



VARROA ET ÉMERGENCE DES INFECTIONS VIRALES DE L'ABEILLE



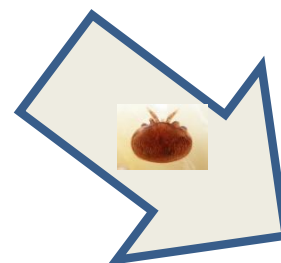
Dr Taoufik BEN HAMIDA
INSTITUT DE LA RECHERCHE
VÉTÉRINAIRE DE TUNISIE
Laboratoire de Parasitologie et
des Maladies des Abeilles



INTRODUCTION

- ◉ Historiquement, événement le plus marquant: adaptation de *varroa destructor* à son nouvel hôte (1960), l'*Apis mellifera* et extension de son aire de distribution géographique à la faveur d'une invasion spectaculaire de l'occident
- ◉ Apiculture de l'Avant-Varroa et Apiculture de l'Après-Varroa

A. cerana



A. mellifera

INTRODUCTION

- ⦿ Statut sanitaire de l'abeille demeure inquiétant malgré une augmentation globale de + de 45% du nombre de colonies au cours des 60 dernières années.
- ⦿ Enregistrement de pertes hivernales spectaculaires en colonies sur les 15 dernières années dans plusieurs régions du monde.
- ⦿ Pertes le plus souvent multifactorielles et combinaison des facteurs responsables variable d'une région à l'autre.
- ⦿ Assez souvent les **infections virales** sont parmi les principaux acteurs des surmortalités de colonies et, par conséquent

les virus sont à juste titre considérés comme une menace majeure émergente pour la santé des abeilles, tant au niveau individuel qu'au niveau des colonies.

NOTION D'ÉMERGENCE

OIE 2006

*Infections **NOUVELLES** causées par l'évolution ou la modification d'un agent pathogène ou d'un parasite existant. Le caractère "nouveau" se traduisant par exemple par un changement:*

1. d'hôtes,
2. de vecteur,
3. de pouvoir pathogène ou
4. de souche de l'agent pathogène.

LES VIRUS DE L'ABEILLE MELLIFERE, ASSOCIÉS MORTELS DE L'ACARIEN VARROA

- Jusqu'à la fin des années 1980, inoffensives dans tous les pays,
- Difficultés depuis dissémination mondiale de *Varroa destructor*.
- Inculpation de Varroa dans l'acquisition d'une virulence inhabituelle de plusieurs virus (ABPV, KBV, IAPV et le DWV)
- Varroa agit comme:
 - vecteur mécanique entre colonies et au sein des colonies d'abeilles
 - activateur de la multiplication du virus chez les individus infectés: larves d'abeilles et adultes.
 - vecteur biologique: la transmission est précédée par une répllication dans les acariens (DWV)

Infections émergentes en raison donc du

- Changement de vecteur (Varroa)
- De pouvoir pathogène
- De souches de l'agent pathogène

INFECTIONS VIRALES EMERGENTES DE L'ABEILLE MELLIFERE

1. Paralysie virale aigue (Acute Bee Paralysis Virus ou ABPV)
2. Infection par le virus de l'abeille du cachemire (Kashmir Bee Virus KBV) et infection par le virus israélien de la paralysie aigue (IAPV)
3. Infection par le virus des ailes déformées (Deformed Wing Virus DWV)

⊙ ABPV, KBV et IAPV= virus apparentés= Dicistroviridae

⊙ DWV= Iflavivirus

1. LE VIRUS DE LA PARALYSIE AIGUE DE L'ABEILLE MELLIFERE (ABPV)

- ◉ **Avant varroa**: Impact faible à nul, infection latente (présence de virus en l'absence de symptômes évidents de la maladie, ne produisant jamais de poussées de paralysie).
- ◉ Isolé à partir d'abeilles adultes en bonne santé dans la plupart des régions du monde: France, Italie, Canada, Chine, Etats-Unis, Nouvelle-Zélande.

LE VIRUS DE LA PARALYSIE AIGUE DE L'ABEILLE MELLIFERE (ABPV)

- ◉ **Après varroa**: une répartition géographique de l'infection semblable à celle de *A. mellifera*
- ◉ Détecté à des concentrations élevées dans les colonies fortement infestées par varroa.
- ◉ Mortalités de couvain (Symptômes semblables aux 2 loques combinées) et d'abeilles adultes à la fin de l'été
- ◉ Associé aux pertes de colonies (Colony Collapse Disorder CCD) en Europe

LE VIRUS DE LA PARALYSIE AIGUE DE L'ABEILLE MELLIFERE (ABPV)

- Ainsi, la paralysie aiguë provoquée par l'ABPV = une MALADIE VIRALE ÉMERGENTE dont l'agent étiologique a toujours été présent mais est devenu plus virulent en association avec l'infestation par *V. destructor*
- Virulence accrue: 100 particules virales en injection contre 10^8 à 10^9 par voie orale pour entraîner la mort d'une abeille en quelques jours
- Absence de réplication virale dans le varroa

2. VIRUS DE L'ABEILLE DU CACHEMIRE (KBV) ET VIRUS ISRAELIEN DE LA PARALYSIE AIGUE (IAPV)

Infections virales émergentes associées à *Varroa destructor* et au CCD aux USA

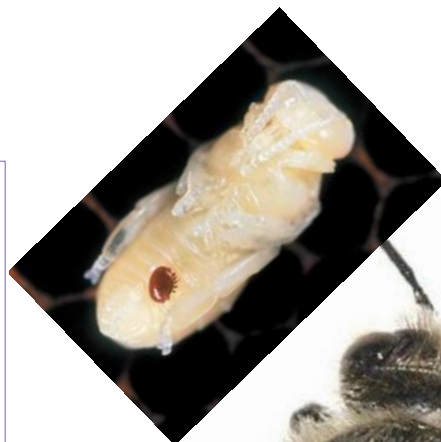
- **KBV (Kashmir Bee Virus)**: forte virulence dans les essais d'infection expérimentale par **injection**
→ virulence fortement associée à l'infestation par varroa (ectoparasite hématophage relativement récent d'*a. mellifera*).
- **IAPV (Israeli Acute Paralysis Virus)**:
 - marqueur commun des colonies CCD+ aux USA
 - Présent en Australie (encore indemne de varroa) sans CCD
 - Virulence accrue aux USA à cause de *V. destructor*

En conclusion,

- en association avec l'acarien ectoparasite *V. destructor* l'APV et KBV peuvent être considérés comme des MALADIES VIRALES ÉMERGENTES des abeilles mellifères. Ils sont génétiquement et biologiquement étroitement liés à l'ABPV beaucoup mieux étudié.
- Ces trois virus diffèrent par leur répartition géographique ce qui explique pourquoi l'APV ou le KBV sont liés aux pertes de colonies aux USA et l'ABPV aux pertes de colonies en Europe.

3. VIRUS DES AILES DEFORMEES (DWV)

- Dès 1975, constatation de l'émergence d'abeilles atrophiées aux ailes déformées à partir de pupes infestées par varroa
- Symptômes attribués au départ à la spoliation en hémolymphe par l'acarien varroa



- ◉ 1989: symptômes reliés à une infection virale chez des abeilles infestées par varroa au Japon (DWV).
- ◉ Identifié par la suite (Ball) dans plusieurs pays comme étant la cause de mortalités de couvain et d'abeilles adultes dans des colonies infestées par Varroa.
- ◉ Depuis, objet de nombreuses études conduites de par le monde



PRINCIPAUX HÔTES DU DWV

- ◉ *Apis mellifera*
- ◉ *Apis cerana*
- ◉ *Apis florea*
- ◉ *Bombus* (ailes déformées)
- ◉ *Varroa destructor* et *tropilaelaps* et
- ◉ *Aethina tumida*



LE DWV EN L'ABSENCE DE *V. DESTRUCTOR* :

- ⦿ virus plutôt bénin (faible virulence intrinsèque) à l'origine d'infections asymptomatiques
- ⦿ transmis verticalement entre abeilles par les œufs et le sperme
- ⦿ transmis entre colonies via l'essaimage
- ⦿ mortalité occasionnelle de colonies attribuée au DWV en GB et en Afrique du Sud avant que *V. destructor* ne s'y installe mais **JAMAIS** d'ailes déformées

APRÈS INFESTATION PAR *VARROA DESTRUCTOR* DES POPULATIONS D'*APIS MELLIFERA*:

- ⦿ infections par le DWV de plus en plus répandues.
- ⦿ infections bien caractérisées cliniquement : abeilles émergentes avec des ailes déformées, abdomen gonflé et raccourci, et décoloration
- ⦿ abeilles non viables (Mort en moins de 67 h après l'émergence)
- ⦿ Possible effondrement de la colonie affectée (fonction du degré d'infestation)

Global Honey Bee Viral Landscape Altered by a Parasitic Mite

Stephen J. Martin,^{1*} Andrea C. Highfield,² Laura Brettell,¹ Ethel M. Villalobos,³ Giles E. Budge,⁴ Michelle Powell,⁴ Scott Nikaïdo,³ Declan C. Schroeder^{2*}

Emerging diseases are among the greatest threats to honey bees. Unfortunately, where and when an emerging disease will appear are almost impossible to predict. The arrival of the parasitic *Varroa* mite into the Hawaiian honey bee population allowed us to investigate changes in the prevalence, load, and strain diversity of honey bee viruses. The mite increased the prevalence of a single viral species, deformed wing virus (DWV), from ~10 to 100% within honey bee populations, which was accompanied by a millionfold increase in viral titer and a massive reduction in DWV diversity, leading to the predominance of a single DWV strain. Therefore, the global spread of *Varroa* has selected DWV variants that have emerged to allow it to become one of the most widely distributed and contagious insect viruses on the planet.

The emergence of infectious diseases is driven largely by socioeconomic, environmental, and ecological factors (1), and these diseases have significant effects on biodiversity, agricultural biosecurity, global economies, and human health (2, 3). The honey bee is one of the most economically important insects, providing crop pollination services and valuable hive products (4). During the past 50 years, the global spread of the ectoparasitic mite *Varroa destructor* has resulted in the death of millions of honey bee (*Apis mellifera*) colonies (5). There is general consensus that the mites' association with a range of honey bee RNA viruses is a contributing factor in the global collapse of honey bee colonies (5, 10), because the spread of mites has facilitated the spread of viruses (11, 12) by acting as a viral reservoir and incubator (13). In addition, the mites' feeding behavior allows virus to be transmitted directly into the bees' hemolymph, thus bypassing conventional, established oral and sexual routes of transmission. In particular, deformed wing virus (DWV) has been associated with the

collapse of *Varroa*-infested honey bee colonies (5, 8, 14, 16), because it is ubiquitous in areas where *Varroa* is well established (6, 9, 17, 18). The rapid global spread of *Varroa* means that very little is known about the natural prevalence, viral load, and strain diversity of honey bee viruses before the *Varroa* invasion (15). Such data are important, because most honey bee viral infections were considered harmless before the spread of *Varroa* (9). Large-scale loss of honey bee colonies has been associated with viruses vectored by *Varroa* (5). The recent arrival and

subsequent spread of *Varroa* across parts of the Hawaiian archipelago has provided an opportunity to study the initial phase of the evolution of the honey bee *Varroa* DWV association. So far, colony collapse disorder (CCD) (6) has not been reported in Hawaii (19), but all of the associated pests and pathogens are present.

European honey bees (*Apis mellifera* L.) were first introduced to Hawaii from California in 1857. They were largely managed, but feral populations were soon established on every major island in the archipelago (20). Hawaii remained *Varroa*-free until August 2007, when the mite was discovered throughout Oahu Island. A subsequent survey by S. Nikaïdo and E. Villalobos during 2007–2008 recorded the collapse of 274 of 419 untreated colonies belonging to beekeepers. The disappearance of feral colonies from urban areas on Oahu was also noticed by beekeepers and pest control officers. Despite quarantine measures, the mite spread to Hilo on the Big Island in January 2009, where it survived an eradication attempt and by November 2009 had spread throughout the southern region of the island (Fig. 1). By November 2010, *Varroa* occurred throughout the Big Island. However, the islands of Kauai and Maui remained mite-free, and no unusual colony losses or disease problems have been reported there (19). The aim of this study was to investigate the influence that *Varroa* has in the spread of honey bee viruses during the initial

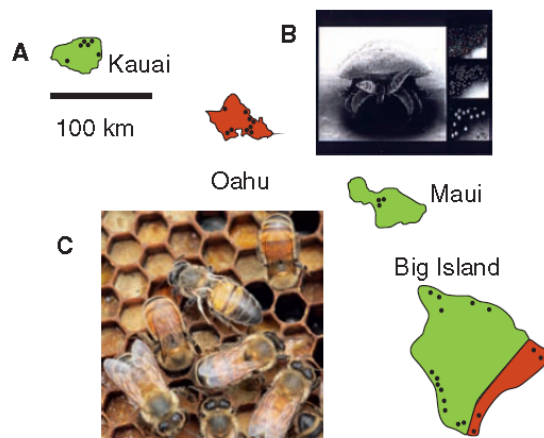


Fig. 1. (A) The four main Hawaiian Islands, showing the distribution of *Varroa* during 2009. Green and brown indicate *Varroa*-free and *Varroa* infested areas respectively. Dots indicate the location of each study apiary. By November 2010, *Varroa* was present throughout the Big Island. The co-occurrence of the *Varroa* mite (B) and DWV can result in overt symptoms of (C) deformed wings in honey bees, although many nondeformed bees also carry high DWV loads.

¹Department of Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, Sheffield S10 2TN, UK. ²The Marine Biological Association of the United Kingdom, Citadel Hill, Plymouth PL1 2PB, UK. ³Department of Plant and Environmental Protection Sciences, University of Hawaii at Manoa, Hawaii, USA. ⁴The Food and Environment Research Agency, Sand Hutton, York YO41 1LZ, UK.

*To whom correspondence should be addressed. E-mail: s.j.martin@sheffield.ac.uk (S.J.M.); dsch@mba.ac.uk (D.C.S.)

EMBARGOED UNTIL 2PM U.S. EASTERN TIME ON THE THURSDAY BEFORE THIS DATE:

RESULTATS DE L'ETUDE DE STEPHEN MARTIN AUX ILES HAWAII

- Suivi des changements survenus aux niveaux de
 - La prévalence
 - De la charge virale
 - De la diversité des souches des virus de l'abeille *suite à l'infestation par varroa de territoires anciennement indemnes.*

- ⦿ Varroa accroît la prévalence d'une seule espèce virale, le Virus des Ailes Déformées de 10 à 100% dans la population d'abeilles
- ⦿ Multiplication par 10^6 du titre viral Virus des Ailes Déformées
- ⦿ Réduction massive de la diversité conduisant à la prédominance d'une seule souche virale mortelle du Virus des Ailes Déformées

CONCLUSION PRINCIPALE

- La propagation de varroa à travers tous les continents a été à l'origine de la sélection de variants émergents du **Virus des Ailes Déformées** qui en font l'un des virus les plus largement distribués et contagieux de la planète.

COMMENT LUTTER CONTRE LES INFECTIONS VIRALES DE L'ABEILLE

Plusieurs directions:

- I. développement de méthodes efficaces pour combattre ou contrôler *V. destructor*
- II. sélection de souches d'abeilles plus tolérantes à *V. destructor*
- III. Développement de traitements contre les infections virales des abeilles.

LUTTE CONTRE VARROA

- ⦿ En l'absence de varroa, peu ou pas d'impact des maladies virales sur la santé des abeilles mellifères.
- ⦿ Administrer un traitement efficace contre varroa (chimique, biotechnique et biologiques) est la meilleure façon de lutter contre ces maladies virales.

SÉLECTION D'ABEILLES TOLÉRANTES À VARROA

- Résultats jusqu'ici insatisfaisants: forte mortalité hivernale sur les colonies étudiées et forte baisse de production sur les colonies survivantes.
- Voie de recherche peu compatible avec les objectifs de l'apiculture

CONCLUSION

- ⦿ Syndromes impliquant les virus = une menace mondiale pour l'apiculture.
- ⦿ Possible aggravation de la multiplication des maladies virales émergentes par l'intensification continue des échanges internationaux et la dissémination potentielle de virus encore inconnus ou d'autres agents susceptibles de favoriser leur multiplication active (tropilaelaps).

**MERCI DE VOTRE
ATTENTION**