

# La TIS contre *Bactrocera dorsalis* à La Réunion

Laura Moquet, Emma Dieudonné, Ludders Moutoussamy, Hélène Delatte,  
CIRAD PVBMT



Colloque  
scientifique

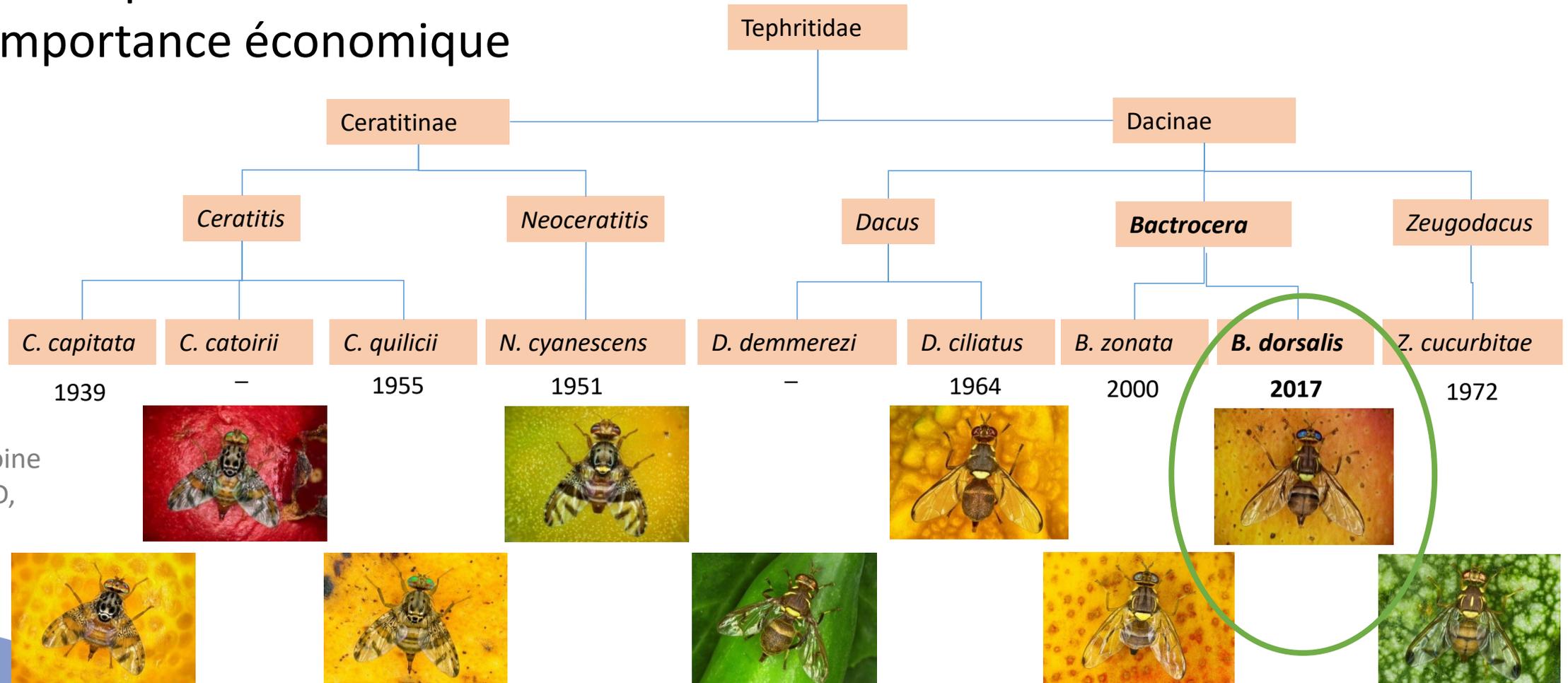
**9 et 10 novembre 2022**  
**Agropolis - Montpellier**





# Invasion of *Bactrocera dorsalis* à La Réunion

- 8 -> 9 espèces  
d'importance économique



Photos : Antoine Franck, CIRAD, PVBMT

# Invasion of *Bactrocera dorsalis* à La Réunion

113 espèces de plantes testées -> 52 espèces infestées par *Bactrocera dorsalis* = PLANTE HÔTES

Des exemples

## Espèces cultivés



*Ananas comosus* (Ananas)  
*Annona muricata* (Corossol)  
*Annona reticulata* (Cœur de Boeuf)  
*Carica papaya* (Papaye)  
*Citrus sinensis* (Orange)  
*Diospyros kaki* (Kaki)  
*Ficus carica* (Figue)  
*Hylocereus undatus* (Pitaya)  
*Litchi chinensis* (Litchi)  
*Mangifera indica* (Mangue)  
*Musa acuminata* (Banane)  
*Persea americana* (Avocat)  
*Prunus persica* (Pêche)  
*Prunus sp.* (Prune)  
*Psidium guajava* (Goyave)  
*Sechium edule* (Choucou)  
*Solanum betaceum* (Tomate arbuste)  
*Solanum lycopersicum* (Tomate)  
*Spondias dulcis* (Zevi)  
*Syzygium samarangense* (Jamalac)  
*Ziziphus mauritain* (Jujube)

...

## Espèces exotiques envahissantes

*Eriobotrya japonica* (Bibasse)  
*Berula uniflora* (Cerise à cote)  
*Momordica charantia* (Margose)



*Psidium cattleianum* (Goyavier)



*Solanum mauritianum* (Bringelier marron)  
*Syzygium jambos* (Jamrosat)

## Espèces ornementales

*Thevetia peruviana* (Laurier jaune)  
*Terminalia catappa* (Badamier)



*Calophyllum inophyllum* (Takamaka)  
*Coccoloba uvifera* (Raisin bord de mer)  
*Mimusops coriacea* (Pomme Jacot)  
*Noronhia emarginata* (Takamaka de Madagascar)



## Espèces endémiques

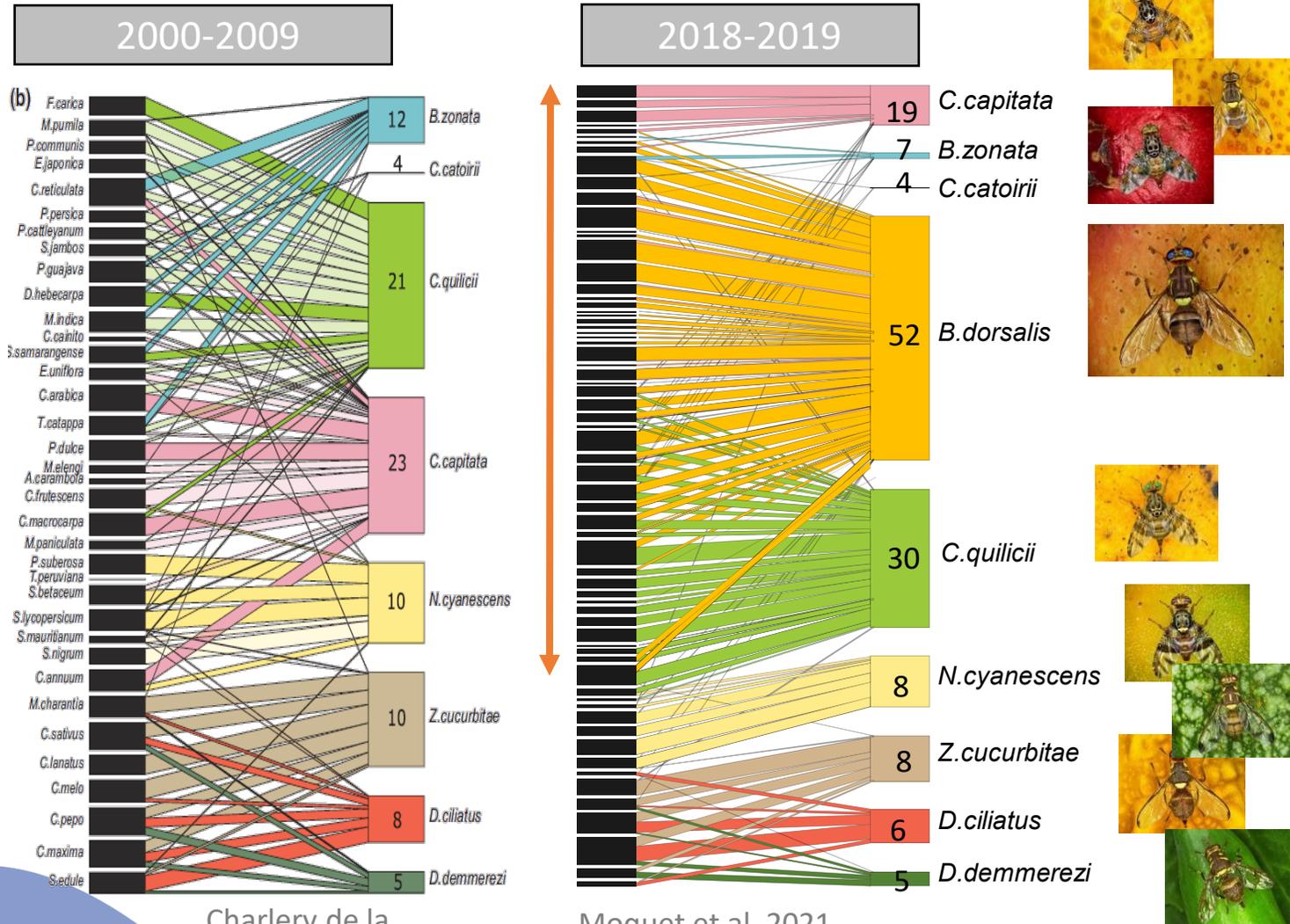
*Aphloia theiformis* (Change)



*Ficus lateriflora* (Figuier Blanc)



# Invasion of *Bactrocera dorsalis* à La Réunion



- Gamme d'hôtes de *B. dorsalis* très large
- Chevauchement des niches de *B. dorsalis* et *C. quilicii*
- √ de la gamme d'hôte de *B. zonata* (√ de la population ?)
- Modification de la gamme d'hôte de *C. capitata* -> trouvé principalement sur les petits fruits (café, grain d'encre, Moreya...)

Photos :  
Antoine Franck,  
CIRAD, PVBMT

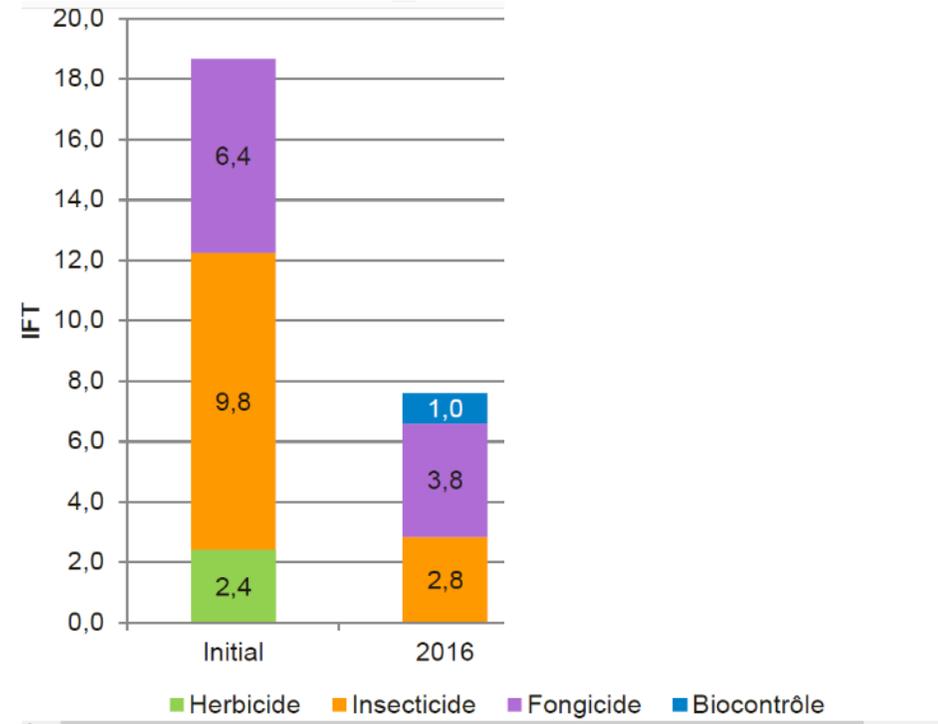
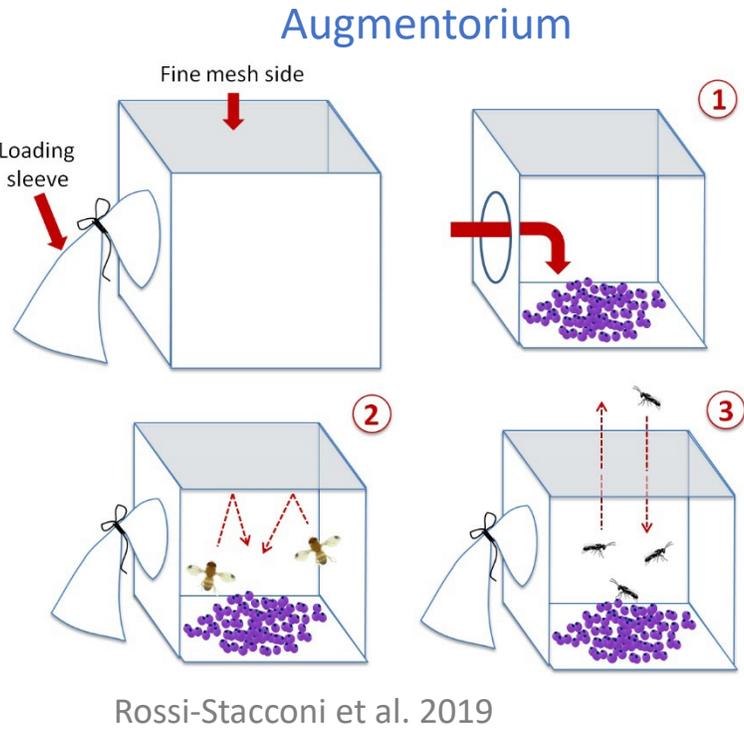
# Invasion of *Bactrocera dorsalis* à La Réunion



*Fopius arisanus* introduit en 2003



Piégeage :  
Attractifs mâles  
et attractifs  
alimentaires



Laurent Gervais, 2020

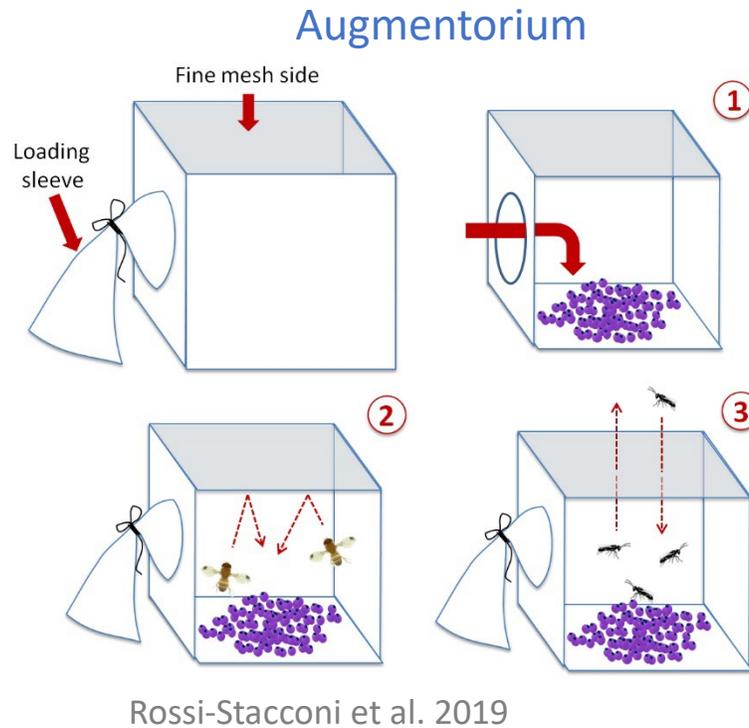
# Invasion of *Bactrocera dorsalis* à La Réunion



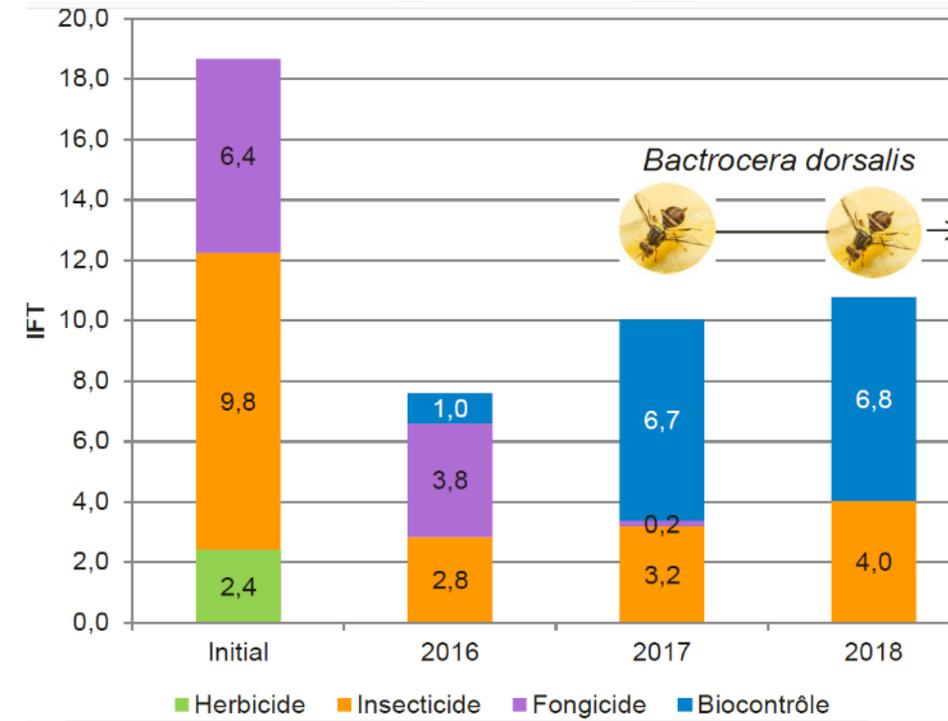
*Fopius arisanus* introduit en 2003



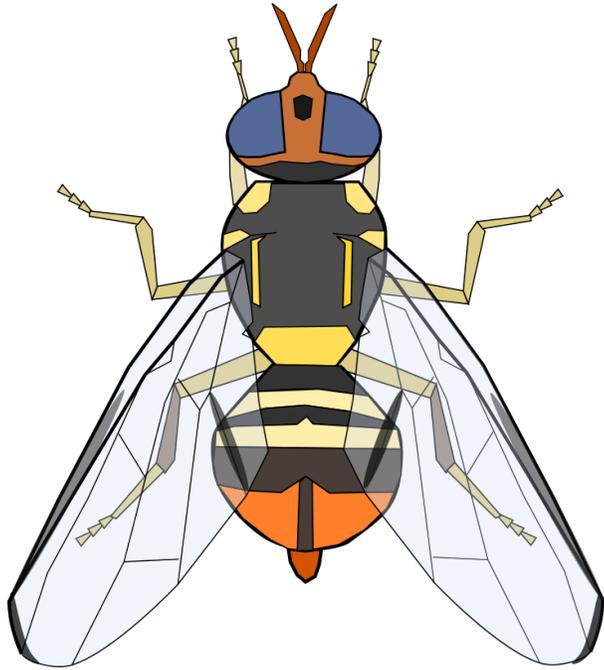
Piégeage :  
Attractifs mâles  
et attractifs  
alimentaires



Regain de l'utilisation des produits phytosanitaires dans la lutte contre les mouches des fruits après l'arrivée de *B. dorsalis*



# Invasion of *Bactrocera dorsalis* à La Réunion



- ➔ **Espèce dominante (hors légumes fruits) et très compétitive**
  - ↳ Modification de la gamme d'hôte des espèces résidentes voir exclusion compétitive (*B. zonata*)
- ➔ **Gamme écologique très large**
  - ↳ Augmentation des dégâts (ex : mangues, goyave...)  
Nouveaux fruits attaqués (ex : Litchi, banane...)  
Fin 2018 : Limitation des exports de fruits en Europe.
- ➔ **Mesures agroécologiques et lutte biologique insuffisantes**

# Faisabilité de la TIS à La Réunion

Evaluation de la faisabilité d'une **G**estion **M**ultiéchelles d'un ravageur invasif *Bactrocera* **D**orsalis sur manguier à La Réunion, incluant la **T**echnique de l'**I**nsecte **S**térile (10/19 – 10/22).

1. Bioécologie de *B. dorsalis*

5. Faisabilité, acceptabilité, évaluation

2. Prophylaxie et plantes de service



**GEMDOTIS**

4. Modélisation et simulation TIS

3. Attractifs pour femelles de *B. dorsalis*

# Faisabilité de la TIS à La Réunion

Evaluation de la faisabilité d'une **G**estion **M**ultiéchelles d'un ravageur invasif *Bactrocera* **D**orsalis sur manguiers à La Réunion, incluant la **T**echnique de l'**I**nsecte **S**térile (10/19 – 10/22).

1. Bioécologie de *B. dorsalis*

5. Faisabilité, acceptabilité, évaluation

2. Prophylaxie et plantes de service



**GEMDOTIS**

4. Modélisation et simulation TIS

3. Attractifs pour femelles de *B. dorsalis*

# Faisabilité de la TIS à La Réunion

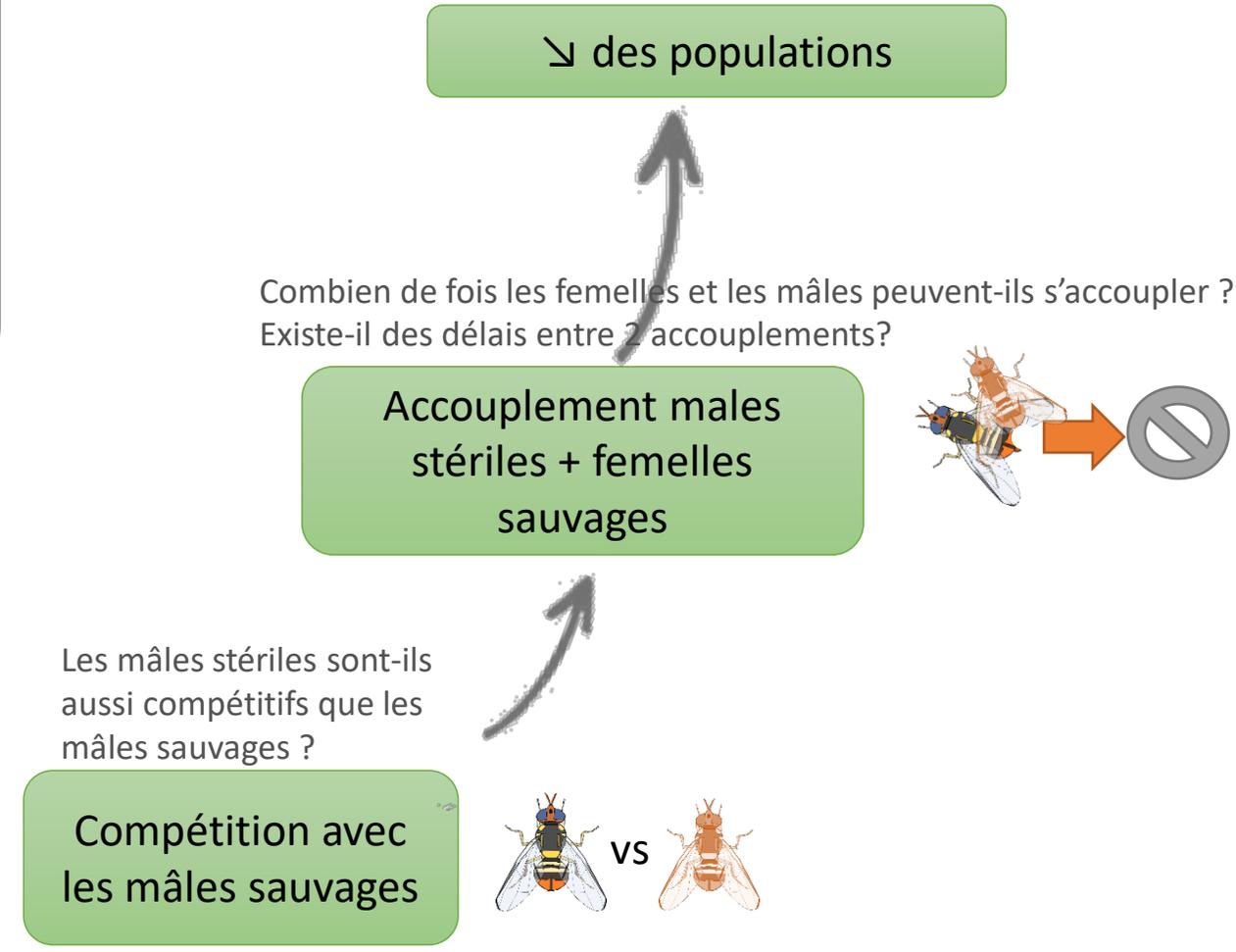
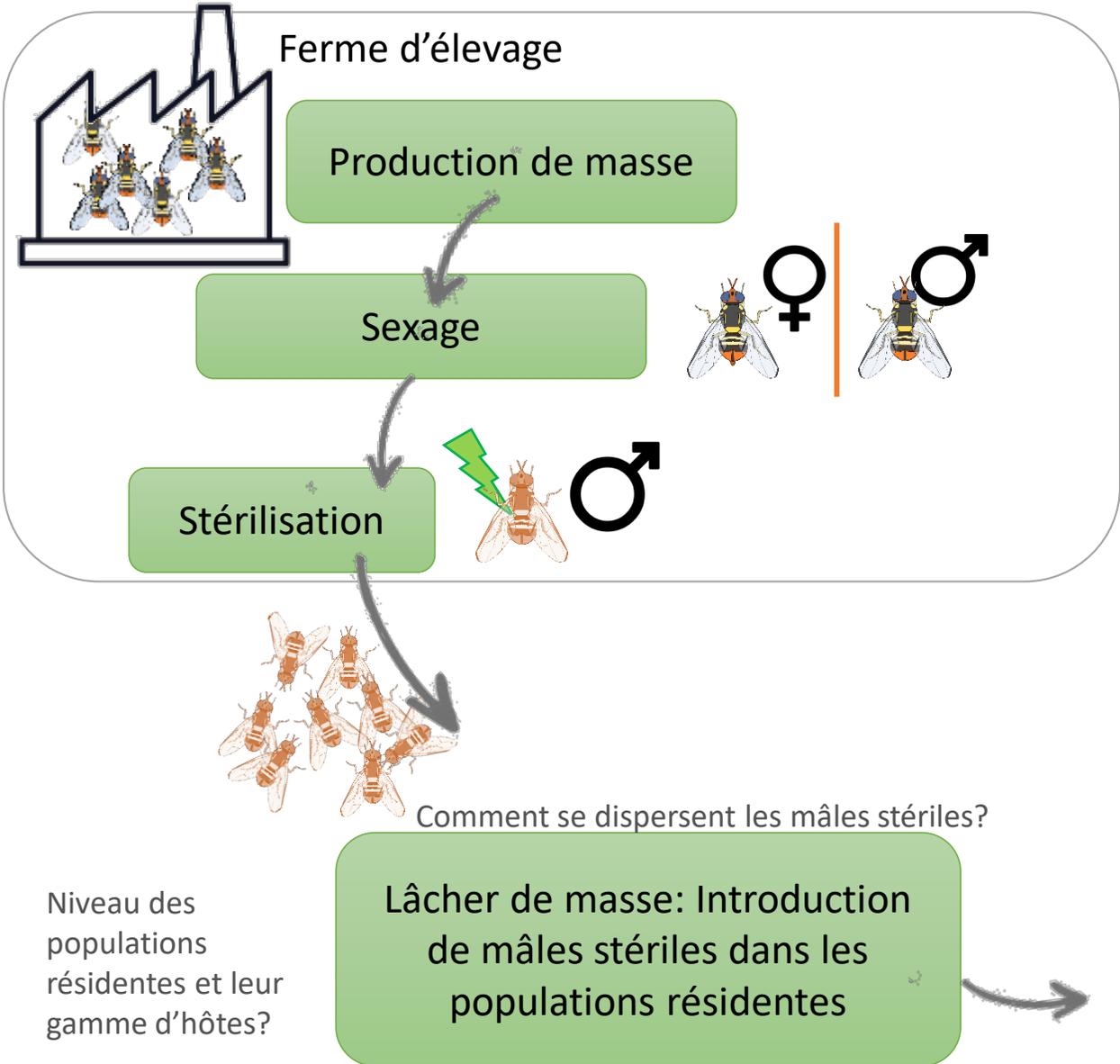
## 1. Bioécologie de *B. dorsalis*

Approfondir les connaissances sur la biologie  
et écologie de *B. dorsalis*

-> ajustement efficace stratégies de gestion

-> éléments pour modélisation TIS.

# Faisabilité de la TIS à La Réunion



# Faisabilité de la TIS à La Réunion

## Comportements d'accouplement

- Avec combien de mâles se reproduit une femelle
- Avec combien de femelles se reproduit un mâle,
- Les mâles stériles sont-ils aussi compétitifs que les mâles sauvages fertiles ?

## Dispersion

- A quelle distance se propagent les individus mâles et femelles ?

## Gamme d'hôtes

- Quelles plantes hôtes maintiennent les populations de *B. dorsalis* dans la zone d'étude?

Tests « qualité des mâles stériles »

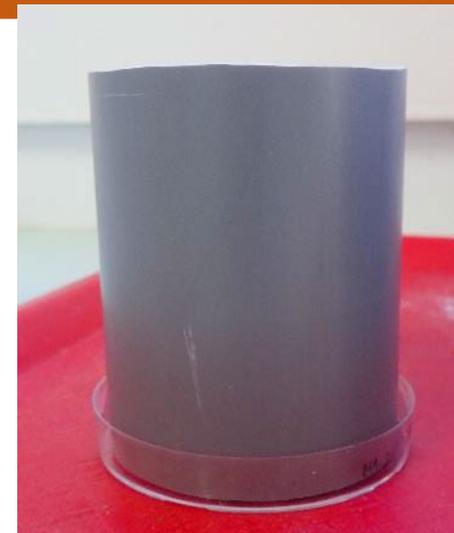


# Faisabilité de la TIS à La Réunion

## Tests « qualité des mâles stériles »

Test de qualité pour chaque lot d'insectes stériles:

- > % d'émergence + % d'individus capables de voler
- > Fertilité résiduelle
- > Courbe de survie



LOT	Date de réception	Sex ratio (M/F)	% d'individus capables de voler	% Stérilité male (N œufs)	% Stérilité femelle
001	10/05/2021	-	1.2	-	-
002	04/06/2021	0.71	51.9	100 (1251)	100
003	27/07/2021	-	0	-	-
004	30/07/2021	0.79	4.7	100 (4063)	100
005	11/08/2021	1.10	37.2	100 (3528)	100
006	30/08/2021	0.96	12.1	99.9 (3062)	100
007	17/09/2021	0.83	25.9	100 (3920)	100
013	14/03/2022	1.24	40,6	99,7 (7884)	100
015	30/05/2022	1.21	44,38	99,9 (4218)	100



Mâles stériles + femelles fertiles  
=> % œufs non éclos

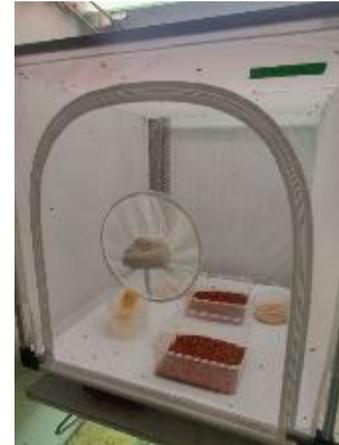
Mâles fertiles + Femelles stériles  
=> aucun œuf pondu

# Faisabilité de la TIS à La Réunion

## Comportements d'accouplement

Expérimentation en laboratoire ou grandes cages extérieures :

- Mâles de laboratoire stériles
- Mâles de laboratoire fertiles
- Mâles sauvages fertiles

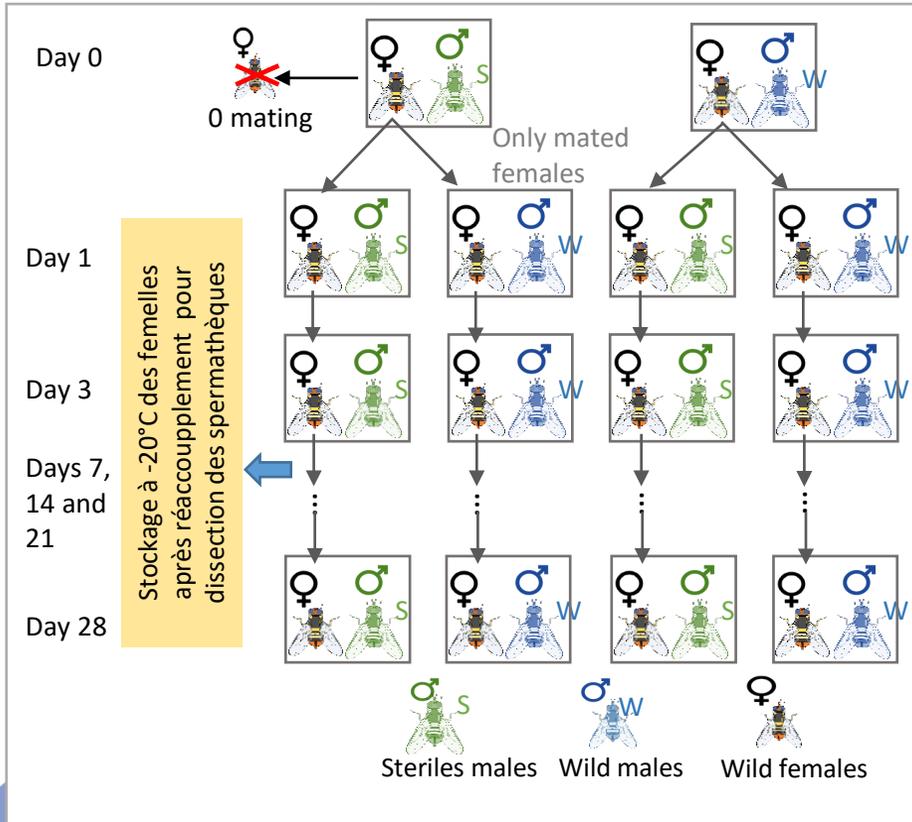


- Nombre de ré accouplement des mâles,
- Proportion de femelles qui se réaccouplent une fois
- Compétitivité des mâles stériles

# Faisabilité de la TIS à La Réunion

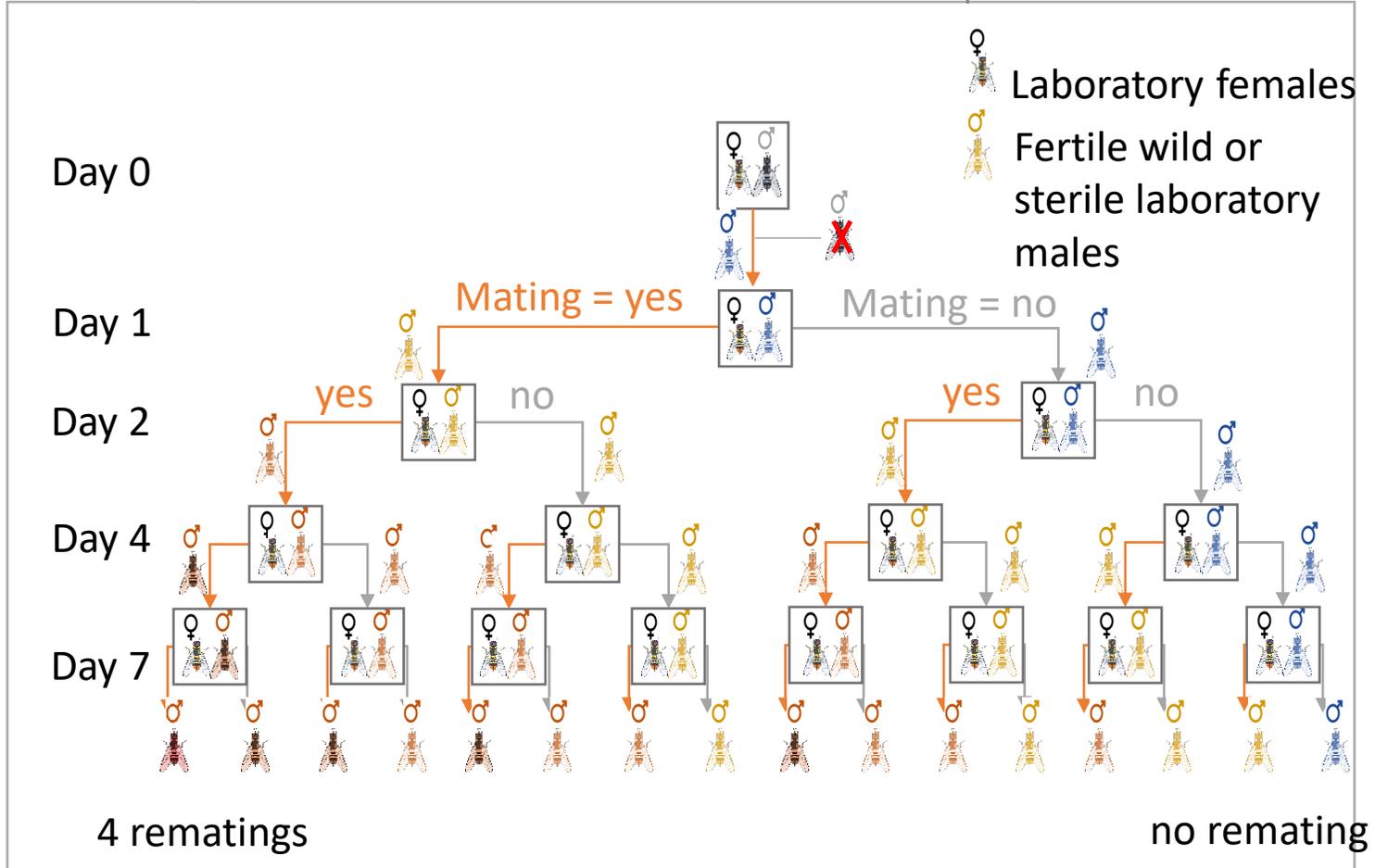
## Comportements d'accouplement

### Ré-accouplement des femelles



### Ré-accouplement des mâles

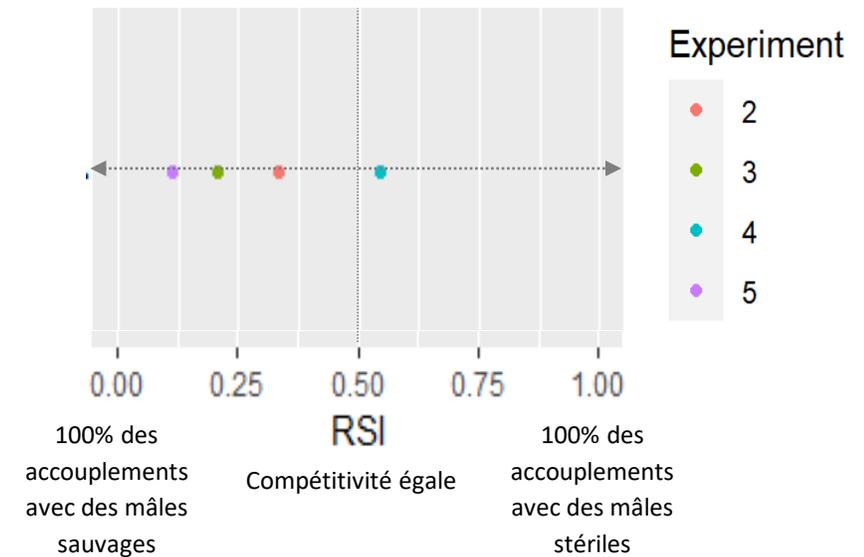
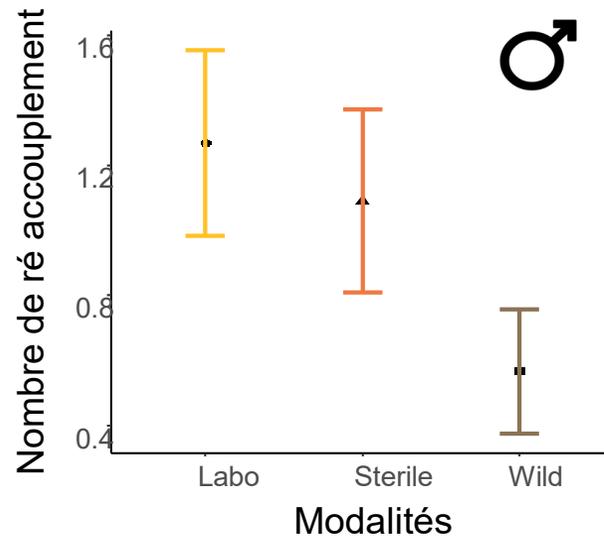
D'après Catalá-Oltra et al. 2021



# Faisabilité de la TIS à La Réunion

## Comportements d'accouplement

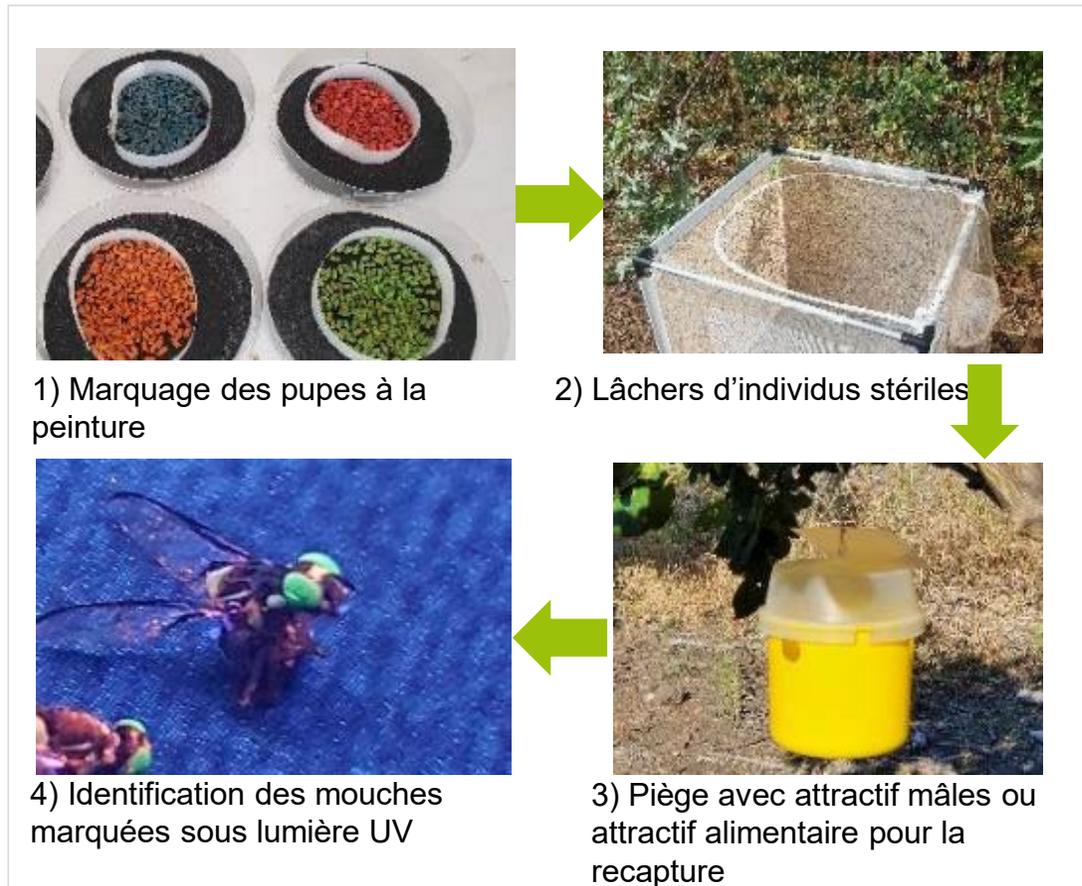
- ❑ Les mâles stériles se réaccouplent autant que les mâles fertiles (5 jours d'observation)
- ❑ Peu de ré-accouplement chez les femelles. Seulement 11/70 femelles se sont ré-accouplées de 1 à 7 jours après le 1er accouplement (y compris après un accouplement avec un mâle stérile)
- ❑ Pré-test : mâles stériles moins compétitifs que les mâles fertiles.



# Faisabilité de la TIS à La Réunion

## Dispersion

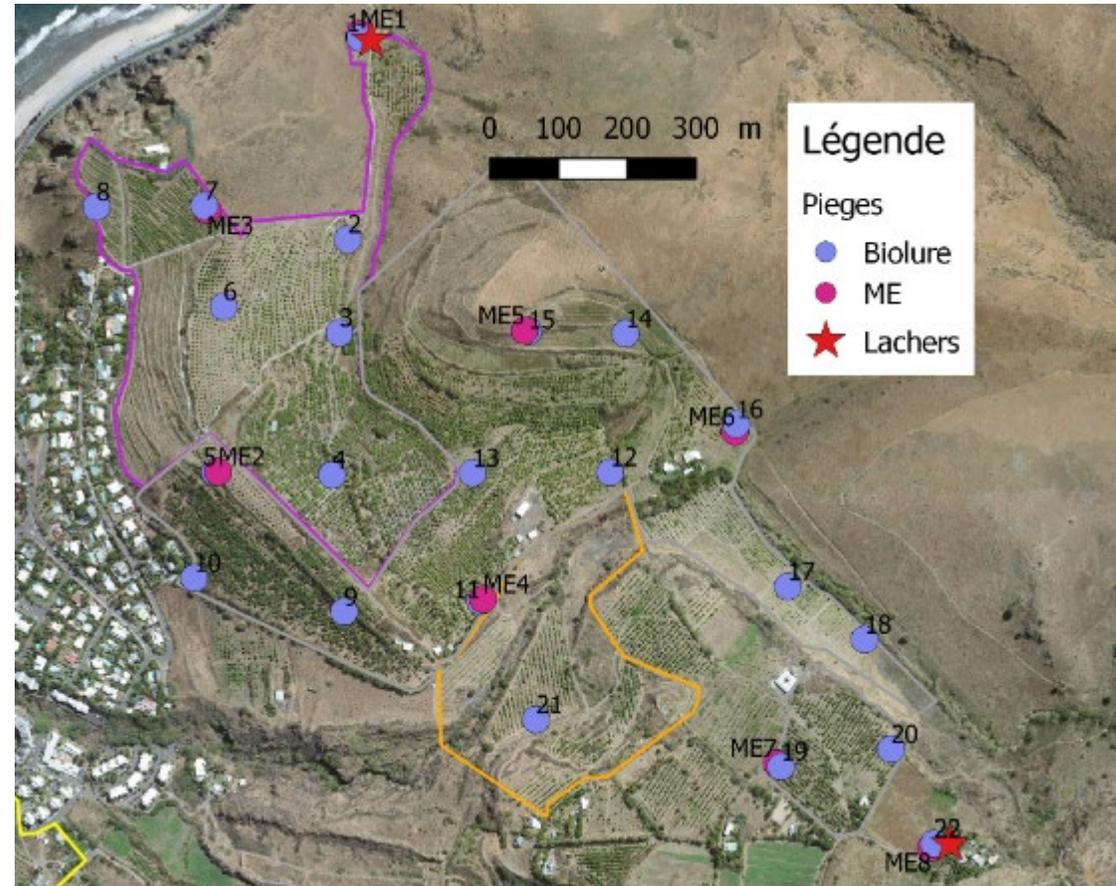
5 lâchers/recaptures (MRR) d'individus stériles marqués : réalisés de Septembre 2021 à Juin 2022 de 6000 à 15000 individus



# Faisabilité de la TIS à La Réunion

## Dispersion

- ❑ Très peu de femelles (sauvages et marquées) ont été (re)capturées par les pièges alimentaires.
- ❑ Entre 0,9 et 7,5% de mâles stériles recapturés dans les pièges ME
- ❑ 48 heures après le lâcher, les mouches ont été recapturées à plus de 1200 m. Cependant, une grande partie des mouches recapturées sont restées autour du point de lâcher, même après 6 jours.
- ❑ Nos résultats suggèrent l'importance de la structure du paysage : Pas de recapture à proximité de l'habitat non favorable.



Réseau de piègeage et points de lâchers pour les expérimentations de MRR

# Faisabilité de la TIS à La Réunion

## Gamme d'hôtes

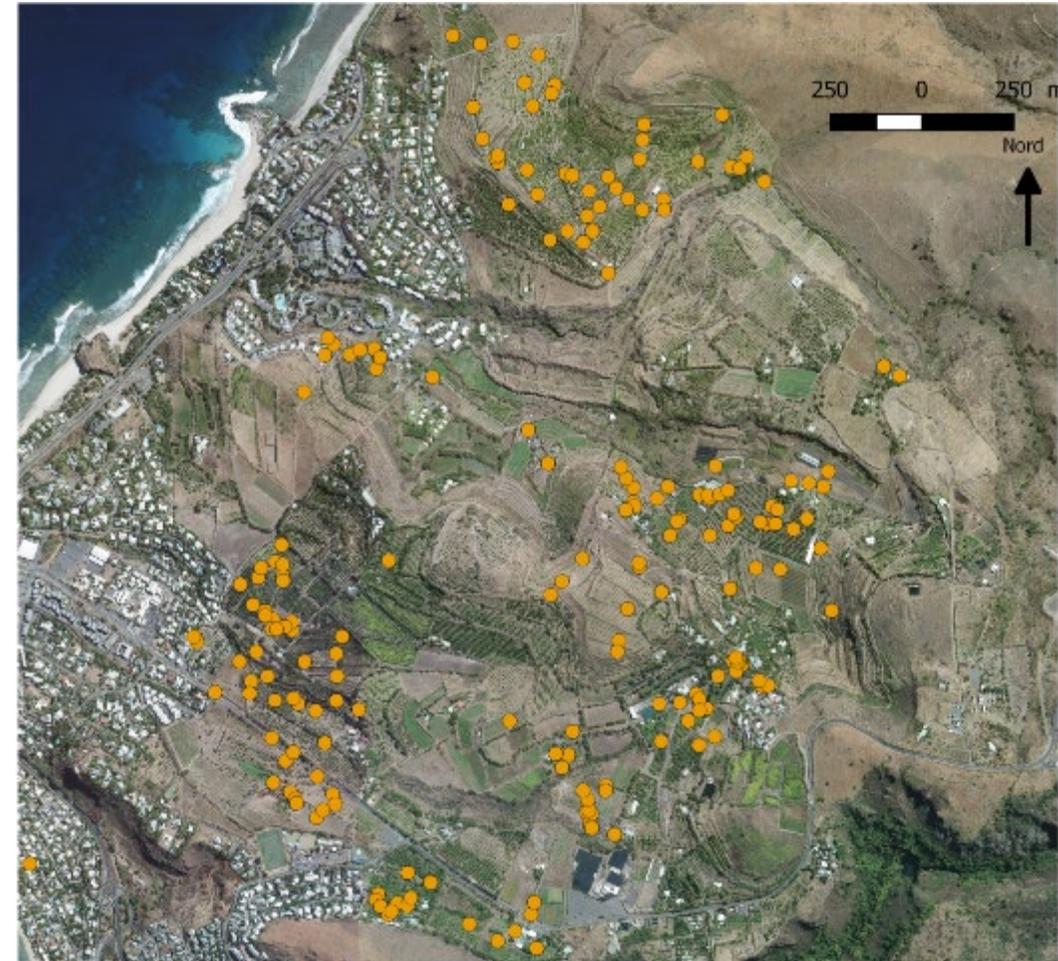
~ de 4500 fruits récoltés  
-> 54 espèces de plantes à fruits charnus



- Chaque fruit est pesé et mis dans boîte individuelle sur fond de sable
- Chambre climatique jusqu'à la formation des pupes
- Tamisage pour récupérer les pupes
- Identification des individus après émergence



Colloque  
scientifique



Point de collecte des fruits dans le secteur de Grand-Fond / Saint Gilles

# Faisabilité de la TIS à La Réunion

## Gamme d'hôtes

-> 30 plantes hôtes de mouches des fruits  
-> Dont 26 par *B. dorsalis*



*Mangifera indica*



*Psidium guajava*



*Spondias dulcis*



*Ficus sp.*



*Ziziphus mauritiana*



*Terminalia catappa*



*Carica papaya*

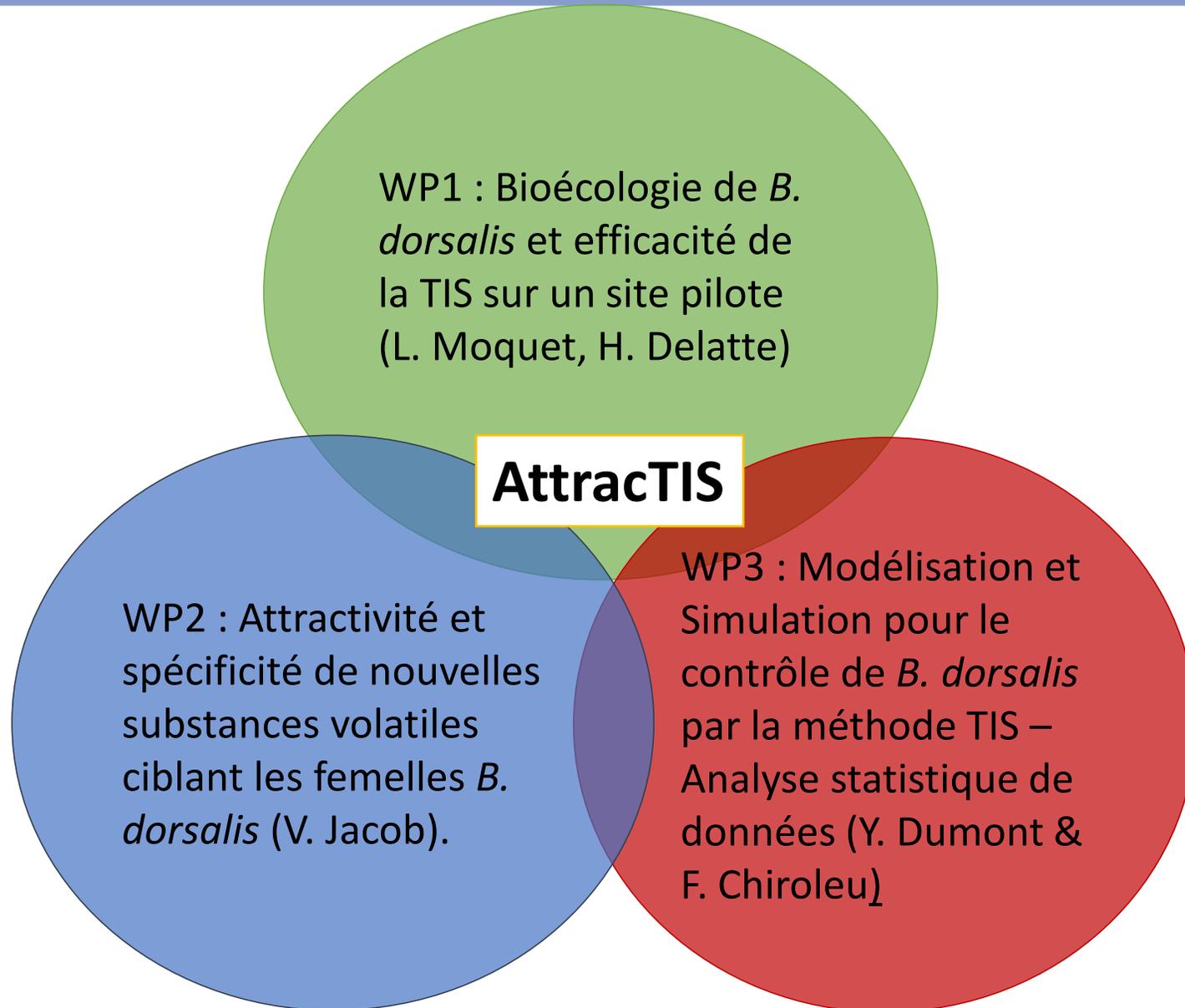


*Psidium cattleianum*

## Proportion de fruits piqués par *B. dorsalis*

EspeceHote		N	Somme	± se
<i>Acacia farnesiana</i>	Petit mimosa	2	3.3%	± 3.3%
<i>Annona muricata</i>	Corossol	4	25.0%	± 25.0%
<i>Averrhoa carambola</i>	Carambole	3	2.2%	± 2.2%
<i>Carica papaya</i>	Papaye	15	8.6%	± 5.3%
<i>Citrus aurantiifolia</i>	Citron galet	13	2.7%	± 1.2%
<i>Citrus hystrix</i>	Combava	23	1.4%	± 1.0%
<i>Citrus limon</i>	Citron galet	3	20.0%	± 20.0%
<i>Citrus maxima</i>	Pamplemousse	4	15.0%	± 15.0%
<i>Citrus x paradisi</i>	Pomelo	2	16.7%	± 16.7%
<i>Cucurbita moschata</i>	Citrouille	2	12.5%	± 12.5%
<i>Ficus carica</i>	Figue	5	25.0%	± 15.8%
<i>Fortunella sp.</i>	Kumquat	4	18.8%	± 18.8%
<i>Hylocereus undatus</i>	Pitaya	1	100.0%	± NA
<i>Mangifera indica</i>	Mangue	145	46.1%	± 2.5%
<i>Momordica charantia</i>	Margoze	12	0.6%	± 0.6%
<i>Persea americana</i>	Avocat	1	75.0%	± NA
<i>Pithecellobium dulce</i>	Tamarin d'Inde	15	2.2%	± 1.8%
<i>Psidium cattleianum</i>	Goyavier	1	100.0%	± NA
<i>Psidium guajava</i>	Goyave	6	79.7%	± 8.1%
<i>Punica granatum</i>	Grenade	9	12.2%	± 4.3%
<i>Spondias dulcis</i>	Zevy	4	18.9%	± 6.4%
<i>Terminalia catappa</i>	Badamier	8	45.1%	± 12.5%
<i>Thevetia peruviana</i>	Thevetia	3	3.7%	± 3.7%
<i>Ziziphus mauritiana</i>	Jujube	13	0.03%	± 0.02%

# Faisabilité de la TIS à La Réunion : Perspectives



# Faisabilité de la TIS à La Réunion : Perspectives



Bio-écologie de *B. dorsalis*:

Attractif femelles

Modélisation

## GEMDOTIS (10/19 – 10/22)

- Nombre de ré-accouplements et âge de maturité sexuelle
- Timing et distance de dispersion

Analyses chimiques & neurophysiologiques :  
⇒ Spécificité de la sensibilité de *B. dorsalis* à ~50 composés

Développement de modèles TIS  
- Fertilité résiduelle & ré-accouplement  
- Modification période réfractaire  
- Stratégies TIS + données (SIG, analyses)

## AttracTIS (02/23 – 02/26)

- Paramètres influençant les comportements d'accouplement
- Efficacité de la TIS à petite échelle

Analyses comportementales :  
⇒ Attractivité de chaque composés  
⇒ Tests de piégeage d'un mélange attractif à la Réunion et Mayotte

Modèles TIS – Métapopulation  
- Connectivité entre vergers  
- Stratégies Optimales TIS (méthodes)  
- Analyses des données + Simulations

Collaboration avec Maurice

Contacts avec Cearitis (région parisienne)

Partenaires : Chambre d'agriculture, FDGDON, UMT BAT, Arifel, RITA Réunion, L'Armeflhor.

Qualitropic