

d'EPIRICE à EPIWHEAT
applications d'un modèle
épidémiologique générique à
l'analyse du risque

Serge Savary
UMR AGIR Toulouse

pourquoi modéliser des épidémies potentielles?

- **ce que nous voudrions savoir:**

1. les niveaux potentiels d'épidémie en l'absence de **tout** contrôle;
2. les zones qui potentiellement pourraient être touchées: cartographier les risques d'épidémie potentiels;
3. les effets potentiels des changements globaux (dont climatique), et donc
4. les conséquences potentielles de changements des pratiques agricoles sur la santé du végétal.

- **pourquoi?**

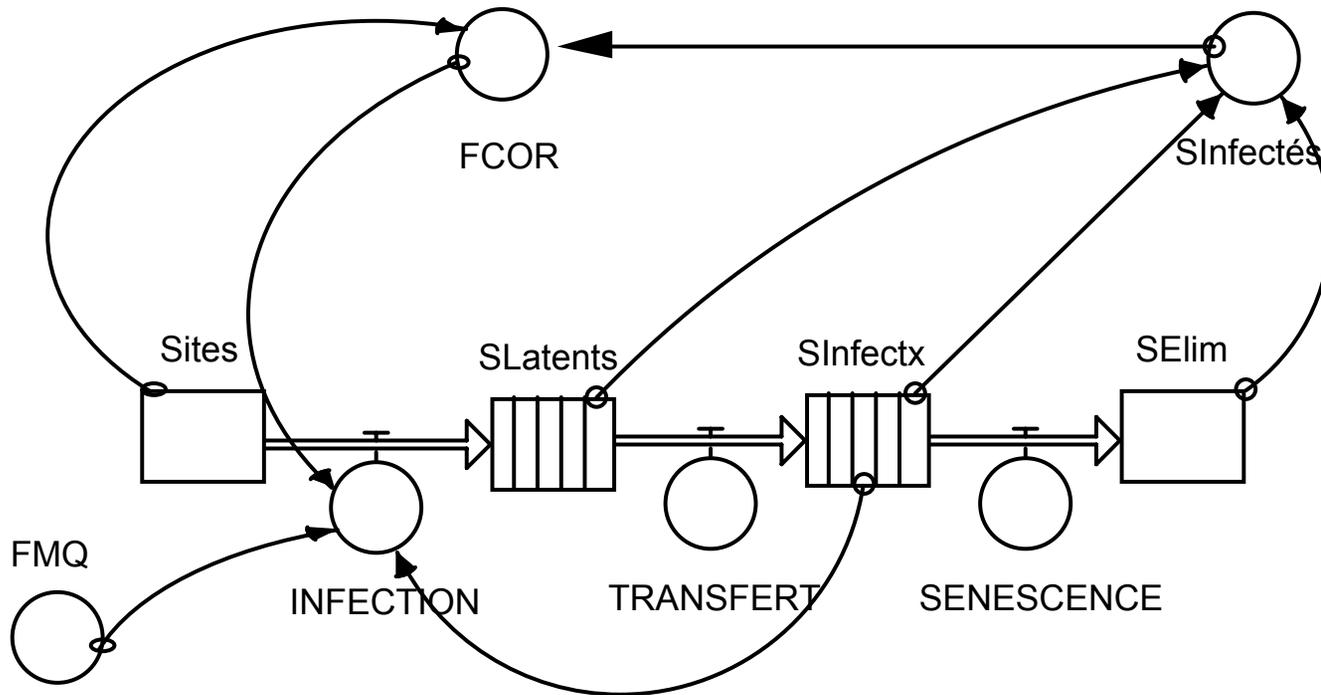
5. l'élaboration de nouveaux outils de contrôle requiert des années de R&D (p.ex., la sélection d'une variété résistante demande ~ 10 années);
6. le déploiement d'outils / stratégies de contrôle implique une réflexion spatiale a différentes échelles.

- **comment y parvenir?**

7. ici: modélisation mécaniste + cartographie et SIG.
8. (NB. des simulations et des cartes ne remplacent pas la réalité de terrain)

Le modèle SEIR

- SEIR = Susceptibles, Exposed, Infectious, Removed
- En épidémiologie botanique
 - H = Healthy sites = sites sains
 - L = Latent sites = sites latents
 - I = Infectious sites = sites infectieux
 - P = post-infectious = sites éliminés du processus
- Concept clé : site (dépend de la maladie)
- Un processus clé : taux d'infection
- Deux fonctions de délai : période de latence, période infectieuse



architecture d'un modèle SEIR

multiples applications du modèle SEIR

- épidémiologie médicale
 - oreillons
 - HIV
 - grippe
 - tuberculose
- épidémiologie animale
 - virus de pseudo-rage porcine
 - typhoïde (souris)
- virus informatiques?
- ... et épidémiologie botanique

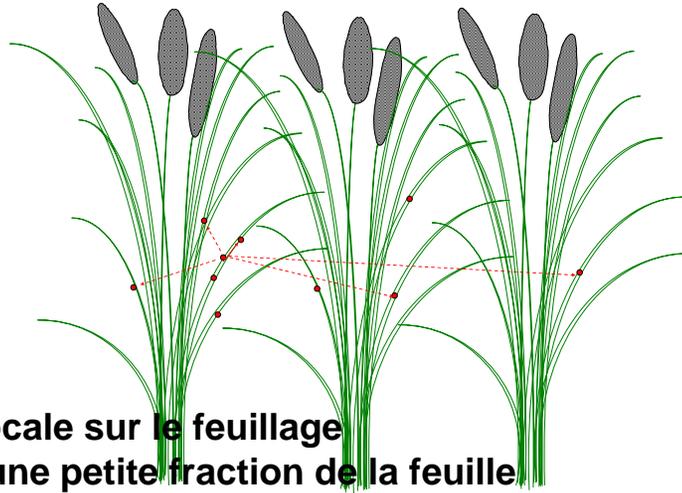
quelques 'détails' complémentaires au modèle SEIR pour l'épidémiologie botanique

- croissance de l'hôte = croissance végétale = accroissement des sites sains
- sénescence = physiologique (et/ou) pathologique
- effets additionnels (sur le taux d'infection):
 - âge du végétal (sensibilité variable)
 - température
 - humectation du couvert

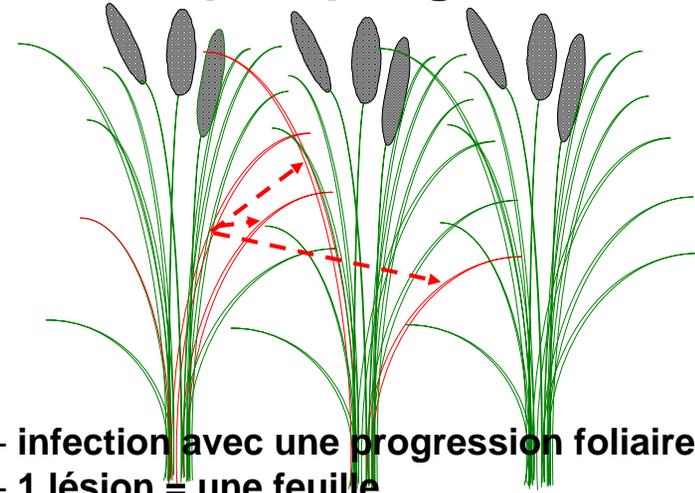
choix d'échelle dans le modèle: définition des sites

- un site (une lésion) = une unité de tissus de l'hôte (plante) où le pathogène se développe et produit de nouvelles propagules
- sites ↔ niveaux choisis de hiérarchie: dépend de la maladie:
 - fraction de surface foliaire (d'organe)
 - une feuille (un organe) entier
 - une talle (un rameau, un composant entier du végétal)
 - une plante (un végétal, un arbre) entière

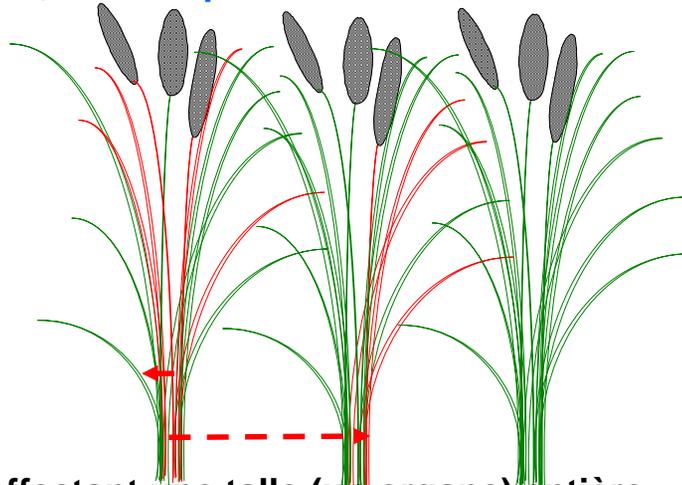
différentes maladies = différents sites → différentes échelles de propagation



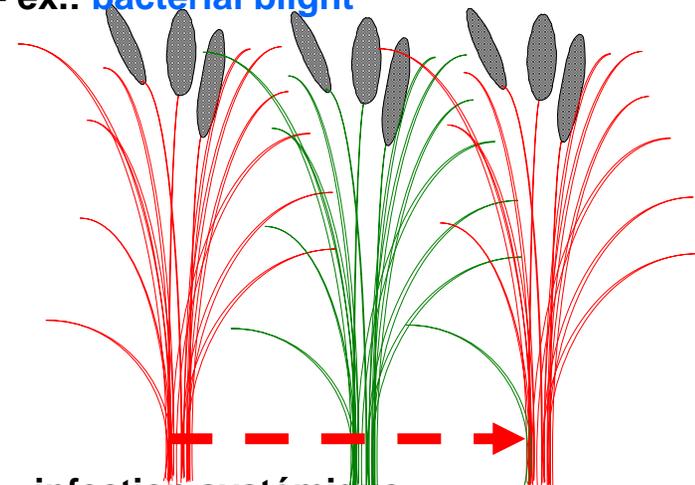
- infection locale sur le feuillage
- 1 lésion = une petite fraction de la feuille
- ex.: **leaf blast**; **brown spot**



- infection avec une progression foliaire rapide
- 1 lésion = une feuille
- ex.: **bacterial blight**

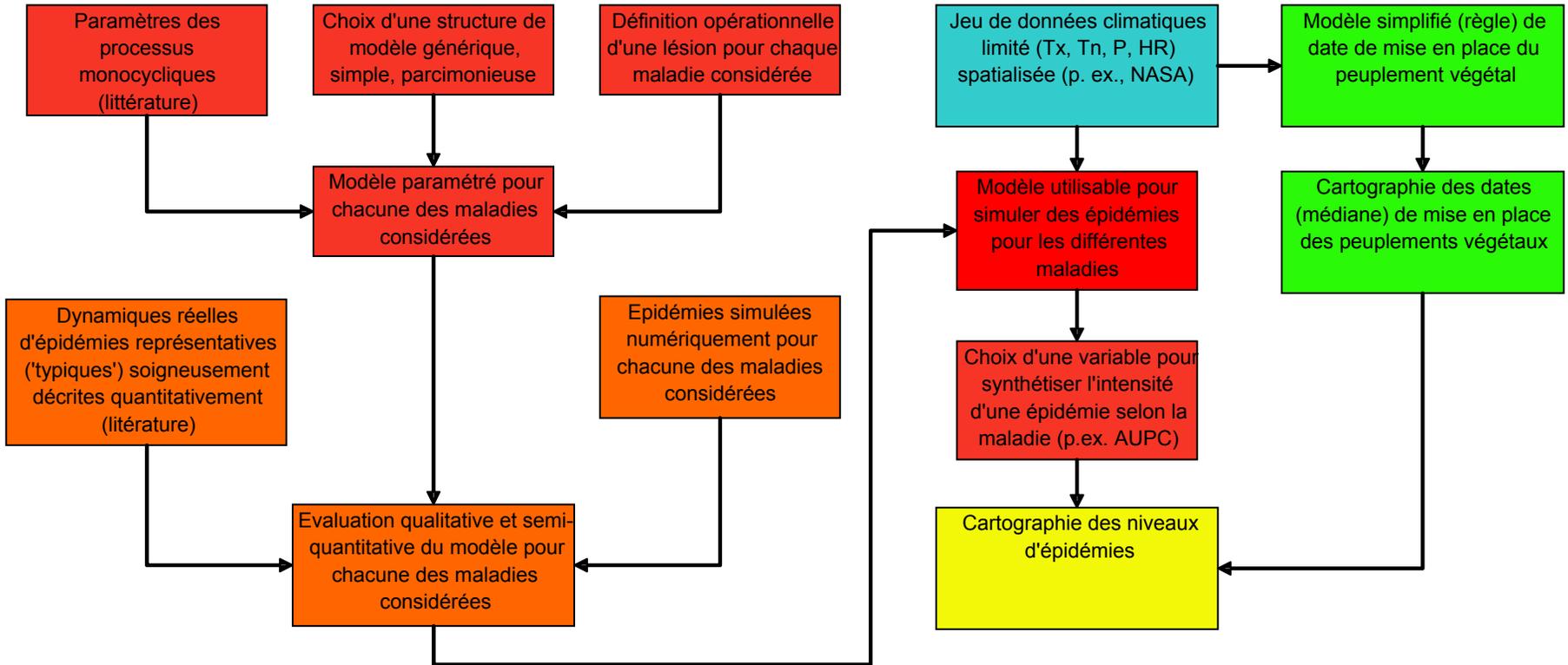


- infection affectant une talle (un organe) entière
- 1 lésion = une talle (un organe)
- ex.: **sheath blight**

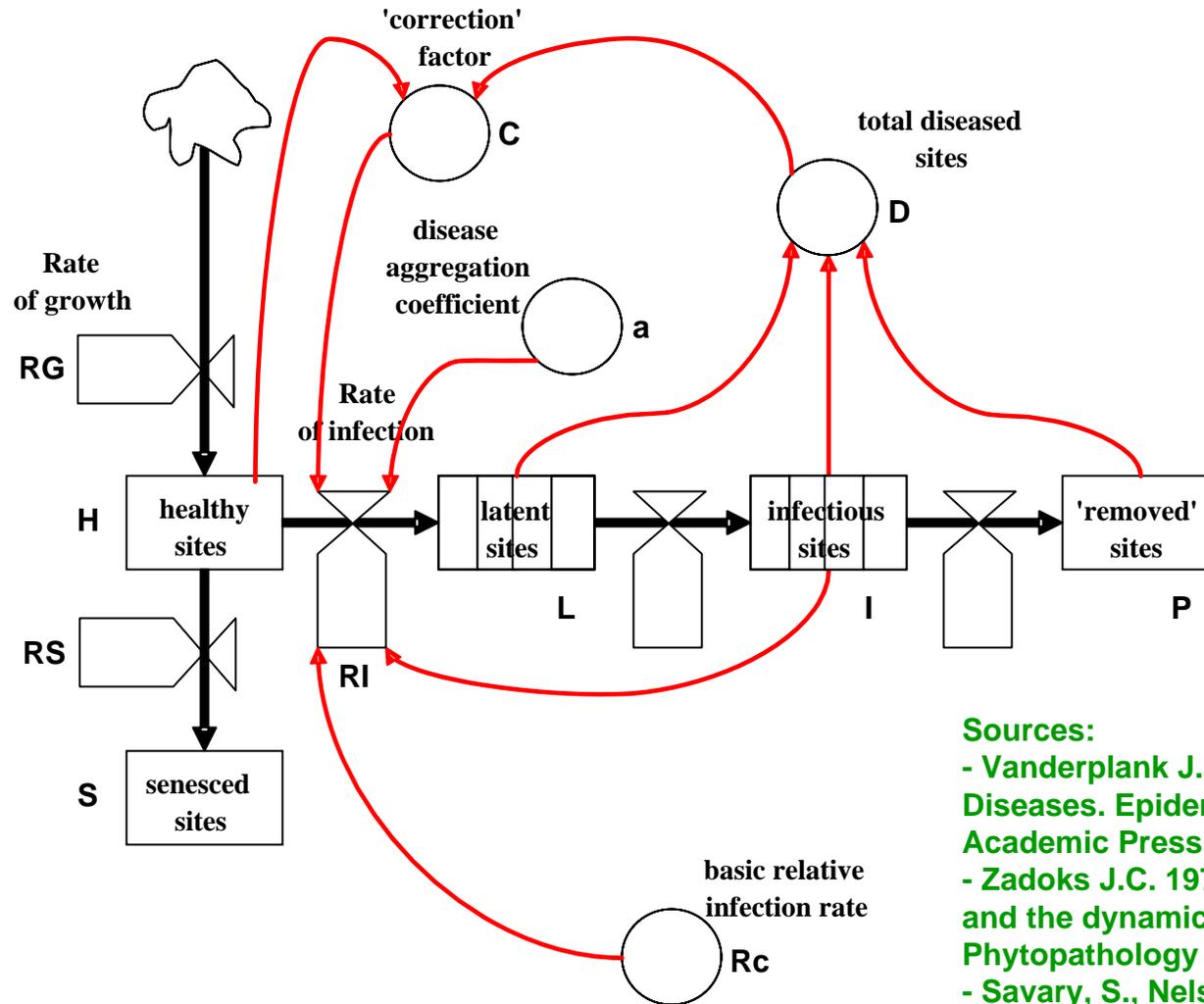


- infection systémique
- 1 lésion = une plante
- ex.: **tungro**

modèle + SIG: étapes de construction



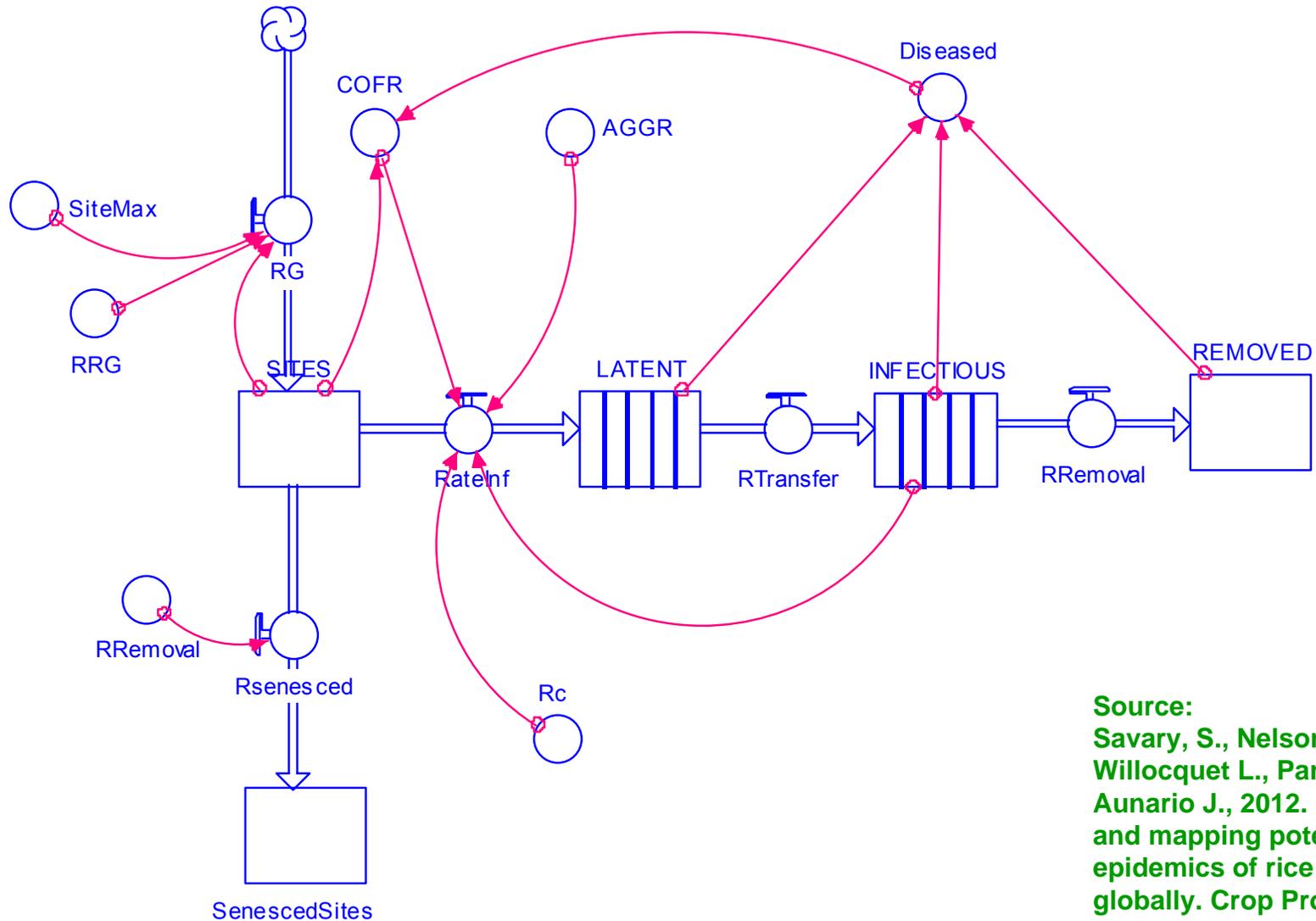
le modèle SEIR en épidémiologie botanique



Sources:

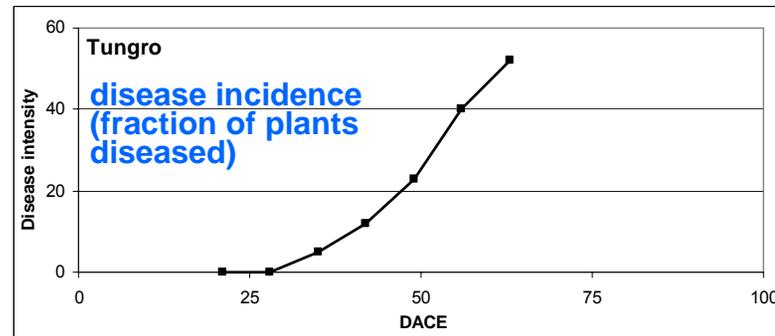
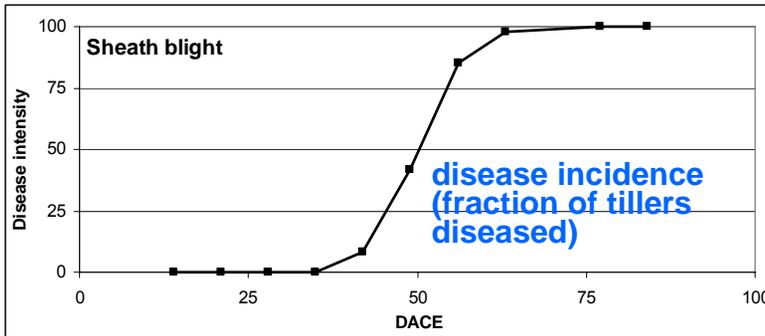
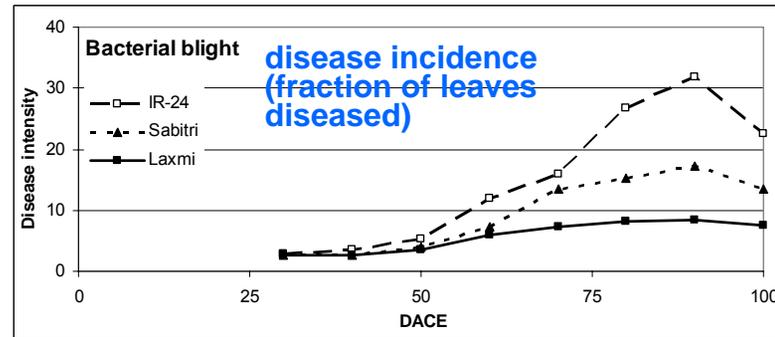
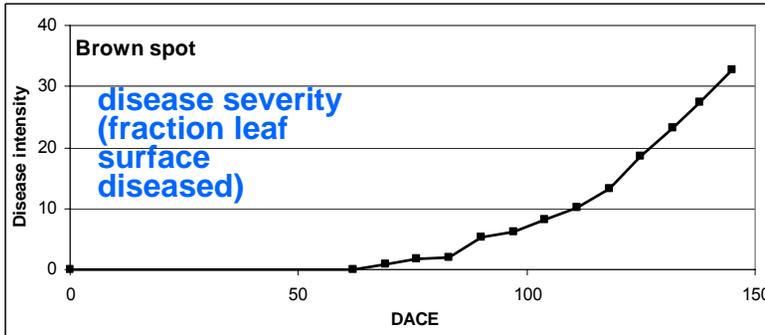
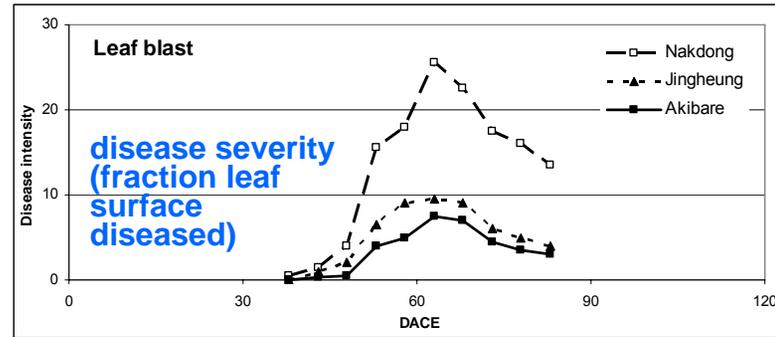
- Vanderplank J.E., 1963. *Plant Diseases. Epidemics and Control*. Academic Press, New York.
- Zadoks J.C. 1971., *Systems analysis and the dynamics of epidemics*. *Phytopathology* 61:600-610
- Savary, S., Nelson A., Willocquet L., Pangga I., Aunario J., 2012. *Modelling and mapping potential epidemics of rice diseases globally*. *Crop Protection* 34:6-17.

Epidemiological modeling: EPI RICE

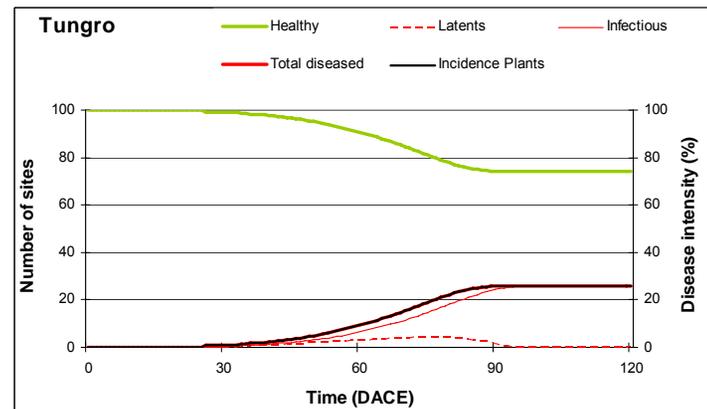
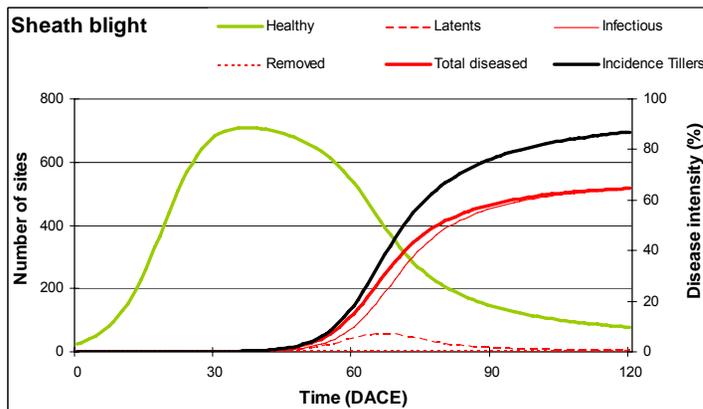
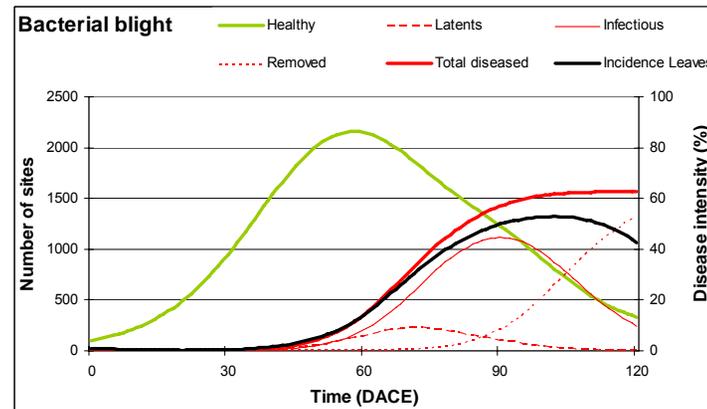
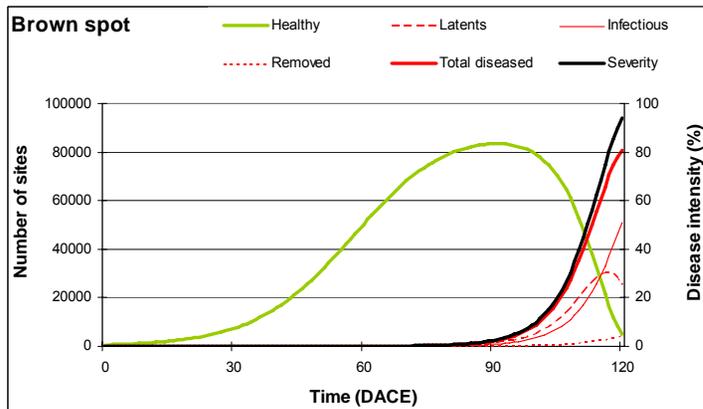
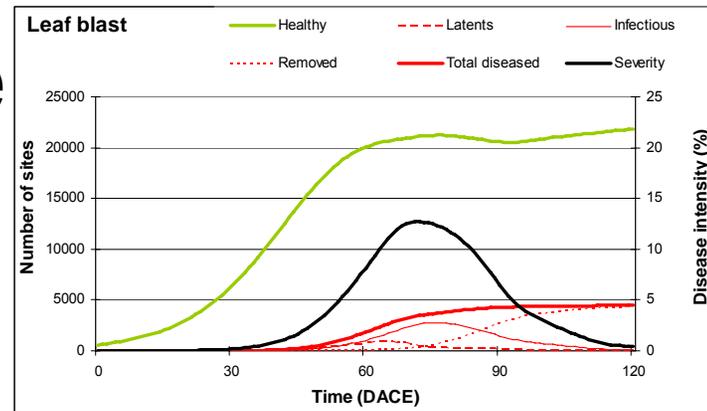


Source:
 Savary, S., Nelson A.,
 Willocquet L., Pangga I.,
 Aunario J., 2012. Modelling
 and mapping potential
 epidemics of rice diseases
 globally. Crop Protection
 34:6-17.

Published shapes of a few rice disease epidemics



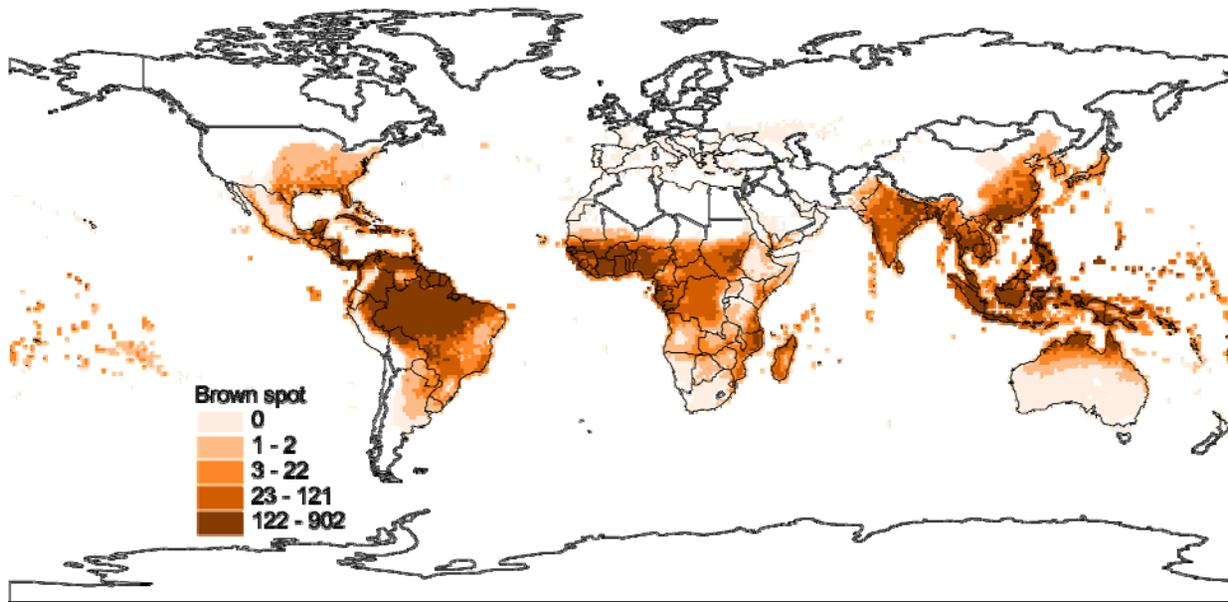
A few rice disease epidemics simulated



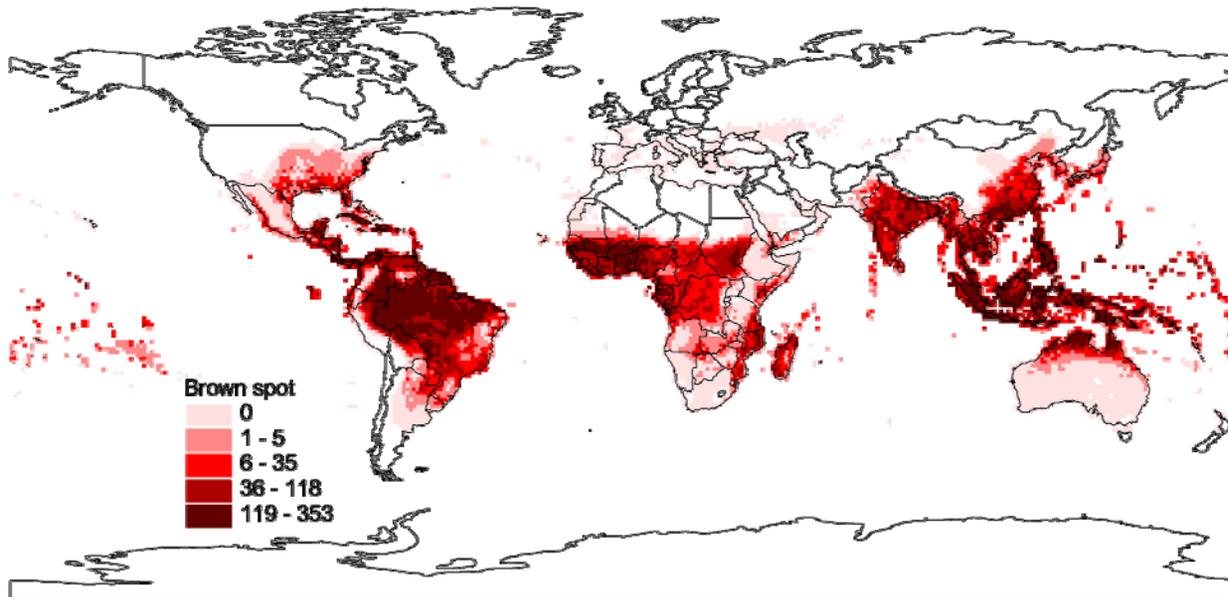
Savary, S., Nelson A., Willocquet L., Pangga I., Aunario J., 2012. Modelling and mapping potential epidemics of rice diseases globally. *Crop Protection* 34:6-17.

Avg
1997-2008

Brown spot

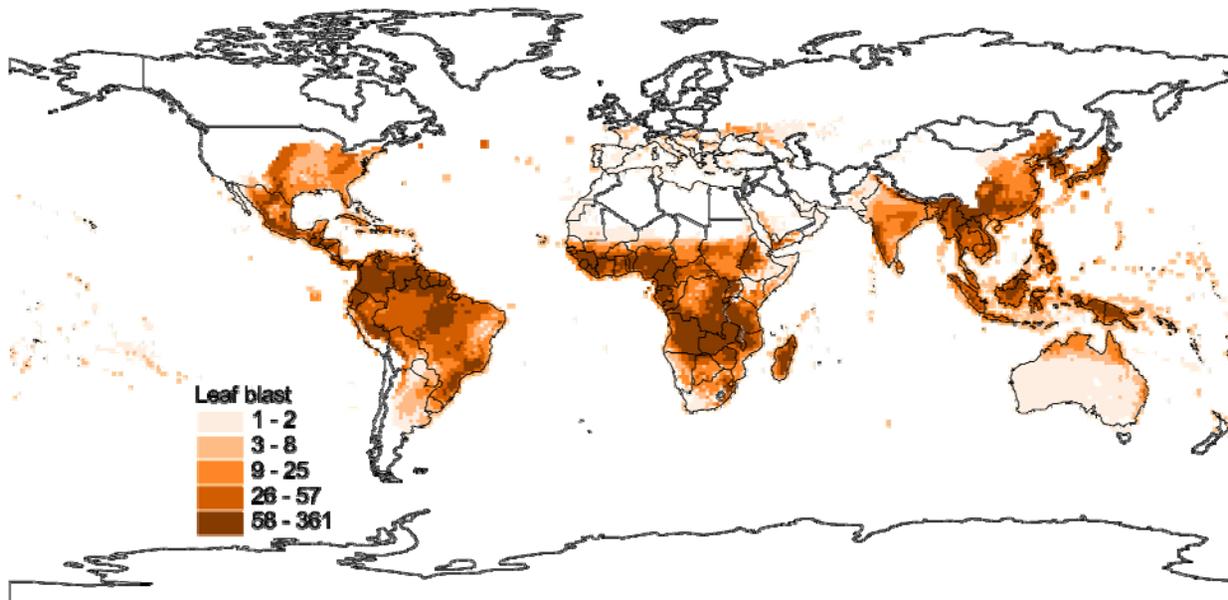


Std
1997-2008

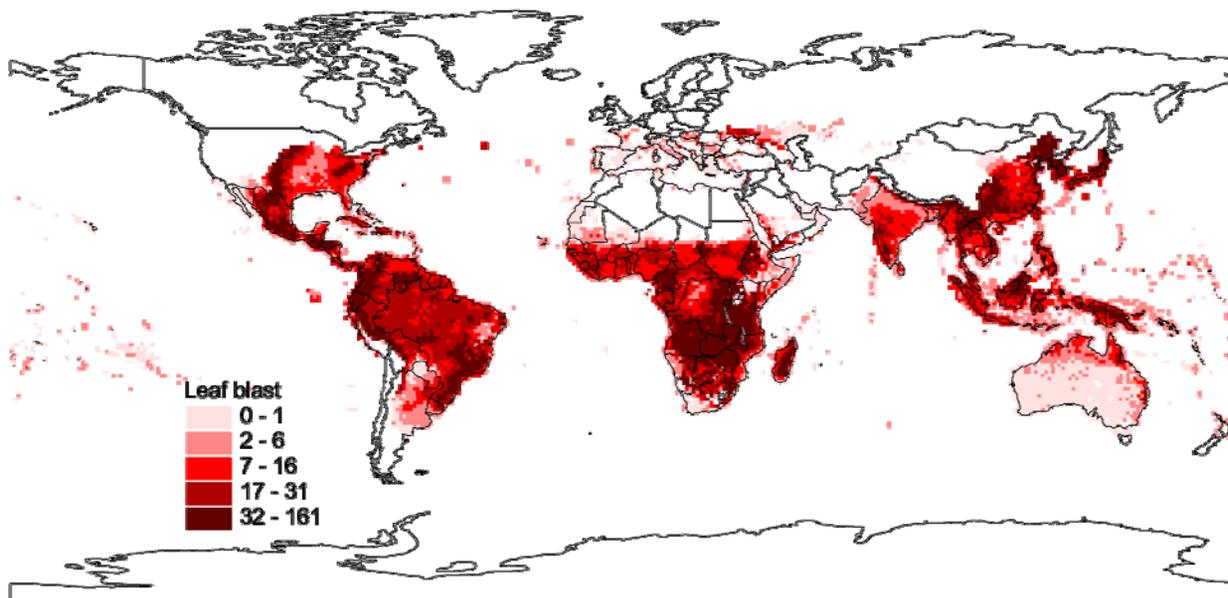


Avg
1997-2008

Leaf blast

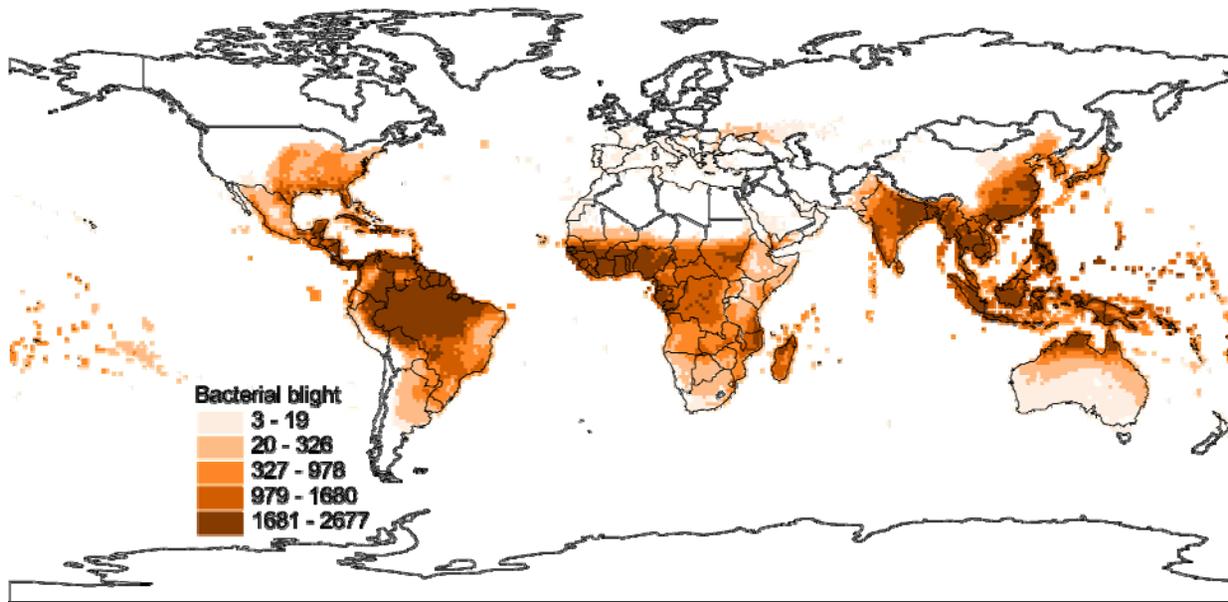


Std
1997-2008

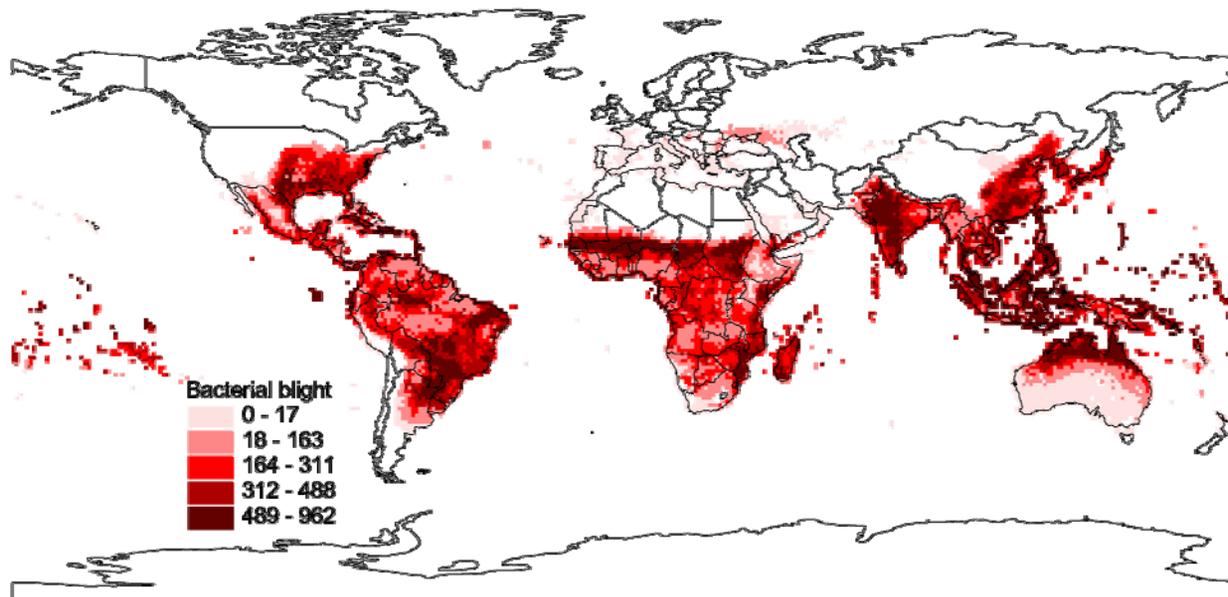


Avg
1997-2008

Bacterial blight

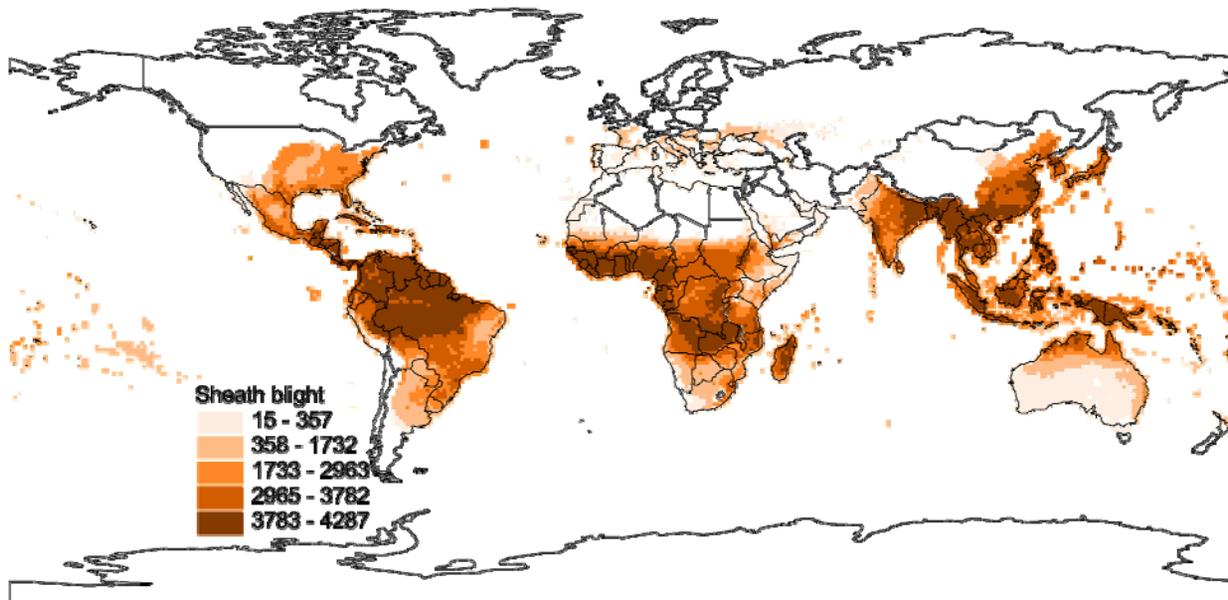


Std
1997-2008

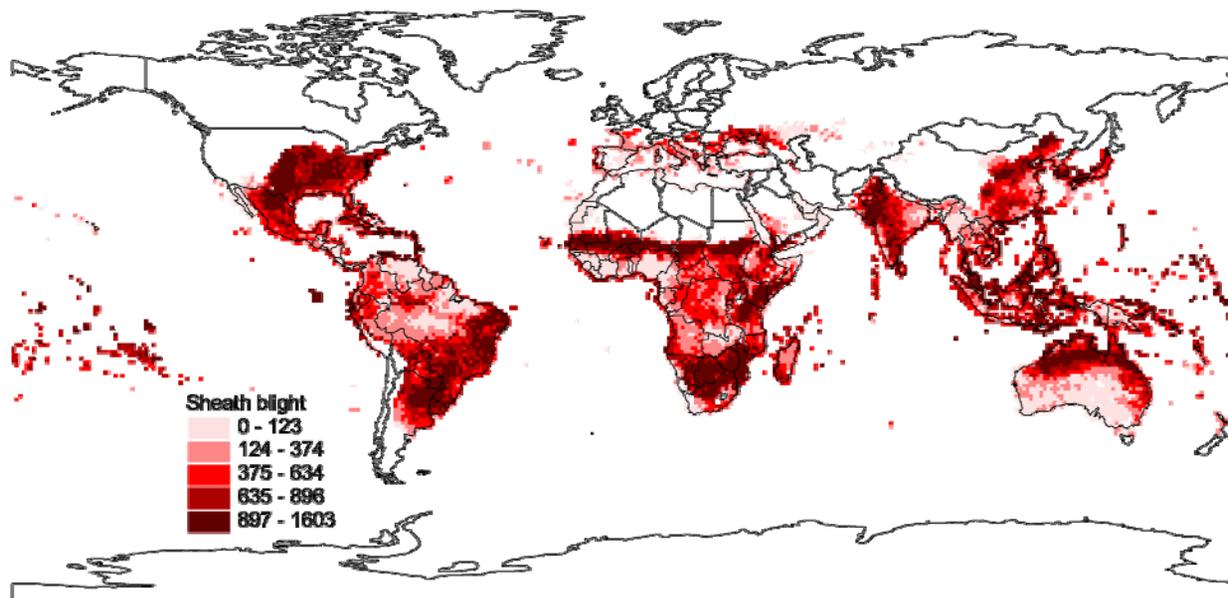


Avg
1997-2008

Sheath Blight

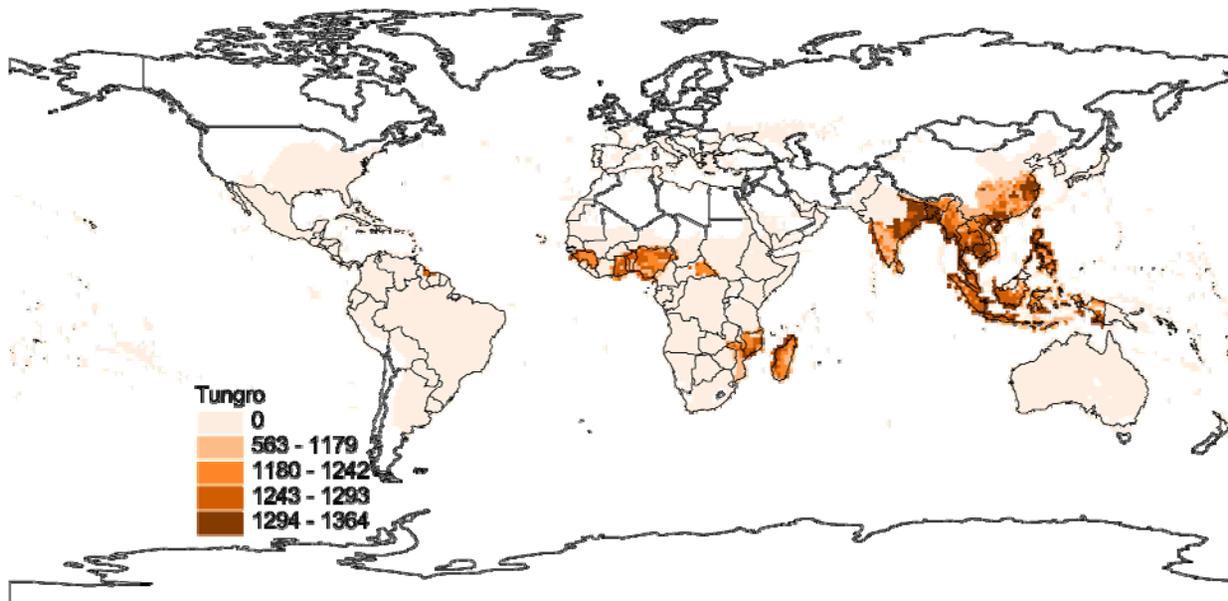


Std
1997-2008

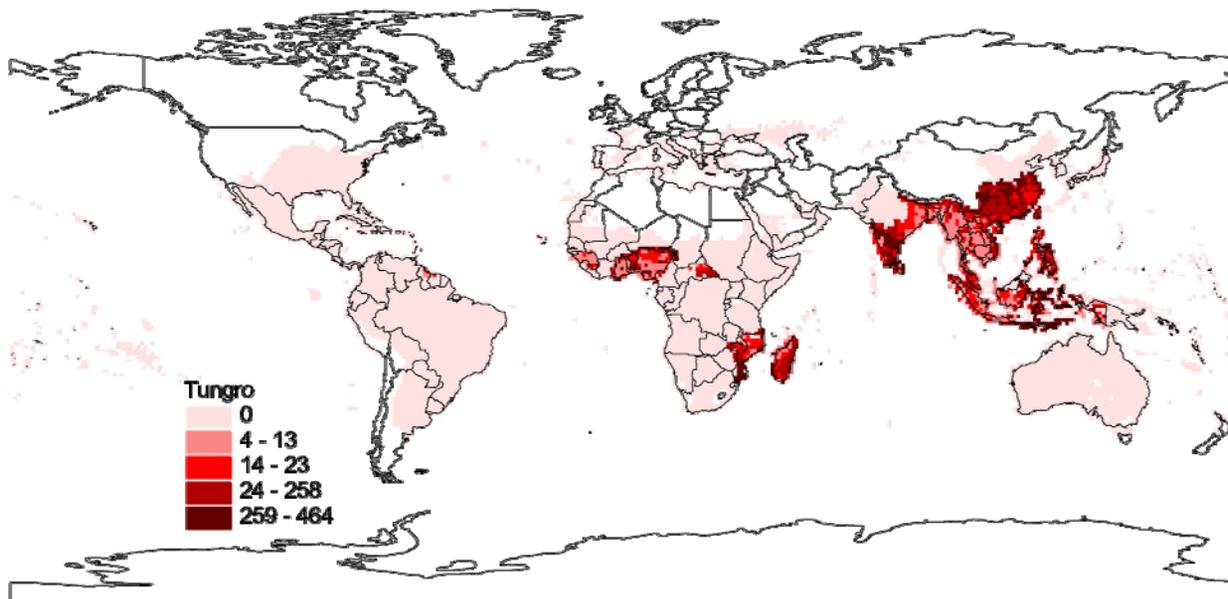


Avg
1997-2008

Tungro



Std
1997-2008



Developpements futurs

- **une grande culture**

1. le blé: importance nationale, diversité des problèmes, valeur d'exemple
2. une ou quelques autres productions végétales?

- **échelles géographiques**

3. départements, régions françaises, Europe (monde?)

- **besoins**

4. intérêts clairs à expliciter: scientifiques, techniques,
5. applications à mieux partager: amélioration variétale, pratiques culturelles, outils tactiques de contrôle,
6. partage de données, si elles sont disponibles,
7. motivation / mobilisation des acteurs.