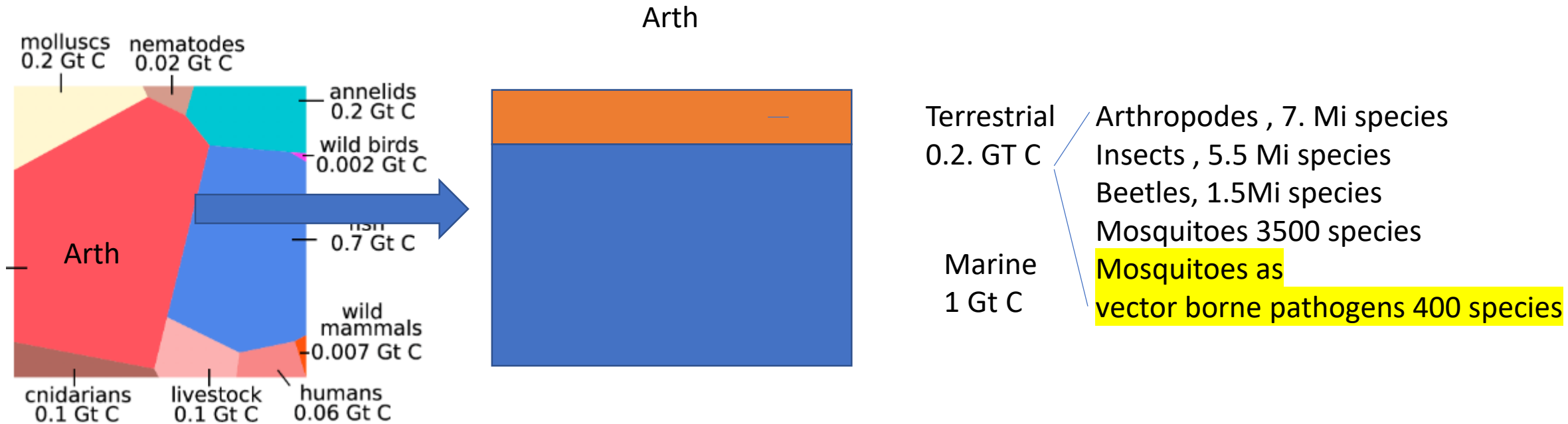




# RENCONTRES SCIENTIFIQUES

## Nouvelles stratégies de lutte contre les moustiques, une urgence ! Pascal Boireau

# Représentation graphique de la répartition mondiale de la **biomasse** et de la **diversité** des arthropodes

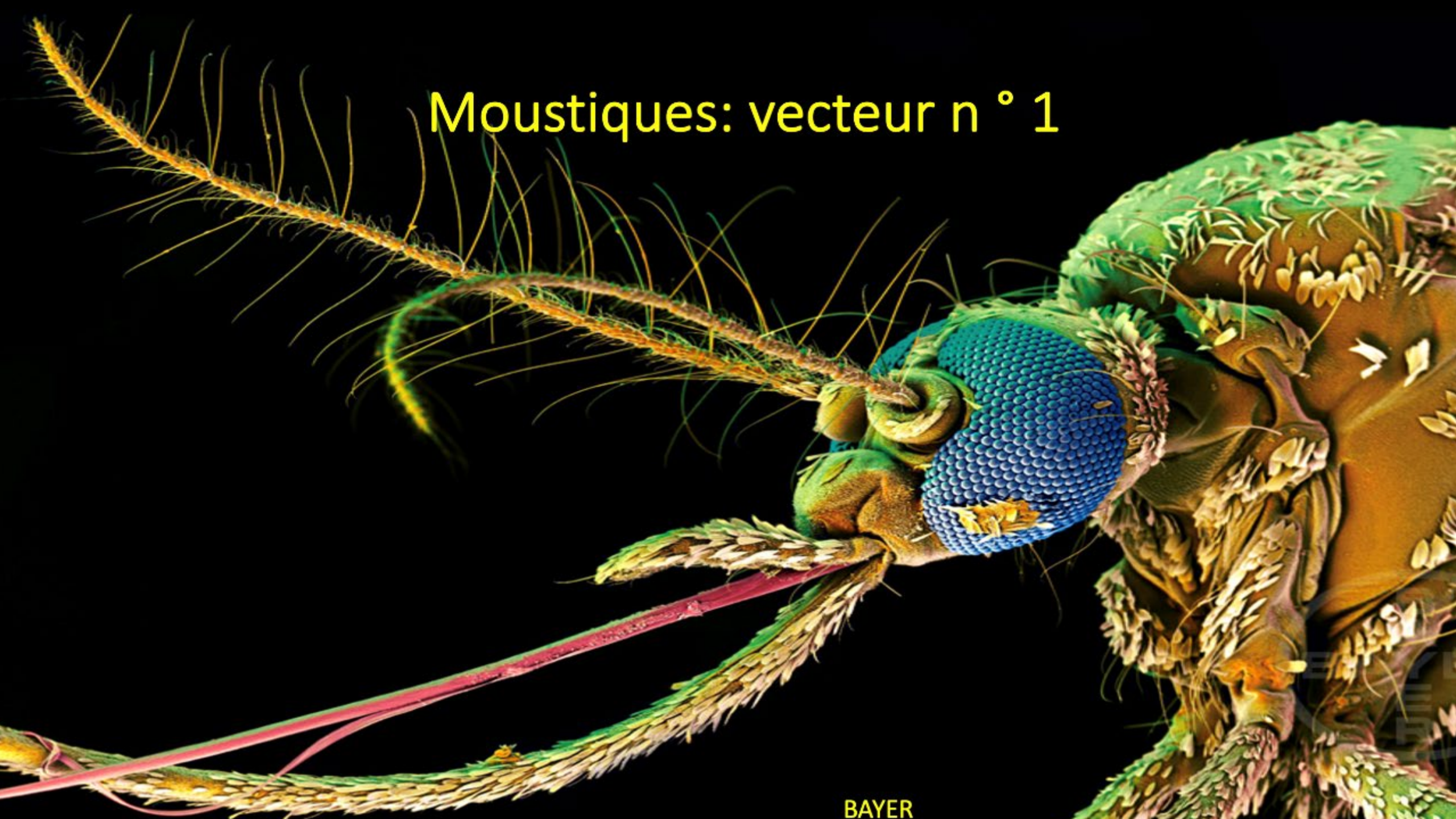


Bar-On YM et al 2019, PNAS

Stork, N.

[Annual Review of Entomology 63, 2018](#)

Moustiques: vecteur n ° 1



BAYER

# Moustiques: vecteur n ° 1

*Nymphes Aedes albopictus*

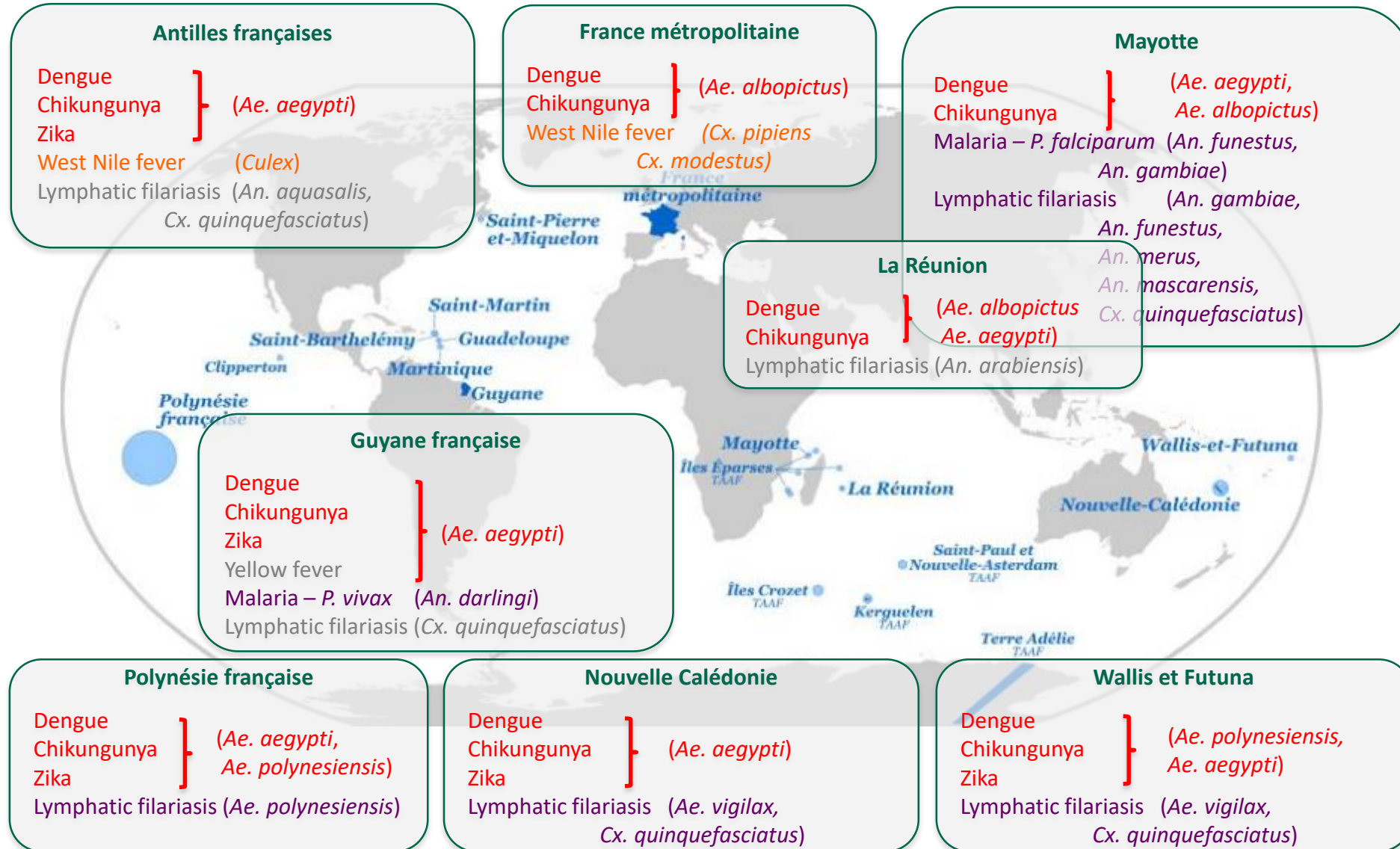


*Elevage adultes Aedes albopictus*



**3500 espèces, une minorité vectrice d'agents pathogènes**

# Diversité d'espèces de moustiques vectrices et maladies associées sur les territoires français



# Les moustiques **GM** comme outil de lutte contre les maladies vectorisées



- Thérapeutiques (limitées : paludisme, filarioses)
- Moyens de prévention
  - Traitements préventifs (limités : paludisme pour les touristes)
  - Vaccins (limités : fièvre jaune, dengue)
  - La lutte antivectorielle
    - Méthodes existantes
      - Chimique (insecticides adulticides ou larvicides) (limitée du fait de résistances)
      - Biologique (prédateurs ou agents pathogènes des moustiques)
      - Physique et environnementale (moustiquaires, pièges, élimination de gîtes...)
    - Techniques émergentes à base de lâchers de moustiques
      - Technique RIDL (Oxitec)
      - Techniques de forçage génétique à des fins 1) d'élimination, ou 2) de modification
      - TIS (technique de l'insecte stérile classique)
      - Techniques utilisant Wolbachia :
        - TII (technique de l'insecte incompatible)
        - Propagation de l'IP (interférence avec le pathogène)



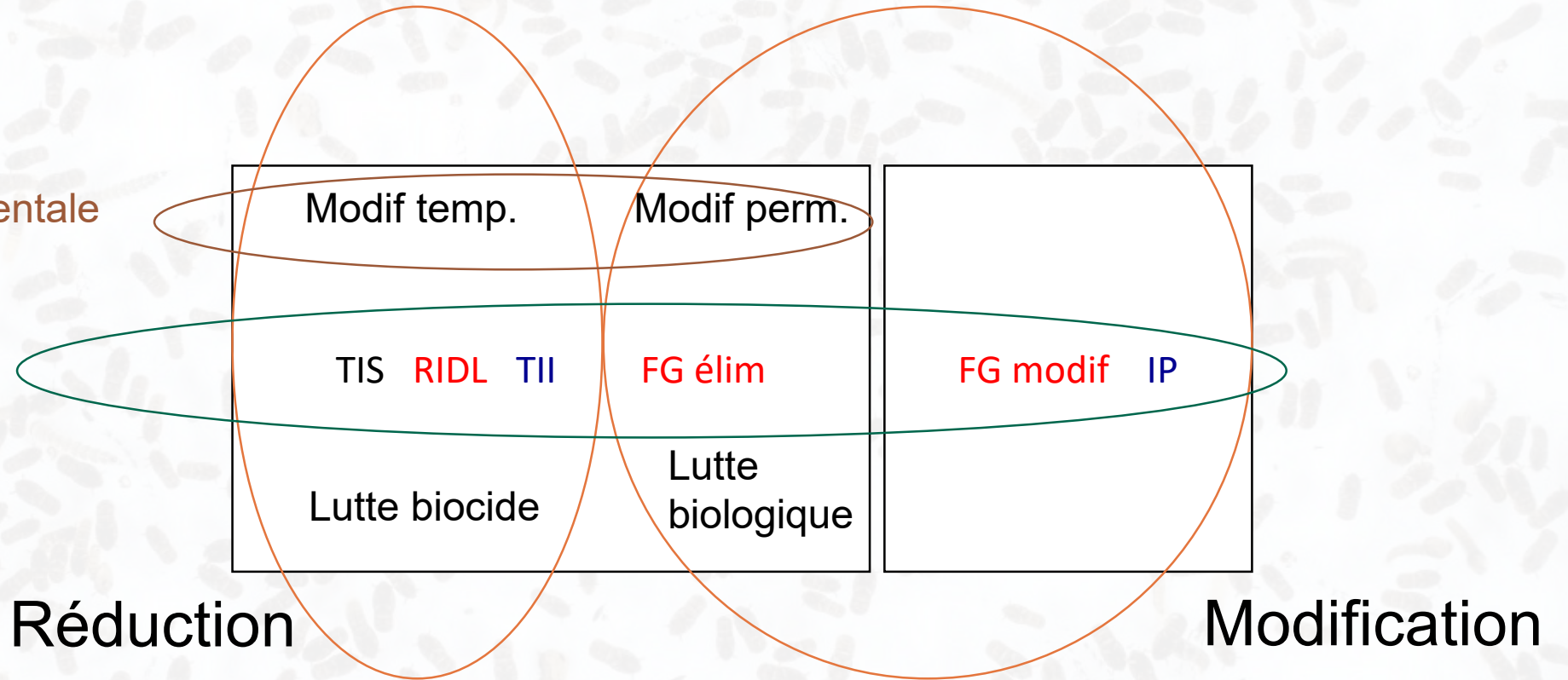
# Différentes familles de techniques de lutte

Auto-limitées

Auto-entretenues

Lutte environnementale

Lâchers de moustiques



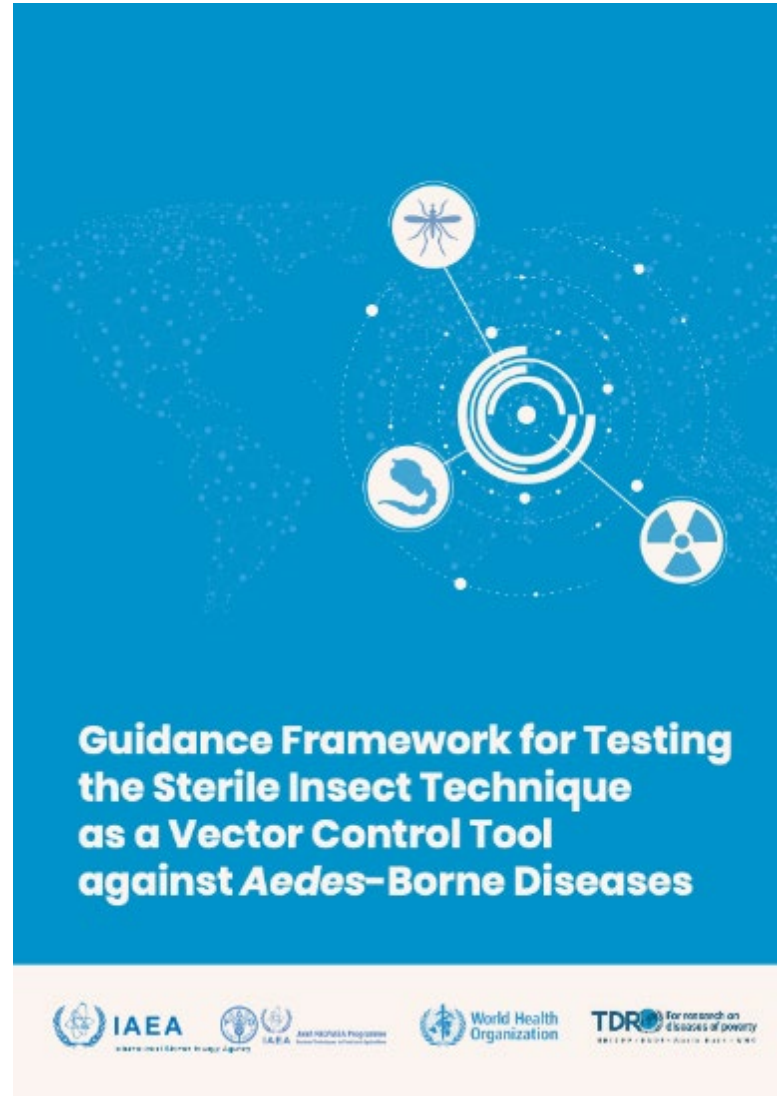
# Technique de l'insecte stérile et dérivées, variations autour d'un même thème

**Principe** : lâchers massifs et récurrents de mâles stériles ou stérilisants, qui entrent en compétition avec les mâles sauvages pour s'accoupler avec les femelles sauvages, conduisant à une réduction de la population cible, voire à une élimination de cette population lorsqu'elle est isolée.

TIS Technique de l'insecte stérile classique	TII Technique de l'insecte incompatible	Technique RIDL <i>Release of Insects carrying a Dominant Lethal</i>
Mâles <b>stériles</b> , principalement stérilisés par irradiation ionisante (rayons $\gamma$ , X)	Mâles « <b>stérilisants</b> » par incompatibilité cytoplasmique (IC) associée à <i>Wolbachia</i>	Mâles « <b>stérilisants</b> », porteurs d'un <b>caractère GM de létalité répressible</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Irradiation</li> <li>Vigueur des mâles irradiés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transinfections de <i>Wolbachia</i></li> <li>Résistance comportementale et dérive fonctionnelle à surveiller / Lâchers de femelles (IC bi, TII-TIS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transformation, sélection et caractérisation d'une lignée</li> <li>Résistance comportementale et dérive fonctionnelle à surveiller</li> <li>Suivi par marqueur moléculaire fluorescent</li> </ul>
<i>A priori</i> applicable à toute population locale. Protocoles élaborés pour plusieurs espèces	<i>Ae. polynesiensis</i> (CP strain) et <i>wAlbA</i> <i>Ae. albopictus</i> / <i>wPip</i> <i>Ae. aegypti</i> / <i>wAlbA</i>	<i>Ae. aegypti</i> , lignée OX513A
Phase III/IV	Phase III	Phase III (IV en cours)

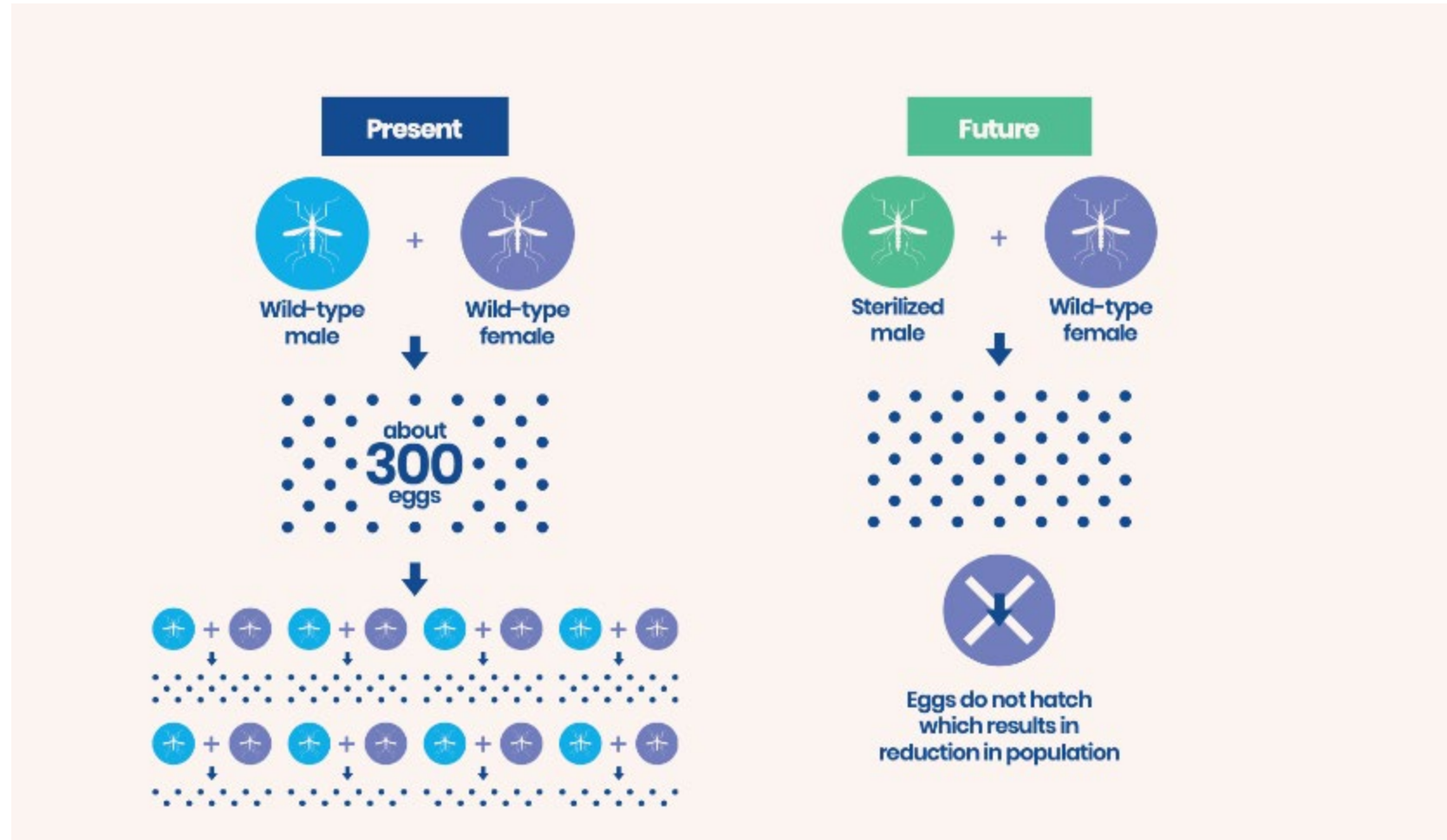
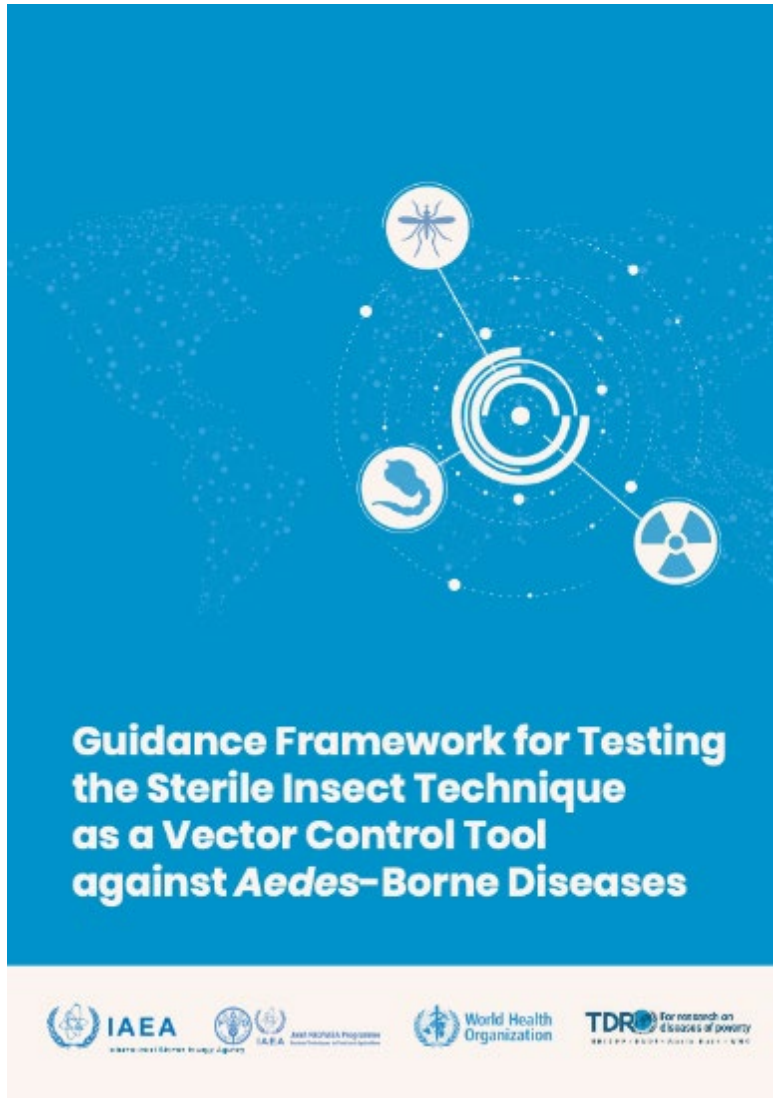


# Guide pour les gestionnaires de santé publique

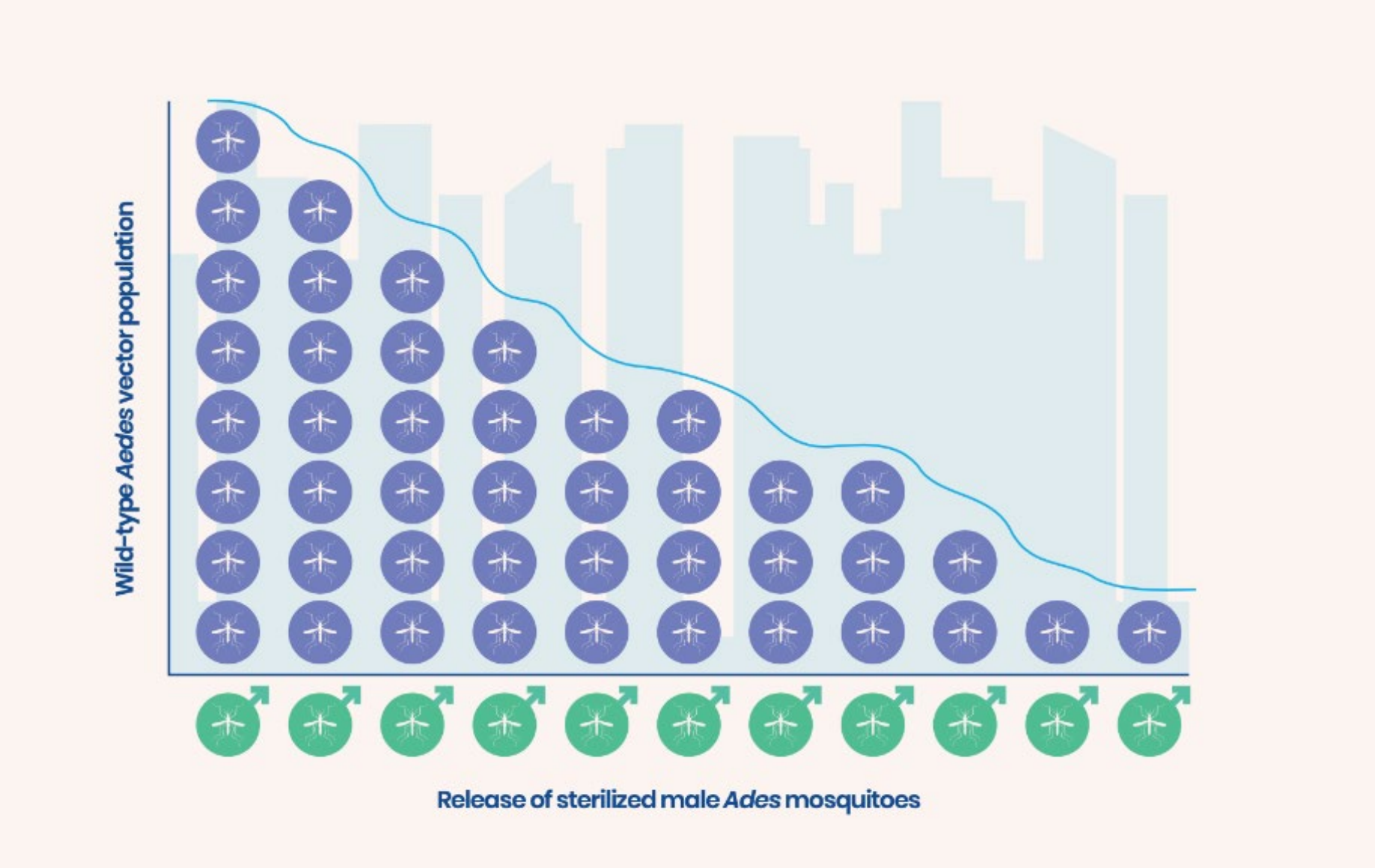


<https://www.who.int/tdr/publications/year/2020/guidance-framework-for-testing-SIT/en/>

# Vue d'ensemble de la technique de l'insecte stérile



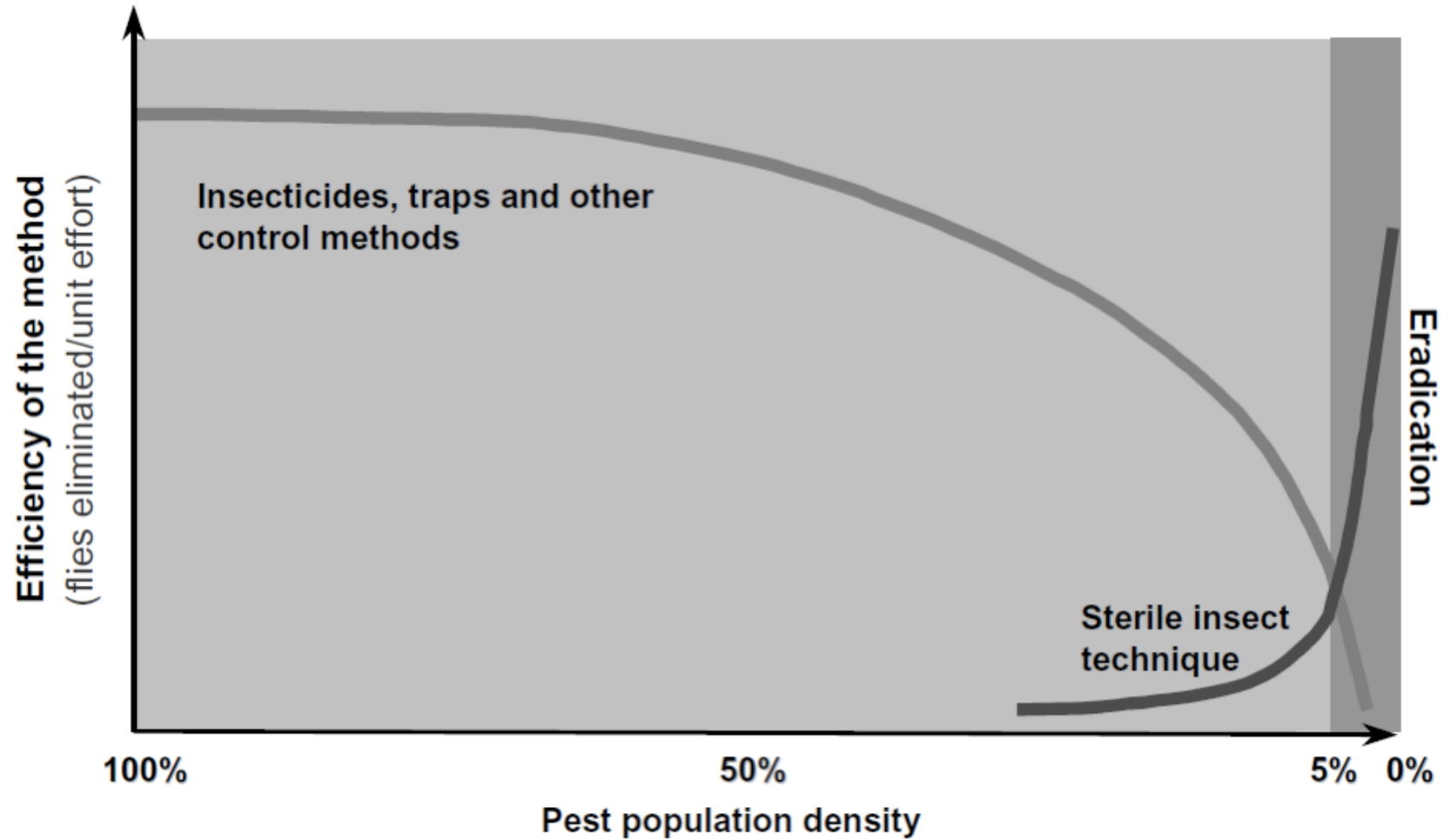
# Réduction d'une population d'*Aedes* en utilisant la TIS



# Intérêts et limites de la TIS appliquée aux moustiques

- Spécificité de l'action au niveau des espèces de moustiques relâchées.
- Intérêt majeur: l'impact direct de la lutte antivectorielle sur l'environnement et la santé est fortement réduit
- Limites: nécessité de déployer autant d'interventions que d'espèces vecteurs cibles
- Efficacité: durée de plusieurs mois mais moins adaptée en situation d'urgence
- Meilleure efficacité à faible densité de cibles moustiques, non utilisables à haute densité

# Différentes efficacités selon la densité de la population cible incitent à combiner les techniques



Optimisation de l'efficacité d'une intervention de lutte antivectorielle par la combinaison de la technique de l'insecte stérile avec des techniques classiques de lutte (Feldmann and Hendrichs, 2001).

# Intérêts et limites de la TIS appliquée aux moustiques

- Contraintes techniques et logistiques





Elevages de masse avec succès variables.

Disponibles dans plusieurs pays

Brésil, Cuba, Singapour, Chine,

Italie, Mexique....

Soutient AIEA, WHO

**Elevage de moustiques souches locales  
Avant amplification**







**Accouplements 14000 adultes**



## »Ependage » des moustiques Par drone

Trial, Tapachula, Mx, Feb 2019

# Intérêts et limites de la TIS appliquée aux moustiques

## **Réduction d'une population de moustiques**

- Impact environnemental limité à une seule espèce de moustique.
- Risque de remplacement non intentionnel par une autre espèce de moustique

## **Technique autolimitée dans l'espace et le temps**

Facilement adaptable

Nécessité de réitérer les épandages.

# Observations



- Pas de clivage d'objectifs :
  - entre techniques GM et non GM
  - entre techniques classiques et techniques dites « innovantes »
- Caractéristiques communes à différentes familles de techniques :
  - lâchers de moustiques (GM ou non)
  - objectifs de réduction vs modification (lâchers de moustiques ou non, GM ou non)
  - auto-limitées vs auto-entretenues (lâchers de moustiques ou non, GM ou non)
- Complémentarité des techniques
- Intérêts et limites dépendent du contexte



# Messages

- Soutenir la **recherche** et les essais pour la TIS ou développer de **nouvelles stratégies** de LAV efficaces & acceptables.
- Maîtriser les risques d'irréversibilité des nouvelles méthodes dites "auto-entrenues".
- **Évaluer le niveau de preuves scientifiques de l'efficacité** des différentes stratégies.
- Améliorer la **surveillance entomologique** des vecteurs (active et passive, y compris des espèces susceptibles d'être invasives).

# Concernant les techniques utilisant des moustiques GM :

- Techniques de forçage génétique :
  - Techniques en cours de développement
  - Recherches supplémentaires sont nécessaires avant d'envisager une application
  - Éléments de concertations indispensables et déterminants
- RIDL, au même titre que TIS et TII :
  - A tester, dans la perspective d'une utilisation raisonnée dans le cadre d'une gestion intégrée des vecteurs
  - Selon les vecteurs ciblés et les territoires
  - Selon le contexte épidémiologique, environnemental et socio-économique
    - En conformité avec la réglementation et selon l'acceptabilité locale.