

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

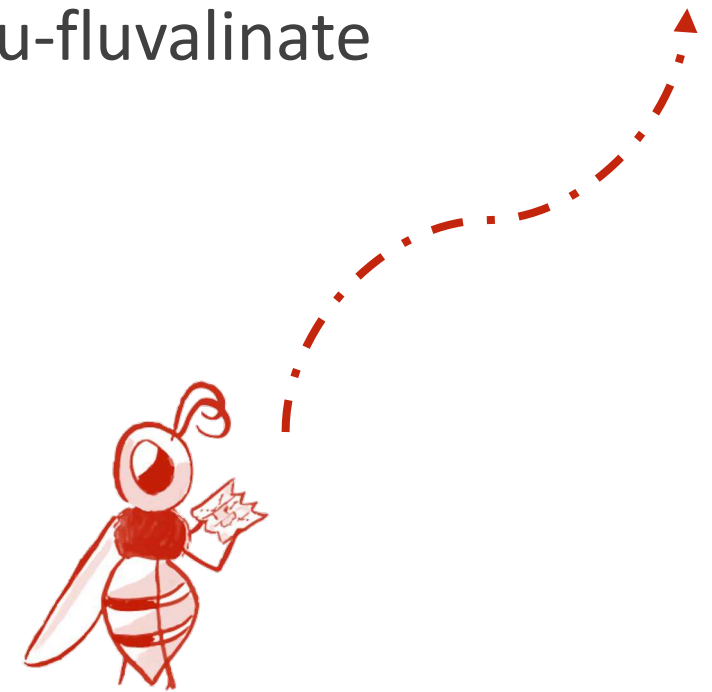
Gabrielle ALMECIJA, PhD  
Benjamin POIROT, PhD

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



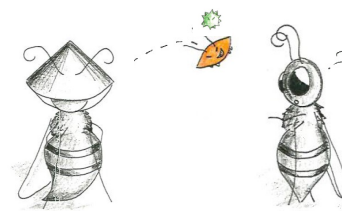
## *Varroa destructor*

(Anderson & Trueman, 2000)

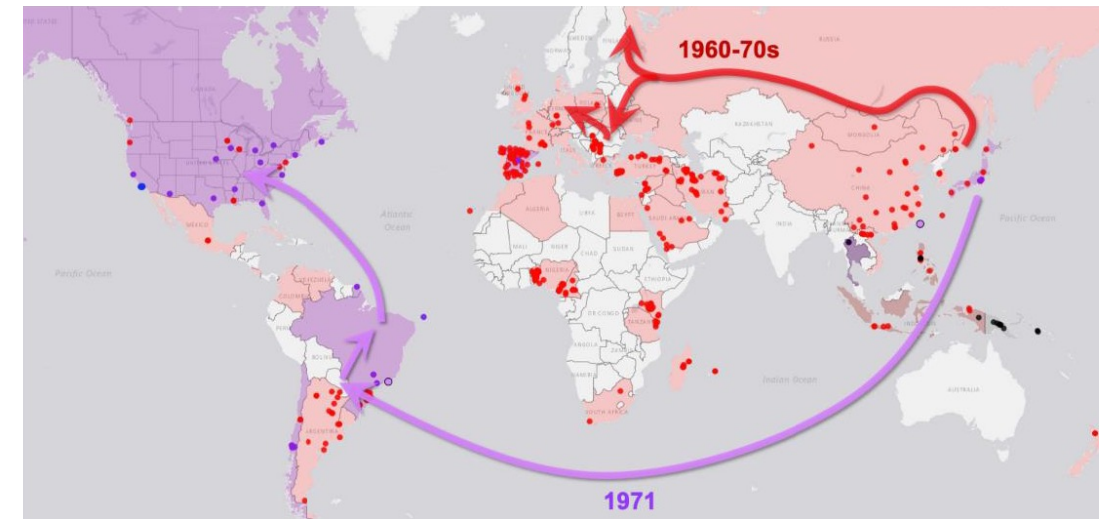
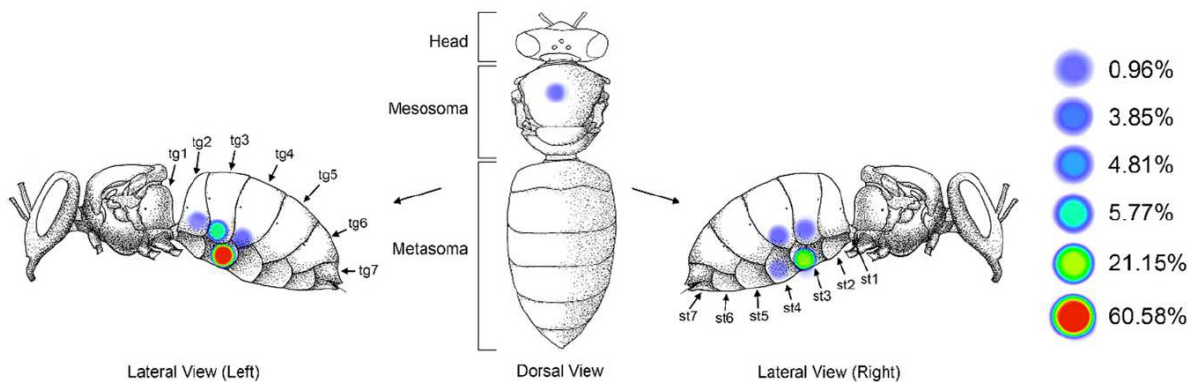
► Parasite de l'Abeille, *Apis mellifera*



► Hôte d'origine : *Apis cerana*



► Nutrition : corps gras et hémolymphhe



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

(Ramsey et al. 2019)



(Traynor et al. 2020)

## *Varroa destructor*

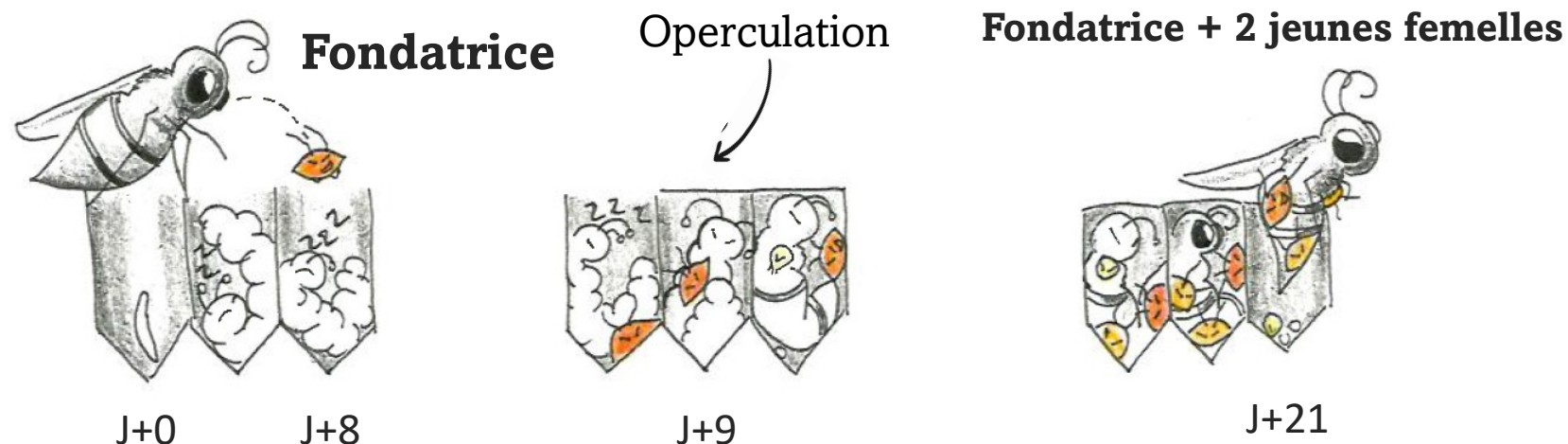
- ▶ 2 phases distinctes :
  - ▶ Phase de dispersion (anciennement “phorétique”)
  - ▶ Phase de reproduction (dans le couvain)



Phase de dispersion



Phase de reproduction  
dans le couvain







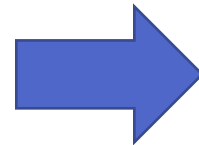
(Martin et al. 2012 ; Annoscia et al, 2015 ; Traynor et al. 2020 ; Mondet et al. 2016)

## *Varroa destructor*

### ► Responsable de la VARROOSE

#### ► Echelle **individuelle**

- Diminution des corps gras
- Transmission de virus



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



Abeille contaminée par le virus des  
ailes déformées (DWV)



#### ► Echelle de la **colonie**

- Réduction de la production de miel
- Effondrement hivernal ↗





## Traitements en apiculture biologique : 3 substances actives

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

## Traitements en apiculture conventionnelle: 3 substances actives

- ▶ Fluméthrine (Bayvarol<sup>®</sup> et PolyvarYellow<sup>®</sup>)
- ▶ Tau-fluvalinate (Apistan<sup>®</sup>)
- ▶ Amitraze (Apitraz<sup>®</sup> et **Apivar<sup>®</sup>**)



Substance active la plus utilisée

# 1. Contexte

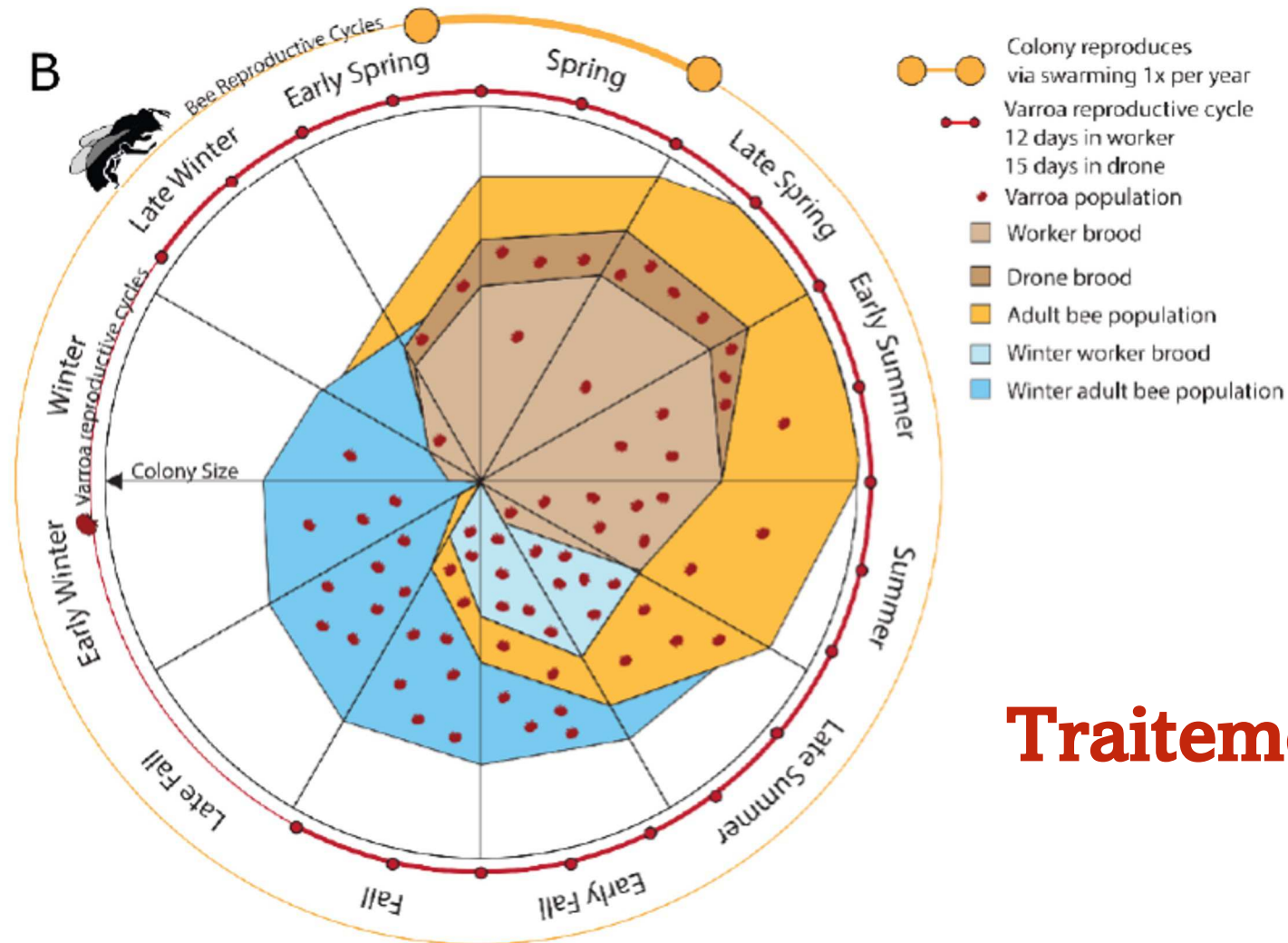


## 2. Evaluation des résistances

## 3. Modélisation & Traitements

## 4. Discussion

(Traynor et al. 2020)



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

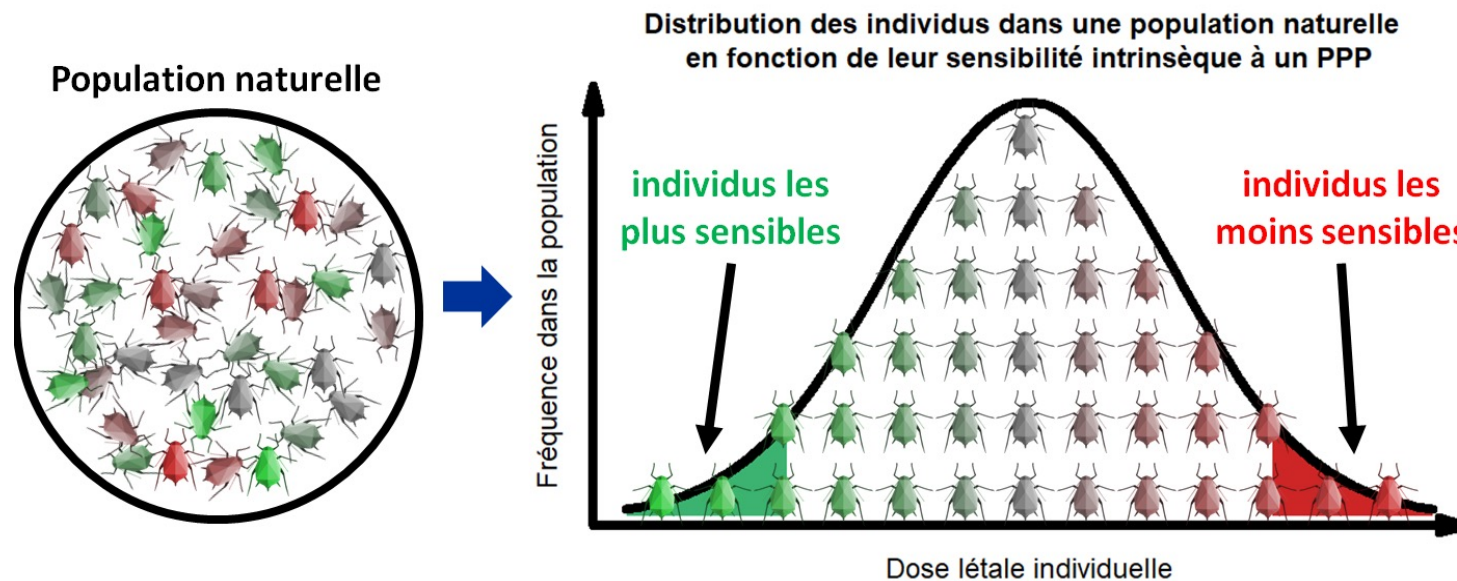


**Traitement longue durée ...**





## Les types de résistances



### ► 4 types de résistances



► Comportementale



► Physiologique



► Métabolique



► Mutation de la cible

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

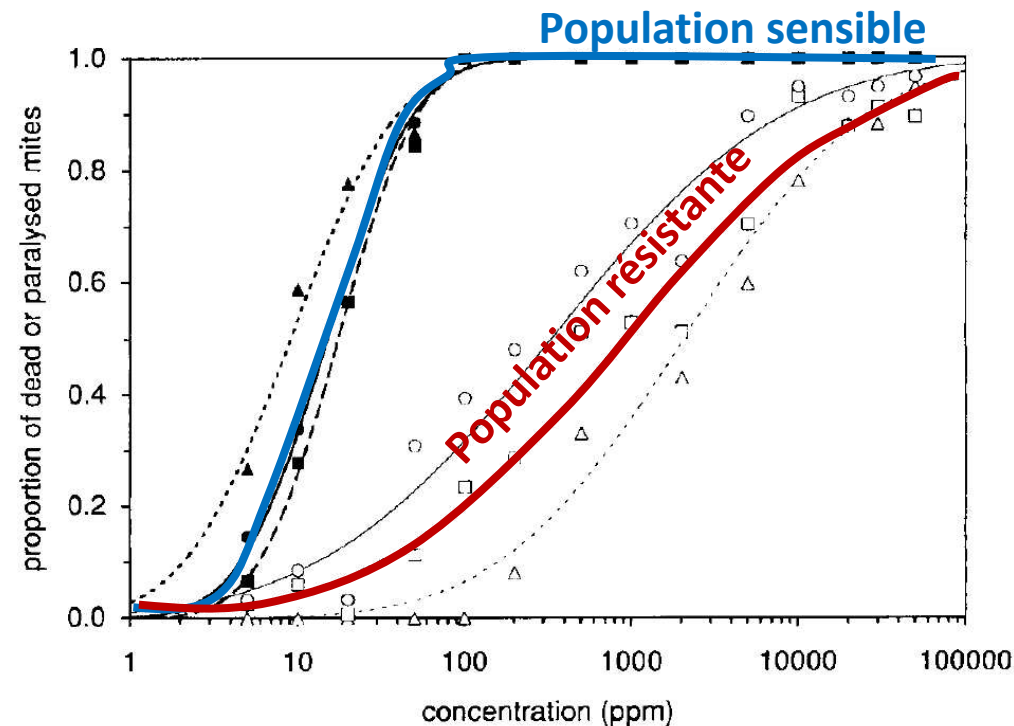




## Résistances au tau-fluvalinate

### ► Test phénotypique (Milani, 1995)

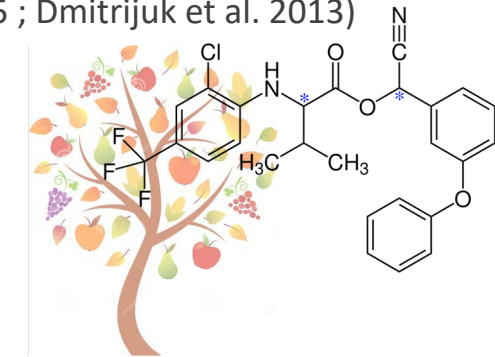
- Taux de mortalité / Concentration
- Population **sensible** vs **résistante**



### ► Test enzymatique



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

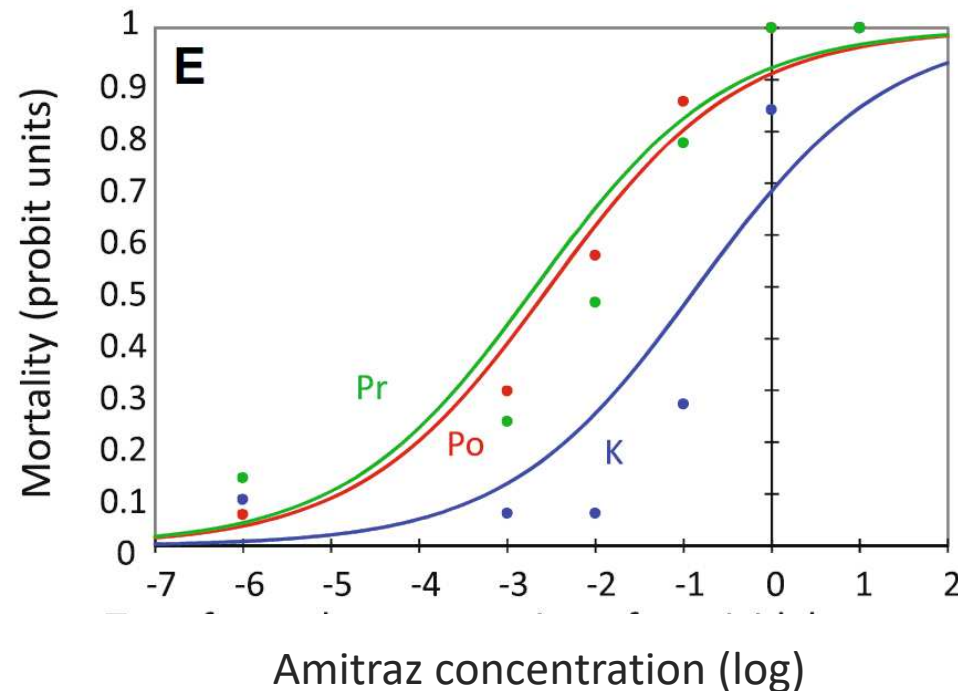


## Résistance à l'amitraze

### ► Test phénotypique

#### ► Taux de mortalité / Concentration

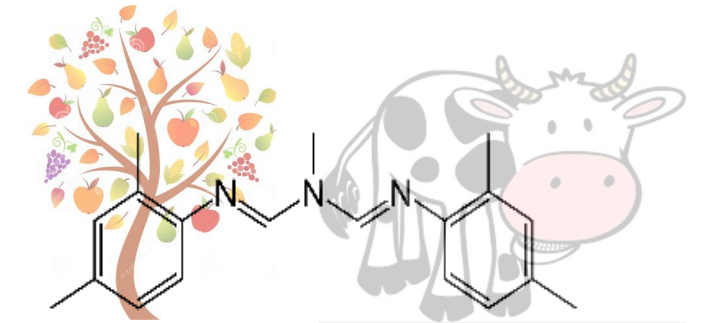
Kamler et al. 2016



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

#### ► Augmentation des estérases

Van Leeuwen et al. 2005



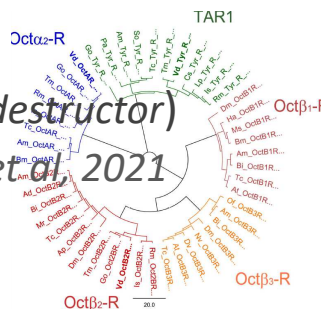
### ► Test moléculaire

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

Chen et al. 2007 ; Corley et al. 2013

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

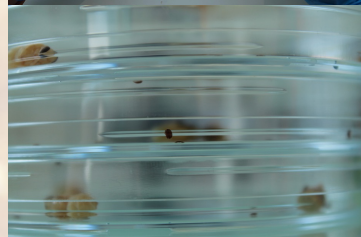
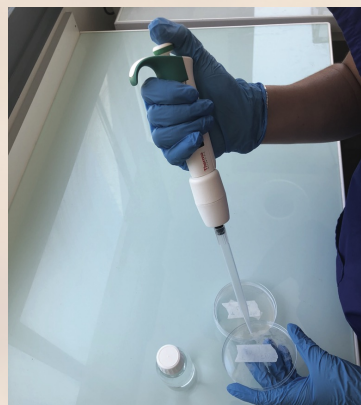
Hernandez-Rodriguez et al. 2021







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



## Méthode (Maggi et al. 2008)

### 1. Contamination des boîtes de Petri

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

### 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  $60 \pm 10\%$

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

4. Transfert des varroas dans  
des boîtes non-contaminées

## Méthode

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

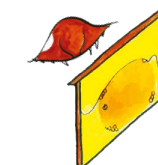
- ▶ Comparaison de la mortalité des populations avec **des populations sensibles de référence**

- ▶ Choix d'une concentration discriminante **CL90**

CL90 [Amitraze]=0.4 µg/mL

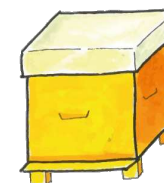
CL90 [Tau-fluvalinate]=20 µg/mL

- ▶ Répétabilité & Reproductibilité du test



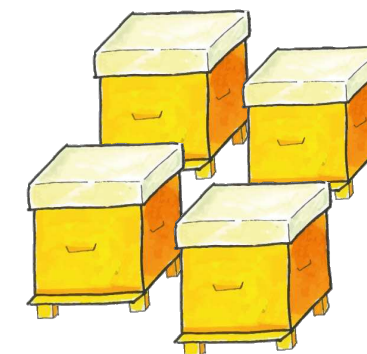
**Cadre**

ns



**Inter-Cadre**

ns



**Inter-Ruche**

p>0.05

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

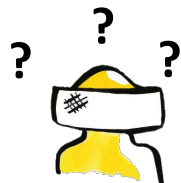






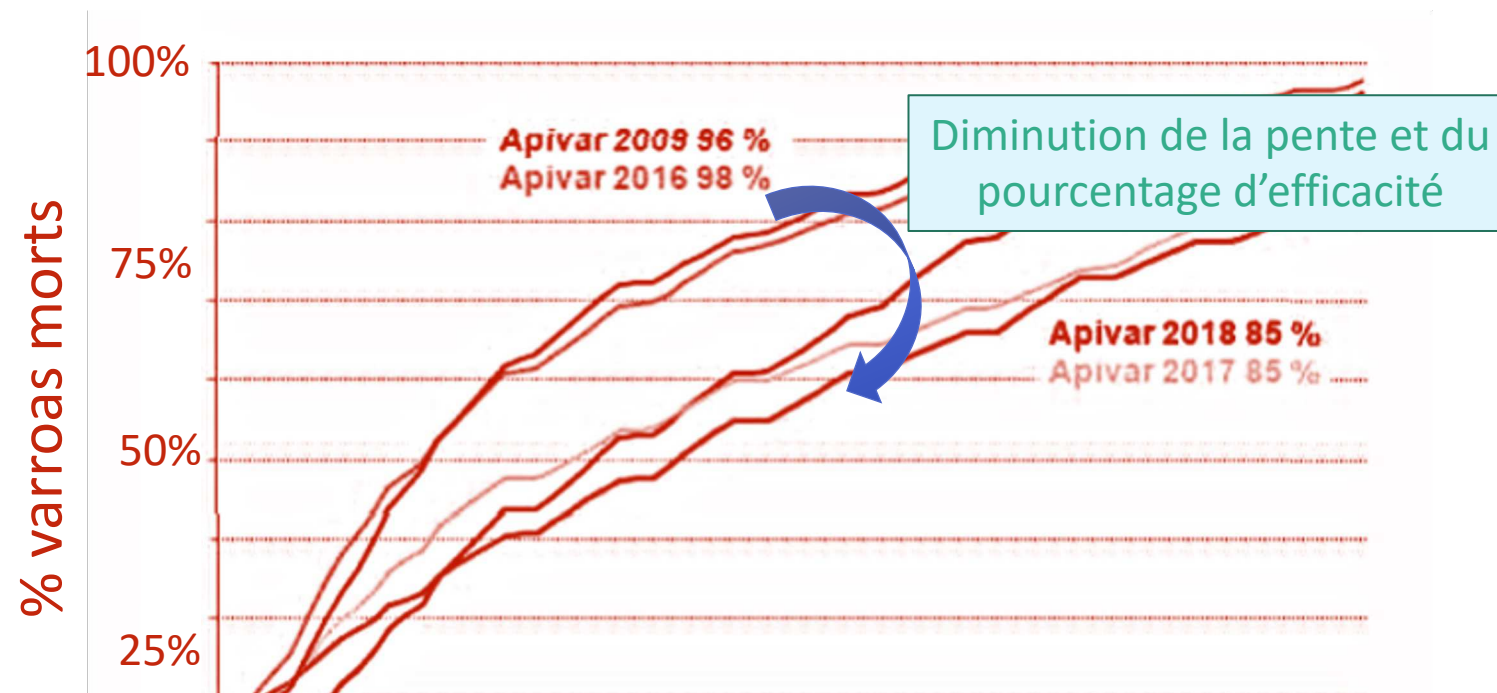
## Résultats Tests phénotypiques

- ▶ 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 ?

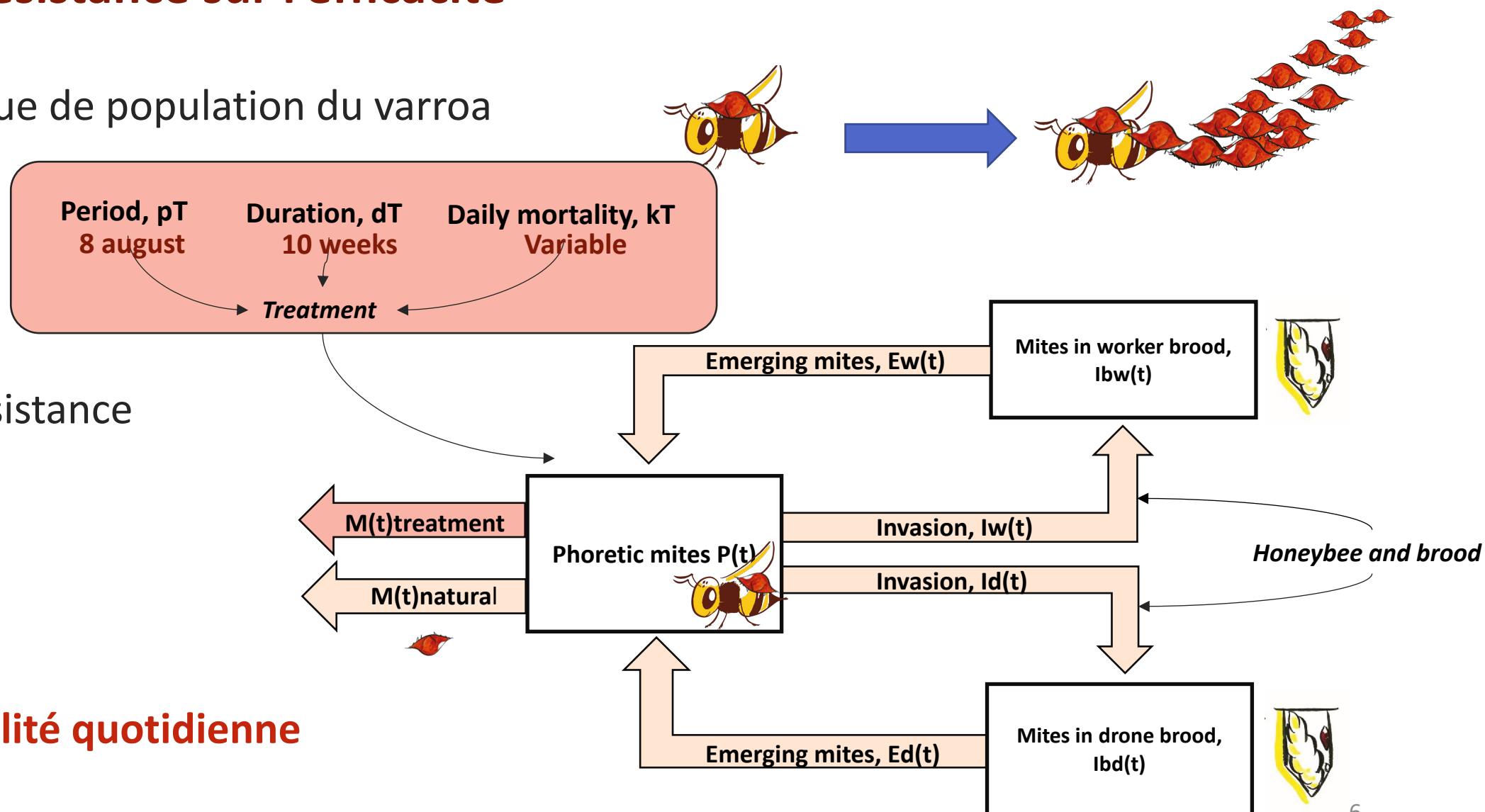
## Modéliser une résistance sur l'efficacité

- Modèle de dynamique de population du varroa

Calis, 1999

- Influence d'APIVAR®

- Simulation d'une résistance



**Diminution de la mortalité quotidienne**

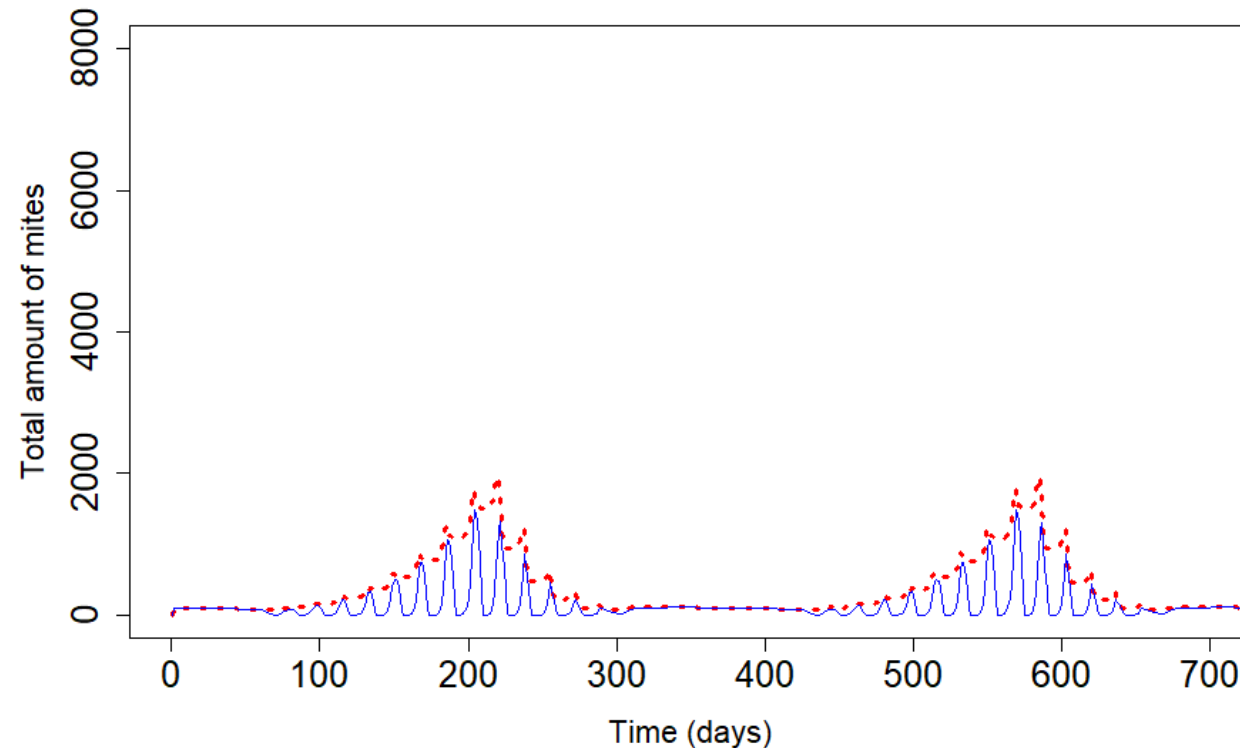


## Résultats avec application du traitement APIVAR®

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

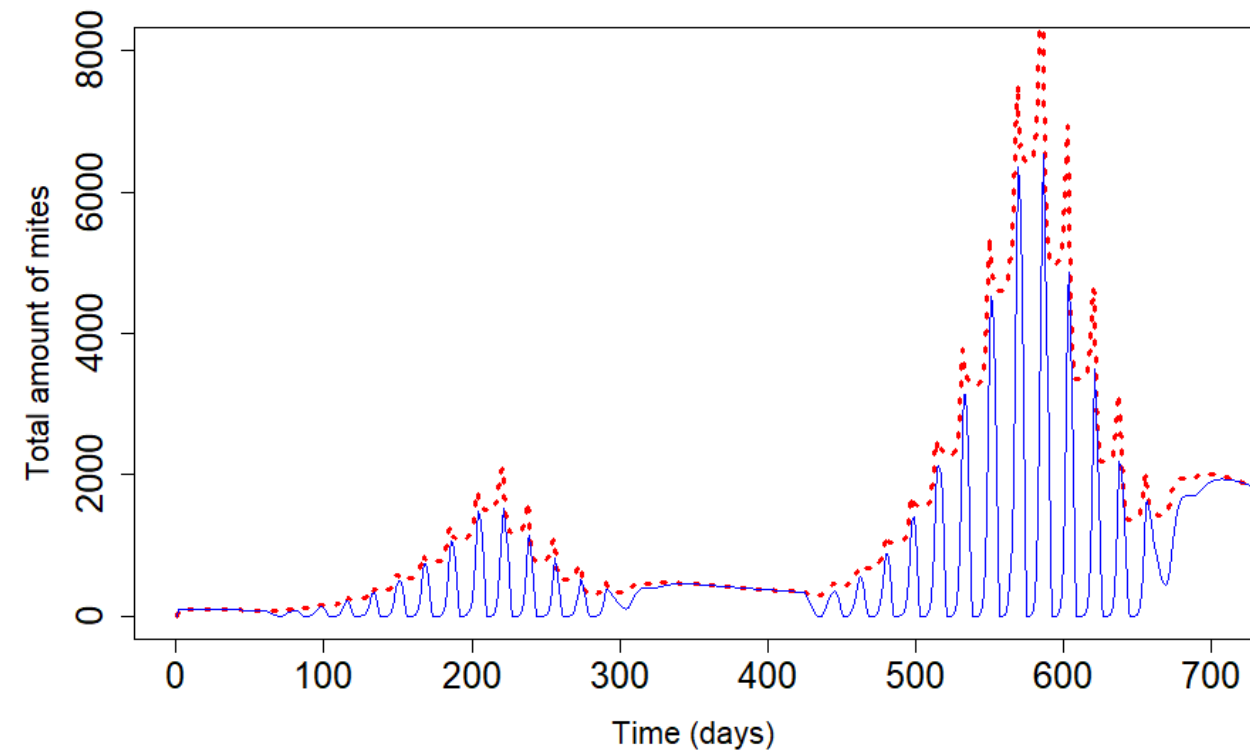
— Varroas sur abeilles  
- - - Varroas totaux

### Stabilisation de la population



**Efficacité modèle : 98.7%**

### Croissance de la population

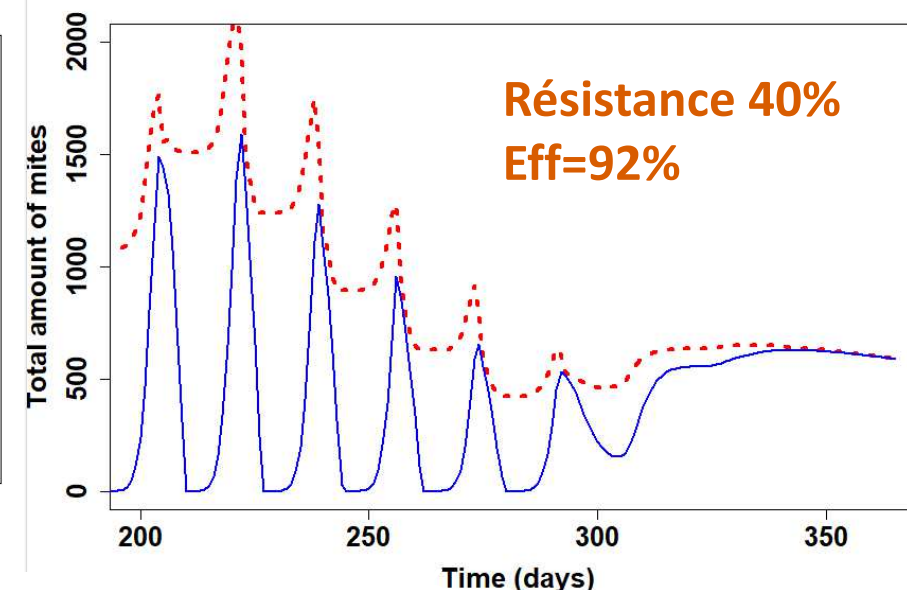
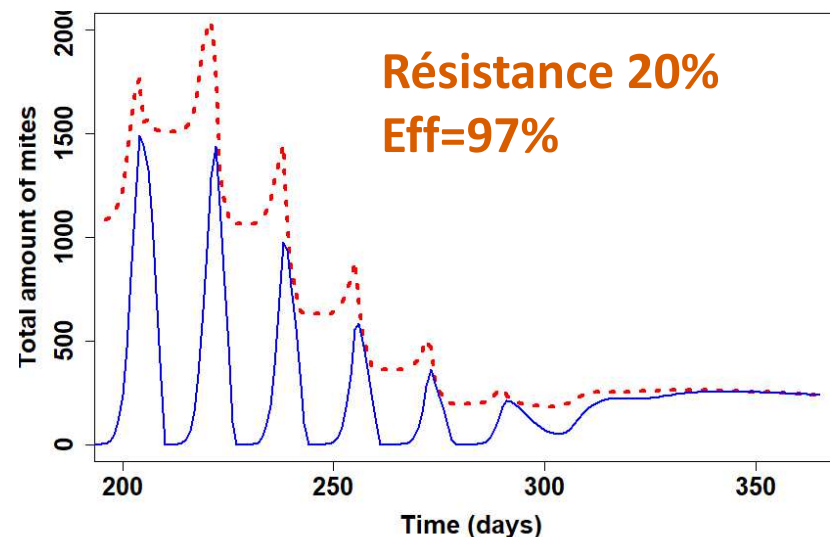
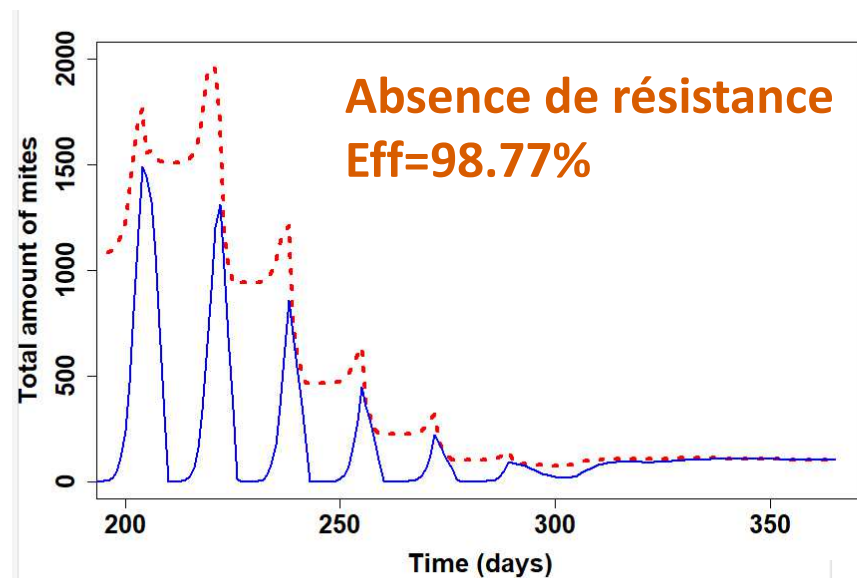


**Efficacité modèle : 95%**

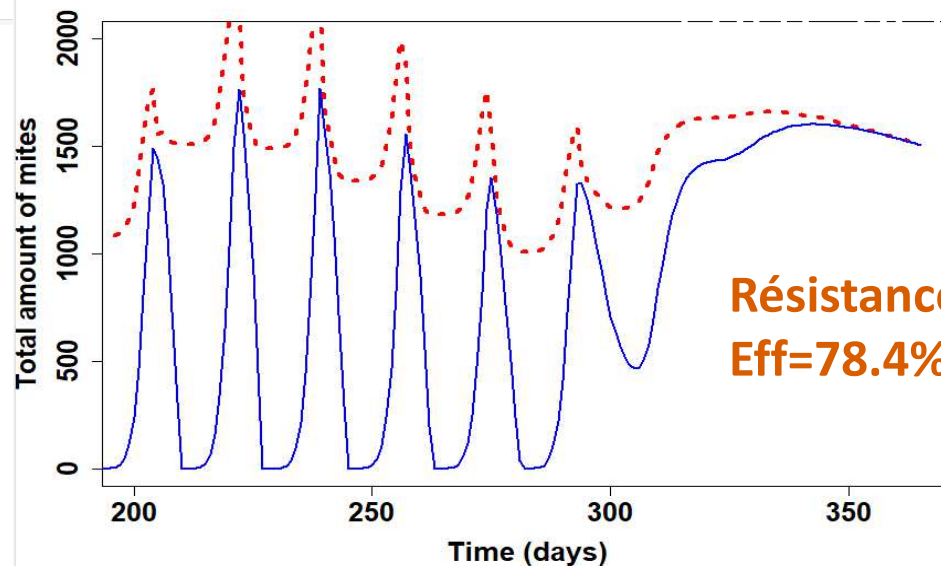


## Influence d'une résistance sur l'efficacité

Almecija et al. 2021



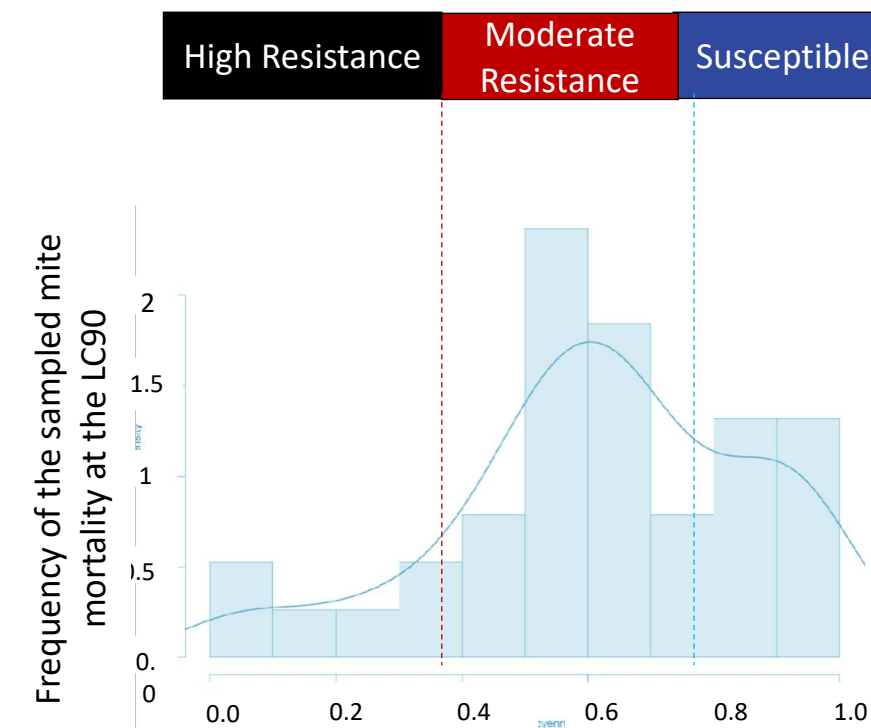
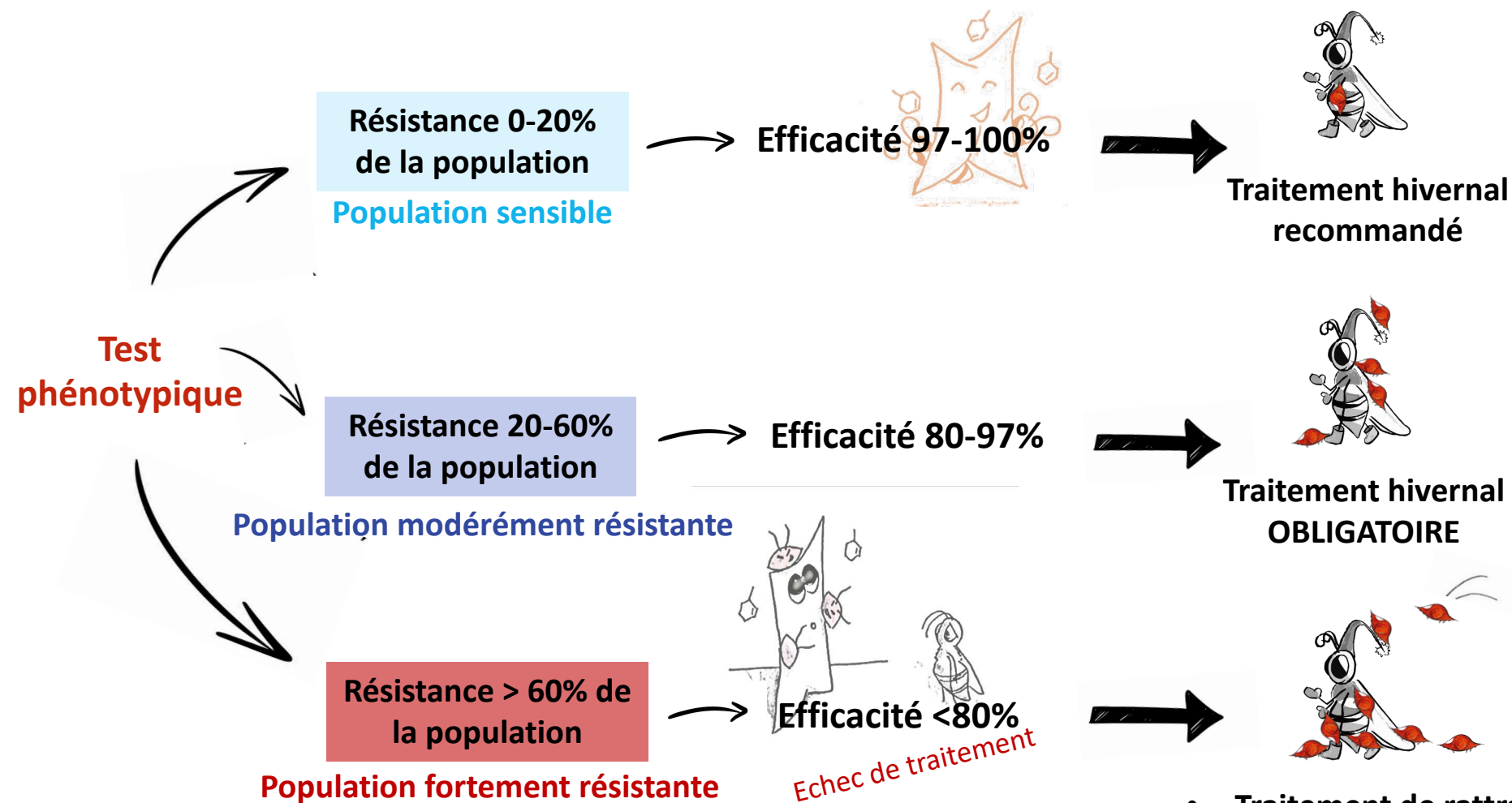
— Varroas phorétiques  
- - - Varroas totaux



**Comparable aux  
observations sur le terrain**

**Résistance moyenne 60%**  
**Efficacité moyenne 81%**

## Influence d'une résistance sur l'efficacité



Mite mortality ratio at LC90 (amitraz)

- Traitement de rattrapage ?
- Traitement hivernal OBLIGATOIRE



## Amitraze, une résistance discrète

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

### Type de résistance

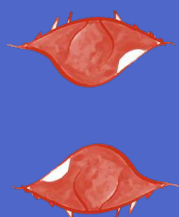
Espèce cible

Molécule acaricide

### Augmentation de la concentration pour la même mortalité

#### Amitraze

Concentration initiale x 30  
Concentration initiale



#### Tau-fluvalinate

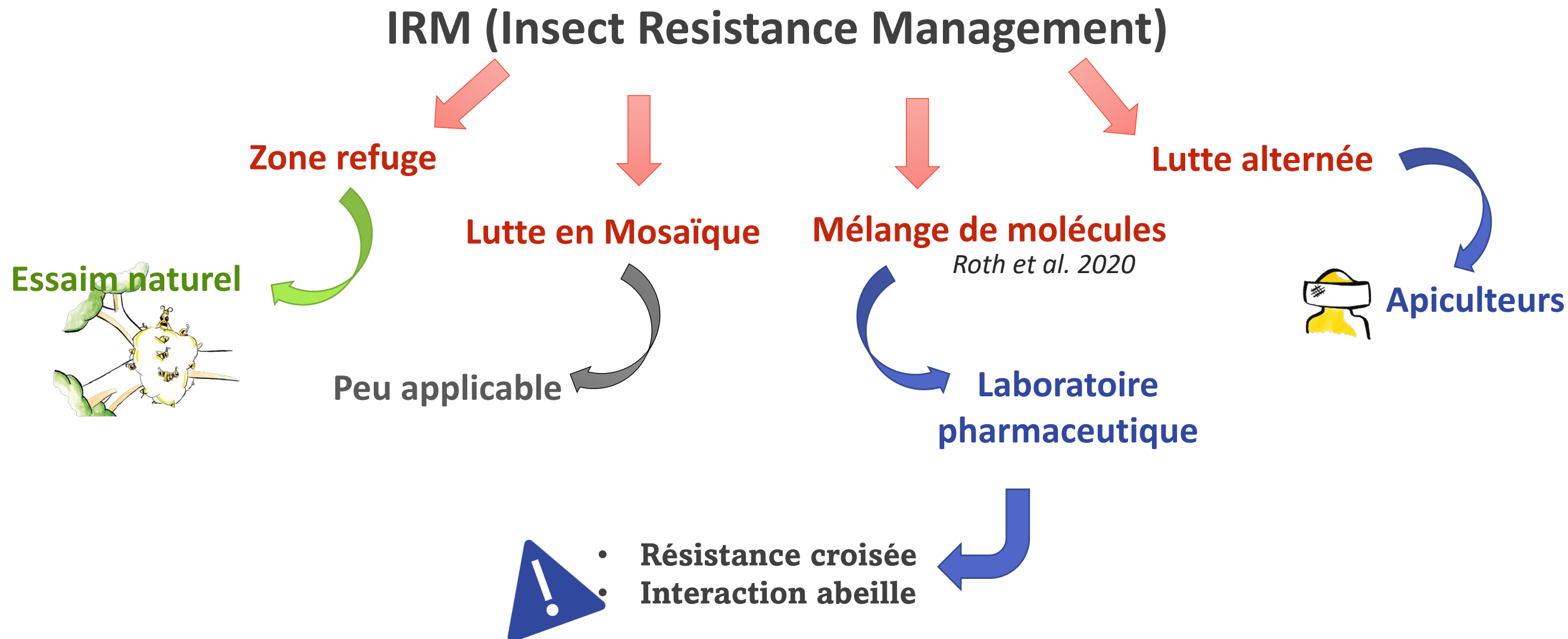
Concentration initiale x 200

Concentration initiale





## Perspectives



## Perspectives : Gestion des résistances

### La lutte alternée

#### Inter-annuelle

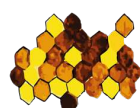
- Rotation des substances acaricides
- Connaissance sur la **période de réversion**

*(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

#### Environnement



Benito-Murcia, 2021



Frey et al. 2014

Application du **MODELE**

**Actuellement en essai sur le terrain**

## Un problème de résistance uniquement ?

### ► Efficacité variable



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



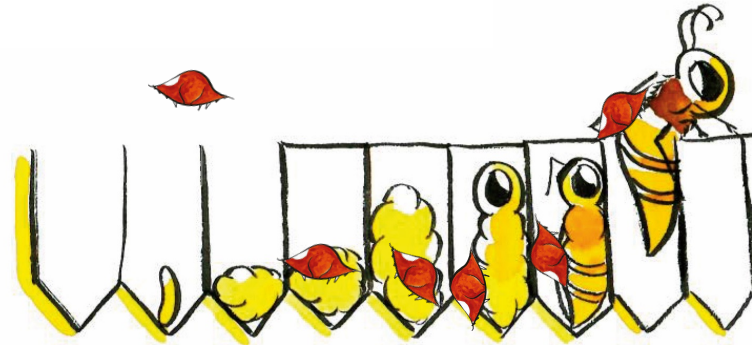


## Agir sur le succès reproducteur du Varroa

### ► Comportement de resistances 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, Nganso et al. 2018

## Agir sur le succès reproducteur du Varroa

### ► Comportement de resistances des abeilles

► VSH

► SMR

### ► Environnement / Zone géographique

► Température (Le Conte et al. 1990)

► Humidité (Le Conte et al. 1990, Kraus & Velthuis, 1997)

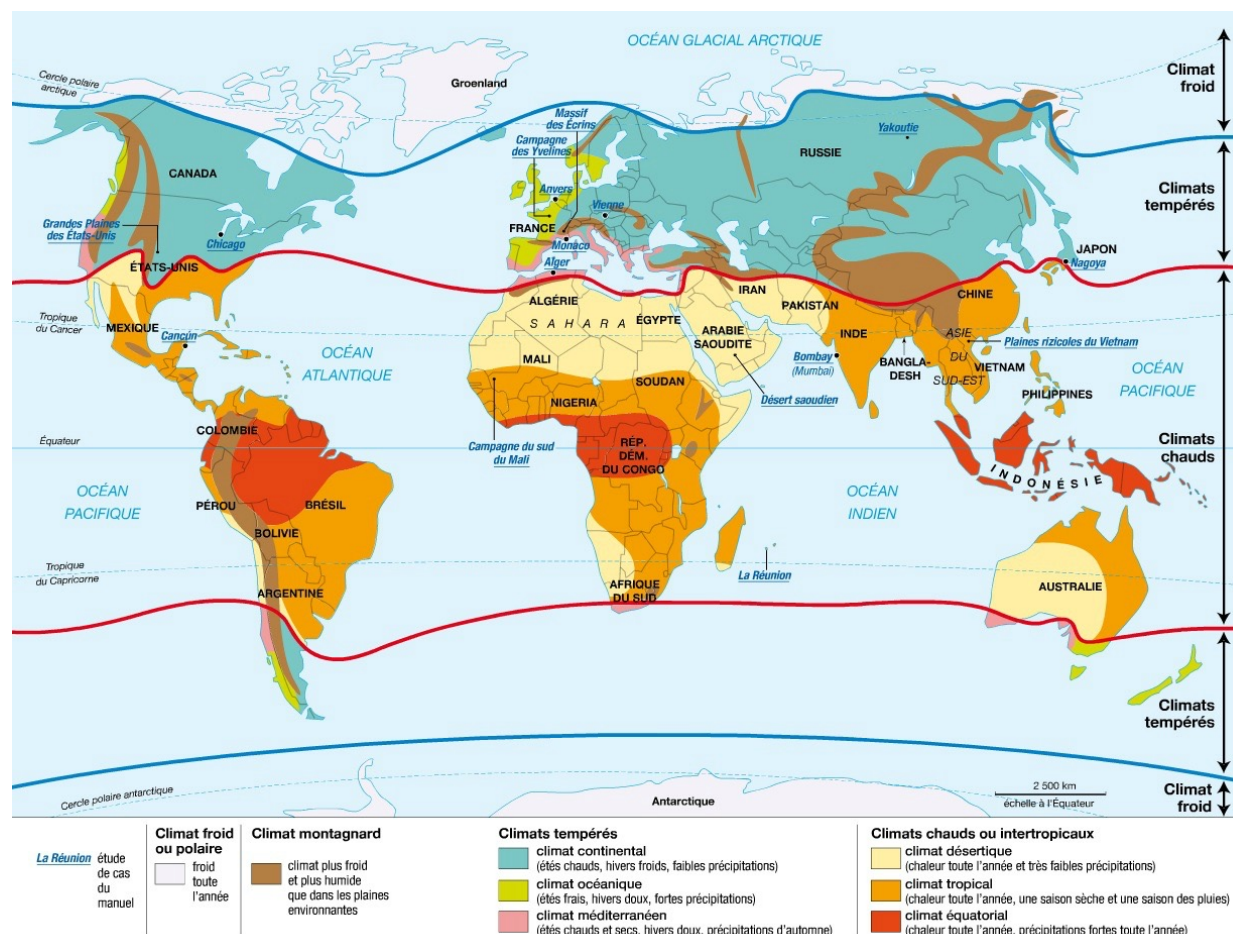
► Variabilité de l'infertilité des varroas

► Climat / quantité de couvain

**Climat tropicale / Equatorial**



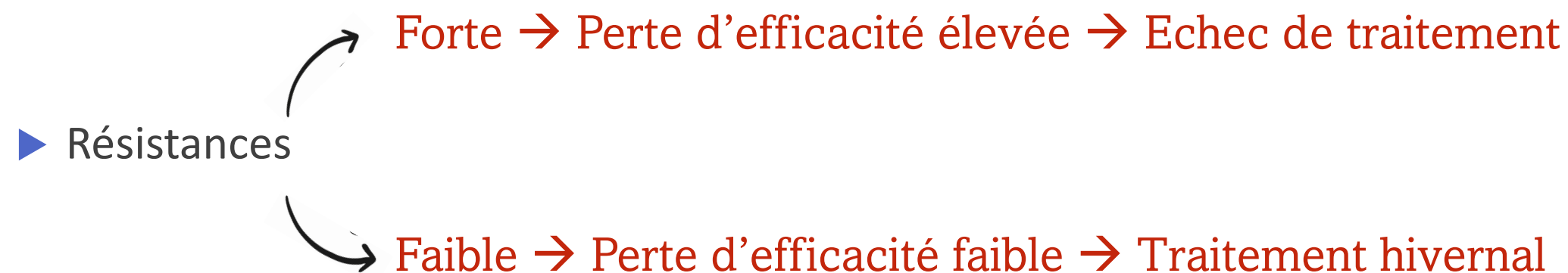
**Succès reproducteur / Europe**





## Conclusion

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



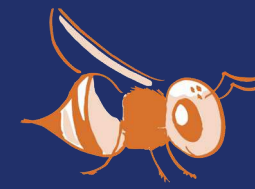
- ▶ Mise en place de stratégies de gestion des résistances chez Varroa



**Gestion des infestations + Gestion des résistances**



# Remerciements



## Equipe APINOV

Benjamin POIROT - Gabrielle ALMECIJA

Retrouvez la presentation sur [www.apinov.com/actualités](http://www.apinov.com/actualités)

Tests de sensibilité/résistance possible au laboratoire

### Appui technique

ADAAURA, ADAPI, ADANA, les vétérinaires et les apiculteurs

### Appui au laboratoire

Roman Catherin & Alexandra Regnault

### Collaboration scientifique

VitaBeeHealth, Intitut BIOTECMED (Valence), ANSES

