

Virus et abeille domestique

Virus et abeille domestique

A. Les virus – généralités

B. Les virus de l'abeille domestique

C. Les virus de l'abeille domestique en Belgique

A. Les virus - Généralités

A. Les virus - Généralités

A.1. Qu'est-ce qu'un virus?

A.2. Constituants et forme

A.3. Multiplication

A.4. Effets indésirables

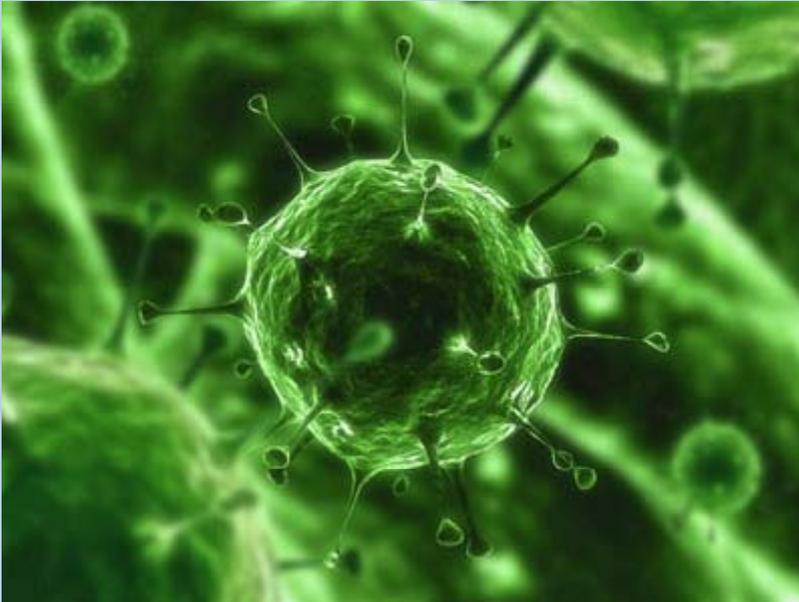
A.5. Traitements

A.6. Difficultés

A.1. Qu'est-ce qu'un virus?

Éléments génétiques enfermés dans des protéines:

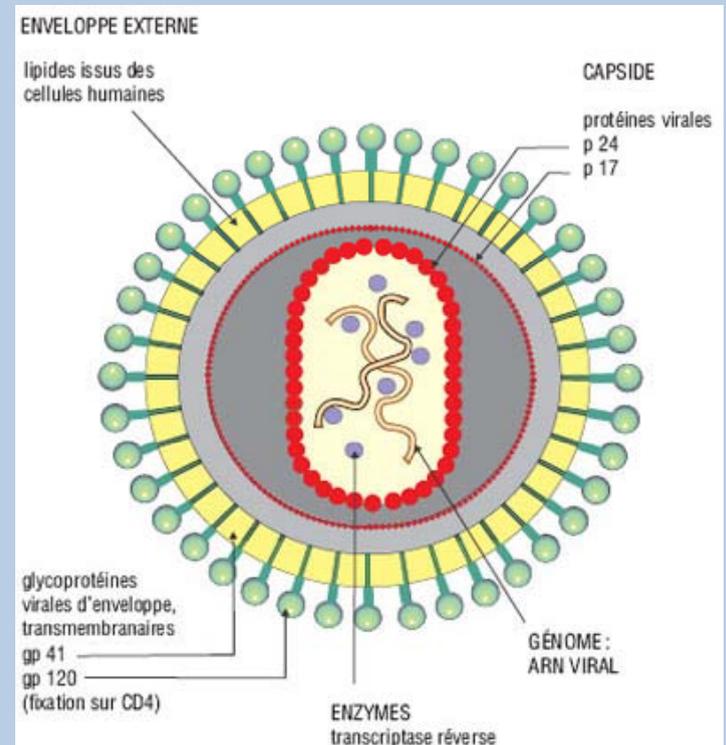
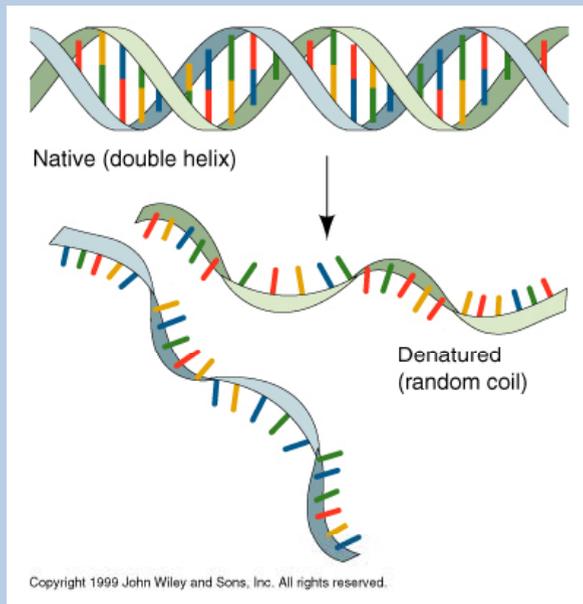
- Particules de dimension très faible soit 0,02 à 0,3 μm (pour les plus gros virus).
- Non vivants
- Capables de se reproduire uniquement au sein de cellules vivantes (intracellulaires)
- Présents chez tous les organismes



Un **micromètre** est l'unité de longueur valant un millionième de mètre, son symbole est μm .

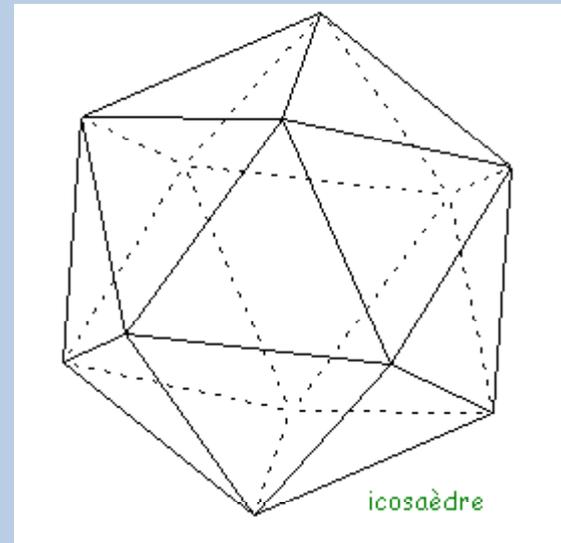
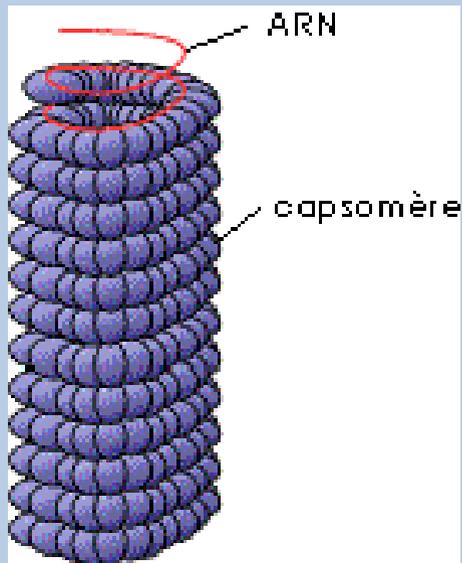
A.2. Constituants et forme

- Un **acide nucléique** interne (ADN ou ARN, linéaire ou circulaire, monocaténaire /ssDNA ou bicaténaire/dsDNA)
- Une enveloppe protéique, la **capside**
- Une **enveloppe** riche en protéines, lipides et molécules glycoprotéiques
- **Enzymes**

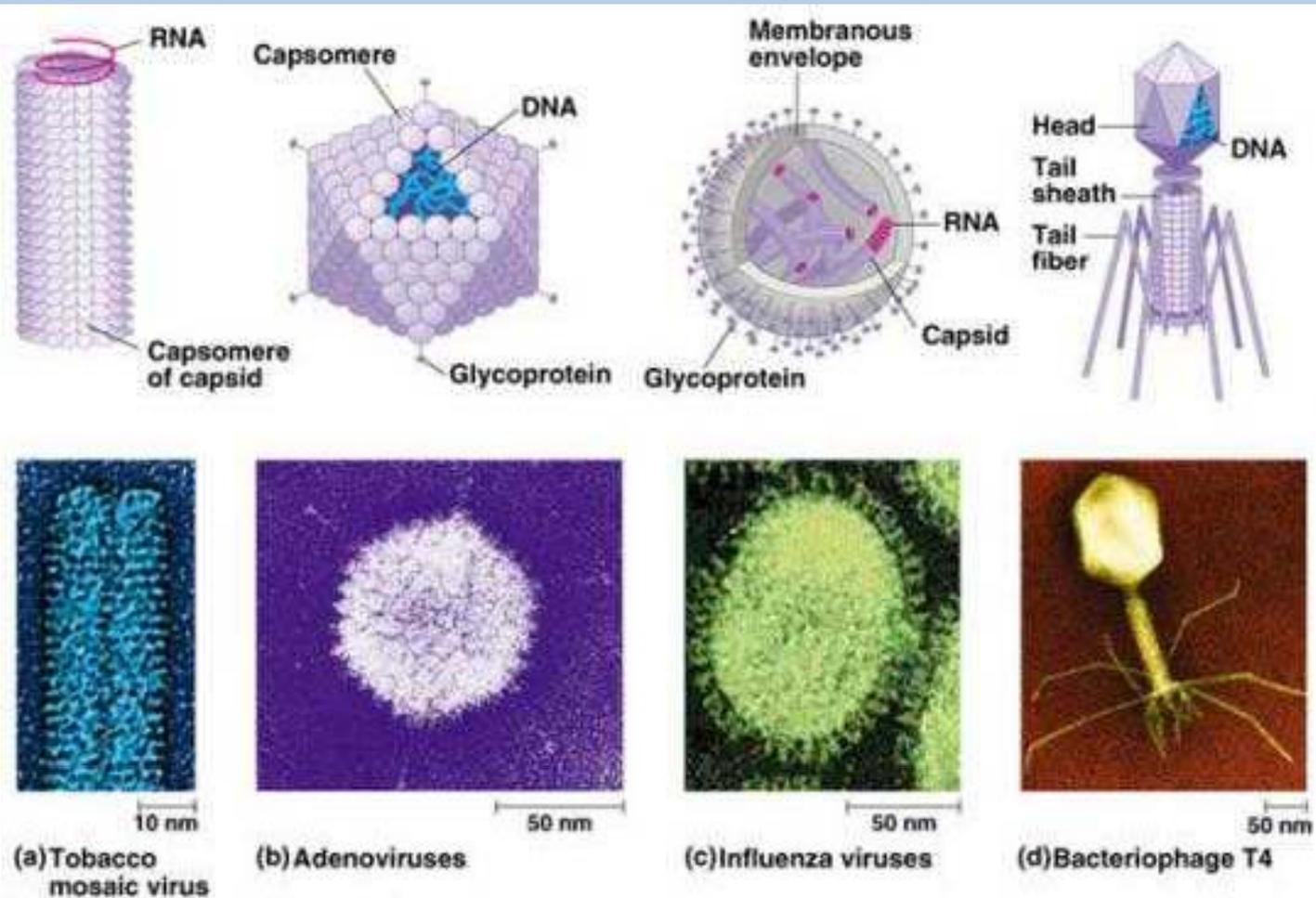


A.2. Constituants et forme

- La plupart des virus ont une forme globale:
 - **Hélicoïdale** (bâtonnet ou filament)
 - **Isométrique** (plus ou moins sphérique)
 - **Icosaèdre** (Structure à 20 facettes triangulaires équilatérales)



A.2. Constituants et forme



A.3. Multiplication

Les virus ne peuvent se multiplier qu'au sein de cellules vivantes, par **réplication** de leur acide nucléique.

Infection d'une cellule par un virus, puis la multiplication du virus peuvent se résumer en **différentes étapes**.

- 1) **Adsorption** du virus au contact de la membrane de la cellule infectée, grâce à des récepteurs spécifiques
- 2) **Pénétration** dans la cellule
- 3) **Décapsidation** (libération de l'acide nucléique)
- 4) **Réplication** du génome viral
- 5) **Synthèse de protéines** virales
- 6) **Assemblage et encapsidation** des particules virales produites
- 7) **Libération des virions** hors de la cellule-hôte

Toutefois, après pénétration du virus dans la cellule, ces étapes peuvent différer selon la nature du virus en question et notamment selon qu'il s'agit d'un virus à ADN ou d'un virus à ARN.

A.3. Multiplication

Life cycle of HIV-1

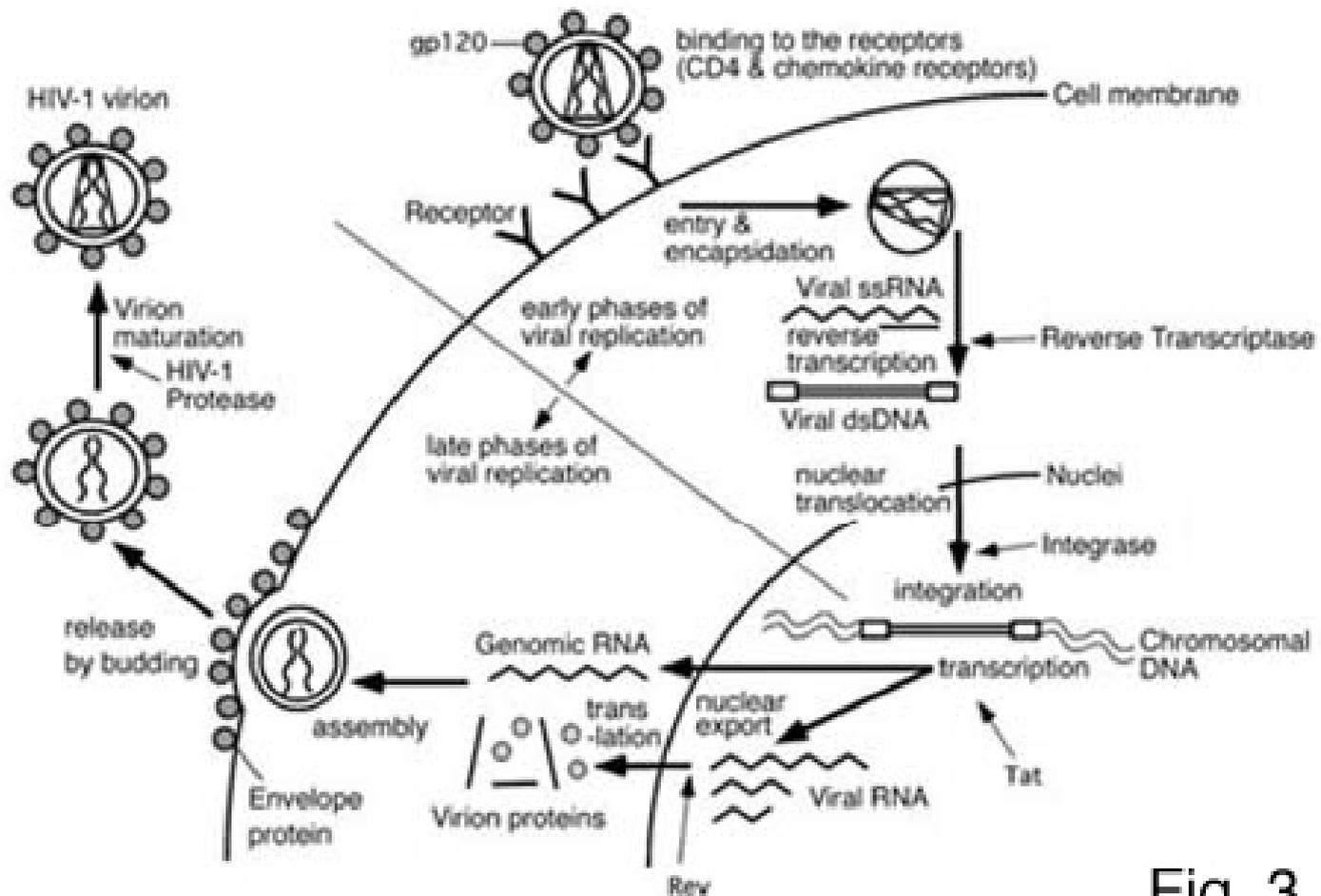


Fig. 3



Entités biologiques importantes:

- **Grippe** : probablement le virus responsable du plus grand nombre de morts dans l'histoire de l'humanité. 22 millions de morts en 18 mois (1918 - 1919)
- **Sida**: 28 millions de morts depuis 1981
- **Variole, Polio, Varicelle, Ebola, etc.**

A.4. Effets indésirables

- Le virus pénètre dans une cellule hôte spécifique et prend le contrôle de ses fonctions normales – **détournement de sa machinerie génétique**
- **Effets cytopathogènes** : dégénérescence et anomalie cellulaires liées à la présence d'un virus se multipliant dans une cellule.
 - Les capacités de synthèse des protéines des cellules infectées peuvent être inhibées
 - La chromatine est fragmentée par des enzymes virales
 - Des particules virales s'accumulent dans le cytoplasme ou le noyau des cellules infectées

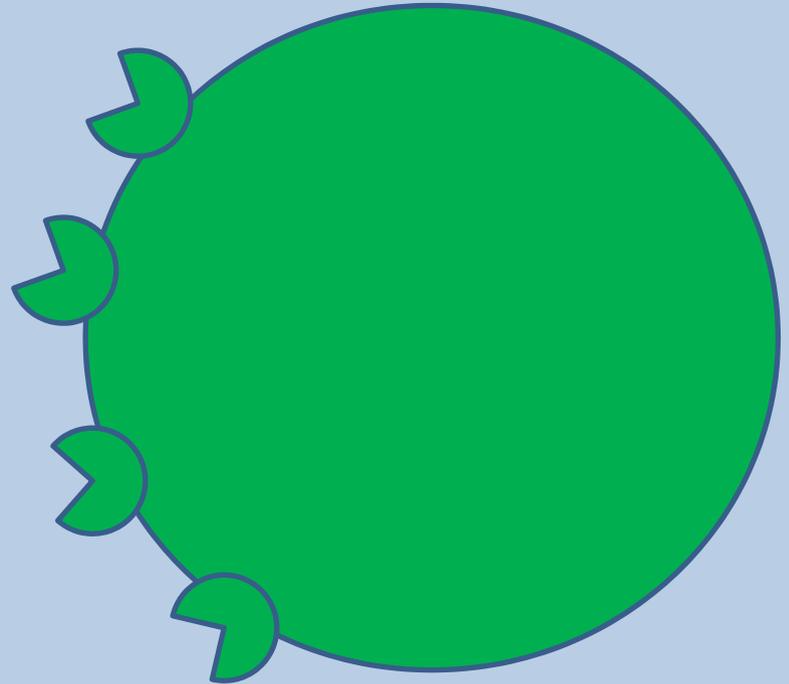
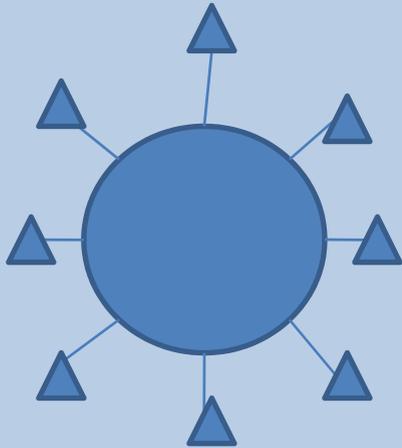


Lyse et la mort des cellules hôtes (Cas du SIDA)

- **Effets oncogènes** : Intégration du génome viral dans le génome cellulaire et transformation cellulaire virale. Les rétrovirus, en s'intégrant dans le génome cellulaire, peuvent devenir tumorigène et possèdent donc la capacité d'entraîner des cancers.

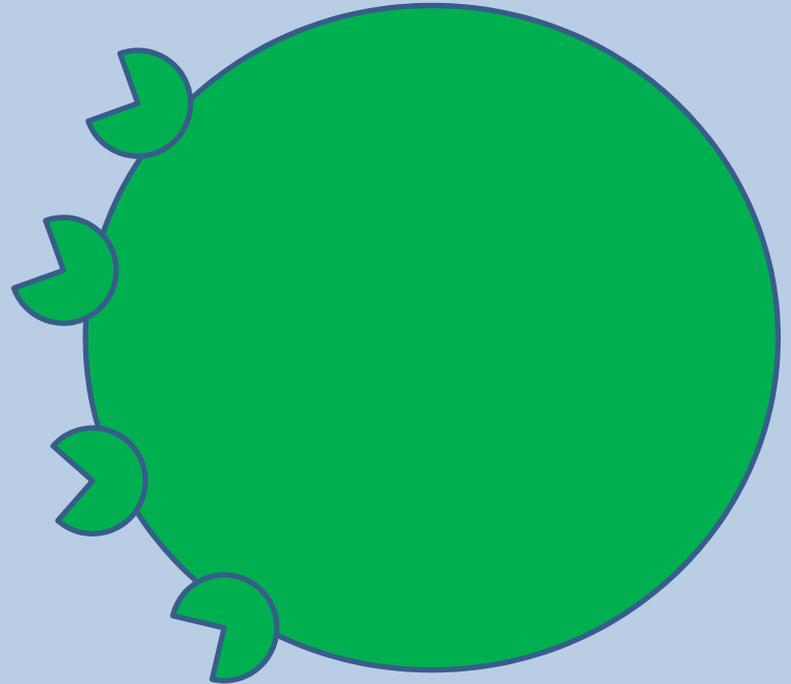
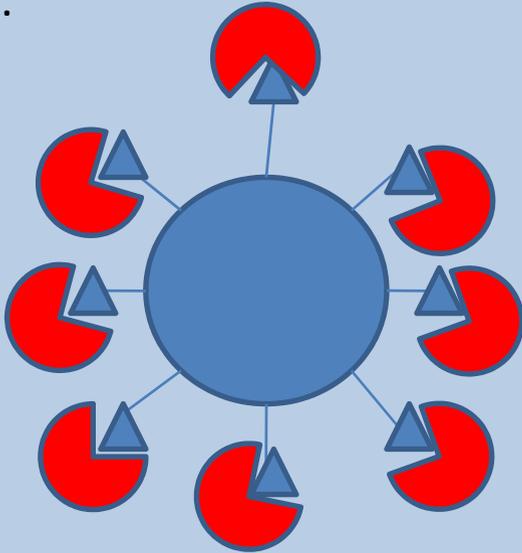
A.5. Traitements

Les **antiviraux** : ils désignent une molécule perturbant le cycle de réplication d'un ou de plusieurs virus, permettant ainsi de ralentir mais rarement d'arrêter une infection virale.



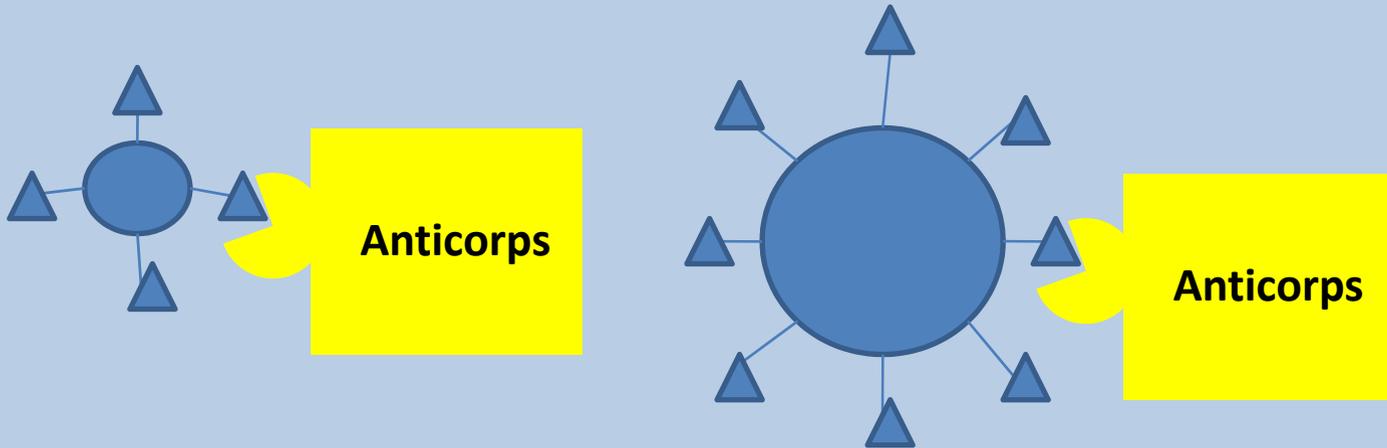
A.5. Traitements

Les **antiviraux** : ils désignent une molécule perturbant le cycle de réplication d'un ou de plusieurs virus, permettant ainsi de ralentir mais rarement d'arrêter une infection virale.



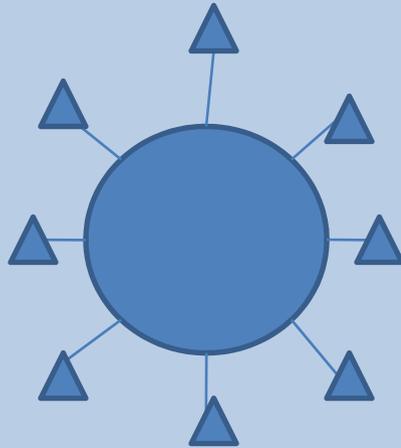
A.5. Traitements

La **vaccination** : elle désigne un procédé consistant à introduire un agent extérieur (le vaccin) dans un organisme vivant afin de créer une réaction immunitaire positive contre une maladie infectieuse. La substance active d'un vaccin est un antigène destiné à stimuler les défenses naturelles de l'organisme (le système immunitaire).



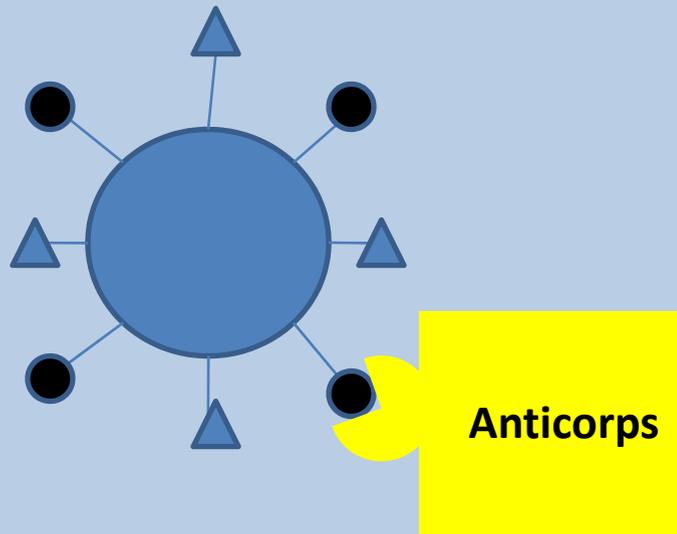
A.6. Difficultés

Mutation et recombinaison



A.6. Difficultés

Mutation et recombinaison



B. Les virus de l'abeille domestique

B. Les virus de l'abeille **domestique**

B.1. Diversité et classification

B.2. Répartition mondiale

B.3. Pertinence, virulence et facteurs favorisants

B.4. Transmission et localisation dans les tissus

B.5. Symptomatologie

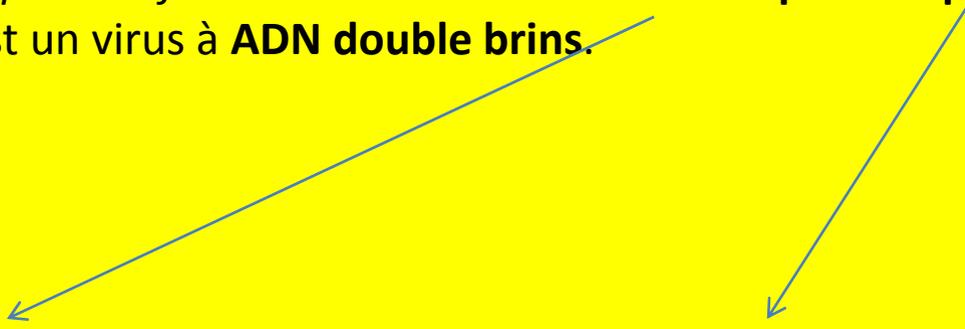
B.1. Diversité et classification

On compte actuellement une vingtaine de virus chez *Apis mellifera*:

- Acute Bee Paralysis Virus – ABPV
- *Apis cerana* iridescent virus – AIV
- Arkansas Bee Virus – ArkBV
- Berkeley Bee Picornavirus – BBPV
- Black Queen Cell Virus – BQCV
- Bee Virus X – BVX
- Bee Virus Y – BVY
- Chronic Bee Paralysis Virus – CBPV
- CBPV Associate Satellite – CBPVA
- Cloudy Wing Virus – CWV
- Deformed Wing Virus – DWV
- Egypt Bee Virus – EgBV
- Filamentous virus – FV
- Kashmir Bee Virus – KBV
- Kakugo Virus – KV
- Slow Bee Paralysis Virus – SBPV
- Sacbrood Virus – SBV
- Israeli Acute Paralysis Virus – IAPV

B.1. Diversité et classification

Tous les virus de l'abeille *Apis mellifera* L. sont des virus à **ARN simple brin positif** excepté le **virus filamenteux** qui est un virus à **ADN double brins**.



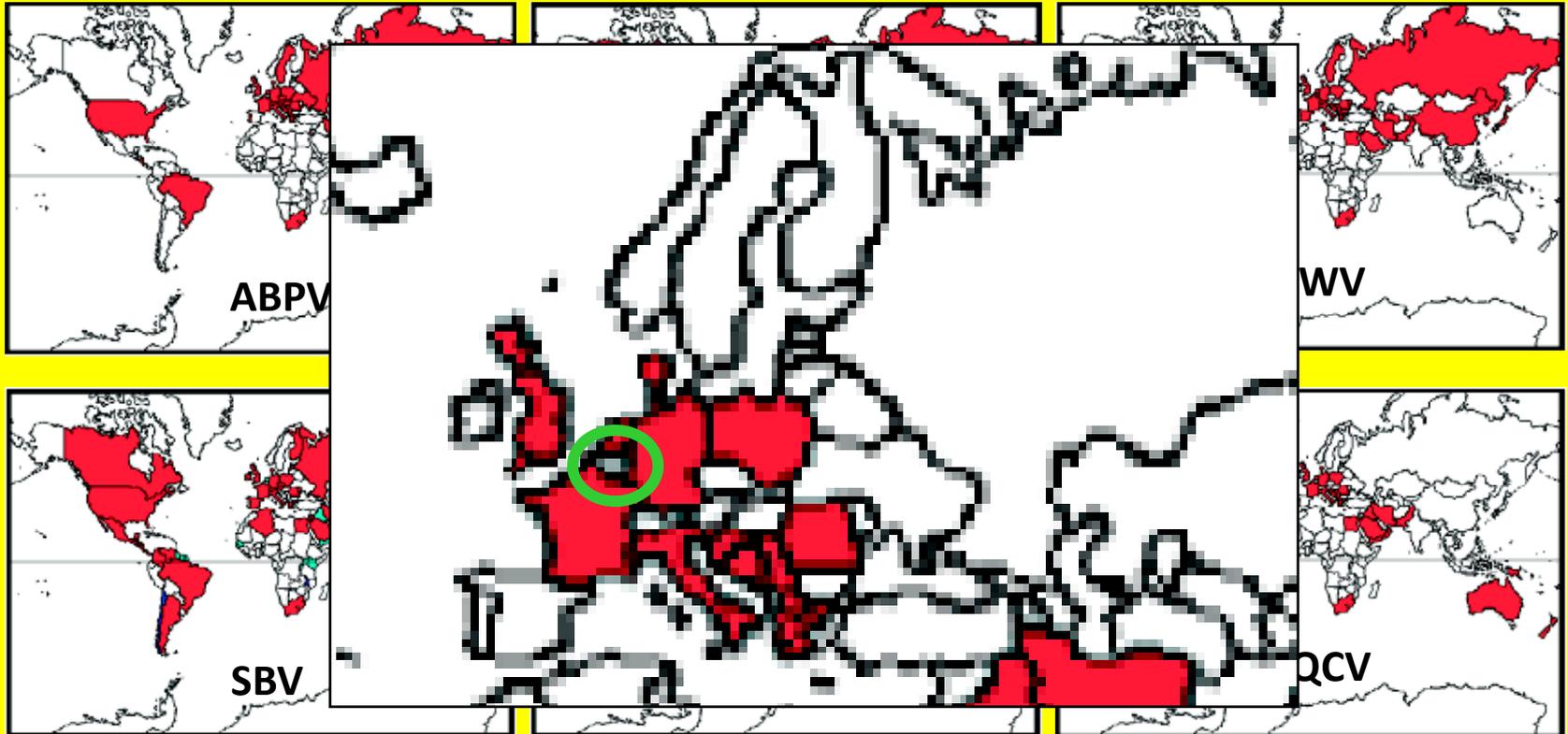
Taux de mutation élevé

Infection rapide

B.1. Diversité et classification

| Famille | Genre | Espèce |
|------------------------|-------------------|------------------------------------|
| n.d. | n.d. | Chronic bee paralysis virus (CBPV) |
| n.d. | <i>Iflavirus</i> | Sacbrood virus (SBV) |
| | n.d. | Deformed wing virus (DWV) |
| <i>Dicistroviridae</i> | <i>Cripavirus</i> | Black queen cell virus (BQCV) |
| | n.d. | Acute bee paralysis virus (ABPV) |
| | | Kashmir bee virus (KBV) |

B.2. Répartition mondiale



B.3. Pertinence, virulence et facteurs favorisants

Tous les virus n'ont pas la même pertinence. Pourquoi?

- Certains ne sont pas dans notre aire de distribution
- Certains n'ont pas pour hôte *Apis mellifera*
- Certains présentent une faible pathogénicité
- Certains ont un très faible taux de multiplication
- Certains sont dépendant d'une association avec un autre pathogène peu fréquent
- Certains sont symptomatiques

B.3. Pertinence, virulence et facteurs favorisants

- La plupart des virus sont présents dans les colonies à l'état d'infection inapparente

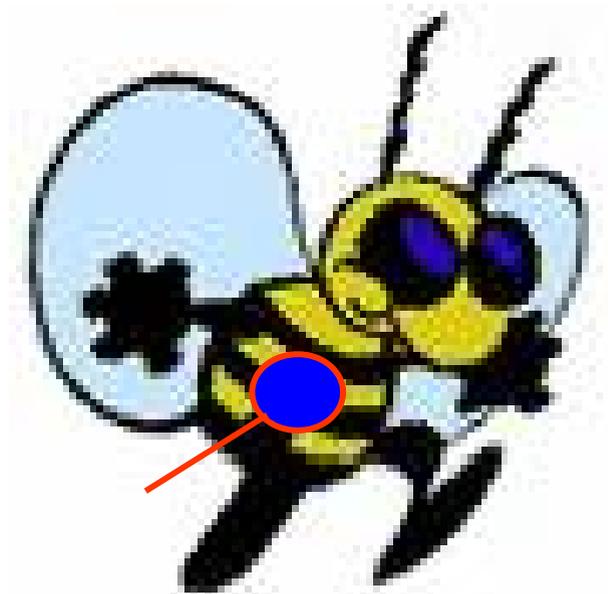
⇒ Les abeilles sont porteuses de virus au stade latent mais sans développer de symptômes. (Ball, 1996)

- Certains symptômes ne sont pas spécifiques d'une infection virale et peuvent être confondus. Ex: abeilles rampantes, abeilles tremblantes (Ribièrè et al., 2000)
- Les symptômes précis sont rares (Ribièrè et al., 2000)

⇒ Les diagnostics visuels sont difficiles

B.3. Pertinence, virulence et facteurs favorisants

On retrouve des virus partout, pourquoi n'observe t'on pas nécessairement de mortalité ?



B.3. Pertinence, virulence et facteurs favorisants

On retrouve des virus partout, pourquoi n'observe t'on pas nécessairement de mortalité ?



B.3. Pertinence, virulence et facteurs favorisants

On retrouve des virus partout, pourquoi n'observe t'on pas nécessairement de mortalité ?



B.3. Pertinence, virulence et facteurs favorisants

On retrouve des virus partout, pourquoi n'observe t'on pas nécessairement de mortalité ?



B.3. Pertinence, virulence et facteurs favorisants

On retrouve des virus partout, pourquoi n'observe t'on pas nécessairement de mortalité ?

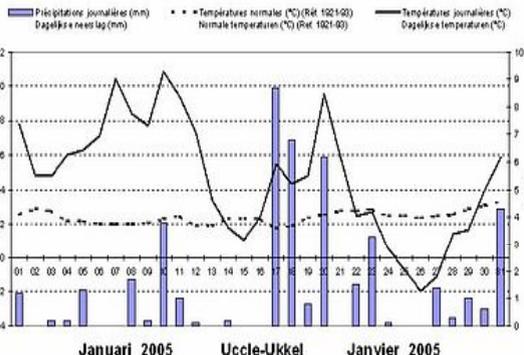
Des facteurs favorisent le passage du stade latent au stade clinique. Les conditions de stress peuvent devenir des facteurs prédisposant au déclenchement de la maladie. Parmi celles-ci, on retrouve notamment:

- le climat (Chen et al, 2005)
- l'état de la reine (Chen et al, 2005)
- la disponibilité en nourriture (Allen & Ball, 1996)
- la présence d'autres pathogènes vecteurs, activateurs ou immuno-dépresseurs (Ball & Allen, 1988)
- l'héritage génétique (Kulincevic & Rothenbulher, 1975; Rinderer et al., 1975)
- Une trop forte densité de colonies (Ball, 1999; Berthoud *et al.*, 2005)



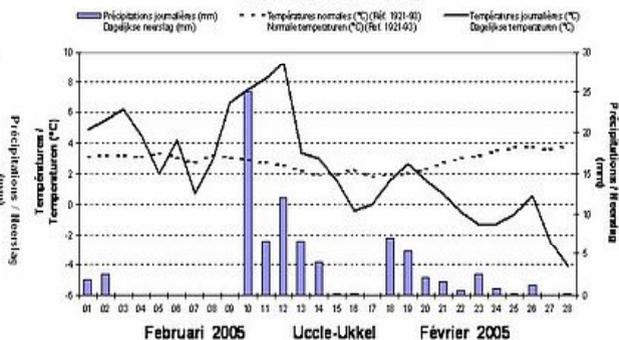
Températures et Précipitations

Températures en Neerslag



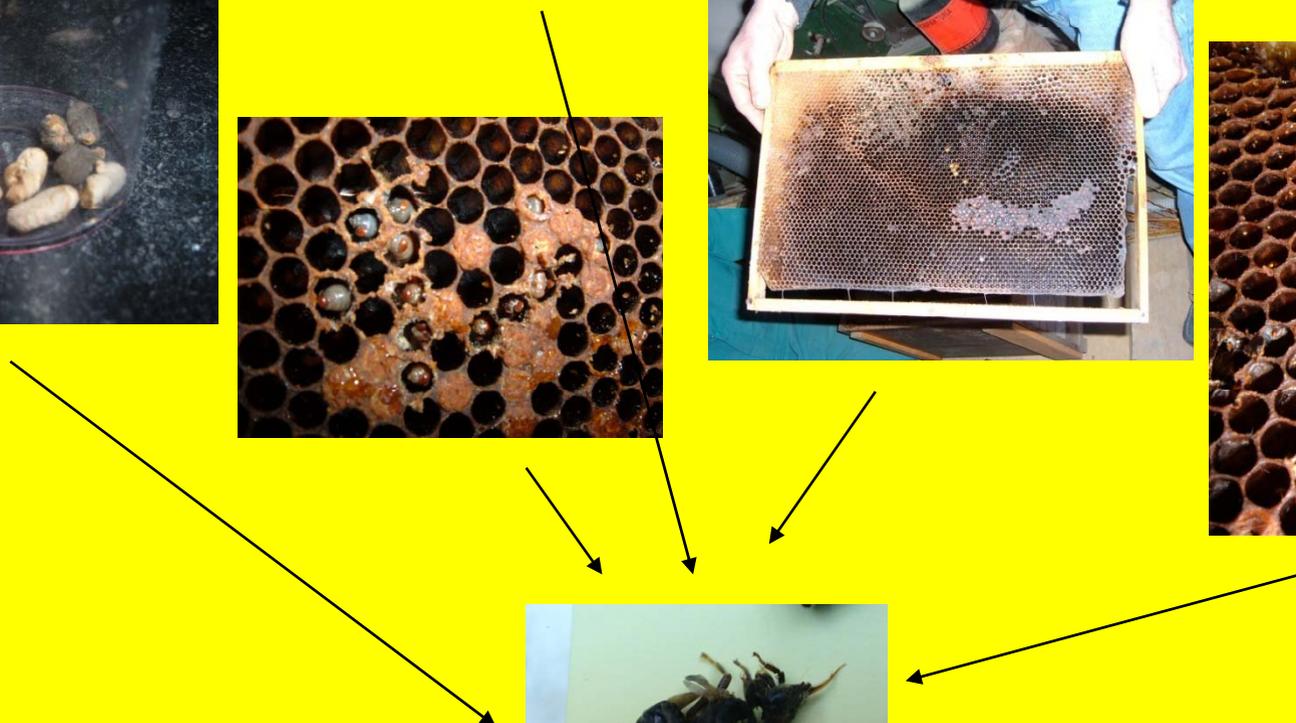
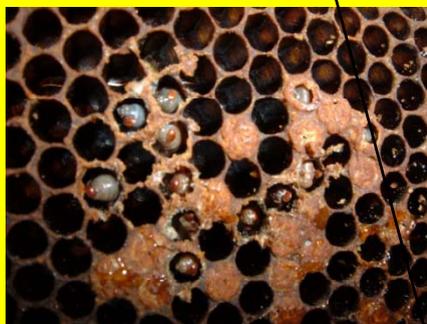
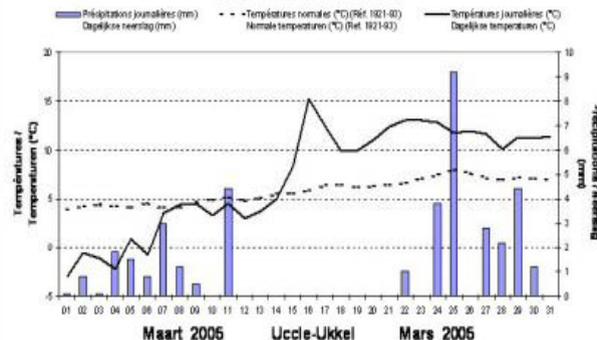
Températures et Précipitations

Températures en Neerslag



Températures et Précipitations

Températures en Neerslag



B.4. Transmission et localisations dans les tissus

- Les virus sont des parasites intracellulaires obligatoires
- Ils sont incapables de se répliquer à l'aide de leur seul matériel génétique et doivent détourner la machinerie cellulaire de leur hôte

B.4. Transmission et localisations dans les tissus

Il est important de connaître le mode de transmission des virus

Dissémination

Persistance dans une population

Transmission Horizontale

 Même génération

Transmission Verticale

 Générations différentes
(faible virulence)

1. Introduction aux virus de l'abeille domestique

b. Transmission et localisation dans les tissus

- **Transmission horizontale**

- directe**

- nourriture

- accouplement

- contact – dérive – pillage

- indirecte**

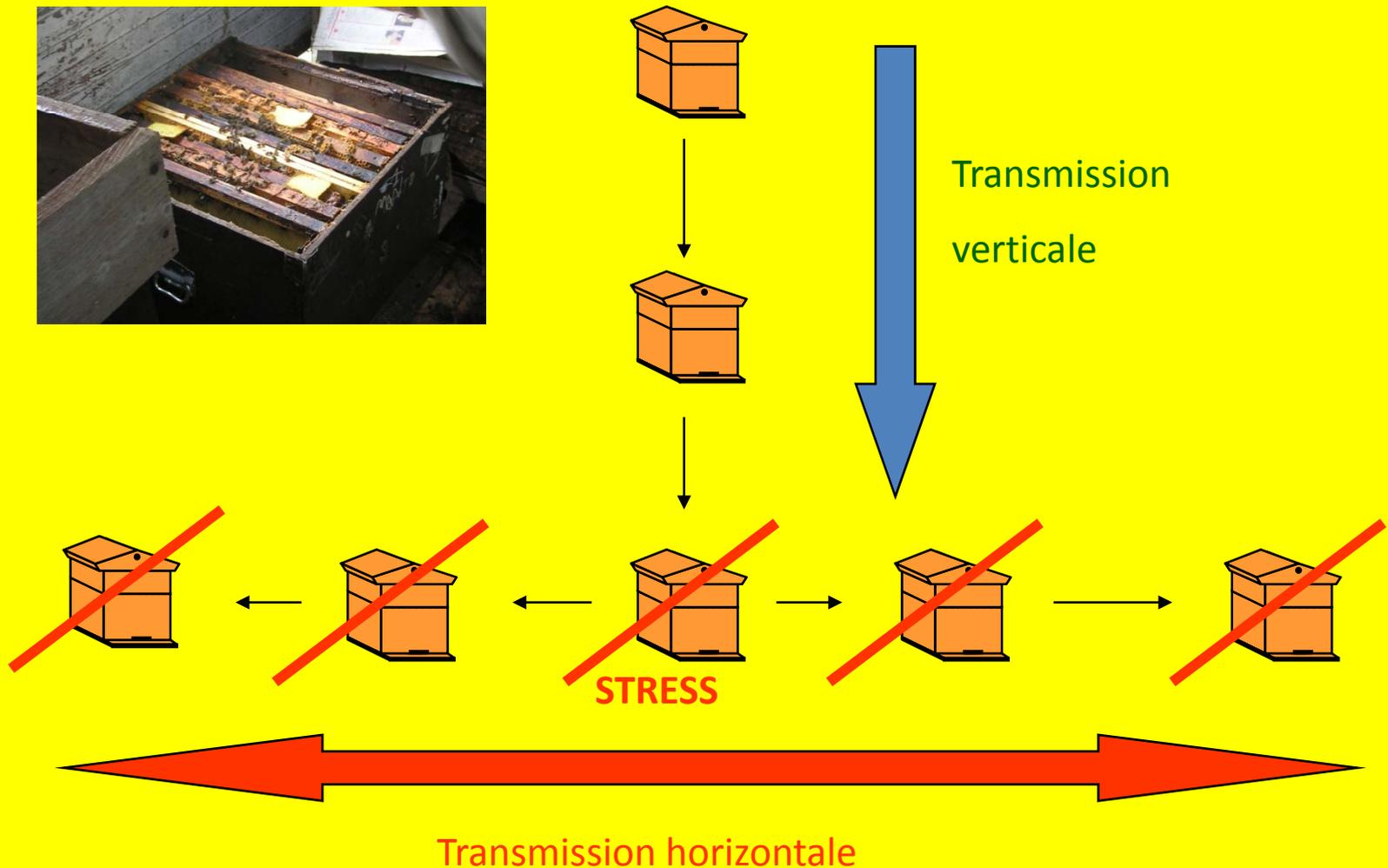
- varroa

- **Transmission verticale**

- reine – couvain

1. Introduction aux virus de l'abeille domestique

b. Transmission et localisation dans les tissus



| Indice de | Présence | CBPV | ABPV | DWV | SBV | BQCV | KBV |
|--|--|---|--|--|---|-----------------------------|---|
| transmission par <i>Varroa destructor</i> | Chez <i>Varroa destructor</i> | | Bakonyi et al., 2002a Chante-annakul et al., 2006 Chen et al., 2006a Shen et al., 2005b | Chen et al., 2005a Chante-annakul et al., 2006 Shen et al., 2005a,b Tentschew et al., 2004a Yue et Ganarich, 2005 | Chen et al., 2005b Chante-annakul et al., 2006 Shen et al., 2005a,b | Chante-annakul et al., 2006 | Chen et al., 2004b Chante-annakul et al., 2006 Shen et al., 2005a,b |
| transmission par la nourriture et voie digestive | Dans les sources de nourriture : - miel | | | Chen et al., 2006a | Chen et al., 2006a Shen et al., 2005a | | Chen et al., 2006a Shen et al., 2005a |
| | - pollen | Chen et al., 2006a | Bailey, 1970 Chen et al., 2006a | Chen et al., 2006a | Chen et al., 2006a Shen et al., 2005a | Chen et al., 2006a | Chen et al., 2006a Shen et al., 2005a |
| | - gelée royale | | | | Chen et al., 2006a Shen et al., 2005a | | Chen et al., 2006a Shen et al., 2005a |
| | - nourriture du couvain | | | Yue et al., 2005, 2006 | Shen et al., 2005a | | Shen et al., 2005a |
| | Dans les fèces | | Bailey et Gibbs, 1964 | Shen et al., 2006b | | Chen et al., 2006b | Hung, 2000 |
| Dans les tissus du système digestif | Balf, 1999b Blanchard et al., 2007 | | | Chen et al., 2005b Chen et al., 2006b Fievet et al., 2006 | Bailey, 1969 | Chen et al., 2006b | Dall, 1987 |
| Dans les glandes - hypopharyngiennes | Balf, 1999b | | Bailey et Milne, 1969 | | Bailey, 1969 Bailey et Fernando, 1972 | | |
| - labiales | Bailey, 1970 Balf, 1999b | | Bailey et Balf, 1991, cités par Yue et al., 2006 | | | | |
| transmission verticale | Dans l'appareil reproducteur femelle : - spermathèque - ovaires | | | Chen et al., 2006b Chen et al., 2006b Fievet et al., 2006 | Chen et al., 2005a Shen et al., 2005a | Chen et al., 2006b | Chen et al., 2006b Shen et al., 2005a |
| | Dans les œufs | Blanchard et al., 2007 Chen et al., 2006b | | Chen et al., 2005a Chen et al., 2006b | Chen et al., 2005b Chen et al., 2006b | Chen et al., 2006b | Chen et al., 2005b Chen et al., 2006b Shen et al., 2005a |
| transmission vénérienne | Dans l'appareil reproducteur mâle : - testicules - glandes à mucus - vésicules séminales - sperme | | | Fievet et al., 2006 Fievet et al., 2006 Fievet et al., 2006 Yue et al., 2006 Fievet et al., 2006 Yue et al., 2006 | | | |
| | Dans le système nerveux : - cerveau - ganglions | Blanchard et al., 2007 Grauffat et al., 1987 | | | | Bailey et Fernando, 1972 | |
| | Dans l'hémolymphe | Blanchard et al., 2007 Chen et al., 2006b | | Chen et al., 2006b | Chen et al., 2005b | Chen et al., 2005b | Chen et al., 2005b |

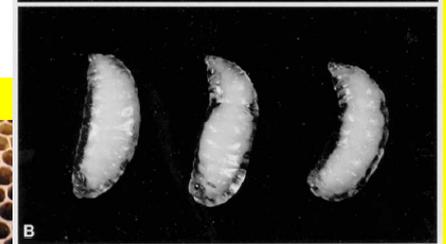
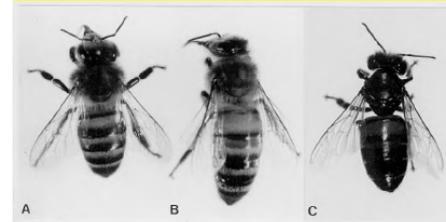


B.5. Symptomatologie

| | Colonies + | Ruchers + | Corré à la présence de <i>Varroa destructor</i> | Reconnu mortel au niveau des colonies | Symptômes principaux |
|------|------------|-----------|---|---------------------------------------|--|
| BPV* | 6% | 8% | + | + | Abeilles ne volent plus, puis meurent en 2 ou 3 jours. |
| KBV* | 33% | 47% | + | + | Absence de symptôme, mortalité. |
| DWV | 49% | 64% | + | + | Déformation des ailes, abdomens raccourcis, décolorés et mortalité. Abondance en automne. |
| SBV | 53% | 69% | + | - | Larve sous forme d'un sac rempli de liquide ecdysial, blanc perlé à jaune pâle. Mortalité, brunissement puis dessèchement de la tête et de la région thoracique et finalement formation d'une écaille aplatie et gondolée. |
| CBPV | 56% | 69% | - | + | Type1: abeilles tremblantes, rampantes, incapables de voler. Déploiement des ailes asymétriques et mort. Les colonies fortement touchées s'effondrent brusquement, particulièrement en été, laissant la reine seule avec quelques abeilles épargnées. Type2: abeilles perdent leurs poils, deviennent foncées, noires et brillantes. Puis ne savent plus voler, tremblent et meurent. |
| QCV | 61% | 75% | + | +/- | Mortalité des larves royales et mélanisation des cellules. |

*virus génétiquement proche de FIAPV.

BPV : Acute Bee Paralysis Virus
 KBV : Kashmir Bee Virus
 DWV : Deformed Wing Virus
 SBV : Sacbrood Virus
 CBPV : Chronic Bee Paralysis Virus
 QCV : Black Queen-Cell Virus



C. Les virus de l'abeille domestique **en Belgique**

C. Les virus de l'abeille domestique **en Belgique**

C.1. Méthodes de détection et mise au point

C.2. Etude 1 – Prélèvement automne 2007

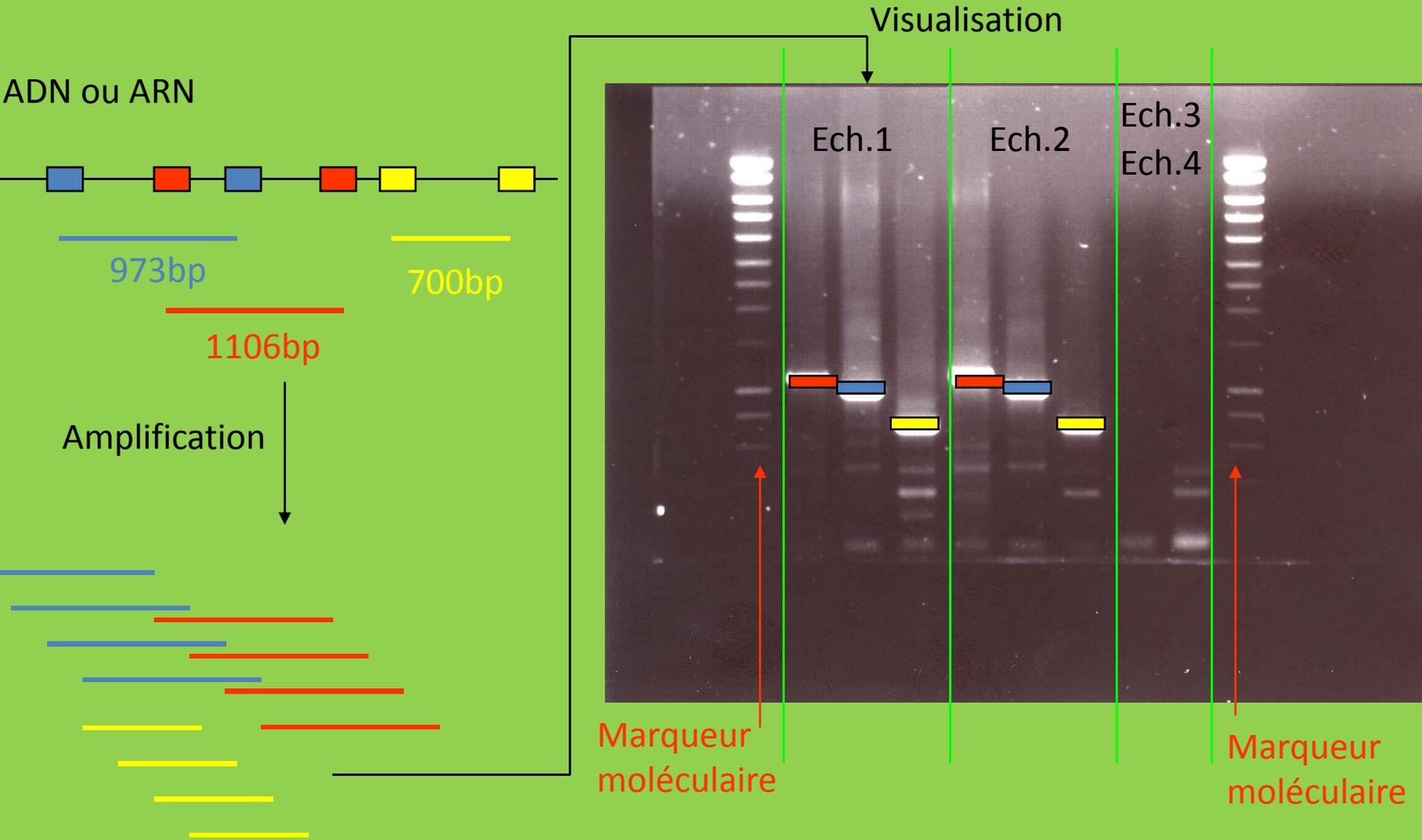
C.3. Etude 2 – Prélèvement printemps 2009

C.1. Méthode de détection et mise au point

- Sur base du protocole de l'Unité de Pathologie de l'abeille AFSSA Sophia Antipolis
- Broyage (Tenbroeck 7ml)
- Centrifugation (2)
- Extraction ARN viral (High Pure Viral RNA kit, Roche)
- Transcription inverse (RT)
- PCR (Amorces spécifiques pour chaque virus)
- Electrophorèse et visualisation
- Séquençage



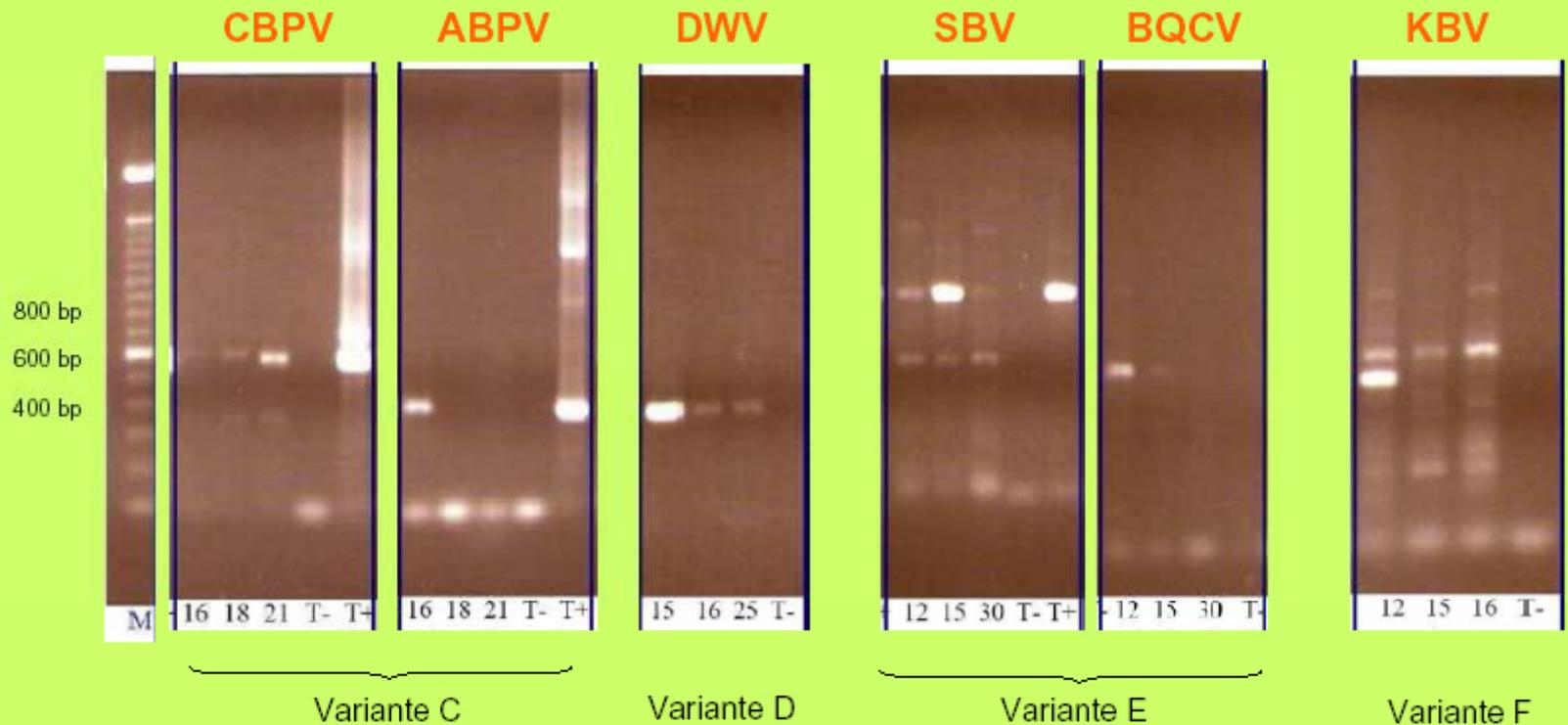
C.1. Méthode de détection et mise au point



C.1. Méthode de détection et mise au point

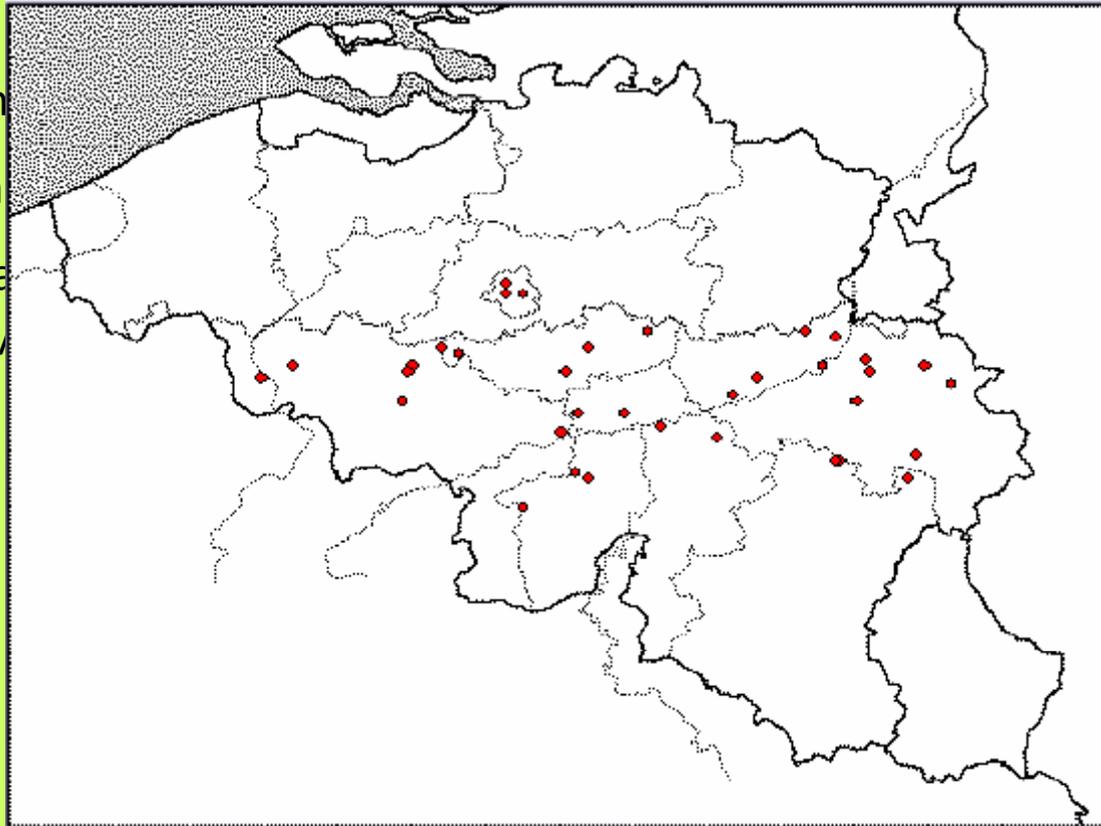
Résultats

- Au total, 6 variantes testées et 4 retenues



Prélèvements et comptages

- 36 ruches
- 2 colonies
- Comptage
abeilles,



Evaluation de la présence de 6 virus

- 36 ruchers en Wallonie et à Bruxelles
- RT-PCR pour 6 virus :
 - Chronic Bee Paralysis Virus (CBPV)
 - Acute Bee Paralysis Virus (ABPV)
 - Deformed Wing Virus (DWV)
 - Sacbrood Virus (SBV)
 - Black Queen-cell Virus (BQCV)
 - Kashmir Bee Virus (KBV)
- Nombre de varroas sur 50 abeilles
- Mortalité au printemps 2007

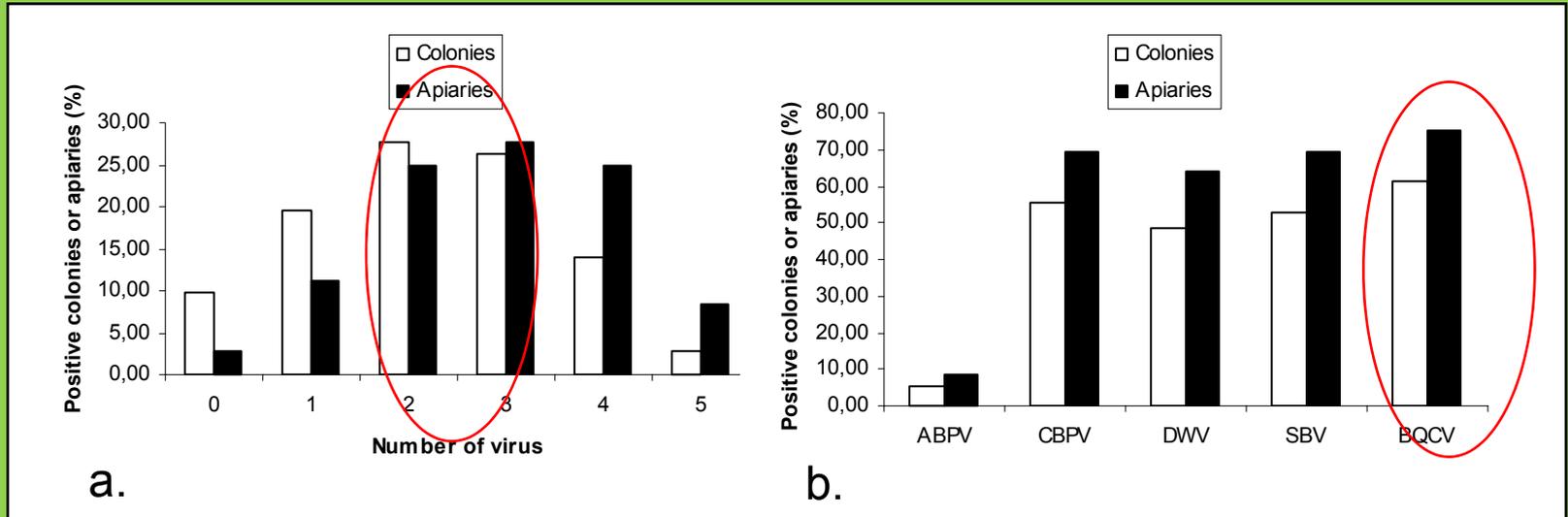
C.2. Etude 1 – Prélèvement automne 2007

- Tous les virus détectés

| | CBPV | ABPV | DWV | SBV | BQCV | KBV |
|-----------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|
| colonies | 56 % | 6 % | 49 % | 53 % | 61 % | 33 % |
| ruchers | 69 % | 8 % | 64 % | 69 % | 75 % | 47 % |

C.2. Etude 1 – Prélèvement automne 2007

La majorité des colonies contient 2 ou 3 virus



Le BQCV est le virus le plus présent



C.2. Etude 1 – Prélèvement automne 2007

- Interactions par couple de virus

Valeur p des tests χ^2 d'indépendance pour chaque couple de virus (au niveau de la colonie)

| | ABPV | DWV | SBV | BQCV | KBV |
|------|------|-------|-------|-------|-------|
| CBPV | - | 0,797 | 0,929 | 0,786 | 0,989 |
| ABPV | - | - | - | - | - |
| DWV | | | 0,93 | 0,594 | 0,989 |
| SBV | | | | 0,787 | 0,988 |
| BQCV | | | | | 0,988 |



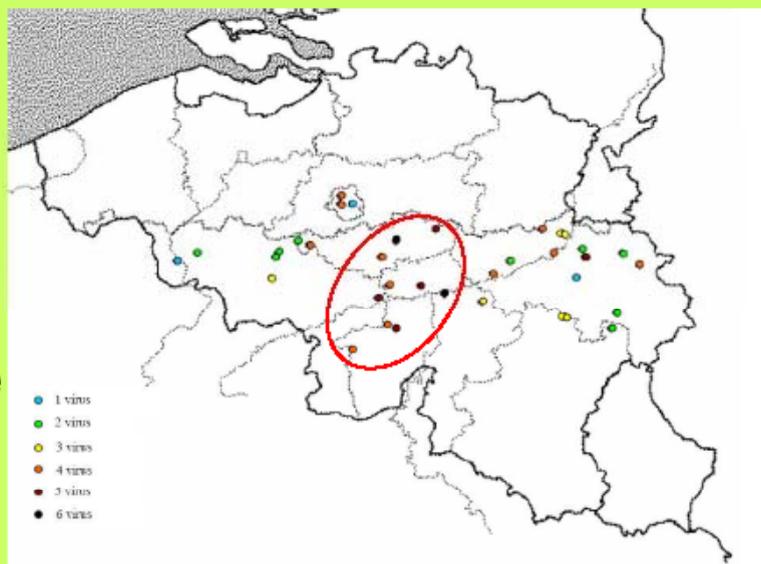
$p > 0,05$ donc distributions indépendantes

Evaluation de la présence des virus et répartition

- Répartition **individuelle**
 - Chaque virus présent dans toutes les provinces
- Distribution du **nombre de virus** dans les ruchers



Zone où les ruchers sont atteints par un nombre supérieur de virus (4, 5 ou 6)



C.2. Etude 1 – Prélèvement automne 2007

TABLE 2. Results of mortality rates in the winter, presence of colony without queen in the season 2006 -2007, detection of CBPV, ABPV, DWV, SBV and BQCV from 36 apiaries and number of phoretic varroas per 50 bees collected in two colonies per apiary

| Apiary | Colony | Number of varroa per 50 bees | CBPV | ABPV | DWV | SBV | BQCV | Mortality rate (%) | Presence of colony without queen |
|--------|--------|------------------------------|------|------|-----|-----|------|--------------------|----------------------------------|
| 1 | B56 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| | B55 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 2 | B5 | 1 | - | - | + | - | - | 0.00 | - |
| | B6 | 4 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 3 | B8 | 0 | - | - | - | - | + | 0.00 | - |
| | B9 | 3 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 4 | B57 | 7 | + | - | - | - | - | 0.00 | - |
| | B34 | 2 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 5 | B52 | 1 | - | - | - | + | - | 0.00 | - |
| | B53 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 6 | B1 | 4 | + | - | + | - | - | 0.00 | - |
| | B2 | 1 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 7 | B31 | 0 | + | - | + | - | - | 0.00 | - |
| | B54 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 8 | B52 | 1 | + | - | - | + | - | 0.00 | - |
| | B53 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 9 | B38 | 1 | + | - | - | + | - | 0.00 | - |
| | B30 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 10 | B21 | 1 | + | - | - | - | + | 0.00 | + |
| | B22 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 11 | B3 | 0 | - | - | + | - | + | 0.00 | + |
| | B7 | 8 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 12 | B72 | 1 | - | - | - | + | + | 16.67 | + |
| | B73 | 2 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 13 | B70 | 0 | - | - | + | - | + | 0.00 | - |
| | B71 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 14 | B68 | 0 | - | - | - | + | + | 0.00 | - |
| | B69 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 15 | B51 | 1 | + | - | + | - | + | 0.00 | + |
| | B29 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 16 | B14 | 0 | + | - | + | - | + | 0.00 | - |
| | B19 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 17 | B35 | 1 | + | - | - | + | + | 4.17 | - |
| | B48 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 18 | B62 | 1 | + | - | - | + | + | 0.00 | - |
| | B65 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 19 | B40 | 2 | + | - | + | + | - | 0.00 | - |
| | B41 | 10 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 20 | B32 | 0 | + | - | - | + | + | 0.00 | + |
| | B50 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 21 | B47 | 1 | + | - | - | + | + | 0.00 | - |
| | B33 | 3 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 22 | B66 | 1 | - | - | + | + | + | 0.00 | - |
| | B67 | 13 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 23 | B58 | 0 | - | - | + | + | + | 0.00 | + |
| | B60 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 24 | B11 | 1 | - | - | + | + | + | 0.00 | - |
| | B12 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 25 | B10 | 0 | + | - | + | + | + | 0.00 | - |
| | B13 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 26 | B17 | 0 | + | - | + | + | + | 42.86 | + |
| | B28 | 4 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 27 | B46 | 1 | + | - | + | + | + | 40.00 | + |
| | B49 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 28 | B63 | 0 | + | - | + | + | + | 0.00 | - |
| | B64 | 1 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 29 | B42 | 0 | + | - | + | + | + | 0.00 | - |
| | B43 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 30 | B37 | 0 | + | - | + | + | + | 0.00 | + |
| | B25 | 0 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 31 | B18 | 2 | + | - | + | + | + | 0.00 | + |
| | B20 | 4 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 32 | B23 | 0 | + | - | + | + | + | 0.00 | + |
| | B24 | 1 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 33 | B44 | 0 | + | - | + | + | + | 0.00 | + |
| | B45 | 2 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 34 | B36 | 10 | + | + | + | + | + | 14.29 | + |
| | B27 | 6 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 35 | B15 | 2 | + | + | + | + | + | 83.33 | - |
| | B16 | 8 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |
| 36 | B26 | 17 | + | + | + | + | + | 33.33 | - |
| | B20 | 19 | - | - | - | - | - | 0.00 | - |

Virus - Mortalité

Relation entre la présence de virus et la mortalité constatée

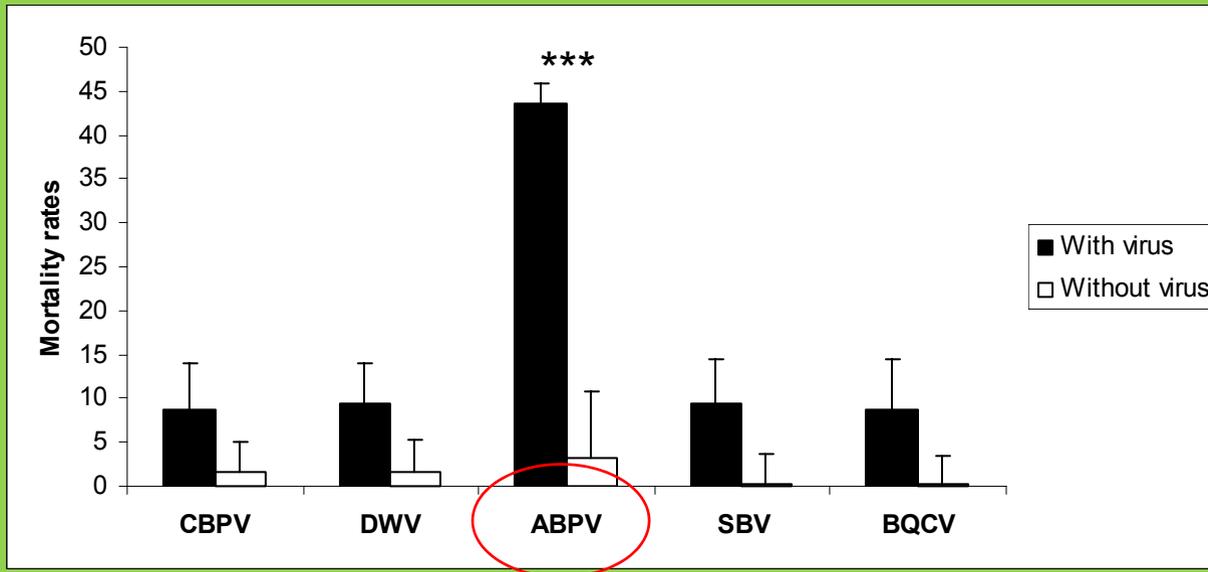
- Corrélation entre le taux de présence d'un virus au sein des ruchers (0, 1 ou 2) et la mortalité

Valeur des coefficients de corrélation et valeurs p associées

| | r | Valeur p |
|------|----------|------------------------------|
| CBPV | 0,257 | 0,130 |
| ABPV | 0,568 | 0,000 |
| DWV | 0,225 | 0,186 |
| SBV | 0,316 | 0,060 |
| BQCV | 0,065 | 0,705 |
| KBV | 0,157 | 0,361 |

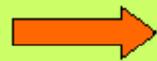
C.2. Etude 1 – Prélèvement automne 2007

La mortalité a un lien significatif avec l'ABPV



Relation entre la présence de virus et la mortalité constatée

- Corrélation entre le nombre de virus et la mortalité



Au niveau colonie : $r = 0,392$; $p = 0,001$

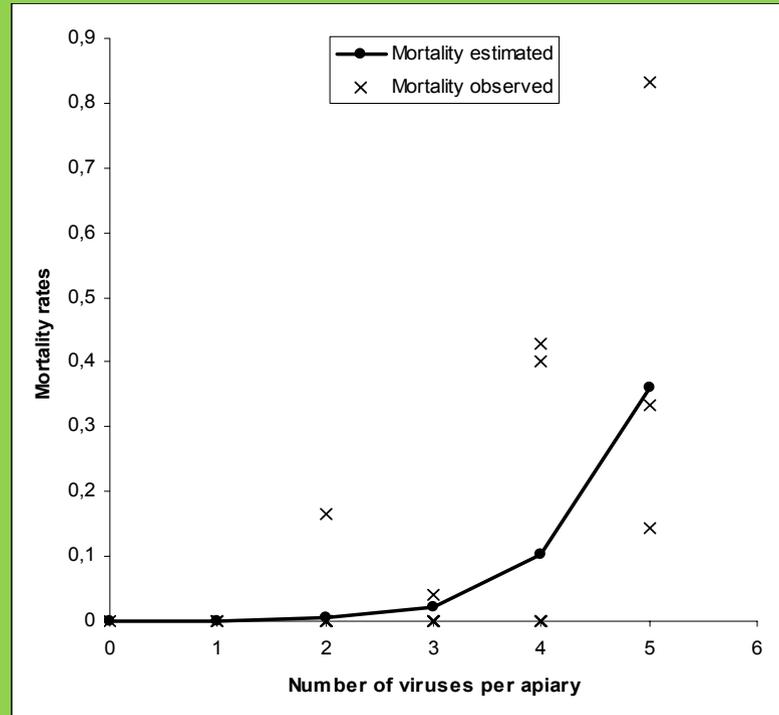
Au niveau rucher : $r = 0,438$; $p = 0,008$

Mais $R^2 = 15$ et 19 %

Facteur « nombre de virus » ne peut expliquer
seul la mortalité constatée

C.2. Etude 1 – Prélèvement automne 2007

Le taux de mortalité est lié au nombre de virus par rucher

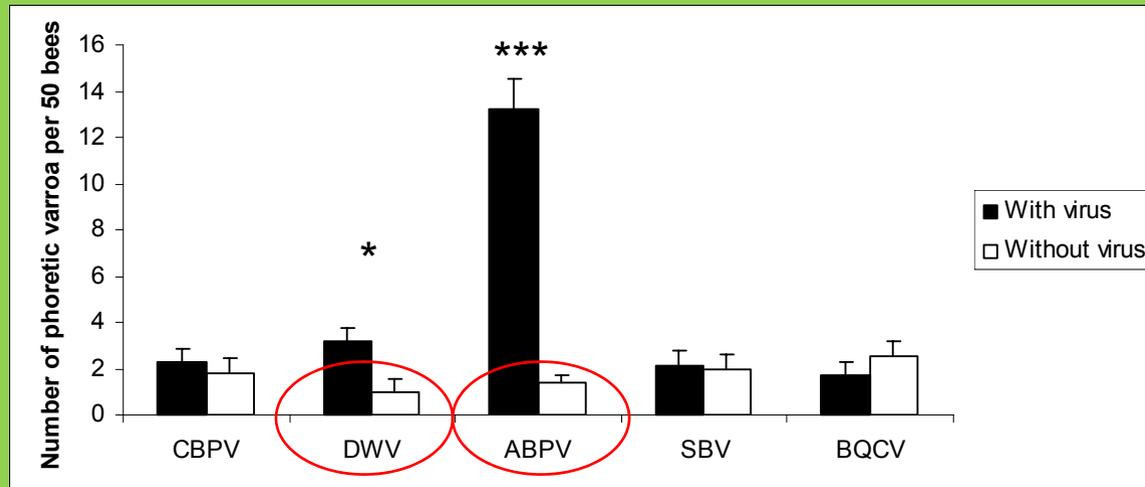


C.2. Etude 1 – Prélèvement automne 2007

Virus - Varroa

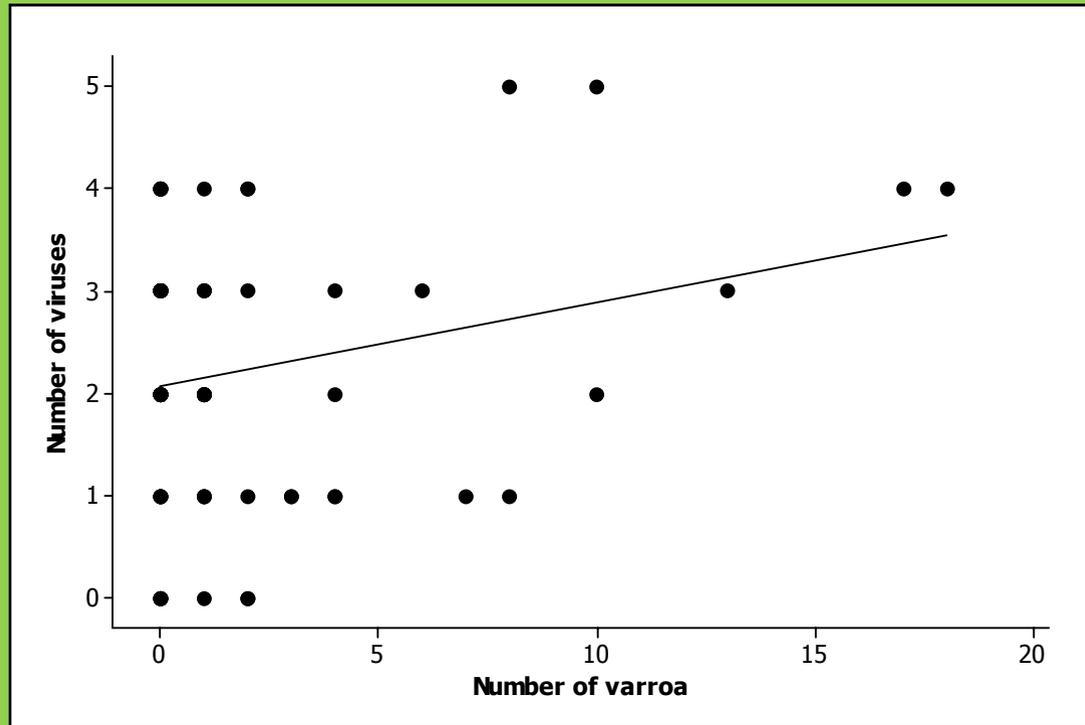
C.2. Etude 1 – Prélèvement automne 2007

Le nombre de varroas a un lien avec la présence de DWV et d'ABPV



C.2. Etude 1 – Prélèvement automne 2007

Le nombre de virus est lié au nombre de varroas



Relation entre la présence de virus et la présence de varroas

- Nombre moyen de virus en présence ou absence de varroas : pas de différence significative ($F_{\text{obs}} = 0,12$; $p = 0,727$)

- Corrélation entre le nombre de virus et le nombre de varroas

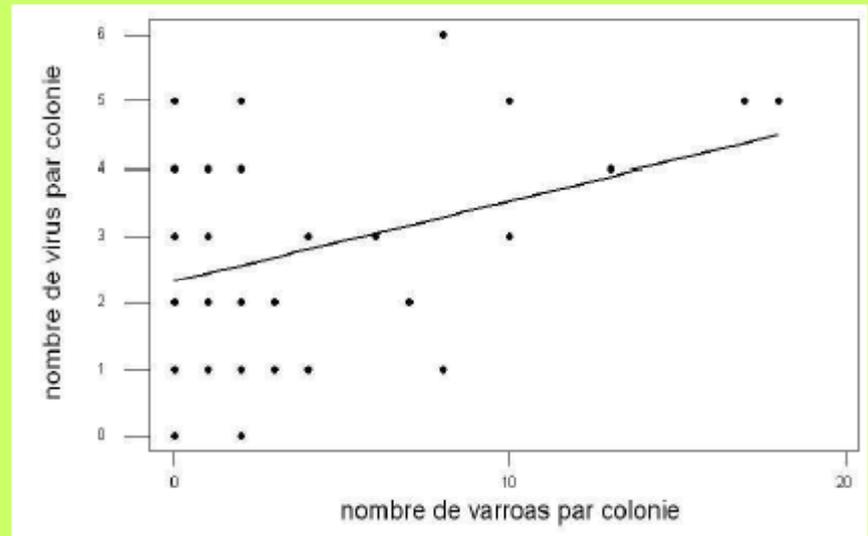


-Au niveau colonie :

$$r = 0,329 ; p = 0,005$$

-Au niveau rucher :

$$r = 0,392 ; p = 0,018$$



C.2. Etude 1 – Prélèvement automne 2007

Mortalité - Varroa

Relation entre la présence de varroas et la mortalité constatée

- Corrélation entre le nombre de varroas et la mortalité



Au niveau colonie : $r = 0,332$; $p = 0,004$

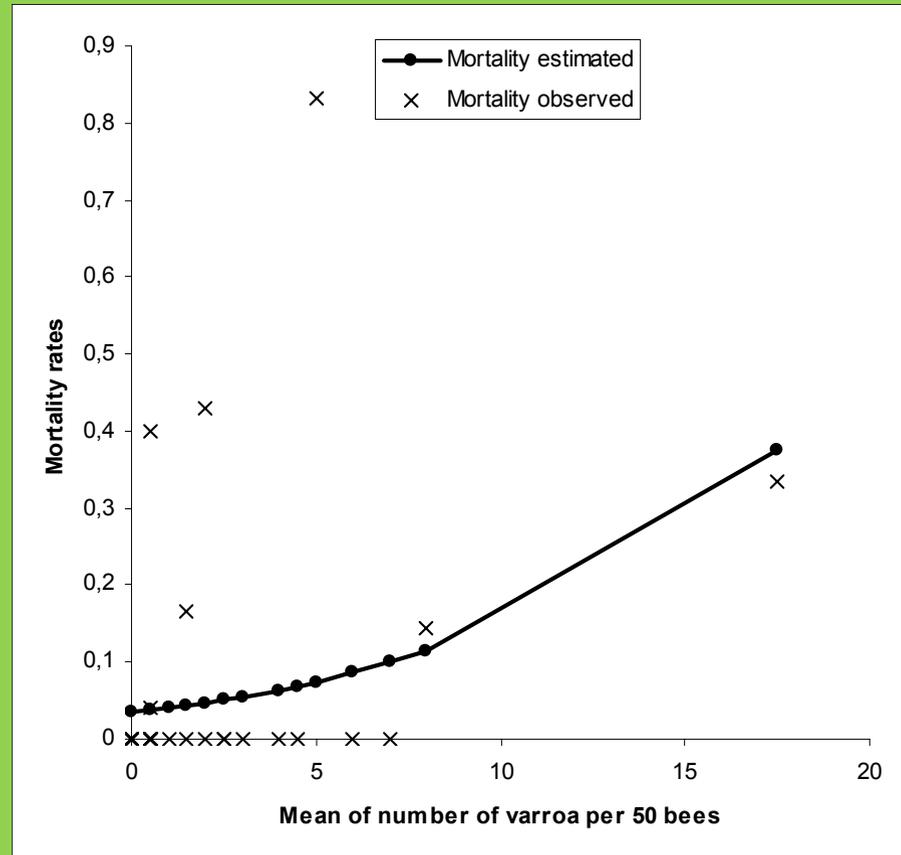
Au niveau rucher : $r = 0,373$; $p = 0,025$

Mais $R^2 = 11$ et 15 %

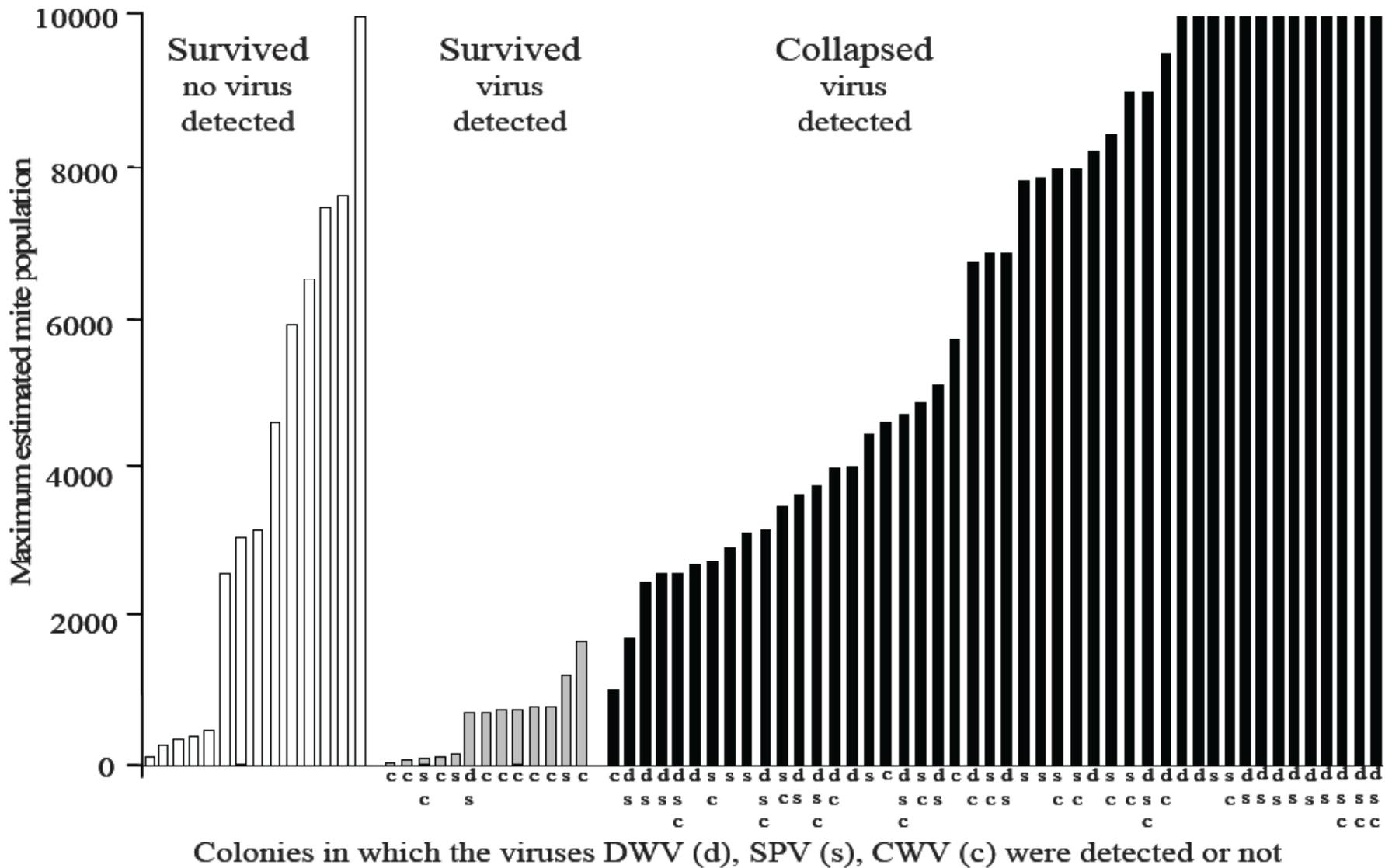
Facteur « nombre de varroas » ne peut expliquer seul la mortalité constatée

C.2. Etude 1 – Prélèvement automne 2007

Le taux de mortalité est lié au nombre de varroas sur les abeilles

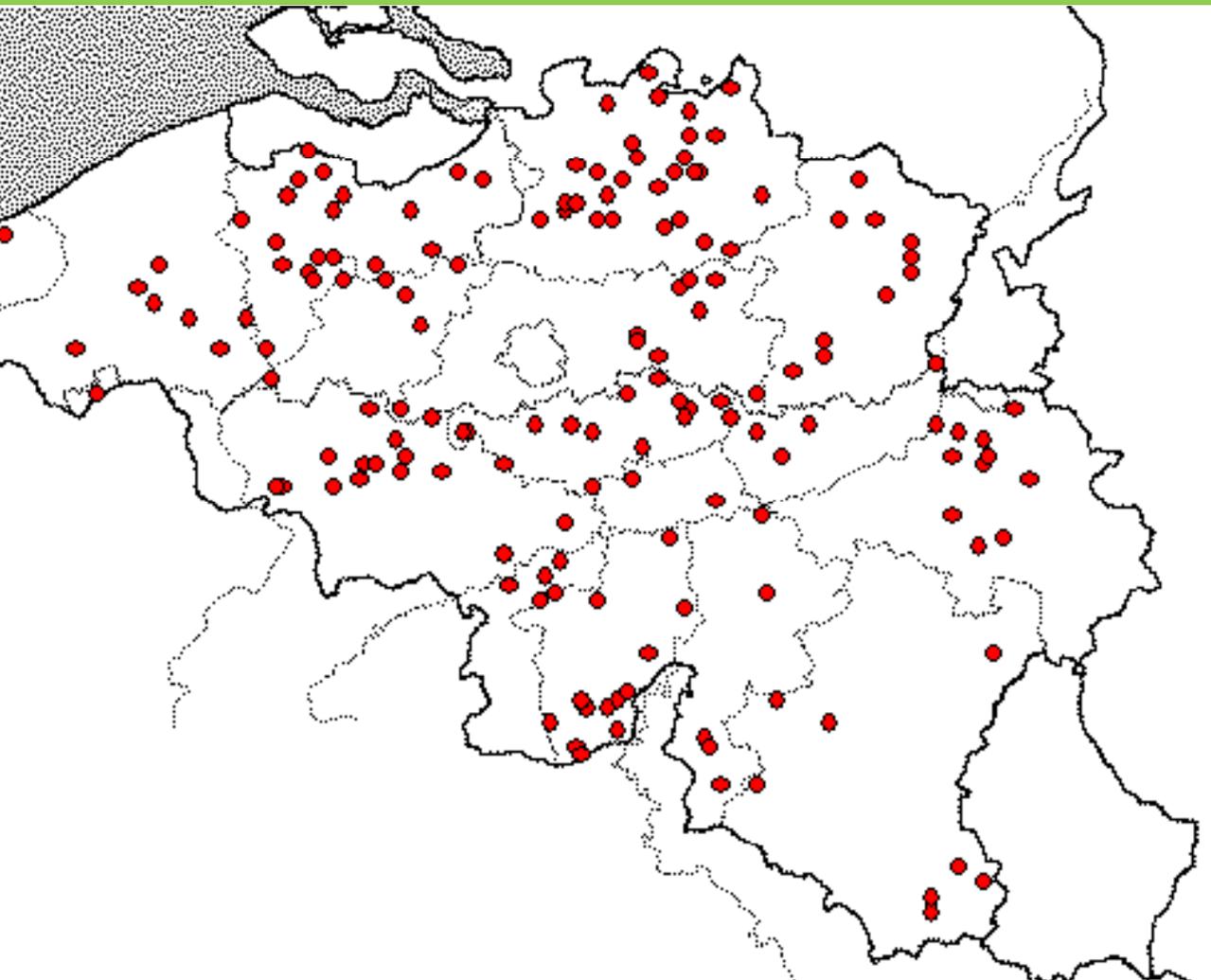


C.2. Etude 1 – Prélèvement automne 2007



C.3. Etude 2 – Prélèvement printemps 2009

- Visite, suivi sanitaire et questionnaire complété pour 176 ruchers
- Prélèvements dans 153 ruchers soit 306 ruches

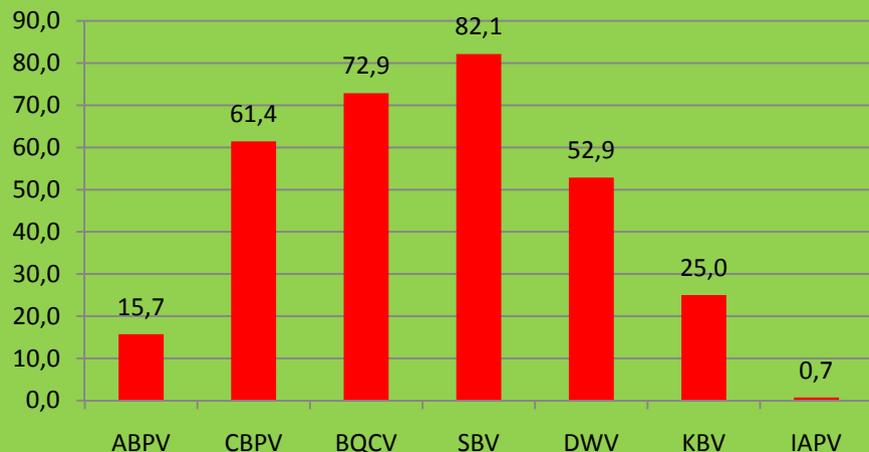


| Province | Operation [n] |
|---------------------|---------------|
| Belgique | 176 |
| Brabant wallon | 14 |
| Brabant flamand | 10 |
| Anvers | 39 |
| Limbourg | 12 |
| Liège | 13 |
| Namur | 22 |
| Hainaut | 23 |
| Luxembourg | 9 |
| Flandre occidentale | 8 |
| Flandre orientale | 26 |

C.3. Etude 2 – Prélèvement printemps 2009

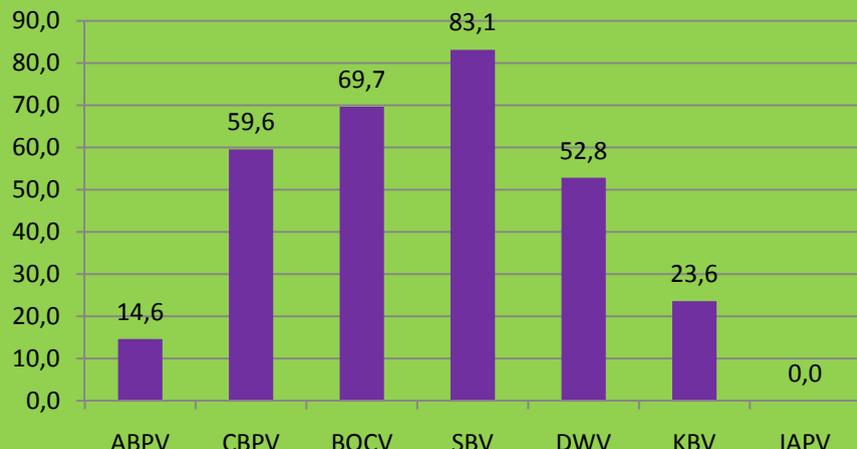
Occurrence des virus par rucher

Belgique

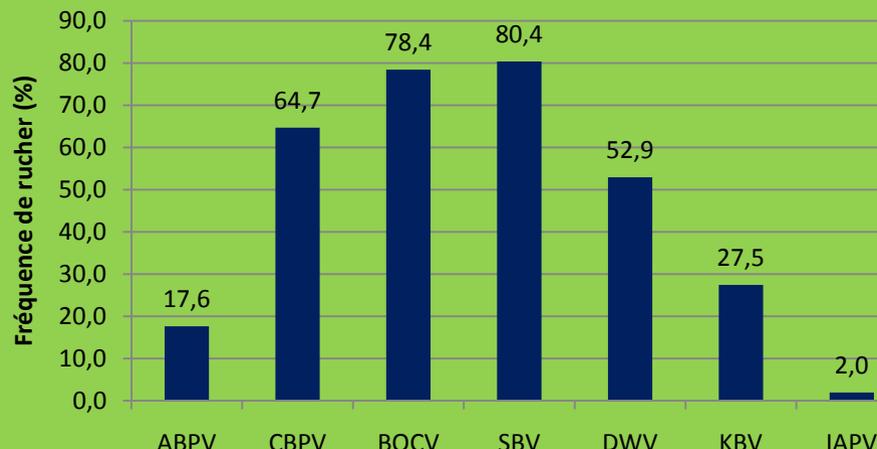


Aucune corrélation n'a été mise en évidence entre l'occurrence d'un virus et la mortalité (Chi-square test; $P > 0.05$)

Flandre



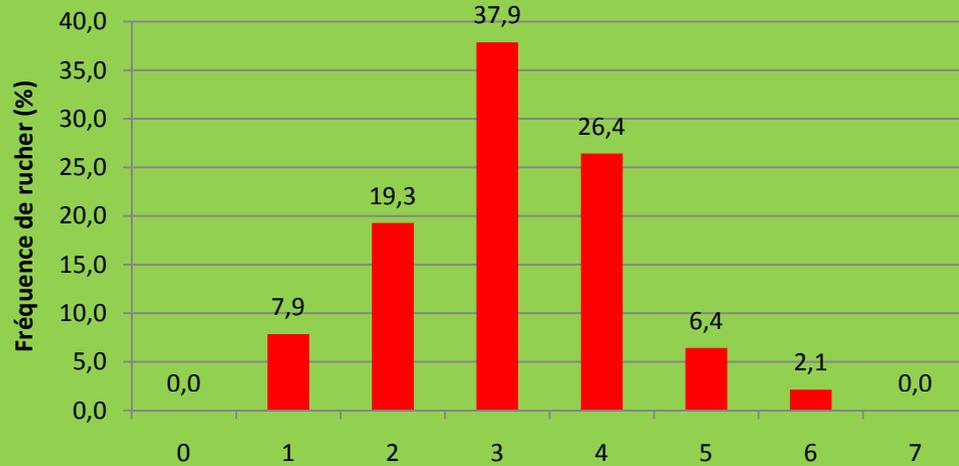
Wallonie



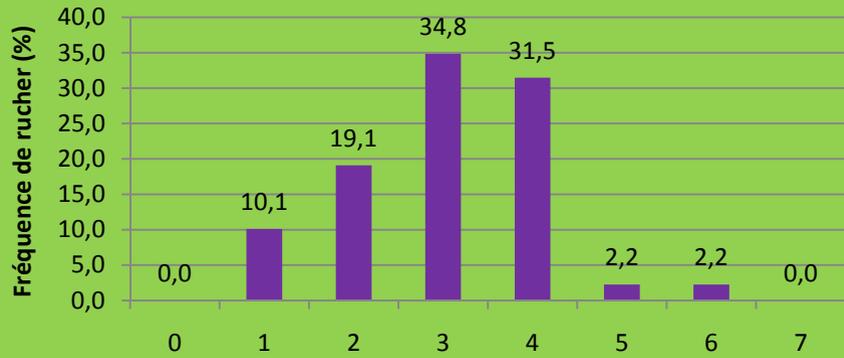
C.3. Etude 2 – Prélèvement printemps 2009

Nombre de virus par rucher

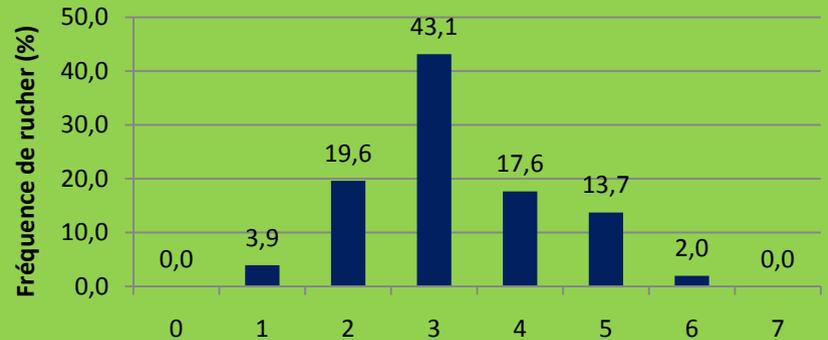
Belgique



Flandre

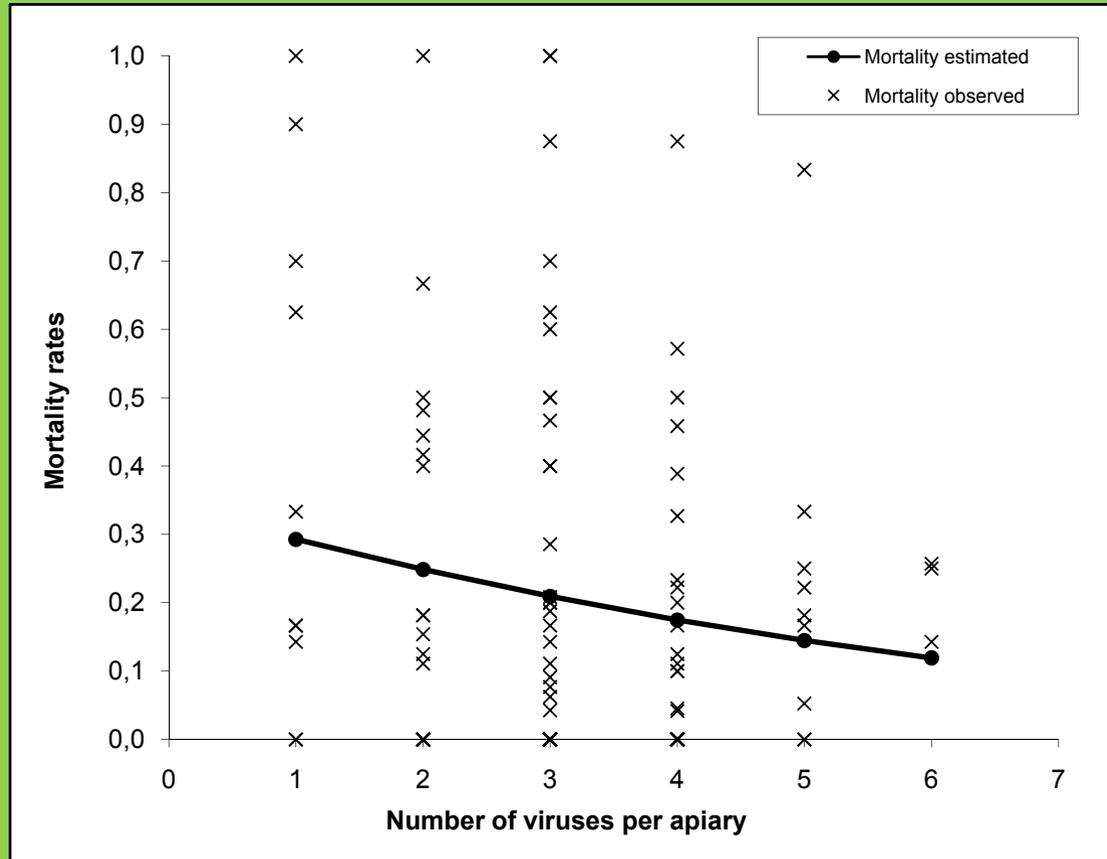


Wallonie



C.3. Etude 2 – Prélèvement printemps 2009

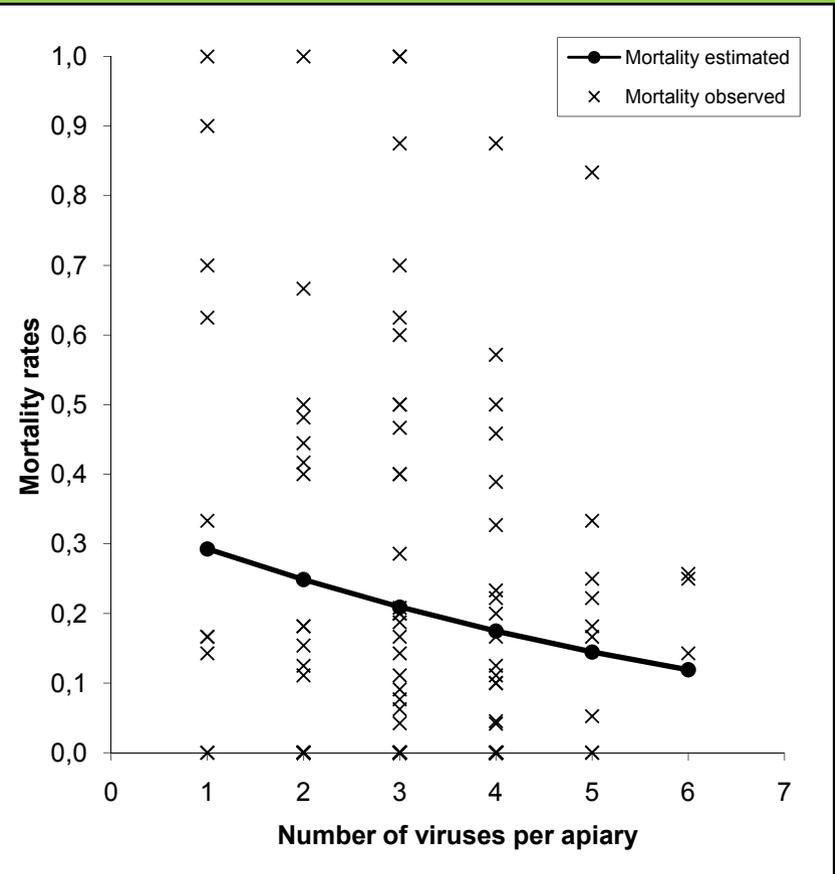
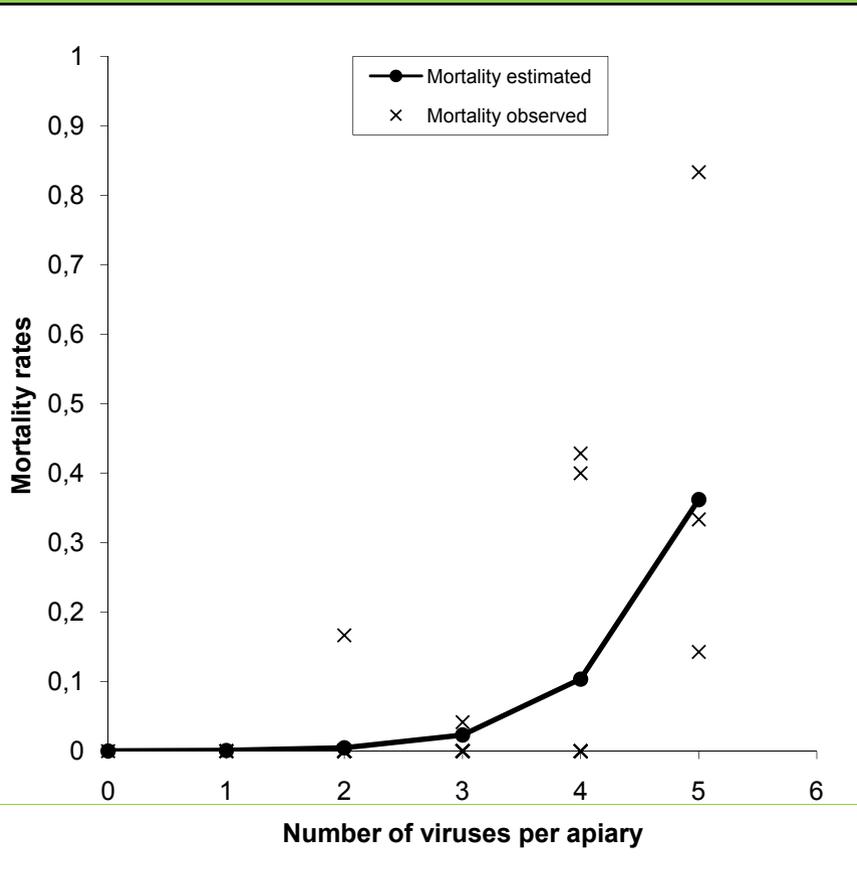
Relation avec le taux de mortalité



Binary logistic regression; $P < 0.001$

C.3. Etude 2 – Prélèvement printemps 2009

Relation avec le taux de mortalité



Binary logistic regression; $P < 0.001$

Binary logistic regression; $P < 0.001$

Prélèvement automne 2007 – hiver 2007/2008

hiver 2008/2009 – Prélèvement printemps 2009

C.3. Etude 2 – Prélèvement printemps 2009

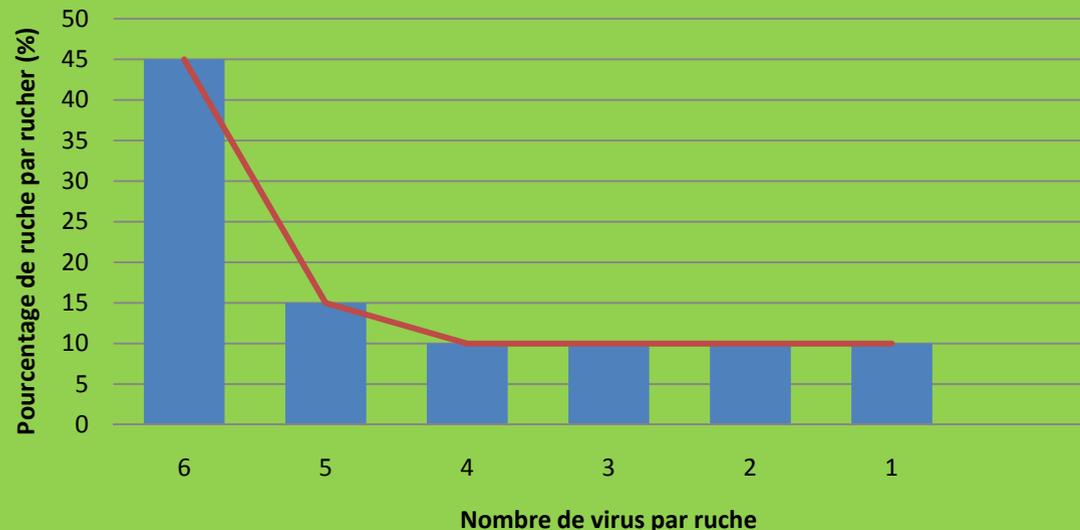
Explication biologique

Données:

- Préhivernage: Lors du prélèvement de 2 échantillons – cohérence entre les résultats → la majorité des colonies d'un même rucher contient le même nombre de virus.



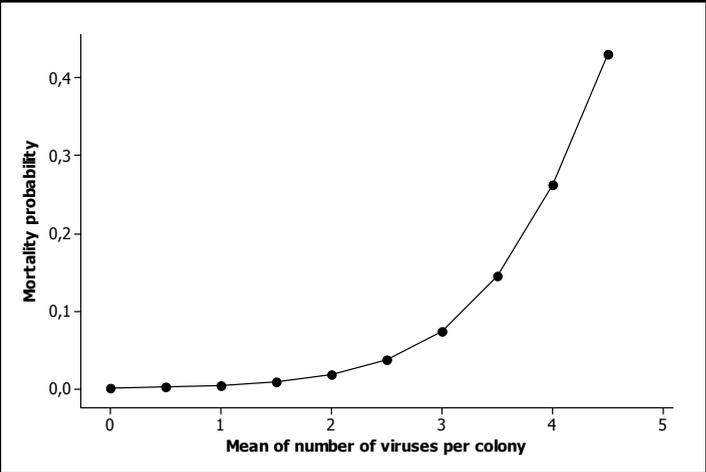
Exemple: détection de 6 virus avant l'hiver



Caractérisation virale – Relation avec les pertes

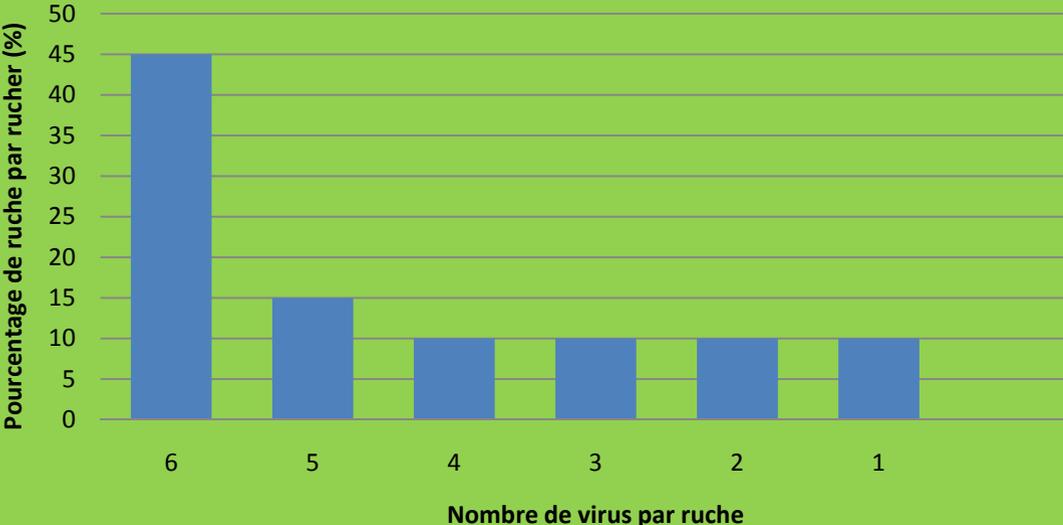
Explication biologique

Données:



| Nombre de Virus | Probabilité que la colonie disparaisse |
|-----------------|--|
| 0 | ~ 0% |
| 1 | ~ 0% |
| 2 | ~ 0% |
| 3 | ~ 10% |
| 4 | ~ 25% |
| 5 | ~ 60% |
| 6 | ~ 100% |

Exemple: détection de 6 virus avant l'hiver

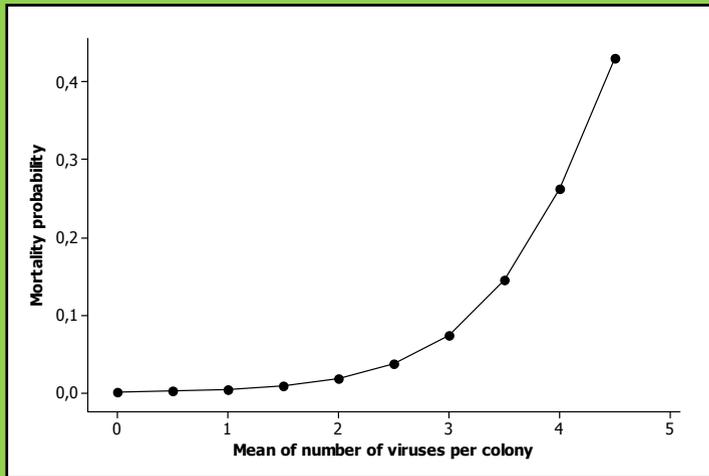


C.3. Etude 2 – Prélèvement printemps 2009

Relation avec le taux de mortalité

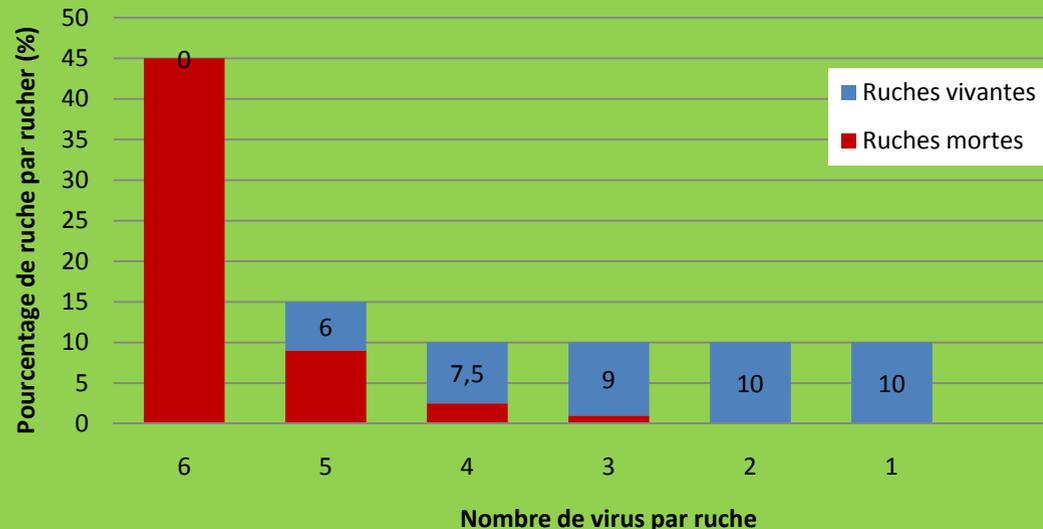
Explication biologique

Données:



| Nombre de Virus | Probabilité que la colonie disparaisse |
|-----------------|--|
| 0 | ~ 0% |
| 1 | ~ 0% |
| 2 | ~ 0% |
| 3 | ~ 10% |
| 4 | ~ 25% |
| 5 | ~ 60% |
| 6 | ~ 100% |

Exemple: détection de 6 virus avant l'hiver



Conclusions et perspectives

❑ Caractérisation virale

- Mise au point de la méthode et utilisation de la méthode en routine
- Evaluation de l'importance des maladies virales dans les ruchers en Belgique
- Approche statistique et épidémiologique afin de mieux appréhender le développement des maladies virales

 Modélisation de la dynamique de développement des virus, analyses épidémiologiques approfondies et valorisation.