



Coexistence entre pathotypes à l'échelle d'un paysage: un ménage à trois sur deux variétés.

Julien J. Papaix, Suzanne Touzeau, Herve H. Monod, Christian C. Lannou

► To cite this version:

Julien J. Papaix, Suzanne Touzeau, Herve H. Monod, Christian C. Lannou. Coexistence entre pathotypes à l'échelle d'un paysage: un ménage à trois sur deux variétés.. ModStatSP : Modélisation et Statistique en Santé des Plantes, Oct 2011, Paris, France. 36 p. hal-01000486

HAL Id: hal-01000486

<https://hal.science/hal-01000486>

Submitted on 6 Jun 2020

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.

Coexistence entre pathotypes à l'échelle d'un paysage : un ménage à trois sur deux variétés

J. Papaïx ^(1,2), S. Touzeau ⁽¹⁾, H. Monod ⁽¹⁾, C. Lannou ⁽²⁾

(1) UR 341 MIA, F-78352 Jouy-en-Josas

(2) UMR 1290 BIOGER, F-78850 Thiverval-Grignon

réseau ModStatSP, Paris

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Plan

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Introduction

Contexte agricole: gestion des résistances variétales à l'échelle du paysage agricole

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

- ▶ Grande diversité globale des génotypes d'un pathogène par rapport au profil de spécialisation écologique.
- ▶ Lien entre composition du paysage et sensibilité observée des variétés via la composition des populations pathogènes.
- ▶ Equilibre entre fitness locale et migration

Quel génotype se développe sur quelle variété ?

Introduction

Maintien de la diversité

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

- ▶ Question cruciale en écologie des communautés.
- ▶ Débat entre **théorie des niches** (les espèces diffèrent par l'utilisation des ressources) et **modèles neutres** (les espèces sont écologiquement équivalentes).
- ▶ Plus récemment, mise en évidence du **rôle de la dispersion**.

Introduction

Problématique

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Quel rôle joue l'hétérogénéité spatiale dans l'issue de la compétition entre génotypes d'un pathogène à l'échelle d'un paysage agricole ?

Plan

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

- Un environnement (paysage d'hôtes)

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

- Un environnement (paysage d'hôtes)
- Propagation spatio-temporelle d'une population pathogène:

Infection → reproduction → dispersion

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

Simulations

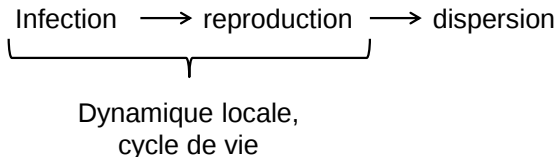
Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

- Un environnement (paysage d'hôtes)
- Propagation spatio-temporelle d'une population pathogène:



Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

Simulations

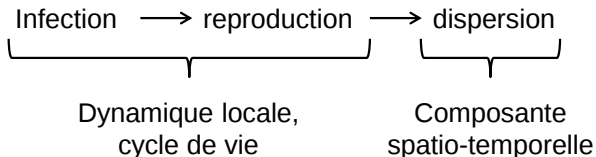
Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

- Un environnement (paysage d'hôtes)
- Propagation spatio-temporelle d'une population pathogène:



Le paysage vu comme une variable aléatoire

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

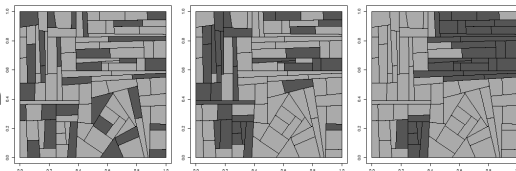
Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Un patron



**Même
parcellaire
avec une
agrégation
croissante**

Le paysage vu comme une variable aléatoire

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

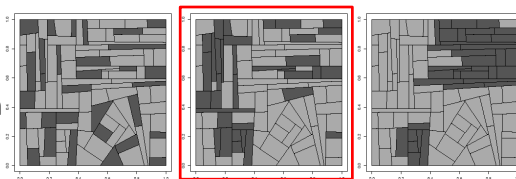
Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

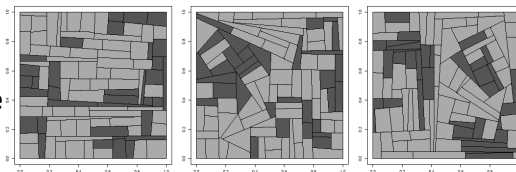
Un patron



Même
parcellaire
avec une
agrégation
croissante

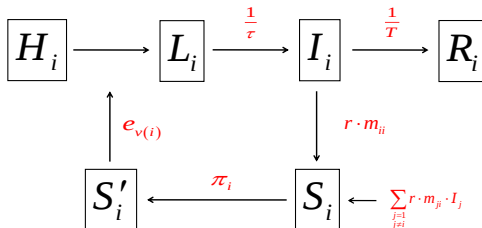
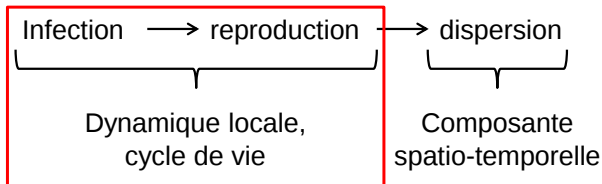
+

Variabilité



Même
agrégation
pour différents
parcellaires et
différentes
allocations des
variétés

Dynamique locale



Dispersion et calcul des flux

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

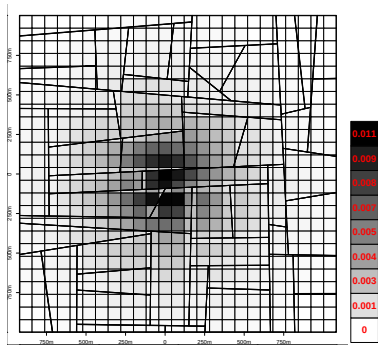
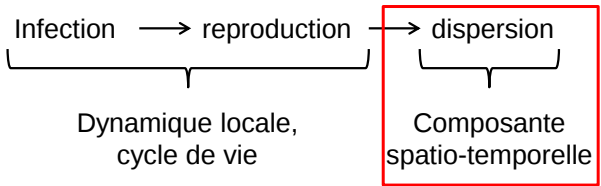
Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion



$$\mu(x, x') = \frac{2\pi}{\mu_0^2} \exp\left(\frac{2\pi}{\mu_0} \|x - x'\|\right)$$

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Plan

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Simulations 1/2

Le paysage

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

Simulations

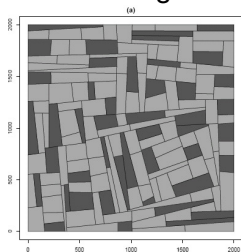
Coexistence

Répartition spatiale

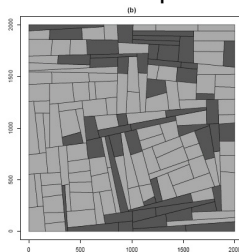
Discussion

- ▶ Deux variétés: V_1 et V_2 .
- ▶ Trois stratégies d'agrégation:

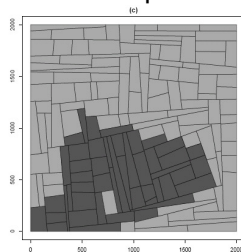
Mélange



Mosaïque



Groupe

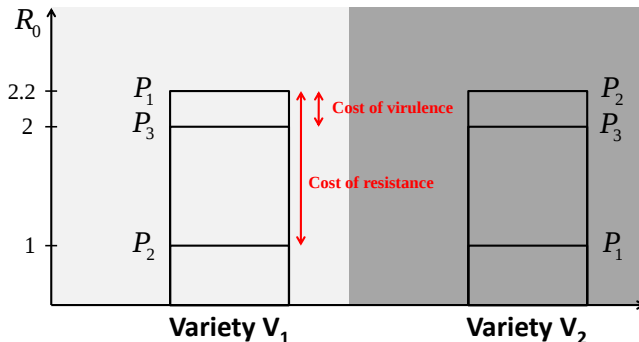


Simulations 2/2

La population pathogène

Trois géotypes:

- ▶ un spécialiste de la variété V_1 (P_1),
- ▶ un spécialiste de la variété V_2 (P_2),
- ▶ un généraliste (P_3).



Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie
?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

Simulations

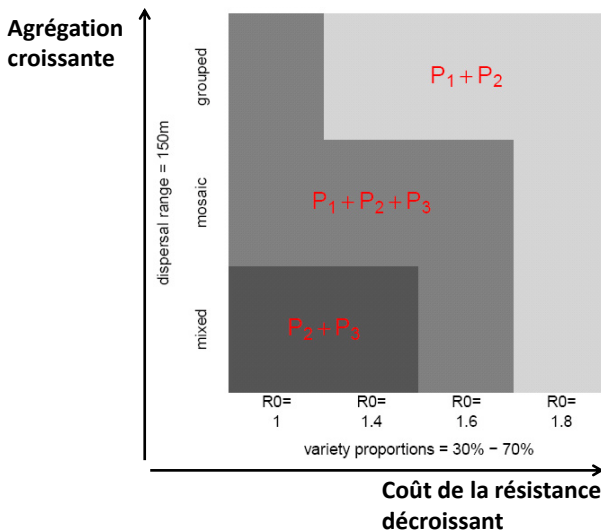
Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

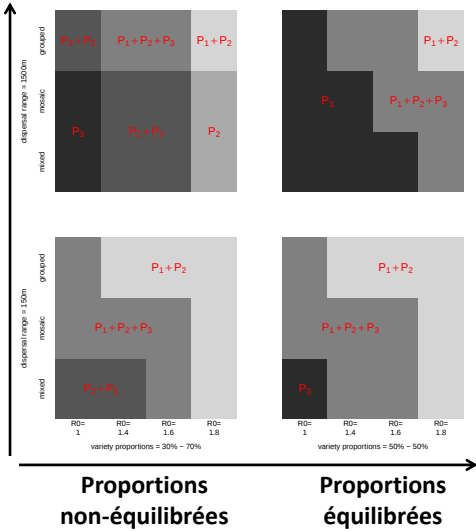
Coexistence des trois génotypes

Coexistence des trois génotypes



Coexistence des trois génotypes

**Augmentation
de la distance
de dispersion
moyenne**



Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie
?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

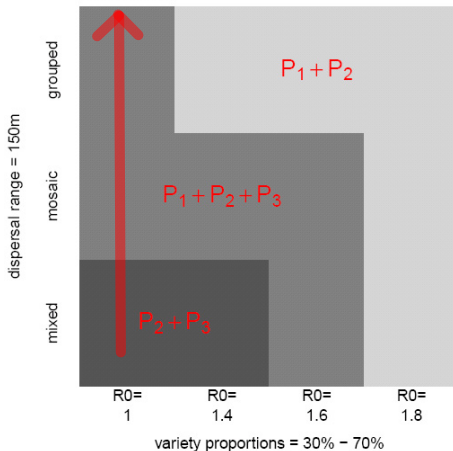
Répartition spatiale

Discussion

Répartition spatiale des génotypes

Répartition spatiale des génotypes

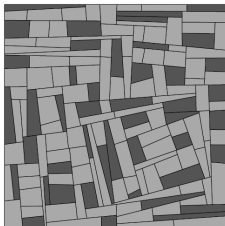
Exemple de simulation



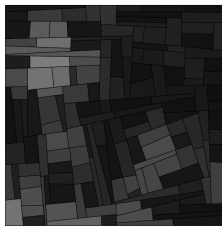
Répartition spatiale des génotypes

Stratégie en mélange

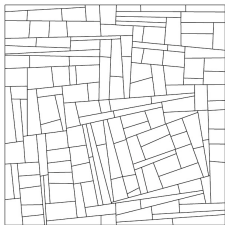
Paysage



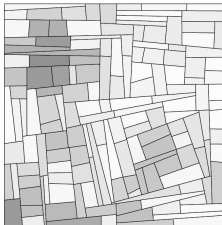
Généraliste



Spécialiste de V_1



Spécialiste de V_2



Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

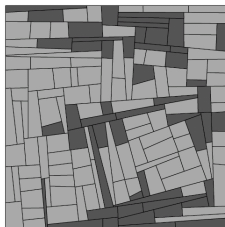
Répartition spatiale

Discussion

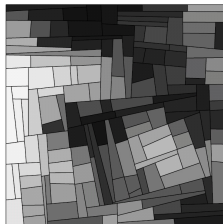
Répartition spatiale des génotypes

Stratégie en mosaïque

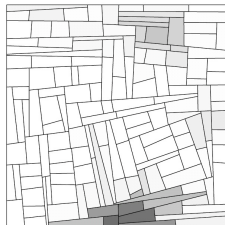
Paysage



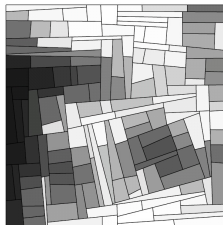
Généraliste



Spécialiste de V_1



Spécialiste de V_2



Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

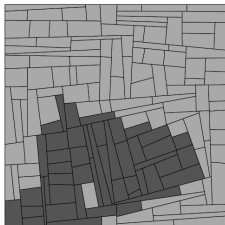
Répartition spatiale

Discussion

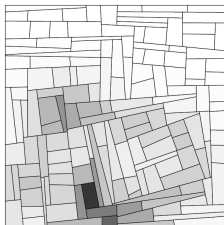
Répartition spatiale des génotypes

Stratégie en groupes

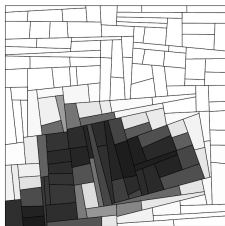
Paysage



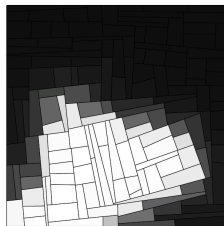
Généraliste



Spécialiste de V_1



Spécialiste de V_2



Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

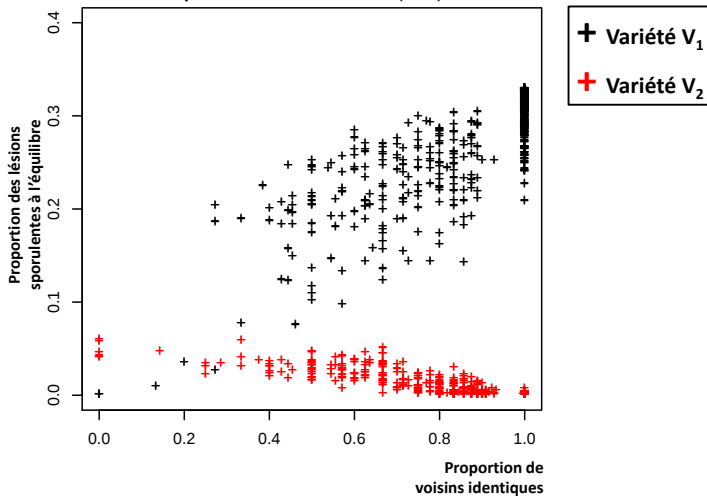
Répartition spatiale

Discussion

Répartition spatiale des génotypes

Effet du voisinage

Spécialiste de V_1 (P_1)



Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

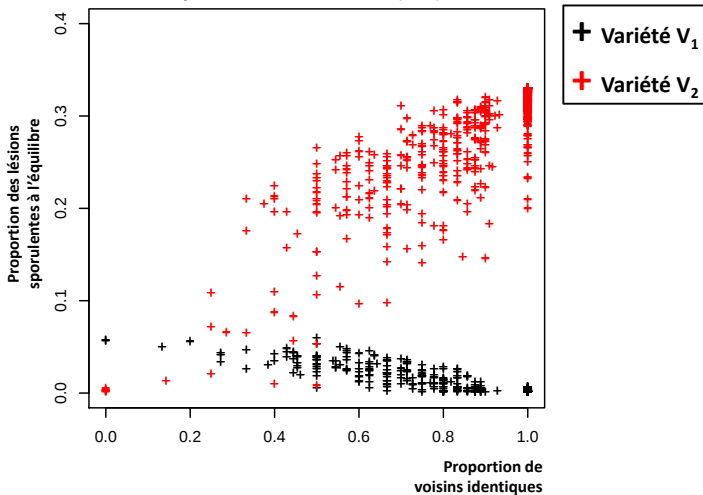
Répartition spatiale

Discussion

Répartition spatiale des génotypes

Effet du voisinage

Spécialiste de V_2 (P_2)



Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

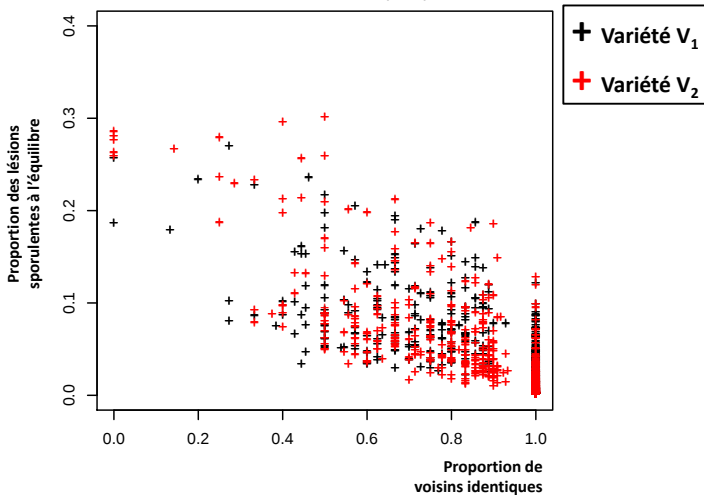
Répartition spatiale

Discussion

Répartition spatiale des génotypes

Effet du voisinage

Généraliste (P_3)



Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Répartition spatiale des génotypes

Effet de la dispersion

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

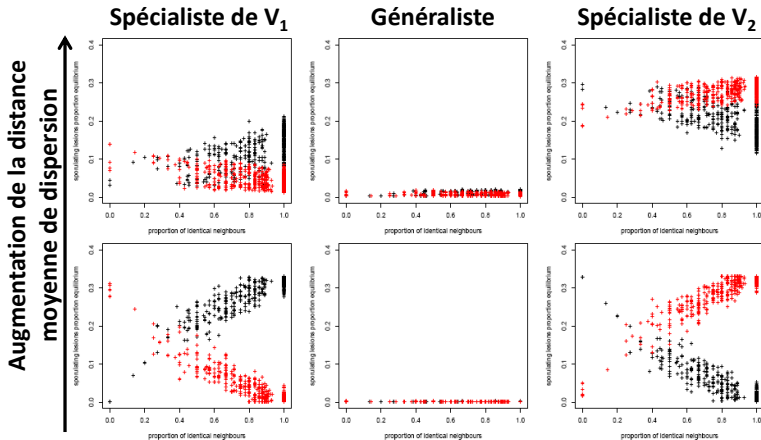
Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion



Plan

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Discussion

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

► Conclusion :

- Les trois génotypes peuvent coexister dans de nombreux cas.
- La composition de la population pathogène étant hébergée par une variété dépend de la composition et de la structure spatiale du paysage mais aussi de la capacité du pathogène à se disperser.

► Perspectives :

- Stabilité à la mutation (dynamique adaptative) et au système de reproduction ?
- Rôle des bordures dans les agro-écosystèmes ?

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie
?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

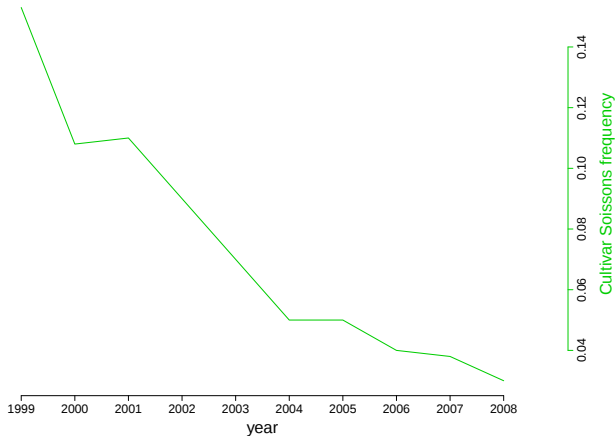
Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Le cas de la variété Soissons



Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

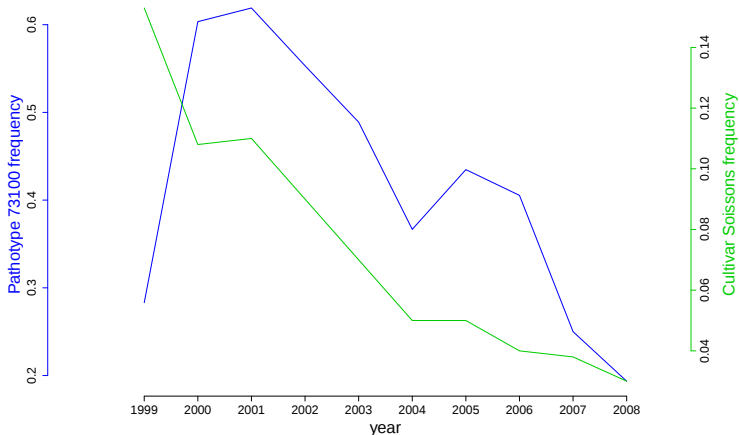
Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Le cas de la variété Soissons



Le cas de la variété Soissons

Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie ?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

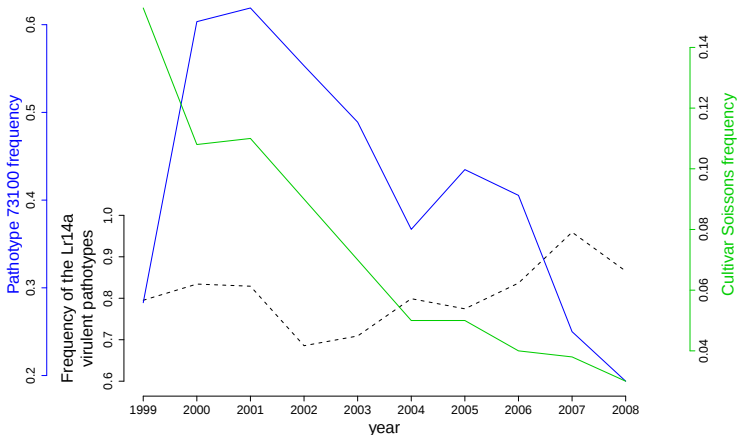
Résultats

Simulations

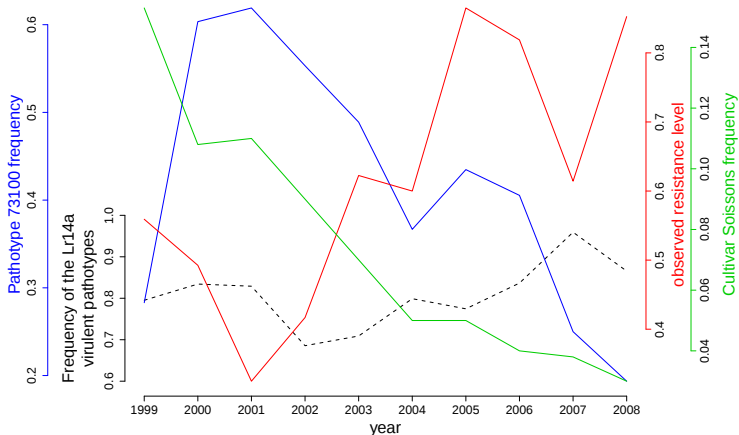
Coexistence

Répartition spatiale

Discussion



Le cas de la variété Soissons



Introduction

Modélisation

Qu'est-ce qu'une épidémie
?

Le paysage

Dynamique locale et
dispersion

Résultats

Simulations

Coexistence

Répartition spatiale

Discussion

Merci pour votre attention !