

Bulletin épidémiologique Santé animale - alimentation

Novembre 2017
Numéro spécial abeilles

Une étude épidémiologique pan-européenne montre que la **survie des colonies d'abeilles serait influencée par la formation des apiculteurs et par le contrôle des maladies**

Antoine Jacques (1,2), Marion Laurent (2), Magali Ribière-Chabert (2), Mathilde Saussac (1), Stéphanie Bougeard (3), Giles E. Budge (4,5), Pascal Hendrikx (1), Marie-Pierre Chauzat (1,2)

Auteur correspondant : marie-pierre.chauzat@anses.fr

(1) Université de Lyon-Anses, Laboratoire de Lyon, Unité de coordination et d'appui à la surveillance, Lyon, France

(2) Anses, Unité de la pathologie des abeilles, Laboratoire national et européen de référence pour la santé des abeilles, Sophia Antipolis, France

(3) Anses, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané, Unité d'épidémiologie et du bien-être du porc, Ploufragan, France

(4) Fera Science limited, Sand Hutton, York, Royaume-Uni

(5) Newcastle University, Institute for Agri-Food Research and Innovation, Newcastle upon Tyne, Tyne and Wear, Royaume-Uni

Cet article est issu de (Jacques et al., 2017) dans le cadre du programme européen Epilobee (la composition complète du consortium Epilobee peut être fournie sur demande).

Résumé

Les multiples informations rapportant le déclin des populations d'abeilles ont incité les pays à concentrer leurs efforts pour mieux évaluer l'ampleur du phénomène et mieux identifier les facteurs agissant sur les pertes des abeilles. Cependant, la compréhension globale de ces différents facteurs souffre d'un manque d'actions conjointes au niveau international. De plus, les impacts liés à la formation des apiculteurs et aux pratiques apicoles sont souvent négligés malgré le fait que les abeilles soient des pollinisateurs domestiques. Pendant deux années consécutives, un programme de surveillance active comprenant 5 798 ruchers a évalué la mortalité des colonies d'abeilles dans dix-sept pays européens. Les données recueillies montrent des pertes hivernales de colonies d'abeilles se situant entre 2 et 32 %, et de fortes pertes de colonies relevées en été survenant à la suite de fortes pertes hivernales. L'analyse multivariée réalisée à partir d'un modèle de régression de Poisson a montré que les apiculteurs amateurs possédant des petits ruchers et avec peu d'expérience en apiculture ont enregistré un taux de mortalité hivernal deux fois supérieur à celui enregistré par les apiculteurs professionnels. En outre, dans cette étude, les colonies d'abeilles mellifères détenues par des apiculteurs professionnels n'ont pas montré de signes de maladie durant les visites, contrairement aux colonies détenues par des apiculteurs amateurs qui présentaient des signes cliniques d'infection bactérienne et d'infestation par *Varroa*. Les données soulignent l'expérience de l'apiculteur et les pratiques apicoles utilisées comme des facteurs majeurs des pertes de colonies d'abeilles. La mise en place de plans de surveillance internationaux et l'amélioration des formations destinées aux apiculteurs sont des paramètres clés à développer.

Mots-clés

Santé des abeilles, épidémiologie, mortalité des colonies, maladies, Epilobee

Abstract

A pan-European epidemiological study has shown that the survival of honeybee colonies is influenced by the training of beekeepers and by disease control

Multiple reports of honeybee population decline have prompted the affected countries to focus their efforts on assessing the extent of the phenomenon and identifying the factors that affect bee population losses. However, the overall understanding of these various factors is hindered by a lack of joint actions at the international level. Moreover, the impact of beekeeper training and beekeeping practices is often neglected, despite the fact that bees are domestic pollinators. For two consecutive years, an active surveillance programme including 5798 apiaries assessed bee colony mortality in 17 European countries. Collected data showed winter losses of bee colonies between 2% and 32%, and high colony losses in the summer following high winter losses. The multivariate analysis carried out on the basis of a Poisson regression model showed that recreational beekeepers who have small apiaries and little experience in beekeeping recorded a winter mortality rate twice as high as that reported by professional beekeepers. Moreover, in this study, honeybee colonies held by professional beekeepers did not show signs of disease during visits, while the colonies kept by recreational beekeepers showed clinical signs of bacterial infection and infestation by *Varroa*. These data highlight beekeeper experience and beekeeping practices as major factors for bee colony loss. The implementation of international surveillance programmes and improved training for beekeepers are key parameters for future development.

Keywords

Bee health, Epidemiology, Colony mortality, Diseases, Epilobee

L'apport annuel global de la pollinisation des abeilles mellifères à la production agricole est estimé à 147 millions d'euros (Garibaldi et al. 2013). L'inquiétude liée à la mortalité des colonies d'abeilles mellifères s'est accrue ces dernières décennies aux États-Unis (Steinhauer et al. 2014), en Asie et en Europe (vanderZee et al. 2015). Bien que le nombre de colonies d'abeilles mellifères ait augmenté d'environ 45 % au cours des 60 dernières années au niveau mondial (Vanengelsdorp et Meixner 2010), la perte soudaine de colonies d'abeilles domestiques aggrave la pénurie de pollinisateurs générant des inquiétudes sur l'impact de ce déficit en pollinisation sur la production agricole. En effet, il a été démontré que la quantité et la qualité des services de pollinisation ont diminué aux États-Unis ces 120 dernières années.

Les abeilles sont soumises à plusieurs facteurs de stress pouvant agir en interaction dont des agents infectieux et parasitaires, des pesticides et le changement climatique. Des études menées dans différents pays pointent des causes différentes de la dégradation de la santé des colonies d'abeilles. Au Royaume-Uni (Budge et al. 2015) et en Allemagne (Genersch et al. 2010), les agents infectieux et parasitaires sont pointés comme cause de la mauvaise santé des colonies d'abeilles, alors que c'est l'association agents pathogènes et pesticides qui est montrée du doigt en Italie (Porrini et al. 2016). En Afrique, aucun de ces facteurs de risque n'a été démontré (Muli et al. 2014). Une étude récente menée pour la première fois en Europe a clairement démontré l'existence d'interactions génotype/environnement liées à l'adaptation des populations d'abeilles à leur environnement (Meixner et al. 2014). En effet, le résultat le plus significatif de cette étude réside dans le constat que la survie des génotypes locaux est plus importante que les génotypes non locaux.

Aux États-Unis, les causes de mortalités hivernales diffèrent en fonction de la typologie de l'apiculteur : les apiculteurs amateurs identifient en général des facteurs « gérables » (tels que la famine ou la faiblesse de la colonie constatée pendant l'automne), tandis que les apiculteurs professionnels accusent plutôt des facteurs environnementaux, dont les pesticides. En Afrique du Sud, les pratiques liées à la transhumance ont un impact significatif sur la dépopulation des colonies, les apiculteurs transhumants enregistrant en moyenne davantage de mortalité que leurs homologues sédentaires.

En ce qui concerne les pollinisateurs de façon générale, des études ont montré l'impact négatif sur les populations de l'intensification des cultures et du changement climatique induit par les activités humaines. En dépit de tous ces travaux, notre compréhension globale de la santé des abeilles souffre d'un manque d'études conjointes qui suivraient des protocoles communs à l'échelle d'un continent. Par ailleurs, les impacts liés à la formation des apiculteurs et à leurs pratiques apicoles ne sont que rarement pris en compte bien que les colonies d'abeilles soient des pollinisateurs domestiques.

L'objet de la présente analyse a consisté à identifier les facteurs de risque liés à la mortalité des colonies d'abeilles domestiques. Les données ont été recueillies lors d'un programme de surveillance basé sur une sélection aléatoire des apiculteurs. Il s'agissait du premier programme de cette ampleur, conduit au niveau européen dans dix-sept États membres. Il reposait sur l'utilisation de méthodes standardisées pour surveiller la santé des colonies d'abeilles, pour relever les principales maladies de l'abeille et les pratiques apicoles utilisées.

Matériels et méthodes

Construction du réseau de surveillance

La sélection des États membres, des ruchers et des apiculteurs et l'évaluation des protocoles de surveillance appliqués dans les États membres sont décrits en détail dans plusieurs documents (Chauzat et al. 2016, EURL 2011, 2013). Brièvement, la surveillance a été mise

en œuvre durant deux années, entre l'automne 2012 et l'été 2014. Trois visites ont eu lieu par an dans chaque État membre : avant l'hiver (visite d'automne), après l'hiver (visite de printemps) et durant la saison apicole (visite d'été). Lors de chaque visite, les signes cliniques des principales maladies des abeilles et les pratiques de l'apiculteur ont été notées au cours de l'inspection des colonies sur le terrain en utilisant un questionnaire standardisé. Quand des colonies d'abeilles montraient des signes cliniques de maladie, des échantillons étaient collectés et transmis au laboratoire d'analyse compétent de chaque État membre. Les principales maladies des abeilles recherchées étaient celles listées dans le cadre des échanges intra-européens et pour l'importation d'abeilles dans l'Union européenne (European Commission 2010, 1992), à savoir : la noséose, la varroose, la loque américaine (AFB) et la loque européenne (EFB) qui sont les deux principales maladies parasitaires affectant le couvain, et la maladie noire. Un rucher était considéré comme souffrant d'une de ces maladies si la maladie avait été diagnostiquée dans une ou plusieurs colonies. L'ensemble des définitions de cas a été validé par le LRUE avec les États membres.

Le protocole d'échantillonnage a été élaboré, validé et diffusé par le LRUE aux États membres participant à l'étude. Par la suite, chacun des États membres a organisé les formations des inspecteurs de terrain et les visites des colonies. Toutes les informations recueillies ont été stockées dans une base de données en ligne. Au moins un tiers de la population des apiculteurs participant à la première année de la surveillance a été renouvelé pour la deuxième année et la même méthodologie de sélection des apiculteurs et des colonies a été utilisée.

La représentativité de la population d'apiculteurs a été obtenue grâce au tirage aléatoire des ruchers (unités primaires) et des colonies d'abeilles (unités secondaires) dans une liste considérée comme représentative de la population nationale apicole et ce dans chaque État membre. L'Angleterre et le Pays de Galles (considérés comme un seul État membre) n'ont pas pris part à la deuxième année du programme.

La population étudiée et les variables retenues

Pour calculer les taux de mortalité des colonies, seuls les ruchers pour lesquels trois visites consécutives ont été réalisées ont été retenus. Afin de garder autant de données que possible dans l'analyse statistique, les données ont été consolidées en appliquant des règles de logique, en comparant par exemple le nombre de colonies sélectionnées pour la première visite et les informations enregistrées lors de la deuxième visite, le nombre de colonies sélectionnées pour la première visite et la taille du rucher, ou encore le nombre de colonies détenues par l'apiculteur et la taille du rucher. À l'issue de ces contrôles, 2 332 ruchers (sur 3 053) ont été retenus dans l'analyse statistique pour la première année et 2 426 (sur 2 745) pour la seconde année. Le rucher était considéré comme l'unité épidémiologique.

Parmi les 138 variables disponibles réparties en douze tables, 36 ont été sélectionnées pour être incluses dans l'analyse statistique après une sélection de type Delphi. Ces 36 variables concernaient : l'apiculteur (âge, activité et expérience apicole), le type d'exploitation (le type de production, par exemple miel, pollen, reines), l'importance de l'exploitation (nombre de colonies détenues par l'apiculteur, nombre de colonies faisant partie du rucher visité), l'élevage (les sous espèces d'abeilles domestiques, les essaims et les reines produites ou vendues par l'apiculteur), les maladies, si une dépopulation avait été ou non observée dans le rucher (signes cliniques et mortalité des colonies ou des abeilles observées avant et au cours des visites sur site) et l'environnement dans lequel se trouvait le rucher. Ces variables ont été utilisées comme variables explicatives en prenant les mortalités en saison et hivernales comme variables réponses. La mortalité constatée l'hiver précédent a été incluse comme une variable explicative supplémentaire pour la mortalité relevée en saison prise alors comme variable réponse.

Tableau 1. Mortalités hivernales des colonies d'abeilles calculées pour les différentes catégories au cours d'Epilobee (2012-2014) avec les caractéristiques de chaque catégorie

Catégorie (nombre de ruchers)		W1 (n= 403)	W2 (n= 695)	W3 (n= 1 324)	W4 (n= 258)	W5 (n= 710)	W6 (n= 944)	W7 (n= 424)
Mortalité hivernale (%)		14,04	8,11	9,50	9,74	11,46	8,66	12,57
Typologie		Amateur	Professionnel	Amateur	Amateur	Amateur	Pluriactif	Pluriactif
Taille (rucher et exploitation)		1	3	1	1	1	3	2
Age de l'apiculteur (années)		> 65	30-45	> 65	< 30	[30-45[[45-65]	[45-65]
Antécédents des apiculteurs	Formation	Non	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui
	Registre d'élevage	Non	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui
	Qualification	Non	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui
	Membre d'une association apicole	Non	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui
	Expérience apicole (années)	2 à 5	> 5	> 5	< 2	2 to 5	> 5	> 5
Traitement collectif contre Varroa		Non	Non	Oui	NCOR	Non	Oui	Non
Gestion du rucher	Production de R & E	Pas d'information	Plus de 10	Pas d'information		Non		Plus de 10
	Achat de R & E	Pas d'information	Non	Pas d'information		Non		Non
	Gestion	Pas d'information	Cheptel	Pas d'information		Production + ES + Cheptel		Cheptel
	Sous espèce	Buckfast / Hybrides / A. m. lig	A. m. iberiensis / A. m. ccm	Buckfast/Hybrides/A. m. lig.		Abeilles locales/A. m. carnica		A. m. iberiensis / A. m. ccm
	Environnement	Terres cultivables / Villes / Forêts	Floral	Terres cultivables / Villes / Forêts		Diversifié		Floral
	Production	Reines	Diverse	Reines		Miel		Diverse
	Colonies fusionnées	NCOR	Oui	NCOR		Non		oui
	Transhumance	Pas d'information	Cultures & Diverse	Pas d'information		Pas d'information		Cultures & Diverse
Maladies cliniques		Varroose	Pas d'observation de maladie clinique	Pas d'observation de maladie clinique	NCOR	Pas d'observation de maladie clinique	Pas d'observation de maladie clinique	LA & Varroose
Evènements de santé		Non	Non	Oui	NCOR	Oui	Oui	Non

Les taux de mortalité de toutes les catégories étaient significativement différents les uns des autres ($p < 0,05$), sauf entre les catégories W3 et W4 ($p = 0,18$). R & E = reines et essaims ; ES = État de santé ; A. m. = *Apis mellifera* ; lig. = *ligustica* ; ccm = *carpatica*, *caucasia* ou *macedonia* ; taille 1 = exploitation ≤ 50 colonies et rucher ≤ 20 colonies ; taille 2 = exploitation ≤ 50 et rucher entre 21 et 50 ; taille 3 = exploitation entre 51 et 300 et rucher > 50 ; Environnement diversifié = environnement du rucher composé de deux ou plusieurs types d'environnements différents ; Terres cultivables / Villes / Forêts = environnement du rucher composé soit de terres agricoles, soit de villes soit de forêts ; Production diverse = miel, reines et pollen ; Transhumance diverse = zones de transhumance combinant des cultures et des fleurs sauvages ; NCOR = Aucune caractéristique surreprésentée, c'est-à-dire pour un critère donné et une catégorie donnée, parmi toutes les caractéristiques, aucune n'était surreprésentée ; Pas d'information = aucune information fournie pour ces ruchers ; LA = Loque américaine. Voir l'article pour plus de détails sur les catégories et les critères

Tableau 2. Mortalités en saison des colonies d'abeilles calculées pour les différentes catégories au cours d'Epilobee (2012-2014) avec les caractéristiques de chaque catégorie

Catégorie (nombre de ruchers)		S1 (n= 103)	S2 (n= 1 299)	S3 (n= 633)	S4 (n= 794)	S5 (n= 684)	S6 (n= 885)	S7 (n= 360)
Mortalité en saison (%)		7,81	1,81	3,40	2,48	2,00	3,98	2,04
Typologie		Amateur	Amateur	Amateur	Amateur	Pluriactif	Pluriactif	Professionnel
Taille (rucher & exploitation)		NCOR	1	1	1	2	2	3
Age de l'apiculteur (années)		NCOR	[45-65]	> 65	> 65	[45-65]	[30-45[[30-45[
Antécédents des apiculteurs	Formation	Non	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Oui
	Registre d'élevage	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui
Traitement collectif contre Varroa		Non	Oui	Non	Non	Oui	Non	Non
Gestion du rucher	Production de R & E	NCOR	Pas d'information	Pas d'information	Non	Plus de 10		
	Achat de R & E		Pas d'information	Pas d'information	Non	Plus de 10 R & 5 E		
	Gestion		Pas d'information	Pas d'information	Cheptel	Production + ES + Cheptel		
	Sous espèce		Buckfast / Hybrides / A. m. lig.	Buckfast / Hybrides / A. m. lig.	Abeilles locales / A. m. iberiensis	A. m. carnica / A. m. ccm		
	Colonies fusionnées		NCOR	NCOR	Non	Oui		
Maladies cliniques		LA	Pas d'observation de maladie clinique	Varroose	Pas d'observation de maladie clinique	NCOR	Varroose	Pas d'observation de maladie clinique
Evènements de santé		Non	Oui	Non	Non	Oui	Non	Non
Mortalité constatée l'hiver précédent (%)		21 - 50	Pas de mortalité	21 - 50	Pas de mortalité	6 - 10	1 - 5	6 - 10

Les taux de mortalité de toutes les catégories étaient significativement différents les uns des autres ($p < 0,05$), sauf entre les catégories S5 et S7 ($p = 0,48$). R & E = reines et essaims ; ES = État de santé ; A. m. = *Apis mellifera* ; lig. = *ligustica* ; ccm = *carpatica*, *caucasia* ou *macedonia* ; taille 1 = exploitation ≤ 50 colonies et rucher ≤ 20 colonies ; taille 2 = exploitation ≤ 50 et rucher entre 21 et 50 ; taille 3 = exploitation entre 51 et 300 et rucher > 50 . NCOR = Aucune caractéristique surreprésentée, c'est-à-dire pour un critère donné et une catégorie donnée, parmi toutes les caractéristiques, aucune n'était surreprésentée ; Pas d'information = aucune information fournie pour ces ruchers ; LA = Loque américaine. Voir l'article pour plus de détails sur les catégories et les critères

Méthodes statistiques

Dans un premier temps, les jeux de données concernant chaque année ont été considérés indépendamment. Les dix-sept États membres ont été regroupés selon les taux de mortalité des colonies d'abeilles enregistrés dans chacun des pays. Dans un deuxième temps, pour chaque année toujours considérée indépendamment, les liens entre les mortalités relevées en saison et pendant l'hiver ont été explorés. Afin de travailler sur un jeu de données complet, les données manquantes ont été complétées au moyen de la méthode d'imputation des données basée sur l'analyse des correspondances multiples (ACM). Enfin, les facteurs de risque de mortalité ont été recherchés sur l'ensemble du jeu de données incluant les deux années en utilisant des modèles linéaires généralisés quasi-Poisson.

Regroupement des États membres en fonction de la mortalité annuelle

La mortalité annuelle des colonies d'abeilles a été étudiée en mettant en commun la mortalité hivernale et la mortalité en saison des 2 332 ruchers de la première année et des 2 426 ruchers de la deuxième année. Les dix-sept États membres ont été regroupés selon leur mortalité annuelle (par exemple, les groupes se distinguant par de forts taux de mortalité versus les groupes présentant de faibles taux de mortalité) par le biais de vecteurs composés de deux valeurs (la première se rapportant au taux de mortalité hivernale, la seconde au taux de mortalité en saison). Les dix-sept vecteurs ont ensuite fait l'objet d'une classification hiérarchique basée sur l'analyse en composantes principales (HCPC). Cette analyse a abouti à la constitution de groupes d'États membres présentant des mortalités annuelles similaires pour chacune des deux années prises séparément.

Liens entre mortalité hivernale et saisonnière

Cette analyse spécifique a été menée séparément pour la première et la seconde année. Les coefficients de corrélation de Spearman ont été calculés en prenant en compte deux variables pour chaque année : les taux de mortalité hivernale d'une part et les taux de mortalité en saison d'autre part.

Les facteurs de risque liés à la mortalité des colonies d'abeilles (pour les deux années combinées)

Afin d'éviter les problèmes liés à la multi-colinéarité dans la régression de Poisson, certaines variables ont été regroupées par thématique (telles que les maladies ou la gestion des ruchers) puis l'ensemble des variables sélectionnées pour l'analyse statistique a été synthétisée en une seule variable latente via une ACM suivie d'une classification (Jacques et al. 2016). La nouvelle variable synthétique obtenue composée de sept catégories (et jouant le rôle de variable explicative) a été incluse dans le modèle linéaire généralisé en tant qu'effet fixe. Les variables *pays* et *année* ont été incluses en tant qu'effet aléatoire.

Les sept catégories de la variable synthétique ont été classées selon huit critères avec le type d'apiculteur (amateur, pluri actif ou professionnel), la taille des ruchers et des colonies en fonctions de quatre classes (de la classe 1 la plus petite à la classe 4 la plus grande, voir [Tableaux 1 et 2](#)), l'âge de l'apiculteur, classé en quatre groupes (< 30 ans, [30 et 45] ans, [45 et 65] ans et > 65 ans). La participation à un programme de traitement collectif contre *Varroa*, l'observation clinique des maladies affectant les colonies d'abeilles visitées et la confirmation ultérieure par le laboratoire ont également été considérées comme critère pour identifier les différentes catégories de la variable synthétique. Les actions menées au niveau de l'exploitation pour améliorer la qualité de la production ont été groupées sous le critère « Gestion du rucher » : si l'apiculteur produisait ses propres reines et essaims ou s'il les achetait par ailleurs, si l'acquisition d'essaims ou de reines avait pour objectif l'accroissement de la production, la compensation du mauvais état de santé des colonies ou le maintien du cheptel, les sous-espèces d'abeilles utilisées, l'environnement dans lequel se trouvait le rucher

étudié selon les déclarations de l'apiculteur, la production principale recherchée par l'apiculteur, la fusion des colonies faibles, et le type de miellée visée par la transhumance. Le critère faisant référence aux connaissances de l'apiculteur regroupait aussi bien son expérience (formation, diplôme), l'ancienneté dans son activité apicole que les pratiques auxquelles il avait recours (utilisation d'un registre d'élevage, participation à une association d'apiculteurs). Le dernier critère concernait la présence ou non d'événements de santé dans le rucher avant le début du projet.

Résultats et discussion

Regroupement des États membres selon la mortalité annuelle

À l'échelle européenne, les taux de mortalité hivernale se situaient entre 2 et 32 %. Par ailleurs, les mortalités en saison étaient plus importantes lorsque de forts taux de mortalité étaient observés au cours de l'hiver précédent (coefficient de corrélation de Spearman de 0,071 pour la première année et de 0,142 pour la seconde année).

Pour la première année, les États membres ont été rassemblés en quatre groupes selon leur taux de mortalité annuelle : i) taux élevés (Belgique, Angleterre et Pays de Galles), ii) fourchette moyennement haute (Estonie, Finlande, Lettonie, Pologne et Suède), iii) fourchette moyennement basse (Allemagne, Danemark, Espagne, France, Hongrie, Portugal et Slovaquie), et iv) faibles taux (Grèce, Italie et Lituanie) ([Figures 1a et 1b](#)).

L'analyse séparée des mortalités permet de relever des taux allant de 5,01 % (Italie) à 31,73 % (Belgique) pour la mortalité hivernale, et de 0,09 % (Lituanie) à 9,63 % (France) pour la mortalité en saison ([Figures 1c et 1d](#)).

Au cours de la deuxième année, les États membres ont également été rassemblés en quatre groupes. La France et la Belgique avaient les taux de mortalité les plus élevés. Le Danemark, l'Estonie, la Finlande et la Lettonie, de même que le Portugal et la Suède appartenaient au groupe aux taux de mortalité dans la fourchette moyennement haute. La Grèce et l'Espagne étaient dans le groupe de la fourchette moyennement basse. Le groupe avec les taux de mortalité hivernale les plus bas incluait l'Allemagne, la Hongrie, l'Italie, la Lituanie, la Pologne et la Slovaquie ([Figures 2a et 2b](#)). L'analyse séparée des mortalités permet de relever des taux allant de 2,16 % (Lituanie) à 13,85 % (Belgique) pour la mortalité hivernale, et de 0,16 % (Lituanie) à 8,06 % (France) pour la mortalité en saison ([Figures 2c et 2d](#)).

Facteurs de risque liés à la mortalité des colonies d'abeilles

Après avoir combiné les jeux de données complets des deux années, 33 variables ont été incluses dans l'analyse statistique portant sur la mortalité hivernale et 28 pour la mortalité en saison. L'effet *année* était significatif pour les deux années de l'étude avec un effet plus fort sur la mortalité hivernale (p -valeur = 1.10^{-37}) que sur la mortalité en saison (p -valeur = 1.10^{-3}).

La nouvelle variable synthétique a été scindée en sept catégories (W1 à W7 et S1 à S7, pour la mortalité hivernale et la mortalité en saison, respectivement). Les taux de mortalité ont été calculés à partir d'une analyse multivariée basée sur un modèle de régression de Poisson, pour chacune des sept catégories et pour chaque type de mortalité : hivernale ([Tableau 1](#)) et en saison ([Tableau 2](#)). Les apiculteurs amateurs détenteurs de petits ruchers et possédant peu d'expérience en apiculture avaient un taux de mortalité presque deux fois supérieur (14,04 % - Groupe W1) à celui relevé chez les apiculteurs professionnels (8,11 % - Groupe W2). En outre, les colonies d'abeilles domestiques détenues par des apiculteurs professionnels n'ont pas montré de signe de maladie durant les visites, alors que les colonies détenues par des apiculteurs amateurs présentaient des signes

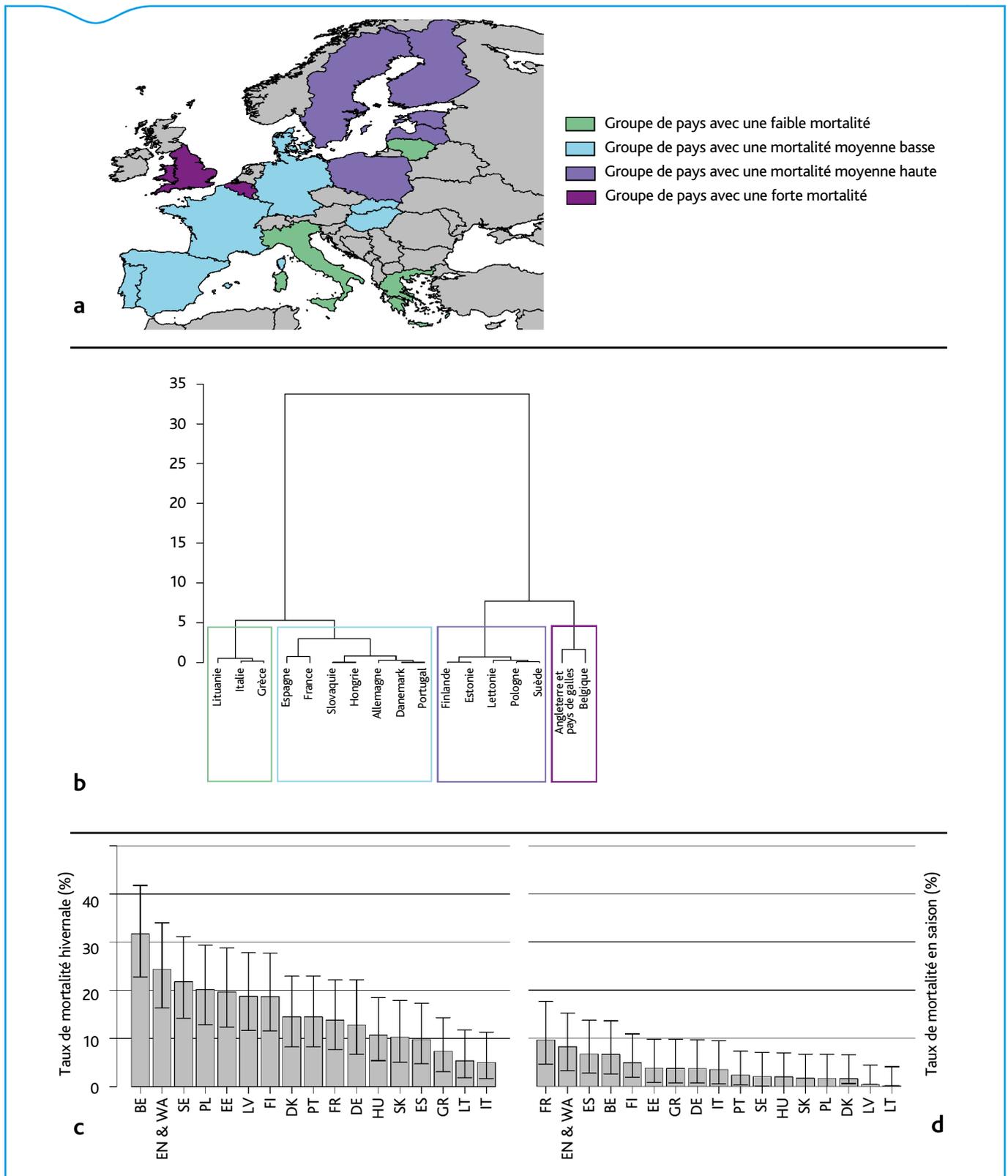


Figure 1. Les quatre groupes de mortalité annuelle des colonies d'abeilles relevés au cours d'Epilobee pendant la première année. Ils sont illustrés par une carte (a), un dendrogramme (b) et deux graphiques représentant les taux de mortalité hivernale (c) et en saison (d). Les segments verticaux représentent l'intervalle de confiance à 95 %
 BE = Belgique ; DE = Allemagne ; DK = Danemark ; EE = Estonie ; EN & WA = Angleterre et Pays de Galles ; ES = Espagne ; FI = Finlande ; FR = France ; GR = France ; HU = Hongrie ; IT = Italie ; LT = Lituanie ; LV = Lettonie ; PL = Pologne ; PT = Portugal ; SE = Suède ; SK = Slovaquie

cliniques d'infestation par *Varroa* (Groupe W1). D'après ces résultats, les principaux facteurs favorisant la santé des colonies d'abeilles sont les connaissances et les pratiques apicoles des apiculteurs. Des efforts supplémentaires dans les formations destinées aux apiculteurs sont requis afin de promouvoir les bonnes pratiques en apiculture et d'arriver à une meilleure identification précoce de tout signe clinique de maladie.

L'hiver 2012 – 2013 était particulièrement long et rigoureux en Europe contrairement à l'hiver 2013 – 2014 qui était plutôt doux. Les hivers doux sont connus pour favoriser la multiplication des populations de *Varroa*. Selon une étude longitudinale menée en Europe, la localisation des colonies d'abeilles influence grandement le statut sanitaire. Il a été récemment suggéré que certaines populations d'abeilles avaient développé leurs propres mécanismes de défense afin mieux

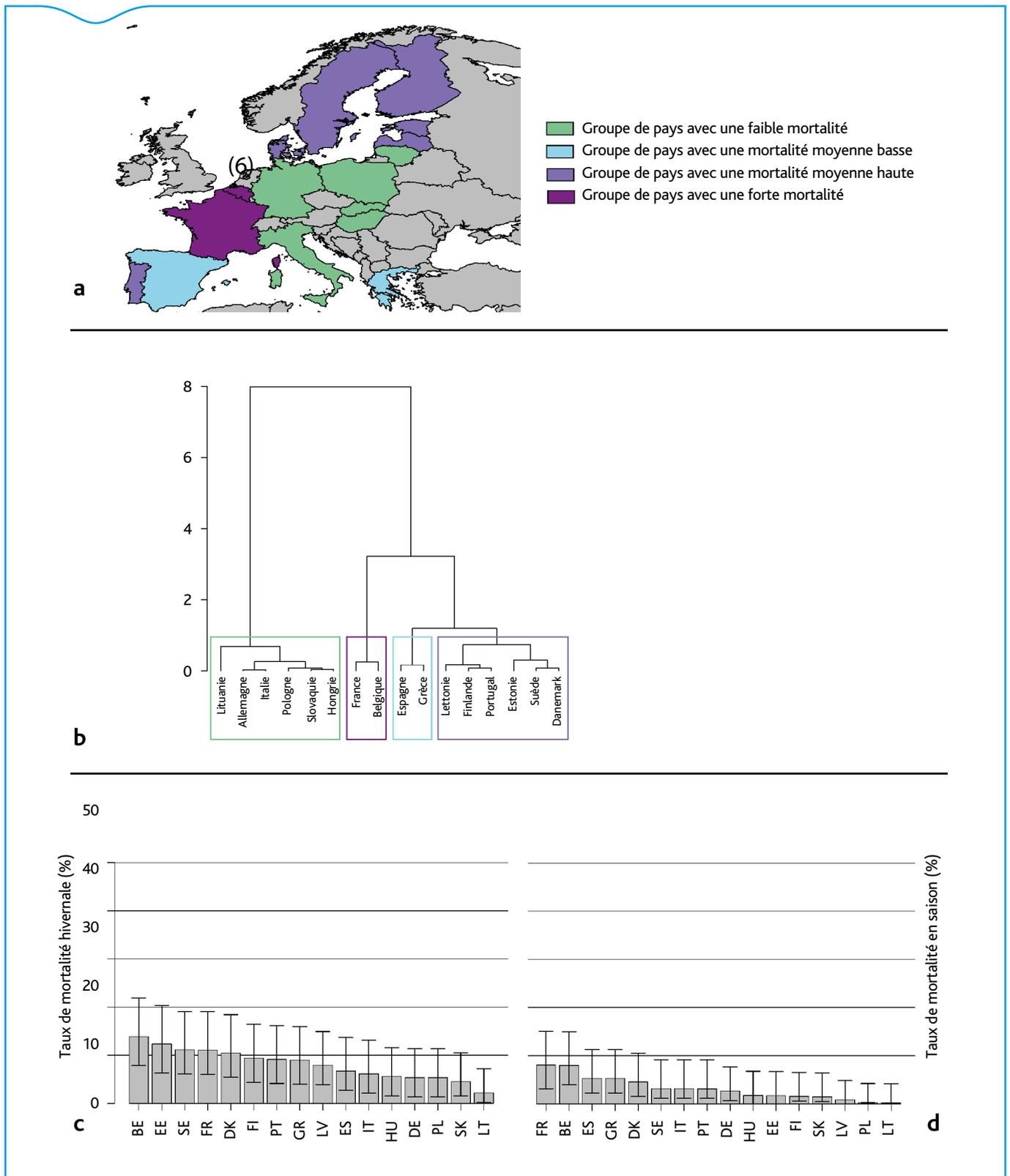


Figure 2. Les quatre groupes de mortalité annuelle des colonies d'abeilles relevés au cours d'Epilobee pendant la deuxième année. Ils sont illustrés par une carte (a) et un dendrogramme (b) et deux graphiques représentant les taux de mortalité hivernale (c) et en saison (d). Les segments verticaux visualisent l'intervalle de confiance à 95 %
 BE = Belgique ; DE = Allemagne ; DK = Danemark ; EE = Estonie ; EN & WA = Angleterre et Pays de Galles ; ES = Espagne ; FI = Finlande ; FR = France ; GR = France ; HU = Hongrie ; IT = Italie ; LT = Lituanie ; LV = Lettonie ; PL = Pologne ; PT = Portugal ; SE = Suède ; SK = Slovaquie

s'adapter à leur environnement notamment aux agents pathogènes présents localement (Meixner et al. 2014). Dans le domaine de l'éco-toxicologie, l'amplitude des effets sub-léthaux provoqués par les pesticides néonicotinoïdes est aussi modifiée par les interactions avec l'environnement et par la durée de l'exposition. Ces observations montrent que les outils de surveillance de la santé des colonies d'abeilles doivent prendre en compte les facteurs environnementaux. Cependant

les résultats de la première année de l'étude (distribution géographique aléatoire des pays avec de taux de mortalité similaires) suggèrent que la météorologie est un facteur suffisamment fort pour masquer les spécificités environnementales régionales. Par conséquent, le rôle joué par le climat dans la mortalité hivernale des colonies d'abeilles pourrait être étudié plus en profondeur en poursuivant les suivis de populations pendant plusieurs années consécutives.

Ces travaux ont montré pour la première fois, une relation entre les mortalités relevées en hiver et celles relevées en saison. Bien que les taux de mortalité hivernale soient communément utilisés pour quantifier les pertes de colonies, le taux de mortalité constaté au cours d'une année pleine devrait également être pris en compte pour estimer l'évolution des populations d'abeilles. Les pertes de colonies d'abeilles sont étroitement liées au mode d'exploitation adopté par l'apiculteur, ce qui inclut le soin apporté aux colonies (détection des maladies) mais aussi les miellées ciblées et, par conséquent, l'éventuelle exposition aux pesticides. Ainsi, les futures études épidémiologiques devraient prendre en compte l'occupation des sols et la recherche de pesticides.

Ces résultats démontrent que les apiculteurs ont tendance à recourir à des pratiques permettant de compenser les pertes de colonies. En effet, durant les deux années de l'étude, le nombre d'essaims achetés était lié aux deux mortalités (plus les taux de mortalité de colonies étaient forts, plus le nombre d'essaims achetés était important). Ces observations sont la preuve des efforts supplémentaires que les apiculteurs doivent fournir pour contrebalancer la perte de colonies : les apiculteurs acquièrent des essaims et fusionnent des colonies afin de maintenir leur cheptel à un niveau suffisant en quantité et en qualité. Les futures études devront en tenir compte pour mieux quantifier le travail supplémentaire demandé aux apiculteurs pour faire face aux pertes ou à la faiblesse des colonies d'abeilles.

Ce protocole épidémiologique descriptif présente des limites qui doivent être prises en compte avant de tirer des conclusions. En effet, toute hypothèse exprimée dans cet article devrait être étudiée plus en profondeur dans des protocoles expérimentaux dédiés pour confirmer les facteurs de risque et clarifier toute causalité potentielle, ces résultats devant être considérés comme préliminaires.

Conclusion

Ces travaux ont démontré que les principaux facteurs favorisant la santé des colonies d'abeilles étaient les connaissances et les pratiques apicoles des apiculteurs. Des efforts supplémentaires dans les formations destinées aux apiculteurs sont requis afin de promouvoir les bonnes pratiques en apiculture et d'arriver à une meilleure identification précoce de tout signe clinique de maladie. Les pertes de colonies ont considérablement varié d'un État membre à l'autre, et d'une année sur l'autre au cours de cette étude. Les conditions climatiques étaient susceptibles d'agir fortement sur la mortalité des colonies au cours d'une année, constat qui implique une surveillance à long terme. Les données issues d'une surveillance descriptive telle qu'Epilobee devraient être utilisées pour élaborer des protocoles destinés à étudier plus en profondeur des hypothèses données. Les études régionales portant sur des pratiques apicoles locales devraient être encouragées. Dans la continuité de ce travail, les causes de disparition des colonies devraient être recherchées au moyen d'études portant sur des questions spécifiques, telles que les causes potentielles des pertes de colonies, en ayant recours par exemple à des études cas-témoin incluant des recherches de pesticides et l'étude du paysage.

Références bibliographiques

Budge, G. E., S. Pietravalle, M. Brown, L. Laurenson, B. Jones, V. Tomkies, et K. S. Delaplane. 2015. "Pathogens as Predictors of Honey Bee Colony Strength in England and Wales." *PLoS One* 10 (7):e0133228. doi: 10.1371/journal.pone.0133228.

Chauzat, M.P., EPILOBEE consortium, A. Jacques, M. Laurent, S. Bougeard, P. Hendrikx, et M. Ribière-Chabert. 2016. "Risk indicators affecting honeybee colony survival in Europe: one year of surveillance." *Apidologie* 47 (348-378). doi: 10.1007/s13592-016-0440-z.

EURL. 2011. "Guidelines for a European project on honeybee colony losses." Brussels: European Union. 34.

EURL. 2013. "Amendment to guidelines for a European project on honeybee colony losses." Brussels: European Commission. 1.

European_Commission. 1992. "Council directive 92/65/EEC laying down animal health requirements governing trade in and imports into the Community of animals, semen, ova and embryos not subject to animal health requirements laid down in specific Community rules referred to in Annex A." *Official Journal of the European Union* L 268:58-63.

European_Commission. 2010. "Commission Regulation (EU) No 206/2010 of 12 March 2010 laying down lists of third countries, territories or parts thereof authorised for the introduction into the European Union of certain animals and fresh meat and the veterinary certification requirements." *Journal of the European Union* L 73:1-121.

Garibaldi, L.A., I. Steffan-Dewenter, R. Winfree, M.A. Aizen, R. Bommarco, S.A. Cunningham, C. Kremen, L.G. Carvalheiro, L.D. Harder, O. Afik, I. Bartomeus, F. Benjamin, V. Boreux, D. Cariveau, N.P. Chacoff, J.H. Dudenhofer, B.M. Freitas, J. Ghazoul, S. Greenleaf, J. Hipolito, A. Holzschuh, B. Howlett, R. Isaacs, S.K. Javorek, C.M. Kennedy, K. Krewenka, S. Krishnan, Y. Mandelik, M.M. Mayfield, I. Motzke, T. Munyuli, B.A. Nault, M. Otieno, J. Petersen, G. Pisanty, S.G. Potts, R. Rader, T.H. Ricketts, M. Rundlof, C.L. Seymour, C. Schuepp, H. Szentgyorgyi, H. Taki, T. Tschardt, C.H. Vergara, B.F. Viana, T.C. Wanger, C. Westphal, N. Williams, et A.M. Klein. 2013. "Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance." *Science*:1-7. doi: 0.1126/science.1230200.

Genersch, E., W. Von der Ohe, H.H. Kaatz, A. Schroeder, C. Otten, R. Buchleir, S. Berg, W. Ritter, et W. Muhlen. 2010. "The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies." *Apidologie* 41:332-352. doi: 10.1051/apido/2010014.

Jacques, A., M. Laurent, Epilobee Consortium, M. Ribière-Chabert, M. Saussac, S. Bougeard, G. E. Budge, P. Hendrikx, et M. P. Chauzat. 2017. "A pan-European epidemiological study reveals honey bee colony survival depends on beekeeper education and disease control." *PLoS One* 12 (3):e0172591. doi: 10.1371/journal.pone.0172591.

Jacques, A., M. Laurent, M. Ribière-Chabert, M. Saussac, S. Bougeard, P. Hendrikx, et M.P. Chauzat. 2016. "Statistical analysis on the EPILOBEE dataset: explanatory variables related to honeybee colony mortality in EU during a 2 year survey." *EFSA supporting publication* EN-883:228pp.

Meixner, M.D., R.M. Francis, A. Gajda, P. Kryger, S. Andonov, A. Uzunov, G. Topolska, C. Costa, E. Amiri, S. Berg, M. Bienkowska, M. Bouga, R. Buchler, W. Dyrba, K. Gurgulova, F. Hatjina, E. Ivanova, M. Janes, N. Kezic, S. Korpela, Y. LeConte, B. Panasiuk, H. Pechhacker, G. Tsoktouridis, G. Vaccari, et Z. Wilde. 2014. "Occurrence of parasites and pathogens in honey bee colonies send in a European genotype-environment interactions experiment." *Journal of Apicultural Research* 53 (2):215-229. doi: 10.3896/IBRA.1.53.2.04.

Muli, E., H. Patch, M. Frazier, J. Frazier, B. Torto, T. Baumgarten, J. Kilonzo, J. N. Kimani, F. Mumoki, D. Masiga, J. Tumlinson, et C. Grozinger. 2014. "Evaluation of the distribution and impacts of parasites, pathogens, and pesticides on honey bee (*Apis mellifera*) populations in East Africa." *PLoS One* 9 (4):e94459. doi: 10.1371/journal.pone.0094459.

Porri, C., F. Mutinelli, L. Bortolotti, A. Granato, L. Laurenson, K. Roberts, A. Gallina, N. Silvester, P. Medrzycki, T. Renzi, F. Sgolastra, et M. Lodesani. 2016. "The Status of Honey Bee Health in Italy: Results from the Nationwide Bee Monitoring Network." *PLoS One* 11 (5):e0155411. doi: DOI:10.1371/journal.pone.0155411.

Steinhauer, N.A., K. Rennich, M.E. Wilson, D.M. Caron, E.J. Lengerich, J.S. Pettis, R. Rose, J.A. Skinner, D.R. Tarpy, J.T. Wilkes, et D. Vanengelsdorp. 2014. "A national survey of managed honey bee 2012-2013 annual colony losses in the USA: results from the Bee Informed Partnership." *Journal of Apicultural Research* 53 (1):1-18. doi: 10.3896/IBRA.1.53.1.01.

vanderZee, R., A. Gray, L. Pisa, et T. de Rijk. 2015. "An Observational Study of Honey Bee Colony Winter Losses and Their Association with *Varroa* destructor, Neonicotinoids and Other Risk Factors." *PLoS One* 10 (7):e0131611. doi: 10.1371/journal.pone.0131611.

Vanengelsdorp, D., et M.D. Meixner. 2010. "A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them." *Journal of Invertebrate Pathology* 103:80-95. doi: 10.1016/j.jip.2009.06.011.