



L'importance du rat noir dans le maintien de la peste à Madagascar: bilan de vingt ans de travaux pluridisciplinaires

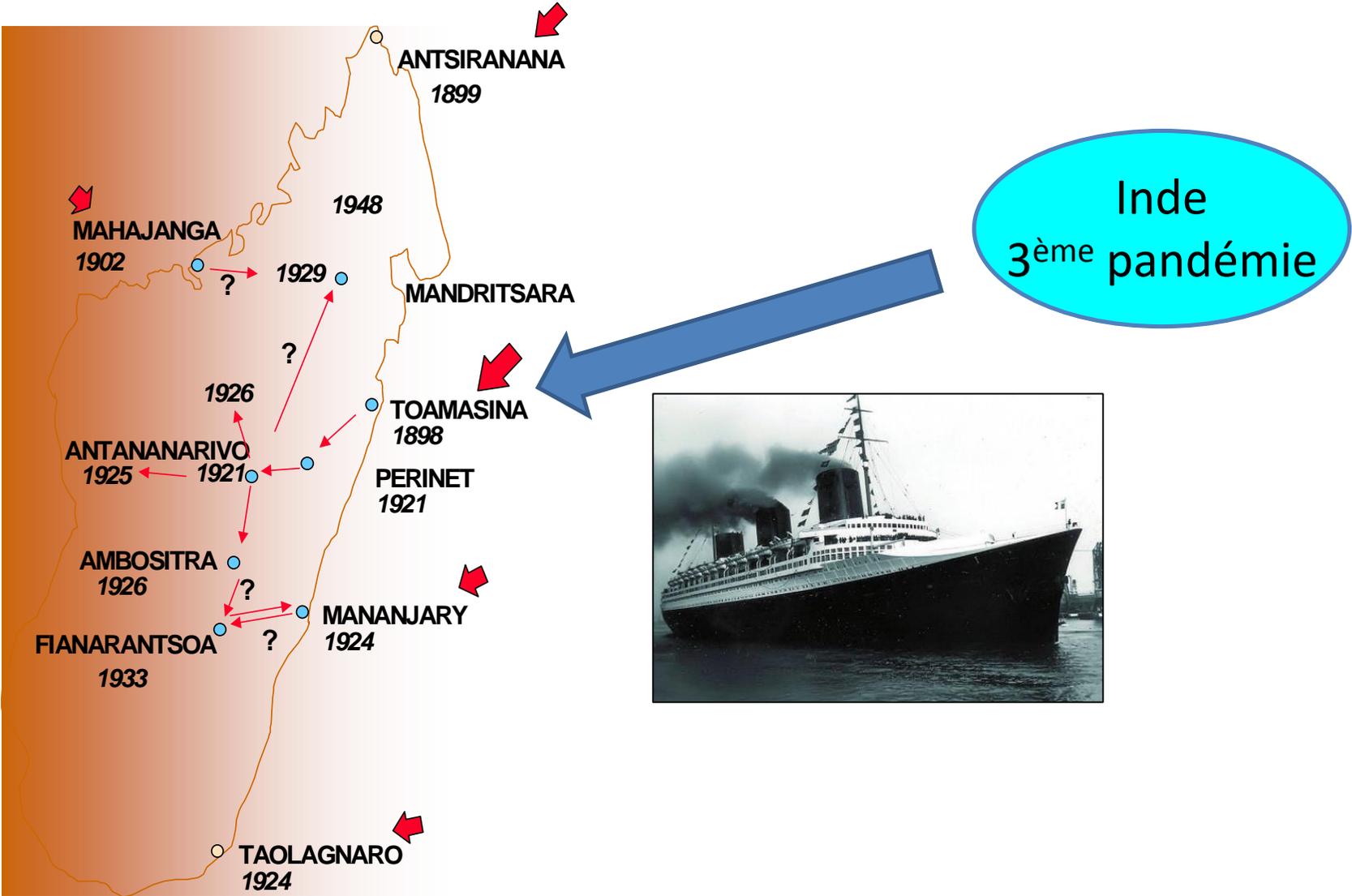
J.M. Duplantier,
C. Brouat & C. Tollenaere, *IRD, CBGP, Montpellier*

P. Handschumacher, *IRD, SESSTIM, Strasbourg*

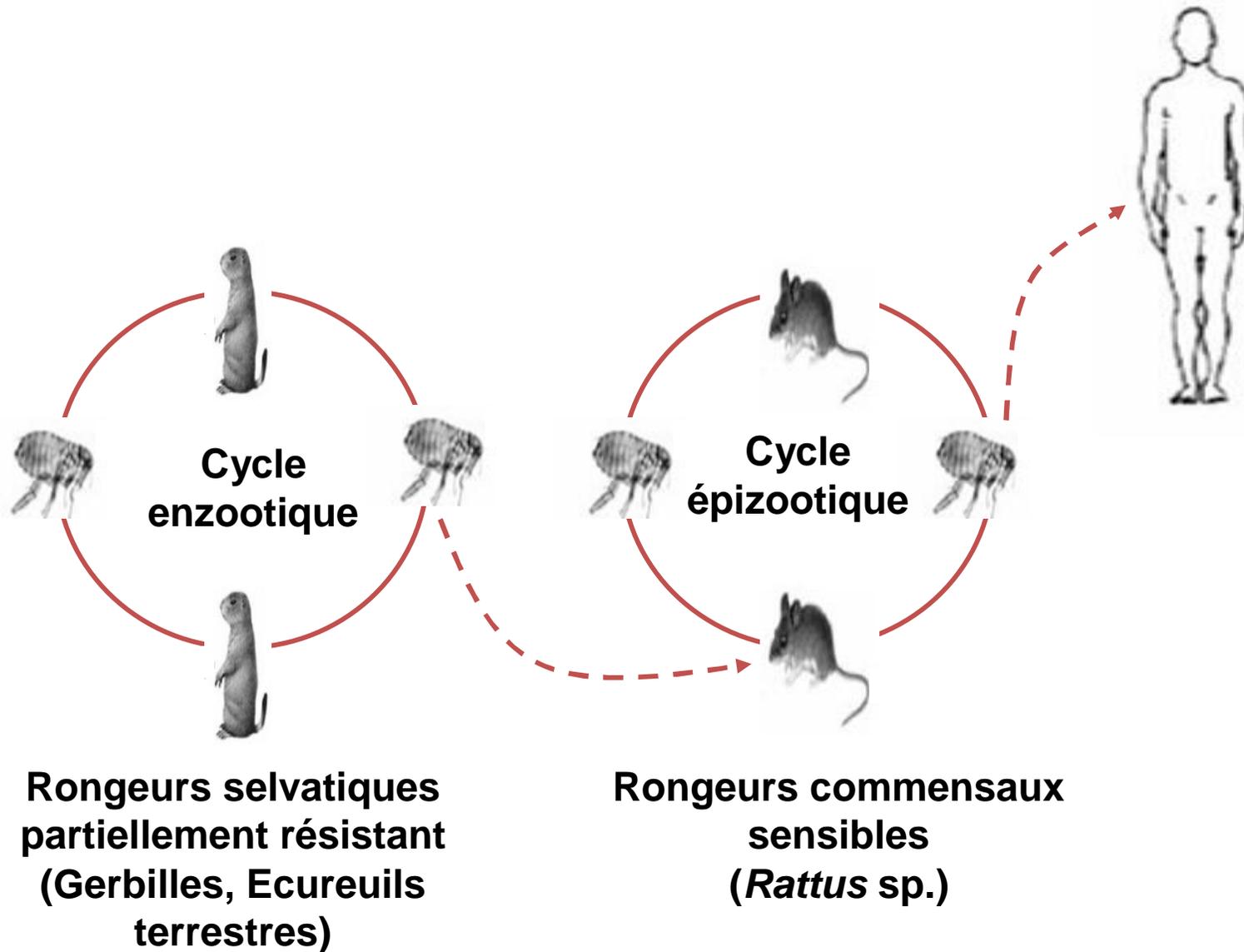
S. Chanteau, J.B. Duchemin, L. Rahalison, S. Rahelinirina & M. Rajerison,
Institut Pasteur de Madagascar



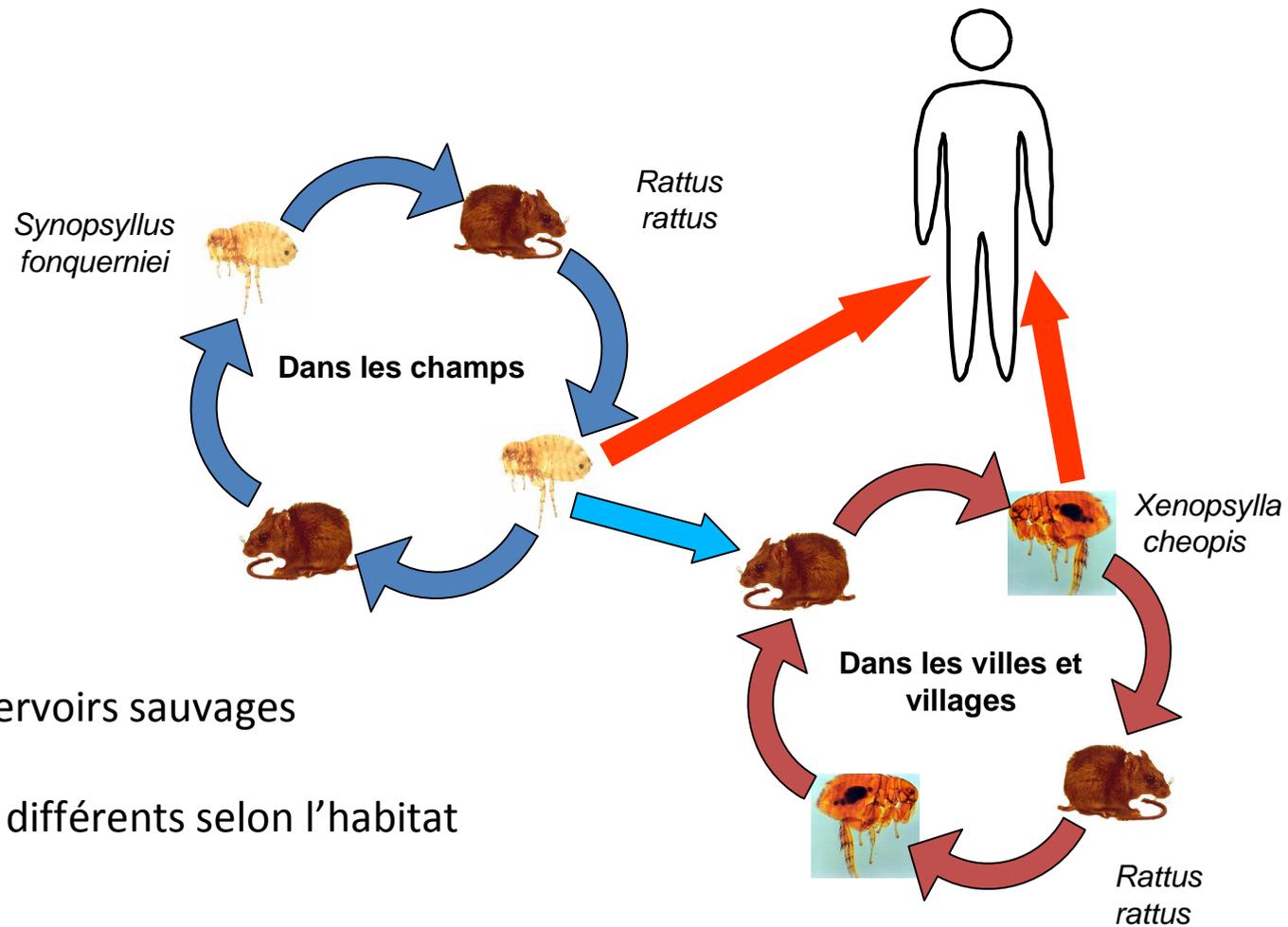
Historique de l'installation de la peste à Madagascar



Le cycle traditionnel de la peste



Les particularités du cycle de la peste à Madagascar



A Pas de réservoirs sauvages

B 2 vecteurs différents selon l'habitat





Répartition spatiale des puces

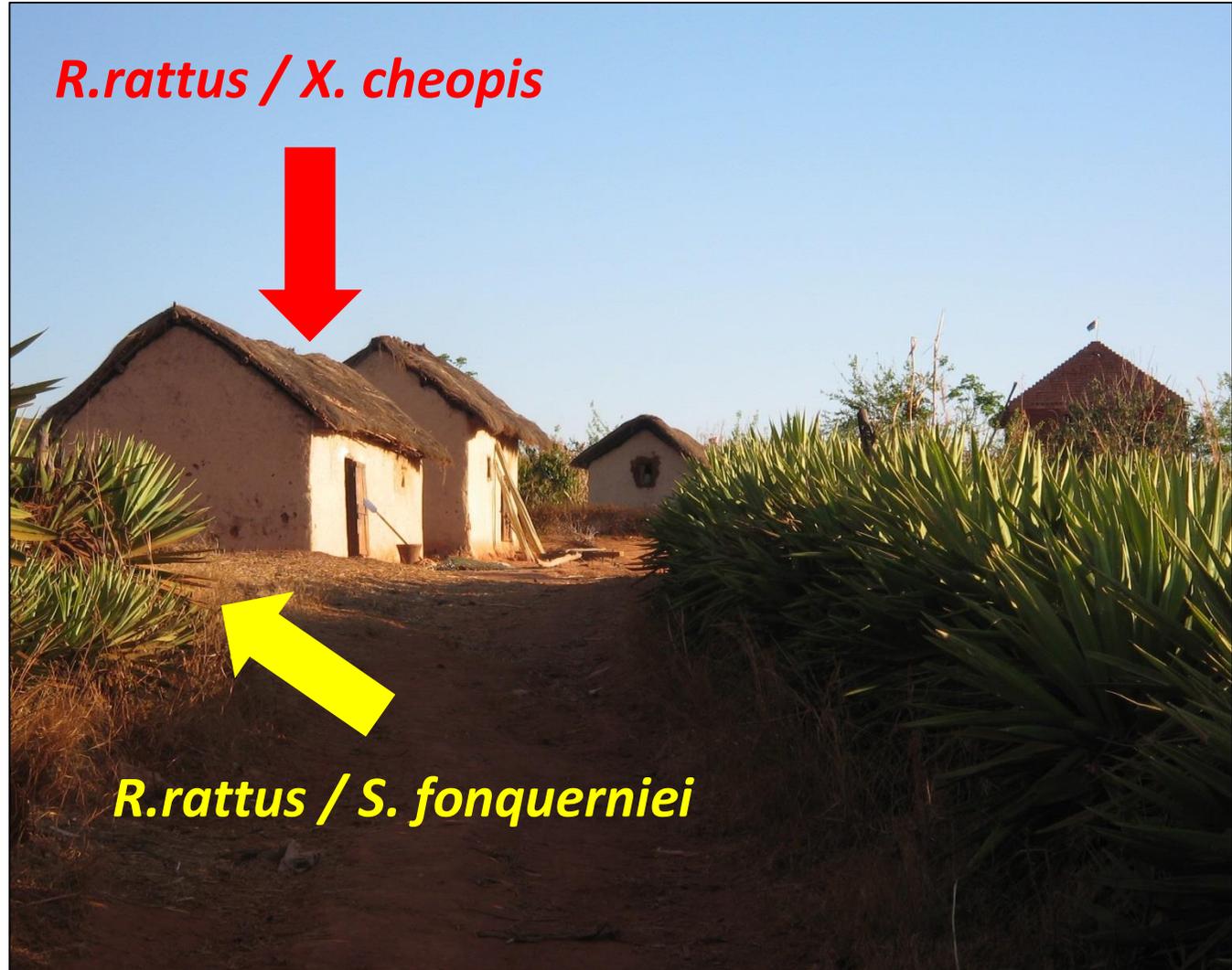
Maisons

R.rattus / X. cheopis



Haies de sisal

R.rattus / S. fonquerniei



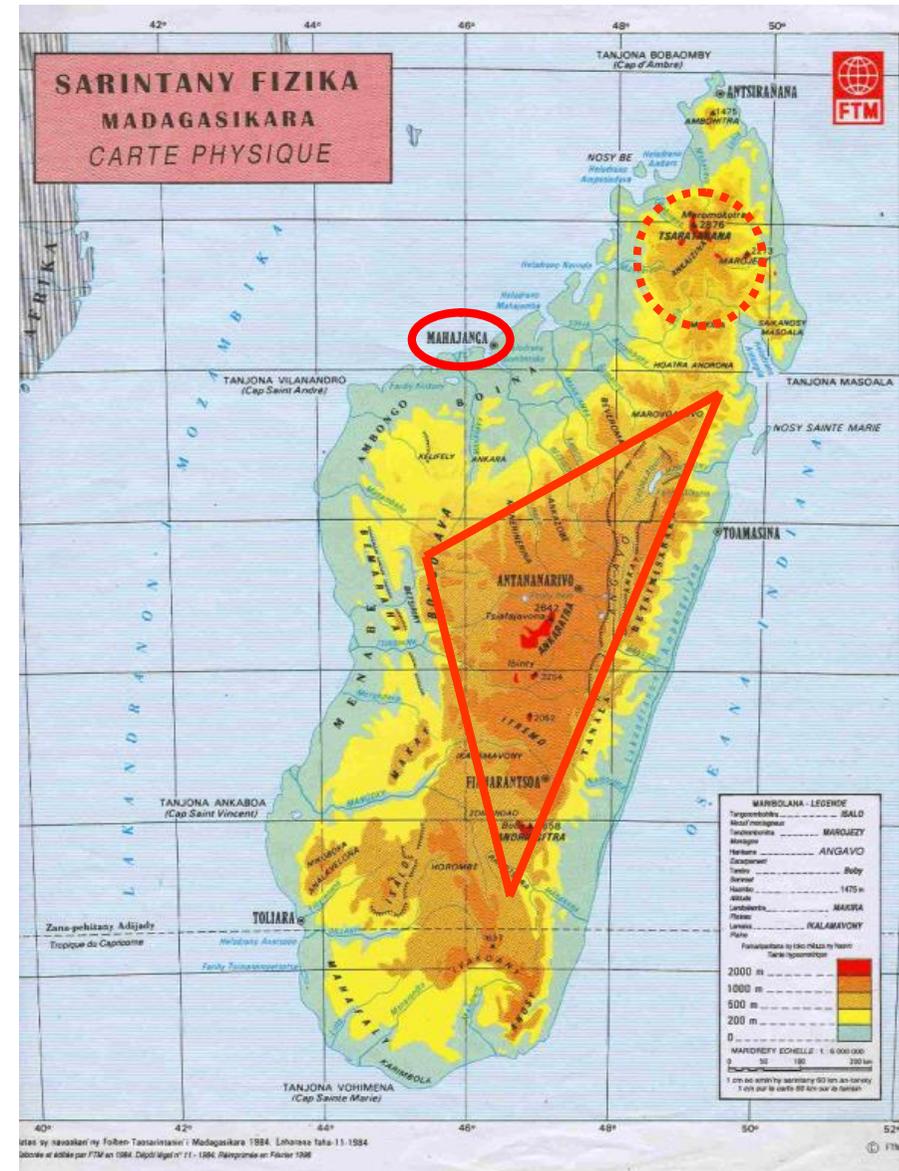
Distribution actuelle des rats, des puces et de la peste à Madagascar

Foyers de peste ■

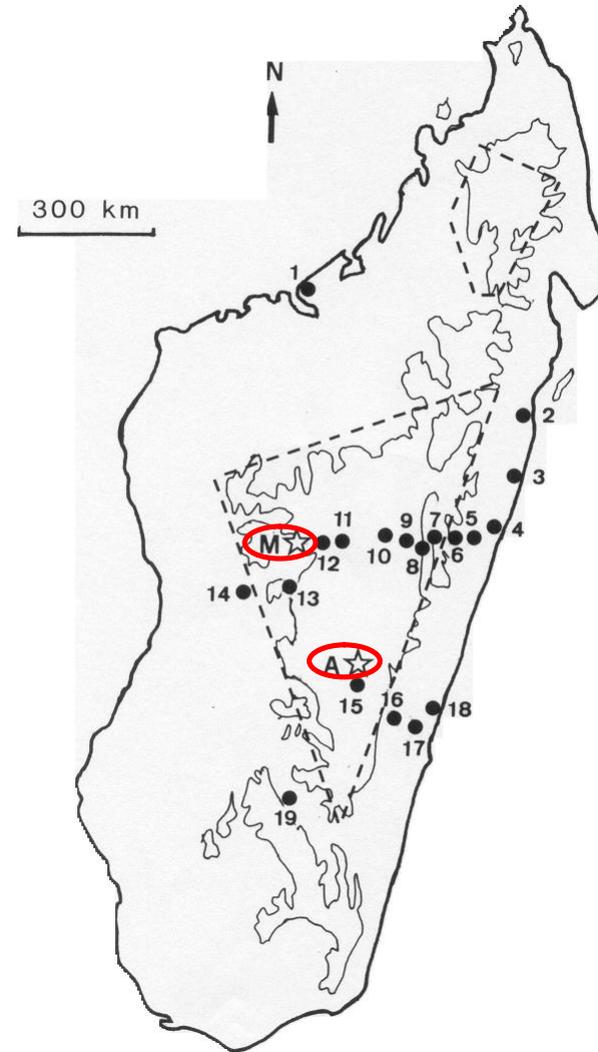
R. Rattus présent sur toute l'île (90-95 % des petits mammifères dans villages et champs)

X. cheopis présent sur les rats de maison dans toute l'île

S. fonquerniei > 600m



Combien d'espèces de « rats noirs » à Madagascar ?



- ★ 2 localités dans le foyer de peste:
Électrophorèse des protéines
Pas de différence entre ventre blancs et autres
- Caryotypes de 90 individuals, dans et hors du
foyer de peste
2N=38 partout

Conclusion: 1 seule espèce, *Rattus rattus*

Duplantier et al, 2002

Résistance à la peste chez les rats

Foyers de peste
Hautes Terres



Altitude > 800m

DL₅₀ = 10⁵ bactéries

Rats résistant rats = 50 to 94 %

Resistance transmise à la F1

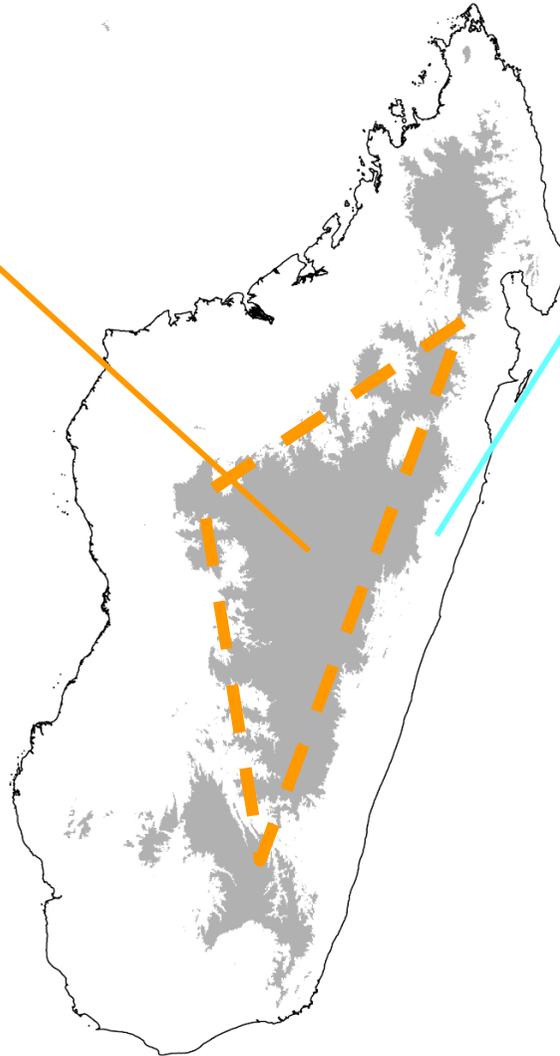
Zones sans peste
Zones côtières



Altitude < 800m

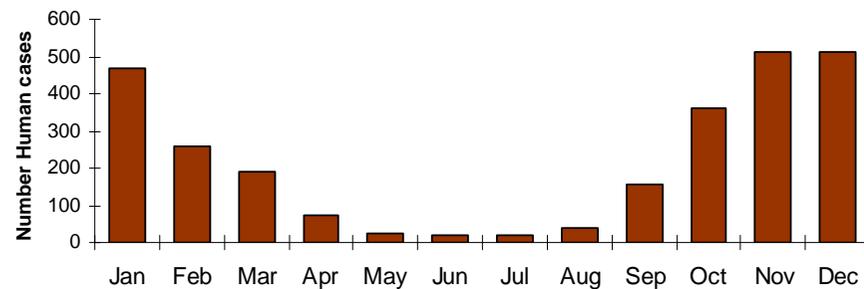
DL₅₀ = 100 bactéries

rats sensibles > 83 %

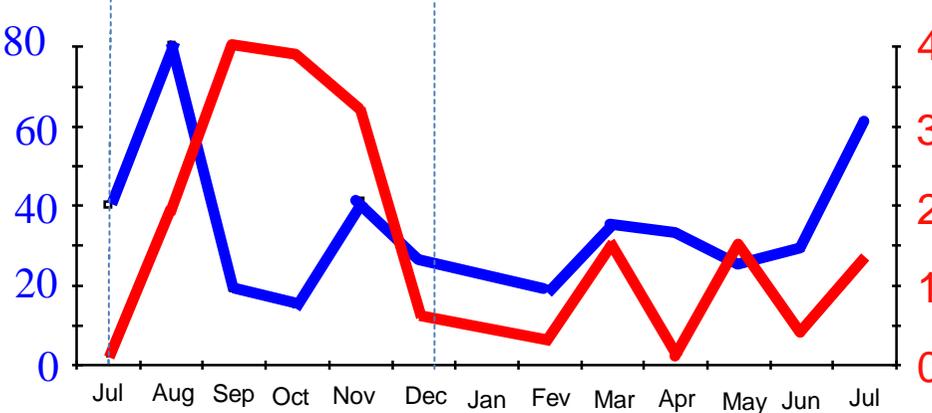


Saisonnalité des cas humains , des rats et des puces

Saisonnalité des cas humains



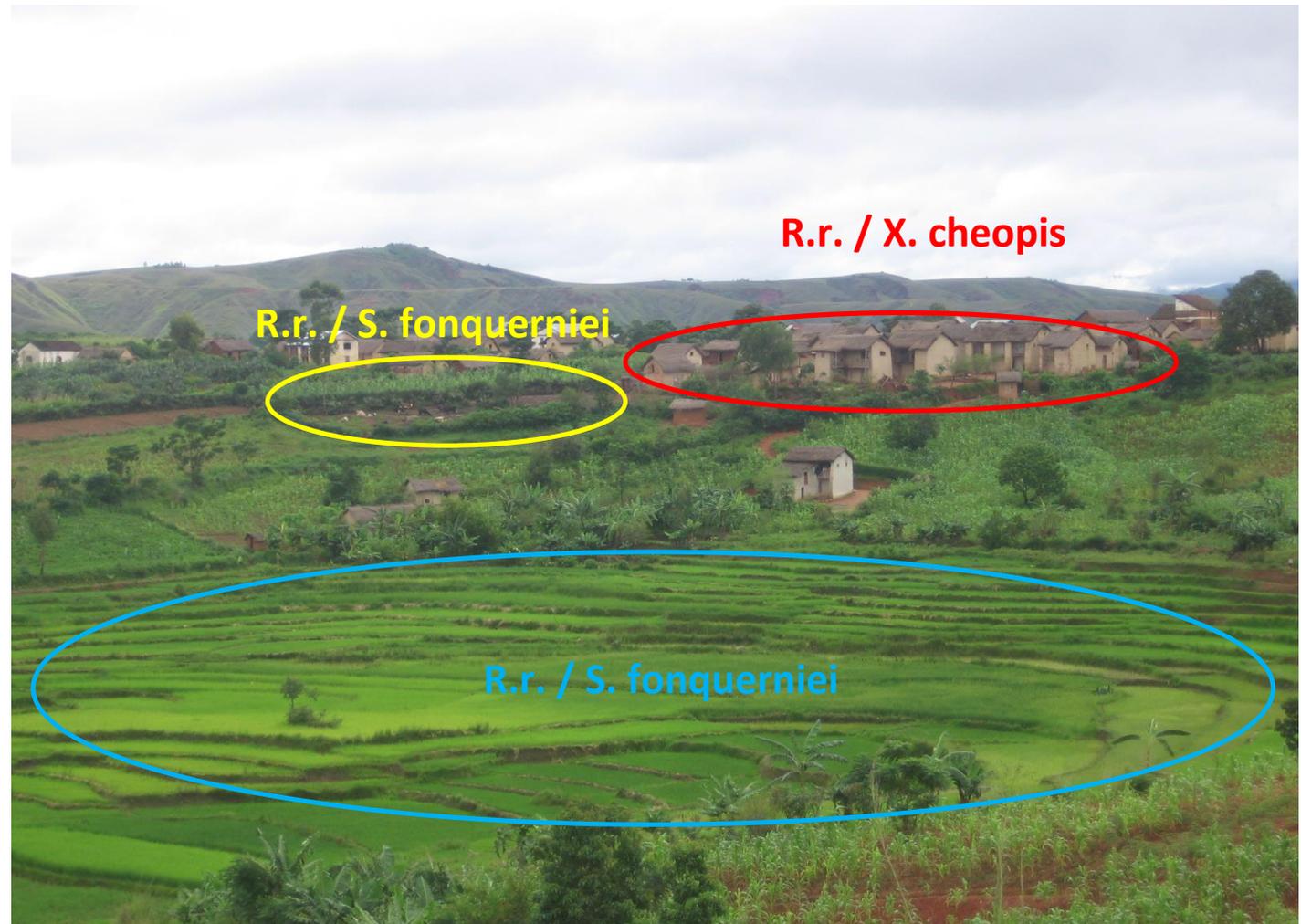
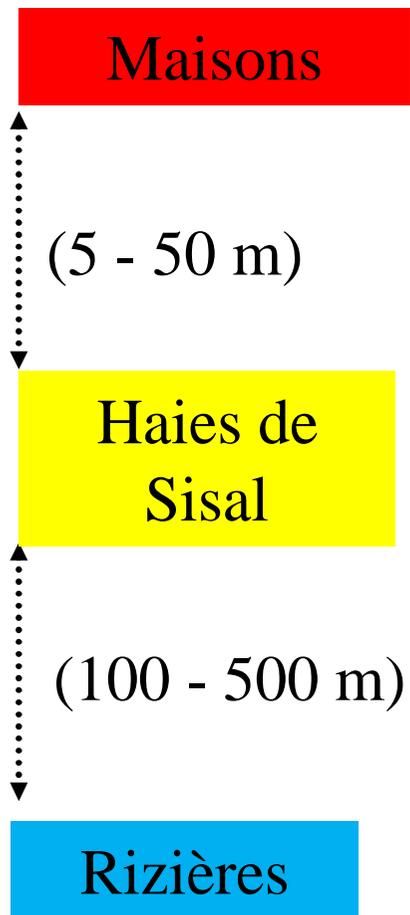
Abondance des rats
(% trap success)



Suivi mensuel dans un district des Hautes Terres (Mandoto):

Rahelinirina et al, 1998

*Une espèce de rat...
mais combien de populations ?*



Suivi des déplacements de rats entre habitats

Marquage de masse avec Rhodamine B:

1 méthodes

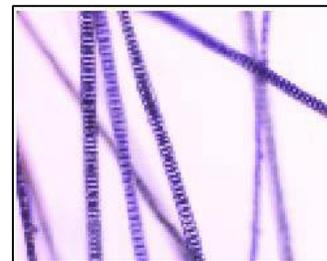
Boites de Kartman



Pose des appâts marqués dans 1 habitat différent (maisons, sisals, rizières) dans chaque village

Piégeage , 1 à 3mois après appatage

Analyse des poils au microscope

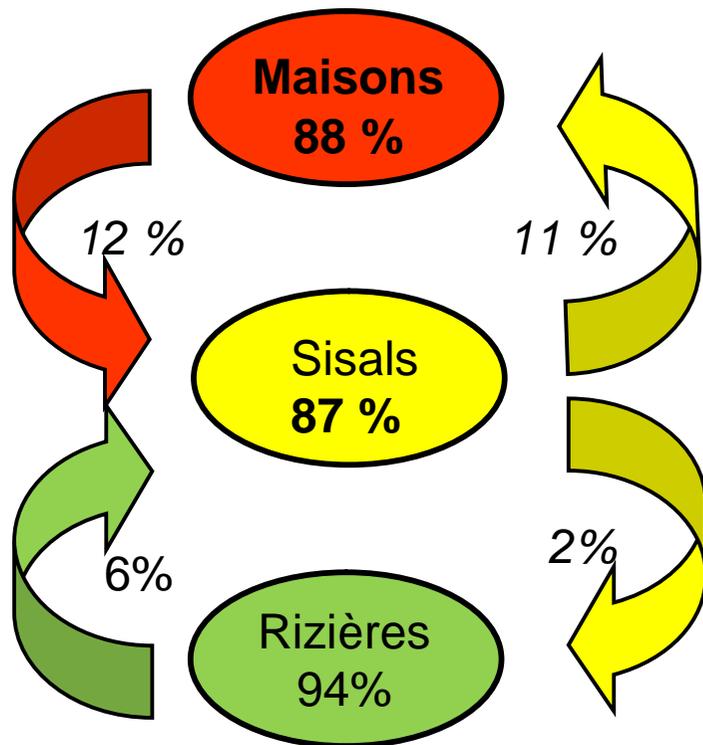


Même protocole pendant et en dehors de la saison pesteuse

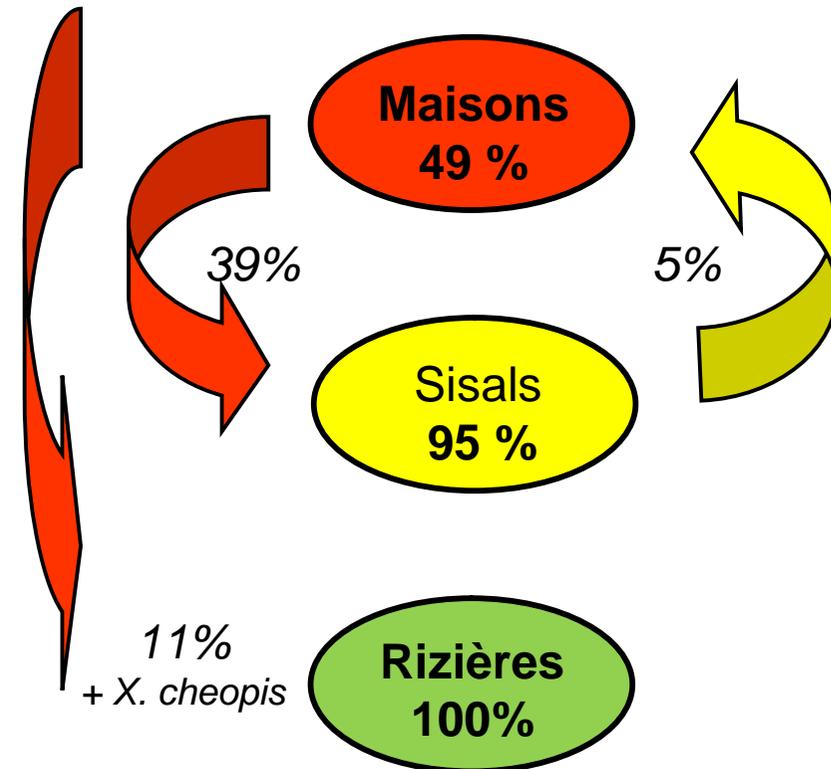
Rahelinirina, et al 2009.

Déplacements des rats entre habitats: 2 résultats

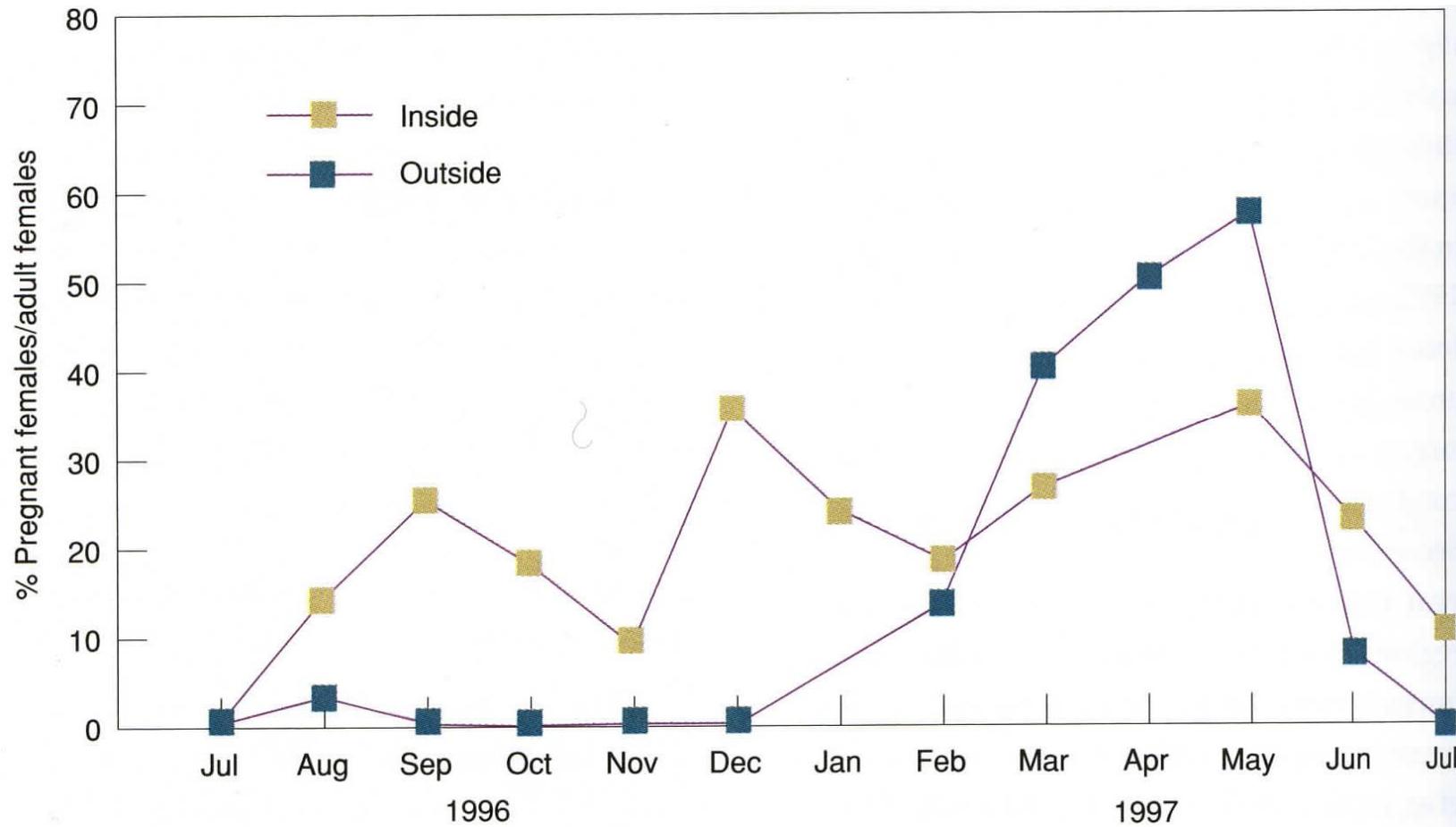
Saison pesteeuse
= saison chaude et pluvieuse



Saisons sans peste humaine
= saison froide



Saisonnalité de la reproduction chez les rats



Pas de reproduction à l'extérieur en saison froide >>> système puits-source

Génétique des populations à l'échelle locale

Echantillonnage:

- 6 localités avec mêmes caractéristiques humaines et écologiques
- 3 habitats
- 325 individus
- 8 locus microsatellite



Results: differentiation genetique significative :

- Entre localités ($F_{locality/total} = 0,048$, $p=0,001$)
 - Entre sous-populations dans la même localité ($F_{population/locality} = 0,037$, $p=0,001$)
- IBD significatif seulement pour les populations de maisons

Conclusion: génétique des populations confirme les résultats du marquage à la rhodamine B

- échanges limités entre populations d'intérieur et d'extérieur
- les populations d'intérieur sont plus stables que celles d'extérieurs

Structure des populations et relief: 1 méthodes

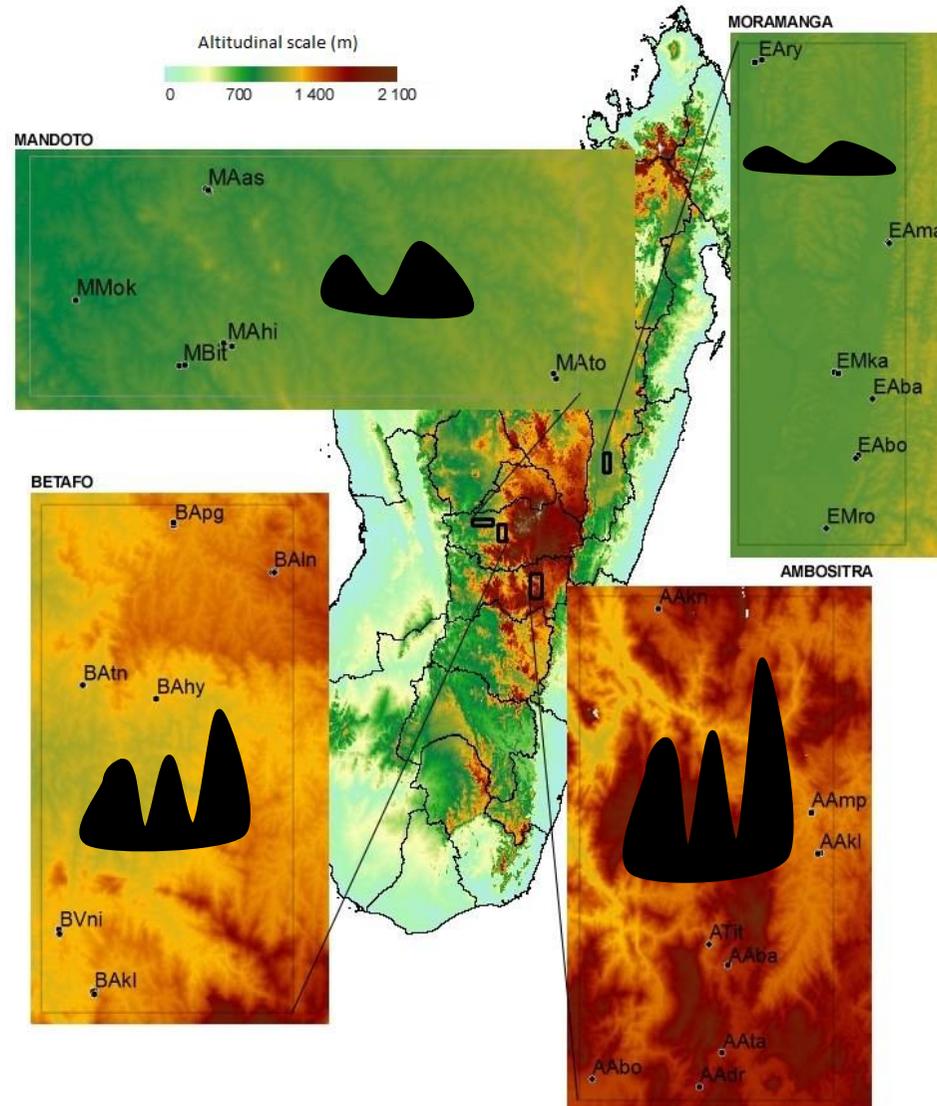
4 zones avec un relief différent

6-8 localités par zone

3 habitats par localité
(Maisons, sisals, rizières)

910 rats analysés

16 locus microsatellite
(Loiseau *et al*, 2008)

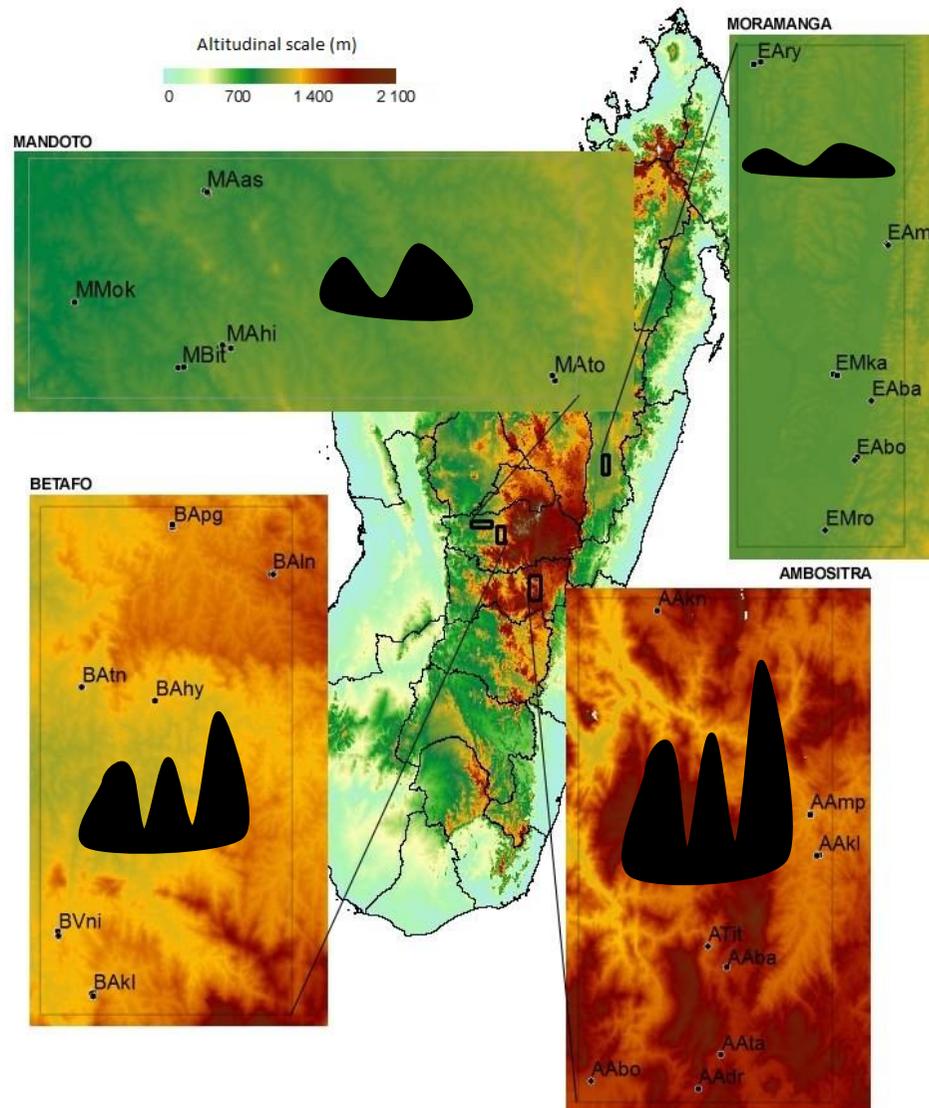


Structure des populations et relief: 2 résultats

Structure forte
IBD
($F_{ST} = 0.04$)

Structure forte
IBD
($F_{ST} = 0.04$)

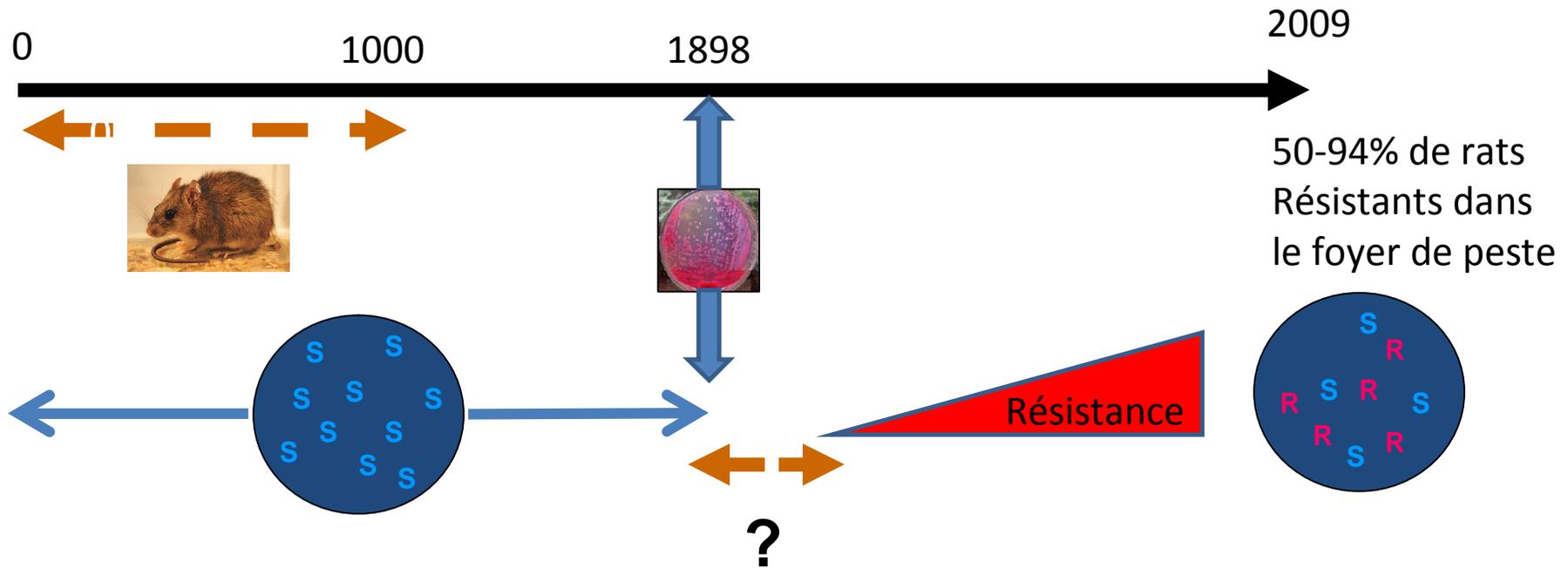
Same genetic
patterns



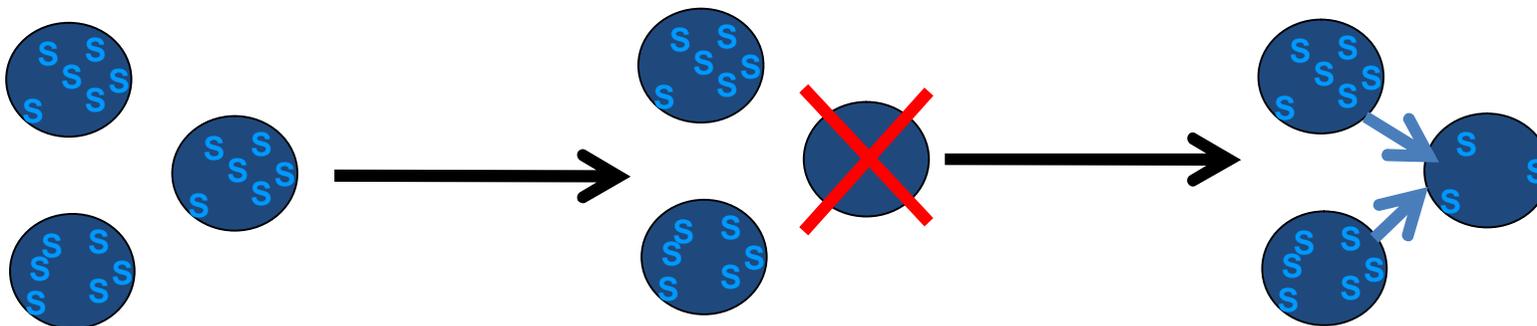
Structure faible
Fort flux de
gènes

Structure forte
Faible flux de
gènes
($F_{ST} = 0.05$)

Comment expliquer la survie du rat noir entre l'arrivée de la peste et l'apparition de la résistance ?



L'hypothèse d'une metapopulation de rats sensibles:



Modélisation de la persistance de la peste

Methodes:

Modèle de Keeling and Gilligan (2001), avec paramètres mesurés à Madagascar

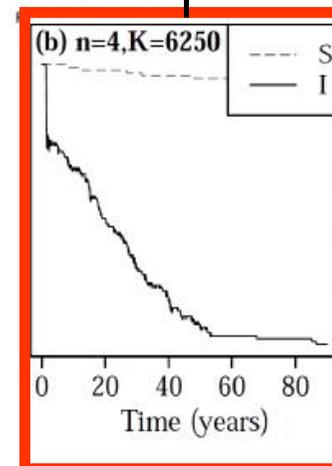
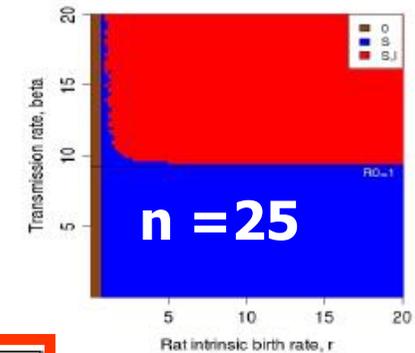
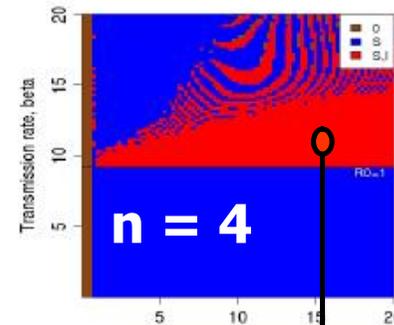
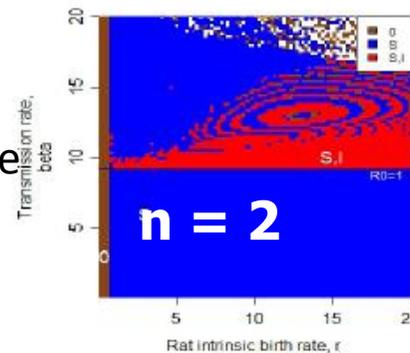
Resultats 1:

La présence de rats résistants est suffisante pour expliquer la persistance de la peste

Résultats 2:

état d'équilibre pour une métapopulation susceptible composée de:

- (a) 2 sous-populations,
- (b) 4 sous-populations
- et (c) 25 sous-populations



La structure en métapopulation d'individus susceptibles suffit aussi à expliquer la persistance de la peste

Perspectives

- Améliorer nos connaissances sur les puces: capacités à transmettre et structure des populations des deux principales espèces
- Entreprendre des études de structure des populations de rats dans les zones non pesteuses
- Rechercher les gènes impliqués dans la résistance à la peste

... et merci pour votre attention !

