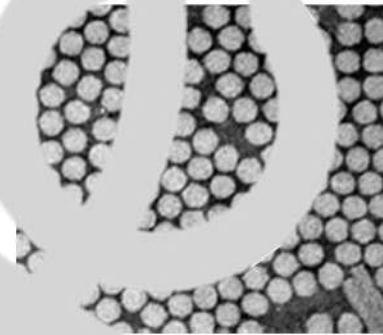




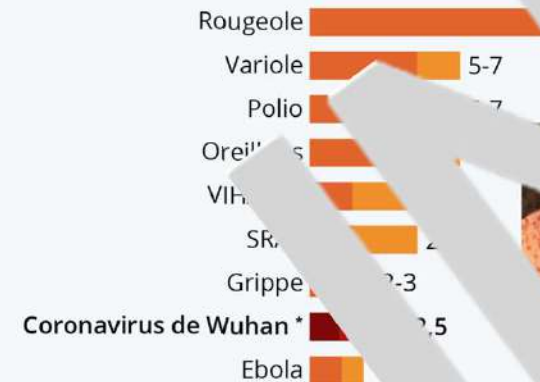
Limiter l'impact des virus dans les colonies

Anne BONJOUR-DALMON



Les virus,
pathogènes
très répandus

Nombre moyen de personnes auxquelles un individu infecté risque de transmettre la maladie



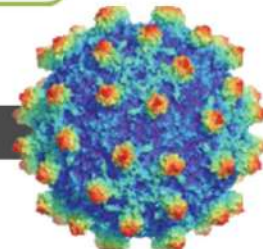
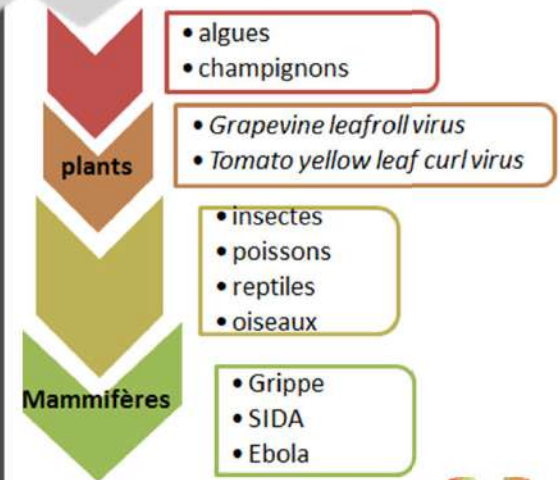
Sélection de maladies.

* Basé sur les dernières estimations de l'OMS (23 janvier 2019).

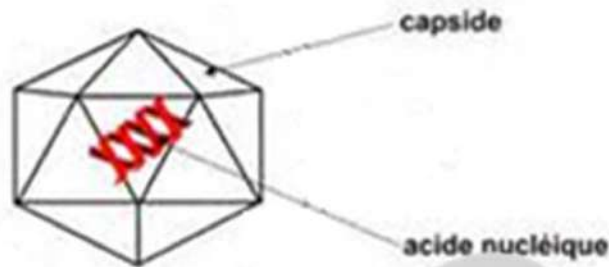
Source : OMS via Spiegel.de



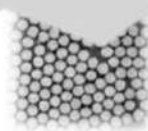
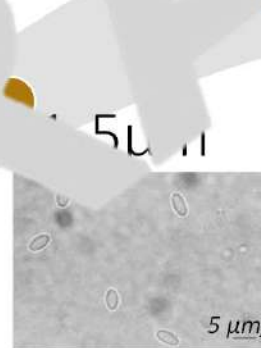
statista



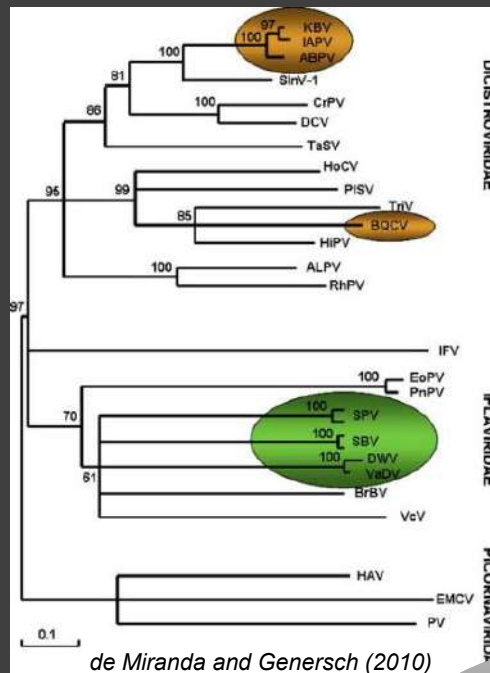
Qu'est-ce qu'un virus ?



- Un acide nucléique + une enveloppe
- Parasite obligatoire, taille < 2200 nm
- Information génétique très condensée
- Multiplication très efficace
- Modes de transmission variés
- Evolution constante
- Souches plus ou moins virulentes



Plus de 70 virus identifiés chez l'abeille



Sept virus majeurs

Le virus des ailes déformées (Deformed wing virus, DWV) | *Dicistrovirus aladeformis*

Le virus du couvain sacciforme (Sacbrood virus, SBV) | *Triatovirus sacbroodi*

Le virus de la cellule royale noire (Queen cell virus, BQCV) | *Triatovirus nigereginae*

Les virus de la paralysie aiguë

• Acute bee paralysis virus (ABPV) | *Aparavirus apisacanthum*

• Virus de la paralysie aiguë israélienne (Israeli acute paralysis virus, IAPV) | *Aparavirus israelense*

• virus de la paralysie aiguë du Kashmir (Kashmir bee virus, KBV) | *Aparavirus kashmirensis*

Le virus de la paralysie chronique (Chronic bee paralysis virus, CBPV)

Co-infection
fréquentes

Peu de signes cliniques

- Sur larves :
 - SBV
 - Mortalités accrues (ABPV)
 - développement larvaire perturbé : DWV ouvrières et/ou reines : BQCV
- Sur adultes :
 - Ailes déformées (DWV)
 - Tremblements puis paralysie ou maladie noire (CBPV)
 - Paralysie aigüe (ABPV, IAPV, KBV)
 - Augmentation sensibilité au sucre (DWV, IAPV) et affection apprentissage (DWV, IAPV)
 - Durée de vie réduite, mortalité accrue



Très répandu
Complexe d'espèces

Symptômes DWV

Le nombre d'abeilles aux ailes déformées est un indicateur précoce de la survie hivernale

❖ Sur larves :

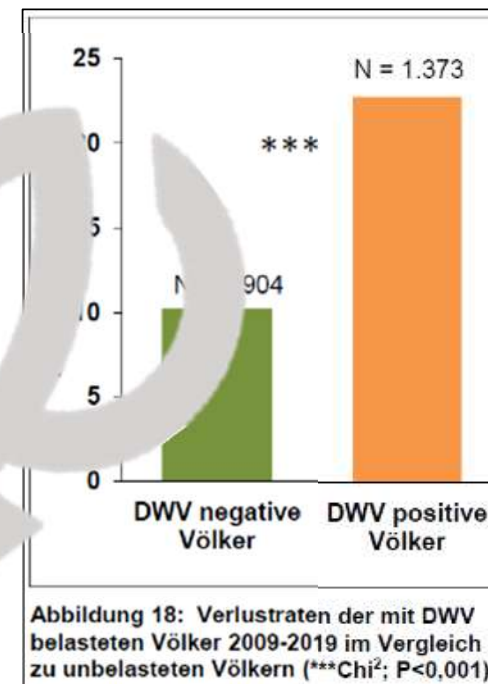
- Pas de symptômes caractéristiques

❖ Sur adultes :

- Ailes déformées → ailes cassées, impossibles de voler
- Mortalité accrue
- Désorientation
- Sensibilité au sucre accrue

Corrélations :

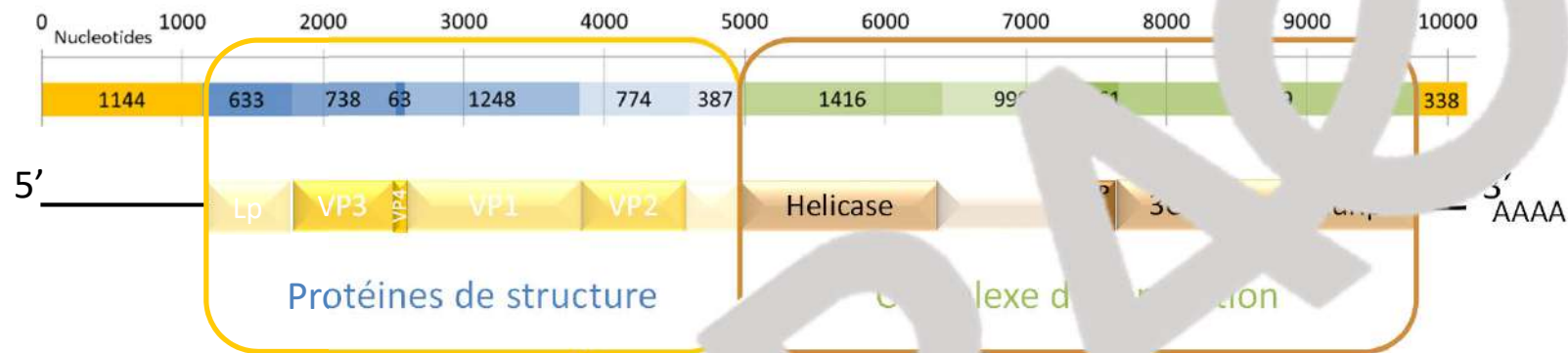
- nb adultes ailes déformées / mortalité colonies (Dainat & Neumann, 2013)
- [DWV]varroa $\geq 10^{10}$ - 10^{12} / symptômes (Gisder *et al.*, 2009)



D'après Deutsches Bienenmonitoring - DeBiMo (2019)



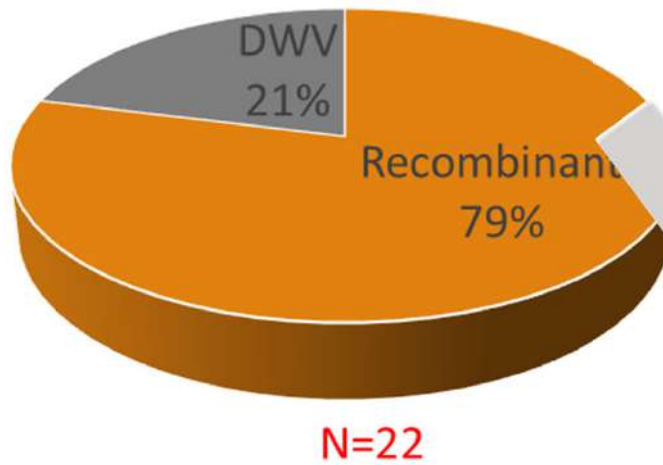
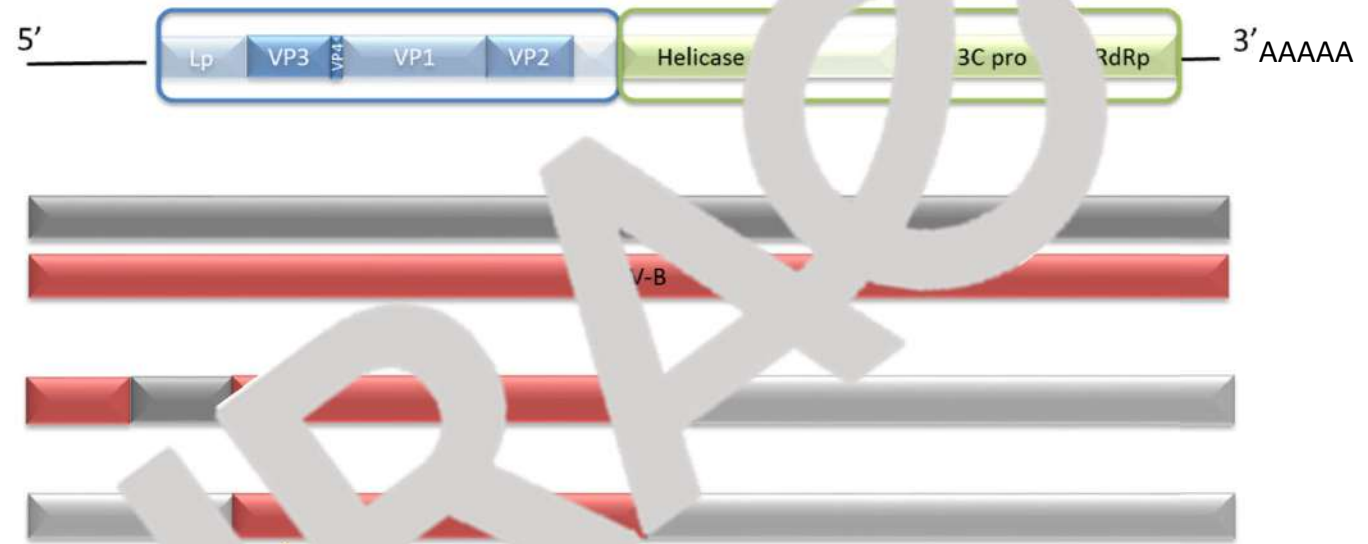
Le virus des ailes déformées (DWV)



Caractérisation génétique / propriétés biologiques

- ❖ Souches différentes selon l'origine géographique?
- ❖ Evolution de la virulence et de la virulence ?
- ❖ Effet sélectif chez les abeilles résistantes au Varroa ?

Recombinaison du DWV



79% des souches françaises recombinantes

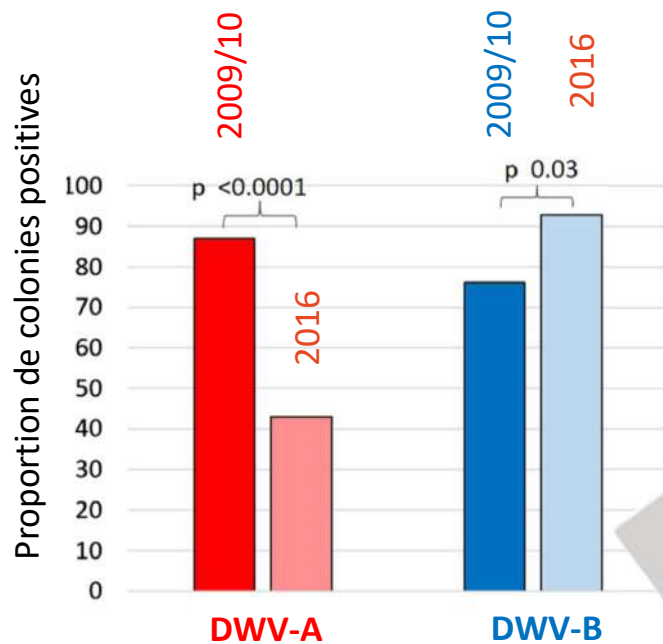
Dalmon et al. (2017)

2021 : DWV-B dominant ?

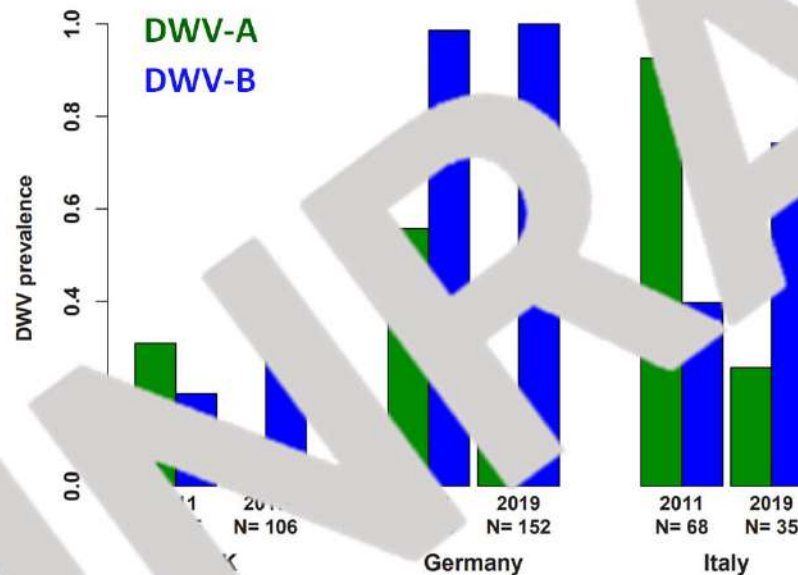
Dubois et al. (2021)

DWV-A , DWV-B... DWV-C, DWV-D

- En Europe, DWV-A progressivement remplacé par DWV-B (et recombinaisons)



D'après Kevill *et al.* (2021)



D'après Paxton *et al.* (2022)

❖ DWV-B associé aux hivers rigoureux ?



❖ DWV-A dominant en Suède et en Pologne

❖ DWV-C très rarement détecté

❖ DWV-D disparu

De Miranda *et al.* (2022)



Le virus des ailes déformées (DWV)

Pour aller plus loin :

La santé de l'abeille n° 297 • 5-6/2020 • pp 181-194

Sanitaire

Relations

**entre le virus des ailes déformées,
l'acarien *Varroa destructor*,
l'abeille mellifère
et leurs conséquences sur la santé des colonies**

par **Eric DUBOIS¹** et **Anne DALMON²**

Symptômes de paralysie chronique

CBPV

- Abeilles incapables de s'envoler
- Tremblements
- Paralysie
- Mortalité
- ➔ Tapis d'abeilles mortes devant l'entrée
- (Abdomen gonflé)

Ou

- Abeilles noires sans pillosité, mantes



Symptômes de paralysie(s)



CBPV

- Abeilles incapables de s'envoler
- Tremblements
- Paralysie
- Mortalité
- ➡ Tapis d'abeilles mortes devant l'entrée
- (Abdomen gonflé)

Ou

- Abeilles noires sans pillosité, brillantes

ABPV

- Mortalités faibles
- Abeilles incapables de s'envoler
- Tremblements
- Paralysie
- Mortalités aiguës





Comment se propagent les infections virales?

Différentes voies de transmission :

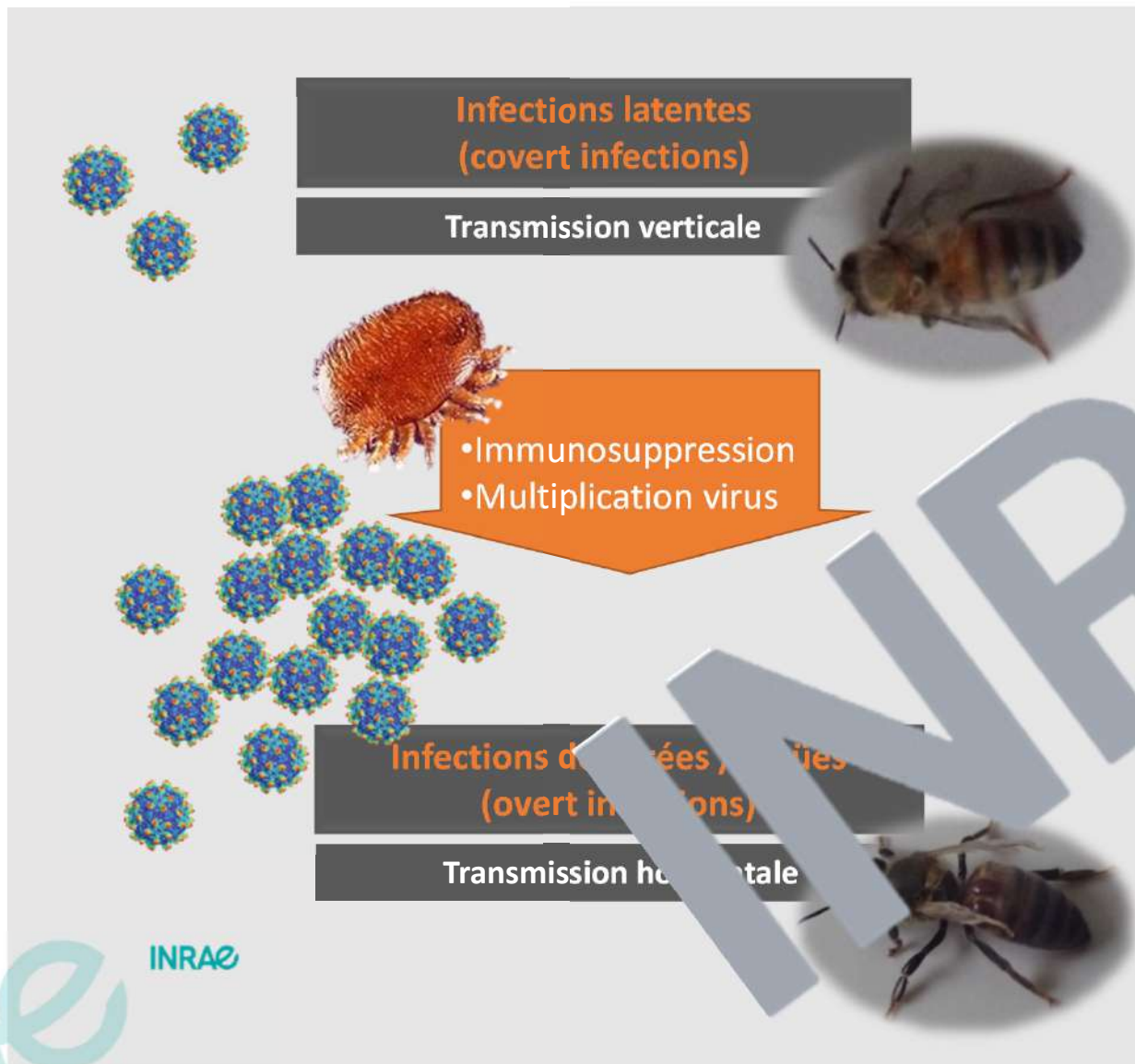
- Transmission horizontale

- Transmission verticale

Niveau de prévalence

Charge virale moyenne de la colonie

Distribution des virus dans les colonies



Infection virale

- Principal mode de transmission
- Multiplication du virus $\pm$ importante

Voies de transmission

horizontal

- Parasitisme (Varroa)

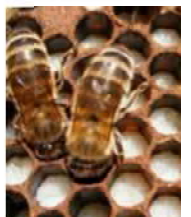
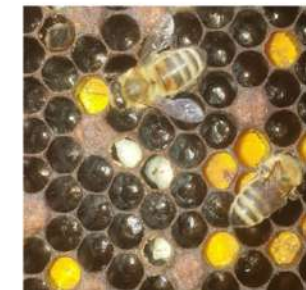


Parasitisme trophique



- Virus en contact minéral
- Nourriture (larve)
- Trophisme axiale
- Contamination

- Contact





Risques de transmission verticale

⇒ Impact sanitaire
changement de reine pour la colonie

verticale



- DWV, ABPV, SBV transmis par la reine

- 1/3 des œufs infectés si reines DWV+

Transmission possible lors de l'accouplement
(DWV, ABPV, SBV, BQCV)

- ⇒ Risque accru avec polyandrie
- ⇒ Risque accru infestation varroa couvain mâle
- ⇒ Reines fécondées ont des charges + élevées

(DWV, AKI complexe, SBV, BQCV)

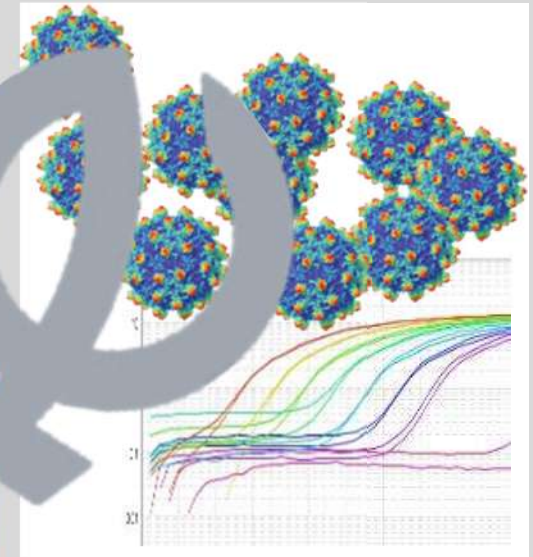
Yue et al. (2006) J Invertebr Pathol. 2006 Jun;92(2):105-8.
Amiri et al. (2016, 2018, 2020)

Des voies de transmission multiples

		Horizontale	Varroa	Verticale
Acute bee paralysis virus	ABPV	+?	+	+
Kashmir bee paralysis virus	KBPV	+	+	+
Israeli acute paralysis virus	IAPV	+	+	+
Black queen cell virus	BQCV	+	-	+
Deformed wing virus	DWV	+	-	+
Chronic bee paralysis virus	SBV	+	-	+
Chronic bee paralysis virus	CBPV	+	+	+

Charges virales

- Nombre de copies de virus / abeille
- Nombre d'abeilles infectées / Nombre abeilles total
- **Nombre de colonies symptomatiques / rucher**



❖ Seuils de nuisibilité

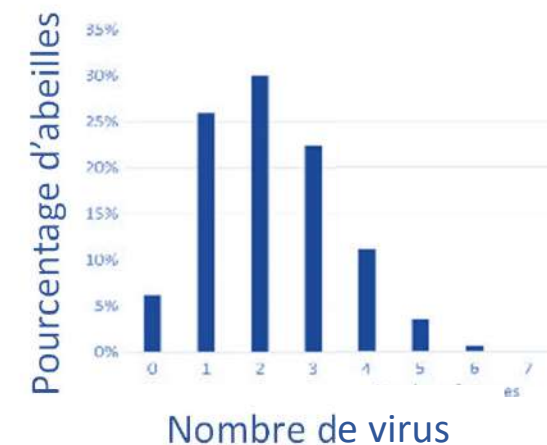
Résultats liés
à un process
d'analyse



Seuil SBV	• 10^9 copies/abeille
Seuil BQCV	• 10^8 copies/abeille
Seuil CBPV	• 10^8 copies/abeille
Seuil DWV-B	• 10^7 copies/abeille
Seuil DWV-A	• 10^6 copies/abeille
Seuil ABPV	• 10^5 copies/abeille

Co-infections
multiples

(Schurr et al., 2019)



D'Alvise et al. (2019)

Interactions virus X environnement

- Ressources
- Pesticides
- Température
- Pratiques apicoles



Interactions virus x nutrition

- Ressources
- Température
- Pesticides
- Pratiques apicoles



La diversité et l'abondance de pollen affectent la charge en virus

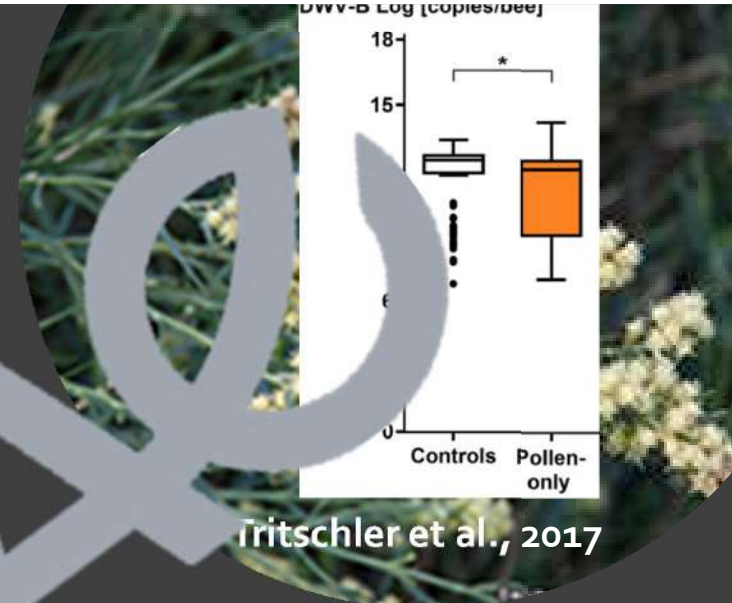
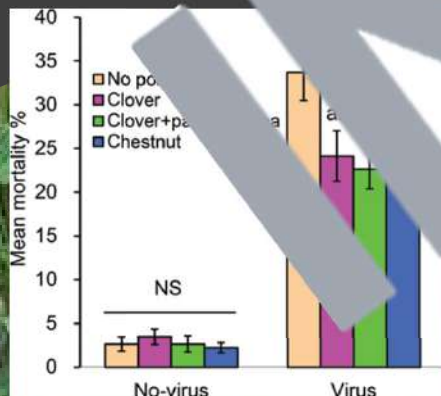
- Charge DWV abeilles nourries avec du pollen < charge DWV abeilles nourries avec du sirop

DeGrandi-Hoffman et al. (2010)

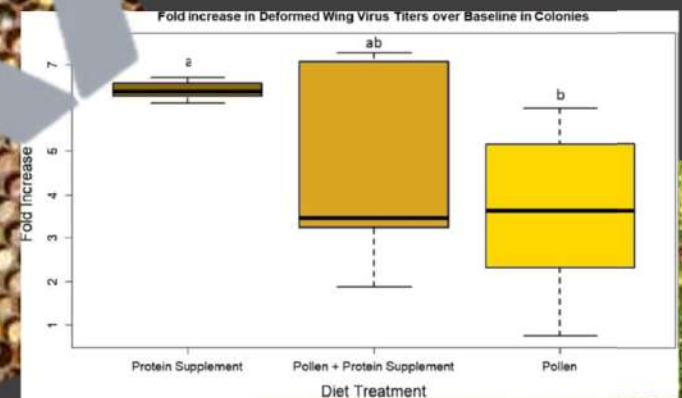
- Charges ABPV, BQCV, DWV, SBV ↓ lorsque diversité pollen ↑

- Mortalité ↓ avec supplémentation pollen ???

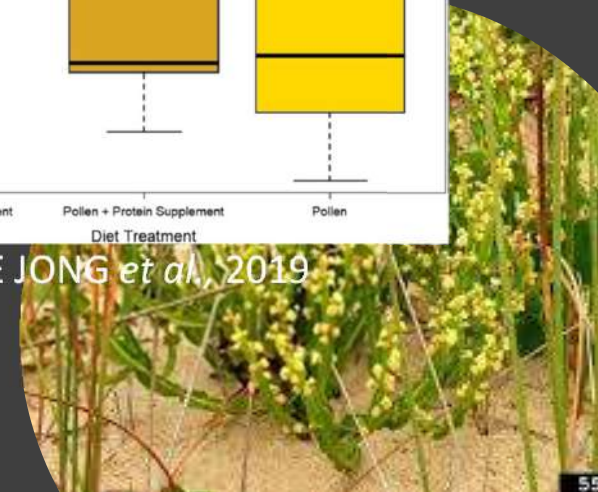
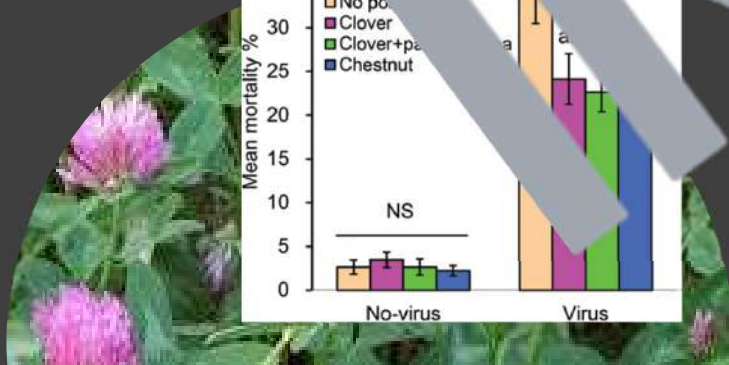
Zhang et al., 2020



Tritschler et al., 2017



WATKINS DE JONG et al., 2019

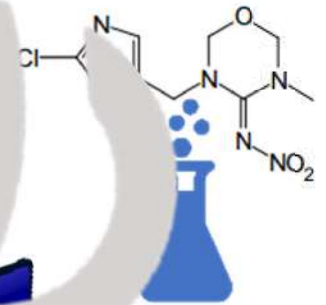


Interactions virus x pesticides

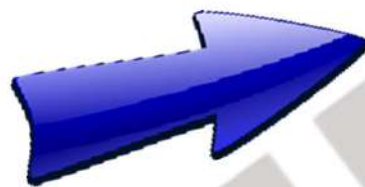
- Ressources
- Pesticides
- Température
- Pratiques apicoles



Interactions pathogènes / néonicotinoïdes au labo



- ☐ Thiachlopride
- ☐ Pollen avec mix pesticides
- ☐ Imidachlopride
- ☐ Thiamethoxame
- ☐ Clothianidine



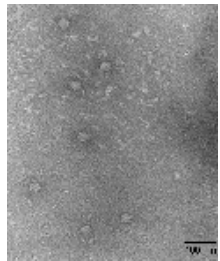
- ☐ Black queen cell virus (BQCV)
- ☐ Chronic bee paralysis virus (CBPV)
- ☐ Deformed wing virus (DWV)

Transcription of
Amel\LRR
↓ activation NF-κB
↓ immunité

Immuno
suppression

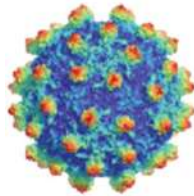
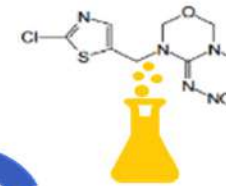
BQCV ↑
CBPV ↑
DWV ↑

DeGrandi-Hoffman et al., 2013; Doublet et al., 2015 ; Coulon et al., 2018; Diao et al., 2019; Di Prisco et al., 2013



INRAE

Synergie DWV + Thiaméthoxame



Thèse
Marianne
Coulon
ANSES/INRA

Effet sur la survie à des doses environnementales de Thiaméthoxame :

- Diminution de la survie si DWV + Thiam 1ng/bee
- 52 à 65% des abeilles composées ne reviennent jamais à la ruche après leur 1^{re} sortie

Les abeilles sub-exposées butinent moins

- Forte réduction de la durée de vol totale pour DWV + Thiam 1ng
- Butinage précoce ⇒ performances de vol réduites

Effet sur les
comportements
Coulon butinage
maturé (5j / 22j)
⇒ Modification des
castes



↓ Vg



butin.

↓ nourrices ?

↓ couvain ?

Effondrement
colonie ?

Symptômes apparaissent avec fortes charges

⇒ CONTRÔLER VARROA

⇒ EMBLEMENTS DES RUCHERS



Eviter l'accumulation de stress !

Interactions virus x pratiques apicoles

- Ressources
- Température
- Pesticides
- Pratiques apicoles



Maintenir l'équilibre

Production d'essaims

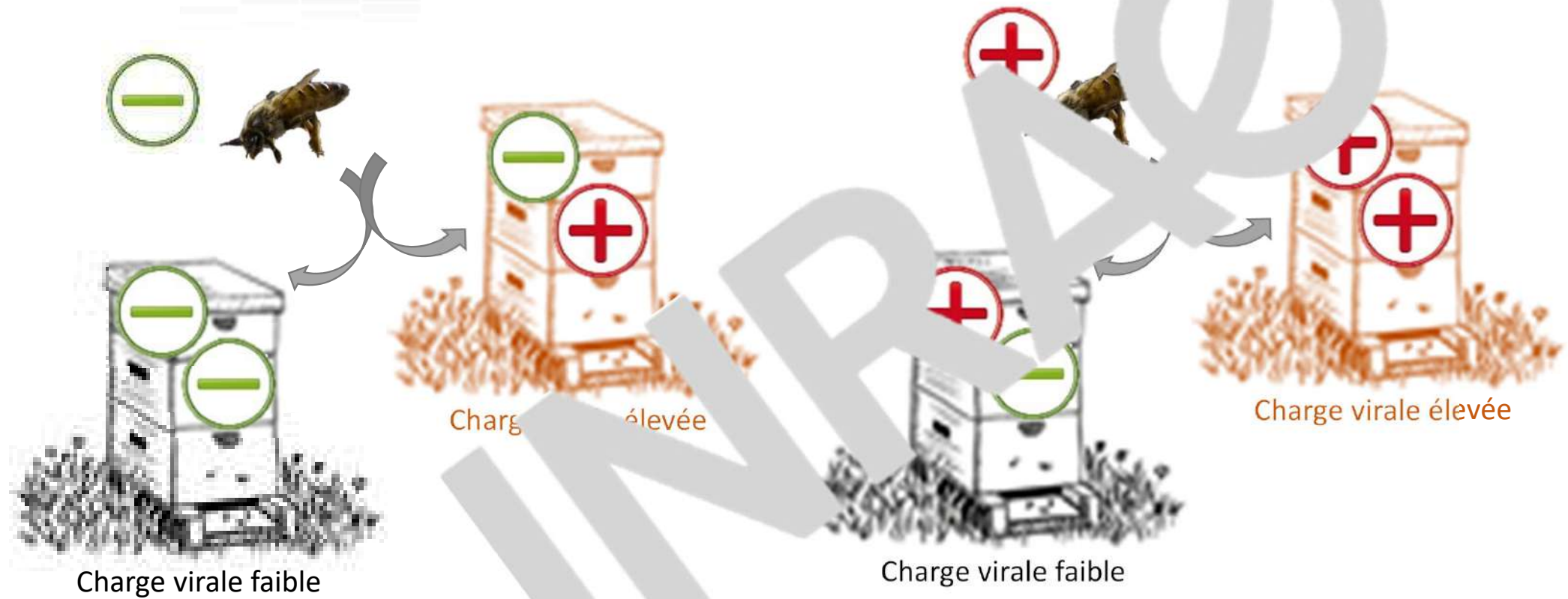
- Diviser les colonies saines !



Ne pas faire des essaims
à partir de non-valeurs



Changement de reine



Virus dans les œufs et larves de reines

Oeufs

- ❖ DWV
- ❖ SBV
- ❖ BQCV
- ❖ ABPV, IAPV, KBV
- ❖ CBPV
- ❖ LSV

Infections multiples fréquentes

- ❖ SBV
- ❖ BQCV
- ❖ IAPV, KBV

Nourriture larvaire

Larve

- ❖ DWV
- ❖ SBV
- ❖ BQCV
- ❖ ABPV, KBV

Cires ?

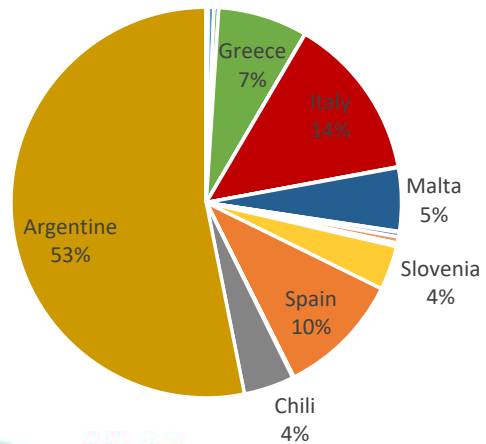
- ❖ DWV
- ❖ BQCV
- ❖ IAPV

Amiri et al. (2020)

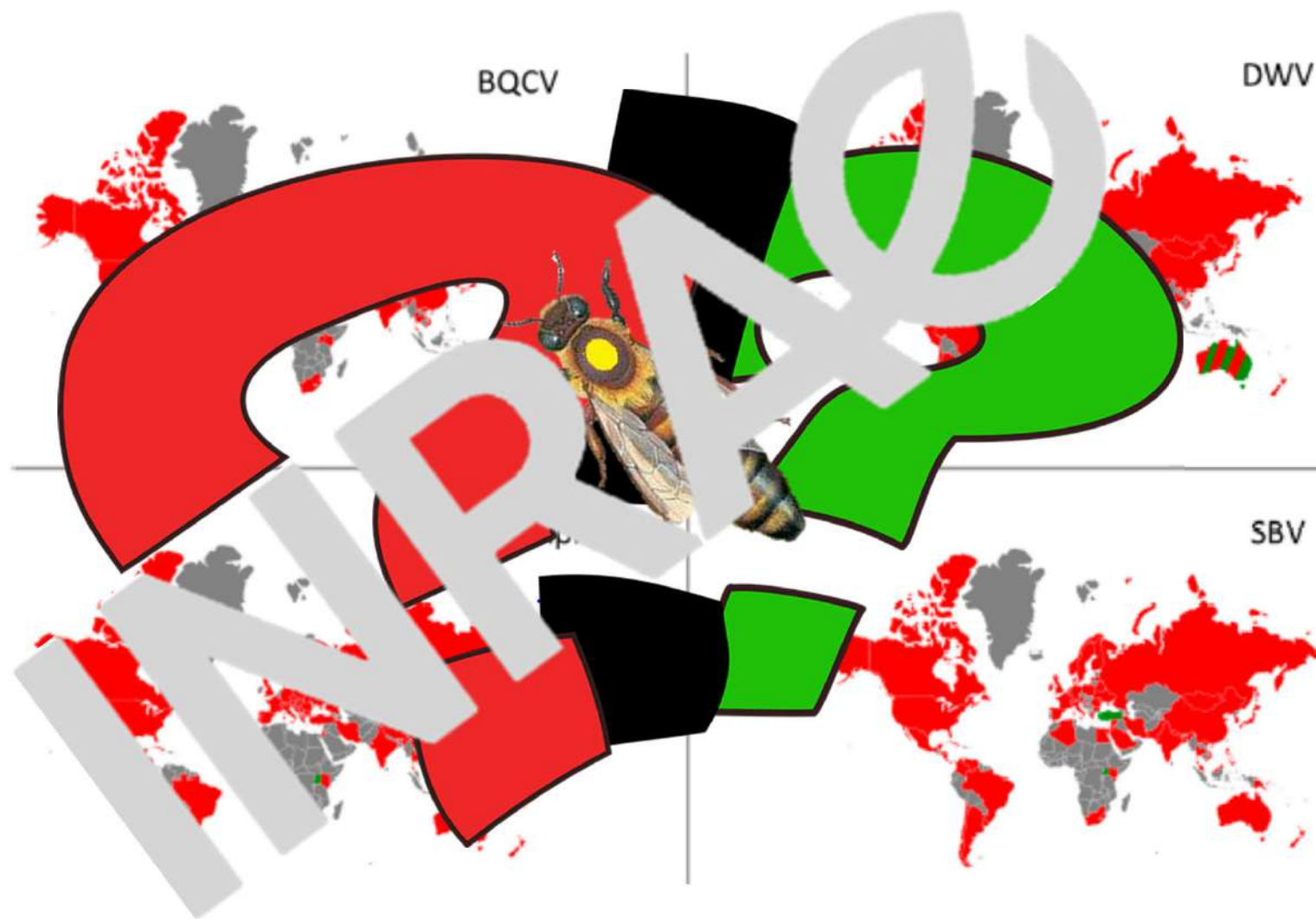
Elevage de reine



78 500
reines importées de
23 pays en 2017
(données DGAI)

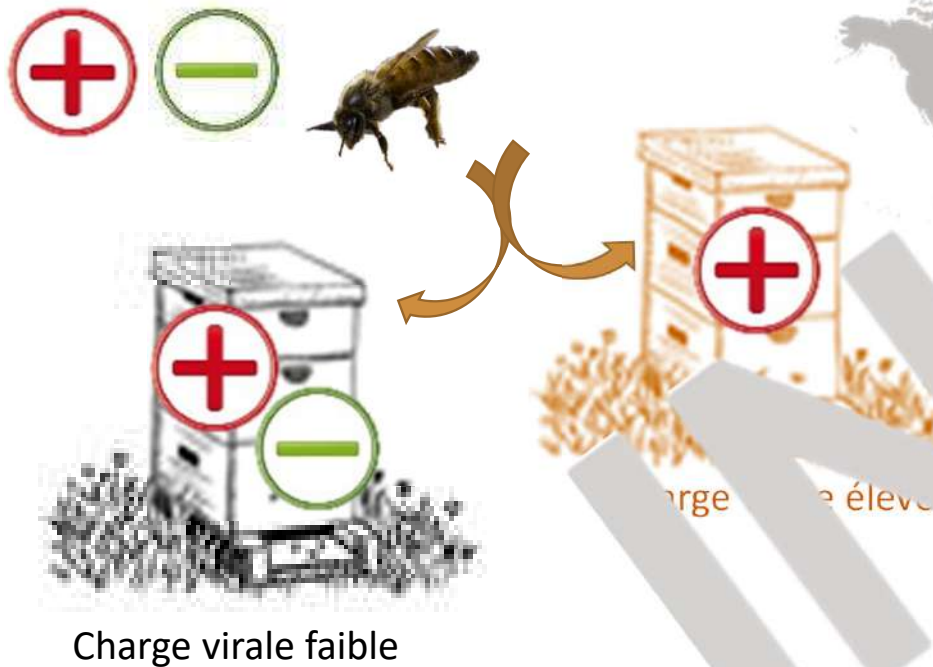


INRAE



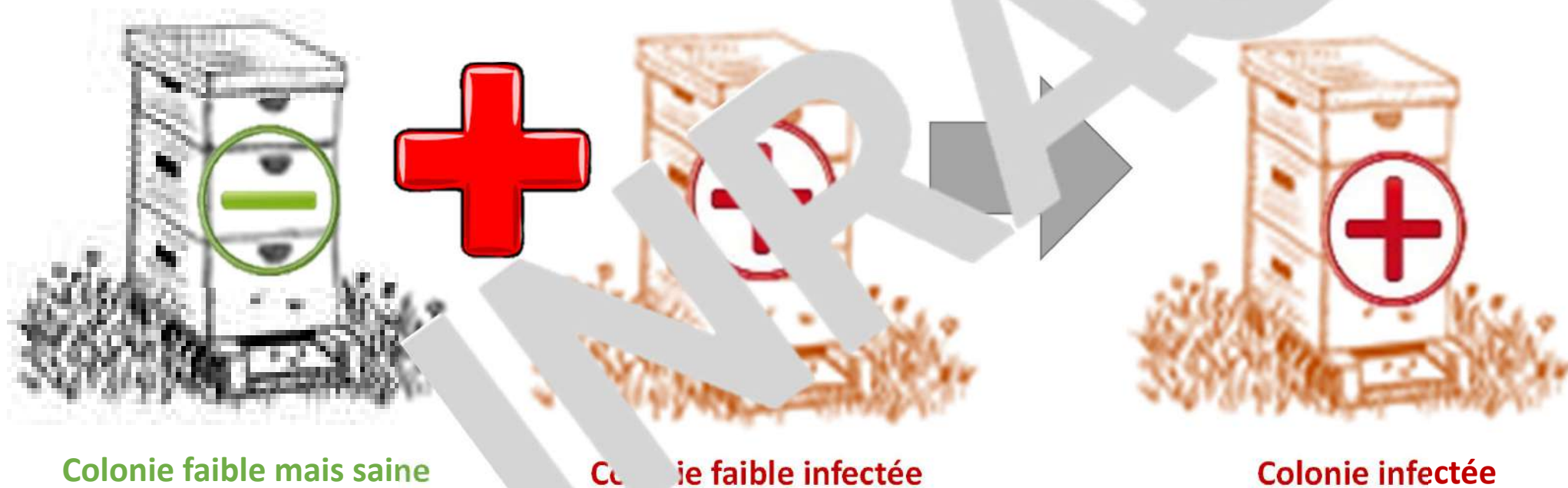
Risques liés à l'introduction de nouvelles reines

□ Apports extérieurs à l'exploitation



- Origine des lots de reines
- Capacité reproductrice
- Etat physiologique des reines

Risques de dissémination liés aux pratiques de regroupement

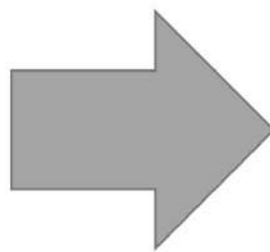


Risques liés aux trappes à pollen

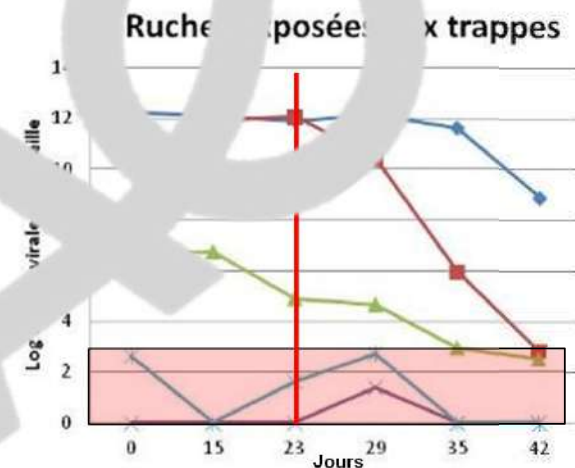
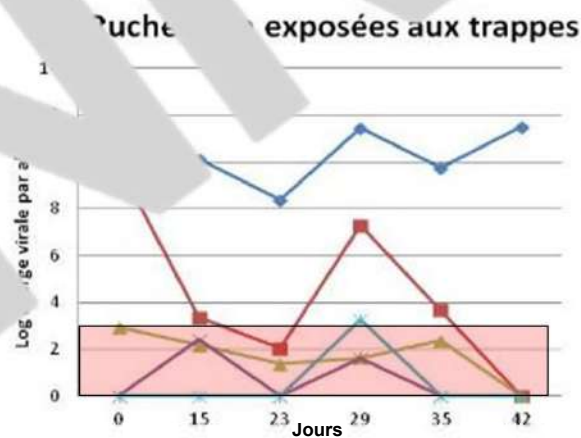
+ essai ADA-AURA 2020



Colonie forte



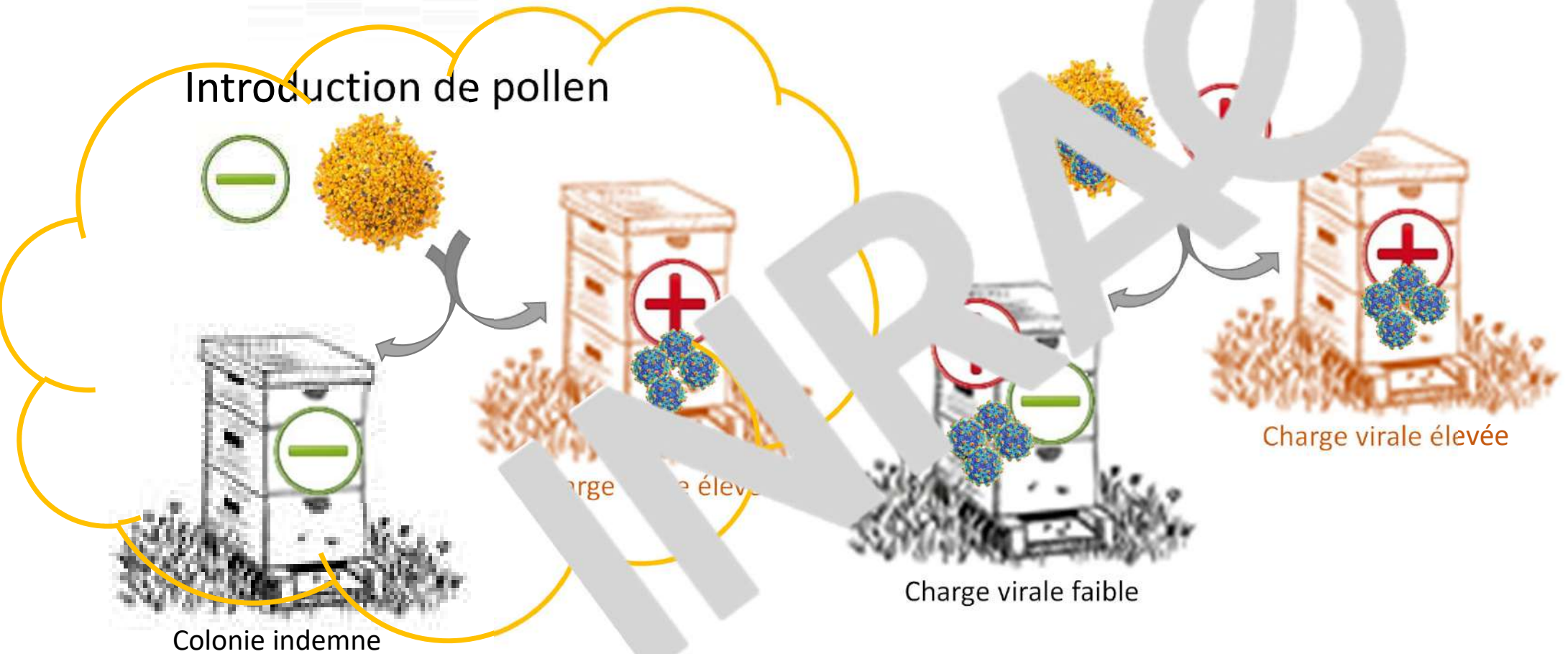
Colo infectée



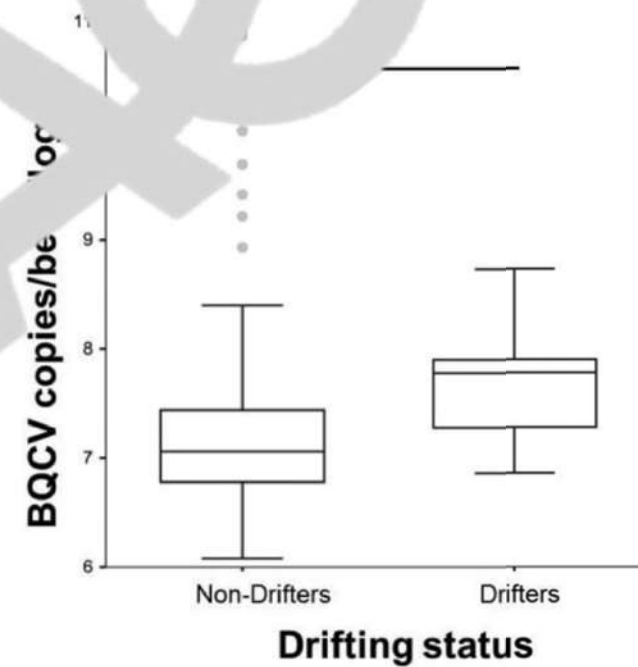
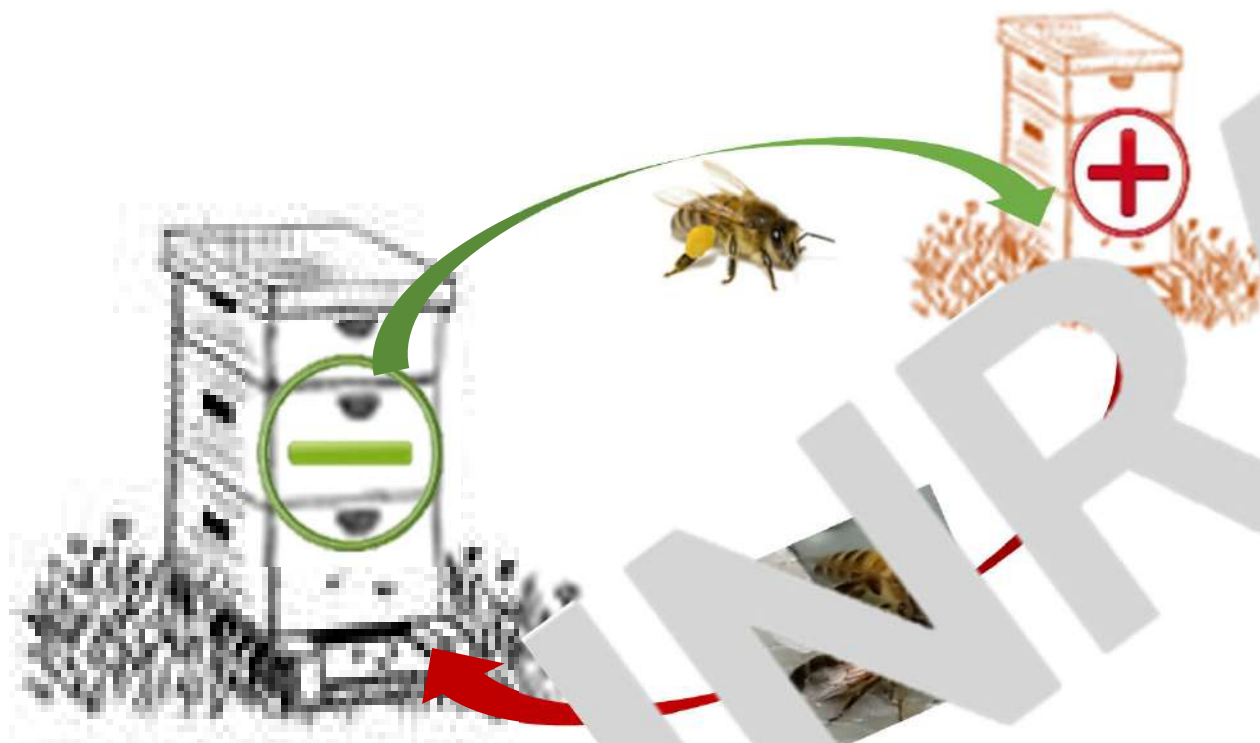
- ♦— Mortes devant la ruche
- Abeilles planche d'envol
- ▲— Abeilles internes
- ×— Emergentes
- *— Larves operculées
- Seuil de quantification

Dubois et al., 2017

Complémenter en pollen ?

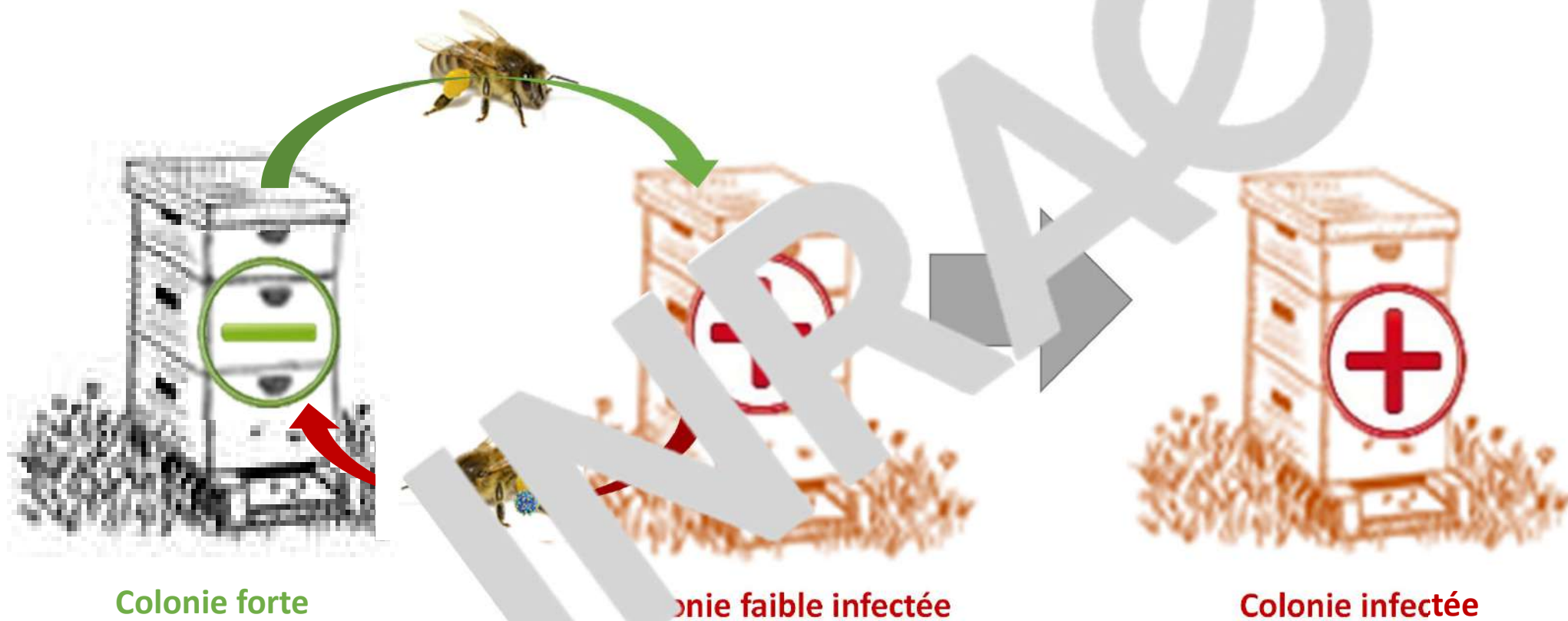


Risques liés à la dérive



Retschnig et al. (2019)

Risques de dissémination liés au pillage



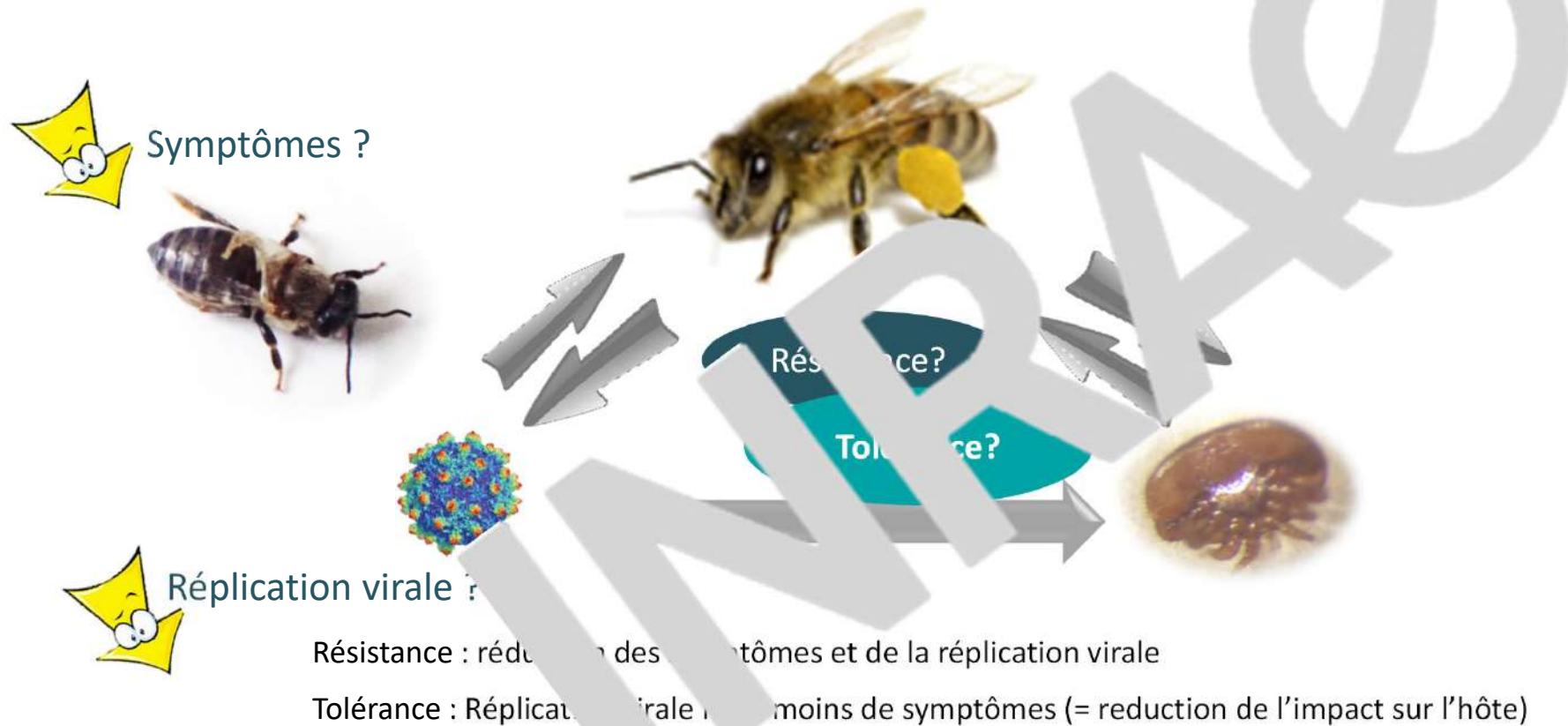
Rucher « hôpital » : isoler les colonies faibles / à symptômes





QUELLES PISTES POUR LIMITER LES VIRUS : AMÉLIORER LA SÉLECTION ?

➤ La sensibilité aux infections virales est-elle liée à la résistance à varroa ?



À Retenir :



INRAE

19/11/2025



JSA 2025

- Différents niveaux de sensibilité aux virus

Castelli *et al.* (2021)

- Caractères génétiques héritables

de Graaf *et al.* (2020)



- DWV, ABPV, SBV moins transmis par la reine (SOV)



- Résistance précoce ?

⇒ œufs moins infectés si reines SOV+

⇒ Sélection possible !

⇒ Eliminer les populations hyper-sensibles

- Risques sanitaires liés à l'introduction de nouvelles reines
 - Apports extérieurs à l'exploitation
 - Sélection dans un environnement où le pathogène est absent
 - ⇒ Risque d'hypersensibilité

Remerciements

INRAE

V. Dievert
Y. Le Conte
C. Alaux
JL. Brunet
M. Cousin
B. Basso
M. Coulon
L. Perisse

anses
agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail



E. Dubois

UMT
PrADE



**GDS**
Réunion
L'action sanitaire ensemble



JSA 2025

