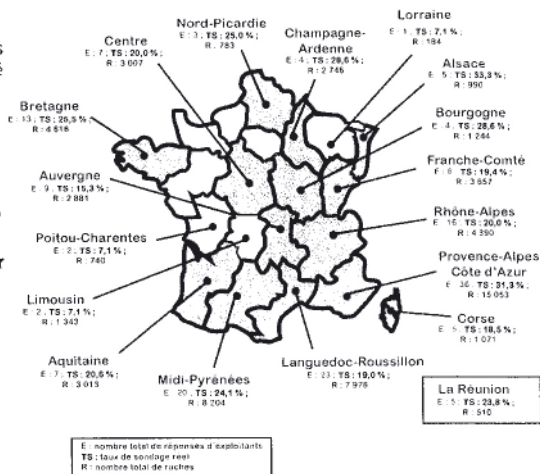
- Tirage au sort dans la liste d'apiculteurs professionnels adhérents au réseau CNDA. Tirage au sort effectué parmi 782 exploitations.
- Stratification par région.
- Taux de sondage visé de 20 % dans chaque région avec un minimum de 5 exploitations.

Prévision des non-réponses

- Création d'une liste de "titulaires" et de "suppléants" par tirage au sort (taux de sondage effectué de 40 %).
- Remplacement des titulaires n'ayant pas répondu par les suppléants par ordre d'inscription sur la liste.

Échantillonnage (voir carte ci-contre)

- Région non représentée [en blanc (□)]
- Région sous-représentée [en jaune (□)] (Lorraine, Poitou-Charentes, Limousin)
- Région normalement représentée [en vert (□)] avec une étiquette mentionnant le taux de sondage, le nombre d'apiculteurs et le nombre de ruches.



MNE - 149, rue de Bercy - F-75595 PARIS cedex 12
Tél: 33 (0) 1 40 01 50 41 - Fax: 33 (0) 1 40 04 51 48

1

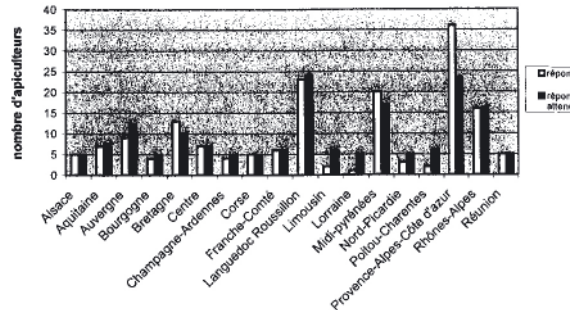
Résultats 2007/2008



• Taux de réponse

Pour la majorité des régions, le taux de réponse est représentatif des apiculteurs professionnels des différentes associations régionales qui couvrent le territoire. Dans certaines régions, des questionnaires supplémentaires ont été intégrés dans les données (apiculteurs faisant partie de la liste des " suppléants "). Au total, 168 exploitants ont répondu à l'enquête pour 169 attendus, le taux de sondage réel est donc de 21,5 %.

Fig. 1. Comparaison entre le nombre de réponses obtenues et le nombre d'enquêtes attendues dans chaque région



• Taux de perte moyen de colonies d'abeilles (mortalité et non-valeurs) durant l'hiver 2007-2008 (fig. 2)

La moyenne des pertes s'établit à 28,6 % (+/- 28 %, non redressé des taux de sondages réels). Elle varie entre 20 et 60 % selon les régions hors Réunion (la moyenne est calculée en pondérant chaque rucher par le nombre de ruches). Les résultats de l'analyse tiendront compte des taux de sondage réels obtenus dans chaque région.

La Réunion a le taux de perte le plus faible : il est de 15 % environ. Pour la majorité des régions, il est compris entre 25 et 35 %. Les régions suivantes semblent être particulièrement touchées : Auvergne (38 %), Franche-Comté (45 %), Bourgogne (50 %) et Alsace (62 %).

Les apiculteurs ont également estimé les pertes globales dans leurs exploitations des deux années précédentes. En moyenne, elles s'élevaient, hors Réunion, à :

- 17,8 % (+/- 11 %) durant l'hiver 2005-2006 et
- 17,5 % (+/- 11,6 %) durant l'hiver 2006/2007.

À la Réunion, sur les deux années, elles sont inférieures à 5 %.

• Nature des pertes (fig. 3)

Les non valeurs au printemps représentent donc la moitié des 29% de pertes hivernales issues de notre enquête.

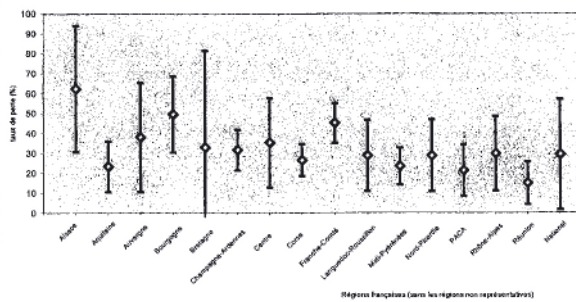


Fig. 2. Répartition du taux de perte par région

• Exemples de variables étudiées : les conditions d'hivernage

• Estimation de la dernière récolte

La dernière récolte de miel a été estimée comme faible à nulle dans la moitié des ruchers.

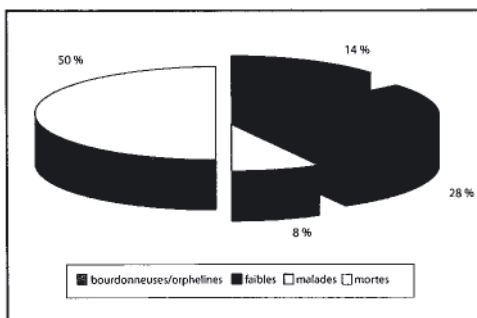


Fig. 3. Nature des pertes.

Légende : **bourdonneuses/orphelines** (en violet) : colonie sans reine ; **faibles** (en bordeaux) : colonie faible avec faible population ; **malades** (en) : colonie atteinte de maladie, virose, parasite... ; **morte** (en) : plus d'abeilles vivantes.

2

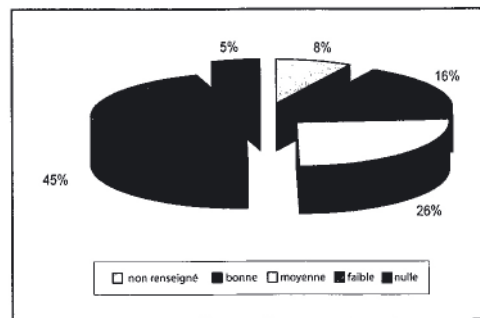


Fig. 4. Estimation de la dernière récolte (comparaison avec la moyenne de l'année précédente).

Légende : **bonne** (en vert) : la dernière récolte de miel est jugée bonne (par rapport l'année précédente) ; **moyenne** (en) : elle est estimée moyenne ; **faible** (en orange) : elle est jugée faible ; **nulle** (en rouge) : elle est estimée à zéro ; **non renseigné** (en) : l'apiculteur n'a pas répondu.

3. Estimation de la disponibilité nectar-pollen dans l'environnement des ruchers d'hivernage (Fig. 5)

Dans l'environnement du rucher d'hivernage, pendant l'automne 2007, la disponibilité en pollen et nectar et/ou miellat a été considérée comme faible à nulle pour 50 % des ruchers.

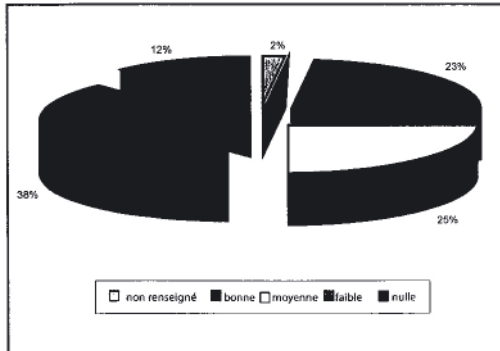


Fig. 5. Estimation de la disponibilité en pollen, nectar et miellat dans l'environnement

Légende : **bonne** (en vert) : la disponibilité est jugée bonne ; **moyenne** (en orange) : elle est jugée suffisante pour l'hivernage des colonies ; **faible** (en rouge) : elle est estimée insuffisante pour l'hivernage ; **nulle** (en gris) : elle est estimée inexistante.

4. Estimation de la pression varroa avant l'hivernage (Fig. 6)

Si pour 37 % des ruchers, les apiculteurs ont estimé que leur colonies souffraient d'une forte pression varroa, 60 % de ces ruchers ont été considérés comme présentant une pression moyenne à faible

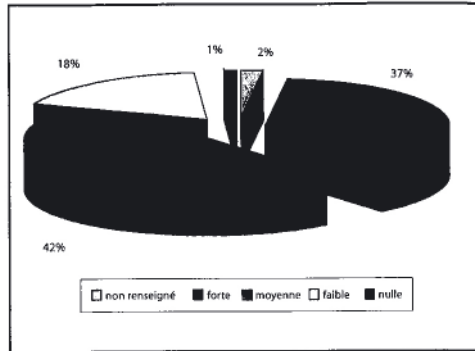


Fig. 6. Estimation de la pression varroa

Légende : **forte** (en rouge) : forte infestation, menaçant la survie de la colonie ; **moyenne** (en orange) : quelques ruches infestées mais ne menaçant pas la survie des colonies ; **faible** (en vert) : pas de varroa visible ; **nulle** (en gris) : pas de varroa ; **non renseigné** (en blanc) : l'apiculteur n'a pas répondu.

75 % des ruchers ont été nourris pour préparer l'hiver ou durant l'hivernage.

Discussion et perspectives

L'enquête nationale sur les pertes hivernales de colonies en France a été très bien suivie pour cette première année pilote (2007/2008). Les résultats sont représentatifs des apiculteurs professionnels des différentes associations régionales d'apiculture. Il ressort que le taux de pertes hivernales de colonies est très élevé. De plus, les premiers résultats mettent en évidence pour l'année concernée des conditions environnementales souvent difficiles pour la mise en hivernage des colonies comme des insuffisances de ressources en pollen et nectar pour l'abeille en fin de saison et des conditions sanitaires avec parfois une forte pression varroa.

Cependant, nous n'en sommes encore qu'à la phase descriptive des résultats de l'enquête et par conséquent aucune relation de cause à effet ne peut être tirée de ces premiers résultats. L'étape suivante nous apportera de plus amples informations. Elle consiste à analyser les corrélations éventuelles entre le taux de perte des colonies en sortie d'hivernage et les différentes variables renseignées. Parmi celles-ci sont notamment étudiées le déroulement de la saison, la dernière miellée, les intoxications éventuelles, les pratiques mises en œuvre pour la préparation à l'hivernage (traitement varroa, nourrissage...) et l'environnement du rucher d'hivernage.

Nous allons reconduire cette enquête nationale sur plusieurs années dans le cadre d'un observatoire de la filière apicole. Ceci nous permettra d'obtenir un suivi rigoureux des taux de pertes et de tenter d'en comprendre les causes et d'orienter les travaux scientifiques expérimentaux qui s'avèreraient nécessaires.

Contact

F. ALLIER (Tel. 33 (0)1 40 04 50 25 - E-mail: fabrice.allier@cnda.asso.fr)

Ce travail a été réalisé par la Commission sanitaire du CNDA (F. ALLIER, L. BOURNEZ, V. BRITTON, P. JOURDAN, I. LEONCINI, J. VALLON) avec la participation de S. MASSELIN-SILVIN (Institut de l'élevage).

Annex 6: Estimation of bee colony losses from professional beekeepers in France during winter 2007/2008, study conducted by CNDA



National Bee Development Centre

Estimation of bee colony losses from professional beekeepers in France during winter 2007/2008, study conducted by CNDA

Étude financée par VINIFLHOR dans le cadre du règlement apicole européen. 24 septembre 2008

Problem

In recent years French professional beekeepers have noticed an increase in winter mortality and weakening of bee colonies. At present in France no quantitative monitoring of colony losses takes place with beekeepers. For this reason the CNDA (National Centre for Bee Development) Health Commission launched this survey on the problem during the winter of 2007/2008 in a sample of professional beekeepers. The data collected is processed nationally by the National Farming Institute Biometrics Department.

Objective

This survey examines the overwintering conditions of colonies and the number of hives after overwintering. The results of this survey will enable us to quantify losses and weakening of colonies and open lines of research to explain the possible causes.

Method

• **Content of the survey**

The survey consists of 2 parts. The base unit is the apiary

- **Part I** provides information about the “colony preparation for overwintering and the apiary environment”:
 - location of the apiary,
 - availability of resources,
 - assessment of last harvest,
 - assessment of the colony strength
 - number of colonies removed before overwintering
 - amount and type of food provided by the beekeeper
 - estimate of varroa load and treatments used
 - queen replacement practices

• **Part II** examines overwintering losses and the “spring visit(s)”

- number of dead colonies
- number of orphan colonies or colonies with drone laying queen
- number of sick colonies and types of diseases
- number of “non-values” with no cause actually identified

• **Choice of target population**

- Randomised from the list of professional beekeepers belonging to the CNDA network. Randomisation performed from 782 producers.
- Stratified by region.
- Target sampling rate 20% in each region with a minimum of 5 producers.

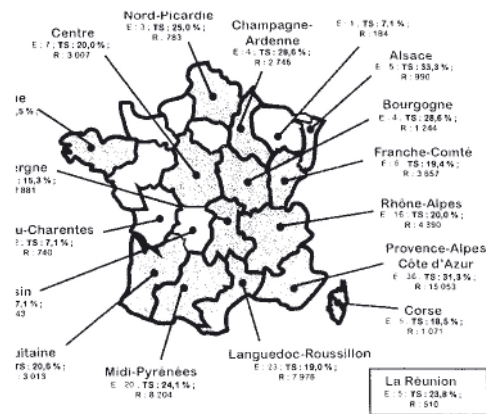
• **Contingency for non-responses**

- Formation of a “standing” member and “replacement” member list by randomisation (40% sampling rate).
- Replacement of standing members who did not respond by replacement members in registration order on the list.

Sampling (see map opposite)

- Region not represented (in white)
- Region under-represented (in yellow)
- Region normally represented (in green) with an indicator showing sampling rate, the number of beekeepers and number of hives

Survey
168 production units
1358 apiaries
62,408 hives



MNE - 149, rue de Bercy - F-75595 PARIS cedex 12
Tél.: 33 (0)1 40 01 50 41 - Fax : 33 (0)1 40 04 51 48

During autumn 2007 pollen and nectar and/or honeydew availability was considered to be low to zero in 50% of colonies in the apiary overwintering environment

Whilst for 37% of apiaries the beekeepers considered that their colonies were suffering from high varroa load, 60% of the apiaries were considered to have a medium to low load.

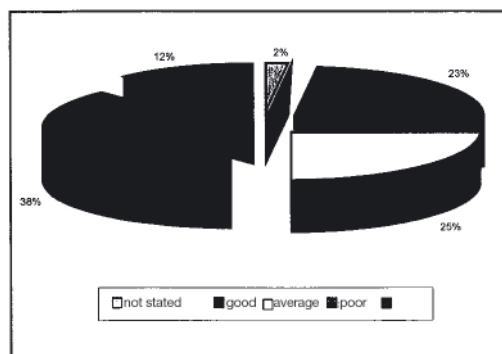


Fig. 5. Estimated available pollen, nectar and honeydew availability in the environment.
Legend: good (in green); availability is considered to be good; average (in orange); considered to be sufficient for colony overwintering; low (estimated to be insufficient for overwintering); zero (red) estimated to be non-existent

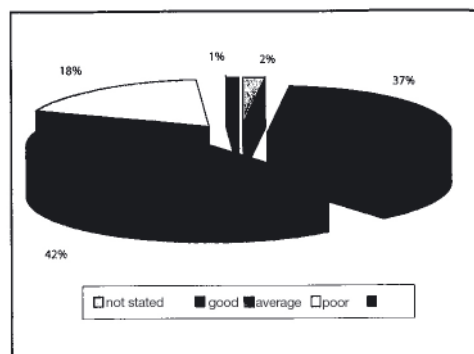


Fig. 6. Estimate of varroa load
Legend: high (in red); high infestation threatening colony survival; average (in orange) a few hives infested but not threatening colony survival; low (in green); no visible varroa; zero (in green); no varroa; not stated (in white); the beekeeper did not respond

75% of apiaries were fed in preparation for winter or during overwintering.

Discussion and future prospects

The National survey on winter colony losses in France has been very successful for this first pilot year (2007/2008). The results are representative of beekeeping professionals in the different regional beekeeping associations. Very high winter losses are found. In addition, the initial results for the year concerned reveal often difficult environmental conditions for colony overwintering such as inadequate pollen and nectar resources for the bee at the end of the season and other conditions occasionally including high varroa load.

We are however only at the descriptive stage of the results of the survey and as a result no cause-effect relationship can be inferred from these initial results. The following stage will provide us with further information and will involve analysing any correlations between colony losses at the end of overwintering and the different variables recorded. Of this we are studying in particular the progression through the season, the last honeydew flow period, any poisonings, practices used to prepare for overwintering (varroa treatment, feeding etc) and the apiary overwintering environment.

We will then repeat this national survey over several years as a beekeeping sector observatory. This will provide us with rigorous monitoring information on losses and allow us to try to understand the

Contact

F. ALLIER (Tel. 33 (0) 1 40 04 04 50 25 – E-mail: fabrice.allier@cnda.asso.fr)
This work was conducted by the CNDA health commission (F. ALLIER, L. BOURNEZ, V. BRITTEN, P. JOURDAN, I. LEONCINI, J. VALLONI with the participation of S. MASSELINE-SILVIN (National Farming Institute)).

Création et mise en page : Parimage
Impression : Bialec, Nancy (France)
ISBN :
3 500 exemplaires

Photo de couverture : Christophe Lepetit

27-31, avenue du Général Leclerc
94701 MAISONS-ALFORT Cedex
www.afssa.fr

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE