



SimMasto

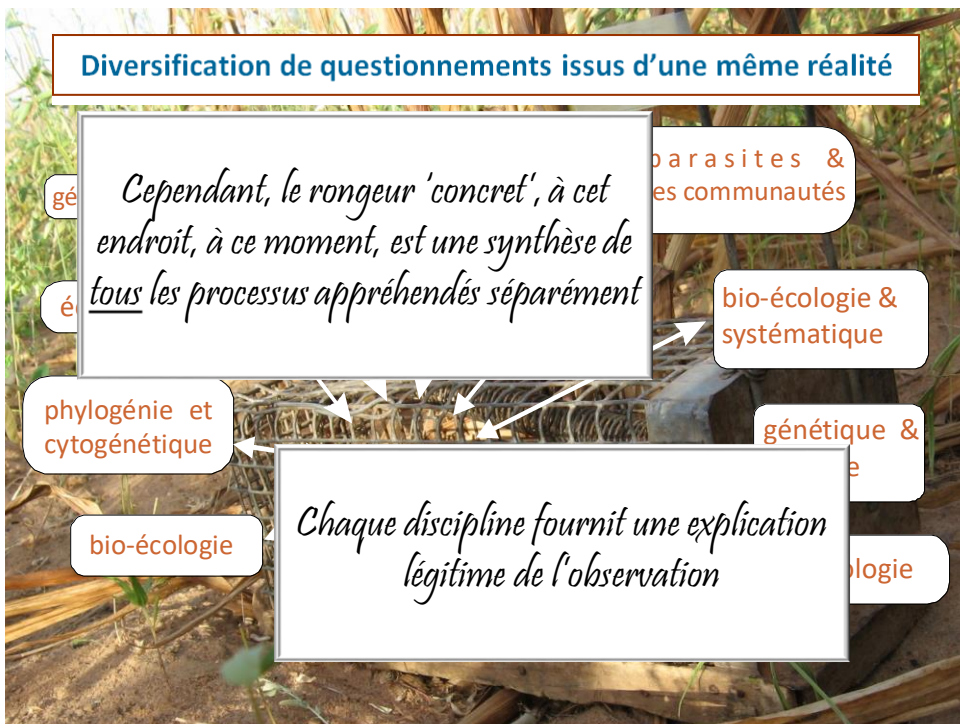
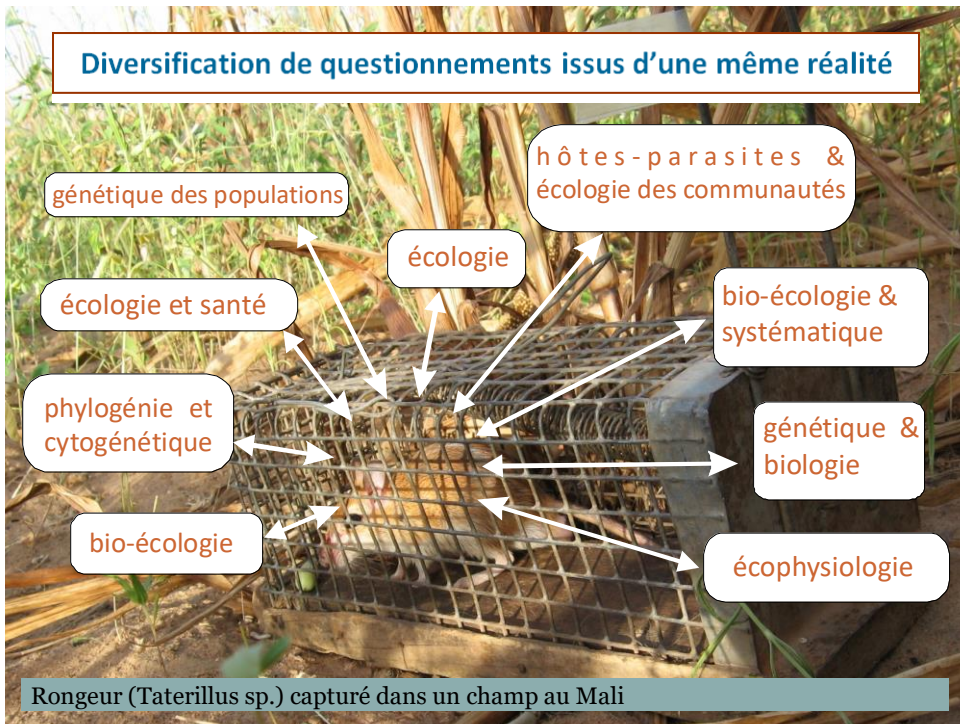
2007-2014
Présentation de l'outil de simulation

JEAN LE FUR
RÉUNION GROUPE RONGEURS
15.09.2014

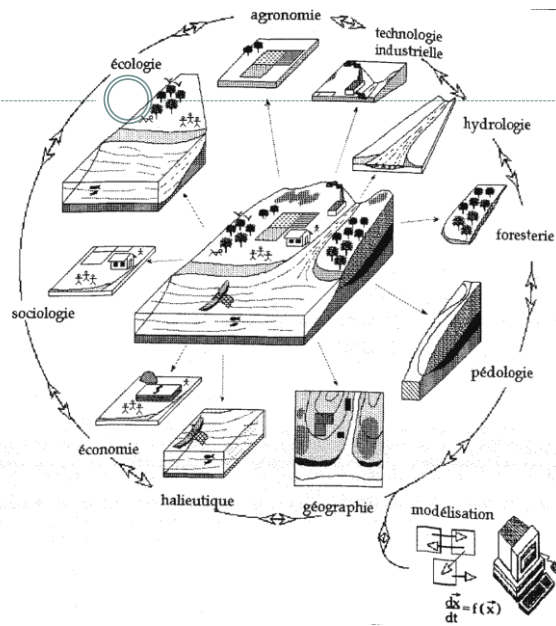
Rappel questionnement et démarche



Rongeur (*Taterillus* sp.) capturé dans un champ au Mali



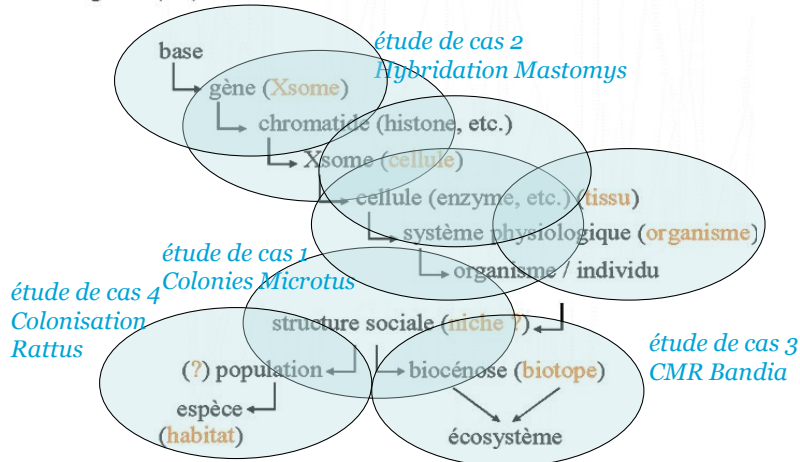
Proposition :
le modèle
comme
intégrateur de
connaissances



Position de la modélisation d'environnement (Pavé, 1994)

Rappel démarche: Construction pas à pas de briques issues du traitement des problématiques avancées par les chercheurs

légende: (x): est un environnement de ...



Intégration du système informatique : chaque étude bénéficie des apports précédents



Présentation de l'ensemble des structures actives de données intégrées dans le modèle

RAPPEL

modèle = simulacre de la réalité



1.- Briques génétiques (+ propriétés)

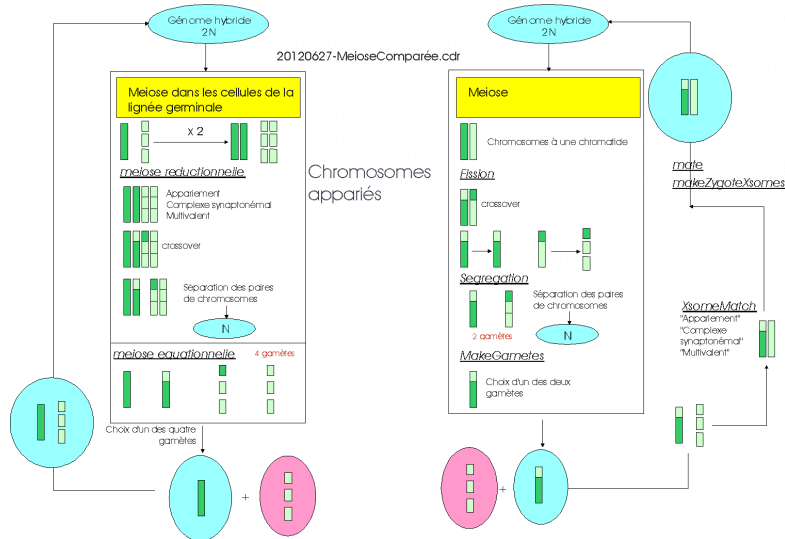
- Gene (*allele*, *mutate*)  
- Chromosome (*map*)
- Chromosome Pair (*crossover*, '*mate*', *segregation*, *fission*, *fusion*, *match*)



REPRODUCTION ...

Modèle soutenu par plusieurs algorithmes

Comparaison du processus de méiose réel (à gauche) et modélisé (à droite)



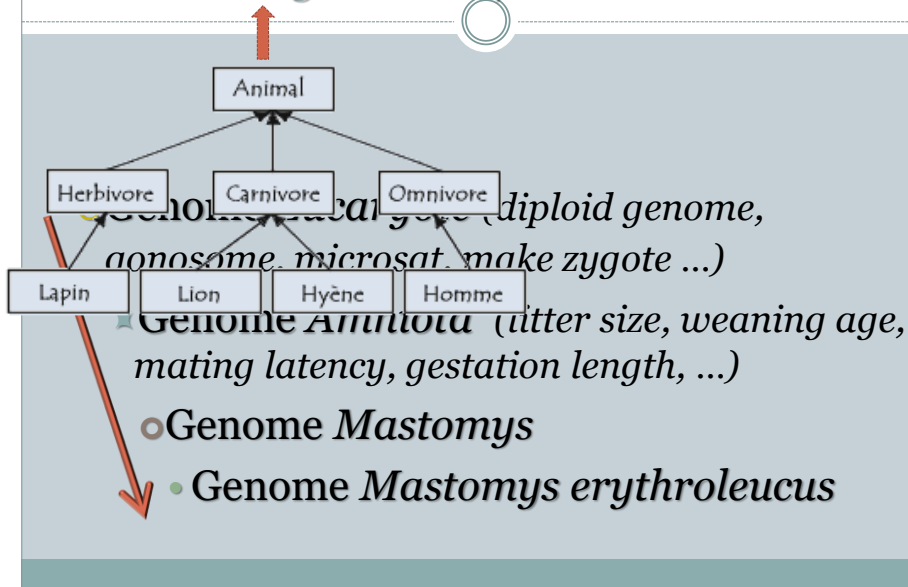
1.- Briques génétiques

- Gene (*allele*, *mutation rate*)
- Chromosome (*map*)
- Chromosome Pair (*crossover*, '*mate*')
 - Microsatellites
 - Gonosome
 - Autosomes



GENOMES...

Base 'phylogénique' active de génomes simulés: héritage de traits / fonctionnalités



Documentation circonstanciée des traits et utilisation de l'« héritage phylogénétique » (parcimonie, cohérence)

```

public class C_GenomeMastomys extends C_GenomeAmniota {
    //
    // CONSTRUCTORS
    //
    /** Returns a new C_GenomeMastomys. <br>
     * Trait values references (see comments in source code):<br>
     * - Duplantier, J.M., Granjon, L. and Bouganaly, H. (1996) Reproduct
     * sympatric species of Mastomys in Senegal, as observed in the fie
     * Mammalia, 60(4): 629-638.*/
    public C_GenomeMastomys() {
        super();
        alleles.put(WEANING_AGE_Uday, 21.); // source:3 weeks for gen
        makeAmniotaBivalent(this.alleles);
    }

    * of Mastomys in Senegal, as observed in the field and in captivity
    * - Hubert, B. 1982 Dynamique des populations de deux espèces de rong
    * Taterillus gracilis (Rodentia, Muridae et Gerbillidae) : 1. Etude écol
    * Poulet A.R. (1972) Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional, Sénégal : les mam
    * Terre et Vie-Rev. Ecol. A., 26 : 440-472. */
    public C_GenomeMastoErythroleucus() {
        super();
        alleles.put(LITTER_SIZE, 8.); // source: 12 embryos*60% -> Granjon & Duplantier 2009]/7.5*70% (LG), 40d if fav
        //rainy season, else between 40-60 given resources availability/
        // 7-13, max. [Hubert and Adam, 1975] / 1 to 16, mean 7.1 (dont 66% or 80 % (
        // to weaning) - in summary: 13 [Duplantier et al., 1996] / 12-16 [Hubert 1982]
        alleles.put(MATING_LATENCY_Uday, 40.); // source: 61-21(weaningAgeMastomys) Duplantier et al., 1996
        alleles.put(GESTATION_LENGTH_Uday, 21.); // source: 3 weeks [Hubert and Adam, 1975; Poulet, 1972; Duplantier e
        makeAmniotaBivalent(this.alleles);
    }
}

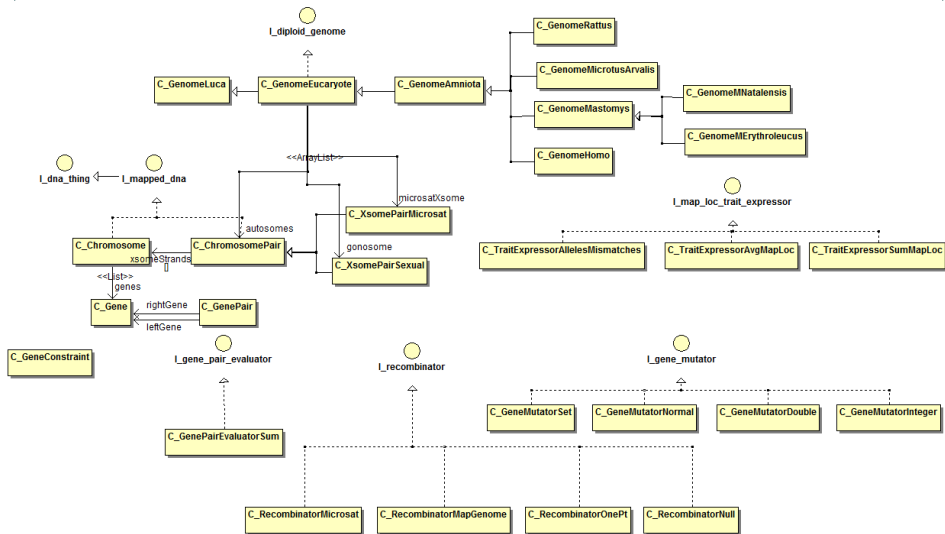
```

Permet

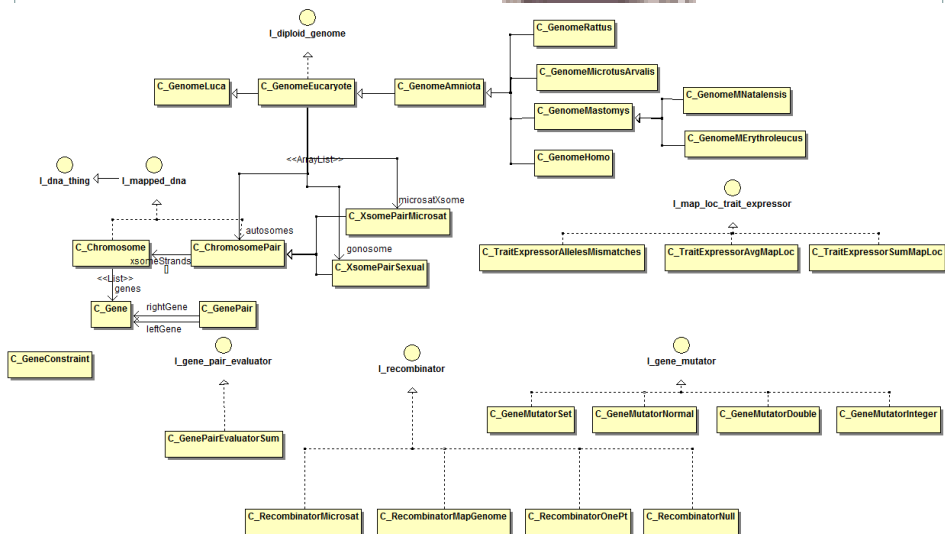
- 1) de simuler les spécificités de la reproduction de chaque type d'agent
- 2) De rendre compte au mieux des connaissances disponibles

- Peut être enrichie progressivement au bénéfice de l'ensemble de la plate-forme.

Synthèse des catégories liées au niveau génétique



2.- représentation des rongeurs



Agents actifs et héritage de propriétés

- NDS/living thing (*birth, ageing, death*)
 - Visible Agent (*localization*)
 - Animal (*genome, mate, spawn, give birth, move, perception, deliberation, decision, interaction, select destination*)
 - Mammal (*sexual maturity, pregnancy, spawn, weaning*)
 - Rodent
 - Rodent Fossorial (*burrowing, dispersal*)
 - Rodent Caged (*generation, cage num., ...*)
 - Rodent CMR (*tag, computeDRS..., catch history...*)
 - Rodent Commensal (*en cours*)
 - Human Carrier (*vehicle, park, unload rodent*)

Agents actifs et héritage de propriétés

- NDS/living thing (*birth, ageing, death*)
 - Visible Agent (*localization*)


```
public C_Rodent createRodent() {
    return new C_RodentCMR(new C_GenomeMastoErythroleucus());
}
```

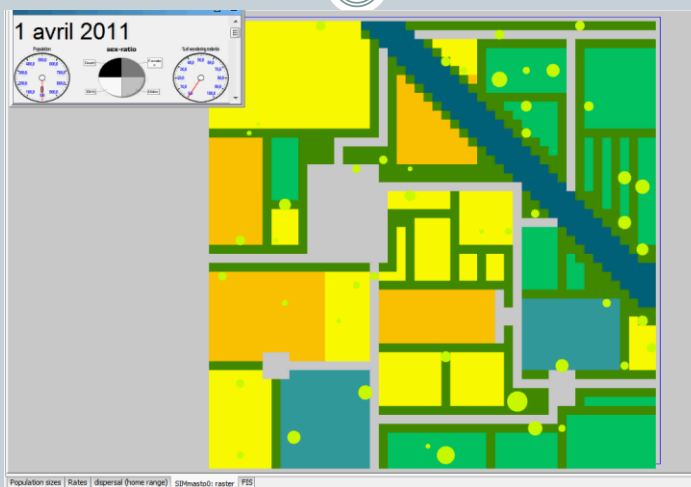
 - Mammal (*sexual maturity, pregnancy, spawn, weaning*)
 - Rodent
 - Rodent Fossorial (*burrowing, dispersal*)
 - Rodent Caged (*generation, cage num., ...*)
 - Rodent CMR (*tag, computeDRS..., catch history...*)
 - Rodent Commensal (*en cours*)
 - Human Carrier (*vehicle, park, unload rodent*)

Comportements modulables selon les contextes

- Exemple de pseudo-code décrivant la délibération d'un rongeur fouisseur

| | |
|----------------------------------|--|
| <u>Perception</u> | if rodent within a burrow, list the agents within else, list any soil cell or rodent agent closer than the perception radius |
| <u>Deliberation</u> | for each perceived objects in the surroundings (surface or burrow) if it is another rodent, mate if rodent is receptive else if it is a soil cell or burrow system if not fully occupied and not the current one if affinity > current soil cell affinity add soil cell to possible destination targets if colonial male and reproduction season keep only burrow systems as possible destination targets |
| <u>Selection/decision</u> | randomly select a target within the list elaborated |
| <u>Action</u> | compute and start moving towards destination |

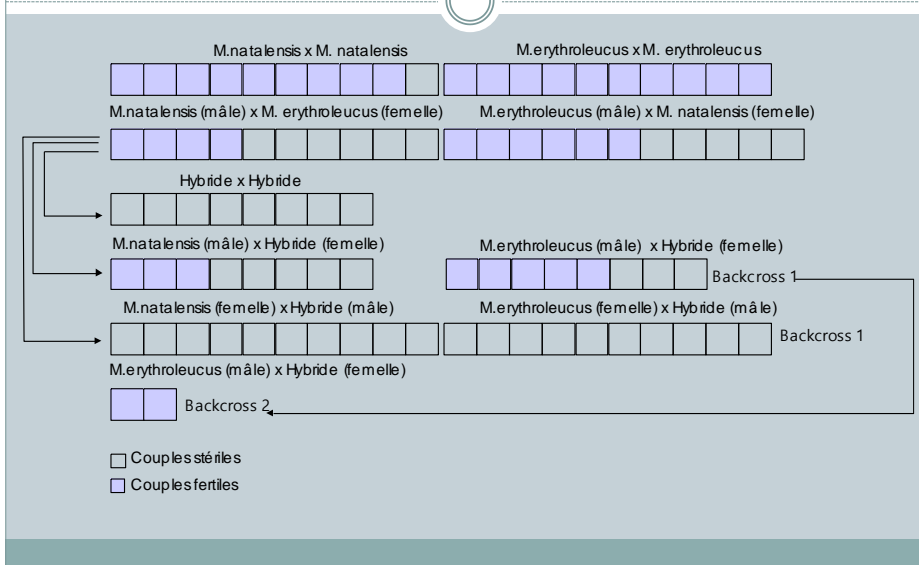
Ex.: comportement colonial



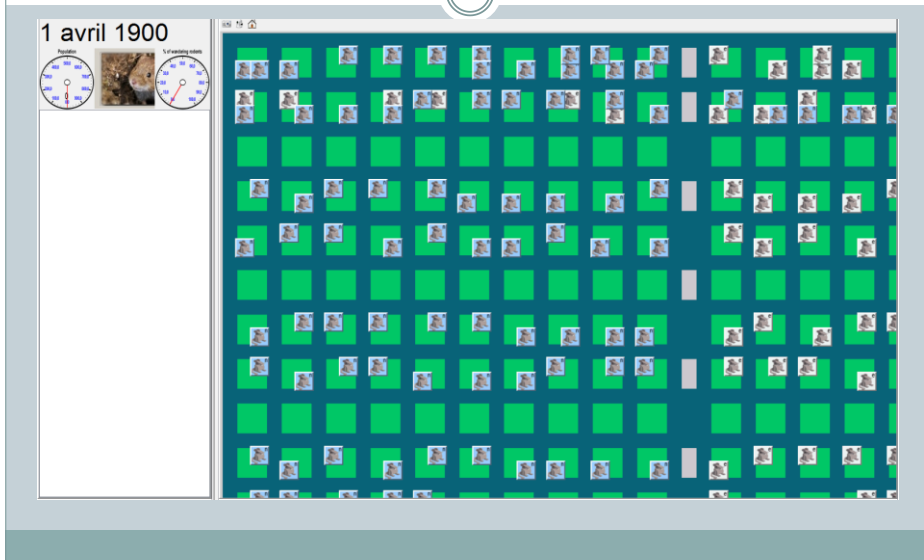
Simulation de protocoles adaptés aux études de cas (permet la cohabitation entre études de cas)



Exemple de reconstruction d'un protocole: expérience d'hybridation en animalerie

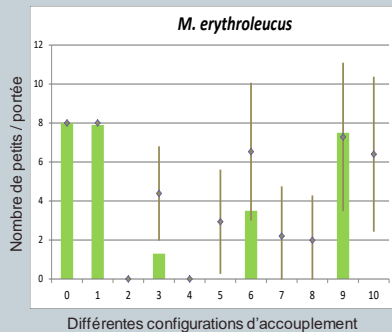


Reproduction simulée du protocole



Confrontation possible des résultats du protocole simulé aux données acquises sur le terrain

Nombre de petits par portée en fonction du type de couple: cas des *M. erythroleucus*



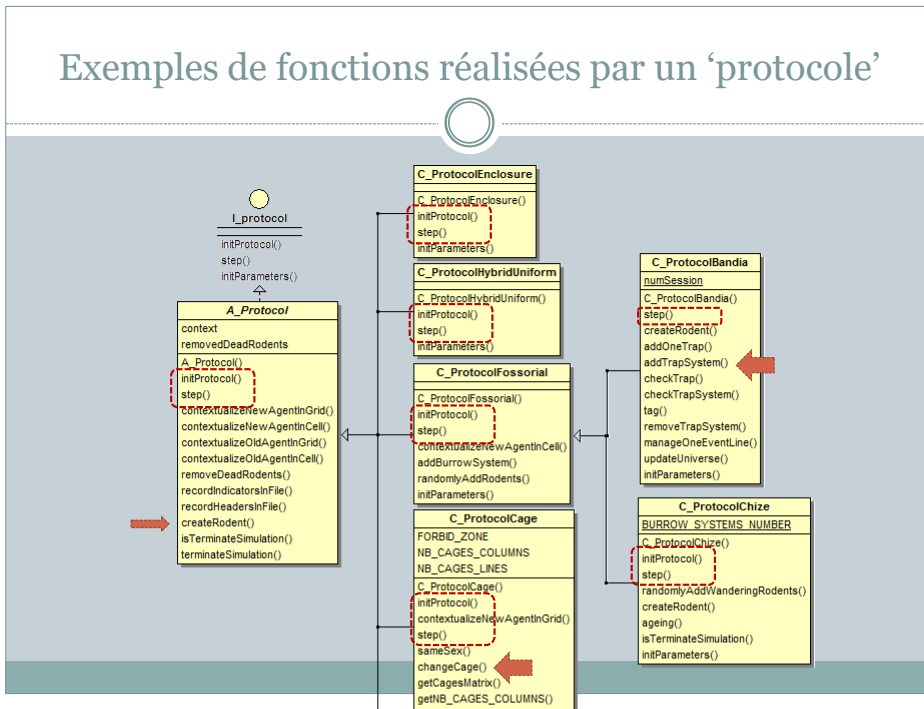
- 0 = ♂ eryt x ♀ eryt
- 1 = ♂ eryt x ♀ nata
- 2 = ♂ hyb1 x ♀ hyb1
- 3 = ♂ eryt x ♀ hyb1
- 4 = ♂ hyb1 x ♀ eryt
- 5 = ♂ hyb3 x ♀ hyb3
- 6 = ♂ eryt x ♀ hyb3
- 7 = ♂ hyb3 x ♀ eryt
- 8 = ♂ hyb6 x ♀ hyb6
- 9 = ♂ eryt x ♀ hyb6
- 10 = ♂ hyb6 x ♀ eryt

Légende:

- Valeurs observées disponibles
- ◆ Moyenne des valeurs simulées
- ▮ Erreur standard des valeurs simulées

Utile, et nécessaire à la calibration du modèle

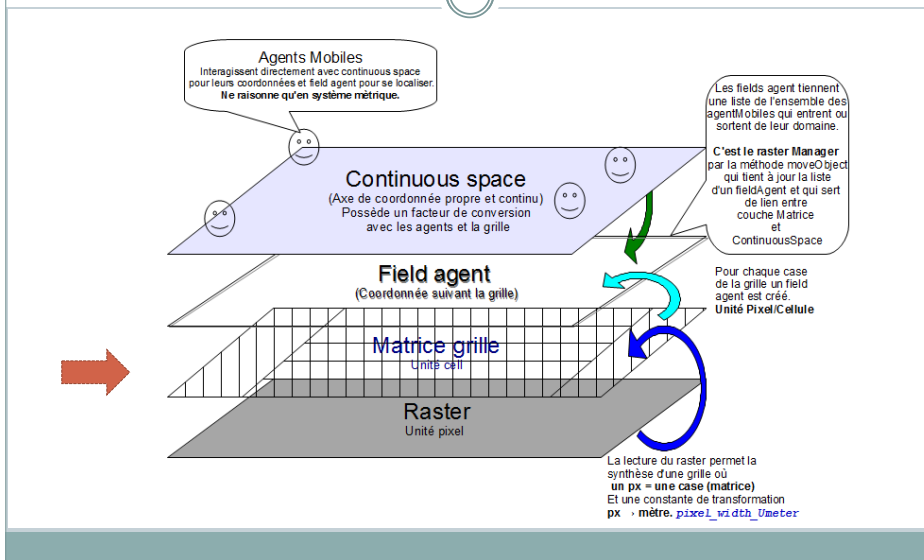
Exemples de fonctions réalisées par un 'protocole'



Espace



1) Le gestionnaire d'espace représente l'environnement comme une grille discrète; les agents se déplacent et se perçoivent sur un plan continu



Paysage agricole



original



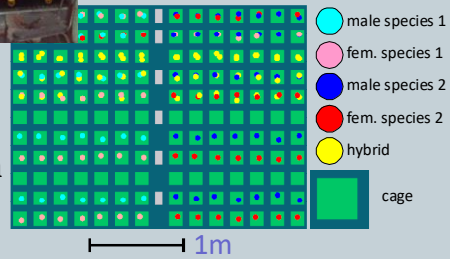
Animalerie



original



simulation



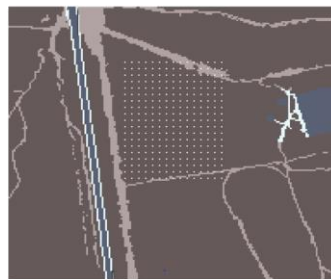
Aurore Comte et coll., 2012

Site pilote de capture-marquage-recapture

original

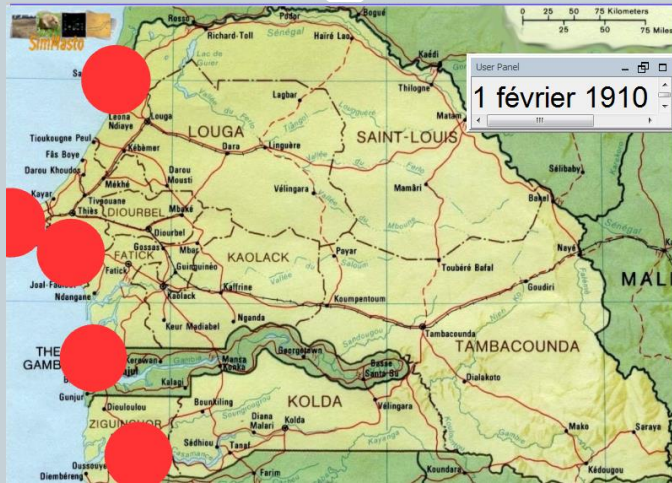


simulation



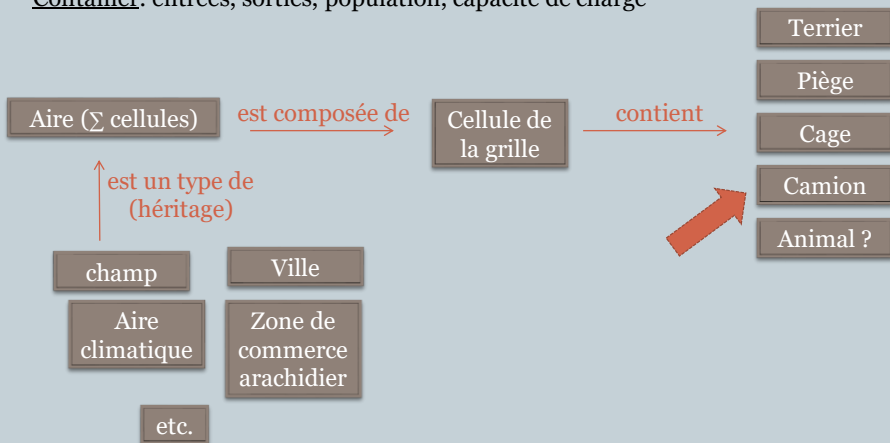
El Hadji Malick Diakhate et coll., 2013

Le gestionnaire d'espace traite aussi les déplacements sur un réseau (graphe)
exemple: colonisation du rat noir au Sénégal



Supports physiques: notion de container

Container: entrées, sorties, population, capacité de charge



Structures de données d'entrée



Saisie « naturelle » sur tableur d'événements gérés par le simulateur: approche générique multi-protocoles

• Ex.: transport Rattus

| | A | B | C | D | E | F |
|----|------------|----|----|-------|-----------|--------|
| | DATE EVENT | X | Y | EVENT | VALUE1 | VALUE2 |
| 1 | | | | | | |
| 2 | 02/01/1910 | 1 | 35 | rail | | |
| 3 | 02/01/1910 | 2 | 35 | rail | | |
| 4 | 02/01/1910 | 3 | 35 | rail | | |
| 5 | 02/01/1910 | 4 | 34 | rail | | |
| 6 | 02/01/1910 | 5 | 35 | rail | | |
| 7 | 02/01/1910 | 6 | 35 | rail | | |
| 8 | 02/01/1910 | 7 | 35 | rail | | |
| 9 | 02/01/1910 | 8 | 35 | rail | | |
| 10 | 02/01/1910 | 9 | 35 | rail | | |
| 11 | 02/01/1910 | 9 | 36 | rail | | |
| 12 | 02/01/1910 | 9 | 37 | rail | | |
| 13 | 02/01/1910 | 9 | 35 | rail | | |
| 14 | 02/01/1910 | 10 | 38 | river | Casamance | |
| 15 | 02/01/1910 | 10 | 3 | river | Casamance | |
| 16 | 02/01/1910 | 11 | 4 | river | | |
| 17 | 02/01/1910 | 11 | 35 | rail | | |
| 18 | 02/01/1910 | 11 | 38 | rail | Casamance | |
| 19 | 02/01/1910 | 11 | 39 | river | | |
| 20 | 02/01/1910 | 12 | 34 | rail | | |
| 21 | 02/01/1910 | 12 | 39 | rail | Casamance | |
| 22 | 02/01/1910 | 12 | 40 | river | Casamance | |

• Ex.: CMR réserve Bandia

| | A | B | C | D | E | F |
|----|------------|---|---|------------|--------|--------|
| | DATE EVENT | X | Y | EVENT | VALUE1 | VALUE2 |
| 1 | | | | | | |
| 2 | 16/12/2008 | | | addTrap | | |
| 3 | 17/12/2008 | | | checkTrap | | |
| 4 | 18/12/2008 | | | checkTrap | | |
| 5 | 19/12/2008 | | | checkTrap | | |
| 6 | 20/12/2008 | | | checkTrap | | |
| 7 | 21/12/2008 | | | removeTrap | | |
| 8 | 01/02/2009 | | | rain | | |
| 9 | 16/03/2009 | | | | 12.6 | |
| 10 | 17/03/2009 | | | addTrap | | |
| 11 | 18/03/2009 | | | checkTrap | | |
| 12 | 19/03/2009 | | | checkTrap | | |
| 13 | 20/03/2009 | | | checkTrap | | |
| 14 | 21/03/2009 | | | checkTrap | | |
| 15 | 01/06/2009 | | | removeTrap | | |
| 16 | 18/06/2009 | | | rain | | |
| 17 | 17/06/2009 | | | | | |
| 18 | 18/06/2009 | | | addTrap | | |
| 19 | 19/06/2009 | | | checkTrap | | |
| 20 | 20/06/2009 | | | checkTrap | | |
| 21 | 21/06/2009 | | | checkTrap | | |
| 22 | 01/07/2009 | | | checkTrap | | |
| 23 | 01/06/2009 | | | checkTrap | | |
| 24 | 01/09/2009 | | | removeTrap | | |
| 25 | | | | rain | | |
| 26 | | | | | 5.8 | |

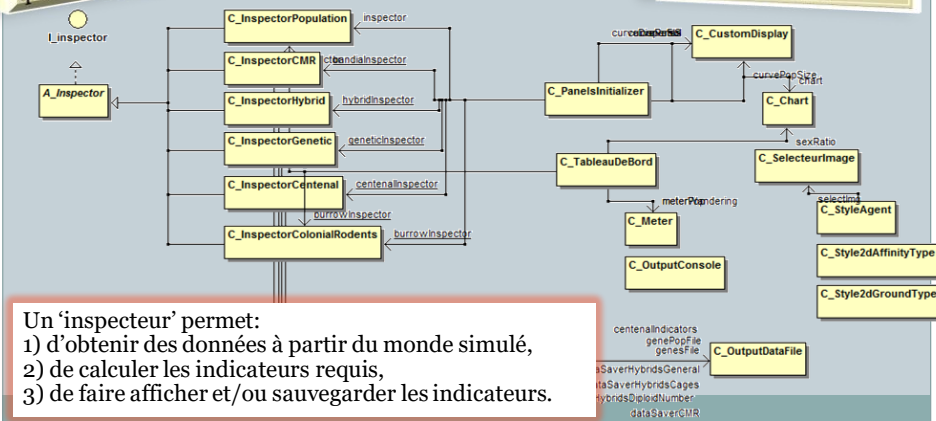
Observation du système (notion de système épiphyte)



Synthèse des catégories liées à l'observation et à la restitution

Une batterie d'observateurs est utilisable au sein d'un protocole simulé quelconque

Divers représentations graphiques et formats de sauvegarde peuvent être mis en œuvre

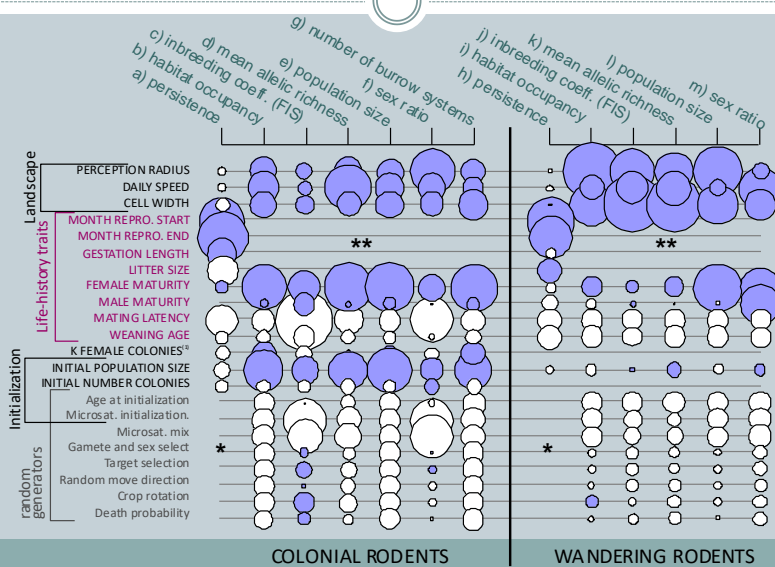


Un 'inspecteur' permet:
1) d'obtenir des données à partir du monde simulé,
2) de calculer les indicateurs requis,
3) de faire afficher et/ou sauvegarder les indicateurs.

Suivi combiné de divers indicateurs d'intérêt lors des simulations



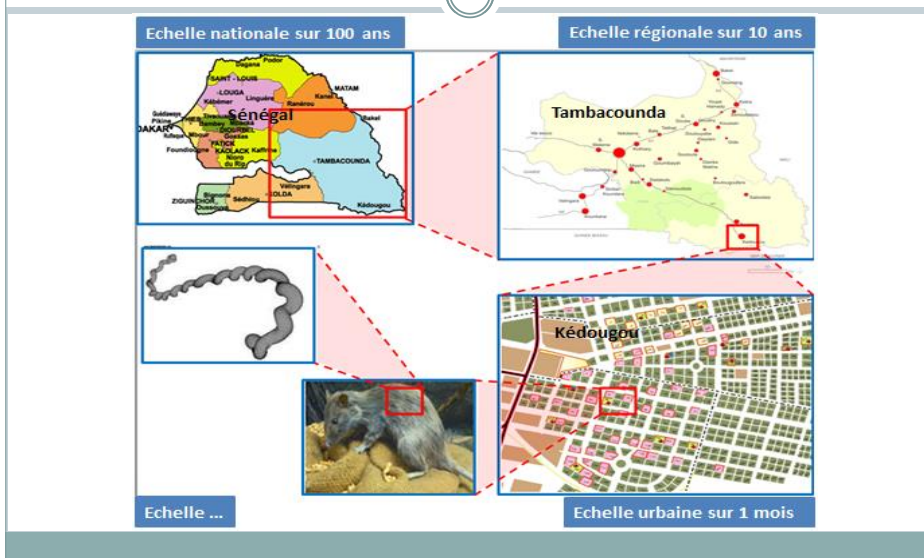
Stockage 'à façon' des sorties de simulation ex: sensibilité de divers indicateurs (colonnes) à divers facteurs (lignes)



Quelques perspectives et conclusions



Perspectives: simulation multi-échelles



Perspectives simulation multi-échelles

Démarrage:
simulation
colonisation
Mus musculus
à Dodel



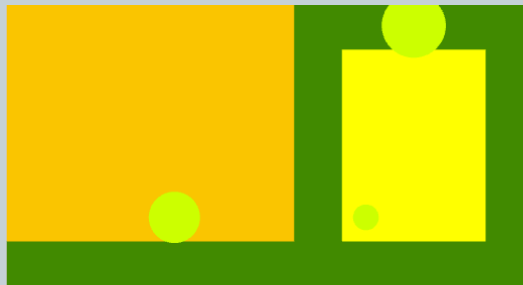
! junk

Simulations entièrement répétables

Permet d'étudier les
comportements
singuliers
*Ex: effet d'une
interaction sur le
déplacement*

FAUX EXEMPLE

**POIDS DE LA
CONTINGENCE
DANS LA
DYNAMIQUE DES
POPULATIONS**



Conclusion 1

1. Obtention de mondes complexes dont les tenants et aboutissants ne sont pas aisés à appréhender (cf. faux exemple) -> validation de l'approche.

Rappel :



La complexité du monde simulé est un simulacre* de la complexité du monde réel.

* la simplification de sa complexité est de l'ordre de la simplification combinée des éléments qui y ont été placés vis-à-vis de la réalité.

2. Autrement dit: l'outil permet bien de représenter l'effet de la diversité (attributs, réponses, stimulations, environnements) et le poids de la contingence sur les dynamiques spatiales et temporelles.

3. Autrement dit: c'est cool :)

Conclusion 2

- Obtention de mondes complexes où les dimensions disciplinaires commencent à être enchevêtrées et concomitantes.
- Approche permet de discerner l'intérêt de la combinaison de disciplines ?

- L'outil va être maintenant simplifié (parcimonie, robustesse),
- On espère qu'il continuera à être utile pour de nouvelles études de cas,
- L'histoire commence 😊

Merci de votre attention.

