



Revue semestrielle – Université Ferhat Abbas Sétif 1

**REVUE AGRICULTURE**



## Revue : Les virus infectants l'abeille mellifère; pathogénies, symptômes et impacts sur la colonie d'abeille

Adjlane Noureddine<sup>1</sup>, Haddad Nizar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université M'hamed Bougara, Boumerdes.  
Laboratoire de Biologie et de Physiologie Animale, ENS de Kouba, Alger.

<sup>2</sup> Bee Research Department, National Center for Agriculture Research and Extension, Baq'a, Jordan.

Mail : [adjlanenoureddine@hotmail.com](mailto:adjlanenoureddine@hotmail.com)

### ARTICLE INFO

Reçu : 12 – 10 - 2015

Accepté : 19 - 12 - 2015

#### Mots clés :

Virus, abeille mellifère, mortalité, symptômes, diagnostic

#### Key words:

Virus, honeybee, mortality, symptoms, diagnosis

### RÉSUMÉ

La présence de virus et leurs relations avec la mortalité des abeilles est un sujet de préoccupation qui est à l'étude partout dans le monde. Le but de cet article est de présenter l'état actuel des connaissances sur les virus des abeilles. 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 constituent les principaux points de ce manuscrit. Les virus sont des microorganismes très petits (de 20 à 350 nm) qui peuvent entraîner des maladies: Une vingtaine ont été identifiés chez les abeilles mellifères souvent à l'état latent et vont se développer avec une cause favorisante comme l'acarien *Varroa*. Des symptômes cliniques visibles peuvent être faciles à reconnaître comme pour les virus des ailes déformées où les ailes sont déformées. D'autres virus peuvent être virulents comme le KBV, qui peut provoquer des mortalités importantes mais sans symptômes particuliers. La plupart des virus ne présentent pas de symptômes, seule l'analyse de laboratoire permet l'identification de l'agent causal. La technique de RT-PCR (réaction de polymérisation en chaîne pour amplifier le matériel génétique, après action d'une transcriptase inverse pour convertir l'ARN en ADN) permet non seulement une identification certaine du virus, mais également un dosage du matériel viral. Le seul moyen de prévenir les infections virales est d'en limiter la propagation, par une gestion sanitaire efficace des ruchers et lutter efficacement, chaque année, contre le *varroa*.

#### ABSTRACT

The presence of viruses and their relations with bee mortality is a concern that is being studied around the world. The purpose of this article is to present the current state of knowledge about the virus of bees. The history of their discovery, the features demonstrated in experimental infection, their association with other pathogens as well as the supposed impact of viral infection or shown on the health of colonies and the symptoms described on apiaries are the main points this manuscript. Viruses are very small micro-organisms (20 to 350 nm), which can cause illness: Twenty were identified among honeybees often latent and will develop with a predisposing cause as the mite *Varroa*. Visible clinical symptoms can be easily recognized as for virus deformed wings where the wings are bent. Other viruses are virulent as KBV, which can cause significant mortality without specific symptoms. Most viruses do not show symptoms, only laboratory analysis allows the identification of the causative agent. RT-PCR technique (polymerase

chain reaction to amplify the genetic material, after the action of reverse transcriptase to convert RNA into DNA) not only provides some identification of the virus, but also a determination of the viral material. The only way to prevent viral infections is to limit the spread by an effective health management of apiaries and to effectively each year against varroa mites.

## Introduction

Les virus sont des parasites intracellulaires obligatoires. Ils utilisent la machinerie cellulaire de l'hôte infesté pour se répliquer et causent de ce fait des dommages. Ils sont composés uniquement d'acides nucléiques entourés par une capsidie protéique. Chez l'abeille, environ 18 virus sont connus jusqu'à présent. A l'exception du virus filamenteux (FV, *filamentous virus*) qui est considéré comme un virus à génome ADN, tous les virus de l'abeille domestique identifiés à ce jour sont des petits virus à ARN simple brin positif et à capsidie non enveloppée. Les virus de l'abeille appartiennent à la famille des Dicistroviridae [1]. Ils sont ronds et mesurent de 15 à 30 nm de diamètre [2]. Actuellement, l'étude des maladies virales est un sujet de préoccupation dans le monde apicole qui est à l'étude partout dans le monde par de nombreux chercheurs [3, 4, 5, 6].

### 1. Transmission

La transmission horizontale entre individus d'une même génération peut être directe ou indirecte. Celle directe peut par exemple survenir par contact cutané. Les abeilles peuvent transmettre le virus de la paralysie chronique (CBPV) par contact, notamment au niveau de blessures [7]. La contamination est dite indirecte lorsqu'elle se fait via un intermédiaire. Les particules virales excrétées via les excréments d'abeilles touchées par le CBPV peuvent contaminer les individus en contact avec celles-ci. La transmission des virus peut être également verticale. Une reine contaminée avec un virus mis en évidence dans les ovaires et la spermathèque peut pondre des œufs infestés [8].

### 2. Principaux virus de l'abeille mellifère

L'infection des abeilles par les virus est souvent latente et ne présente souvent pas de pathogénie ou de symptômes [8]. Ceux présentés ci-dessous sont les plus connus et qui provoquent des problèmes aux colonies (Tableau.1).

#### 2.1 Virus des ailes déformés (DWV)

Le DWV (Deformed Wing Virus) a été initialement isolé à partir des abeilles adultes au Japon sur des colonies infestées par *Varroa destructor*. Il a ensuite été identifié comme une cause de la mortalité des colonies abeilles dans de nombreux pays [9]. C'est le virus le plus prévalent et le plus dangereux [10, 11, 12, 13, 14]. Le nom donné au virus provient du symptôme caractéristique des ailes déformées ou peu développées dans les abeilles nouvellement écloses à partir de colonies infectées [15] (Figure.1). Le virus des ailes déformées touche les œufs, larves, nymphes et abeilles adultes [16] (Figure 2). Ce même virus peut être détecté dans toutes les parties du corps de l'abeille [17]. Les nourrices infectées transmettent le virus aux jeunes larves par le biais de la gelée larvaire [18]. Les abeilles adultes se transmettent le virus lors de la trophallaxie [19].



**Figure 1 :** Des abeilles mortes avec des ailes déformées  
**2.2. Virus de la paralysie aiguë des abeilles (ABPV)**



**Figure 2 :** Une nymphe avec des ailes déformées

L'ABPV (Acute Bee Paralysis Virus) a été découvert au cours de travaux de laboratoire sur l'identification de l'agent causal de la maladie virale CBPV [20]. Avant la propagation de l'acarien *Varroa destructor*, ce virus n'a été jamais associé à une mortalité ou une maladie au niveau de la colonie [21]. Il a été détecté dans le cerveau [22], dans les tissus et les glandes salivaires des abeilles [23]. En Europe, de grandes quantités de virus ont été détectés sur des abeilles adultes et du couvain des colonies mortes fortement infestées par *Varroa destructor* [24; 25]. Des expériences en laboratoire ont démontré que des acariens adultes *Varroa destructor* pourraient agir en tant que vecteurs du virus [25]. Les symptômes de la pathologie sont liés à la présence des abeilles trainantes avec essentiellement des ailes en position asymétrique (Figure 3).

### 2.3. Virus de la cellule noire de la reine (BQCV)

Le BQCV (Black Queen Cell Virus) a été isolé pour la première fois sur une larve d'une reine morte trouvée partiellement décomposé dans une cellule royale sombre avec une couleur noire de la paroi, d'où le nom de ce virus [26]. BQCV est associé avec le parasite *Nosema apis* dans son cycle de développement. Le pic de l'infection par ce virus se situe au printemps et en début de l'été [21]. Ce virus est rarement détecté sur les larves des ouvrières, selon BAILEY *et al* [21] le couvain des ouvrières reçoit moins de nourriture que la larve de la reine, donc si il y a une infection virale la quantité ingérée est moins importante que celle ingérée par la reine. Le BQCV peut être transmis verticalement, CHEN *et al* [8] ont mis en évidence la présence de ce virus dans l'intestin et les ovaires des reines [8]. Sa transmission est largement indépendante de l'acarien *Varroa destructor*. Lors d'une étude menée par Tentcheva *et al* [27], le BQCV était plus fréquemment détecté chez les abeilles adultes que dans le couvain. Selon toujours les mêmes auteurs, ce virus ne provoque pas de symptômes visibles d'infection chez les abeilles adultes.

### 2.4. Le couvain sacciforme (SBV)

Le SBV (Sac Brood Virus) est une maladie infectieuse de l'abeille causant des pertes énormes pour la colonie. Les symptômes caractéristiques sont un couvain clairsemé et de larves en forme de petits sacs (Figure 4). C'est la première maladie des abeilles attribuée à un virus, ce dernier a été identifié dans un couvain malade en 1917 par White [23]. Ensuite ce même virus a été isolé par Bailey *et al* [28]. Bien qu'il soit principalement une maladie des larves. Le SBV se multiplie dans les abeilles adultes sans induire de symptômes évidents. Il se reproduit beaucoup plus dans la tête des abeilles adultes infectées que dans d'autres parties du corps et de grandes quantités de virus ont été détectées dans les glandes nourricières [29]. Ce virus se transmet aux jeunes larves par les nourrices avec la gelée larvaire [30].



**Figure 3** : Symptôme de la paralysie aiguë : Une abeille sacciforme trainante, incapable de voler avec des ailes en position asymétrique.



**Figure 4** : Une nymphe atteinte du couvain

### 2.5. Virus du Cachemire (KBV)

Le KBV (Kashmir Bee Virus) a été découvert en 1974 sur l'abeille domestique asiatique *Apis cerana* provenant de la région de Cachemire [26]. Le KBV ne provoque pas de symptômes cliniques caractéristiques [31]. Ce virus peut être détecté sur les abeilles adultes et dans le couvain [32]. *Varroa destructor* peut transmettre le virus entre abeilles adultes et entre les nymphes [33]. TENTCHEVA *et al* [27] ont étudié la prévalence et les variations saisonnières de six virus d'abeilles dans des colonies en bonne santé au niveau de 36 ruchers dans toute la France. Dans l'ensemble, KBV a été le moins fréquemment détecté. Ce même virus a été détecté également sur les acariens *Varroa*. L'impact de l'infection par le virus KBV sur les colonies d'abeilles et son rôle dans la mortalité des colonies infestées par *Varroa* sont encore mal compris.

### 2.6. Virus de la paralysie chronique (CBPV)

L'agent causal du CBPV (Chronic Bee Paralysis Virus) a été isolé en 1963 par BAILEY *et al* [20]. Les abeilles touchées par ce virus deviennent incapables de voler, tremblantes, rampantes, entassées dans les ruches, aux ailes disloquées avec l'abdomen gonflé [28] (Figure 5). La voie d'entrée du virus peut être orale ou cutanée [8]. Le CBPV se transmet facilement entre les abeilles adultes expérimentalement par application à la surface de la cuticule, Le virus envahit le corps des abeilles adultes via le cytoplasme épidermique [21]. L'infection par voie orale moins efficace, peut également contribuer à la diffusion de ce virus via le partage de la nourriture [23]. Ce virus peut être détecté chez la reine, et dans tous les stades de développement de l'abeille [34].



**Figure 5** : Une abeille atteinte par la maladie de la paralysie chronique

### 3. Diagnostic des pathologies virales

Lors du diagnostic du virus, il faut tenir compte de la quantité d'agents pathogènes, la multiplication du virus, la sensibilité de l'hôte et le stade de développement de ce dernier. Actuellement, la technique de RT-PCR ou réaction de polymérisation en chaîne pour amplifier le matériel génétique, après action d'une transcriptase inverse pour convertir l'ARN en ADN est la plus utilisée [35]. Elle permet non seulement une identification certaine du virus, mais également un dosage du matériel viral. En Algérie, deux études ont été effectuées jusqu'à présent uniquement sur le DWV [36, 37]. D'autres recherches sont nécessaires pour pouvoir mettre en évidence la prévalence des virus dans les colonies d'abeilles locales et expliquer éventuellement la relation entre les mortalités enregistrées chez les apiculteurs [38] et la présence de ces virus.

### Conclusion

Les virus provoquent influencent négativement sur les colonies d'abeilles, cette influence traduira par une diminution de l'activité des abeilles et des mortalités et donc une diminution de la production du miel par l'apiculteur. La lutte contre les facteurs favorisant la transmission et la multiplication de ces virus constitue le point plus important dans la protection de l'abeille contre les pathologies virales.

### Références bibliographiques

- [1]- Olivier V. And Ribiere M., (2006) Taxonomy of *Apis mellifera* viruses. *Virologie*, 10: 267 – 278.
- [2] - Dainat B., Imdorf A., Charriere J.-D. et Neumann P., (2008) Virus des abeilles : revue des connaissances actuelles. *Rev. Suisse Apicult.*, 1(2) : 8 – 13.
- [3]- Martin SJ, Highfield AC, Brettell L, Villalobos EM, Budge GE, et al. (2012) Global honey bee viral landscape altered by a parasitic mite. *Science* 336: 1304–1306. doi: 10.1126/science.1220941
- [4]- Staveley JP, Law SA, Fairbrother A, Menzie CA (2013) A causal analysis of observed declines in managed honey bees (*Apis mellifera*). *Human and Ecological Risk Assessment* 20: 566–591. doi: 10.1080/10807039.2013.831263.
- [5]- DE Miranda, J R; Bailey, L; Ball, B V; Blanchard, P; BUDGE, G; Chejanovsky, N; Chen, Y-P; Gauthier, L; Genersch, E; De Graaf, D; Ribière, M; Ryabov, E; De Smet, L; Van Der Steen, J J M (2013) Standard methods for virus research in *Apis mellifera*. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) *The COLOSS BEEBOOK, Volume II: standard methods for *Apis mellifera* pest and pathogen research*. *Journal of Apicultural Research* 52(4): <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.22>

- [6]- Zheng H.K., Gong H.R., Huang S.K., Sohr, I., Hu, F.L., Chen, Y.P. (2015) Evidence of the synergistic effect of honey bee pathogens *Nosema ceranae* and *Deformed wing virus*. *Veterinary Microbiology* in press.
- [7]- Blanchard P., Ribiere M., Celle O., Lallemand P., Schurr F., Olivier V., Isache A.L. and Faucon J.P., (2007) Evaluation of a real-time two step RT-PCR assay for quantitation of Chronic bee paralysis virus (CBPV) genome in experimentally- infected bee tissues and in life stages of a symptomatic colony. *J. Virol. Methods*, 141: 7 – 13.
- [8] - Chen Y.P., Evans J. and Feldlaufer M., (2006) Horizontal and vertical transmission of viruses in the honeybee (*Apis mellifera*). *J. Invert. Pathol.*, 92 : 152 – 159.
- [9]- Ball B.V., (1985) - Acute paralysis virus isolates from honey bee colonies infested with *Varroa jacobsoni*. *J. Apicult. Res.*, 24: 115 – 119.
- [10]- Kajobe R., Marris G., Budge G., Laurenson L., Cordonni G., Jones B., Wilkinis S., Cuthbertson A.G. And Brown M.A. (2010) First molecular detection of a viral pathogen in Ugandan honey bees. *J. Invertebr. Pathol.*, 104 (2): 153 - 156.
- [11] - Mockel N., Gisder S. And Generesch E., (2011) Horizontal transmission of deformed wing virus: pathological consequences in adult bees (*Apis mellifera*) depend on the transmission route. *J. Gen. Virol.*, 2: 370 – 377.
- [12] - Hongxia A., Xun Y. And Richou H., (2012). Occurrence and prevalence of seven bee viruses in *Apis mellifera* and *Apis cerana* apiaries in China. *J. Invertebr. Pathol.*, 109: 160 – 164.
- [14]- Francis, R M; Nielsen, S L; Kryger, P (2013) Patterns of viral infection in honey bee queens. *Journal of General Virology* 94(3): 668-676. <http://dx.doi.org/10.1099/vir.0.047019-0>
- [15] - Ball B.V., (1993) - *The damaging effects of Varroa jacobsoni*, p.p. 9 – 16, in MATHESON A., *Living Varroa*, Ed. Internati. Bee res. Associate., Cardiff, 325 p.
- [16]-Allen M.F., Ball B.V., (1996) The incidence and world distribution of honey bee viruses. *Bee World*, 77: 141 - 162.
- [17]- Chen Y., Zhao Y., Hammond J., Hus H., Evans J. and Feldlaufer M., (2004) Multiple infections in the honey bee and genome divergence of honey bee viruses. *J. Invertebr. Pathol.*, 87 : 84 - 93.
- [18] - Ball B.V., (1987)- The incidence of acute paralysis virus in adult honey bee and mite populations. *Pcelar*, 3: 68 – 70.
- [19] - Bowen-Walker P.L. and Gunn A., (2001). The effect of the ectoparasitic mite, *Varroa destructor* on adult worker honeybee (*Apis mellifera*) emergence weights, water, protein, carbohydrate, and lipid levels. *Entomol. Exp. Appl.*, 101 (3): 101 – 112.
- [20] - Bailey L., Gibbs A.J. and Woods R.D., (1963). Two viruses from adult honey bees (*Apis mellifera* Linnaeus). *Virology*, 213: 390 - 395.
- [21] - Bailey L., Ball B.V. and Perry J.N., (1983) Honey bee paralysis: its natural spread and its diminished incidence in England and Wales. *J. Apicult. Res.*, 22: 191 – 195.
- [22] - Bailey L. and Milner R.G., (1969) The multiplication regions and interactions of acute and chronic bee paralysis viruses in adult honey bees. *J. Gen. Virol.*, 4: 9 – 14.
- [23] - Bailey L., (1965) Paralysis of the honey bee, *Apis mellifera* Linnaeus. *J. Invertebr. Pathol.*, 7 : 132 – 140.
- [24] - Carpana E., Vecchi M.A., Lavazza A., Bassi S. and Dottori M. (1990) *Prevalence of acute paralysis virus (APV) and other viral infections in honeybees in Italy*, in - Ritter, W. Ed. Proceedings Internati. symposium recent research bee pathology, Ghent, pp. 155 - 165.
- [25] - Faucon J.P., (1992) *Précis de pathologie, connaître et traiter les maladies des abeilles*. Ed. Fnosad, Riez, 512 p.
- [26] - Bailey L., Woods R.D., (1977) Two more small RNA viruses from honey bees and further observations on sacbrood and acute bee-paralysis viruses. *J. Gen. Virol.*, 37: 175 -182.
- [27] - Tentcheva D., Gauthier L., Jouve S., Canabady-Rochelle L., Dainat B., Cousserans F., Colin M.E., Ball B.V. And Bergoin M., (2004 - Polymerase chain reaction detection of deformed wing virus (DWV) in *Apis mellifera* and *Varroa destructor*. *Apidologie*, 35: 431 – 440.
- [28] -Bailey L. Ball B.V., (1991) *Honey Bee Pathology*. Academic Press, London - New York, 125 p.
- [29] - Mussen E.C., Furgala B., (1977) Replication of sacbrood virus in larval and adult honeybees, *Apis mellifera*. *J. Invertebr. Pathol.*, 30: 20 - 34.
- [30] - Hitchcock J.D., (1966) Transmission of sacbrood disease to individual honey bee larvae. *J. Econ. Entomol.*, 59 : 1154 - 1156.
- [31]- Hornitzky M.A.Z., (1987) Prevalence of virus infections of honeybees in Eastern Australia, *J. Apic. Res.*, 26: 181 – 185.
- [32] - Stolz D., Shen X.R., Boggis C. And Sisson G., (1995)- Molecular diagnosis of Kashmir bee virus infection. *J. Api. Res.*, 34: 153 – 160.

- [33]- Meixner, M D; Francis, R M; Gajda, A; Kryger, P; Andonov, S; Uzunov, A; Topolska, G; Costa, C; Amiri, E; Berg, S; Bienkowska, M; Bouga, M; Büchler, R; Dyrba, W; Gurgulova, K; Hatjina, F; Ivanova, E; Janes, M; Kezic, N; Korpela, S; Le Conte, Y; Panasiuk, B; Pechhacker, H; Tsoktouridis, G; Vaccari, G; Wilde, J (2014) Occurrence of parasites and pathogens in honey bee colonies used in a European genotype - environment - interactions experiment. *Journal of Apicultural Research* 53(2): 215-229. <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.53.2.04>
- [34] - CHEN Y.-P., HIGGINS J.A. and Fedlafer M.F., (2005) Quantitative real-time reverse transcription-PCR analysis of deformed wing virus infection in the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Appl. Environ. Microbiol.*, 71: 436 - 441.
- [35] Haddad N., Brake M., Megrade H. and De Miranda J., (2008) - The First Detection of Honeybee Viral Diseases in Jordan using the PCR. *Jordan. J. Agr. Sci.*, 4: 57 – 61.
- [36] Loucif-Ayad, W., Chefrou, A., Algharibeh, M., Haddad, N. (2013). First detection of *deformed wing virus* of honeybees in Algeria. *Phytoparasitica* 41, 445–447.
- [37] Adjlane N., Haddad N. (2015) Détection du virus des ailes déformées dans les colonies d'abeilles locales *Apis mellifera intermissa* en Algérie. *Lebanese Science Journal (in presse)*.
- [38] Adjlane. N., Haddad N.(2013) Les facteurs menaçant la survie des colonies d'abeilles locales *Apis mellifera intermissa* en Algérie. Colloque international : 50 ans de formation et de recherche à l'ENSA, 22 au 24 avril 2013.

**Tableau 1-** Caractéristiques des 11 principaux virus de l'abeille [1]

Virus	Découverte	Infection expérimentale	Conséquence de la virose et symptômes
Virus de la paralysie aiguë (ABPV, <i>acute bee paralysis virus</i> )	Lors d'études sur le CBPV (1963).	Symptômes de paralysie précoce, mortalités rapides	Participe aux affaiblissements, associé à <i>V. destructor</i> en entraînant des mortalités d'ouvrières et de couvain
Virus de la cellule royale noire (BQCV, <i>black queen cell virus</i> )	À partir de larves de reines dans des alvéoles à parois noires (1977).	Dépendant de <i>N. apis</i> pour l'infection des adultes.	Participerait à des mortalités d'ouvrières, associé à <i>N. apis</i> . Entraînerait des mortalités de larves de reines
Virus X de l'abeille (BVX, <i>bee virus X</i> )	.Lors de l'étude d'autres virus (1974).	Pas de symptôme, raccourcirait la durée de vie des adultes	Participerait à des mortalités d'ouvrières, associé à <i>M. mellifica</i> ,
Virus Y de l'abeille (BVY, <i>bee virus Y</i> )	À partir d'abeilles mortes en Angleterre (1980).	Dépendant de <i>N. apis</i> pour l'infection des adultes	Participerait à des mortalités d'ouvrières, associé à <i>N. apis</i> ,
Virus de la paralysie chronique (CBPV, <i>chronic bee paralysis virus</i> )	Maladie connue depuis l'antiquité (Aristote) : maladie noire ou paralysie chronique.	Symptômes paralytiques plusieurs jours avant la mort.	Entraîne des mortalités, parfois importantes, d'ouvrières dépilées et noires avec des symptômes de tremblements.
Virus des ailes nuageuses (CWV, <i>cloudy wing virus</i> )	À partir d'abeilles aux ailes opaques (1980).	Pas de symptôme précis, études sujettes à controverse.	Conséquences mal connues. La dissémination du virus serait associée à <i>V. destructor</i> , ns.
Virus des ailes déformées (DWV, <i>deformed wing virus</i> )	À partir d'abeilles provenant du Japon (1983).	Déformations des ailes et du corps des abeilles naissantes.	Participe aux affaiblissements, associé à <i>V. destructor</i> , c en entraînant des mortalités d'ouvrières et des déformations d'abeilles naissantes.
Virus filamenteux (FV, <i>filamentous virus</i> )	À partir d'hémolymphe d'abeilles aux USA (1977).	Pas de symptôme, ni mortalité.	Conséquences mal connues. Virus considéré comme commun mais non pathogène
Virus du Cachemire (KBV, <i>Kashmir bee virus</i> )	À partir d'abeilles <i>Apis cerana</i> provenant du Cachemire (1974).	Mortalités très rapides sans symptôme.	Participerait aux affaiblissements associé à <i>V. destructor</i>
Virus du couvain sacciforme (SBV, <i>sacbrood virus</i> )	1er virus identifié comme responsable d'une maladie: le couvain sacciforme (1917).	Mortalités de larve en forme de sac.	entraînant des affaiblissements de colonies.
Virus de la paralysie lente (SBPV, <i>slow bee paralysis virus</i> )	Lors de l'étude du BVX (1974).	Symptômes de paralysie tardive, suivi de mortalités	Participerait à des mortalités d'ouvrières associée à <i>V. destructor</i>