

# Résistances de *Varroa destructor* aux acaricides : conséquences sur l'efficacité des traitements Quel avenir dans la lutte contre Varroa ?

Gabrielle ALMECIJA, PhD  
Benjamin POIROT, PhD

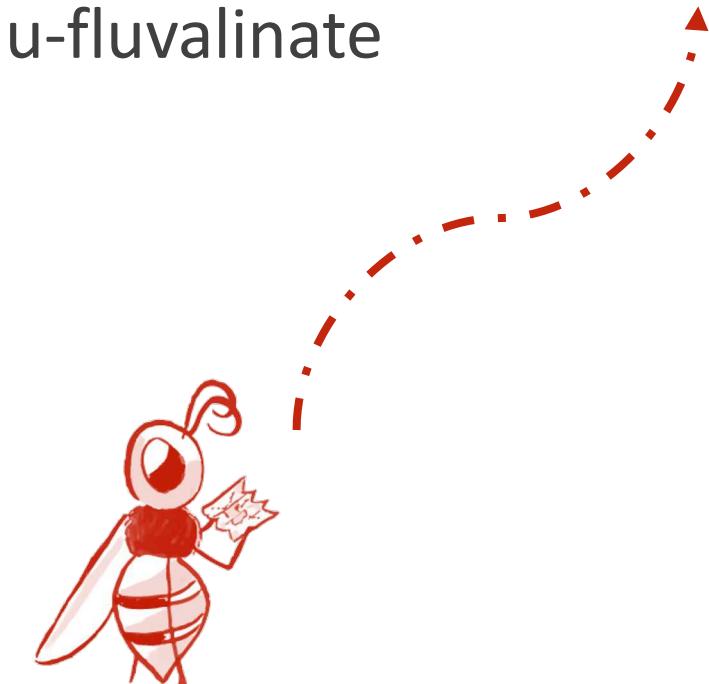
28/09/2022



# Plan



- ▶ Contexte
- ▶ Evaluation des résistances en France : Amitraze & Tau-fluvalinate
- ▶ Influence sur l'efficacité des traitements
- ▶ Quel avenir dans la lutte contre Varroa ?





# 1. Contexte

2. Evaluation des  
résistances

3. Modélisation &  
Traitement

4. Discussion

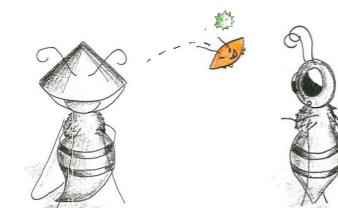
## ***Varroa destructor***

(Anderson & Trueman, 2000)

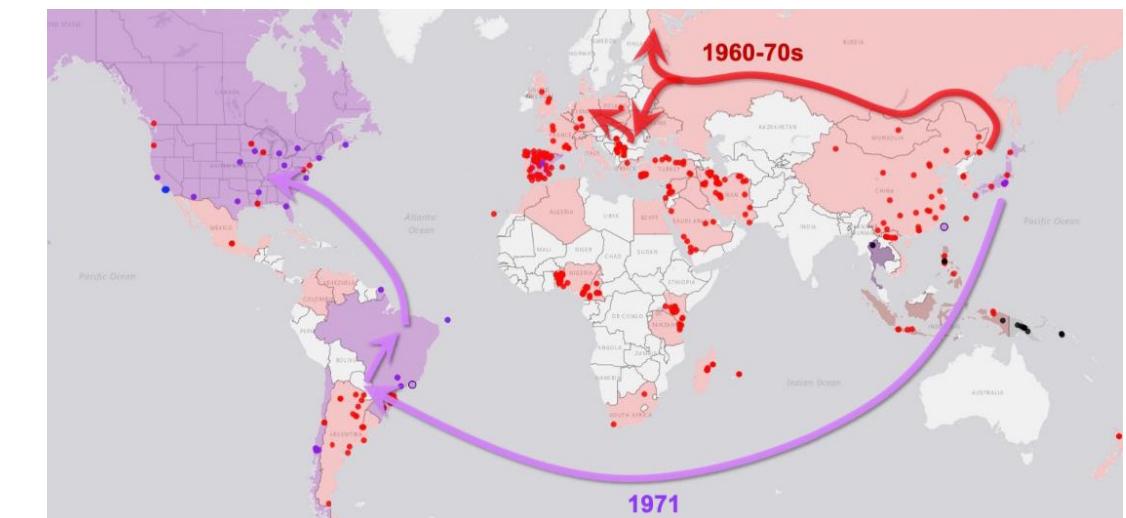
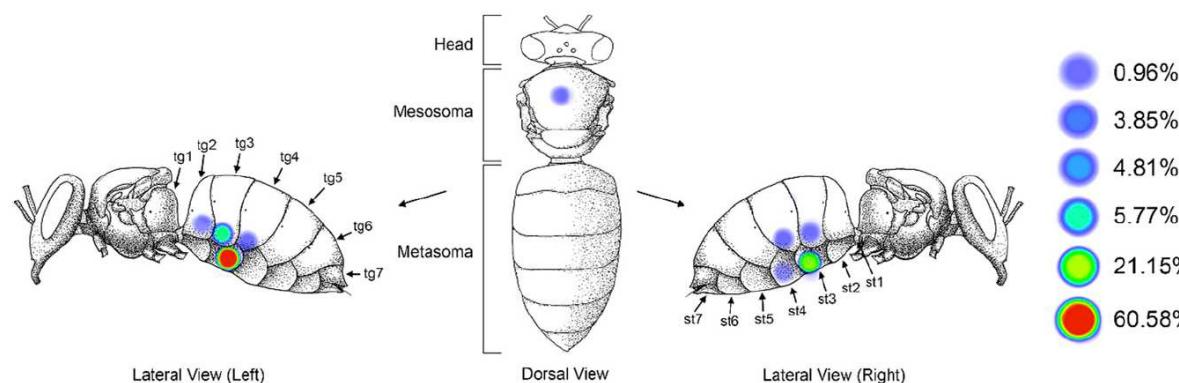
- ▶ Parasite de l'Abeille, *Apis mellifera*



- ▶ Hôte d'origine : *Apis cerana*



- ▶ Nutrition : corps gras et hémolymphé



(Techer et al. 2019 ; Traynor et al. 2020)



(Traynor et al. 2020)

## *Varroa destructor*

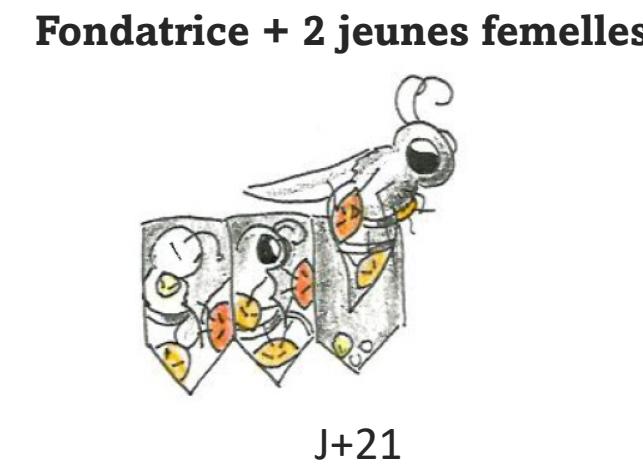
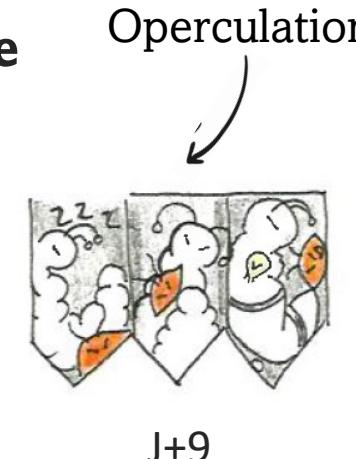
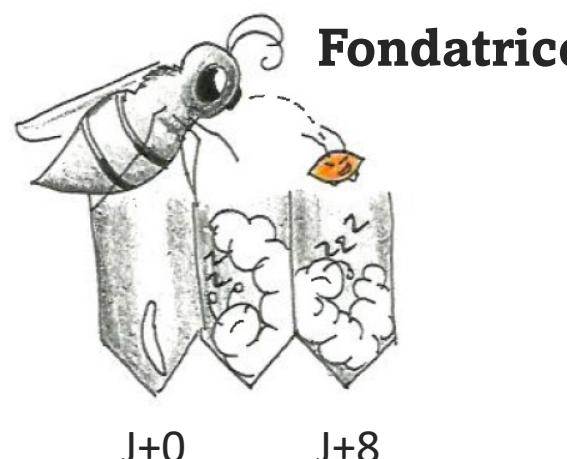
- ▶ 2 phases distinctes :
  - ▶ Phase de dispersion (anciennement “phorétique”)
  - ▶ Phase de reproduction (dans le couvain)



Phase de dispersion



Phase de reproduction  
dans le couvain



# 1. Contexte



2. Evaluation des  
résistances

3. Modélisation &  
Traitement

4. Discussion

(Martin et al. 2012 ; Annoscia et al, 2015 ; Traynor et al. 2020 ; Mondet et al. 2016)

## ***Varroa destructor***

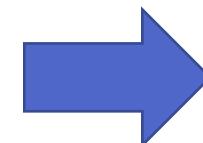
- ▶ Responsable de la VARROOSE



Abeille contaminée par le virus des  
ailes déformées (DWV)

- ▶ Echelle individuelle

- ▶ Diminution des corps gras
- ▶ Transmission de virus



**Diminution de la longévité**  
**Diminution des activités**



- ▶ Echelle de la colonie

- ▶ Réduction de la production de miel
- ▶ Effondrement hivernal ↗





## Traitements en apiculture biologique : 3 substances actives

- ▶ Thymol (ApilifeVar®, Thymovar®, Apiguard®)
- ▶ Acide oxalique (Apibioxal®, Oxybee®, Varromed®)
- ▶ Acide formique (MAQS, FormicPro®)

## Traitements en apiculture conventionnelle: 3 substances actives

- ▶ Fluméthrine (Bayvarol® et PolyvarYellow®)
- ▶ Tau-fluvalinate (Apistan®)
- ▶ Amitraz (Apitraz® et Apivar®)



Substance active la plus utilisée

# 1. Contexte



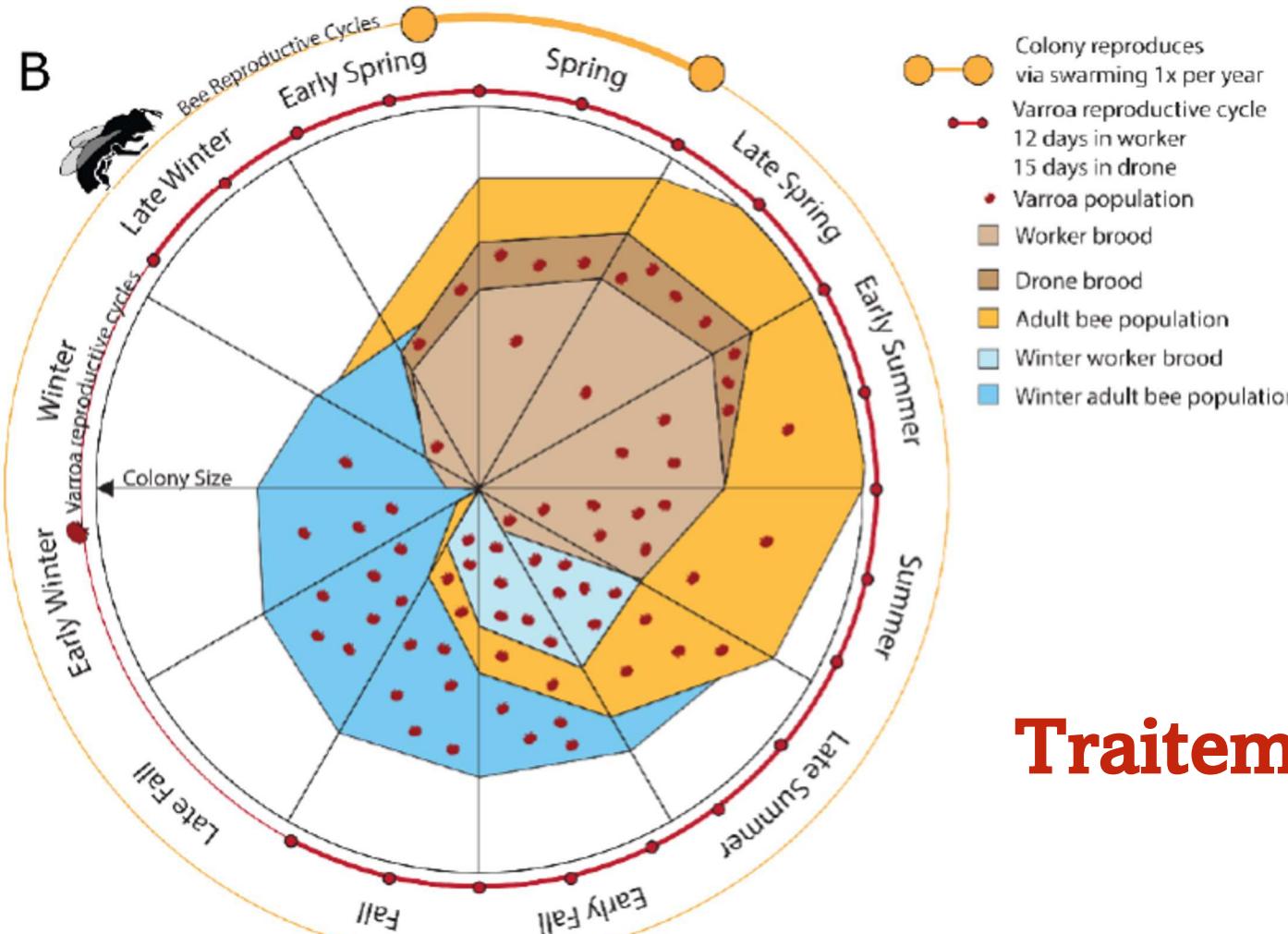
## 2. Evaluation des résistances

## 3. Modélisation & Traitements

## 4. Discussion



(Traynor et al. 2020)



- **Acaricide par contact**
  - **Efficace uniquement sur varroas  
sur abeille (excepté acide formique)**

# Traitement longue durée ...

# 1. Contexte



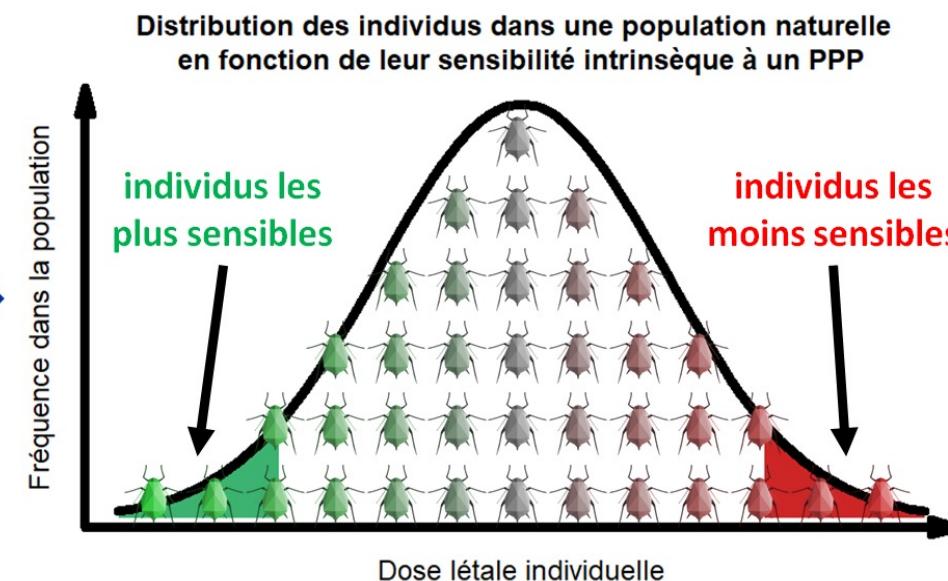
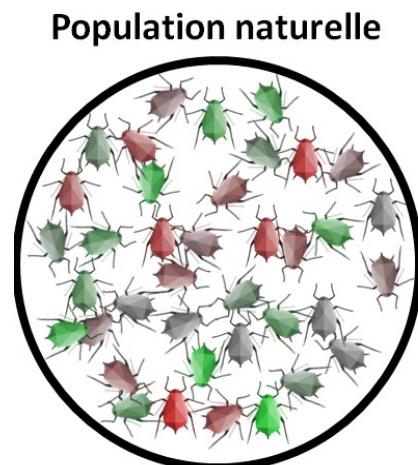
2. Evaluation des résistances

3. Modélisation & Traitements

4. Discussion

(Vannosthuyse et al. 2018)

## Les types de résistances



► Résistances connues chez Varroa : Métabolique & Mutation de la cible



► 4 types de résistances



► Comportementale



► Physiologique



► Métabolique



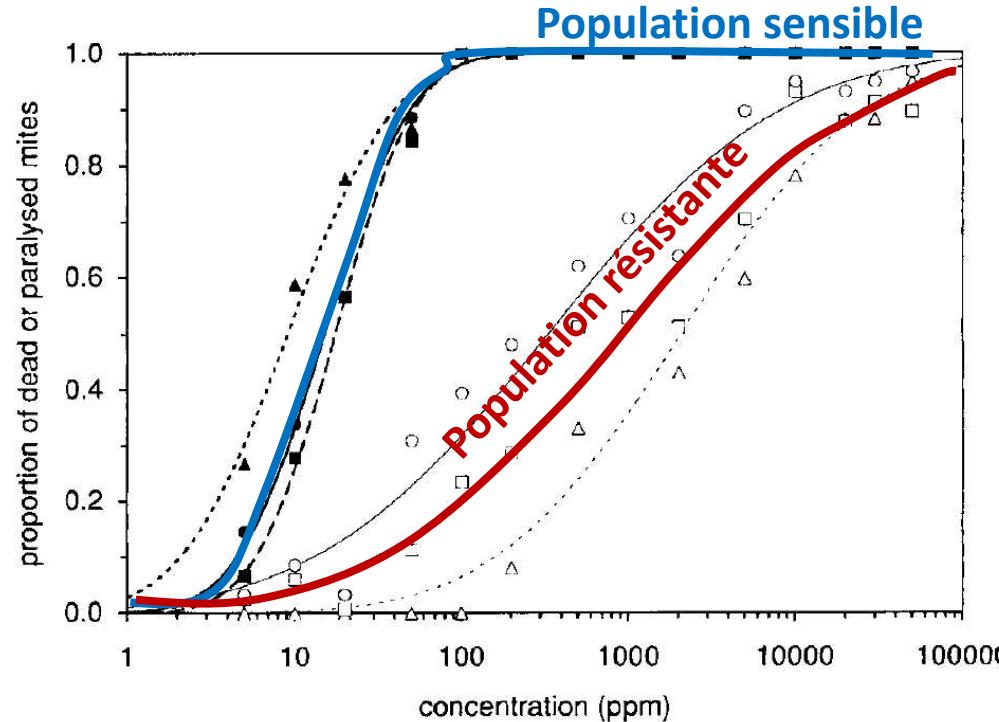
► Mutation de la cible



## Résistances au tau-fluvalinate

### ► Test phénotypique (Milani. 1995)

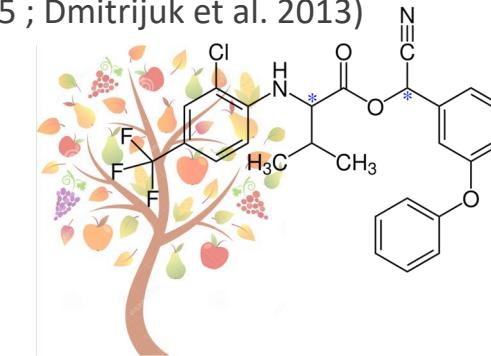
- Taux de mortalité / Concentration
- Population **sensible** vs **résistante**



### ► Test enzymatique



- Activité enzymes détoxifiantes
- Estérases (Sammataro et al. 2005 ; Dmitrijuk et al. 2013)



### ► Test moléculaire



- Profil homozygote sensible (SS), Homozygote résistant (RR)
- Plusieurs mutations possibles (Gonzalez et al. 2013 ; 2016)
- Europe : L925V majoritaire (Gonzalez et al. 2018)

# 1. Contexte



2. Evaluation des résistances

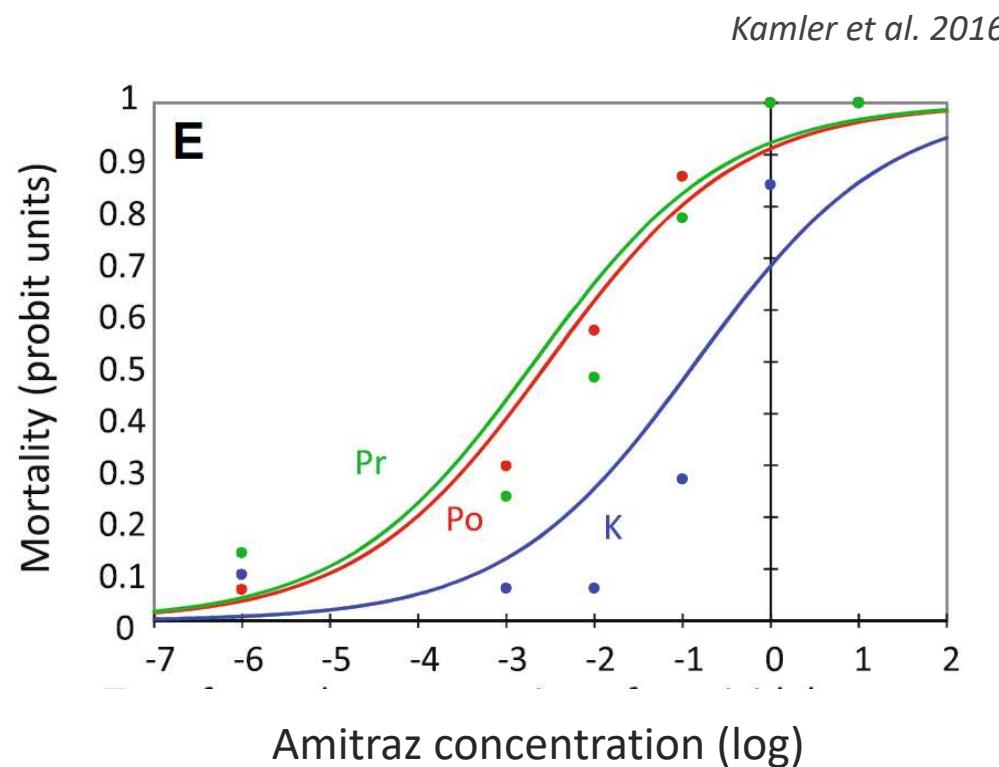
3. Modélisation & Traitements

4. Discussion

## Résistance à l'amitraze

### ► Test phénotypique

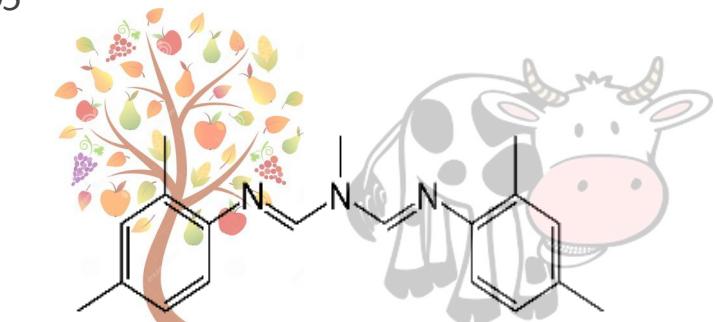
#### ► Taux de mortalité / Concentration



### ► Test enzymatique (*Tetranychus sp*)

#### ► Augmentation des estérases

Van Leeuwen et al. 2005



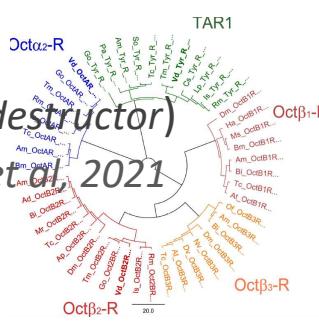
### ► Test moléculaire

#### ► Mutation du récepteur de l'octopamine (*Boophilus sp*)

Chen et al. 2007 ; Corley et al. 2013

#### ► Mutation N87S (France), Y215H (Etats-Unis) (*Varroa destructor*)

Hernandez-Rodriguez et al. 2021



# 1. Contexte



2. Evaluation des  
résistances

3. Modélisation &  
Traitements

4. Discussion



- ▶ Quel est l'état de résistance des varroas au tau-fluvalinate et à l'amitrazé en France?
- ▶ Comment la résistance influence l'efficacité des traitements ?
- ▶ Réflexion sur la lutte contre Varroa

## 2. Evaluation des résistances



### Méthode (Maggi et al. 2008)

#### 1. Contamination des boites de Petri

- Préparation des solutions à base d'hexane
- Plusieurs concentrations
- Témoin : Hexane

Envoi de couvain infesté par les apiculteurs, les vétérinaires, les ADAs

#### 2. Collecte des varroas (couvain)

- Collecte des fondatrices matures
- 4 réplicats de 15 varroas = 60 varroas / concentration



#### 3. Mise en contact des varroas (1h)

- Etuve :  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ , HM  $60 \pm 10\%$



#### 5. Observation des mortalités (24h)

- Etuve :  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ , HM  $60 \pm 10\%$

#### 4. Transfert des varroas dans des boites non-contaminées



# Méthode

Almecija et al. 2020 (Exp. and Applied Acarology)

- ▶ Comparaison de la mortalité des populations avec des populations sensibles de référence
  - ▶ Choix d'une concentration discriminante CL90

CL<sub>90</sub> [Amitraz] = 0.4 µg/mL      CL<sub>90</sub> [Tau-fluvalinate] = 20 µg/mL

- ## ► Répétabilité & Reproductibilité du test

A detailed illustration of a caterpillar with a segmented body, prolegs, and a prominent head, crawling along a yellow, textured surface.

## Cadre ns

A simple line drawing of a beehive. It consists of a rectangular base and a smaller rectangular top section. The entire structure is colored yellow, except for the white lid.

# Inter-Cadre ns

A hand-drawn illustration of six beehives stacked together. The hives are depicted as yellow rectangular boxes with brown doors and small brown feet at the base. The drawing is done in a simple, sketchy style.

**Inter-Ruche**  
 $p > 0.05$

- Description de 3 classes de sensibilités : **Résistance forte**, Résistance modérée, Sensible  
Mortalité <40%      Mortalité 40-75%      Mortalité >75%





## Résultats Tests phénotypiques

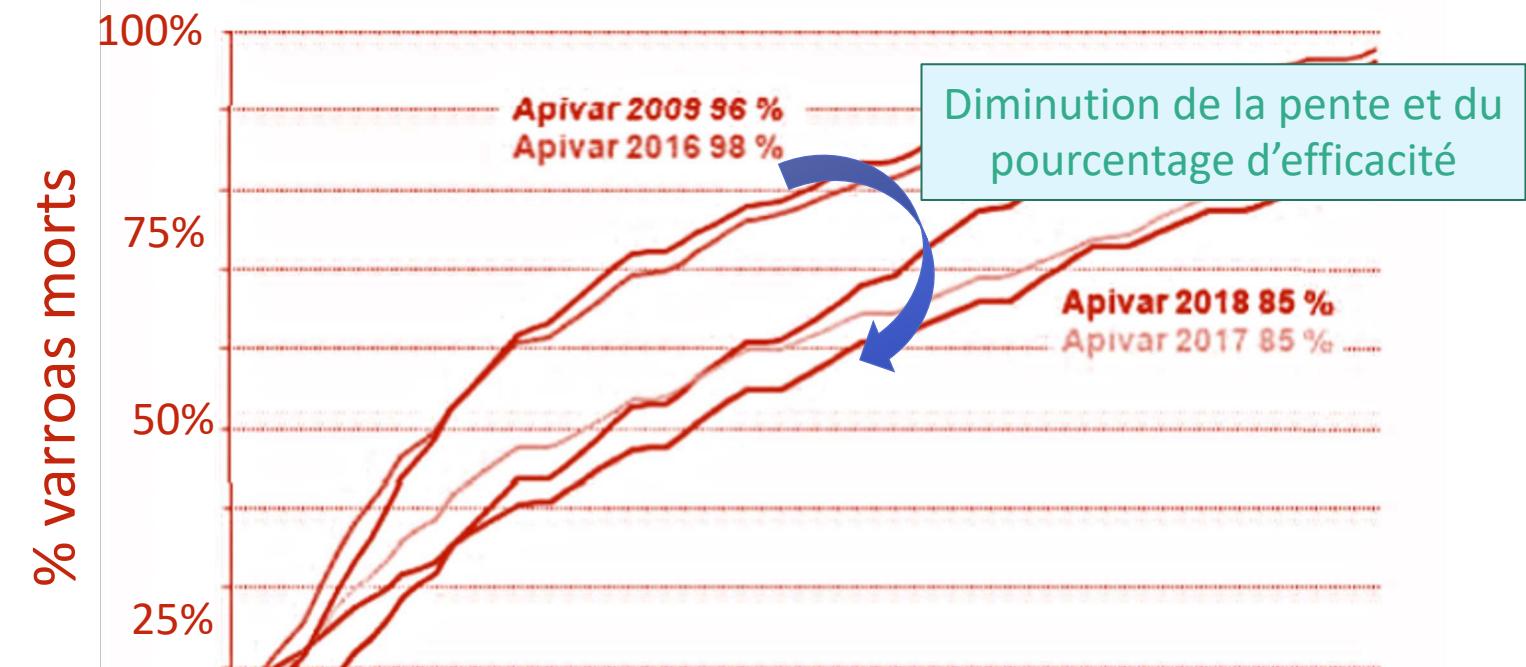
- ▶ Cartographie des sensibilités
- ▶ Forte Hétérogénéité
- ▶ Historique de traitement ?





## Résistances & Efficacité

- ▶ Pourcentage d'efficacité
- ▶ Varroas résiduels (<50 varroas)
- ▶ Cinétique de chute (pente)



Est-ce que la résistance peut expliquer cette diminution de l'efficacité moyenne ?



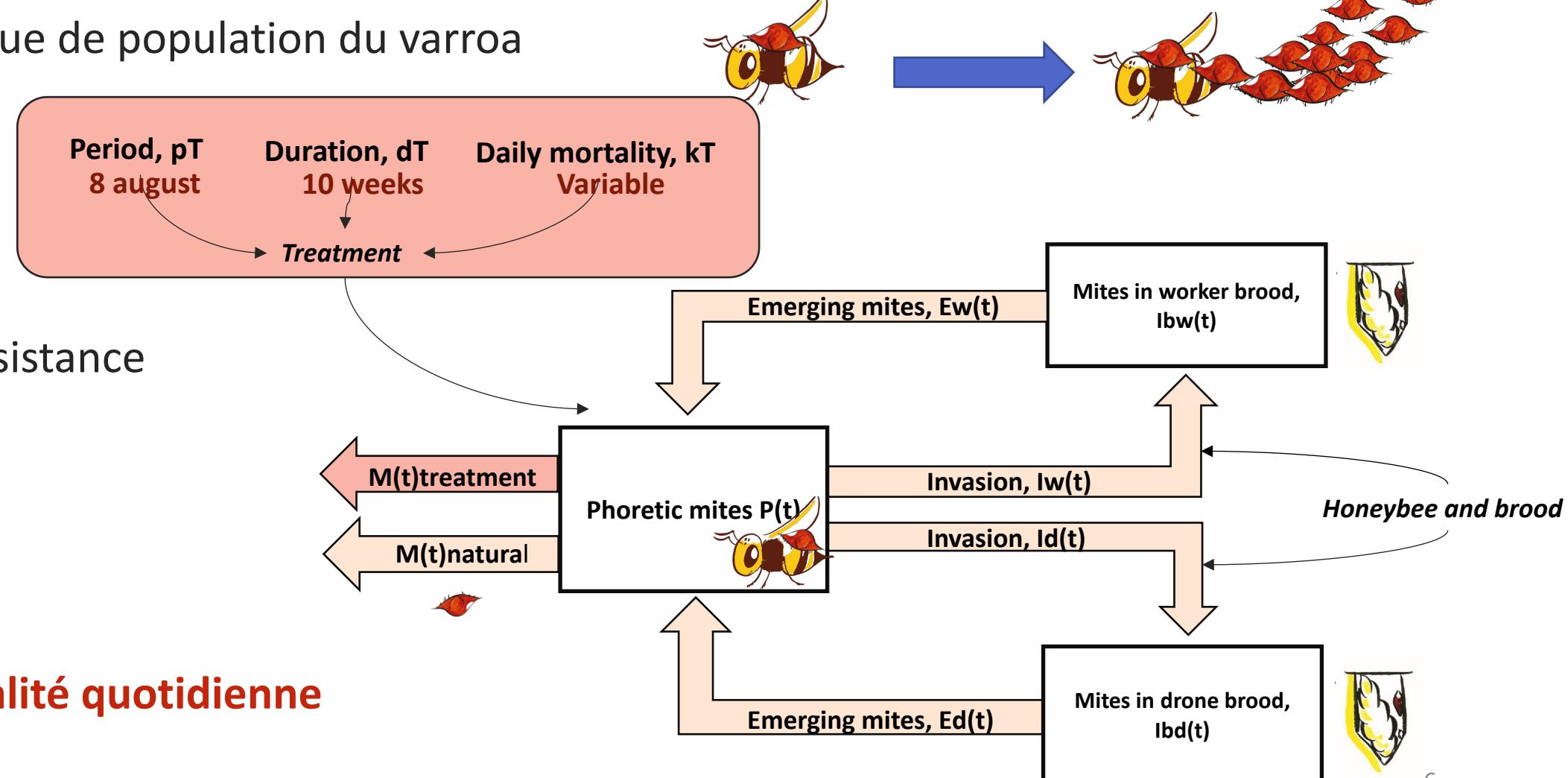
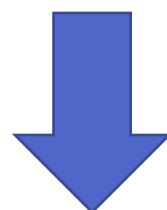
## Modéliser une résistance sur l'efficacité

- ▶ Modèle de dynamique de population du varroa

Calis, 1999

- ▶ Influence d'APIVAR®

- ▶ Simulation d'une résistance



**Diminution de la mortalité quotidienne**

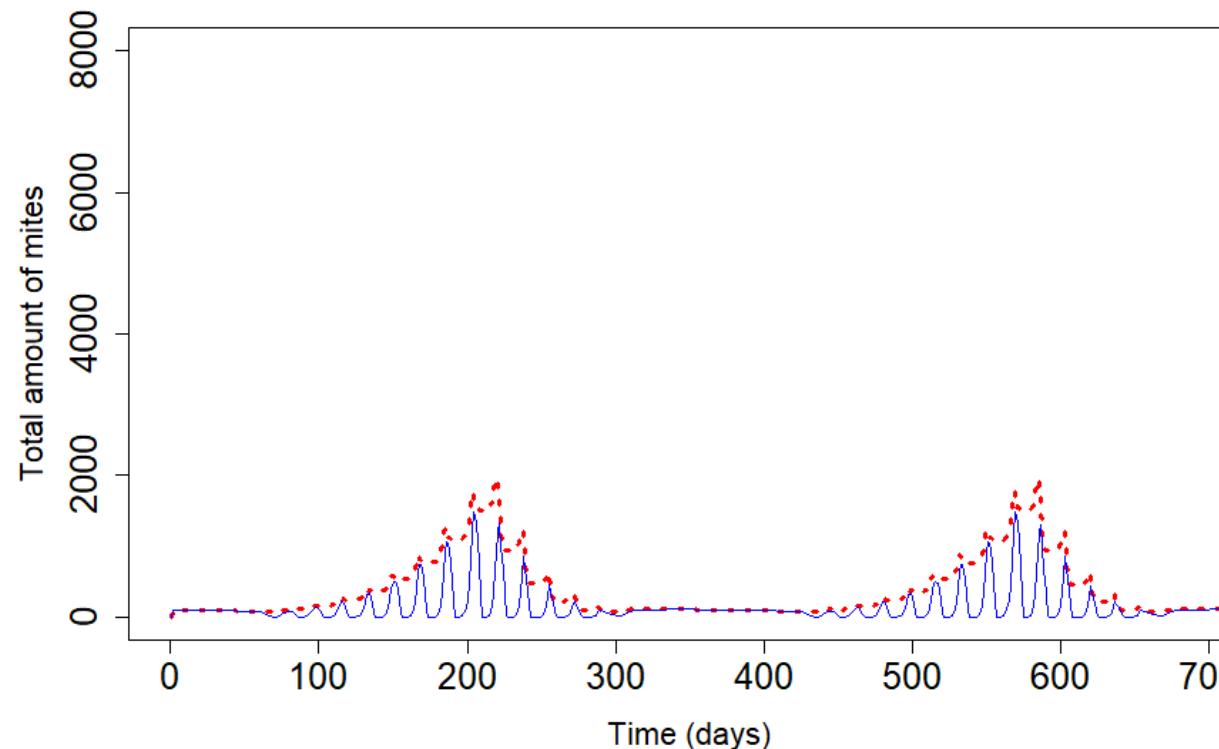


## Résultats avec application du traitement APIVAR®

Condition initiale : pT= 8 août, dT=10 semaines, Pi= 100 varroas

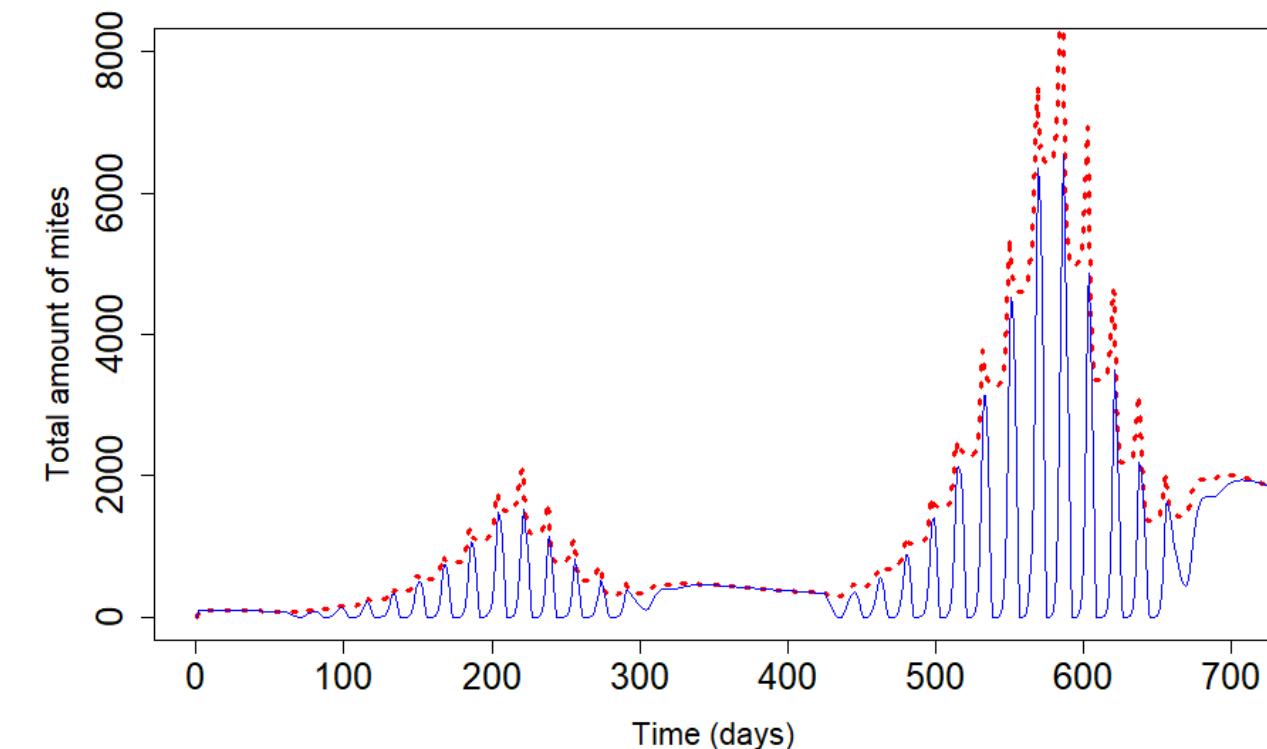
— Varroas sur abeilles  
- - - Varroas totaux

Stabilisation de la population



Efficacité modèle : 98.7%

Croissance de la population



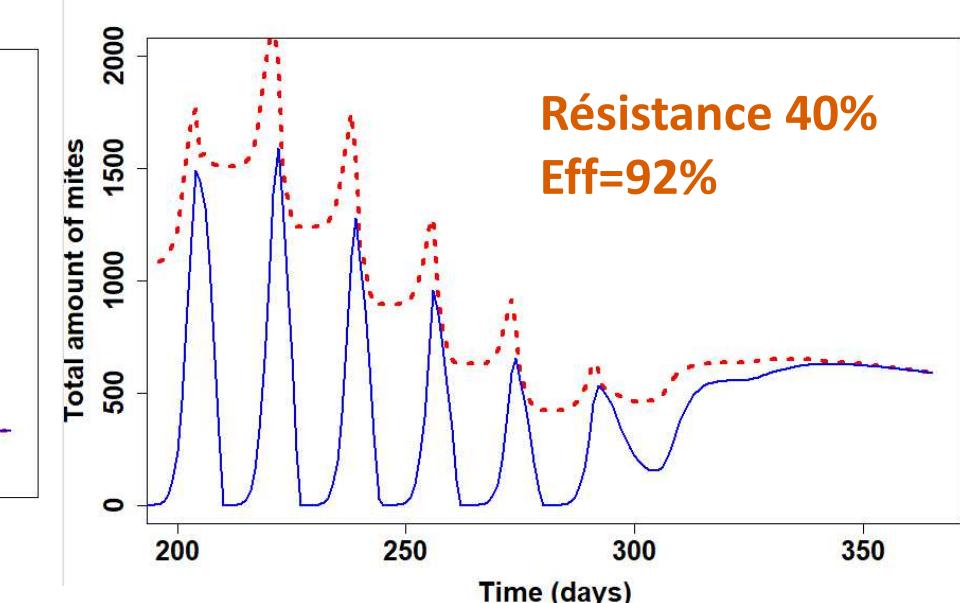
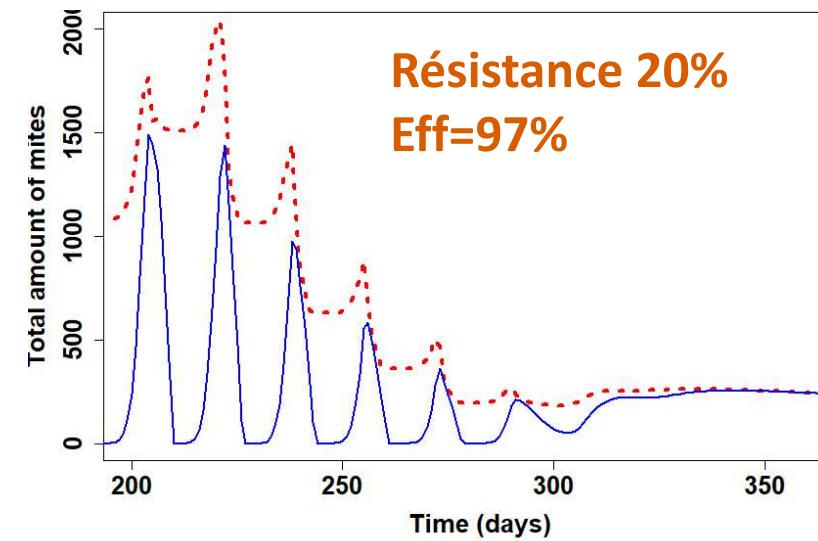
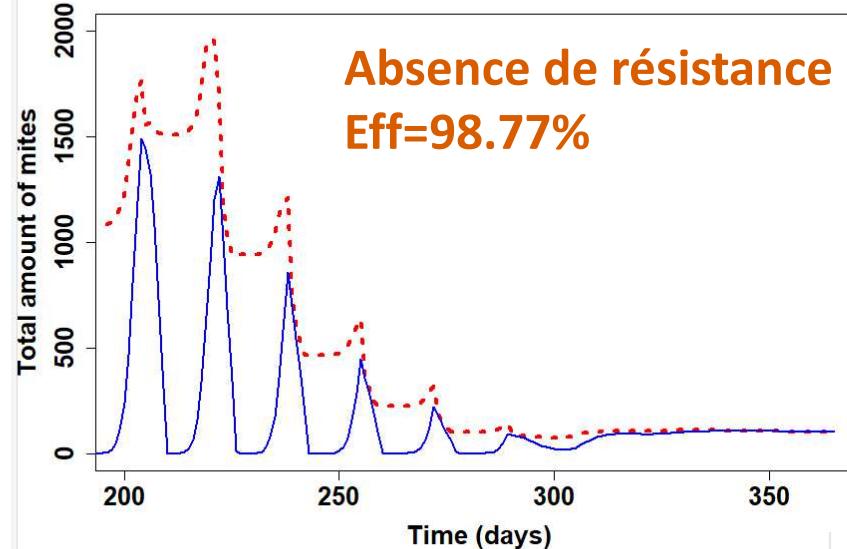
Efficacité modèle : 95%

# 3. Modélisation & Traitements

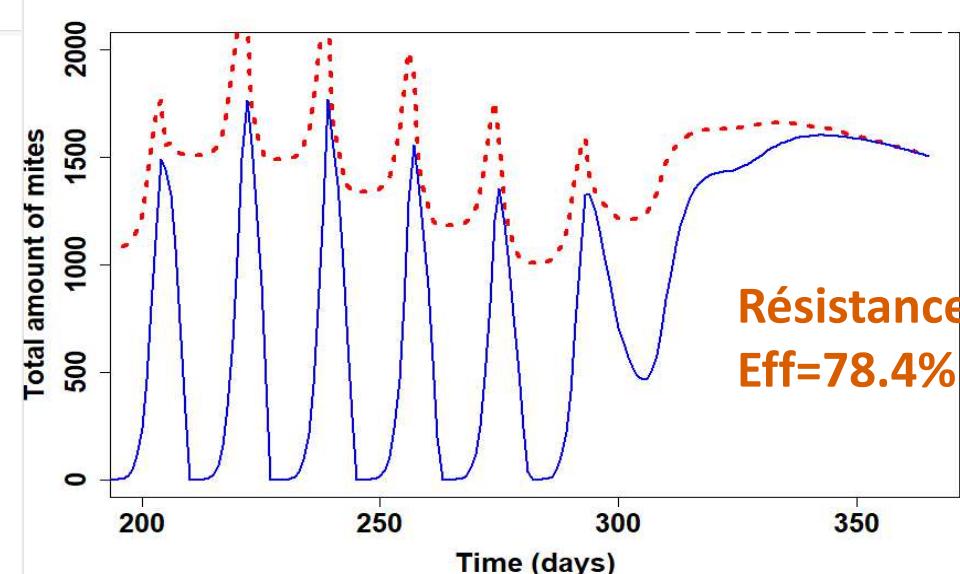


## Influence d'une résistance sur l'efficacité

*Almecija et al. 2021*



— Varroas phoretiques  
- - - Varroas totaux



Comparable aux observations sur le terrain

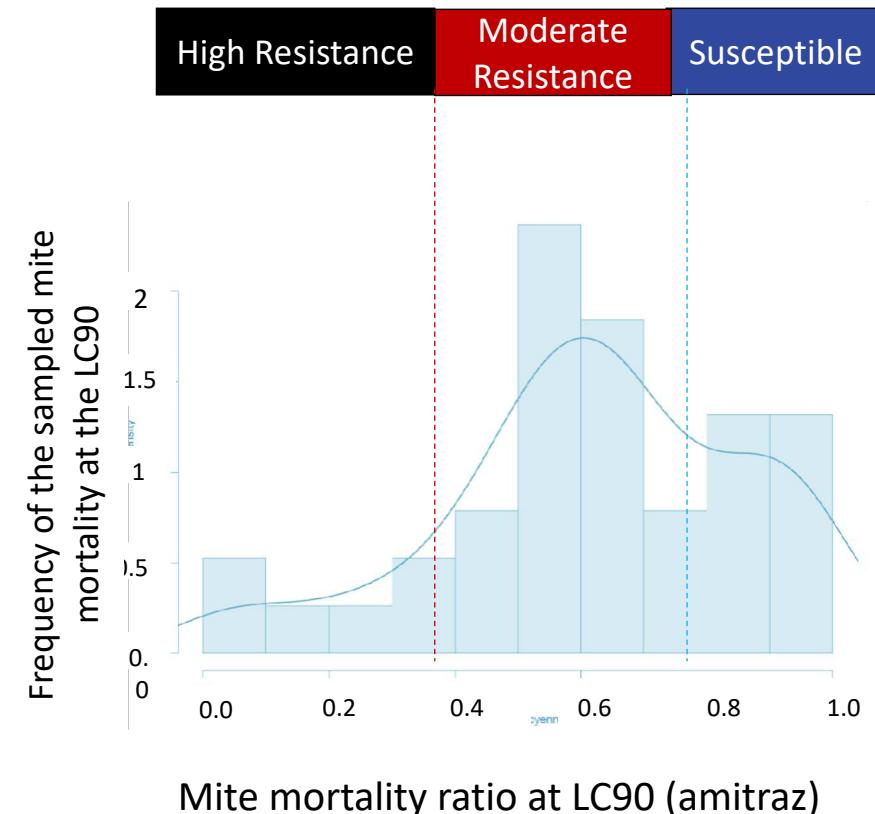
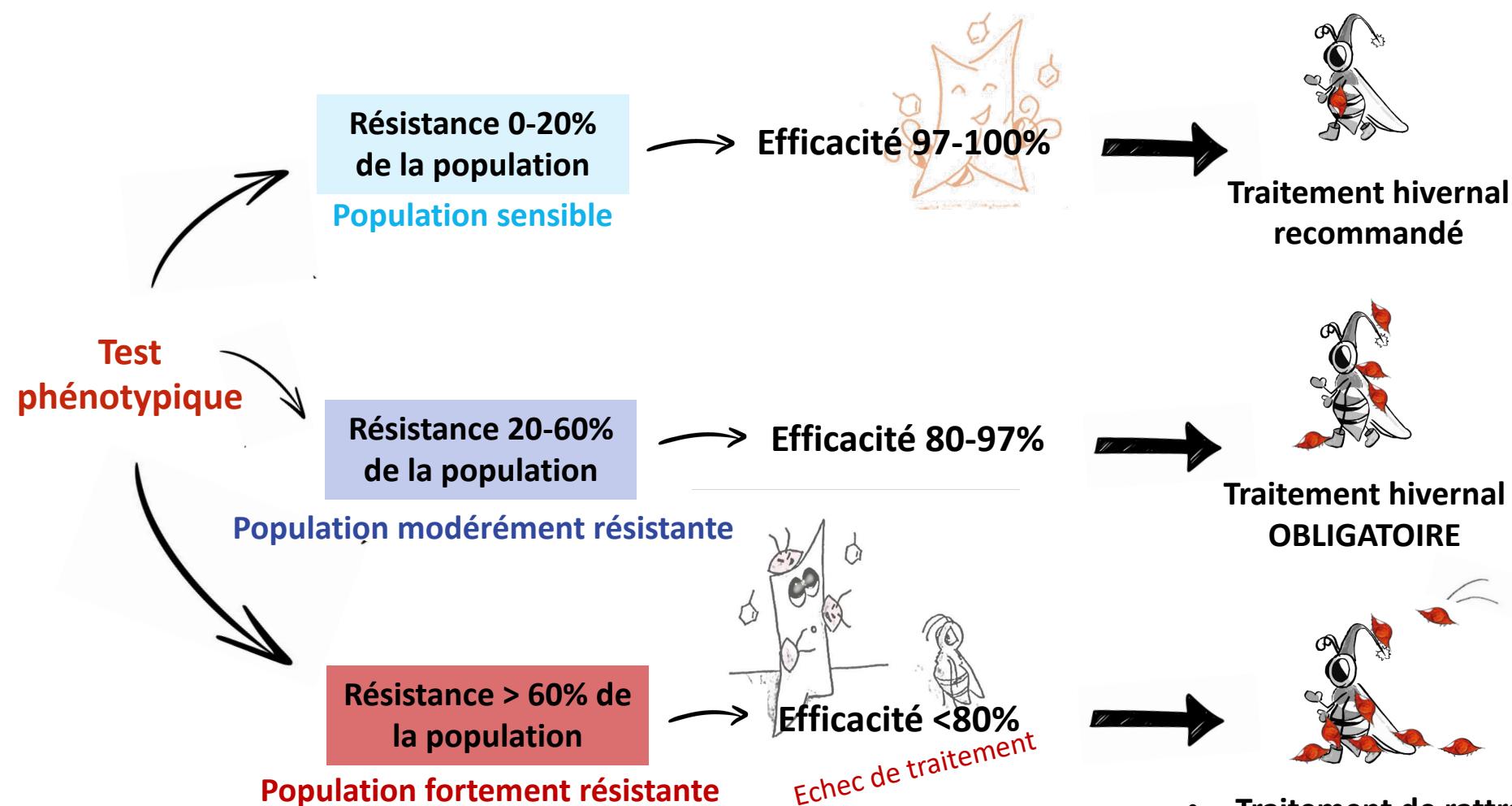
Résistance moyenne 60%  
Efficacité moyenne 81%

# 3. Modélisation & Traitements



Almecija et al. 2021

## Influence d'une résistance sur l'efficacité





## Amitraze, une résistance discrète

- ▶ Ratio de Résistance (RR) variable
  - ▶ RR amitraz  $\approx 30$
  - ▶ RR Tau-fluvalinate  $\approx 200$

Type de résistance

Espèce cible

Molécule acaricide

Augmentation de la concentration pour la même mortalité

Amitraze

Concentration initiale x 30

Concentration initiale



Tau-fluvalinate

Concentration initiale x 200

Concentration initiale

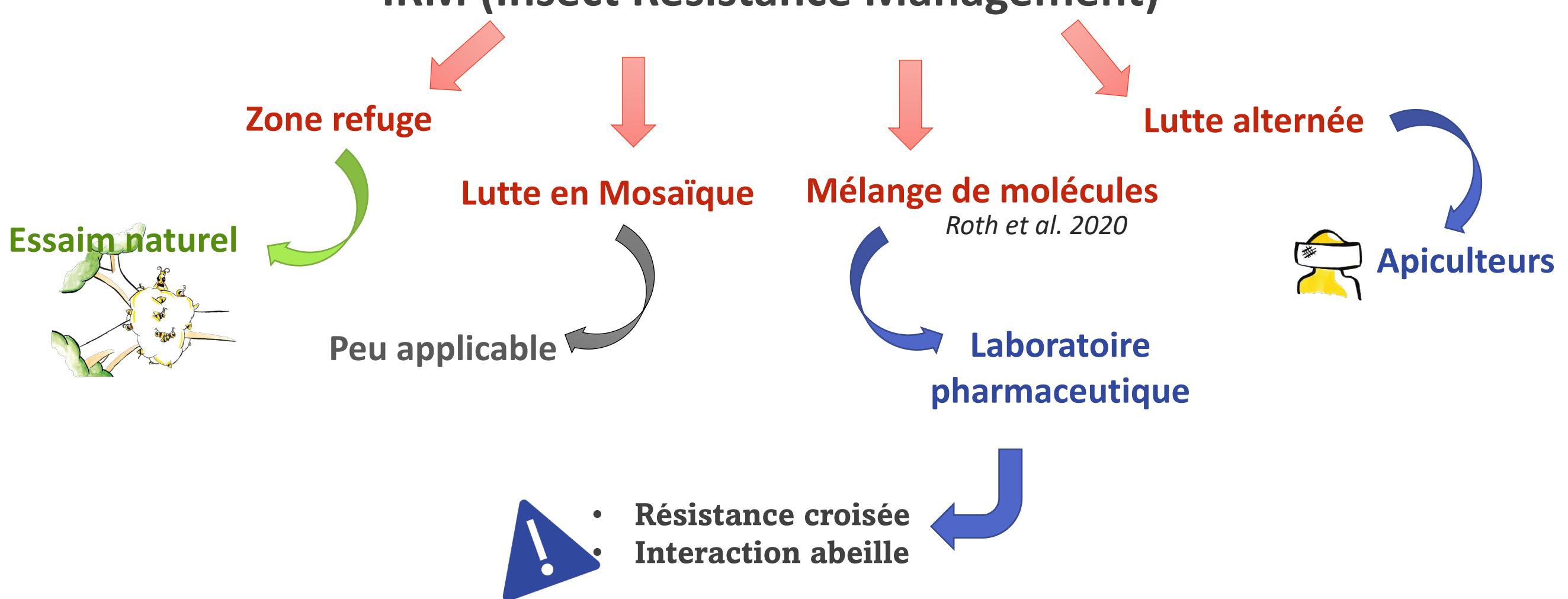




(Onstad, 2013 ; Sudo et al. 2018)

## Perspectives

### IRM (Insect Resistance Management)





## Perspectives : Gestion des résistances

### La lutte alternée

#### Inter-annuelle

- Rotation des substances acaricides
- Connaissance sur la **période de réversion**  
(Milani & Vedova et al. 2002 ; Panini et al. 2014)

#### Intra-annuelle

- Traitement en successif
- Limite la durée de contact avec un acaricide
- Modification de la pression de sélection



Benito-Murcia, 2021

Frey et al. 2014



Actuellement en essai sur le terrain



## Un problème de résistance uniquement ?

### ► Efficacité variable



- Posologie
- Infestation initiale
- Quantité de couvain
- Réinfestation
- Résistances





## Agir sur le succès reproducteur du Varroa

- ▶ Comportement de résistances des abeilles

- ▶ VSH
- ▶ SMR



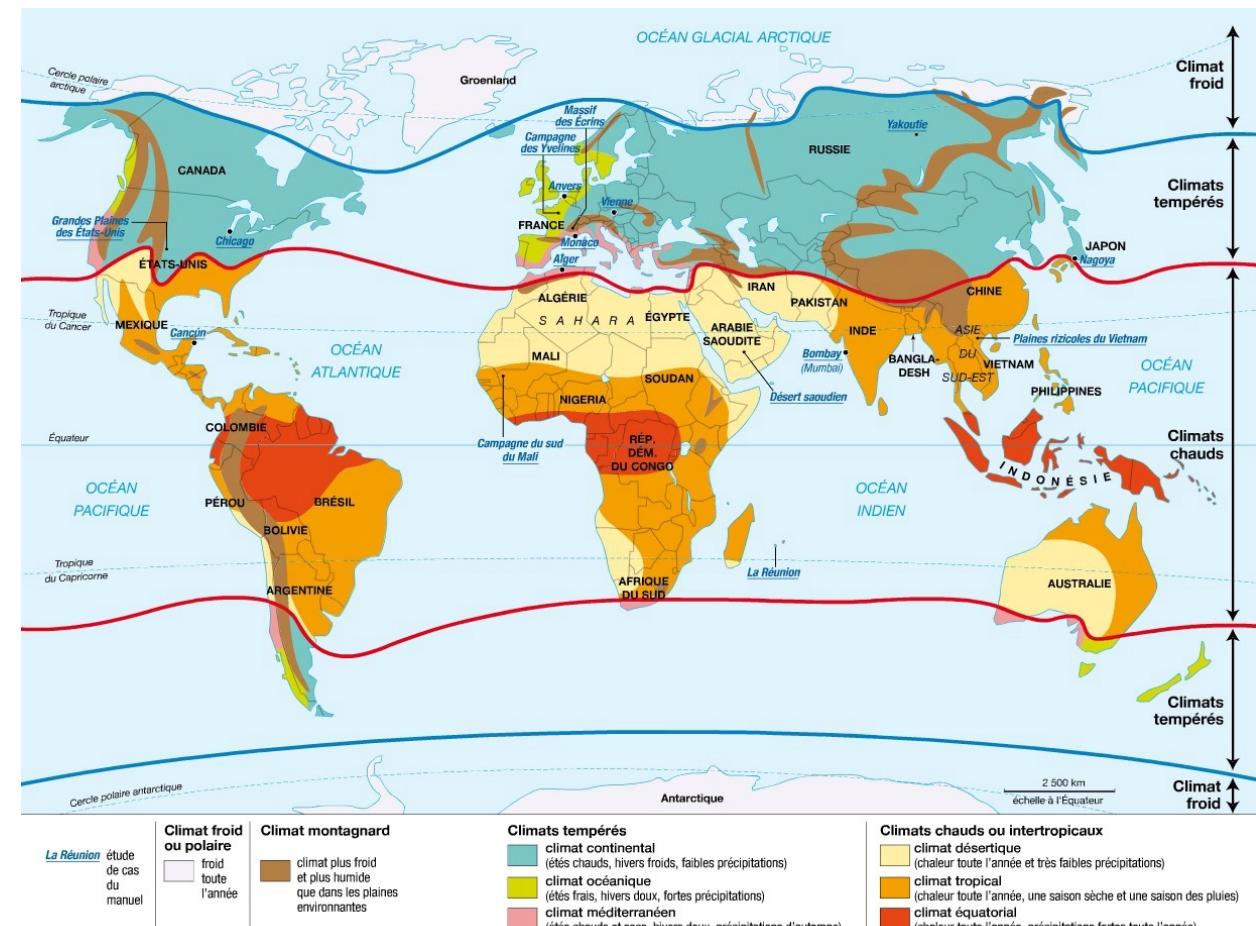
Action du couvain sur la reproduction du Varroa



De Guzman et al. 2007, Calderon et al. 2003, Calderon et al. 2010, Ngano et al. 2018

## Agir sur le succès reproducteur du Varroa

- ▶ Comportement de résistances des abeilles
  - ▶ VSH
  - ▶ SMR
- ▶ Environnement / Zone géographique
  - ▶ Température (Le Conte et al. 1990)
  - ▶ Humidité (Le Conte et al. 1990, Kraus & Velthuis, 1997)
  - ▶ Variabilité de l'infertilité des varroas
    - ▶ Climat / quantité de couvain



**Climat tropicale / Equatorial**



**Succès reproducteur / Europe**



## Conclusion

- ▶ Présence de résistances au tau-fluvalinate et à l'amitrazé



Forte → Perte d'efficacité élevée → Echec de traitement



- ▶ Résistances

Faible → Perte d'efficacité faible → Traitement hivernal

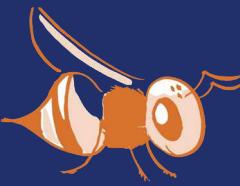


- ▶ Mise en place de stratégies de gestion des résistances chez Varroa



**Gestion des infestations + Gestion des résistances**

# Remerciements



**Equipe APINOV**

**Appui technique**

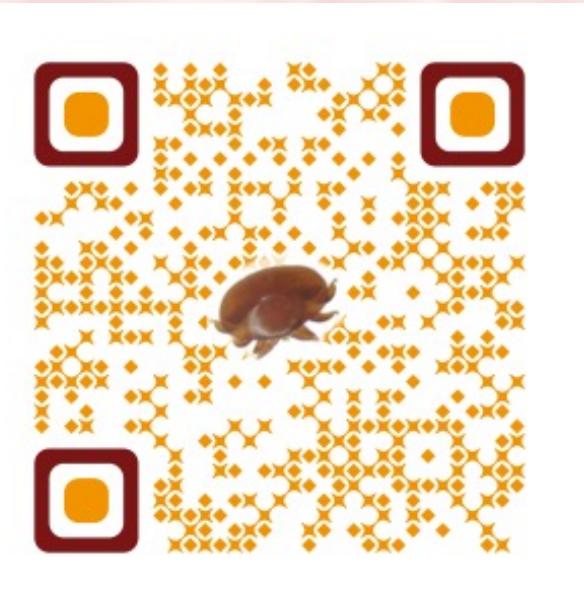
ADAAURA, ADAPI, ADANA, les vétérinaires et les apiculteurs

**Appui au laboratoire**

Roman Catherin & Alexandra Regnault

**Collaboration scientifique**

VitaBeeHealth, Institut BIOTECMED (Valence), ANSES



Benjamin POIROT - Gabrielle ALMECIJA  
Retrouvez la présentation sur [www.apinov.com/actualités](http://www.apinov.com/actualités)  
Tests de sensibilité/résistance possible au laboratoire