

Remise de la Médaille d'Argent Dufrenoy de l'Académie
Aperçu de la thèse présenté par
Candy Abboud

Inférer et prédire les dynamiques d'espèces invasives
« Focus sur *Xylella fastidiosa* »

Soutenue le 11/12/2019

Pr. Anne Gégout-Petit
Dr. Sophie Donnet
Pr. Florence Hubert (Présidente)
Dr. Jimmy Garnier
Dr. Samuel Soubeyrand (directeur)
Pr. Éric Parent (directeur)



Analysée par
Dr-ingénieur Philippe Stoop

- ① Cadre de Travail
- ② Questions de recherche
- ③ Méthodologie
- ④ Résultats principaux
- ⑤ Contributions
- ⑥ Positionnement actuel

- 1 Cadre de Travail
- 2 Questions de recherche
- 3 Méthodologie
- 4 Résultats principaux
- 5 Contributions
- 6 Positionnement actuel

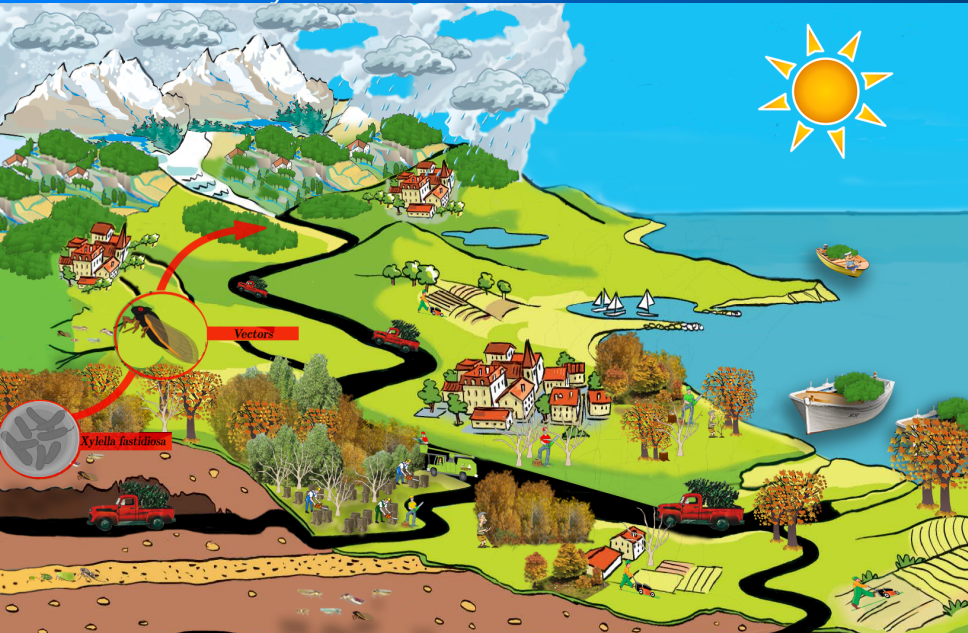
Invasions biologiques

Etapes d'un processus d'invasion biologique:

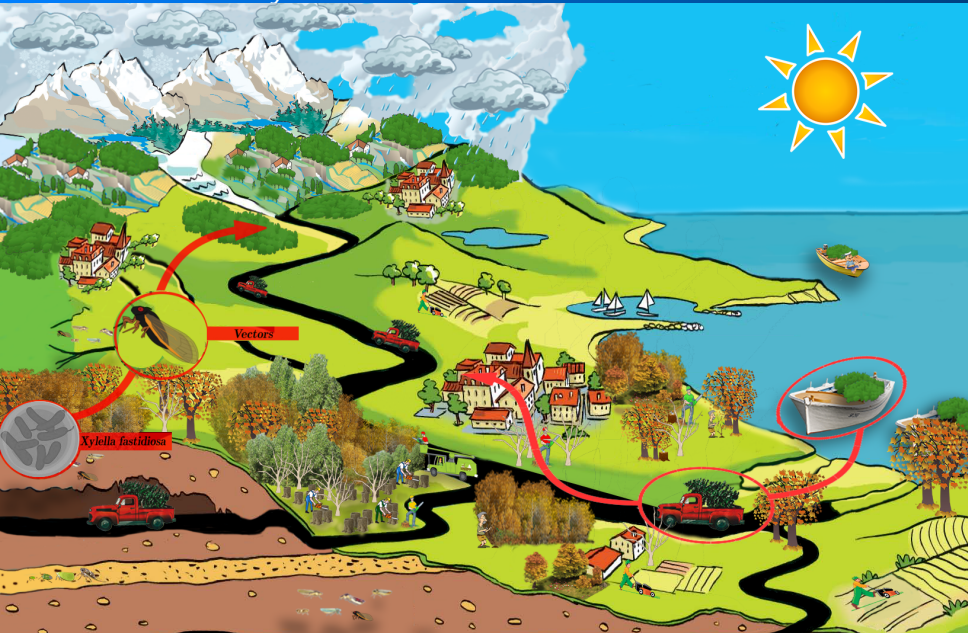
- ① Arrivée
- ② Installation
- ③ Propagation

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \frac{\partial u}{\partial t} = \overbrace{\Delta(D_{i\bar{T}}(\mathbf{x})u)}^{\text{Terme de Diffusion}} + \overbrace{f_{i\bar{T}}(u)}^{\text{Terme de Reproduction}}, \quad \text{dans } \Omega, \\
 \nabla(D_{i\bar{T}}(\mathbf{x})u(t, \mathbf{x})) \cdot \mathbf{n}(\mathbf{x}) = 0, \quad \text{sur } \partial\Omega, \\
 \underbrace{u(\tau_0, \mathbf{x}) = u_0(\mathbf{x})}_{\text{Condition Initiale}}, \quad \text{dans } \Omega.
 \end{array} \right.$$

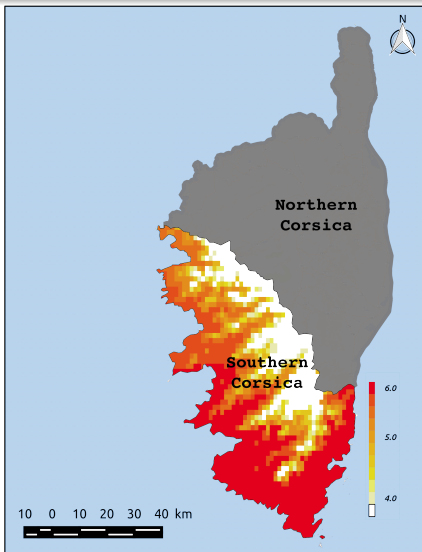
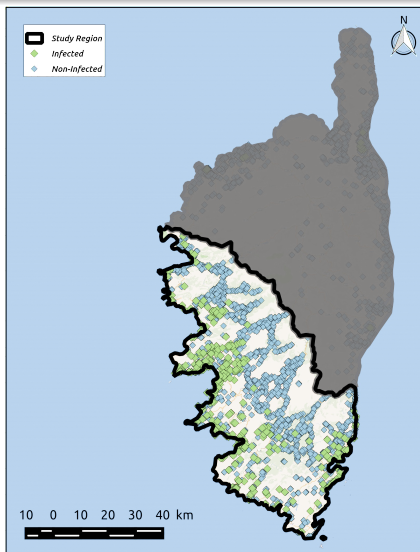
Cas d'étude: *Xylella fastidiosa*



Cas d'étude: *Xylella fastidiosa*



Données de surveillance: situation en Corse-du-Sud



- ~ 9000 plantes échantillonnées depuis 2015 dont 900 diagnostiquées comme infectées (PCR en temps réel);
- Pour ces ~ 9000 plantes, on dispose des coordonnées géographique et des dates d'échantillonnage;
- On considère aussi T , la moyenne du minimum journalier des températures sur Janvier et Février entre 1995 et 2003;

Plan

- 1 Cadre de Travail
- 2 Questions de recherche
- 3 Méthodologie
- 4 Résultats principaux
- 5 Contributions
- 6 Positionnement actuel

Questions de recherche

**Comment inférer
la condition
initiale d'une
EDP modélisant
une dynamique
invasives?**

**Comment
étendre ce
cadre quand
différents
modèles sont en
compétition?**

**Comment traiter
dans ce cadre
les introductions
multiples de
l'espèce
invasive?**

Questions Méthodologiques

Questions Epidémiologiques

**Où & quand ont
été introduites
les souches de
Xf en Corse?**

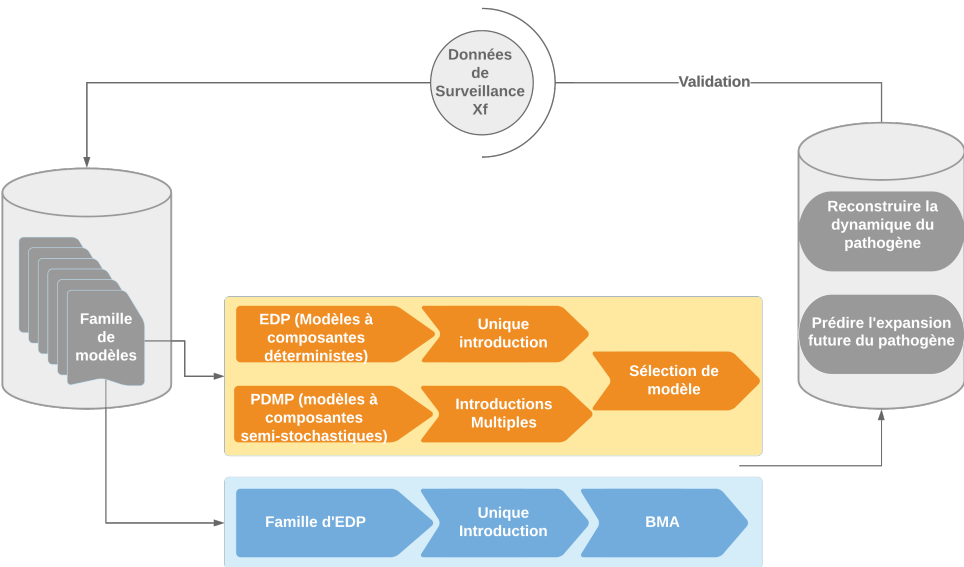
**Quelle est la
vitesse de
propagation de
la bactérie ?**

**Quel est
l'impact des
températures
hivernales sur sa
dynamique?**

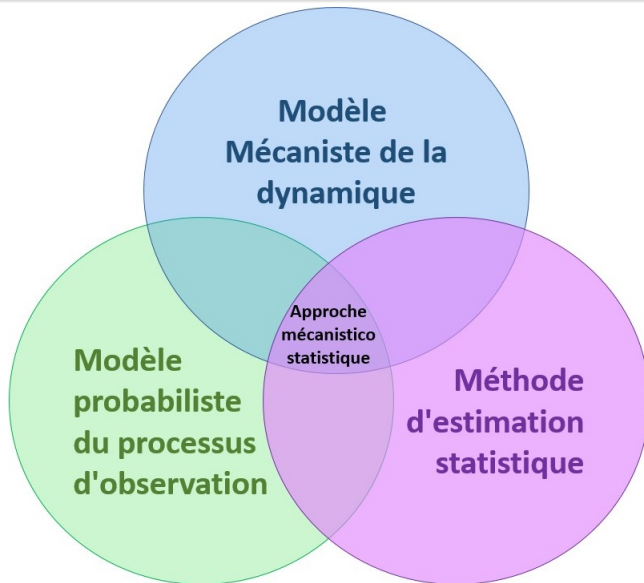
**Comment va
évoluer dans le
futur sa
distribution
spatiale ?**

- 1 Cadre de Travail
- 2 Questions de recherche
- 3 Méthodologie**
- 4 Résultats principaux
- 5 Contributions
- 6 Positionnement actuel

Lignes de recherche et leurs composantes respectives

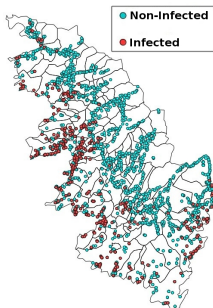


Approche mécanistico-statistique



Modèle et simulation numérique

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = \Delta(D_{i\bar{T}}(\mathbf{x})u) + f_{i\bar{T}}(u), & \text{dans } \Omega, \\ \nabla(D_{i\bar{T}}(\mathbf{x})u(t, \mathbf{x})).n(\mathbf{x}) = 0, & \text{sur } \partial\Omega, \\ u(\tau_0, \mathbf{x}) = u_0(\mathbf{x}), & \text{dans } \Omega. \end{cases}$$



Sites d'échantillonnage

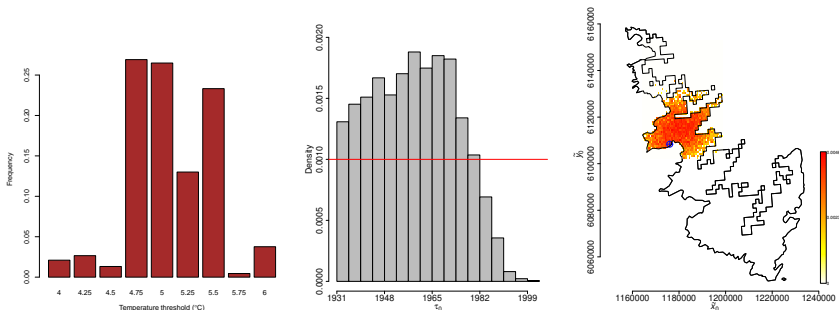
Simulation Numérique

Plan

- 1 Cadre de Travail
- 2 Questions de recherche
- 3 Méthodologie
- 4 Résultats principaux**
- 5 Contributions
- 6 Positionnement actuel

Résultats principaux

Distribution *a posteriori* de \tilde{T} Distribution *a posteriori* de τ_0 Distribution *a posteriori* de \tilde{x}_0



- Le prior de τ_0 est uniforme sur [1931, 2005] (ligne rouge).
- Le prior de \tilde{x}_0 est uniforme sur l'espace délimité par le contour.
- La valeur inférée de \tilde{x}_0 ayant la plus haute probabilité est indiquée avec une croix bleue.

Résultats principaux

$$D = \frac{\overbrace{(\text{longueur d'un déplacement en ligne droite par unité de temps})^2}^{\lambda}}{4 \times \text{durée d'une unité de temps}} \quad .^1$$

	Médiane	Moyenne	Ecart-type
λ (mètres par mois)	155	155	27

¹Turchin 1998, Roques 2016.

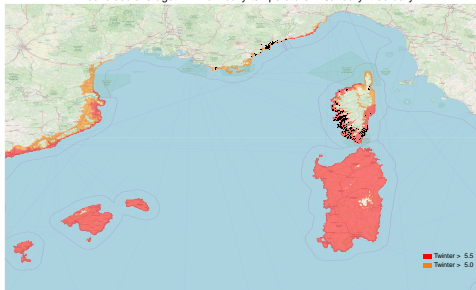
Plan

- 1 Cadre de Travail
- 2 Questions de recherche
- 3 Méthodologie
- 4 Résultats principaux
- 5 Contributions**
- 6 Positionnement actuel

Contributions

- ❖ Utiliser les inférences pour informer les experts, les décideurs et d'autres intervenants
- ❖ Extrapoler le risque au-delà de la Corse-du-Sud

Thresholded average minimum daily temperature in January–February



- ❖ Elaborer des stratégies d'épidémiologie-surveillance en considérant des cartes de risque dynamiques
- ❖ Révéler le comportement global d'un nouveau pathogène récemment introduit dans un nouvel environnement

Plan

- 1 Cadre de Travail
- 2 Questions de recherche
- 3 Méthodologie
- 4 Résultats principaux
- 5 Contributions
- 6 Positionnement actuel**

SCHOOL OF MATHEMATICS & STATISTICS



DR CANDY ABOUD

- **Research Assistant** (Mathematics)

telephone: 01413304751

email: Candy.Abboud@glasgow.ac.uk

- ❖ Explorer le paradigme des variations antigéniques du trypanosome (maladie africaine) grâce à des systèmes naturels.
- ❖ Volontariat auprès du Scottish COVID-19 Response Consortium (SCRC).