



**HAL**  
open science

# Comportement des vecteurs, lutte anti-vectorielle et modélisation de la transmission entomologique des plasmodiums humains

Nicolas Moiroux

► **To cite this version:**

Nicolas Moiroux. Comportement des vecteurs, lutte anti-vectorielle et modélisation de la transmission entomologique des plasmodiums humains. Master. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 2019. hal-04515660

**HAL Id: hal-04515660**

**<https://hal.science/hal-04515660>**

Submitted on 21 Mar 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

# Comportement des vecteurs, lutte anti-vectorielle et modélisation de la transmission entomologique des plasmodiums humains

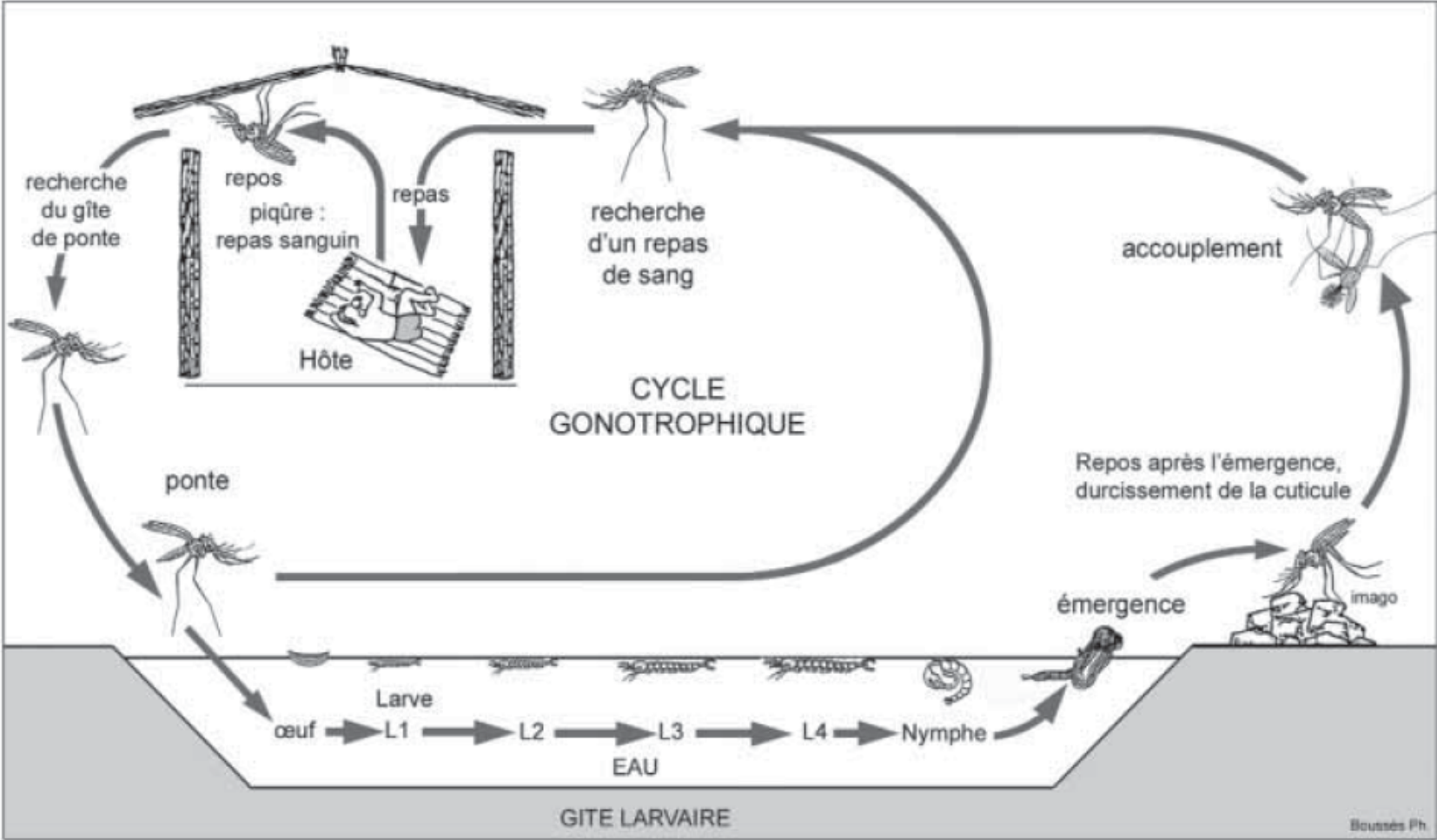
---

Nicolas Moiroux – Chargé de Recherche IRD

MIE

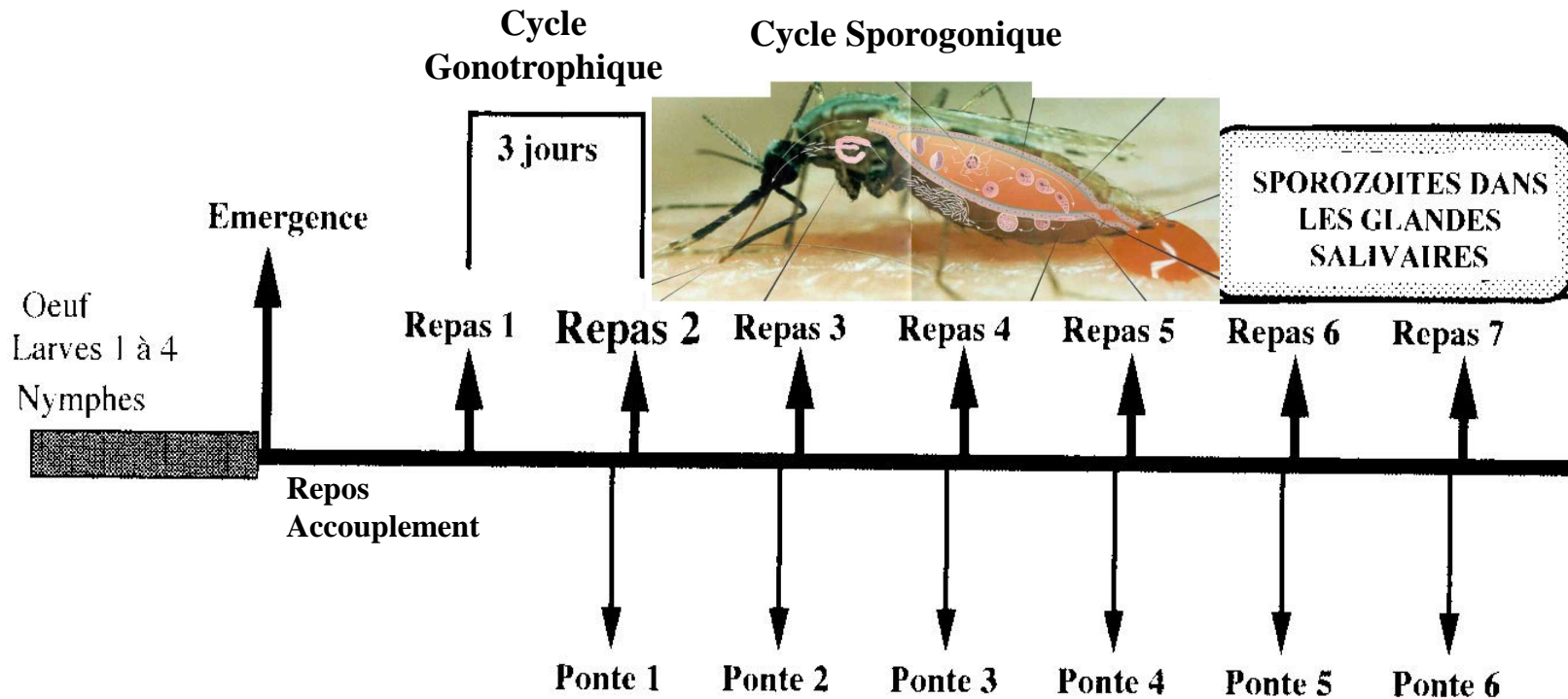
Bobo-Dioulasso – 22 novembre 2019

Rappel



# Espérance de vie infectante de la femelle anophèle

Rappel



Pour qu'il y ait transmission du plasmodium cad inoculation des sporozoïtes, la femelle doit survivre assez longtemps pour:

- permettre l'intégralité du développement extrinsèque du *Plasmodium*,
- pouvoir piquer ensuite pour transmettre.

## Modélisation de la transmission vectorielle des *Plasmodium*

---

**Modèle = représentation simplifiée et imparfaite d'un système complexe**

Pourquoi « modéliser » ?

Pour mieux comprendre l'origine et la dynamique de la transmission et intégrer les facteurs déterminant sa distribution et ses manifestations.

Pour prédire.

Utilité:

- Enseignement: identifier et hiérarchiser les différentes composantes;
- Lutte: prédire et comparer à moindre coût, l'impact de différentes stratégies; sur différentes populations de vecteurs
- Recherche: comprendre le rôle respectif des différents facteurs déterminants et prédire dans de nouveaux scénarios

# Cycle simplifié de la vie d'un vecteur

## Etats physiologiques et comportementaux

### Compartiments :

I: Immature

U: Unfed

HS: Host-seeking

FF: Freshly fed

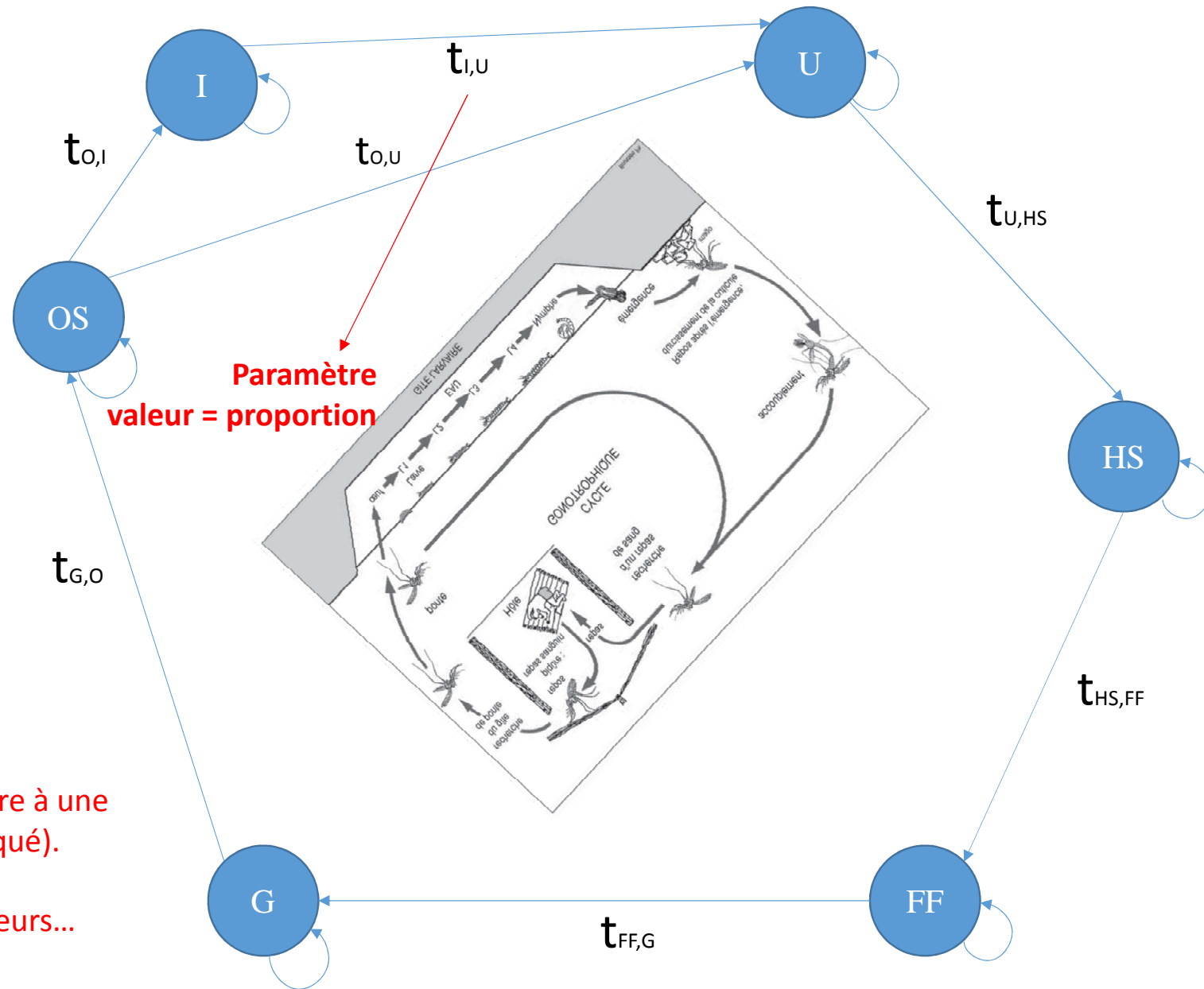
G: Gravid

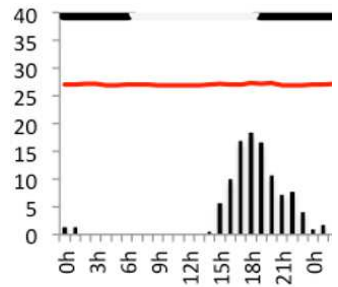
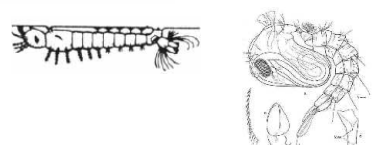
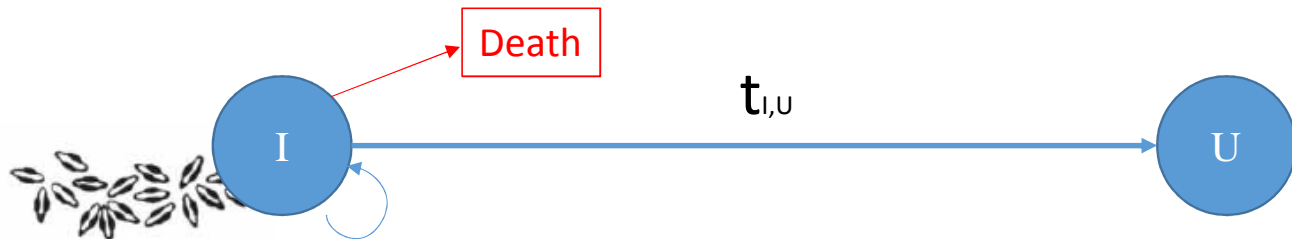
OS: Oviposition-site seeking

### Pas de temps = heure

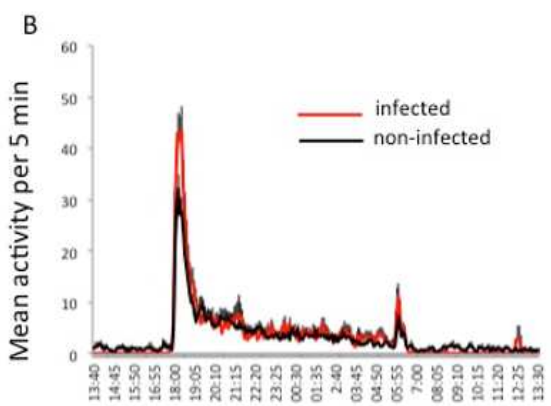
Un modèle est construit pour répondre à une ou plusieurs questions (- au + compliqué).

Autant de modèles que de modélisateurs...





- ➔ Durée stades immatures
- ➔ mortalité immatures
- ➔ Probabilité d'émergence horaire



- ➔ probabilité d'activation horaire (Locomotor activity, activation)
- ➔ mortalité unfed

Si  $U(t) = 200$ ,  $I(t) = 500$ ,  $t_{i,u} = 0.05$ ,  $t_{u,hs} = 0.2$  et  $\mu = 0.01$

$U(t+1) = ???$

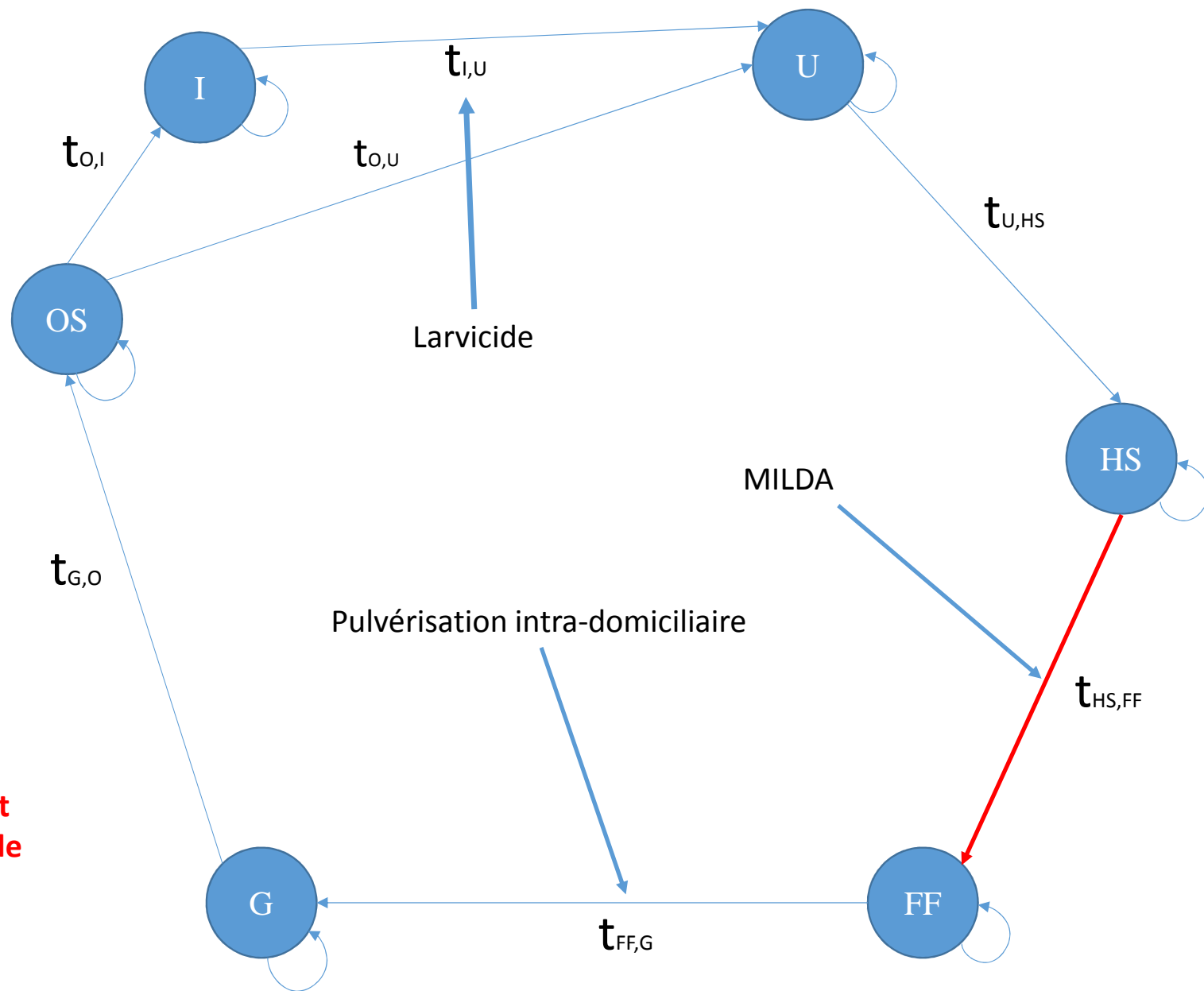
$$U(t+1) = U(t) + I(t) \times t_{i,u} - U(t) \times t_{u,hs} - U(t) \times \mu$$

# Cycle simplifié de la vie d'un vecteur

Etats physiologiques et comportementaux

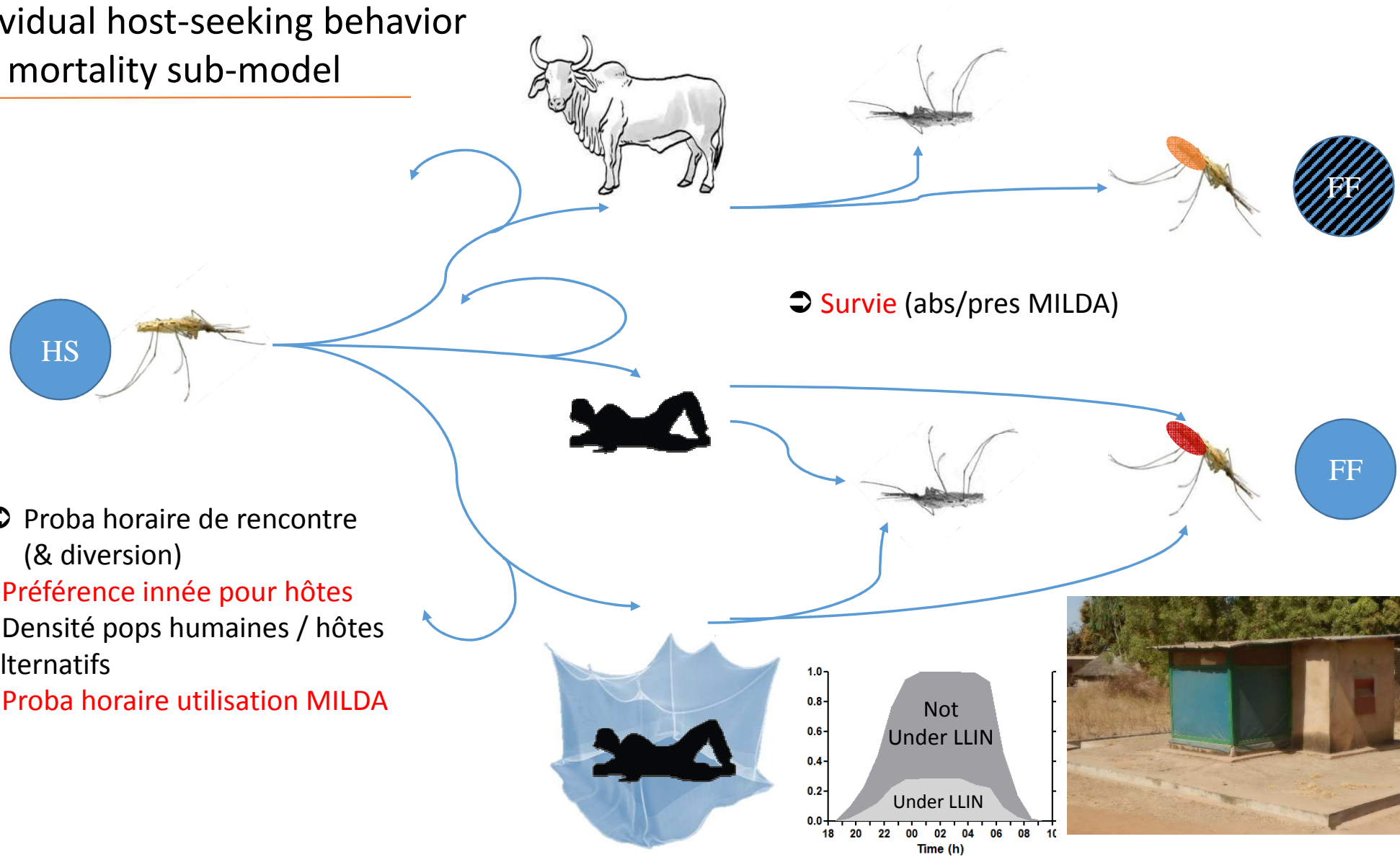
- I: Immature
- U: Unfed
- HS: Host-seeking
- FF: Freshly fed
- G: Gravid
- OS: Oviposition-site seeking

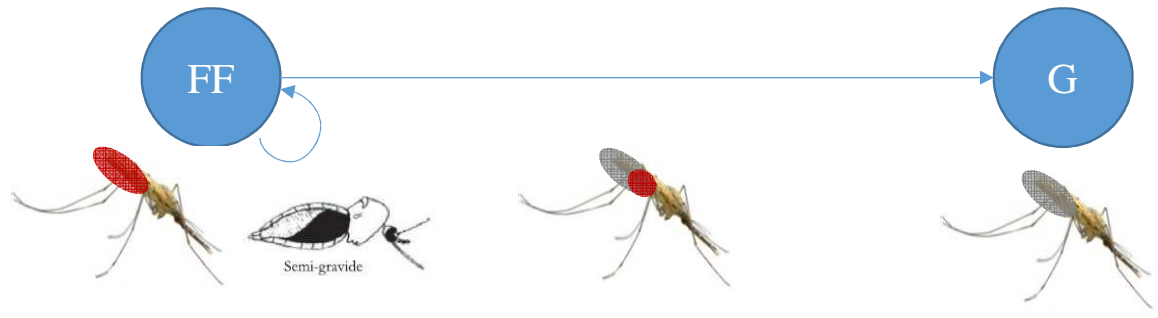
Quels sont les paramètres qui vont être influencés par les méthodes de LAV ?



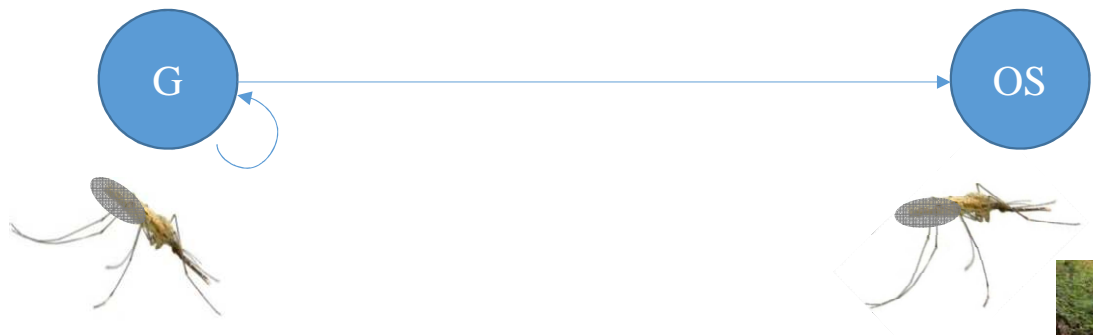


# Individual host-seeking behavior and mortality sub-model



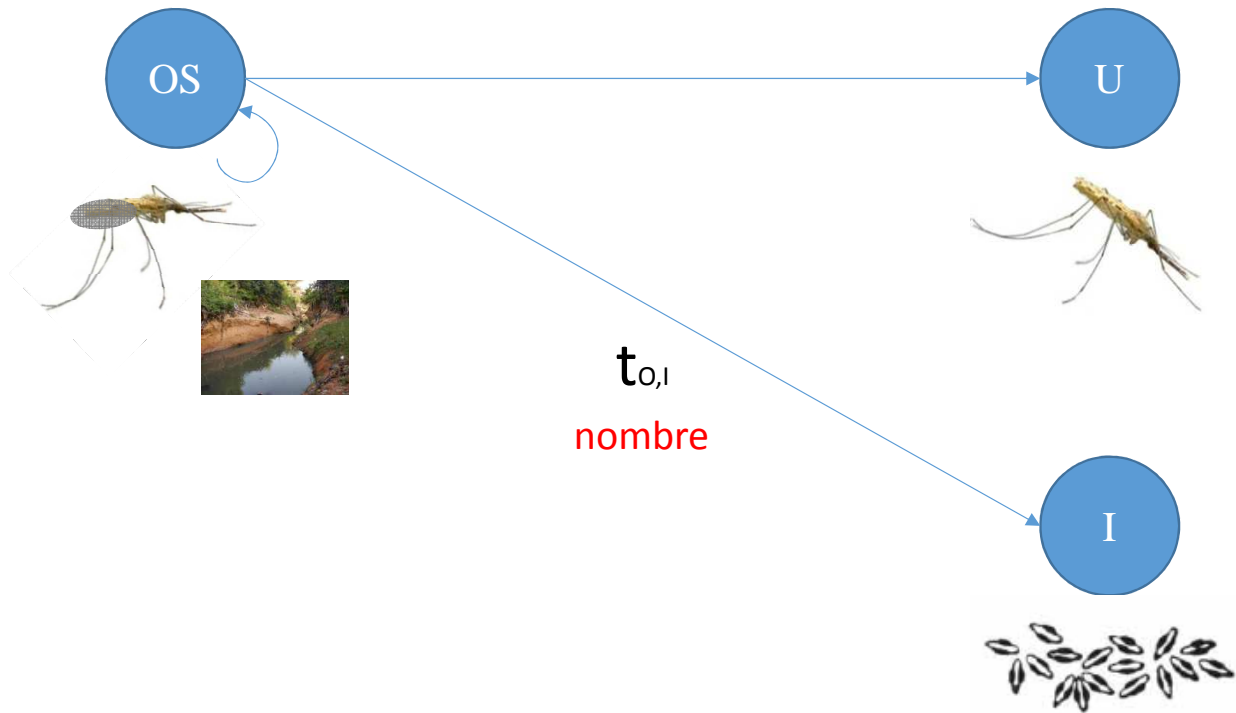


- Durée digestion/maturation
- Survie durant repos



- Proba d'activation pour la recherche d'un site d'oviposition





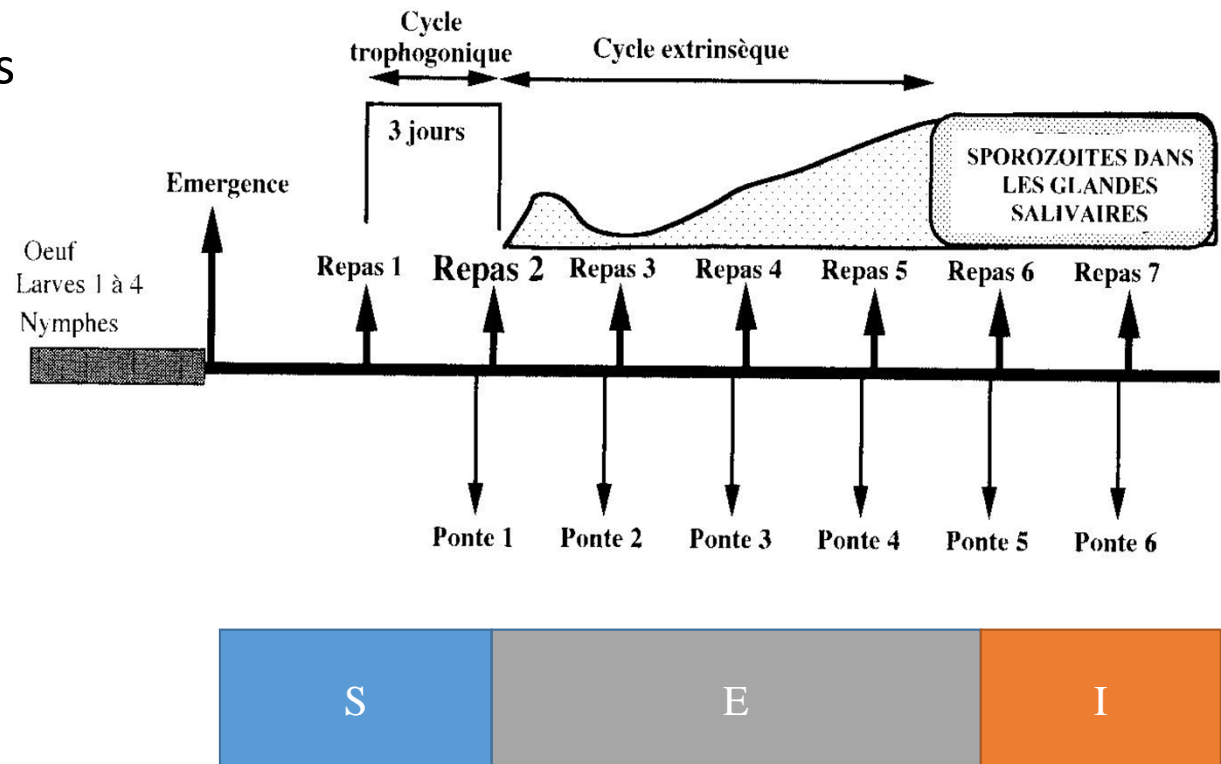
- ➔ Proba de rencontre d'un site d'oviposition (rainy / dry season)
- ➔ Survie pendant OS

➔ Fécondité

# Objectif : modéliser la transmission

- Indicateurs de transmission entomologique:

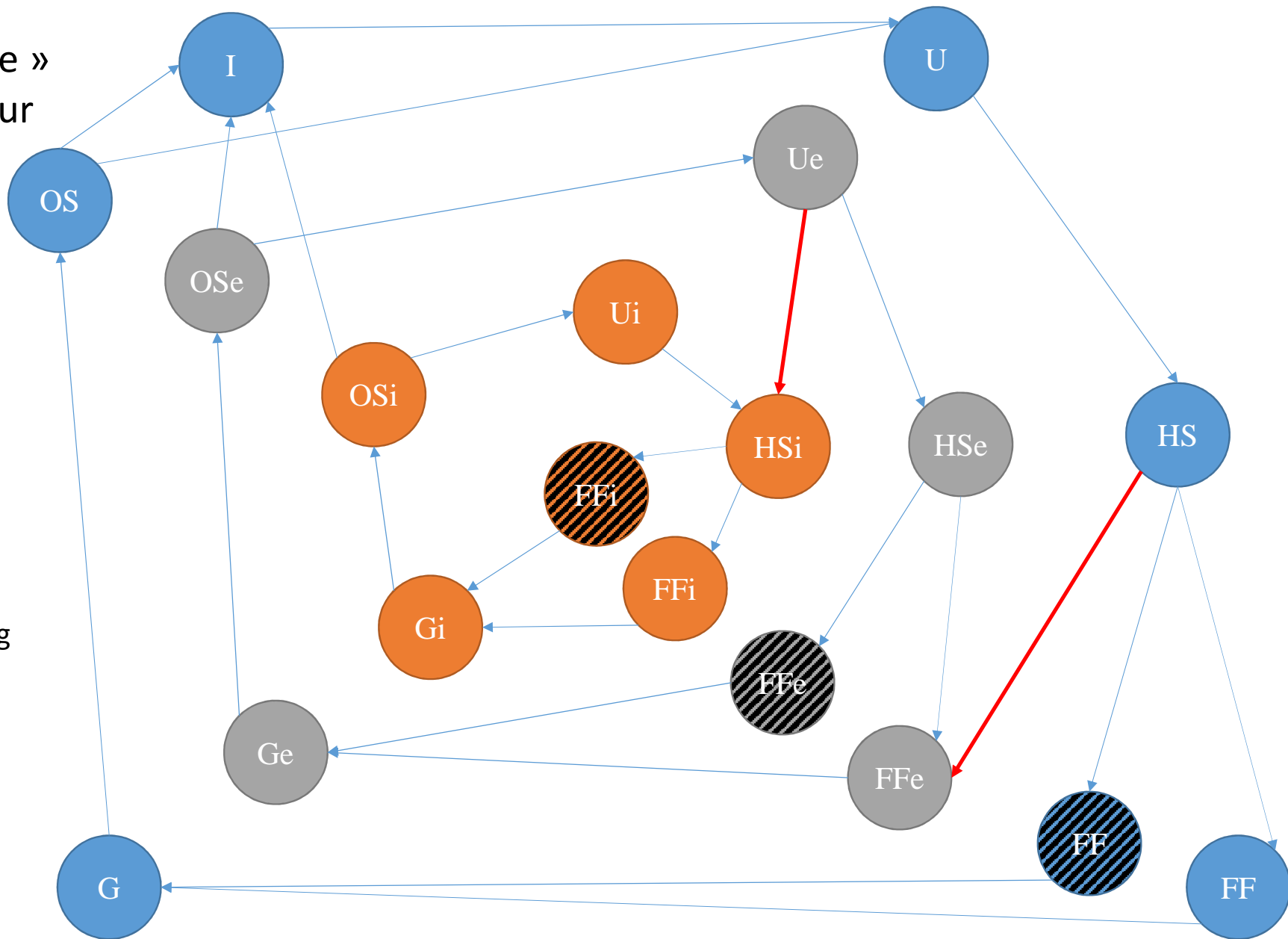
- Indice Sporozoïtique
- TIE
- nb de piqûres infectantes
- Capacité vectorielle



Cycle « (in)complexe »  
de la vie d'un vecteur  
Etats physiologiques et  
comportementaux

I: Immature  
U: Unfed  
HS: Host-seeking  
FF: Freshly fed  
G: Gravid  
OS: Oviposition-site seeking

e: exposed (grey circle)  
i: infectious (orange circle)  
FF on cattle (diagonal stripes circle)



# Indicateurs entomologiques de la transmission

---

- Indice sporozoïtique (IS)

$$= \frac{HSi}{[HS + HSe + HSi]}$$

- Taux d'inoculation entomologique (TIE)

$$= \text{nouveaux } FFi \text{ par jour / nb humains}$$

- Nb moyen de piqûres infectieuses / vie de vecteur = Capacité vectorielle individuelle

$$= \text{nb de passage en } FFi$$

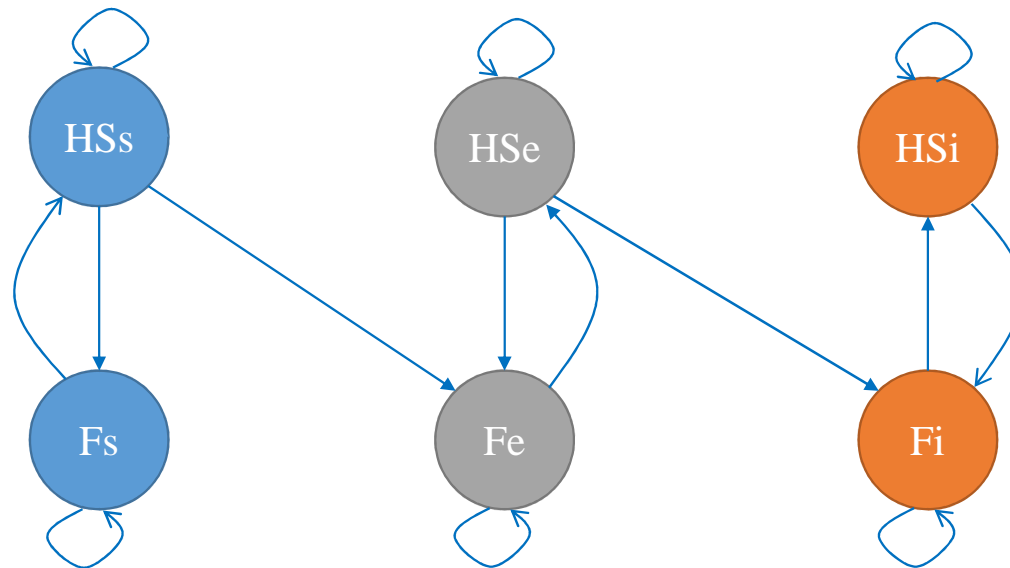
- Capacité vectorielle (CV)

$$= \text{nb de passage en } FFi \times \text{taux d'émergence}$$

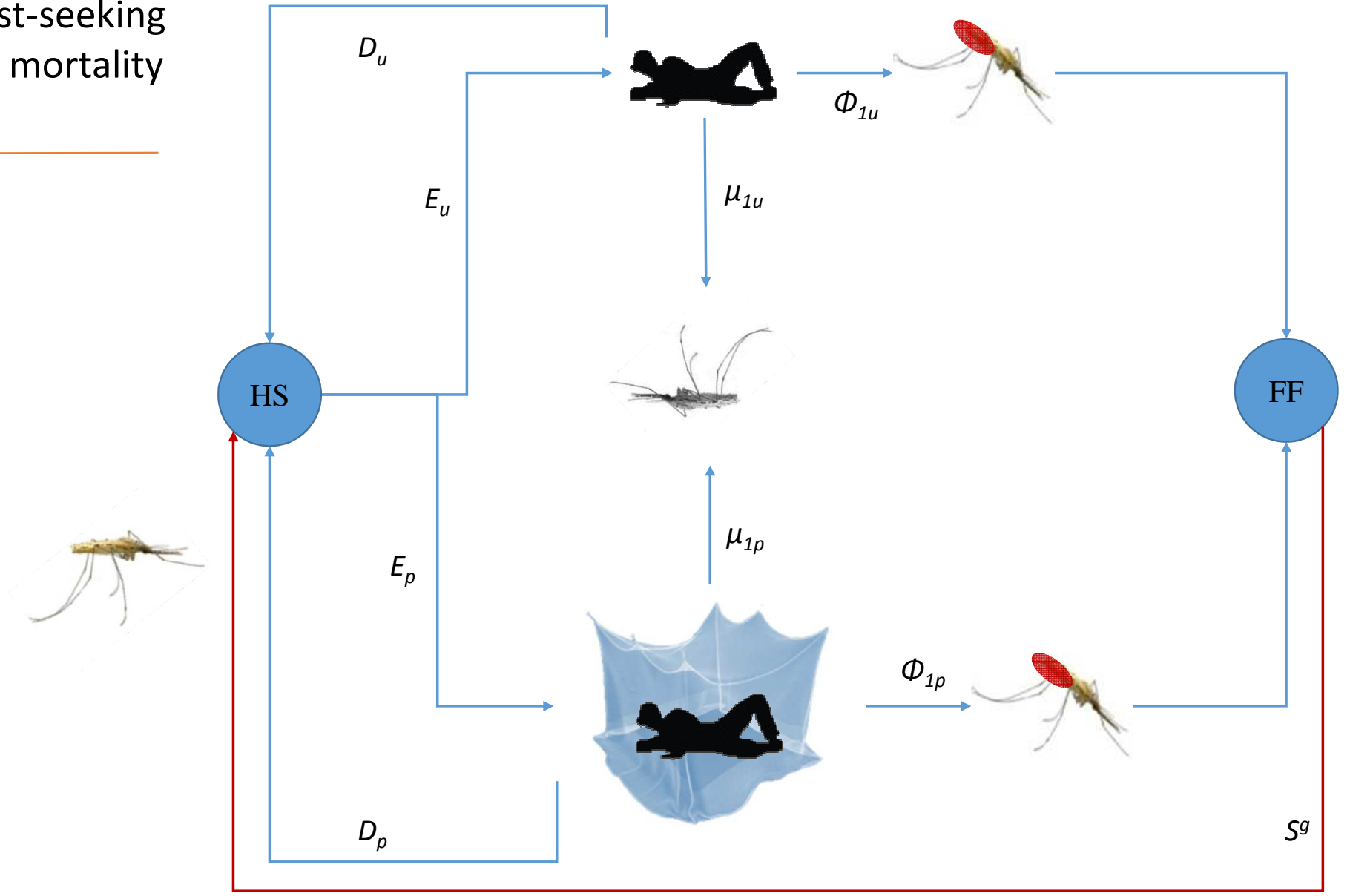
# Exemple : un modèle pour étudier l'effet des résistances des vecteurs face aux MILDA

---

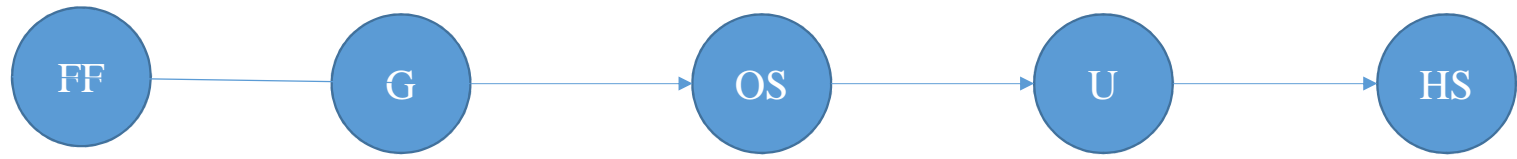
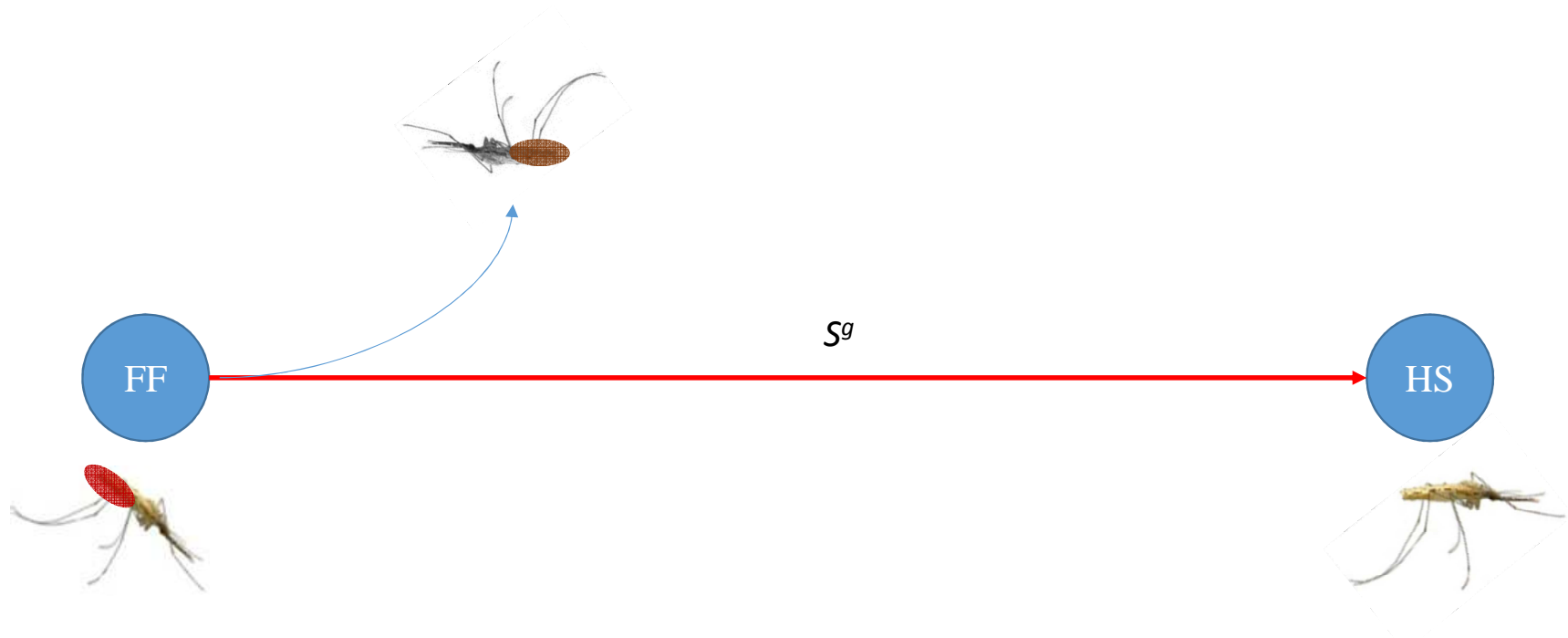
Est-ce que la résistance physiologique affecte l'efficacité des MILDAs ?  
Est-ce qu'une MILDA répulsive (à distance) est plus efficace ?



# Individual host-seeking behavior and mortality sub-model







Modèle : représentation **simplifiée et imparfaite** d'un système complexe

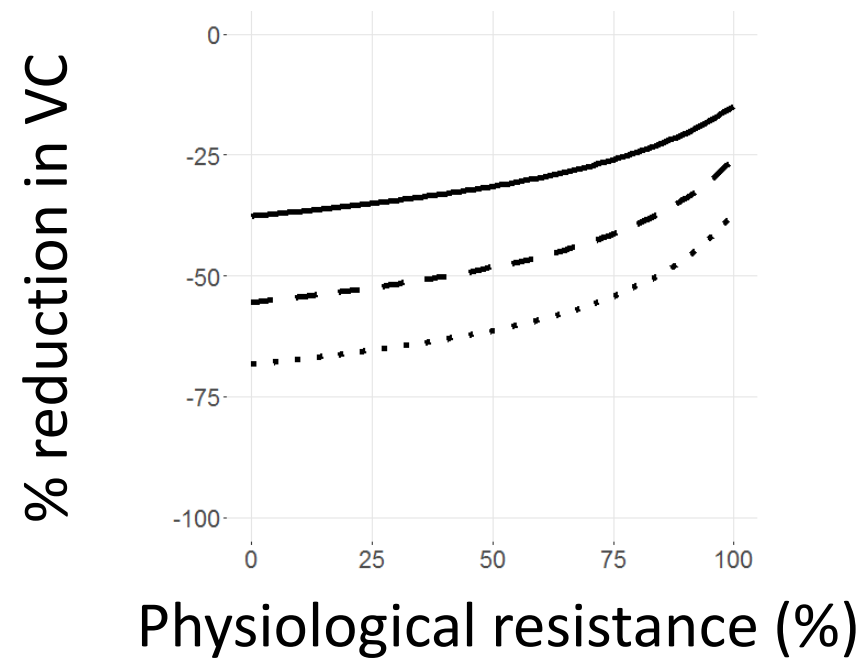
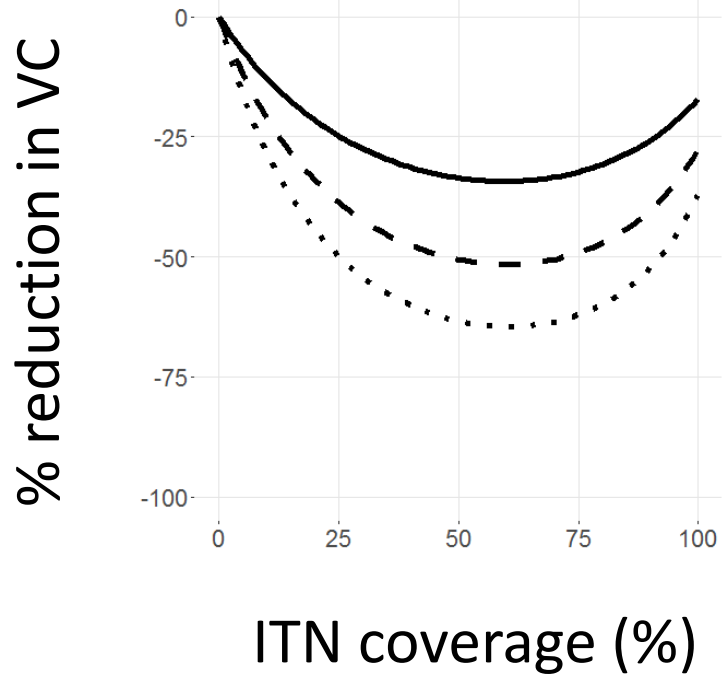
Résultats

Refs : repulsive ITN ( $p_{ITN} = 0.36$ )

— Inert ITN ( $p_{ITN} = 0.5$ )

- - - Attractive ITN ( $p_{ITN} = 0.6$ )

..... Attractive ITN ( $p_{ITN} = 0.7$ )

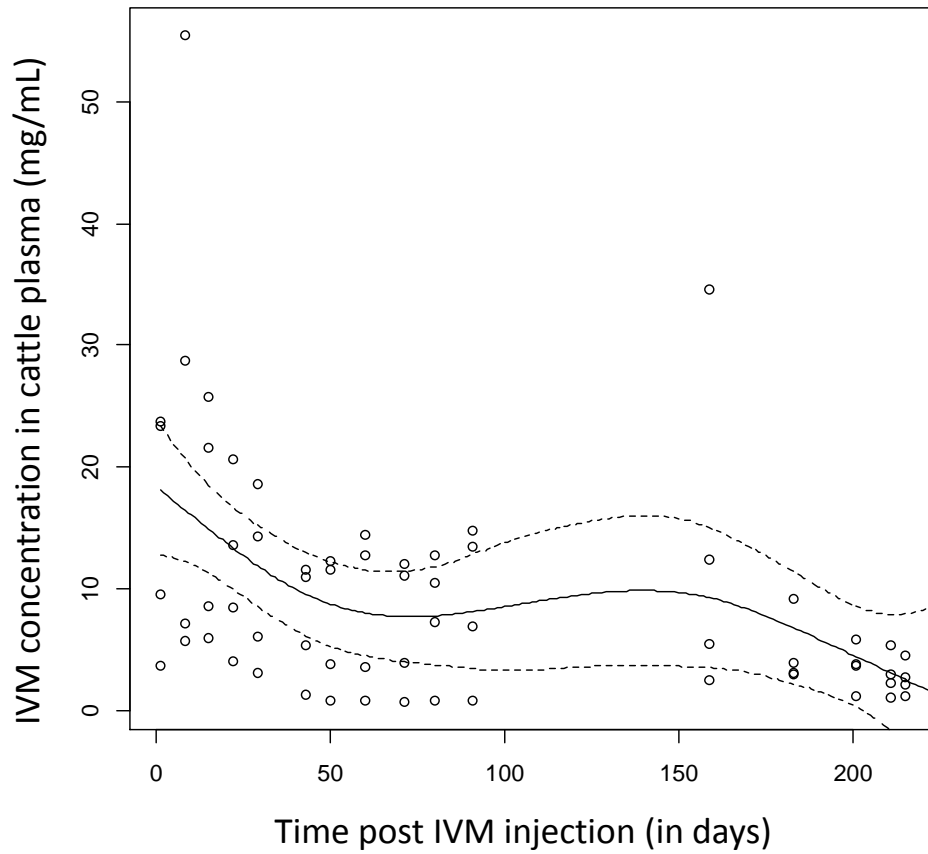


## Exemple : Cibler les vecteur zoophiles

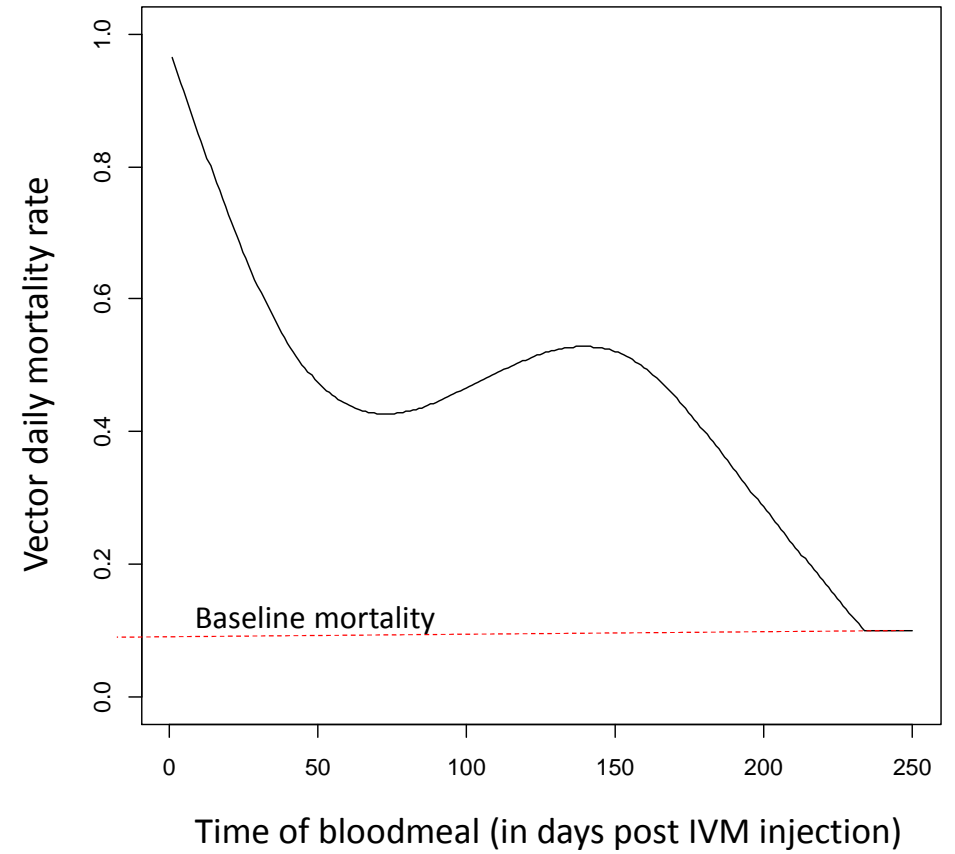
- Effet sur la transmission du paludisme d'une formulation longue durée d'Ivermectine administrée aux Bovins dans différents environnements.
- Scénarii :
  - Différents niveaux d'anthropophilie de la pop. de vecteur (0.2 ; 0.5 ; 0.8)
  - Différents ratio pop. bovins / pop. humaine (0.5 ; 1 ; 2)
  - Différents niveaux de couverture avec les MILDA (0 ; 50% ; 100%)

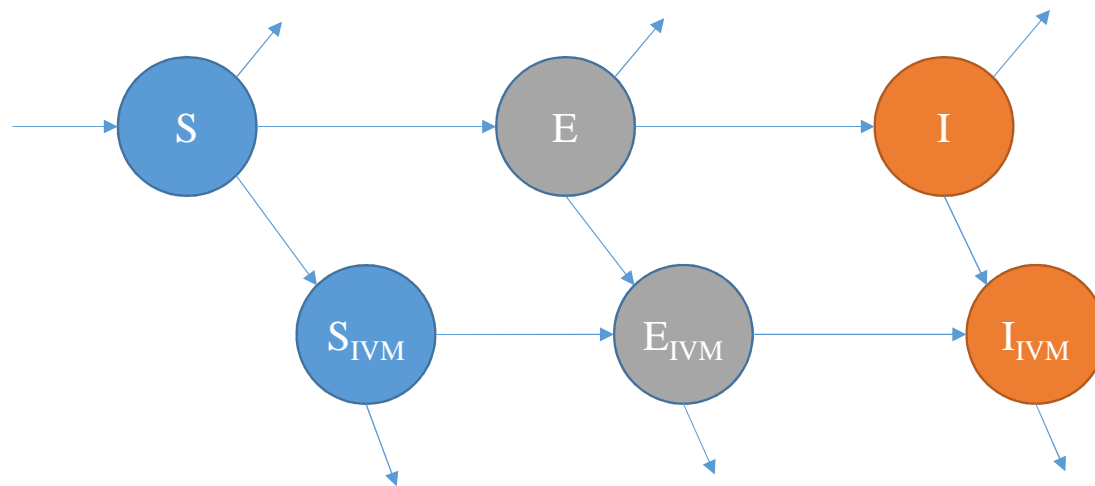
# Paramétrer

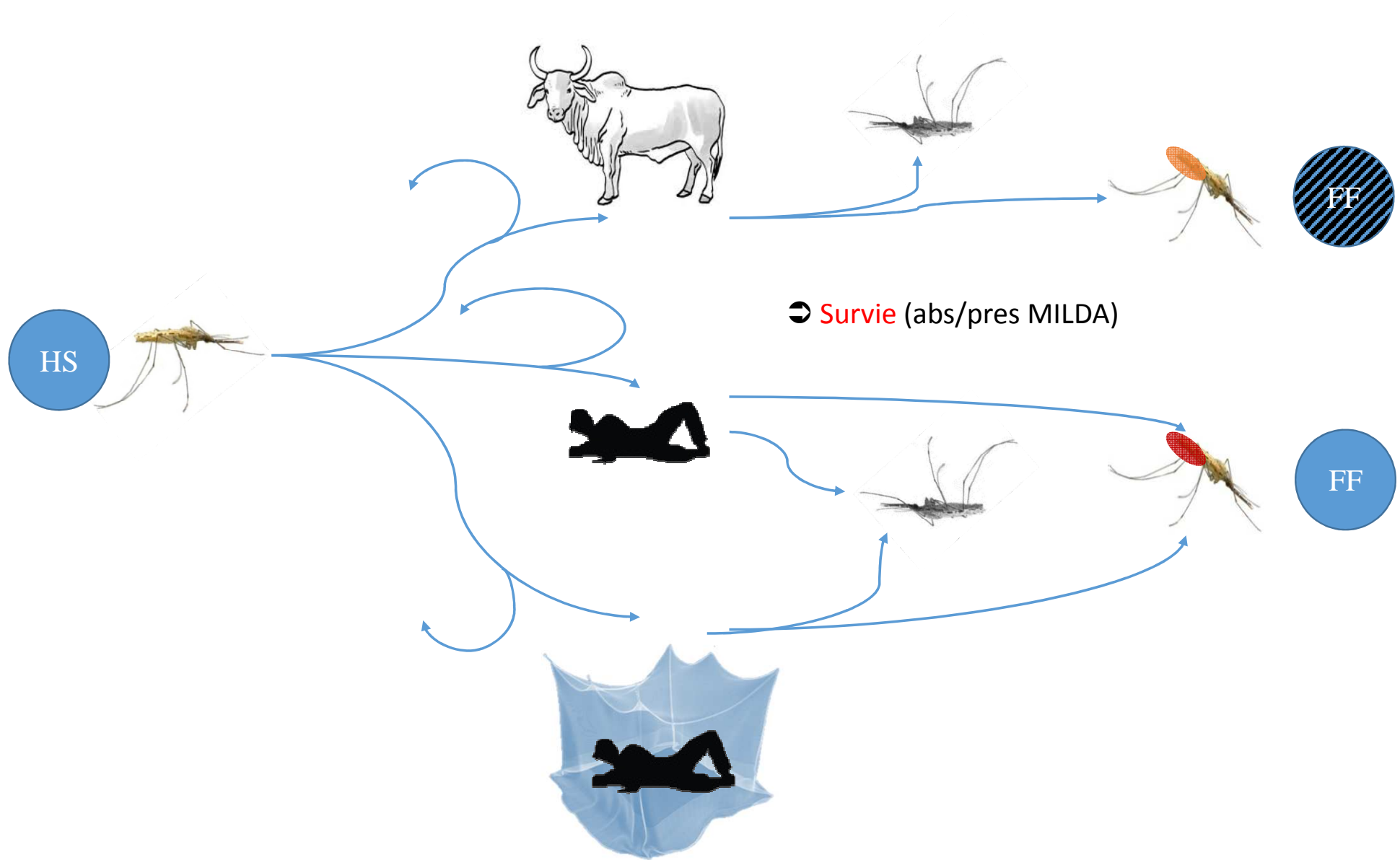
Dynamique de la concentration de l'IVM dans le sang des bovins

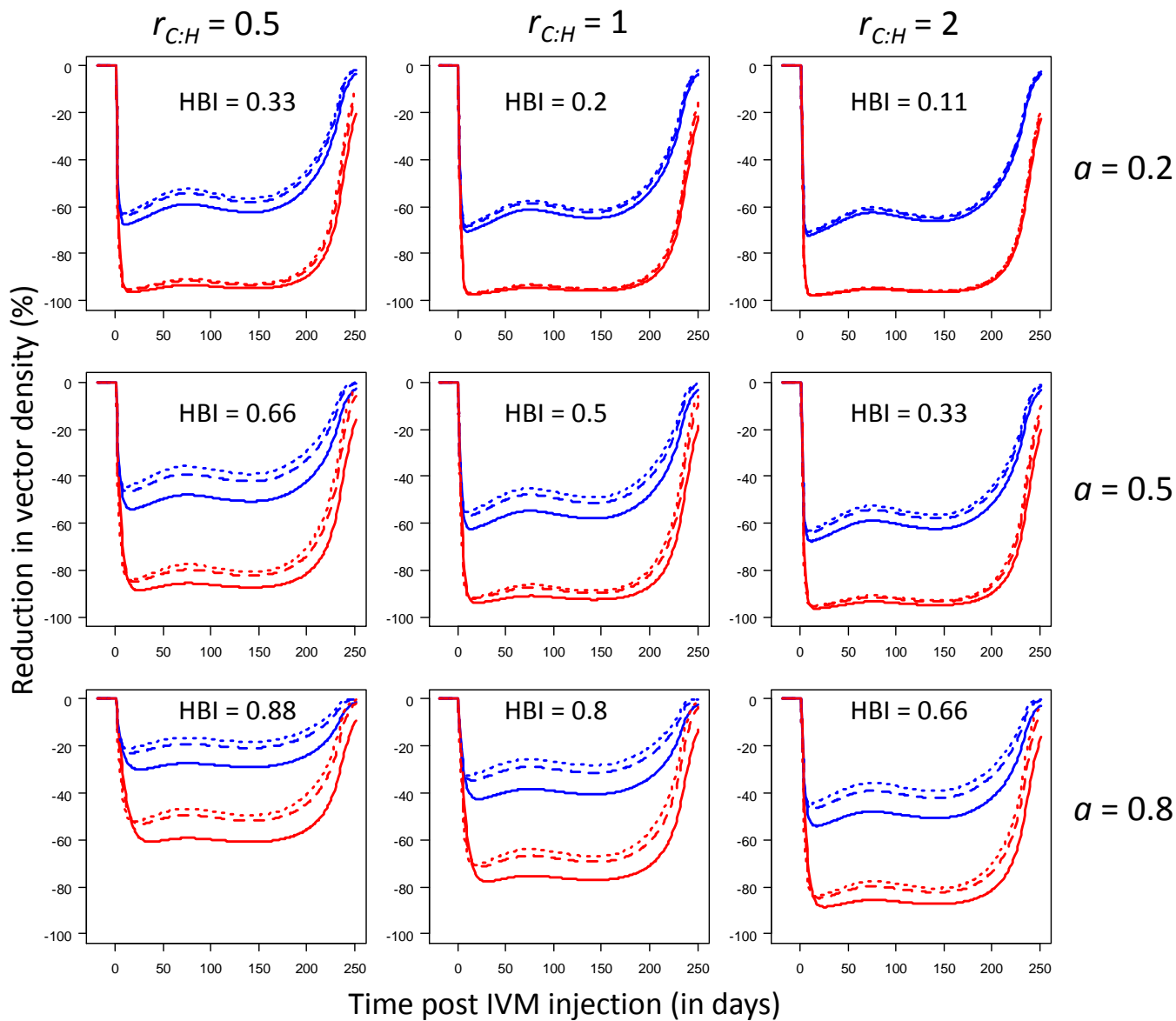


Dynamique de la mortalité des anophèles nourri sur les bovins









All vectors

— 0 % LLIN coverage  
 - - - 50 %  
 - . - . 100 %

Infectious vectors

— 0 % LLIN coverage  
 - - - 50 %  
 - . - . 100 %

**Modèle : représentation  
 simplifiée et imparfaite  
 d'un système complexe**