

Quelques exemples d'utilisation de la Génétique des populations sur des populations de rongeurs en Afrique...

Génétique des populations et invasion:

le cas de *Rattus rattus* au Sénégal



# Invasion de *Rattus rattus* au Sénégal

## Contexte global: les espèces invasives

### Quelques définitions

Elton 1958	espèce explosant démographiquement dans un pays différent de son pays d'origine, principalement transportée par l'homme, avec de graves impacts écologiques.
Williamson 1996	espèce qui augmente son aire de répartition.
Mooney & Hobbs 2000	espèce qui réussit à s'installer dans un nouvel environnement et y devient agressive, entraînant des pertes de biodiversité ou en modifiant le fonctionnement des écosystèmes.
Richardson et al. 2000	espèce (i) présente dans un nouvel environnement grâce à l'action humaine, (ii) qui s'y reproduit et y maintient une population viable sans intervention humaine, (iii) qui s'y étend spatialement, souvent grâce à une augmentation démographique, et (iv) qui n'a pas nécessairement d'impact important sur le fonctionnement des écosystèmes.
Davis & Thompson 2000	espèce, native ou introduite, qui colonise un nouvel environnement et y a un large impact.
Colautti & MacIsaac 2004	espèce transportée dans une nouvelle région par un vecteur et qui s'y établit, s'y étend et y devient démographiquement dominante.
Falk-Petersen et al. 2006	espèce présente en-dehors de son aire de distribution passée et hors de portée de ses capacités de dispersion, transportée par l'homme dans une nouvelle aire, où elle s'établit et s'étend dans l'espace.
<i>Définition « CBGP »</i>	<i>population qui (i) s'étend dans un écosystème précédemment inoccupé par l'espèce, (ii) devient abondante dans l'écosystème receveur, et (iii) a un impact fonctionnel important sur l'écosystème receveur.</i>

# Invasion de *Rattus rattus* au Sénégal

---

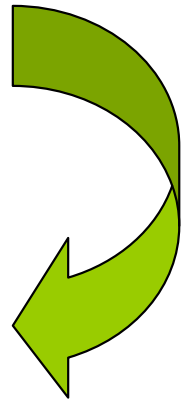
## Contexte global: les espèces invasives

Dans les 100 pires espèces envahissantes

(<http://www.issg.org/database/>): microorganismes, champignons, plantes, insectes, mollusques, amphibiens, poissons, oiseaux, reptiles, **mammifères**



*Rattus rattus*



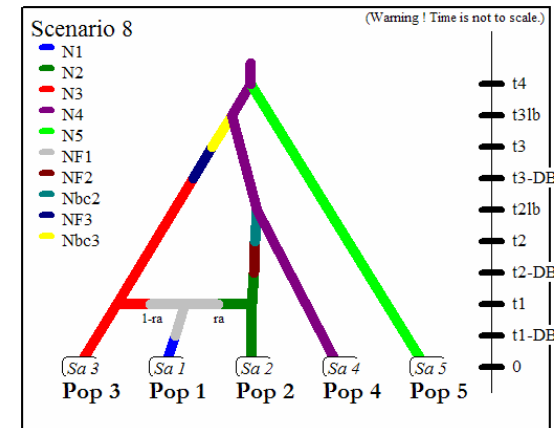
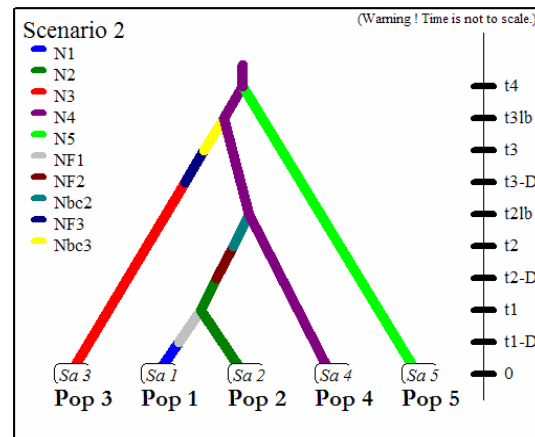
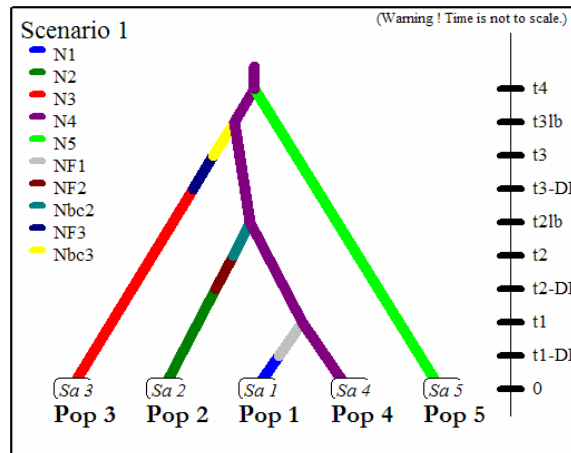
## Contexte global: les espèces invasives

### Enjeux scientifiques et appliqués

- Événements "naturels" depuis "toujours" → Forte augmentation du nombre d'invasions (activité humaine, réchauffement climatique)
- Impacts écologiques et socio-économiques majeurs → gestion des populations
- Processus évolutifs "en direct" et "in natura"
- Méconnaissance des mécanismes évolutifs impliqués
  - reconstitution des routes d'invasions
  - dynamique d'expansion spatiale
  - facteurs instrumentaux / déclencheurs des invasions

## Problématique

Comment peut-on reconstituer les routes d'invasions?



Modèles d'évolution populationnelle + Données génétiques et historiques

Prise en compte de la dimension spatiale des processus

→ Approches d'Inférences Statistiques Bayésiennes

➤ Méthodes basée sur un calcul de vraisemblance

➤ Evènements démo-évolutifs complexes → Méthodes « vraisemblance - free » = **ABC (Approximate Bayesian Computation)**

# Invasion du Sénégal par *Rattus rattus*

## Approche ABC

Comparaison de différents scénarios, logiciel DIY ABC (Cornuet et al. 2008):  
coestimation de probabilités relatives a posteriori pour chaque scénario.

Etape 1: simulation de jeux de données génétiques (distributions a priori des paramètres)

scenario 1 =  $10^6$  iterations

COALESCENCE ...

scenario 8 =  $10^6$  iterations

→  $8 \times 10^6$  distances euclidiennes (OBSERVEES vs SIMULEES)

Etape 2: trie des distances euclidiennes: considérer les  $n_s$  « meilleurs » (i.e. plus petites) distances Euclidiennes (e.g.  $n_s = 100$  or  $500$ )

→ Probas relatives a posteriori pour chaque scénario  $s$  = Proportion de distances Euclidiennes pour chaque scénario  $s$  dans ces  $n_s$  « meilleurs » distances

## Approche ABC

Coestimation de la distribution à posteriori des paramètres d'intérêt ( $N_e$ ,  $T$ ,  $R$ ) **SOUS UN SCENARIO DONNE**

Etape 1: simulation de jeux de données génétiques sous un scénario (prior) =  $10^6$  itérations

→  $10^6$  [valeurs de paramètres x résumés statistiques x distance Euclidienne]

**COALESCENCE**

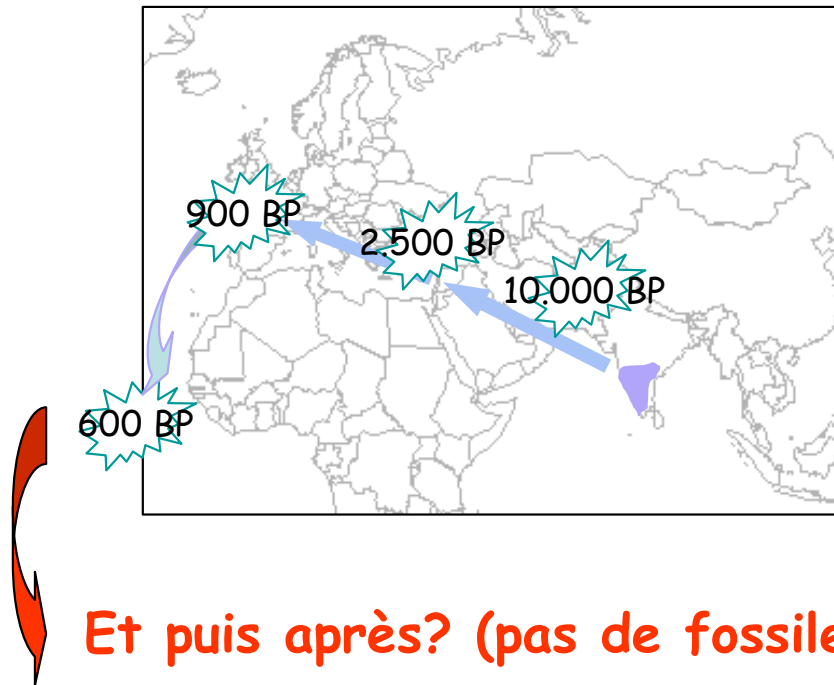
Etape 2: régression linéaire locale pondérée sur les 10000 « meilleurs » simulations = celles avec les distances Euclidiennes les plus petites

→ correction des valeurs de paramètres acceptées



## Problématique

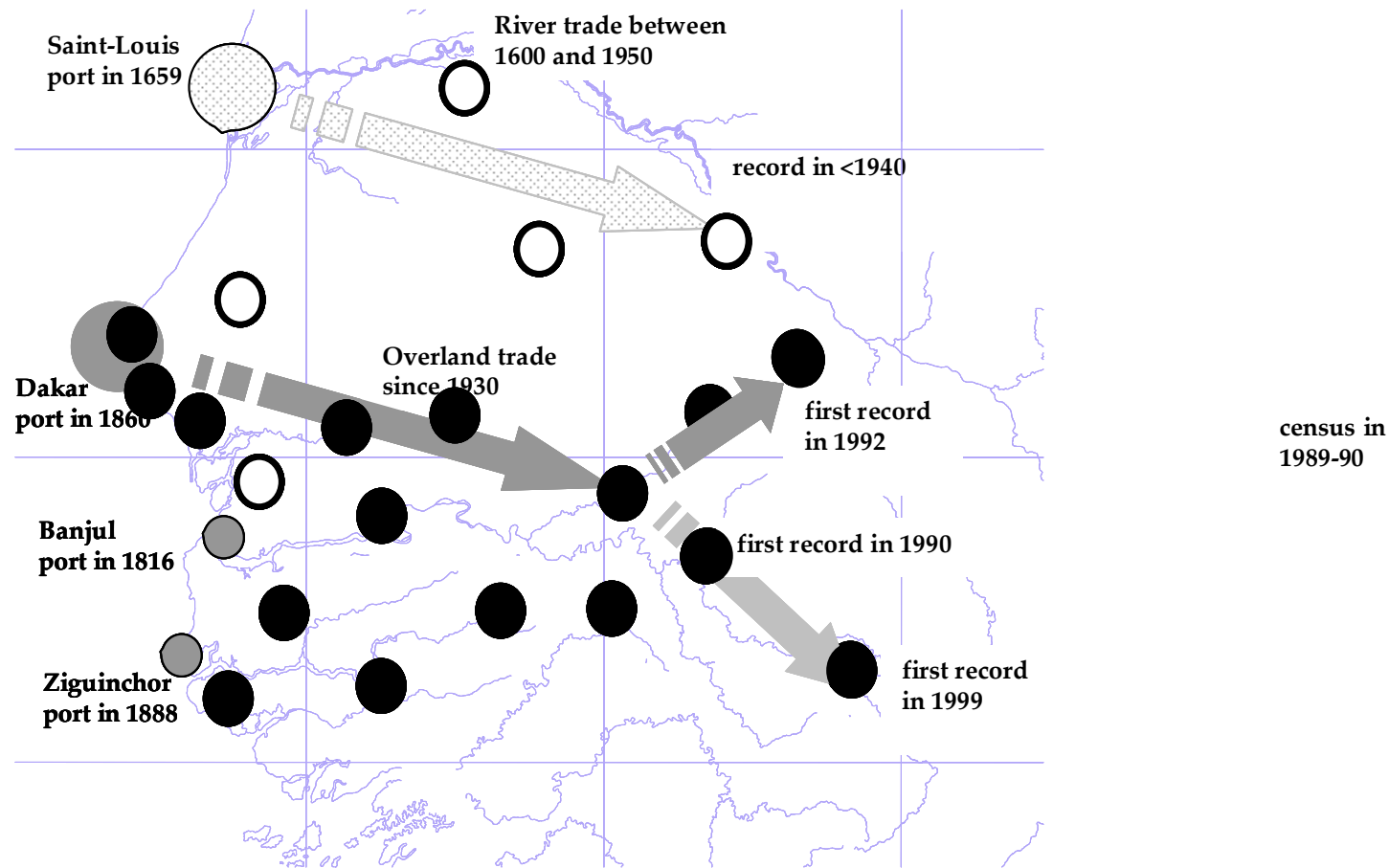
Arrivée de *R. rattus* en Afrique au XV<sup>e</sup> siècle



Objectif: décrire les routes d'invasion de l'espèce au Sénégal avec des outils génétiques

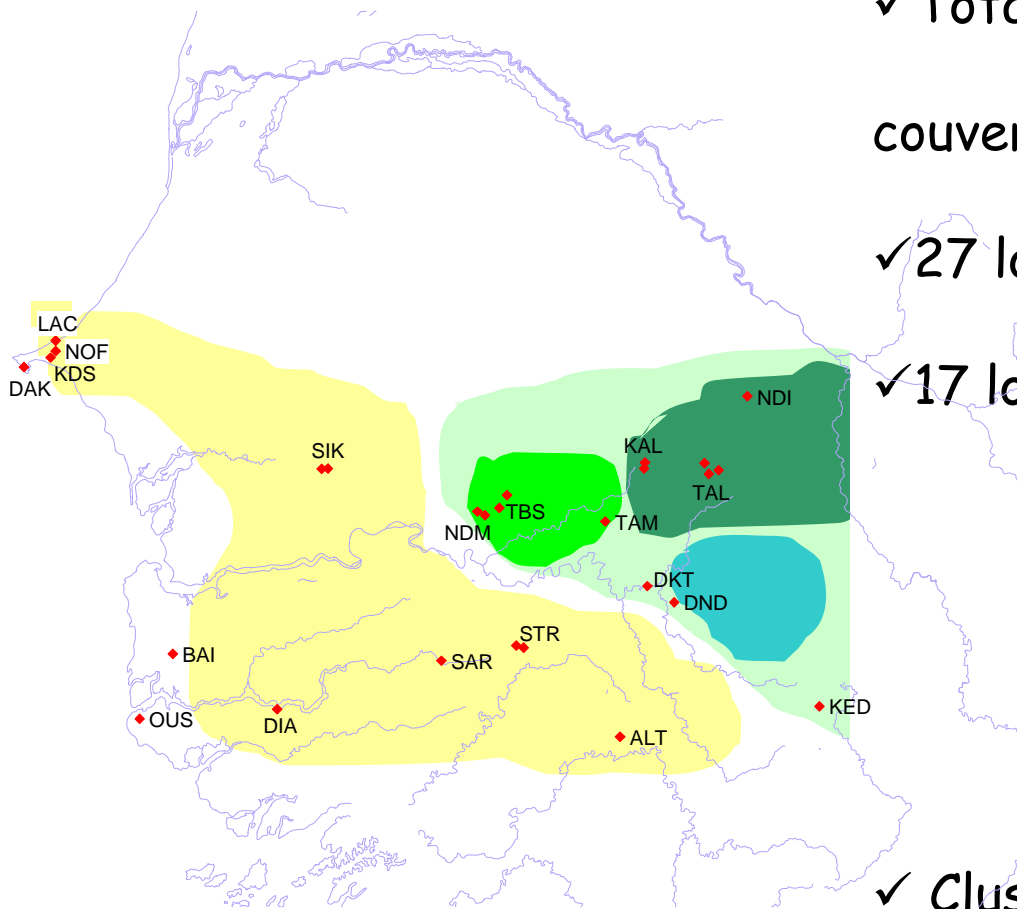


## Données historiques au Sénégal



# Invasion du Sénégal par *Rattus rattus*

## Données génétiques



✓ Totalité de l'aire de distrib. au Sénégal  
couverte

✓ 27 localités, 313 individus

✓ 17 locus microsats : 3 retirés pour allèles nul

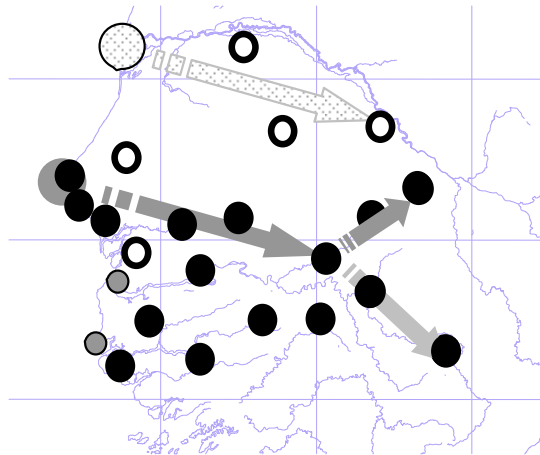
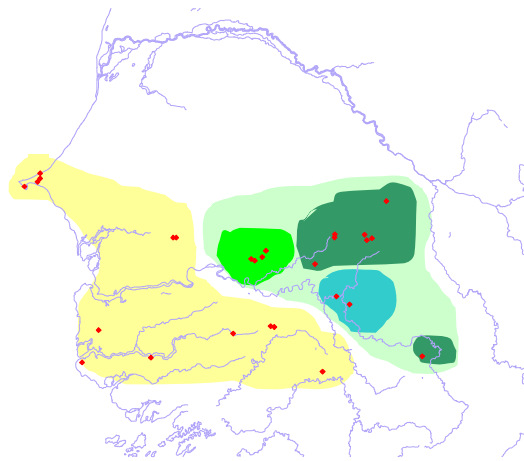
Nombre d'allèles/locus: 6-19

Richesse allélique/localité: 1.86-4.71

$H_E$ /localité: 0.32-0.76

✓ Clustering: approche bayésienne

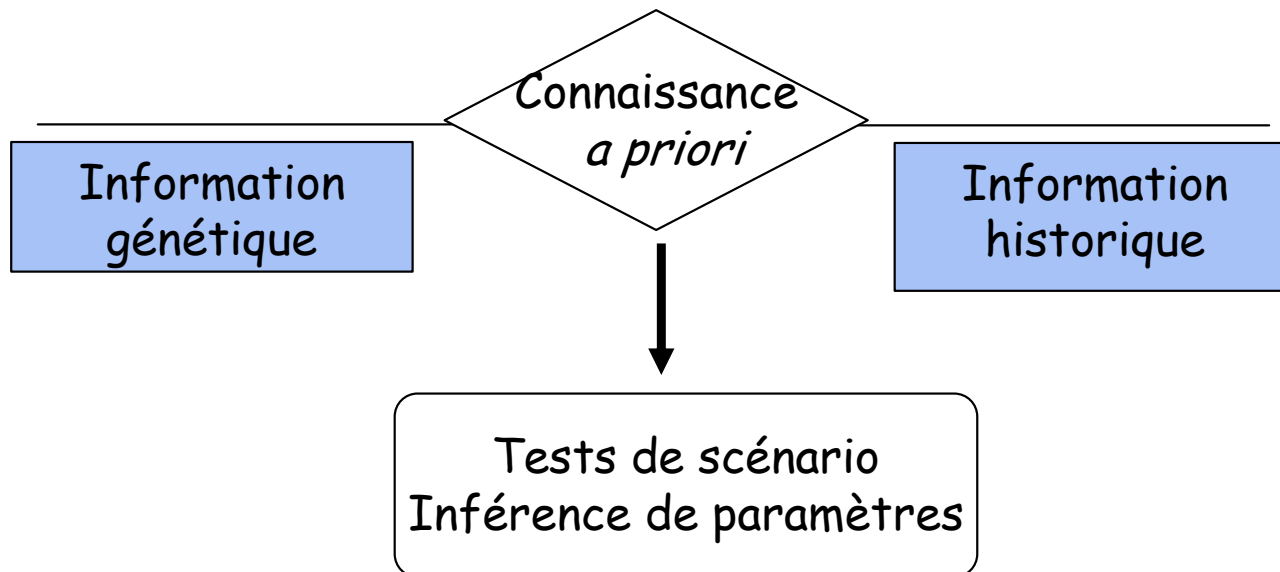
# Invasion du Sénégal par *Rattus rattus*



2 questions principales:

(1) Est-ce que la structure génétique Est-Ouest correspond à 2 introductions indépendantes?

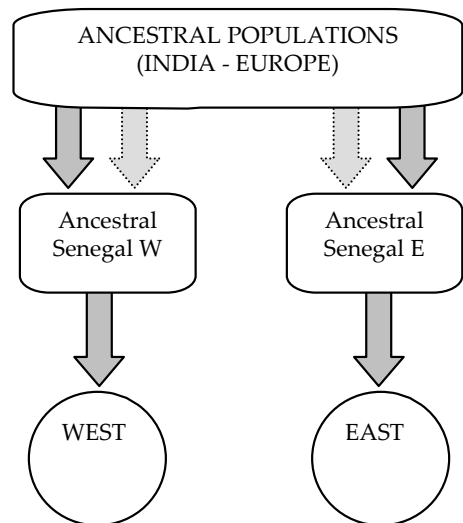
(2) Origine des 3 clusters mineurs (CENTRE, PNNK and KED): colonisations indépendantes ou successives?



# Invasion du Sénégal par *Rattus rattus*

## Approche ABC appliquée à *R. rattus*

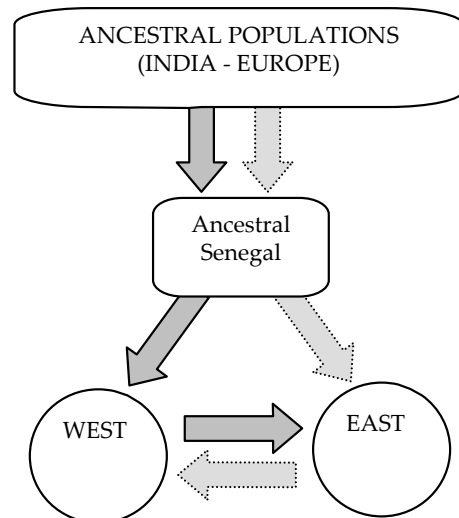
Test de différents scénarios, par exemple pour la question 1...



*Independent introductions in two different localities in Senegal, giving birth to WEST and EAST respectively*

Scenario 1: multiple introductions in WEST and EAST respectively

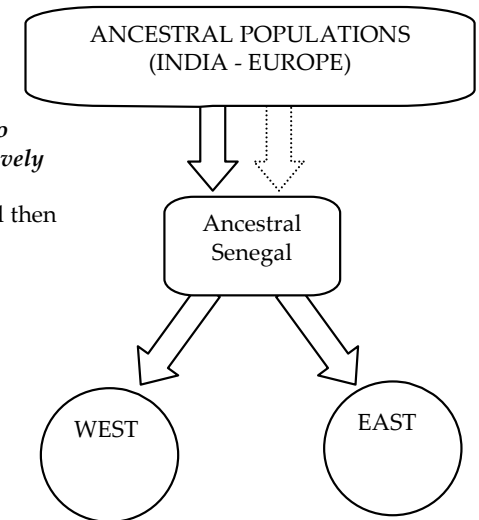
Scenario 2: unique introduction in WEST and EAST respectively



*Introductions in one locality in Senegal (Ancestral Senegal), then two different colonization routes giving birth to WEST and EAST respectively*

Scenario 3: multiple introductions in Ancestral Senegal, and then two independent routes into WEST and EAST respectively

Scenario 4: like scenario 5 but with unique introduction in Ancestral Senegal



*Introduction(s) in one locality in Senegal (Ancestral Senegal), then a serial introduction into Senegal*

Scenario 5: multiple introductions in Ancestral Senegal, then introduction into WEST, and then from WEST to EAST

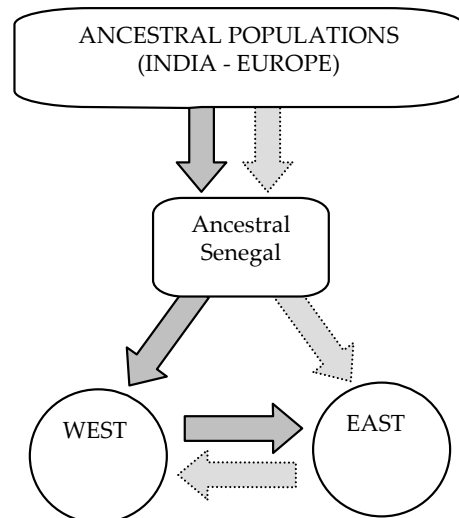
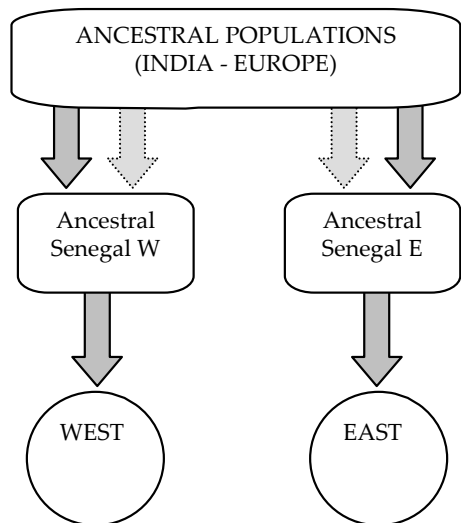
Scenario 6: like scenario 5 but with unique introduction in Ancestral Senegal

Scenario 7 to 8: Idem scenarios 5 to 6, but with a serial introduction from EAST to WEST

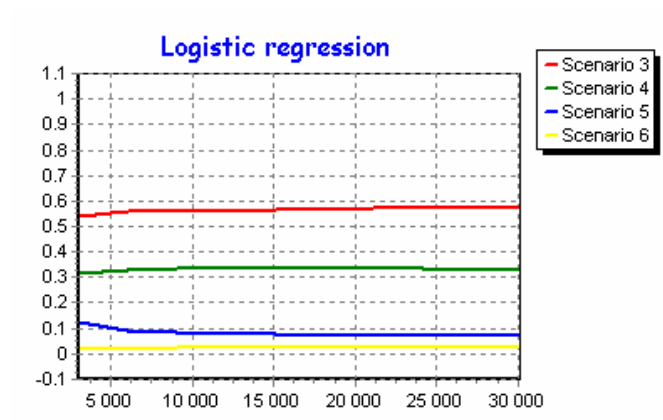
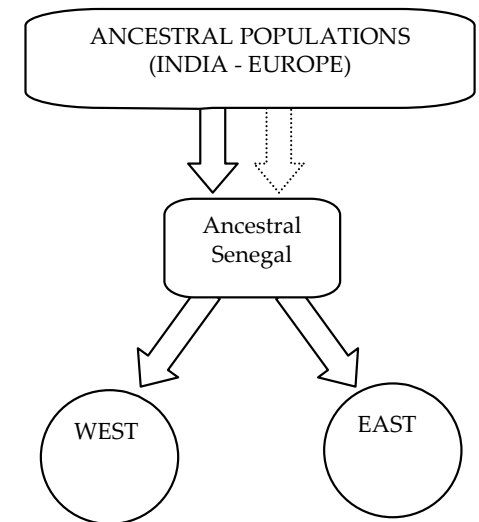
# Invasion du Sénégal par *Rattus rattus*

## Approche ABC appliquée à *R. rattus*

Le scénario gagnant est...



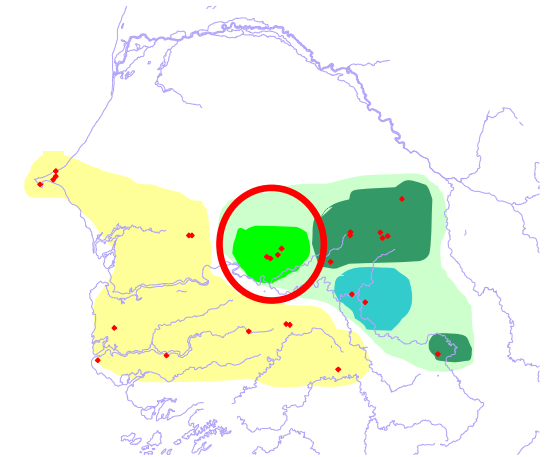
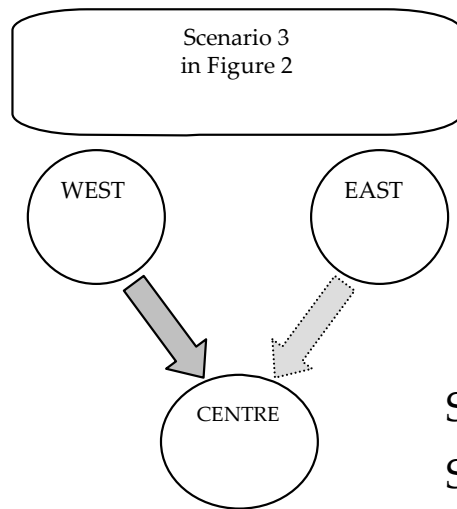
**Scenario 3: multiple introductions in Ancestral Senegal, and then two independent routes into WEST and EAST respectively**



# Invasion du Sénégal par *Rattus rattus*

## Approche ABC appliquée à *R. rattus*

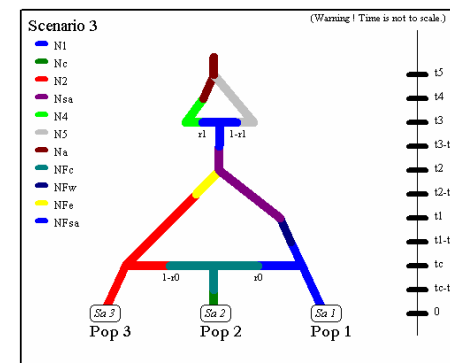
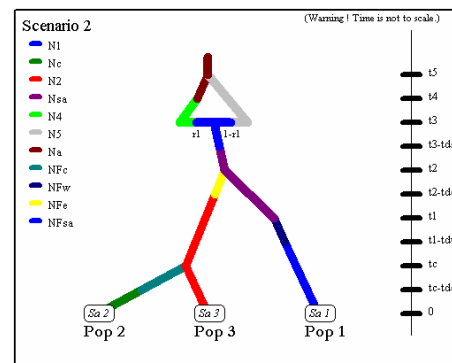
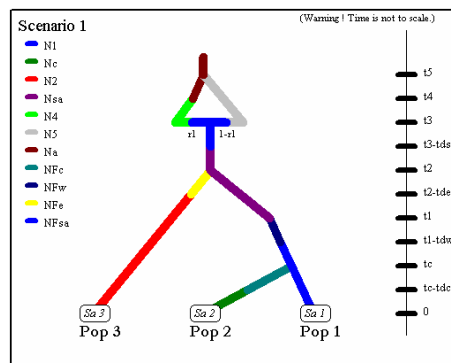
Même démarche pour question (2): origine d'un des clusters du centre:



Scenario 9: introduction from WEST alone

Scenario 10: introduction from EAST alone

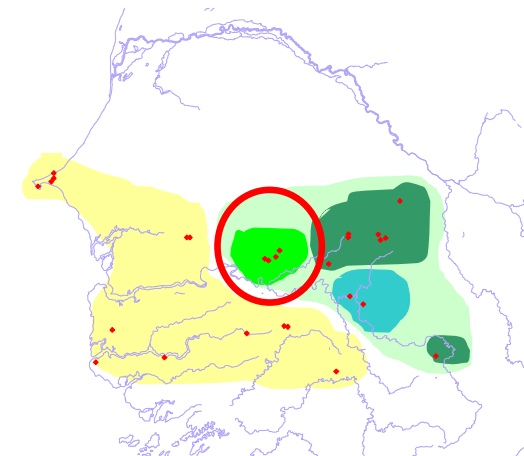
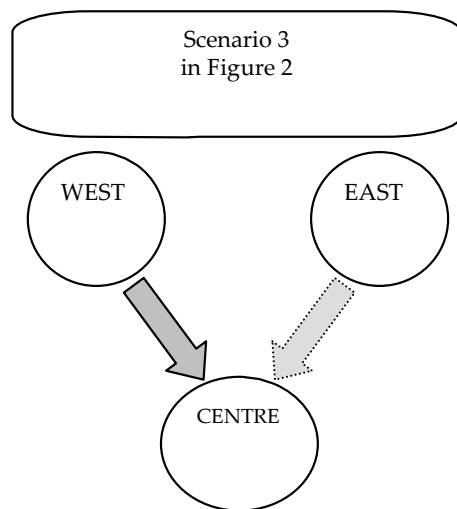
Scenario 11: introduction from both WEST and EAST



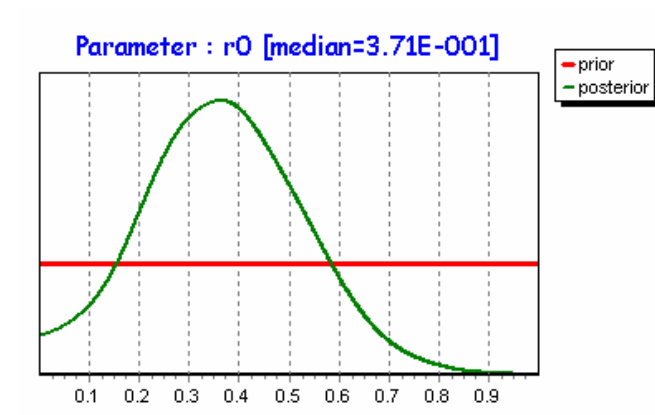
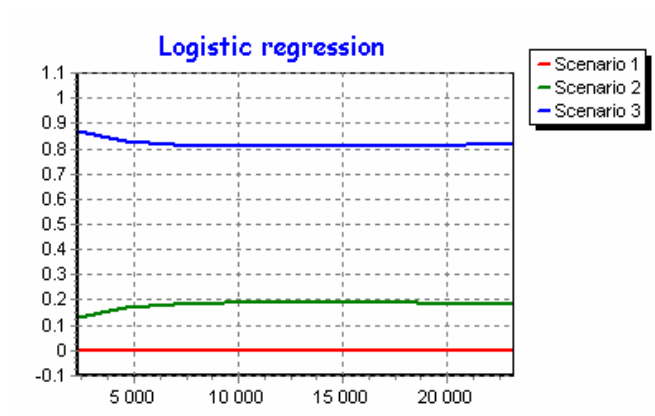
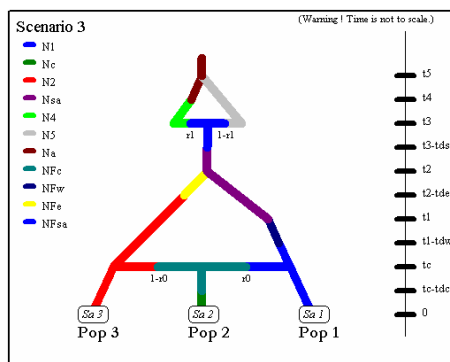
# Invasion du Sénégal par *Rattus rattus*

## Approche ABC appliquée à *R. rattus*

Et le gagnant est...



### Scenario 11: introduction from both WEST and EAST



## Conclusions

- ✓ Multiples introductions au Sénégal (pop/ sénégale ancestrale)
- ✓ Deux voies de colonisation vers l'intérieur du Sénégal
- ✓ Multiples introductions dans les localités (CENTRE, PNNK)
- ✓ Structure en mosaïque sur le front de colonisation



# Remerciements

Jean-François Cosson

Arnaud Estoup

Jean-Marc Duplantier

Charlotte Tollenaere

Aude Gilabert