



anses

Santé des abeilles

Rencontre scientifique

jeudi 7
décembre 2023

Fiap - Paris 14

Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Tristan Durand, doctorant en 3^{ème} année

Anses de Sophia-Antipolis (Eric Dubois)

INRAE d'Avignon (Anne Bonjour-Dalmon)

RENCONTRE
SCIENTIFIQUE

Jeudi 7 décembre ● Fiap

INRAE anses

Open Access Review

Viral Co-infections and Antiviral Immunity in Honey Bees

by  Tristan Durand ^{1,2,*}  Anne Bonjour-Dalmon ¹  and  Eric Dubois ^{2,*} 

¹ National Research Institute for Agriculture Food and Environment, INRAE, UR 406 Abeilles et Environnement, Site Agroparc, 84914 Avignon, France

² French Agency for Food, Environmental and Occupational Health Safety, ANSES, 06902 Sophia Antipolis, France

* Authors to whom correspondence should be addressed.

Viruses 2023, 15(5), 1217; <https://doi.org/10.3390/v15051217>

Received: 21 April 2023 / Revised: 16 May 2023 / Accepted: 18 May 2023 / Published: 22 May 2023

(This article belongs to the Special Issue Molecular Virus-Insect Interactions 2023)

Download

Browse Figures

Review Reports

Versions Notes

Abstract

Over the past few decades, honey bees have been facing an increasing number of stressors. Beyond individual stress factors, the synergies between them have been identified as a key factor in the observed increase in colony mortality. However, these interactions are numerous and complex and call for further research. Here, in line with our need for a systemic understanding of the threats that they pose to bee health, we review the interactions between honey bee viruses. As viruses are obligate parasites, the interactions between them not only depend on the viruses themselves but also on the immune responses of honey bees. Thus, we first summarise our current knowledge of the antiviral immunity of honey bees. We then review the interactions between specific pathogenic viruses and their interactions with their host. Finally, we draw hypotheses from the current literature and suggest directions for future research.

Keywords: virus; interaction; synergism; immune system; co-infection; honey bee; *Apis mellifera*; *Apis*

Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Les virus de l'abeille



Virus de la paralysie aigüe



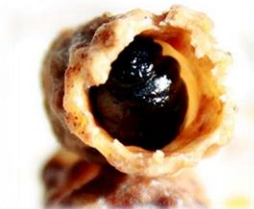
Virus du couvain sacciforme



Virus de la paralysie chronique



Virus de la cellule royale noire

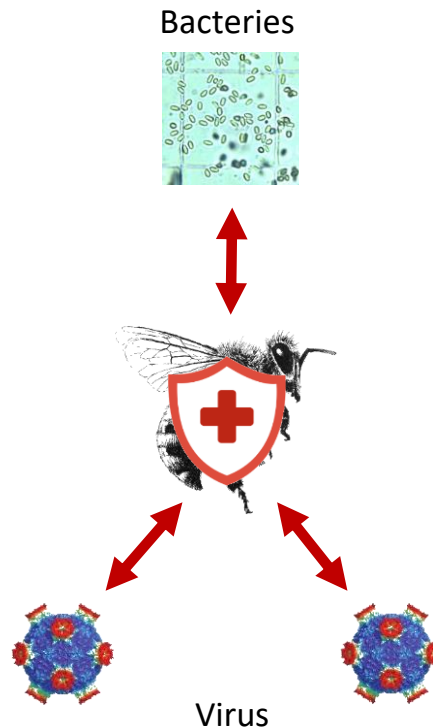


Virus des ailes déformées



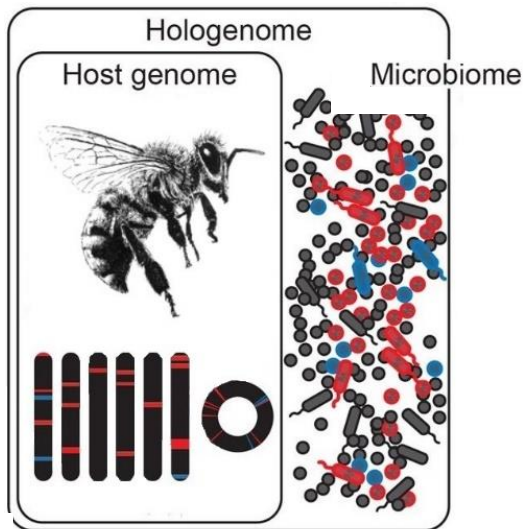
Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Le microbiome et son hôte en interaction



Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

L'abeille, un **holobionte** comme un autre



Nous, notre individualité, notre génome
+ Bactéries, virus, animaux microscopiques

} **Holobionte**
= individu

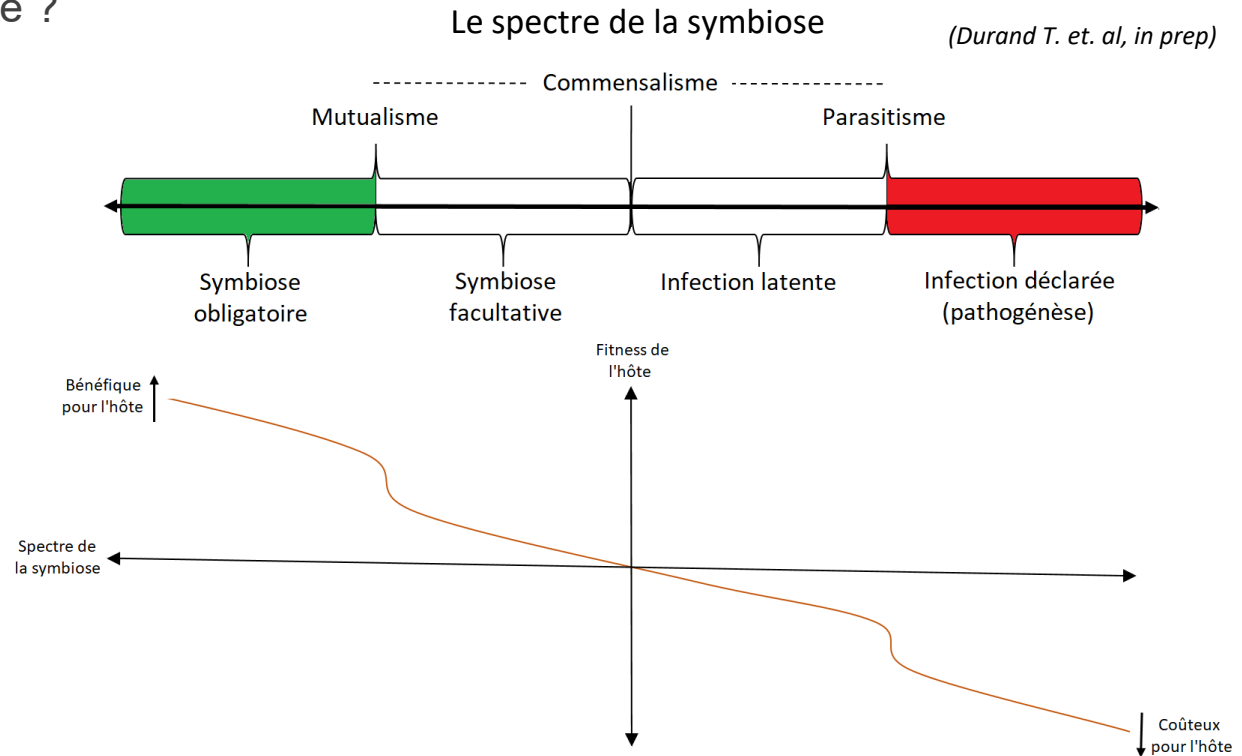
→ Nous sommes un écosystème

Et l'abeille aussi !

Adapté de Theis, K. R., Dheilly, N. M., Klassen, J. L., Brucker, R. M., Baines, J. F., Bosch, T. C., ... & Bordenstein, S. R. (2016). Getting the hologenome concept right: an eco-evolutionary framework for hosts and their microbiomes. *Msystems*, 1(2), e00028-16.

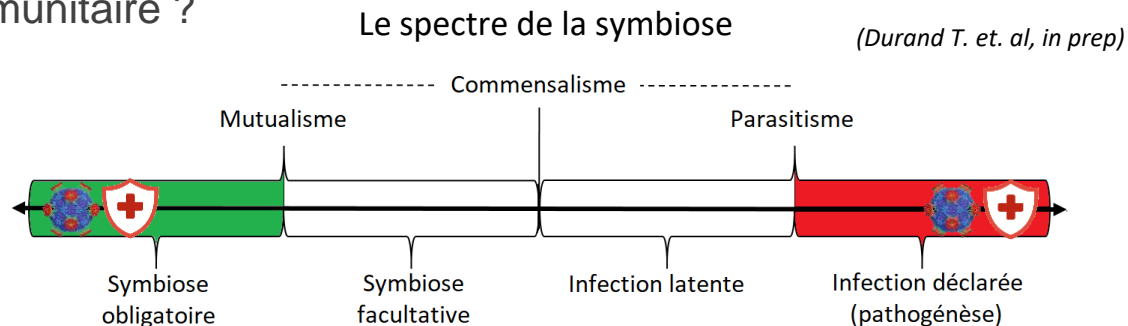
Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Qu'est-ce qu'un pathogène ?



Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Qui est la cible du système immunitaire ?



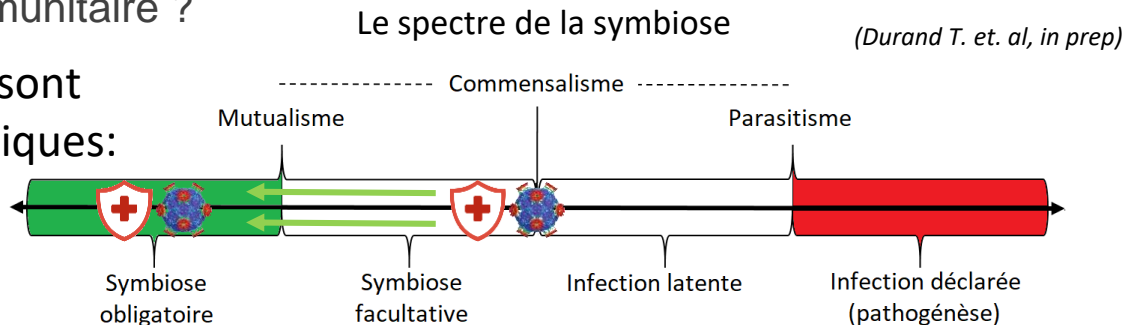
Le système immunitaire cible et régule l'entièreté du microbiome

Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Qui est la cible du système immunitaire ?

Le mutualisme et le parasitisme ne sont pas des propriétés figées mais dynamiques:

Au cours de l'évolution

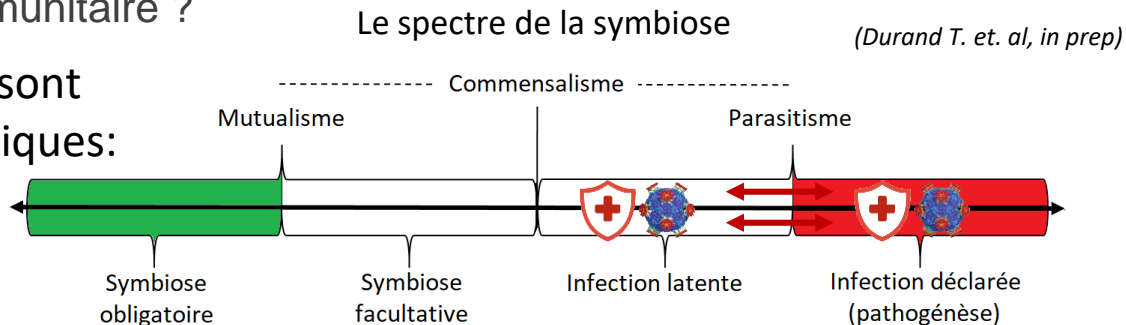


Guêpe parasitoïde
Copyright :
Alex Wild Photography

Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Qui est la cible du système immunitaire ?

Le mutualisme et le parasitisme ne sont pas des propriétés figées mais dynamiques:



Au cours de l'évolution

Au cours de la vie de l'hôte

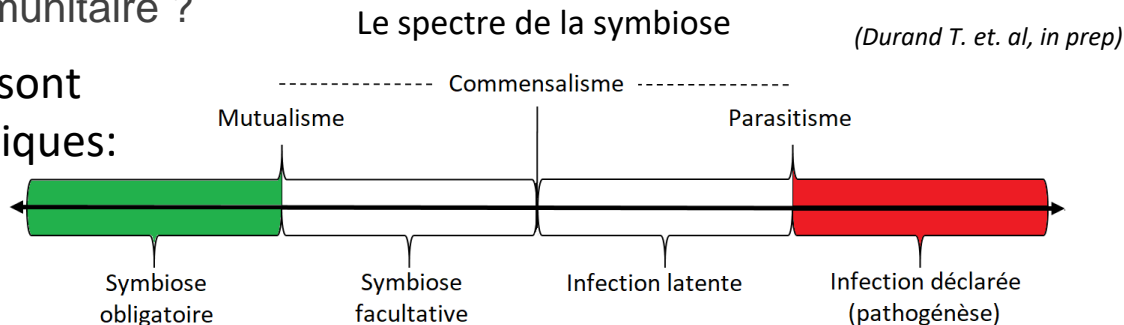


Symptômes du virus de l'herpes

Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Qui est la cible du système immunitaire ?

Le mutualisme et le parasitisme ne sont pas des propriétés figées mais dynamiques:



Au cours de l'évolution

Au cours de la vie de l'hôte

Dépendant du contexte et de la voie de mise en interaction



Le cas du virus des ailes déformées

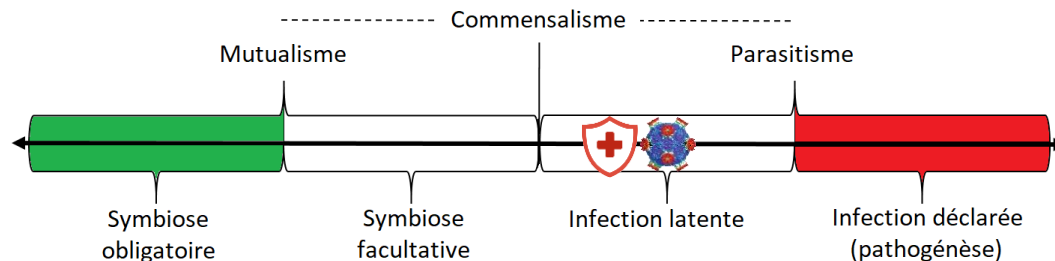
Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Le cas du virus des ailes déformées

Le spectre de la symbiose

(Durand T. et. al, in prep)

Historiquement transmis entre congénères au stade adulte...



Mais

Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Le cas du virus des ailes déformées

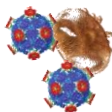
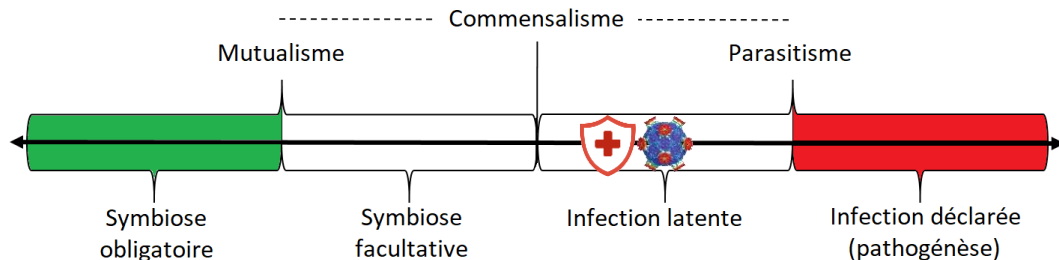
Historiquement transmis entre congénères au stade adulte...

Mais

L'arrivée de varroa a changé la voie de transmission du virus et son contexte

Le spectre de la symbiose

(Durand T. et. al, in prep)



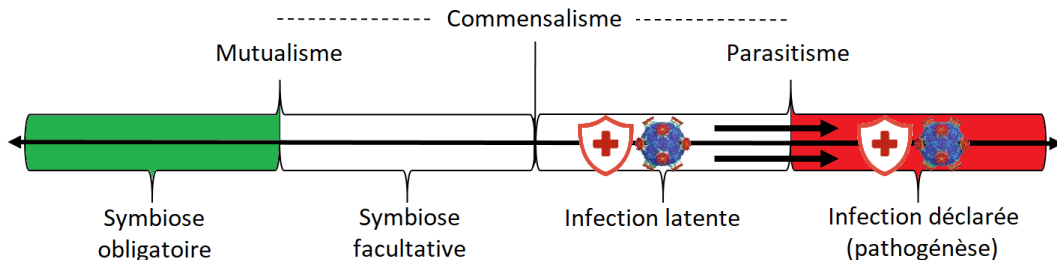
Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Le cas du virus des ailes déformées

Le spectre de la symbiose

(Durand T. et. al, in prep)

Historiquement transmis entre congénères au stade adulte...



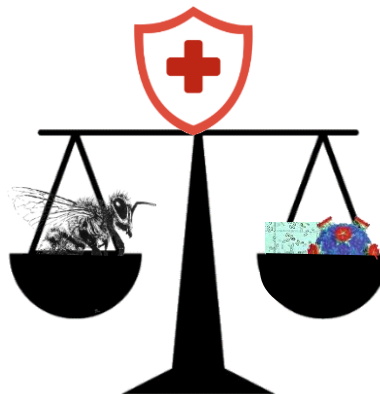
Mais

L'arrivée de varroa a changé la voie de transmission du virus et son contexte



Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Le rôle du système immunitaire

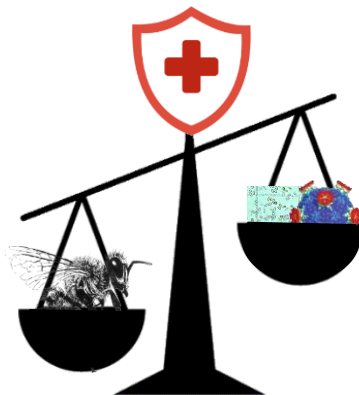


Le système immunitaire régule le microbiome entier pour atteindre un équilibre au sein de l'holobionte

Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Le rôle du système immunitaire

Il peut tirer les populations microbiennes vers un commensalisme, favorisant ainsi de potentiels mutualismes...

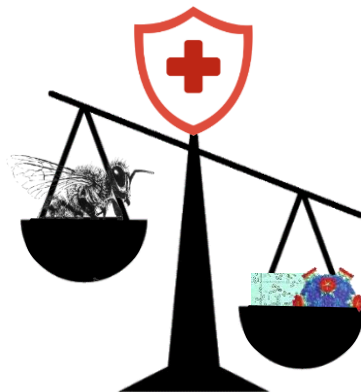


Le système immunitaire régule le microbiome entier pour atteindre un équilibre au sein de l'holobionte

Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Le rôle du système immunitaire

Il peut tirer les populations microbiennes vers un commensalisme, favorisant ainsi de potentiels mutualismes...

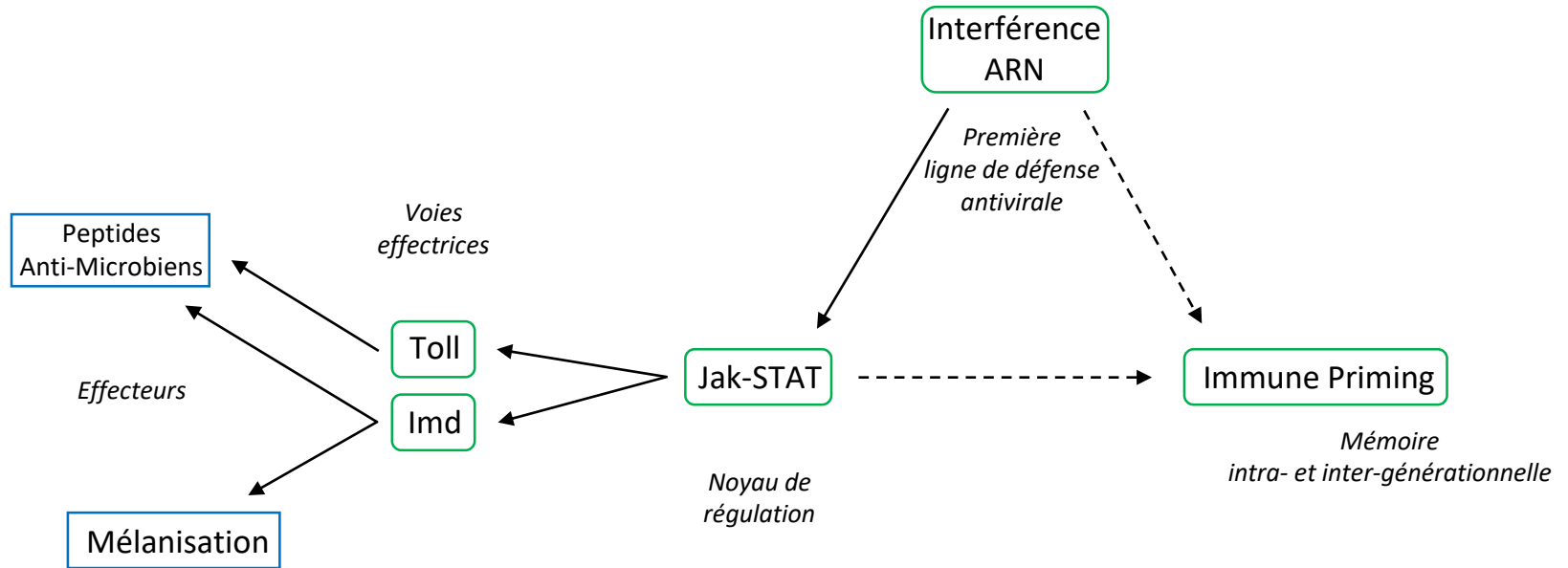
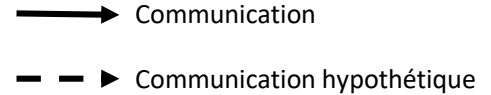


... Mais peut aussi être la cause directe de la pathogénèse suite à une réponse inadaptée !

Le système immunitaire régule le microbiome entier pour atteindre un équilibre au sein de l'holobionte

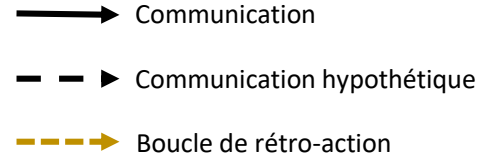
Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Les mécanismes du système immunitaire

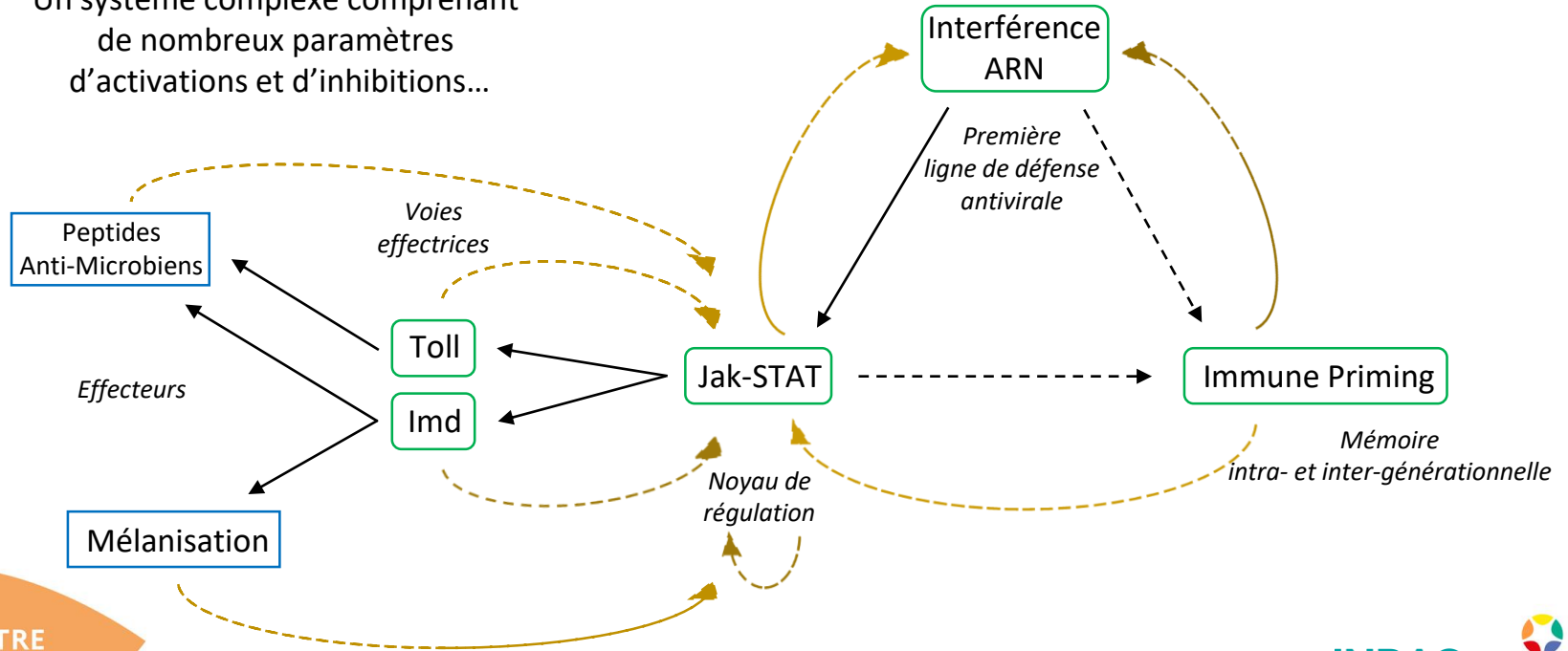


Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Les mécanismes du système immunitaire



Un système complexe comprenant de nombreux paramètres d'activations et d'inhibitions...



Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

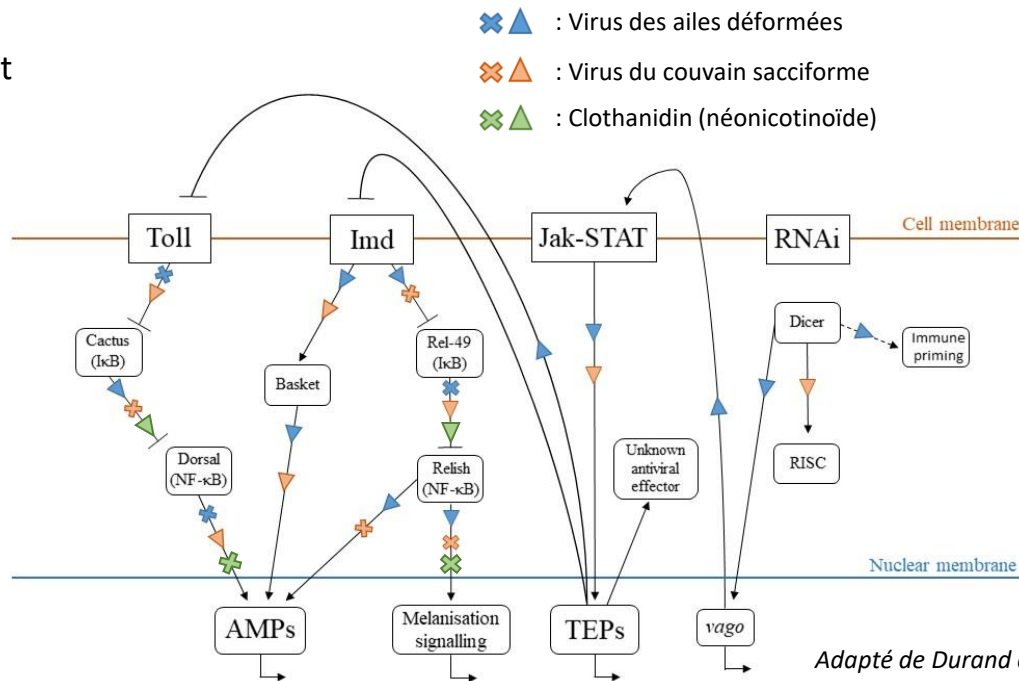
Di Prisco, G., Cavaliere, V., Annoscia, D., Varricchio, P., Caprio, E., Nazzi, F., ... & Pennacchio, F. (2013). Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(46), 18466-18471.

Les mécanismes du système immunitaire

Un système complexe comprenant de nombreux paramètres d'activations et d'inhibitions...

Qui doit s'adapter en permanence à la complexité du microbiome actuel !

... sans compter l'influence de paramètres externes



Pathogénèse et système immunitaire chez l'abeille mellifère

Le bon fonctionnement du système immunitaire



- Une nutrition riche et variée



- Absence de produits toxiques (pesticides)



- Un environnement stable

