

1-2008

Mortalités et dépopulations des colonies d'abeilles domestiques : le cas américain

Yves Le Conte

Inra, UMR 406 Écologie des invertébrés, Site Agroparc, Avignon

Marion D. Ellis

University of Nebraska - Lincoln, mellis3@unl.edu

Follow this and additional works at: <http://digitalcommons.unl.edu/entomologyfacpub>



Part of the [Entomology Commons](#)

Le Conte, Yves and Ellis, Marion D., "Mortalités et dépopulations des colonies d'abeilles domestiques : le cas américain" (2008).

Faculty Publications: Department of Entomology. 177.

<http://digitalcommons.unl.edu/entomologyfacpub/177>

This Article is brought to you for free and open access by the Entomology, Department of at DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln. It has been accepted for inclusion in Faculty Publications: Department of Entomology by an authorized administrator of DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln.

Mortalités et dépopulations des colonies d'abeilles domestiques : le cas américain

Après la France et l'Europe, l'Amérique du Nord subit des problèmes de mortalités massives d'abeilles. Un déficit d'abeilles pour la pollinisation et les résultats d'enquêtes auprès des apiculteurs attestent clairement que ce phénomène est très préoccupant pour l'apiculture américaine. Le déclin de ce pollinisateur peut constituer un problème environnemental grave pour les écosystèmes.

* Inra, UMR 406
Écologie des invertébrés,
Laboratoire de biologie
et protection de l'abeille,
Site Agroparc,
Domaine Saint-Paul,
84914 Avignon Cedex 9
leconte@avignon.inra.fr
** Université du
Nebraska, États-Unis

La pérennité des activités agricoles mondiales est liée en partie aux insectes pollinisateurs. 35 % des cultures dépendent directement des pollinisateurs, et 84 % des espèces cultivées sont liées à l'activité de ces insectes. L'abeille *Apis mellifera* est le pollinisateur dont l'importance économique est la plus grande pour les cultures au niveau mondial. Elle est aussi essentielle dans le maintien de la biodiversité en pollinisant de nombreuses espèces végétales dont la fécondation requiert un pollinisateur obligatoire.

En Amérique du Nord, les populations d'abeilles domestiques sont en baisse permanente depuis vingt ans à cause de mortalités souvent expliquées. Mais depuis deux à trois ans, des mortalités inexplicables provoquent de lourdes pertes dans les ruchers. En 2007, à l'issue d'une séance de travail de l'Académie des Sciences des États-Unis, le professeur May Berenbaum publiait un article alarmant sur l'importance des mortalités d'abeilles dans le pays. Motivés par la valeur économique de l'abeille pour son effet sur la pollinisation, les médias ont confirmé l'apparition de ce problème baptisé *Colony Collapse Disorder* (CCD) que l'on pourrait traduire par syndrome de l'effondrement des colonies.

Preuve que le manque de colonies est devenu réel au printemps 2007, le prix de la location de ruches pour la pollinisation de l'amandier a augmenté de 80 \$ par colonie. Une enquête récente a montré la présence de CCD dans 35 États aux États-Unis et une province au Canada,



© JEFF PETTIS

Colonies affectées par le CCD

Les pertes sont caractérisées par une disparition rapide des abeilles adultes des colonies affectées. Il ne reste que la reine, du couvain, du miel, du pollen et peu d'abeilles ouvrières. Bien que cette disparition d'abeille soit rapide, personne n'a pu observer à ce jour, un départ massif des abeilles adultes dans les colonies affectées.

Historique

Des mortalités massives d'abeilles ont été rapportées depuis très longtemps dans l'histoire de l'apiculture. C'est le cas en Irlande en 950, 992 et 1443, d'après les écrits de Fleming. En 1897, la *Revue Internationale d'Apiculture* décrit une maladie des abeilles qui se traduit par une paralysie et la désertification des ruches au printemps. Au début du siècle dernier, l'épizootie de l'île de Wight, plus connue sous le nom d'acariose, provoquée par *Acarapis woodi*, a décimé les ruchers de Grande-Bretagne et provoqué des dégâts considérables dans le monde entier par la suite. Puis la loque américaine, au milieu du siècle dernier, et l'invasion par l'acarien *Varroa destructor*, dans les années 1980, ont constitué d'autres vagues mortelles pour nos abeilles, ravageant des pans entiers de l'apiculture.

Aux États-Unis, les apiculteurs subissent régulièrement des pertes massives de colonies. Cela a été le cas au début des années 1900 dans l'Utah, où une mystérieuse maladie de la disparition des abeilles fit périr plusieurs milliers de colonies après un hiver rude et long. En 1975, une maladie « de la disparition » fit périr un grand nombre de colonies d'abeilles dans 27 états différents. En 1995, des apiculteurs de Pennsylvanie perdirent plus de 50 % de leurs colonies.

À la même époque, de graves problèmes de pertes d'abeilles ont été observés en France, puis en Belgique et en Europe. L'Espagne a perdu une partie de son cheptel dans les années 2000. Les États-Unis ont à leur tour subi de lourdes pertes à partir de 1999 avec un pic en 2006. Enfin, l'Italie estime entre 20 et 40 000 colonies frappées par des dépopulations mortelles en 2007.

avec des pertes de cheptel variant de 30 à 90 % pour les apiculteurs. Parmi ceux-ci, 82 % attribuent ces pertes à l'hivernage des colonies (39 %) ou au CCD (43 %), contre 15 % pour les acariens et 3 % pour les pesticides.

Des mesures adéquates ne peuvent être prises par les apiculteurs ou les vétérinaires, faute d'en connaître les causes. L'administration américaine débloque des sommes importantes pour développer un réseau de surveillance national et rechercher les causes de ce syndrome. Toutes les hypothèses sont testées par les scientifiques qui disposent d'outils moléculaires puissants issus du séquençage récent du génome de l'abeille.

Symptômes particuliers du CCD

Les symptômes du syndrome se caractérisent par une dépopulation massive des colonies qui se vident de leurs ouvrières adultes. La reine et quelques abeilles restent dans la colonie puis finissent par mourir. Plusieurs cadres de couvain fermé*1 indiquent que la colonie était assez forte avant de s'effondrer. Il n'y a pas d'abeilles mortes devant la ruche comme c'est le cas lors d'intoxications ou d'infections par certains pathogènes ou parasites connus. Des réserves de nourriture indiquent que les colonies ne sont pas mortes de faim.

Causes du syndrome

Il n'y a pas d'explication formelle à l'heure actuelle sur la ou les causes du CCD. Bien que les hypothèses classiques, comme les effets des pesticides ou les différentes maladies connues, soient avancées, émergent aussi des causes comme le stress et le mode de conduite des ruchers, l'alimentation, le climat et l'environnement des colonies en général.

Pesticides

Depuis l'apparition des pesticides en agriculture, les apiculteurs constatent les dégâts qu'ils engendrent de façon redondante sur leurs abeilles. Trouver un tas d'abeilles mortes devant la ruche est chose commune pour les apiculteurs dont les ruches côtoient les grandes cultures. Il faut admettre que c'est une réalité et lorsque les pesticides ne tuent pas les colonies, ils participent à les affaiblir.

Les pesticides et fongicides utilisés en agriculture sont une cause possible du syndrome, et les Américains dosent actuellement ces molécules dans les colonies malades. Ils s'intéressent bien évidemment à doser les néonicotinoïdes (procédés Regent® et Gaucho®), mais ne sont pas convaincus, a priori, du rôle de ces molécules dans ce syndrome, n'ayant pas constaté de relation entre l'apparition de la maladie et leur utilisation en agriculture. Cependant, il faut remarquer que les effets sub-létaux de ces molécules sur les capacités d'apprentissage et de mémorisation pourraient expliquer le phénomène : les butineuses intoxiquées ne trouvent plus le chemin du retour à la ruche et les colonies se dépeuplent ainsi.

En France, une étude récente des pelotes de pollen récoltées par les abeilles sur des fleurs environnantes des ruchers a montré la présence de nombreux pesticides



© Y. LE CONTE

utilisés en agriculture et quelquefois à des concentrations inquiétantes (1). Leur présence dans le pollen est un élément essentiel pour suspecter leurs effets à long terme sur la colonie. Le pollen pollué peut être consommé plusieurs semaines ou plusieurs mois après son stockage dans les alvéoles, et intoxiquer ainsi les abeilles alors que le toxique n'est plus présent à l'extérieur de la ruche.

Les molécules utilisées pour lutter contre les pathogènes des abeilles sont aussi évoquées. Les acaricides utilisés contre *Varroa destructor* deviennent inefficaces à cause de la résistance de ces acariens envers ces molécules. C'est le cas pour le fluvalinate et le coumaphos. Les apiculteurs américains sont donc tentés d'utiliser d'autres molécules acaricides, ou d'autres méthodes pour traiter le varroa, avec une efficacité variable.

Maladies

Les chercheurs américains analysent des échantillons d'abeilles qui ont subi le syndrome du CCD. Ils regardent la présence d'acariens parasites comme *Acarapis woodi* (acariose) et *Varroa destructor* (varroase). Alors que l'acariose n'est plus un grand problème aux États-Unis, la varroase cause de gros dégâts et les traitements acaricides sont peu efficaces du fait de la résistance de l'acarien. Bien que les abeilles qui survivent à l'effondrement des colonies ne soient pas très infestées de varroas et que les symptômes ne soient pas caractéristiques de cet acarien, les chercheurs n'excluent pas son importance, en évoquant son rôle connu sur l'affaiblissement des abeilles (2) qui induirait le syndrome.

Les premières analyses des abeilles malades ont mis en évidence la présence de pathogènes en quantité très importante comme les bactéries de la loque américaine, ou *Ascosphaera apis*, le champignon du couvain plâtré, ainsi que quatre espèces de virus connus, ce qui suggère qu'ils pourraient être une cause possible du syndrome. Cependant, les symptômes de ces pathogènes n'ont pas été observés sur les colonies malades, ils ne seraient donc pas directement responsables du problème. Il en est de même pour le protozoaire *Nosema apis*, qui n'est pas non plus suspecté comme responsable direct du syndrome. En revanche, une autre espèce, *Nosema cerana*, nouvellement décrite (3) et possédant des symptômes qui se rapprochent plus de la maladie de l'effondrement des colonies, a été trouvée dans l'ensemble du territoire américain, ce qui en fait un candidat sérieux pour expliquer ce phénomène. Mais un lien de corrélation entre la présence de *N. cerana* et le syndrome n'a pas encore pu être établi.

Les virus présents chez l'abeille, pour certains à l'état endémique dans les colonies, ont été suspectés. Ces virus peuvent causer des problèmes aux abeilles lorsqu'elles ont été préalablement stressées par d'autres maladies, le varroa, les pesticides, la malnutrition ou certaines pratiques apicoles. On connaît peu les 15 espèces de virus qui peuvent parasiter nos abeilles. Mais les quelques symptômes qui y sont associés n'ont pas été observés chez les abeilles qui subissent le syndrome.



© JEFF PETTIS

L'évaluation des impacts
de l'introduction d'espèces
par l'homme constitue un volet
de la recherche polaire

Et pourquoi pas un pathogène inconnu ? L'exemple de *N. cerana* est assez parlant puisque ce protozoaire décrit pour la première fois en Europe en 2006 infeste nos colonies d'abeilles depuis au moins 2002 alors qu'il n'avait jamais été décrit auparavant en Europe. Il est donc plausible de penser qu'un agent infectieux non identifié puisse être impliqué.

Pour renforcer la thèse d'agents pathogènes responsables du CCD, les chercheurs américains ont utilisé des ruches vides et leurs cadres qui avaient contenu des abeilles mortes de CCD. Ils ont irradié une partie de ces ruches et étudié l'apparition de la maladie comparativement à des ruches témoin non irradiées. Les colonies d'abeilles des ruches témoin ont déclaré le

CCD contrairement aux ruches irradiées. Ce résultat montre qu'un agent pathogène est présent dans les cires et induit le CCD chez les abeilles.

Interactions pesticides – maladies

Il est montré que les colonies d'abeilles contiennent des résidus de pesticides utilisés en agriculture et en apiculture. Mais on ne sait rien des interactions entre les différentes molécules pesticides et fongicides utilisées en agriculture sur les abeilles, et rien non plus des interactions avec les acaricides utilisés en apiculture. Mais il y a fort à parier que toutes ces molécules « -cides » ont des effets additifs, voire synergiques, négatifs sur la survie des abeilles.

De même, on ne sait rien des interactions entre différentes maladies ni entre maladies et pesticides sur les abeilles, alors qu'un pathogène peut réduire la résistance des abeilles à un pesticide, ou vice et versa.

Il existe une carence évidente d'information dans ce domaine qu'il faudrait combler afin de mieux exploiter l'utilisation de ces molécules en agriculture et en apiculture pour préserver la santé de nos abeilles.

- (1) Chauzat MP *et al.* (2006) *J Econ Entomol* 99, 253-62
- (2) Yang XL, Cox-Foster DL (2005) *Proc Natl Acad Sci USA* 102, 7470-5
- (3) Higes M *et al.* (2006) *J Invertebr Pathol* 92, 93-5

Les interactions entre différents pathogènes et facteurs environnementaux sont, elles aussi, très peu étudiées, alors qu'il est montré, par exemple, que la présence de varroa entraîne une baisse des défenses immunitaires de l'abeille et la rend donc sensible au virus ou aux facteurs d'environnement. Inversement, une carence en pollen rend les abeilles plus sensibles aux virus.

Autres causes possibles

- La qualité et la quantité de l'alimentation sont déterminantes dans le développement des colonies d'abeilles. Elles doivent avoir suffisamment de miel stocké comme réserves pour survivre à l'hiver. Les ouvrières nourrices doivent aussi disposer d'assez de pollen pour produire la nourriture qu'elles distribuent aux larves à partir de leurs glandes nourricières. Les carences alimentaires sont évoquées pour expliquer l'apparition du CCD. À la suite d'un automne pauvre en pollen de qualité, les abeilles hivernent carencées en protéines, et leurs défenses immunitaires ainsi que leur longévité sont réduites. Or, ces abeilles doivent passer tout l'hiver et constituent les forces vives au début du printemps ; si leur durée de vie est réduite, la colonie aura d'autant plus de mal à survivre à l'hiver et à se développer au printemps.
- Le butinage sur des cultures transgéniques qui pourraient être toxiques est aussi discuté, mais pour l'instant, il n'a pas été montré de mortalités particulières d'abeilles vivant entourées de larges surfaces de cultures OGM dans le pays.
- Les techniques apicoles sont aussi mises en cause par les Américains, en particulier le fait de stoker un

(4) Cox-Foster DL *et al.* (2007) *Science* 318, 283-7
(5) Maori E *et al.* (2007) *Virology* 362, 342-9

Le prix minimum moyen par colonie pour la pollinisation des amandiers (70 \$ avant le début des problèmes de CCD) a augmenté de 55 \$ en 2004 et de 135 \$ en 2006. La pollinisation fournit un revenu important aux apicultures, mais le transport massif des abeilles contribue à la propagation des maladies et parasites. Pendant la même période, le prix payé aux producteurs d'amandes a augmenté de 3 \$ par livre.

nombre important de colonies dans un même rucher sans ressources alimentaires naturelles après la transhumance. Elles sont alors nourries artificiellement de sirop de sucre et de substitut de pollen. Cette alimentation carencée pourrait être la source du syndrome.

- Le transport de colonies par camions, d'un bout à l'autre du pays, peut durer plus de 48 heures et constitue un stress important pour les colonies. Et bien que les apiculteurs pratiquent cette activité depuis longtemps sans avoir constaté de catastrophe, le prix élevé de la pollinisation a eu l'effet d'augmenter la fréquence et la distance des transhumances.
- La diversité génétique des abeilles est aussi discutée : les pratiques apicoles visent à sélectionner fortement les abeilles et provoquent une perte de diversité génétique du *pool* d'abeilles nord américain et aboutissent à une baisse de l'efficacité des abeilles à lutter contre les maladies. L'estimation de la diversité génétique des abeilles des États-Unis devrait pouvoir permettre de répondre à l'hypothèse de l'effet d'une faible diversité génétique sur l'expression du CCD.
- Le climat influence le développement des fleurs et la production de nectar et de pollen auxquels sont liés l'activité de butinage et le développement des colonies. Il influence aussi l'apparition de pathogènes, comme le champignon *Ascosphaera apis*, qui se développe sur les larves d'abeilles et les tue en présence d'humidité importante. Le réchauffement climatique qui, d'après les spécialistes, va bouleverser les conditions climatiques locales, peut modifier sérieusement le développement, voire la survie des colonies d'abeilles.
- L'agriculture intensive a abouti à une modification profonde du paysage : monocultures à perte de vue et disparitions de haies ne sont pas des conditions favorables à l'apiculture et à la survie des pollinisateurs en général.

Récentes découvertes des chercheurs américains

Les chercheurs de dix laboratoires américains se sont fédérés pour réaliser une étude métagénomique comparative des microbes associés au CCD. À l'aide de l'outil moléculaire, ils ont entrepris d'identifier tous les pathogènes présents chez des abeilles saines ou malades du CCD (4). Parmi 19 pathogènes identifiés, un seul est corrélé à la présence du CCD ; il s'agit du virus israélien de la paralysie aiguë (IAPV). C'est un dicistovirus identifié initialement sur les abeilles israéliennes (5). Une particularité du couple virus-hôte est la capacité d'échanger du matériel génétique. Ainsi l'abeille, naturellement transgénique, peut intégrer un segment du virus dans son génome, et ce processus a pour effet de la rendre résistante à ce virus.

L'IAPV a été également identifié dans des échantillons de gelée royale provenant de Chine et dans des abeilles apparemment saines importées d'Australie, ce qui suggère que le virus aurait été importé aux États-Unis à partir de ces deux pays. Mais ni *Nosema cerana*, l'agent potentiellement responsable des mortalités en Espagne, présent dans les échantillons d'abeilles saines et malades,



© MARION ELLIS

ni les autres pathogènes identifiés, ne peuvent expliquer les mortalités d'abeilles américaines par le CCD.

Cependant, il s'agit d'une étude corrélative et reste la question de savoir si l'IAPV est un agent causal ou un marqueur du syndrome? L'injection de particules virales à des abeilles saines devrait apporter les réponses à cette question.

Mais des interrogations demeurent. Les symptômes observés en Israël sur les abeilles parasitées par l'IAPV ne sont pas les mêmes que ceux du CCD. Les abeilles israéliennes présentent des symptômes de paralysie, de tremblements, et on les retrouve mortes auprès de la ruche, ce qui n'est pas le cas pour CCD. La capacité de mutation du virus est une explication avancée par les chercheurs pour expliquer ces différences ; l'IAPV américain pourrait être un haplotype différent induisant des symptômes particuliers.

Et comment expliquer la bonne santé des abeilles australiennes alors qu'elles possèdent l'IAPV ? Les chercheurs américains pensent qu'un autre facteur pourrait déclencher l'apparition du syndrome aux États-Unis. Le premier qui vient à l'esprit est le varroa, absent du continent australien. Une interaction entre le virus et l'acarien - qui diminue les défenses immunitaires des abeilles - est avancée, ainsi qu'une interaction entre le virus et les traitements utilisés dans la lutte contre le varroa.

En novembre 2007, une étude de Chen et Evans réalisée sur des abeilles conservées dans des congélateurs a montré d'une part que le virus était présent plusieurs années avant l'apparition du CCD et avant même l'importation des abeilles australiennes, et d'autre part qu'il existe des variants du virus. Une étude visant à infester artificiellement des abeilles avec les différents variants du virus devient encore plus cruciale pour conclure sur l'importance de celui-ci dans l'expression du syndrome.

Parallèle avec la situation en France et dans les autres pays

Après la vague de mortalités d'abeilles survenue en Europe à partir de 1995, on est tenté de faire des rapprochements sur les causes de ces disparitions entre les pays. Les symptômes du CCD sont présents partout, on peut donc comparer la situation entre les pays si l'on se concentre sur ce syndrome.

Si les Français ont bien montré le risque d'utilisation, pour l'abeille, des pesticides Gaucho® et Regent® en agriculture (6), ce n'est pas le cas d'autres pays qui ne rejettent pas, pour autant, l'effet des pesticides en général comme facteur favorisant. Comme en Espagne, on constate la présence, alors insoupçonnée, de *Nosema cerana* dans notre cheptel français depuis au moins 2002. On peut supposer aussi que le virus IAPV est présent en France puisque les apiculteurs ont importé de nombreuses reines et colonies d'Australie porteuses du virus.

La question de savoir si ces pathogènes nouvellement identifiés ont pu être et sont la cause des problèmes

des apiculteurs français depuis 1995, se pose alors naturellement. Et on ne peut exclure cette hypothèse. De même, il existe un risque de toxicité de certains cultivars de tournesol pour les abeilles qui pourrait expliquer en partie les problèmes de récolte de nectar sur ces cultures (7).

Les chercheurs s'accordent à penser qu'il n'existe pas une seule cause pour expliquer le CCD et les mortalités qui apparaissent dans différentes régions du monde. Au contraire, ils privilégient la thèse d'interactions entre différents facteurs comme les pesticides, les maladies, les techniques apicoles et l'environnement des colonies.

Mais la lutte des apiculteurs contre les pesticides et les firmes qui les fabriquent est pertinente puisque les pesticides déciment réellement leurs abeilles depuis 40 ans, et qu'il existe un risque lié aux pesticides Gaucho® et Regent® sur la survie des abeilles, comme l'a montré le comité scientifique et technique nommé par le ministère de l'Agriculture (6). Il faut admettre aussi que le combat des apiculteurs professionnels engagés contre les pesticides a eu un effet très positif sur les médias, le public et les politiciens qui considèrent enfin l'intérêt de l'abeille et s'inquiètent pour sa survie. L'abeille devient sentinelle de l'environnement.

L'évaluation des impacts
de l'introduction d'espèces
par l'homme constitue un volet
de la recherche polaire

Prendre des mesures pour protéger l'abeille

L'approche développée par les scientifiques des différents pays montre que les causes de mortalités d'abeilles sont complexes et nombreuses, et que des agents infectieux insoupçonnés peuvent les parasiter. Actuellement, les chercheurs sont unanimes pour dire que les causes sont multifactorielles. Les abeilles vivent en présence de nombreux pathogènes, dans un environnement qui affaiblit sa résistance aux maladies. Le CCD ne constitue qu'une partie des mortalités d'abeilles, et bien que les symptômes en soient bien décrits, les causes précises restent à découvrir si on veut lutter efficacement contre cette maladie.

Il faut admettre que l'abeille domestique est devenue fragile et que sa survie dépend beaucoup d'un environnement de plus en plus hostile, favorisant l'apparition de pathologies.

Si l'homme modifie cet environnement, il doit aussi prendre les mesures de protection de l'abeille. Afin de mieux lutter contre les facteurs favorisant l'apparition des maladies, des études fondamentales doivent être développées pour connaître les causes des mortalités, ainsi que l'effet des modifications environnementales liées à l'activité humaine. Les méthodes moléculaires, ainsi que le séquençage récent du génome de l'abeille, peuvent permettre de diagnostiquer les agents pathogènes ou leurs effets sur l'abeille. Ces outils puissants pour l'étude des causes des maladies doivent être développés en France. ●

(6) Doucet-Personeni C et al. (2003) Imidaclopride utilisé en enrobage de semences (Gaucho®) et troubles des abeilles, rapport final.

(7) Favier-d'Arcier F et al. (2007) *Phytoma* 608, 40-3