HAL open science

# Identification de stratégies de gestion optimales d'une épidémie dans un paysage par la modélisation et l'expérimentation

Loup Rimbaud

▶ **To cite this version:**

Loup Rimbaud. Identification de stratégies de gestion optimales d'une épidémie dans un paysage par la modélisation et l'expérimentation. Doctoriales de l'Ecole polytechnique, Sep 2014, Dammarie-les-Lys, France. 2014. hal-02793054

**HAL Id: hal-02793054**

**https://hal.inrae.fr/hal-02793054v1**

Submitted on 15 Feb 2022

**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.

# Identification de stratégies de gestion optimales d'une épidémie dans un paysage par la modélisation et l'expérimentation

**Loup Rimbaud**

Montpellier SupAgro, UMR BGPI (Biologie et Génétique des Interactions Plante-Parasite)
Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France

loup.rimbaud@supagro.inra.fr


Les épidémies sont souvent gérées par des stratégies basées sur des opinions d'experts, plutôt que sur une démonstration formelle de leur efficacité. Cependant, il est souvent complexe de prendre en compte les processus biologiques et les interventions humaines qui s'y ajoutent pour expérimenter de nouvelles méthodes. Il est ainsi difficile d'optimiser ces stratégies.

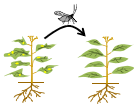
La modélisation conjointe du processus épidémique et de diverses stratégies de gestion constitue un outil innovant pour contourner les contraintes liées à l'expérimentation. Les paramètres clés d'un tel modèle peuvent être identifiés par une analyse de sensibilité, et estimés, pour certains d'entre eux, grâce à l'expérimentation biologique. Ces paramètres constituent alors des leviers d'action à partir desquels peuvent être proposées des stratégies de gestion alternatives, dont les variantes optimales peuvent ensuite être identifiées par une seconde analyse de sensibilité.

Dans le cadre de ma thèse, cette démarche, transposable à de nombreuses maladies épidémiques, est appliquée à la gestion de la sharka. L'impact économique mondial de cette maladie des *Prunus* (plus particulièrement des abricotiers, pêchers et pruniers) a été estimé à plus de 10 milliards d'Euros entre 1975 et 2005. L'agent pathogène de la sharka, le *Plum pox virus* (PPV, un *Potyvirus* transmis par pucerons), est classé « organisme de quarantaine » en Union Européenne, statut qui contraint considérablement les expérimentations (notamment en milieu naturel). Des travaux expérimentaux ont d'ores et déjà été entrepris pour évaluer le différentiel entre les périodes d'incubation et de latence, ainsi que la détectabilité de l'infection par le PPV, paramètres essentiels de la propagation d'une épidémie.

Outre le gain cognitif apporté par ces expériences, le modèle de propagation de la sharka devrait permettre d'identifier des stratégies de lutte optimales à l'échelle du bassin de production. Celles-ci pourront alors être diffusées au sein des organisations en charge de la gestion de la maladie.

## Expérimentation

### Outils communs optimisés par l'équipe

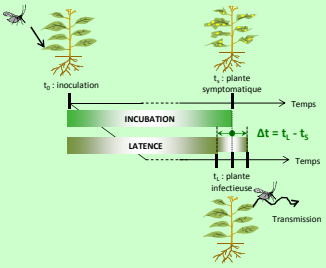


Transmission du PPV par puceron (*Myzus persicae*)

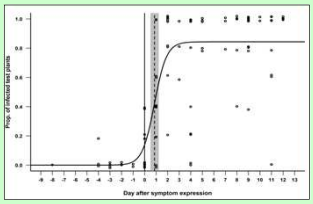
Diagnostic sanitaire par ELISA & PCR

EXPERIENCES

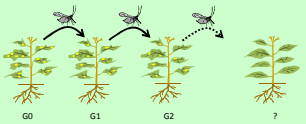
### Estimation du différentiel entre les périodes d'incubation et de latence




Décalage $\Delta t$ = 0,85 j ($IC_{95\%}$ : 0,51 ; 1,22) entre les fins des périodes d'incubation et de latence chez des jeunes pêchers GF305 infectés par le PPV

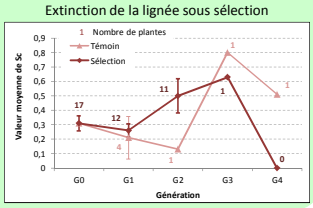



### Mise en évidence de l'évolution possible vers des variants viraux asymptomatiques




Passages en séries du PPV à partir des jeunes pêchers GF 305 les moins symptomatiques, identifiés grâce à un critère de sélection Sc

Extinction de la lignée sous sélection

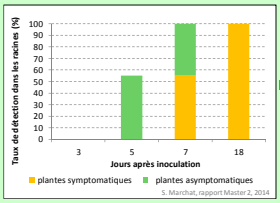



ENCADREMENT

### Stage Master 2 : Mise au point d'un diagnostic précoce durant la période d'incubation

| Lieu | Laboratoire | Verger |
|---|---|---|
| Conditions | Contrôlées | Naturelles |
| Matériel | Jeune GF 305 | Pêcher de plusieurs années |
| Inoculation | Par puceron | ? |

PPV détecté dans respectivement 55% et 100% des échantillons de racines de jeunes pêcher GF 305 asymptomatiques 5 et 7 jours après l'inoculation, et dans 100% des échantillons de plantes symptomatiques




## Modélisation

### Simulation de l'épidémie et d'une stratégie de gestion dans un paysage réaliste

Modèle stochastique spatio-temporel
Grain : verger
Pas de temps : 1 semaine

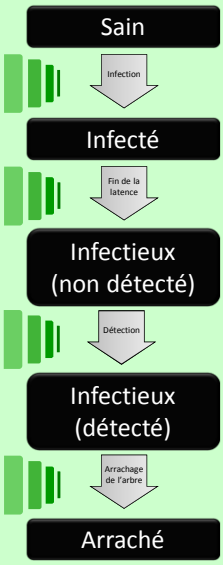
**PARAMETRES** — **TRANSITIONS D'ETATS**

Introduction PPV
Coef. de transmission
Fonction de dispersion

Durée de latence
Durée d'incubation

Vergers prospectés
Prob. de détection
Dates des prospections

Délai avant arrachage




Exemple de simulation dans un bassin de production du Gard

Test *in silico*

Proposition de stratégies de gestion innovantes

Identification des paramètres clés

1

**Analyse de sensibilité**

2

**Stratégies de gestion optimales**

Epi2V : Equipe Epidémiologie Végétale et Vection (UMR BGPI)
BioSP : UR Biostatistiques et Processus Spatiaux

**Remarques et questions :**