



## Simulation de patterns de colonisation du rat noir au Sénégal sur le siècle écoulé

Réunion groupe rongeurs 2016

Jean Le Fur,

Collab. Pape Adama Mboup, Jean-Marc Duplantier, Pascal Handschumacher,  
Olivier Ninot, Jérôme Lombard, Laurent Granjon



## Q: Comment les phénomènes et processus s'articulent-ils dans l'espace du siècle pour expliquer la colonisation du rat ?

Evolution des moyens de transport et des réseaux



**Q: Comment** les phénomènes et processus s'articulent-ils dans l'espace du siècle pour expliquer la colonisation du rat ?

- Les transporteurs (centres de décision)
- Leurs véhicules
- Le déplacement des véhicules d'une ville à une autre
- Le déplacement des rats via les véhicules
- Dans les réseaux de transport du Sénégal,



## Modèle

Reconstruction de l'histoire des transports commerciaux et de la population humaine au Sénégal sur le siècle écoulé



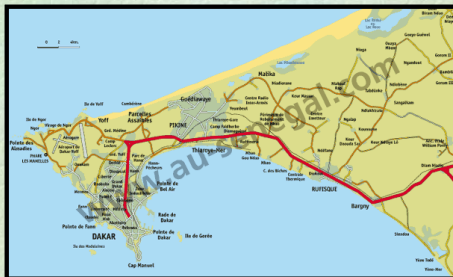
# Reconstruction des connaissances

reconstruction des transports et de la colonisation du rat sur le siècle écoulé



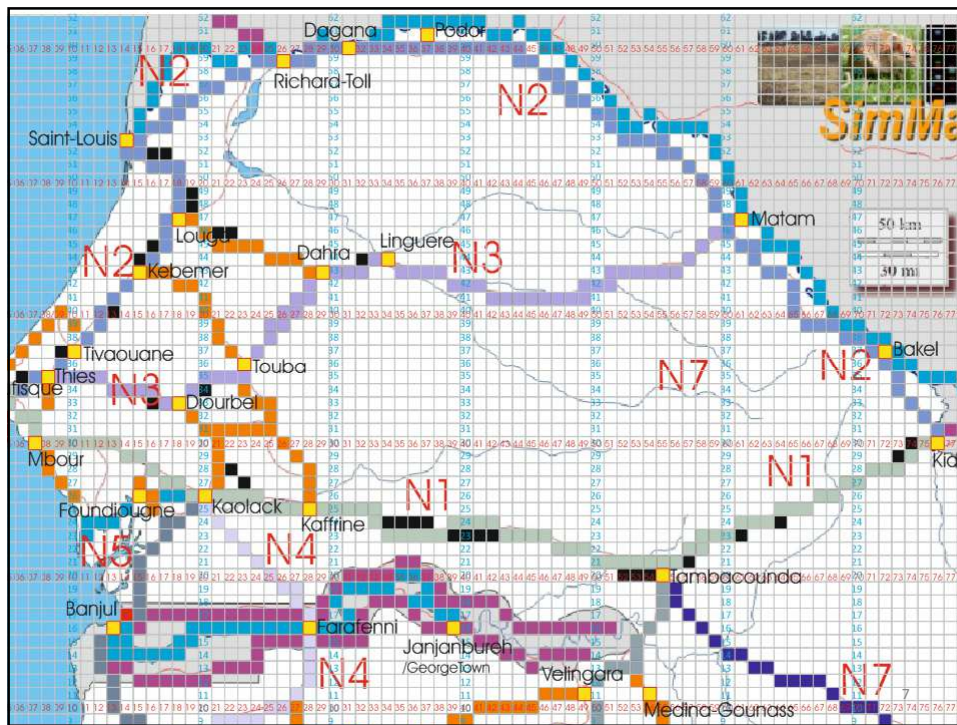
5

## Digitalisation et construction des graphes des voies de circulation



Niveau de résolution offert par le modèle

6



## Chronologie du bitumage

		Apparition de routes bitumées										
		1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
3	Dakar Diourbel	piste	piste	piste	piste	piste	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume
1	Dakar Kaolack	piste	piste	piste	piste	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume
2	Dakar Rufisque	piste	piste (1924)	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume
8	Kaolack Gossas	piste	piste	piste	piste	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume
7	Kaolack Guinguinéo Mbar	piste	piste	piste	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume
4	Kaolack Kaffrine Malem Hodar	piste	piste	piste	piste	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume
6	Kaolack Kounghuel	piste	piste	piste	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume
17	Kaolack Ziguinchor	piste	piste	piste	piste	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume
5	Malem Hodar Tambac	piste	piste	piste	piste	piste	piste	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume
13	Mekhe Bambeï Fatick	piste	piste	piste	piste	piste	piste	piste	piste	bitume	bitume	bitume
16	Podor Bakel	piste	piste	piste	piste	piste	piste	piste	bitume	bitume	bitume	bitume
10	Saint-Louis Rosso	piste	piste	piste	piste	piste	piste	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume
15	Tambacounda Kedougou	piste	piste	piste	piste	piste	piste	piste	bitume (1996)	bitume	bitume	bitume
14	Tambacounda Kidira	piste	piste	piste	piste	piste	piste	piste	piste	bitume	bitume	bitume
11	Thies Mboro / Kayar	piste	piste	piste	piste	piste	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume
9	Thies Saint-Louis	piste	piste	piste	piste	piste	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume	bitume

## VILLES ET POPULATIONS

Reconstitution de l'évolution décennale de la population des villes sélectionnées dans le cadre du projet (choix collégial de 34 localités)

	01/01/1900	01/01/1910	01/01/1920	01/01/1930	01/01/1940	01/01/1950	01/01/1960	01/01/1970	01/01/1980	01/01/1990	01/01/2000	01/01/2010
Banjul	4 000	22 471	36 145	45 555	51 234	53 715	53 530	51 212	47 294	42 326	35 061	31 301
Bakel	1 452	1 497	1 830	2 237	2 735	3 344	3 000	4 203	6 568	7 959	9 745	12 751
Dagana	1 996	1 497	1 830	2 237	2 735	3 344	4 089	4 999	10 171	15 638	18 205	20 916
Dakar	10 837	284 830	302 367	320 984	340 748	361 728	384 000	400 000	940 920	1 571 614	1 983 093	2 243 381
Diaobe												2 742
Diourbel	2 307	2 654	3 000	10 000	16 000	14 000	25 000	34 500	53 754	76 548	95 984	100 445
Foundiougne	1 037	6 560	9 779	11 131	11 041	10 000	8 247	6 397	4 816	3 354	4 935	5 610
Georgetown	378	2 123	3 414	4 303	4 840	5 074	5 057	4 838	4 468	2 813	3 466	3 988
Kaffrine	15 051	15 742	16 434	21 500	18 250	15 000	24 000	17 715	11 430	16 957	25 768	28 396
Kaolack	1 079	1 790	2 500	7 333	35 000	46 500	58 000	107 000	104 154	150 961	172 305	185 976
Kayes	1 239	1 969	3 128	4 971	7 897	12 548	19 936	31 675	50 327	79 961	80 146	127 368
Kedougou							2 000	5 305	7 723	11 216	14 686	18 860
Kidira												3 829
Kolda	1 120	1 702	2 585	3 926	5 964	9 059	13 759	20 900	18 951	34 337	53 921	65 573
Linguere	2 175	2 618	3 149	3 789	4 560	5 486	6 601	7 942	7 776	9 824	11 667	13 610
Louga	1 226	19 500	32 000	49 500	81 000	170 000	152 250	92 915	33 579	52 057	73 662	82 884
Matam	232	2 595	4 251	5 383	6 176	6 809	7 467	8 332	9 849	10 722	14 620	17 324
Mbour	?	20 000	28 000	36 000	68 000	100 000	131 250	26 750	36 952	76 751	153 503	181 825
Medina-Gounass									15 377	21 619	27 402	35 500
Podor	1 338	1 988	2 421	2 948	3 590	4 372	5 324	6 484	6 760	7 469	9 472	11 869
Richard-Toll	317	473	768	1 245	2 021	3 279	5 320	1 000	4 893	29 611	42 621	48 968
Rufisque	1 180	31 535	46 229	60 923	75 617	90 311	105 005	119 699	134 393	142 340	143 821	162 055
Saint-Louis	14 798	21 000	19 000	26 000	50 000	40 000	51 000	73 667	100 000	113 917	154 555	171 263
Sedhiou	1 548	2 015	2 624	3 417	4 449	5 794	7 544	9 823	9 332	13 212	18 465	20 141
Tambacounda	?	100	8 050	16 000	19 000	22 000	10 000	21 760	25 735	41 885	67 051	78 800
Thies	54	3 000	4 000	9 000	19 000	30 000	57 000	93 500	115 245	175 465	237 849	263 493
Tivaouane	2 474	3 303	4 410	5 888	7 861	10 495	14 012	18 707	16 999	27 117	38 213	39 766
Touba-Mbacke						12 067	23 963	47 585	84 920	187 294	512 283	597 230
Ziguinchor	?	1 000	2 000	4 000	7 000	12 500	28 000	50 000	69 646	124 283	153 269	158 370

## Parc et évolution du parc de véhicules

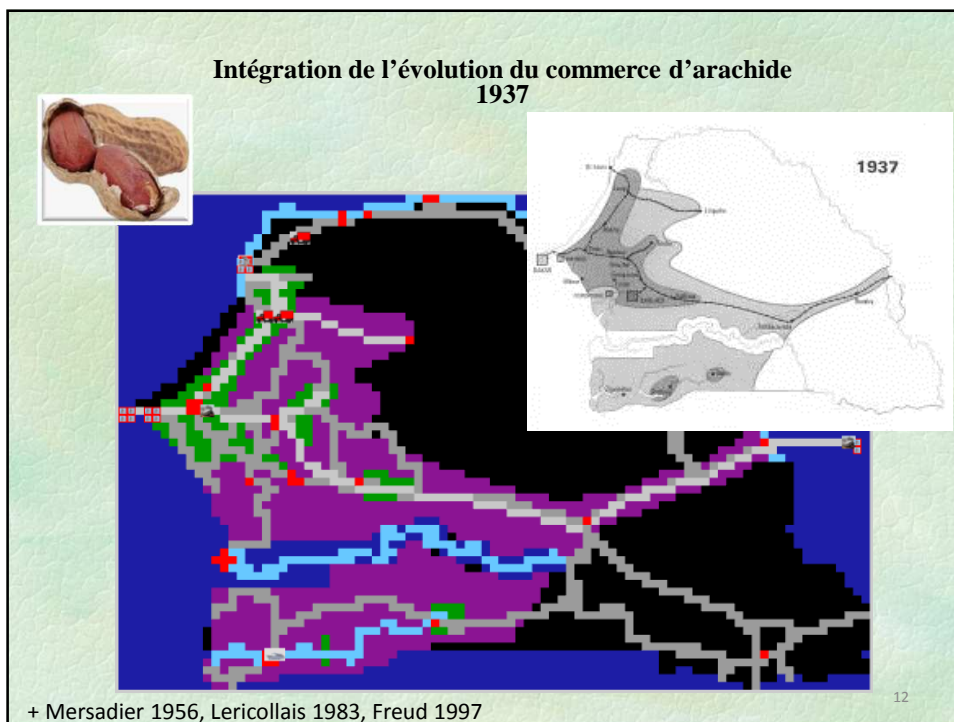
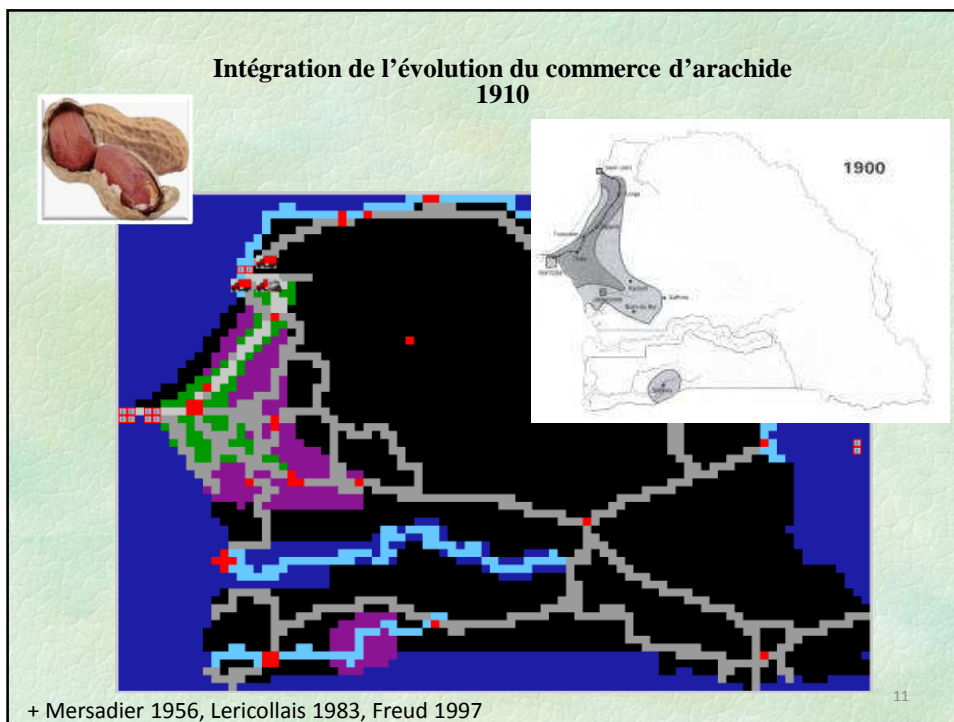
- Chemin de Fer

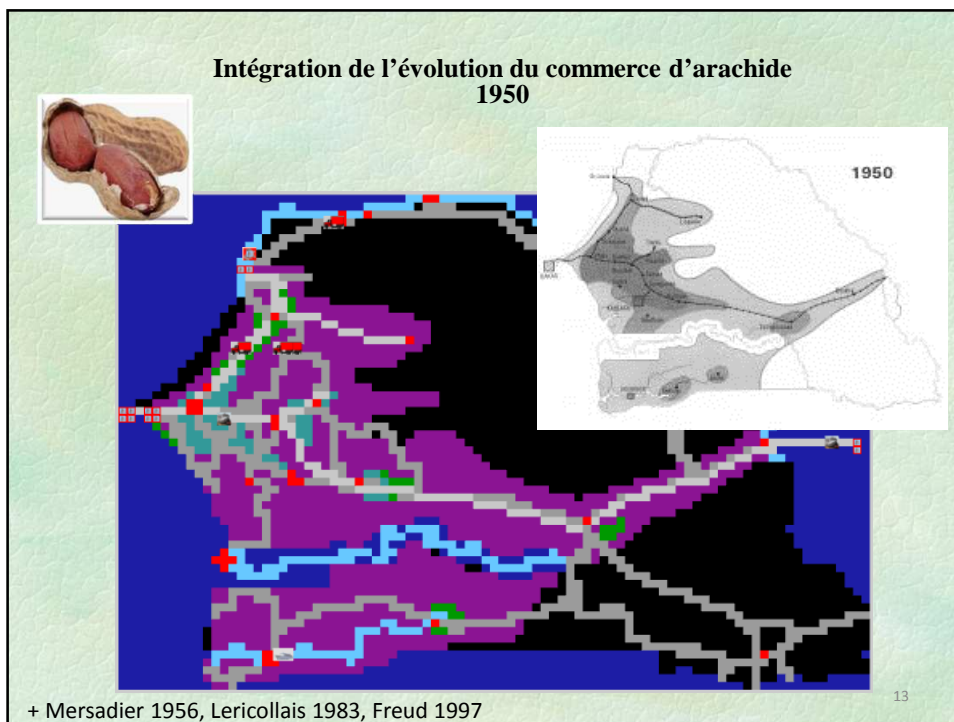


- Navigation sur les fleuves  
Sénégal, Casamance, Gambie

- Compilation des données de parc de camions uniquement (H<sub>0</sub> principaux vecteurs du rat noir)







### Réalisation d'un chronogramme de l'historique des transports au Sénégal sur un siècle

- 5447 événements concernant :
  - La nature de l'espace
    - CITY
    - RIVER
    - DIRT TRACK
    - ROAD
    - RAIL
    - GROUNDNUT TRADE WEAK
    - GROUNDNUT TRADE MEDIUM
    - GROUNDNUT TRADE HEAVY
  - Les transporteurs
    - TRUCK
    - TRAIN
    - BOAT
  - Les Populations
    - RAT
    - POPULATION

- piste
- route
- rail
- Zone de commerce arachidier

04 juin 1913 - 10:24:54

reconstruction des transports et de la colonisation du rat noir sur le siècle écoulé

14

## Processus simples d'action des agents



Les transporteurs décident de leur destination en fonction :

1. De la taille des villes (modèle gravitaire)
2. Du circuit qui leur a été affecté (trajet régulier, zone de commerce arachidier, ensemble du Sénégal)



Les rats se reproduisent

1. S'ils trouvent des partenaires en situation de s'accoupler  
*Le cycle biologique (maturité, reproduction, gestation...) est formalisé.*
2. à concurrence de la population des localités

Ils tentent d'investir un véhicule,

1. S'ils le perçoivent,
2. S'ils n'ont jamais été embarqués

**Simulation quotidienne de chaque agent sur un siècle -> 36.525 décisions/actions individuelles dans des contextes différents et dans un environnement changeant -> patterns complexes**

15

## Mise en œuvre

Simulation de l'histoire des transports commerciaux et de la colonisation du rat noir sur un siècle

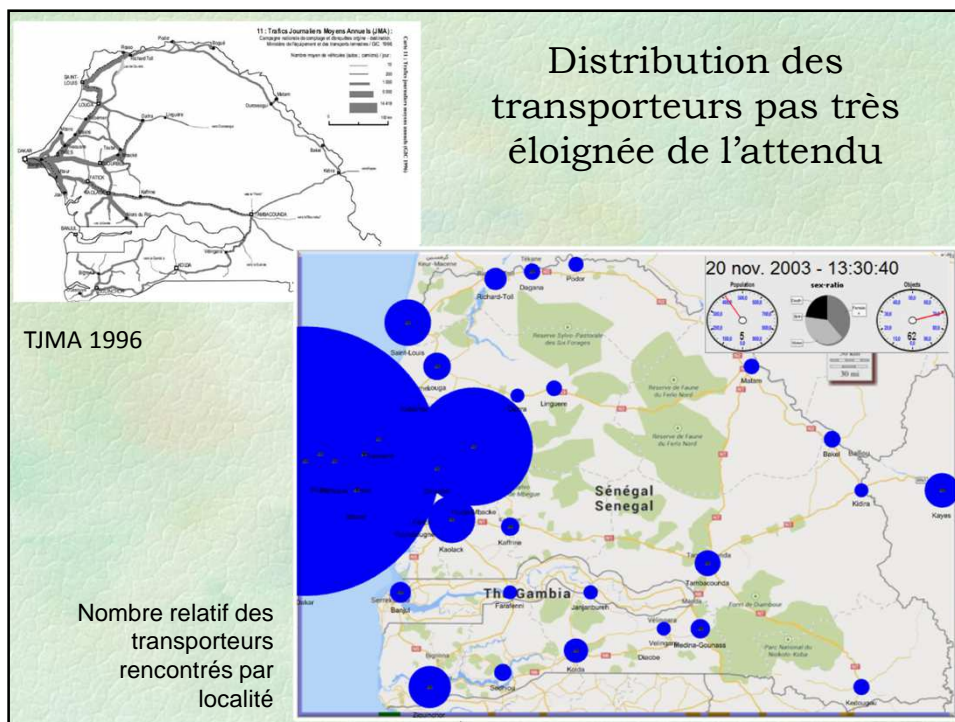
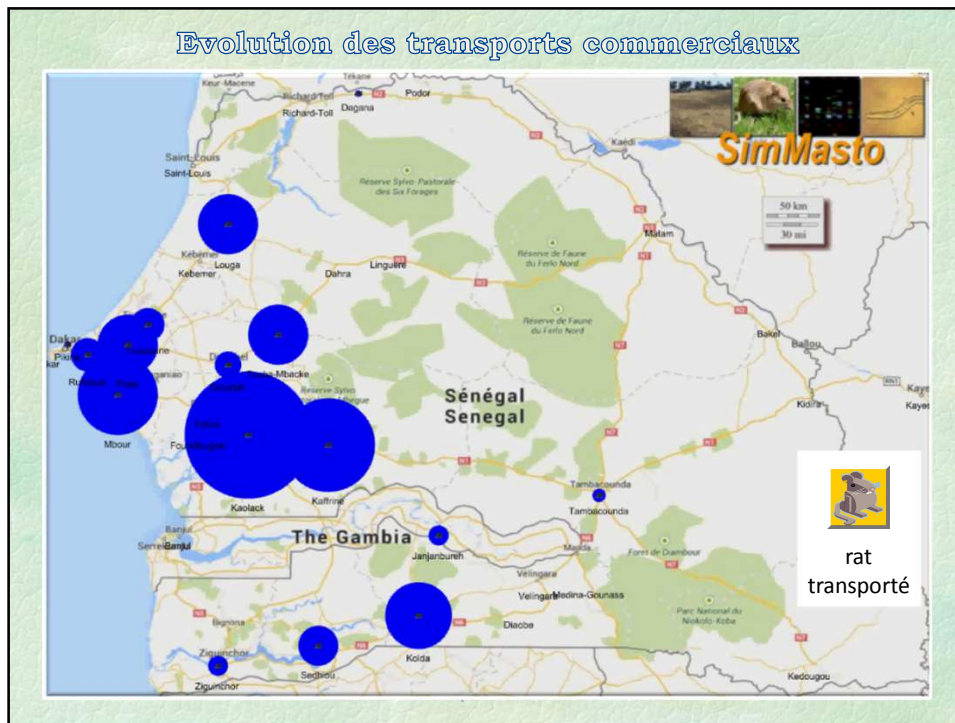
**A) Cohérence par rapport aux attendus**

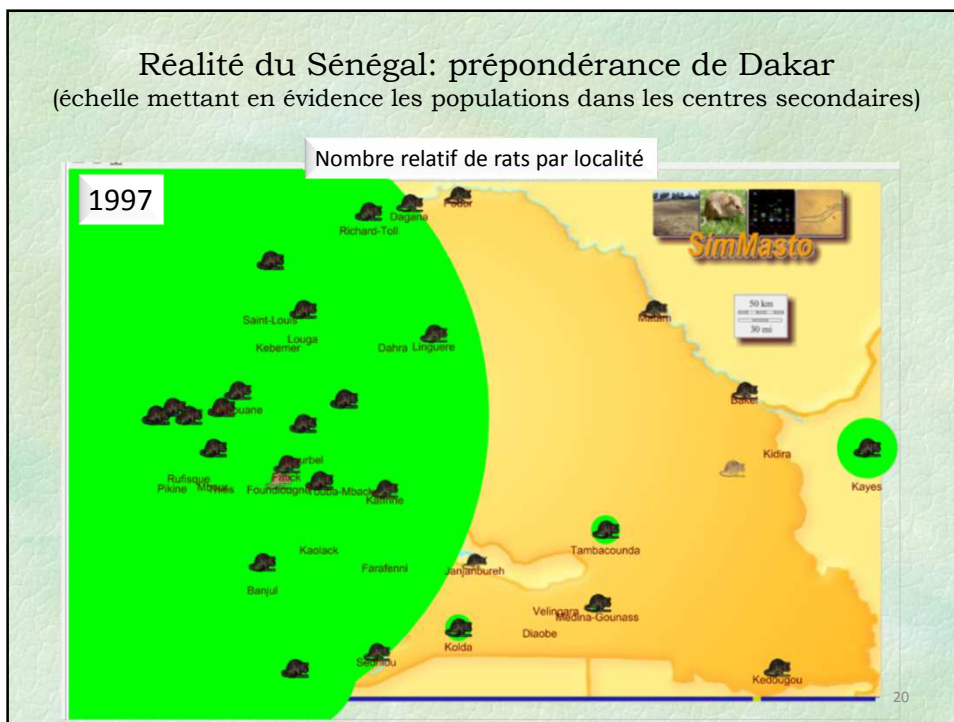
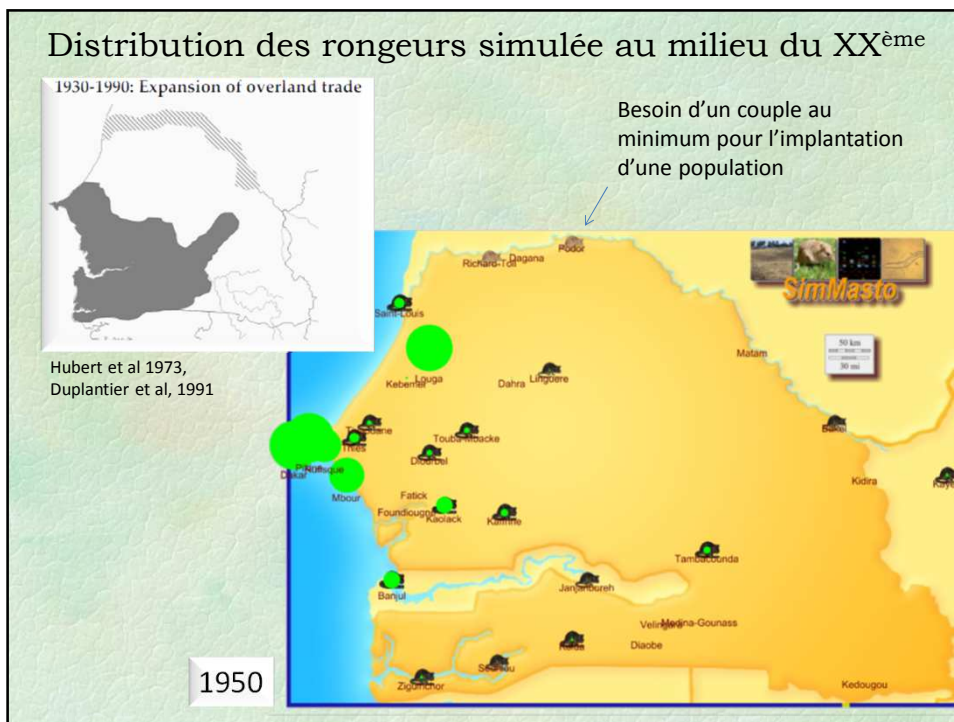
**B) Patterns inexplicés**

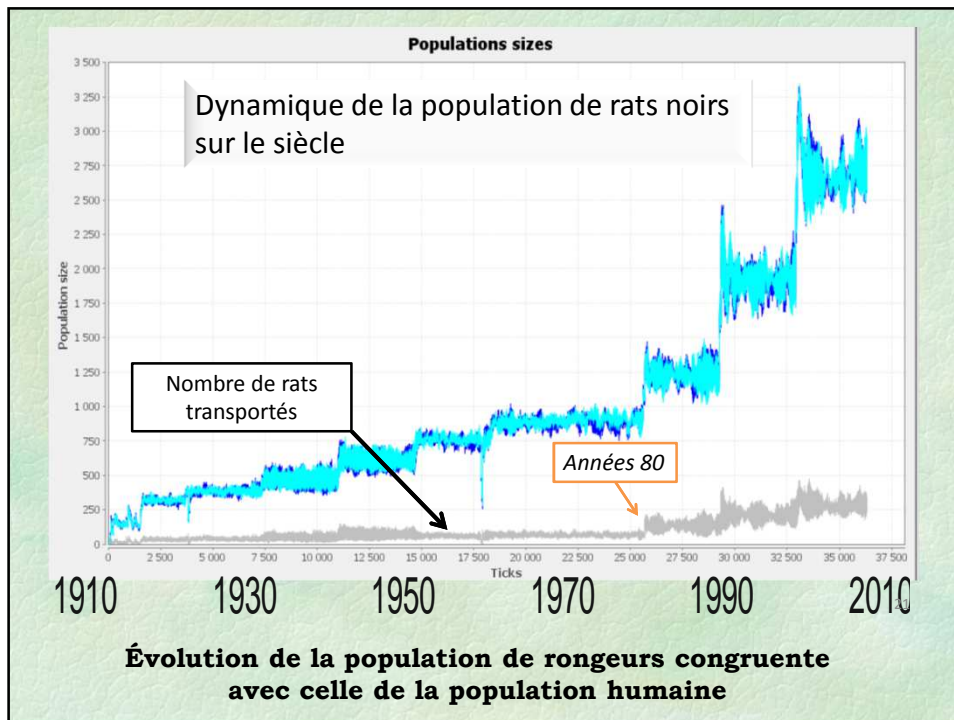
**!**  
**Indications:**  
Calibration du modèle  
à revoir











## Utilisation du modèle: Analyse de sensibilité

Faire varier un facteur pour apprécier  
son effet sur les sorties du modèle



**Analyse de sensibilité**  
**1.- probabilité d'embarquement des rats dans les véhicules**

$P_{\text{embarquement}} = 0,6; 0,7; 0,1; .0001 ?$

$P_{\text{montée}} = 0.0000001 ?$

23

Situation simulée le 1<sup>er</sup> avril 1950 avec différentes valeurs (*arbitraires*) de  $p$ (embarquement/opportunité)

$<10^{-5}$

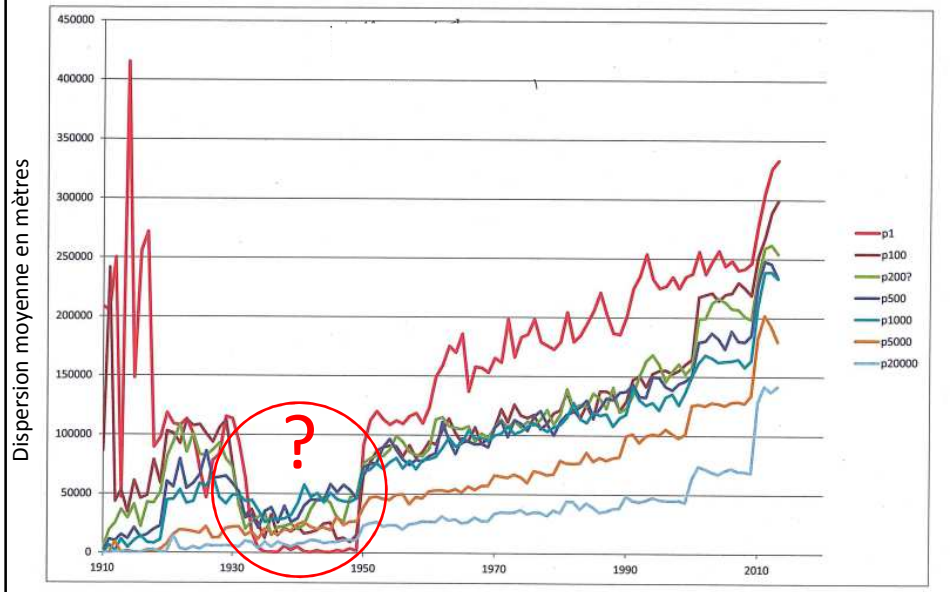
$<10^{-4}$

$<10^{-3}$

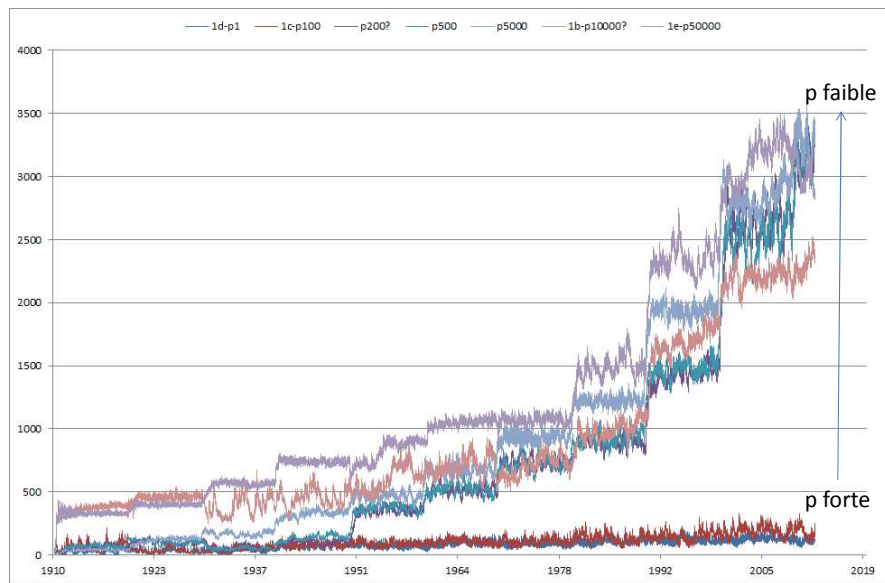
$<10^{-2}$

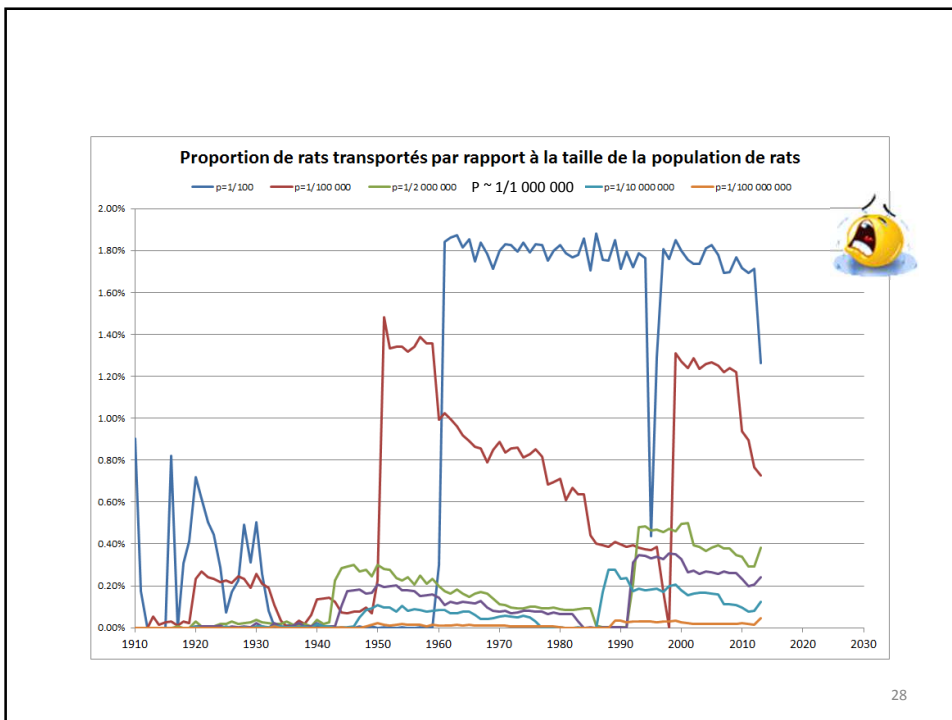
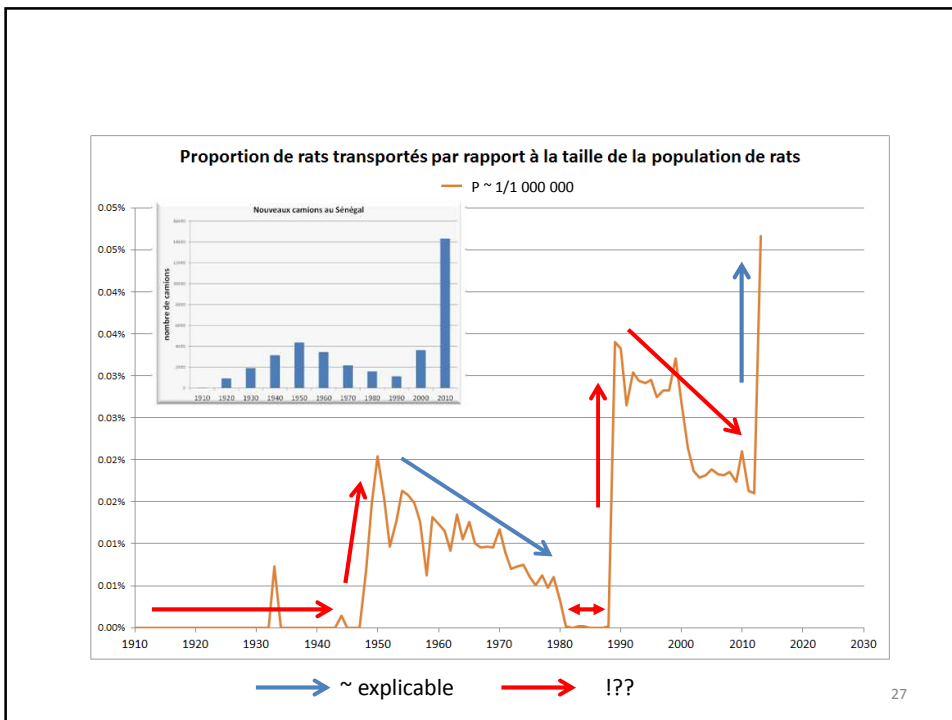
24

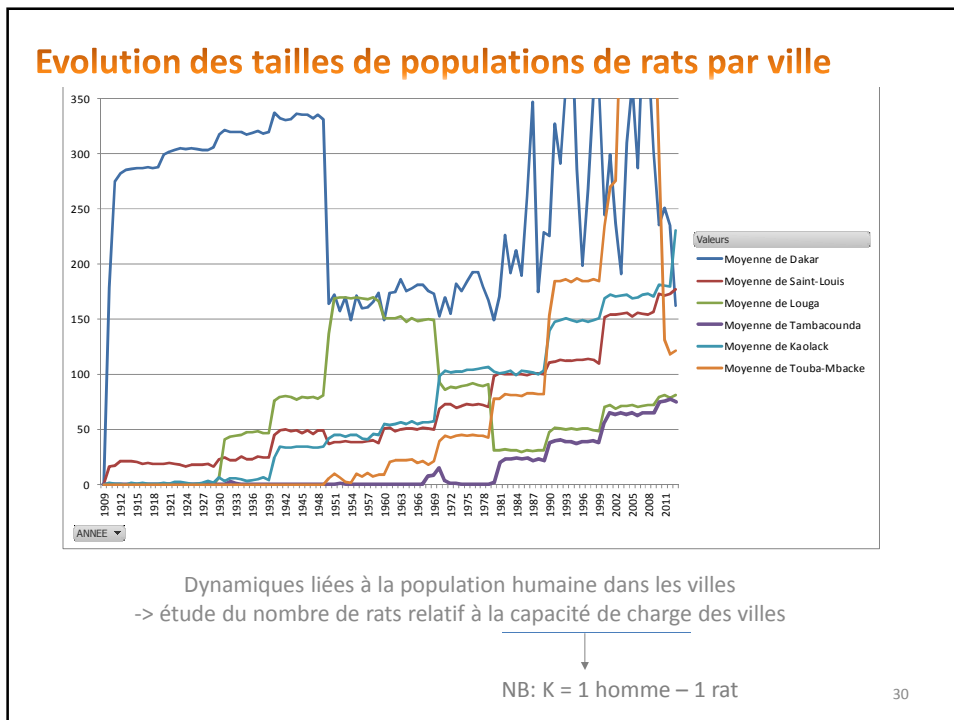
### Dispersion moyenne selon la probabilité d'embarquement



### Taille de la populations de rats noirs au Sénégal simulé en fonction de leur probabilité d'embarquement

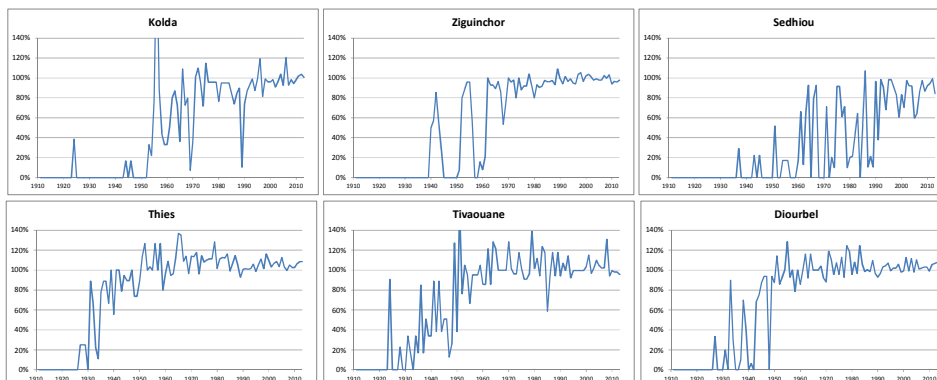






### 1. Atteinte progressive de la saturation

Villes moyennes passantes



Idem Linguère, Dagana, Matam, Kédougou, Bakel

Pourcentage de la population de rats noirs par rapport à la taille de la population humaine

31

### 1. Atteinte progressive de la saturation

### 2. Atteinte quasi instantanée de la saturation à différentes périodes



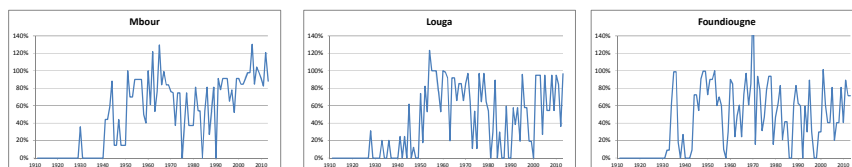
Idem Richard-Toll, Medina Gounass

Pourcentage de la population de rats noirs par rapport à la taille de la population humaine

32



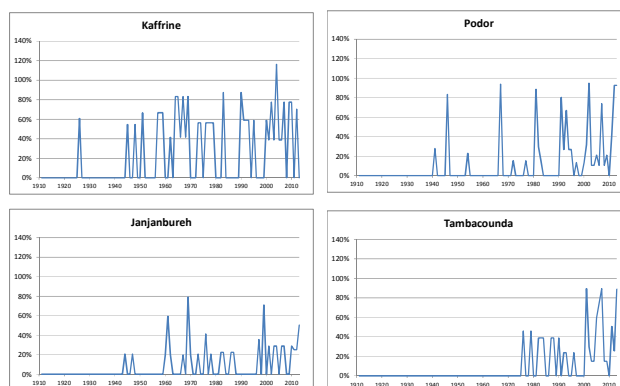
1. Atteinte progressive de la saturation
2. Atteinte quasi instantanée de la saturation à différentes périodes
3. Villes fréquemment visitées sans installation de population de rats



Pourcentage de la population de rats noirs par rapport à la taille de la population humaine

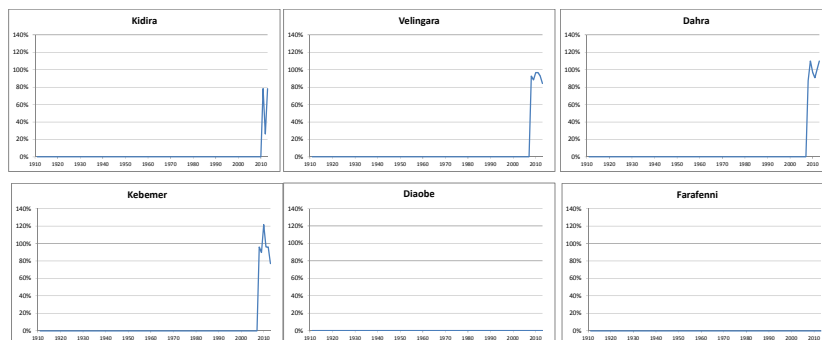
33

1. Atteinte progressive de la saturation
2. Atteinte quasi instantanée de la saturation à différentes périodes
3. Villes fréquemment visitées sans installation de population de rats
4. Villes sporadiquement visitées sans installation de population de rats



34

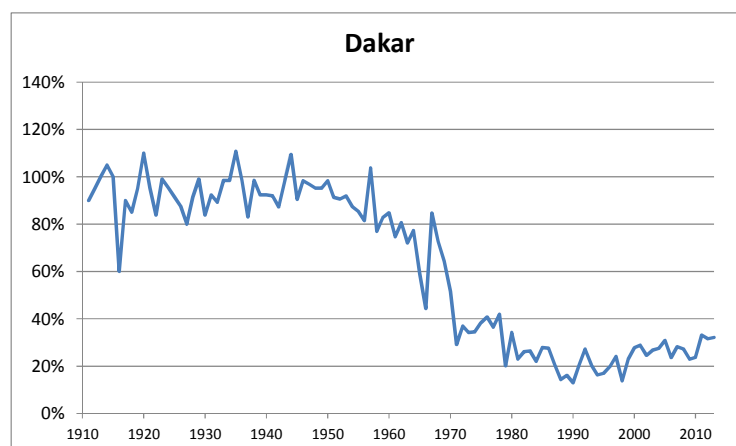
1. Atteinte progressive de la saturation
2. Atteinte quasi instantanée de la saturation à différentes périodes
3. Villes fréquemment visitées sans installation de population de rats
4. Villes sporadiquement visitées sans installation de population de rats
5. Villes non visitées



Pourcentage de la population de rats noirs par rapport à la taille de la population humaine

35

## 6. Dakar



Croissance démographique humaine supérieure à la démographie des rongeurs

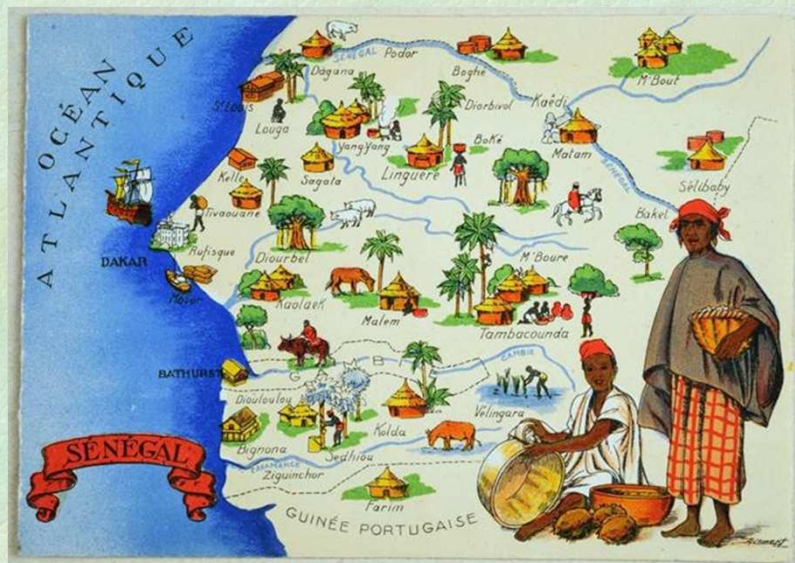
36

### Réserves sur le modèle

- Manquent plusieurs processus pour restituer la colonisation exacte (e.g., bioclimats, processus à l'embarquement )
- Fondé sur l'hypothèse d'une relation constante populations rats – populations humaines – à reconsidérer (JMD comm.pers.)
- Fondé sur un paradigme de colonisation du Sénégal par le rat noir  
Hors les derniers résultats tendent vers la mise en évidence d'une décolonisation du rat noir – non postulé -> non appréhendé

37

Merci de votre attention



38