



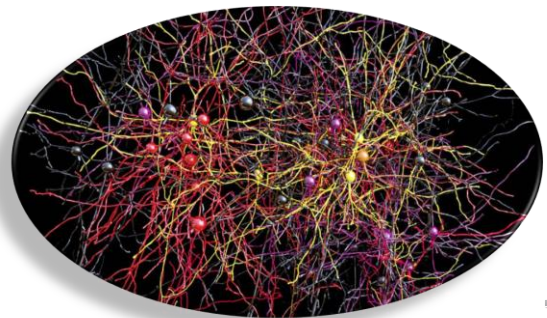
## Apport de l'approche bio-inspirée pour la construction de modèles numériques d'éco-sociosystèmes

Jean Le Fur



## Contexte : informatique, écoinformatique et approche inspirée de la Nature

1. - En informatique, l'approche bio-inspirée permet la résolution de questions d'algorithmique ou d'ingénierie (statistiques, robotique, imagerie...) sans rapport avec le modèle biologique utilisé



## Contexte : informatique, écoinformatique et approche inspirée de la Nature



2.- Inversement par contre, les questions liées à la biologie ou à l'environnement sont le plus souvent résolues par des modèles abstraits mis à l'us du domaine

**Modèle SIR**

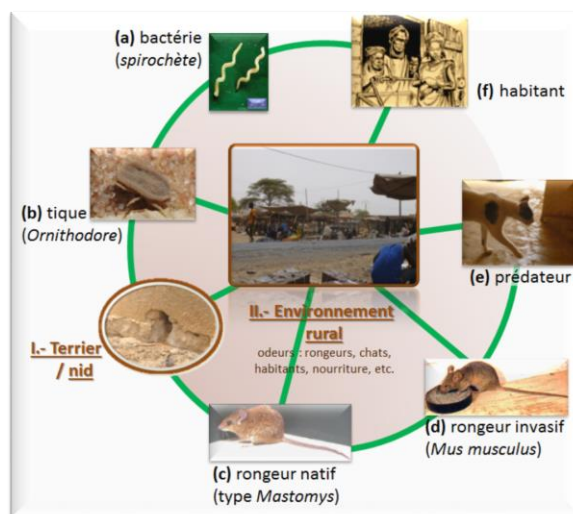
$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\beta IS & S(0) = S_0 \\ \frac{dI}{dt} = \beta IS - \gamma I & I(0) = I_0 \\ \frac{dR}{dt} = \gamma I & R(0) = R_0 \end{cases}$$

Exemple: modélisation d'un processus épidémique

Lorsque les problèmes sont multi-échelles, multi-processus et multi-acteurs, ces modèles peuvent devenir difficiles à maîtriser

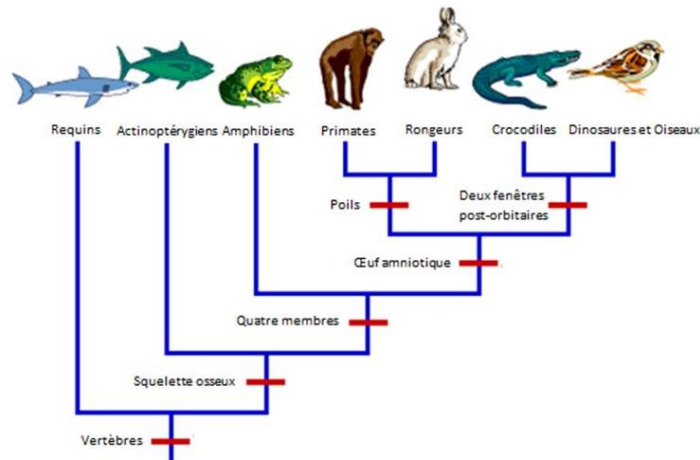
Exemple

Étude du risque épidémique lié au rongeurs dans un village du Sahel



## Deux directions sont ici explorées pour lesquelles la nature propose des solutions élégantes

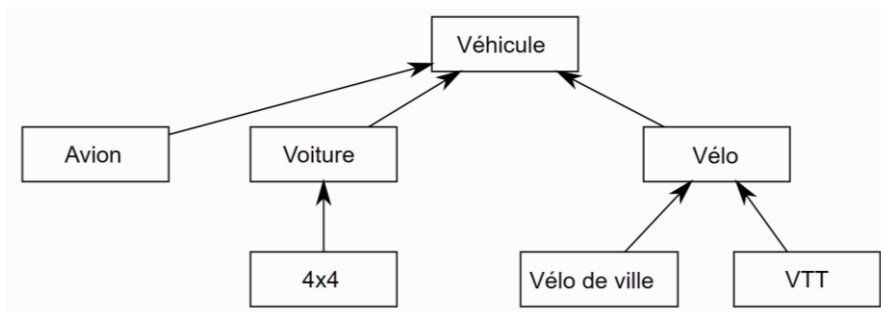
1.- mimer la classification phylogénique pour représenter des acteurs multiples



Chaque nouvelle branche hérite des caractères de ses ancêtres

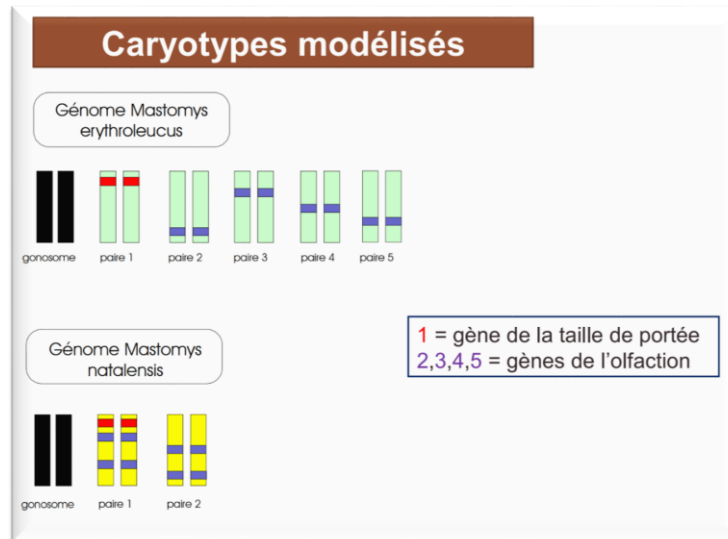
Cet héritage est réalisé par un génome transmissible par la descendance

## Exploitation de l'héritage objet pour mimer la classification phylogénique

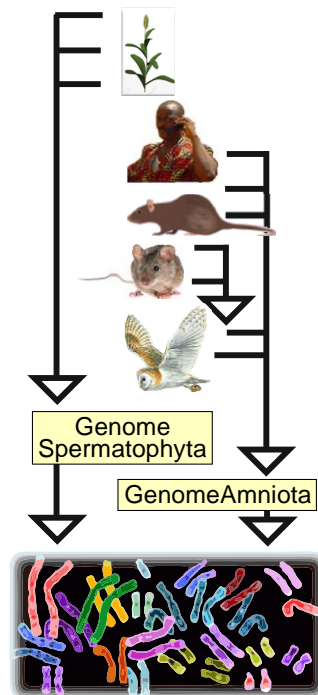


# A) Modélisation informatique de génomes

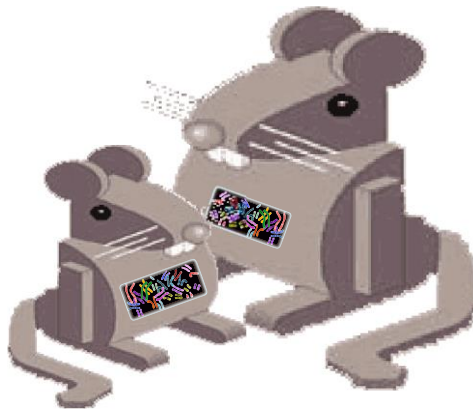
(+ méiose, fusion, crossing-over, etc.)



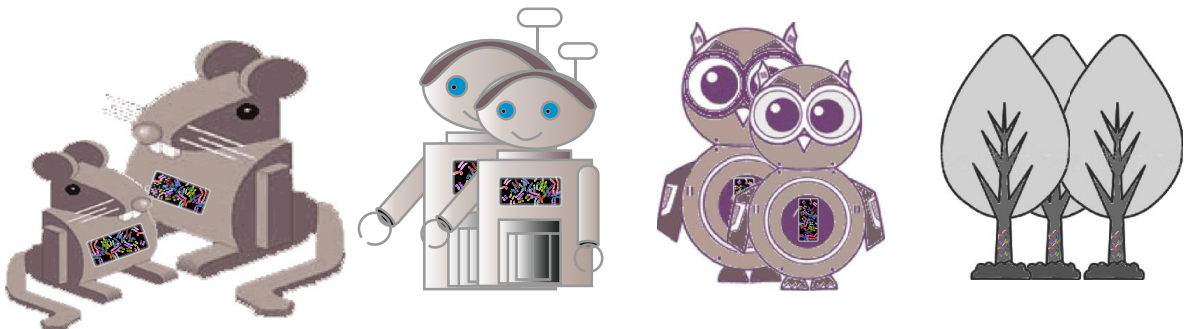
## B) Héritage « phylogénique » des « génomes »



## C) Insertion des génomes dans les agents



## D) un seul formalisme pour un domaine multi-acteurs



## Deux directions explorées pour lesquelles la Nature propose des solutions élégantes

- 1.- Mimer la classification phylogénique pour représenter des acteurs multiples
- 2.- Simultanément, exploiter le principe d'imbrication de la Nature

## Exploiter le principe d'imbrication de la Nature

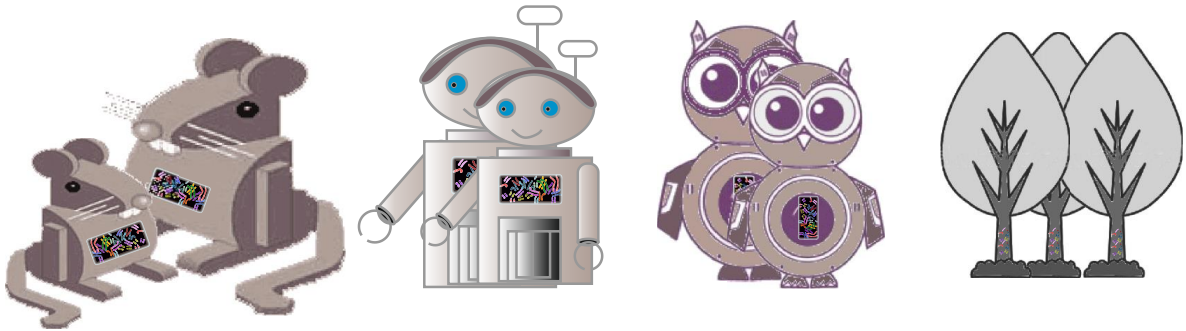
Exemple :

pays incluent villes in  
pièces incluent rong  
chromosomes in

Toute entité modélisée est ici  
fondamentalement un  
contenant/contenu avec 4 processus  
simples

1. Entrée de contenu
2. Sortie de contenu
3. Entrée dans un contenant
4. Sortie d'un contenant

Deux directions -> un seul formalisme  
pour des questions  
multi-acteurs, multi-échelles



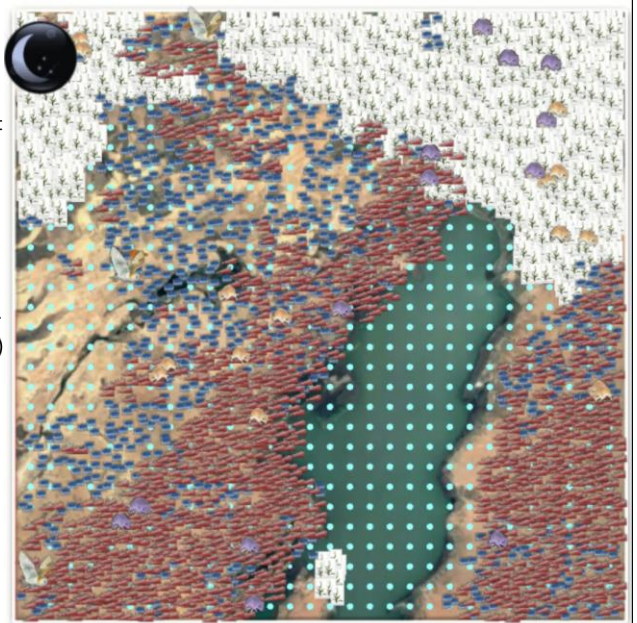
Applications  
multiples à  
plusieurs échelles  
du même modèle



Applications multiples à plusieurs échelles du même modèle

### Invasion de rongeurs dans un écosystème sahélien

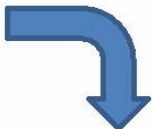
-  mâle
-  femelle
-  dispersant
-  immature
-  gestante
-  terré
-  terrier
-  Prédateur (*tyto alba*)
-  mm pluie
-  culture
-  herbe
-  arbre
-  arbuste



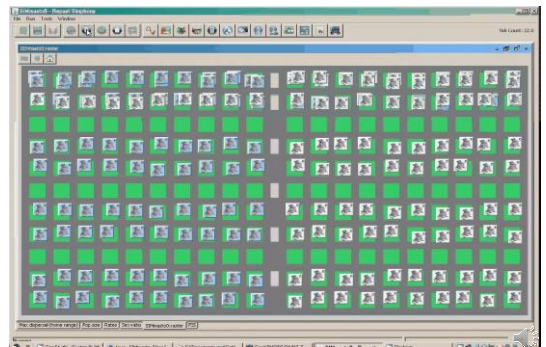
Applications multiples à plusieurs échelles du même modèle

### Hybridation expérimentale entre espèces jumelles



original  
  
 simulation

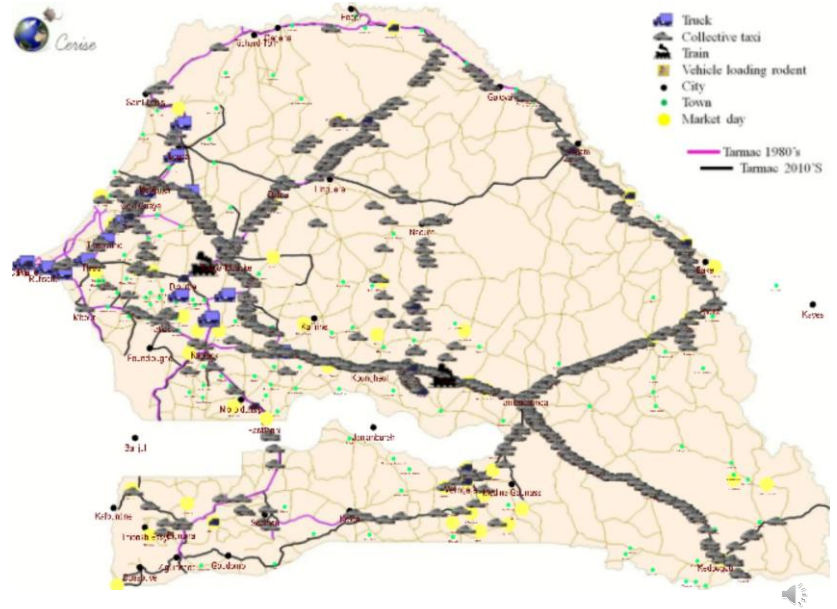
-  cage
-  Espèce 1
-  Espèce 2
-  hybride
-  introgressé





Applications multiples à plusieurs échelles du même modèle

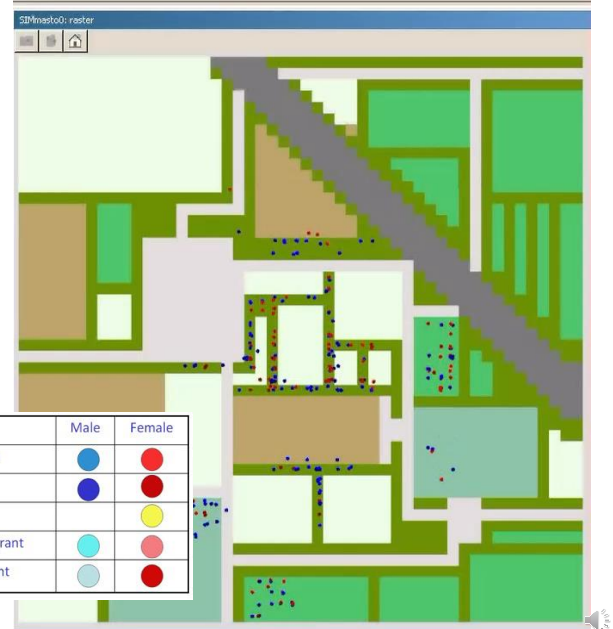
## Colonisation de rongeurs par les transports commerciaux

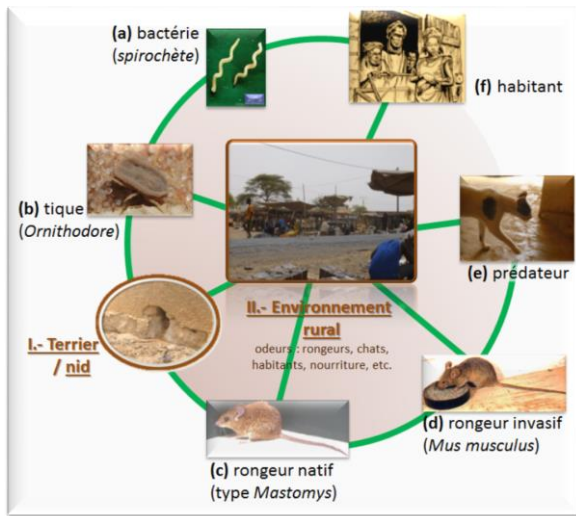


Applications multiples à plusieurs échelles du même modèle

## Ravageurs dans un paysage agricole dynamique

21 novembre 2011





## Perspective

Cette approche permet de représenter avec un même modèle une diversité d'êtres vivants (humains, rongeurs, oiseaux, plantes, parasites, prédateurs) et de les faire interagir à diverses échelles sur la base d'un schéma partagé.

Son application à diverses études de cas contrastées indique qu'elle est robuste.

*Merci pour votre attention*