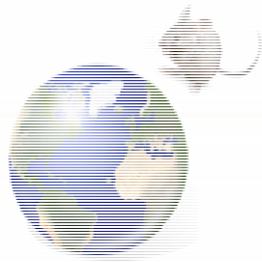


## Exemple d'un modèle d'expansion : cas de la gerbille nigériane

**CERISE** = sCEnarios of Rodent Invasion in the SahEl:  
Global change impact on the expansion of the Nigerian  
Gerbil and the House Mouse in Senegal

francoise.duraffour@cns.fr



# Programme CERISE

Scénarios d'invasion de rongeurs dans le Sahel porté par M. Laurent Granjon

Progression de la souris (commensale)



Souris domestique



Réseau des agglomérations



Infrastructures



Transports en développement

Progression de la gerbille



Gerbille nigériane

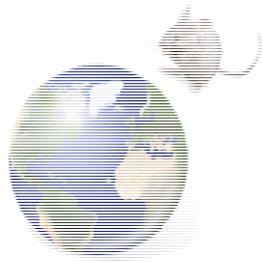


Aridification du climat



Anthropisation du milieu

Exemple d'un modèle d'expansion : cas de la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et 13 octobre 2017

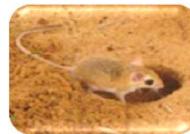


# Programme CERISE



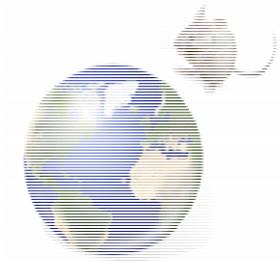
Souris domestique

- Modèle de niche écologique sur le Sénégal (Leyli Borner et coll.)
- Modèle multi-agents du transport au Sénégal (Jean Le Fur et coll.)



Gerbille nigériane

- Modèle de niche écologique à grande emprise sur le Sahel (Leyli Borner et coll.)
- Modèle multi-agent populationnel à moyenne emprise sur l'Afrique de l'Ouest (Françoise Duraffour et coll.)
- Modèle multi-agent populationnel individu centré sur une petite échelle (Moussa Sall et coll.)



UMR 22 IRD – Centre de Biologie pour la Gestion des Populations (CBGP)

Laurent  
Jean

Leyli

UMR 8586 – PRODIG

Natacha Volto (M2)

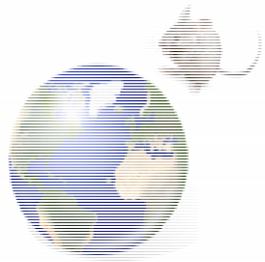
et les précieux avis/conseils de : Bernard Lacaze, Jean-Claude Bergès, Nicolas Delbart, Pauline Gluski, Catherine Valton, Olivier Ninot...



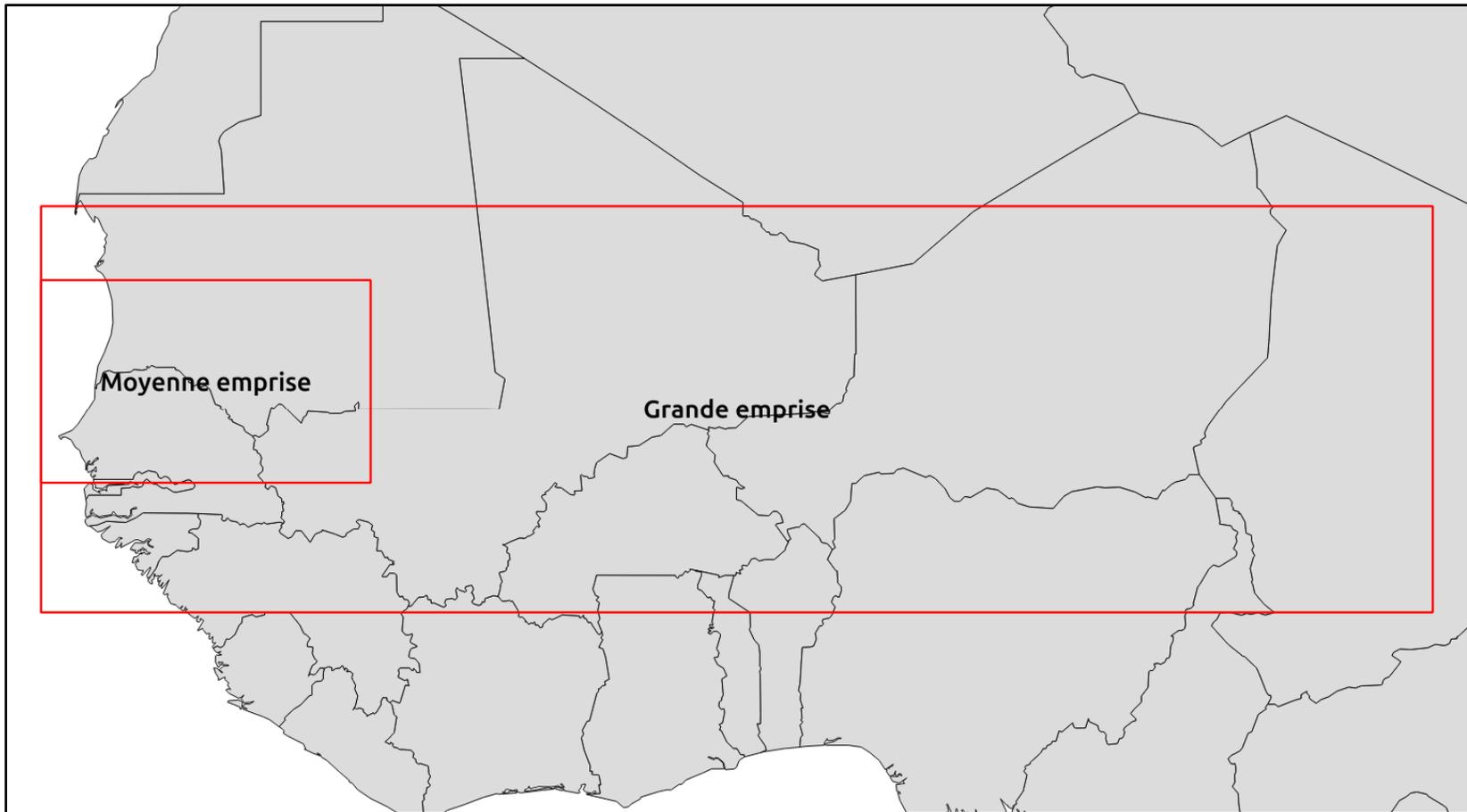
Yvette Dewolf  
Omar



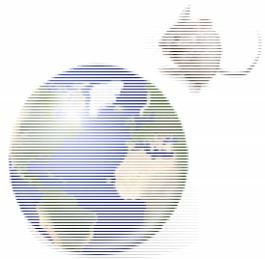
Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017



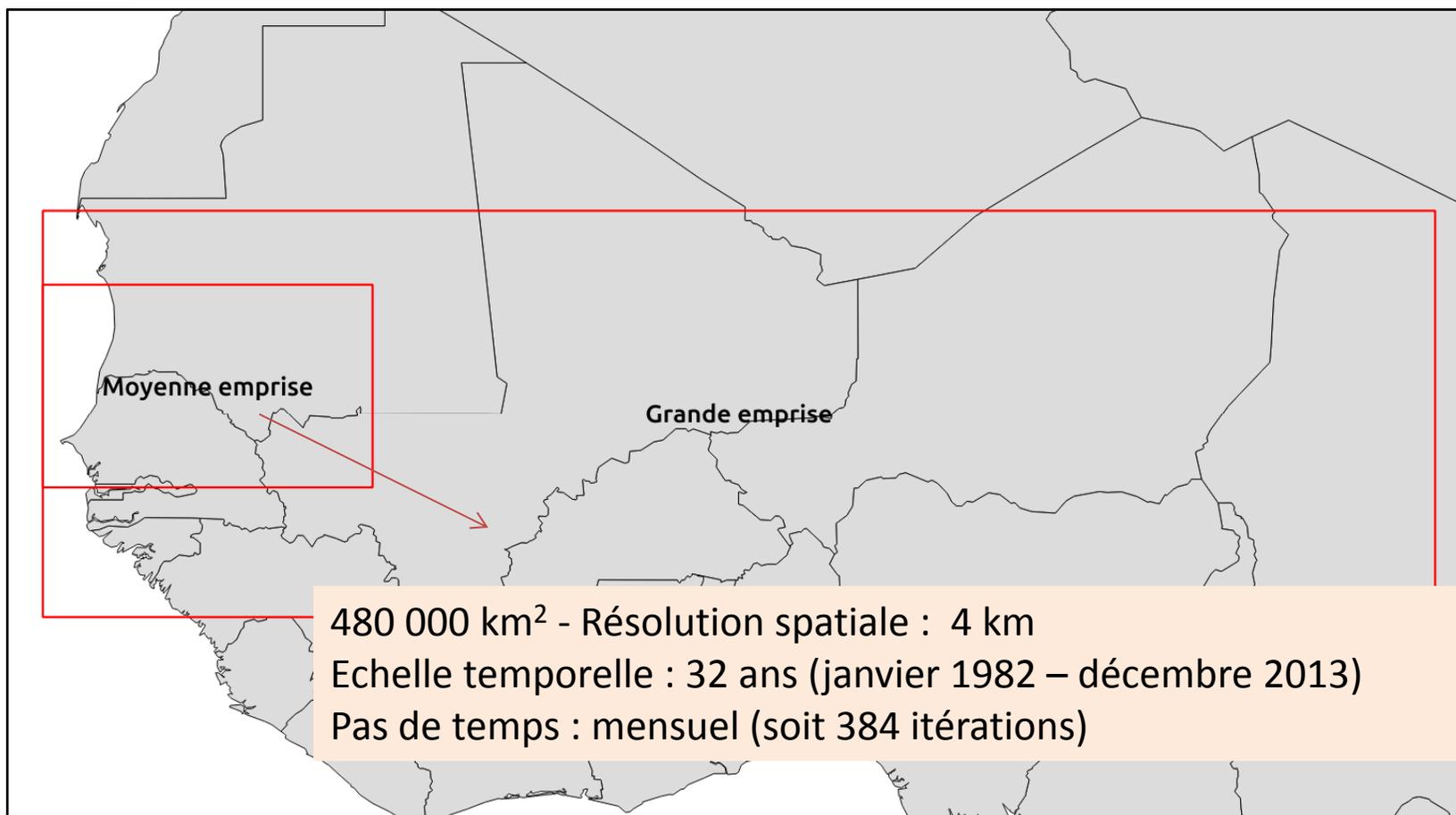
# Echelles spatiales et temporelles



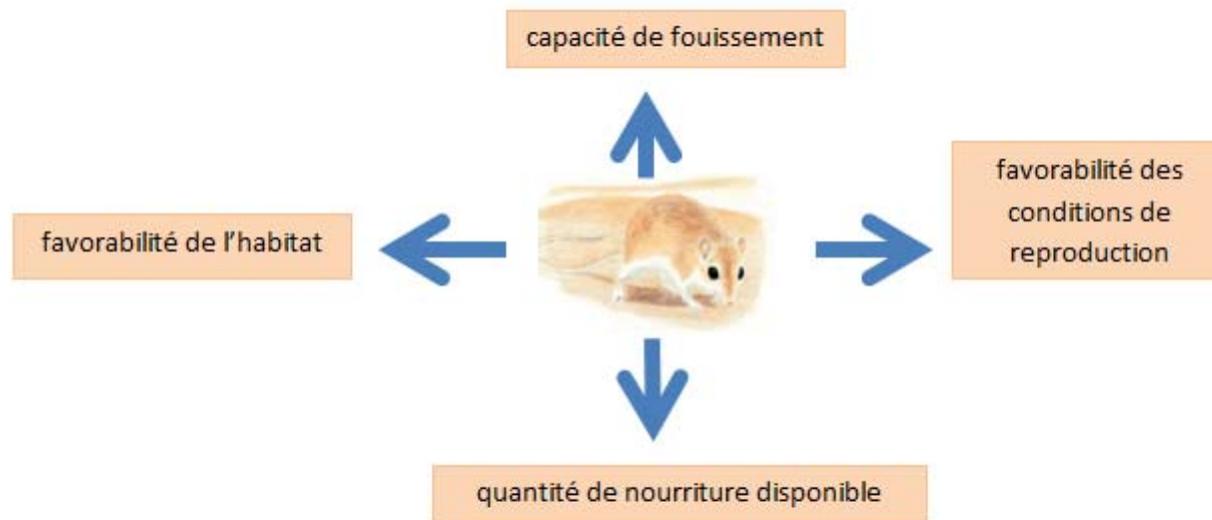
Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017



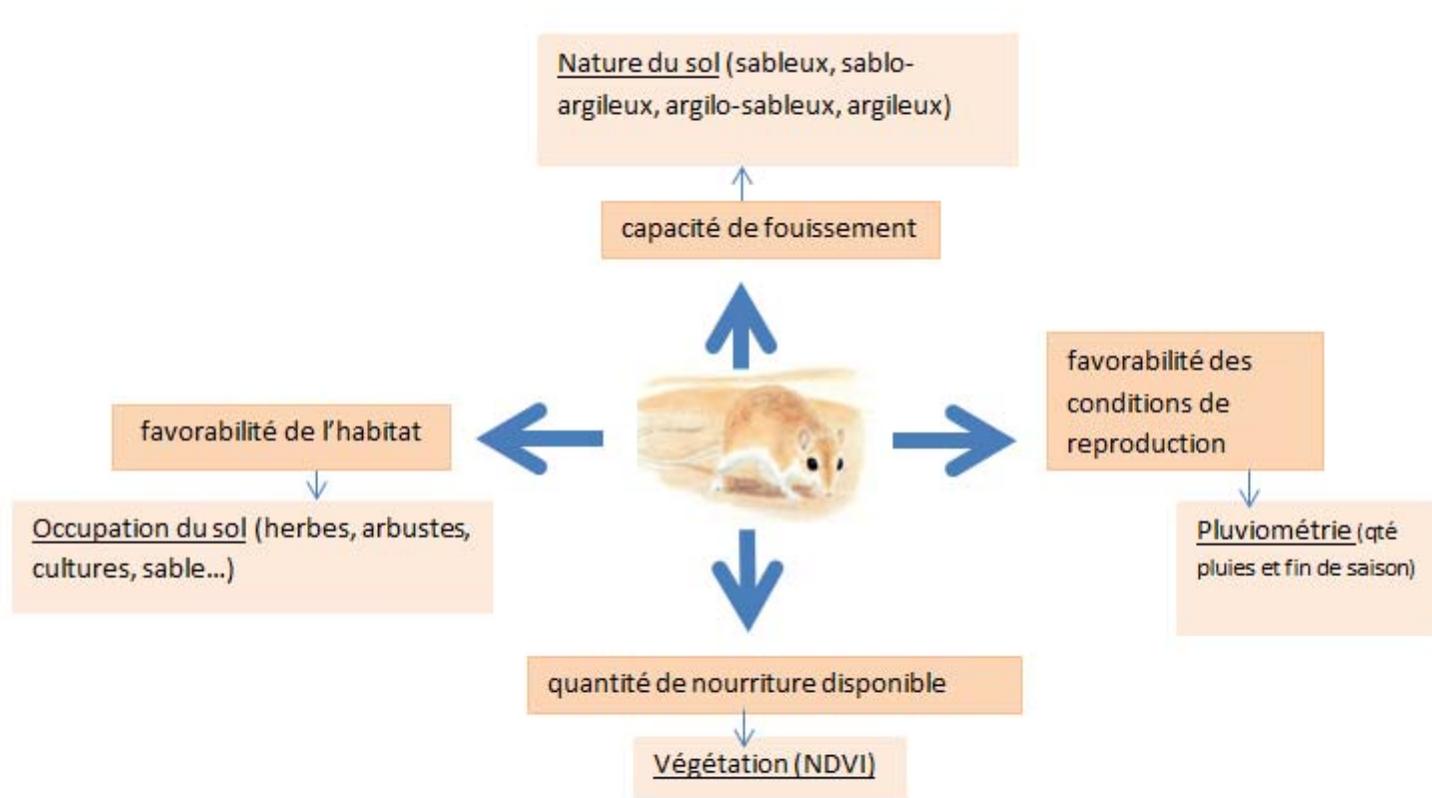
# Echelles spatiales et temporelles



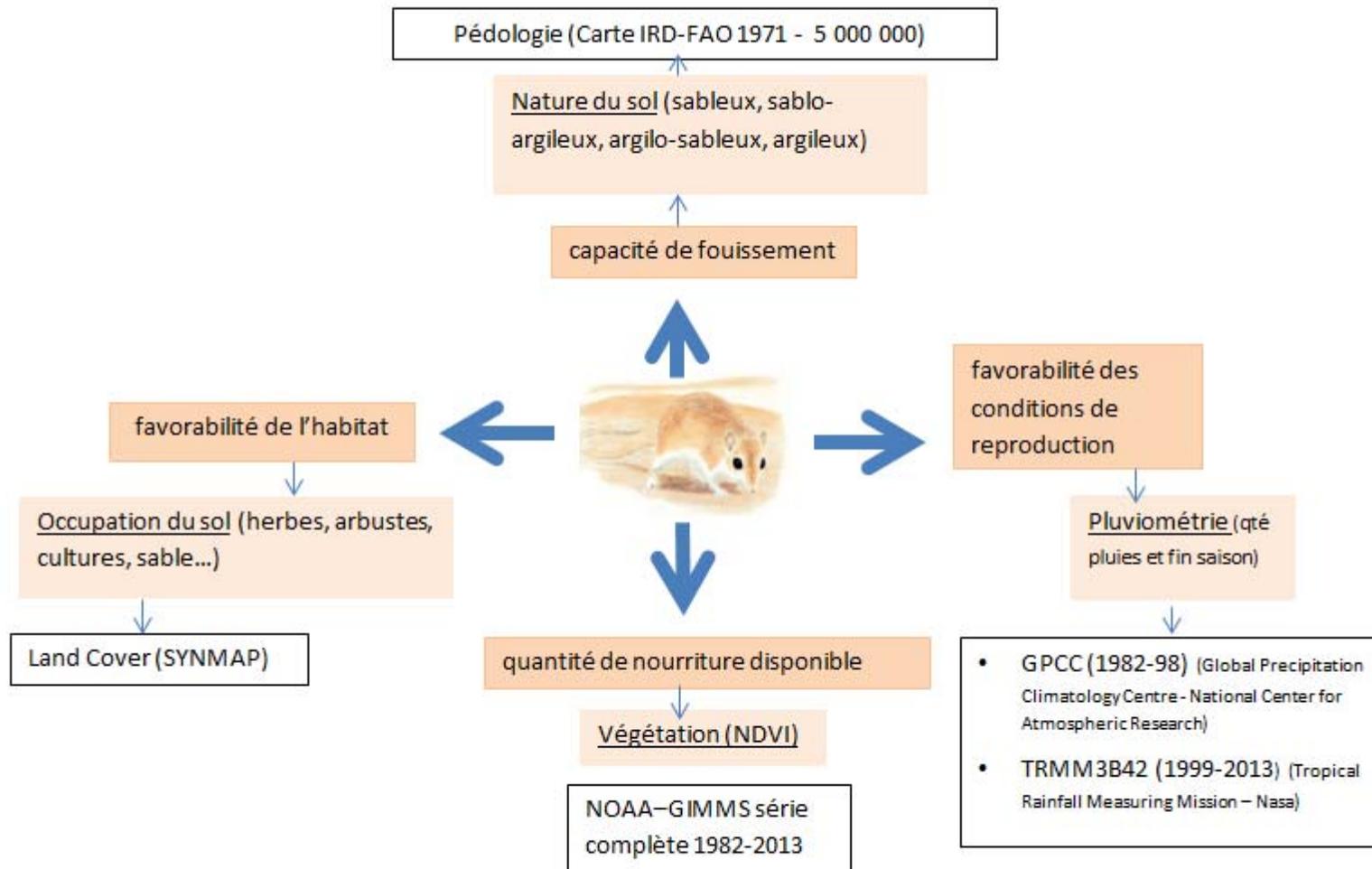
Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017



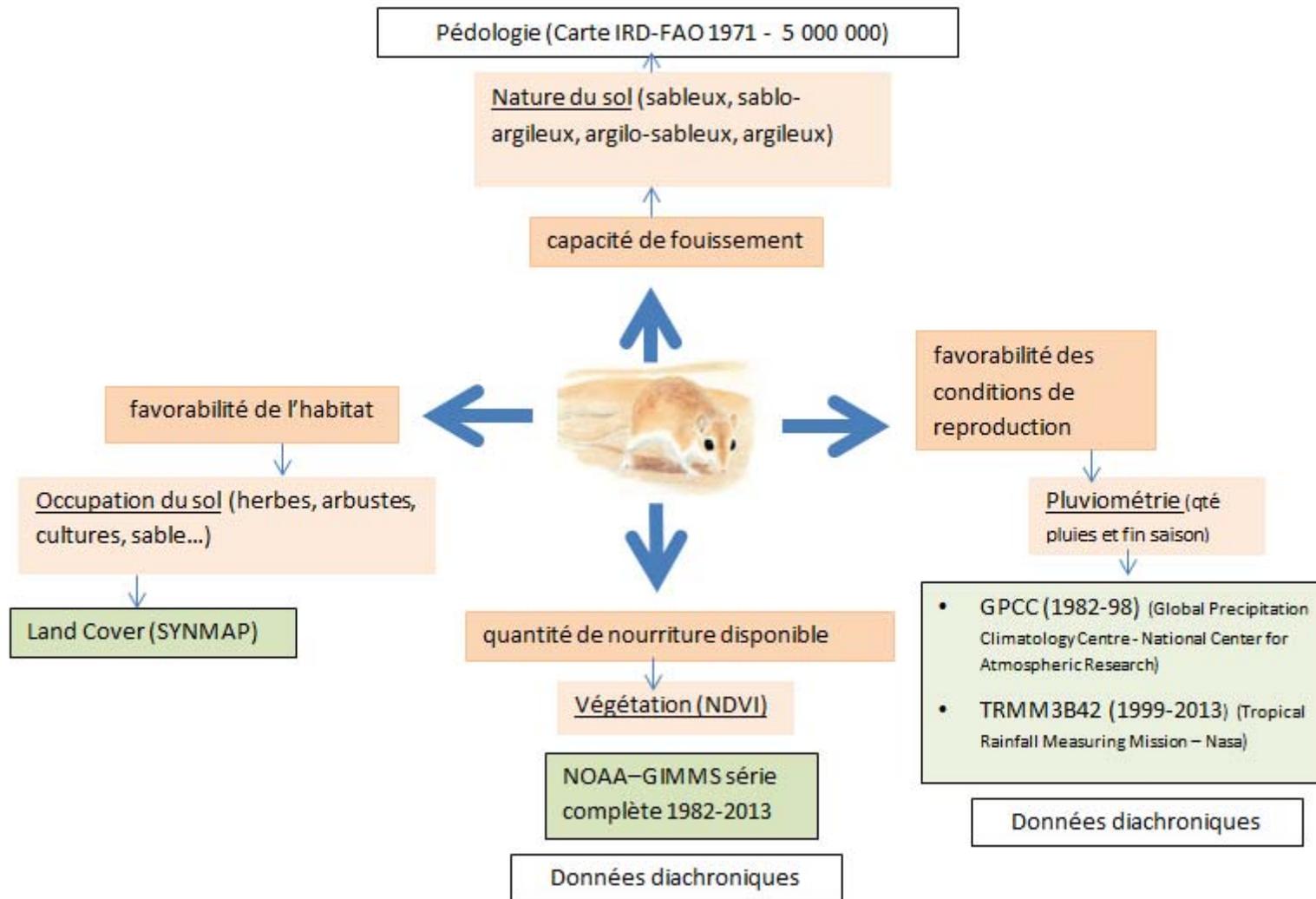
Exemple d'un modèle d'expansion : cas de la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et 13 octobre 2017



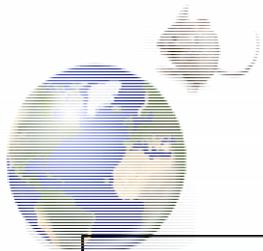
Exemple d'un modèle d'expansion : cas de la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et 13 octobre 2017



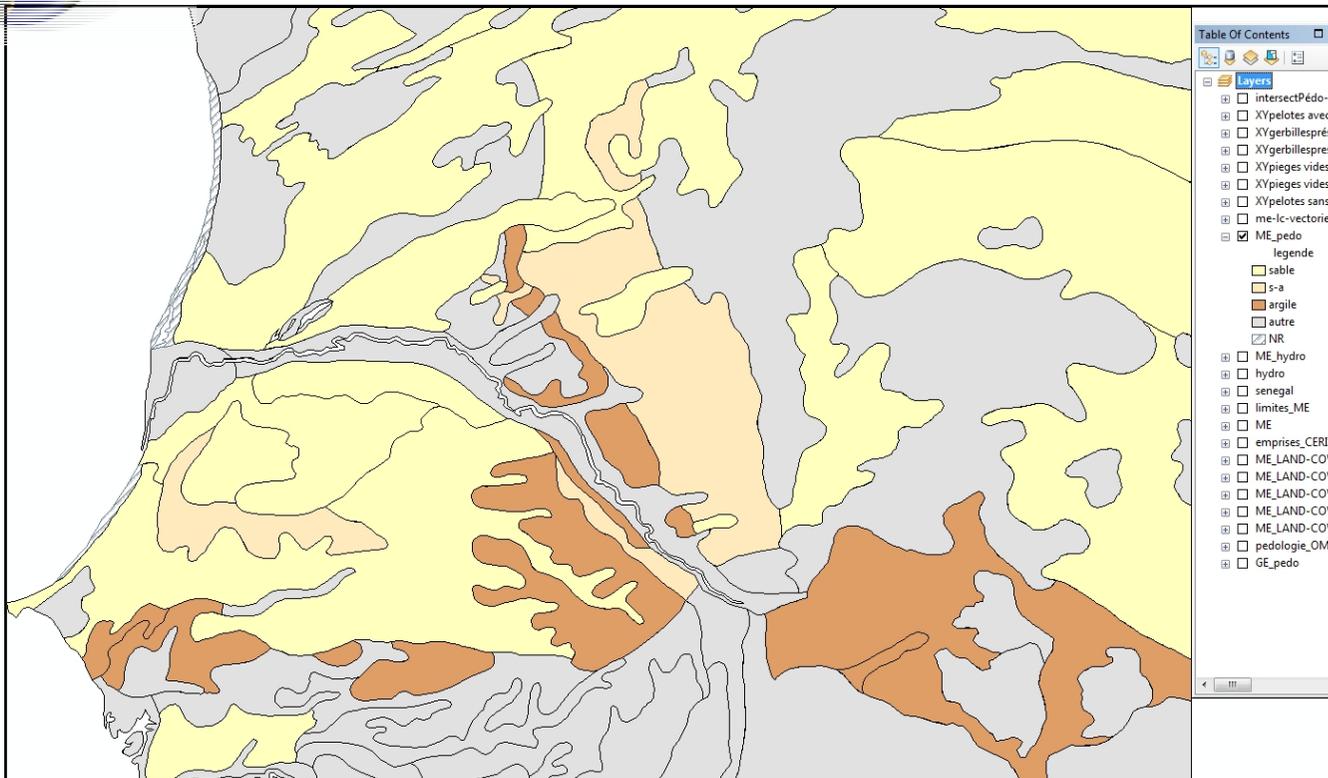
Exemple d'un modèle d'expansion : cas de la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et 13 octobre 2017



Exemple d'un modèle d'expansion : cas de la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et 13 octobre 2017



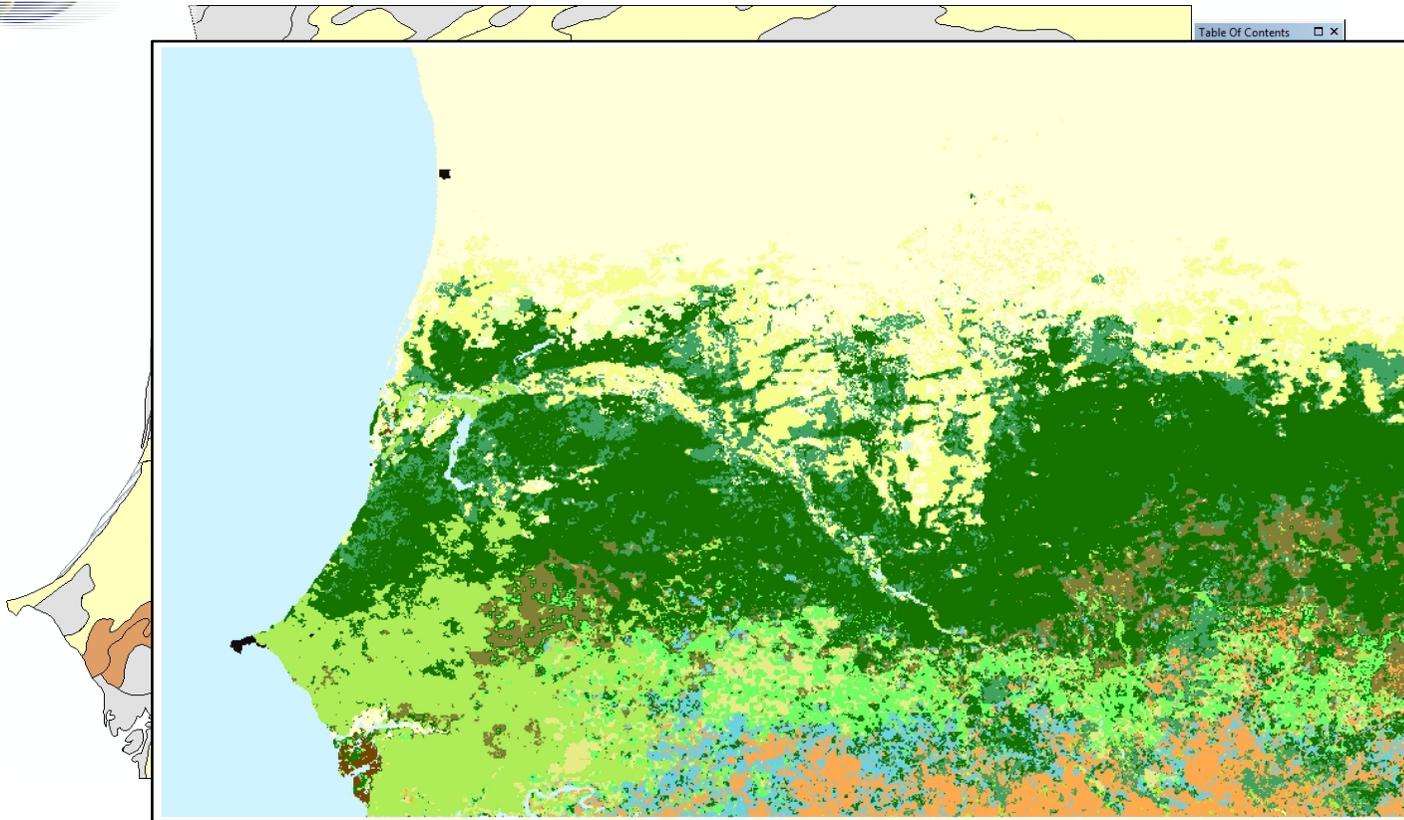
# Des données...



Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017



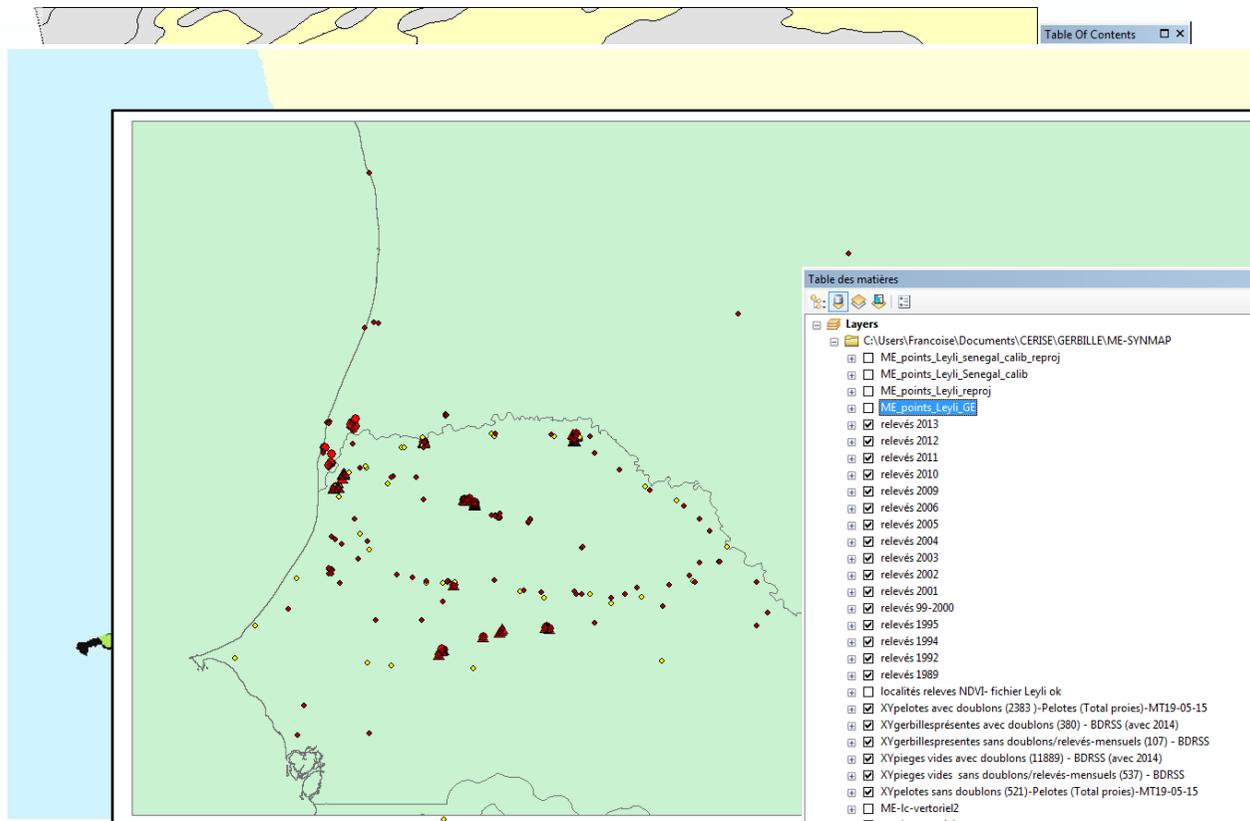
# Des données...



Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017



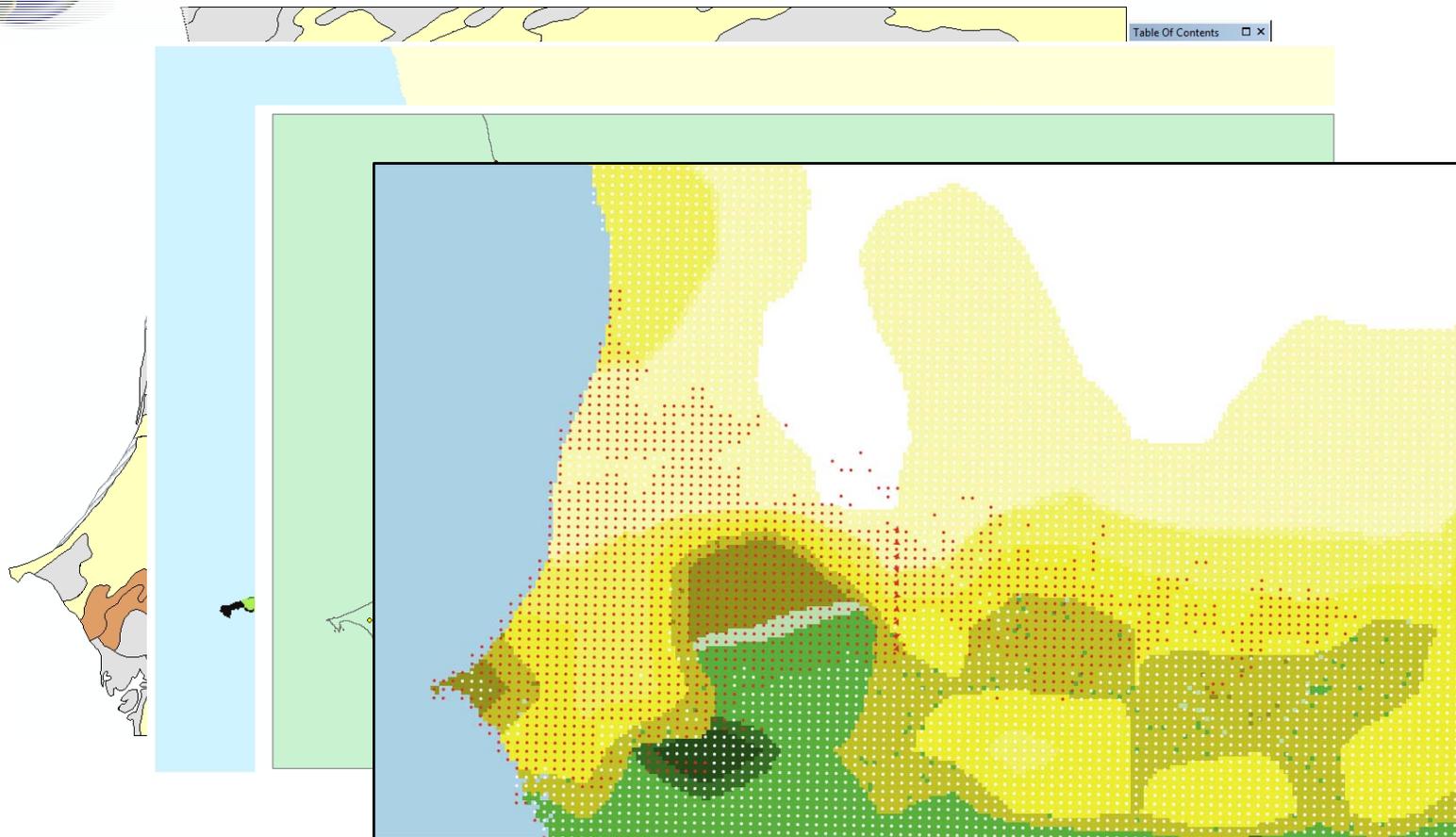
# Des données...



Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017



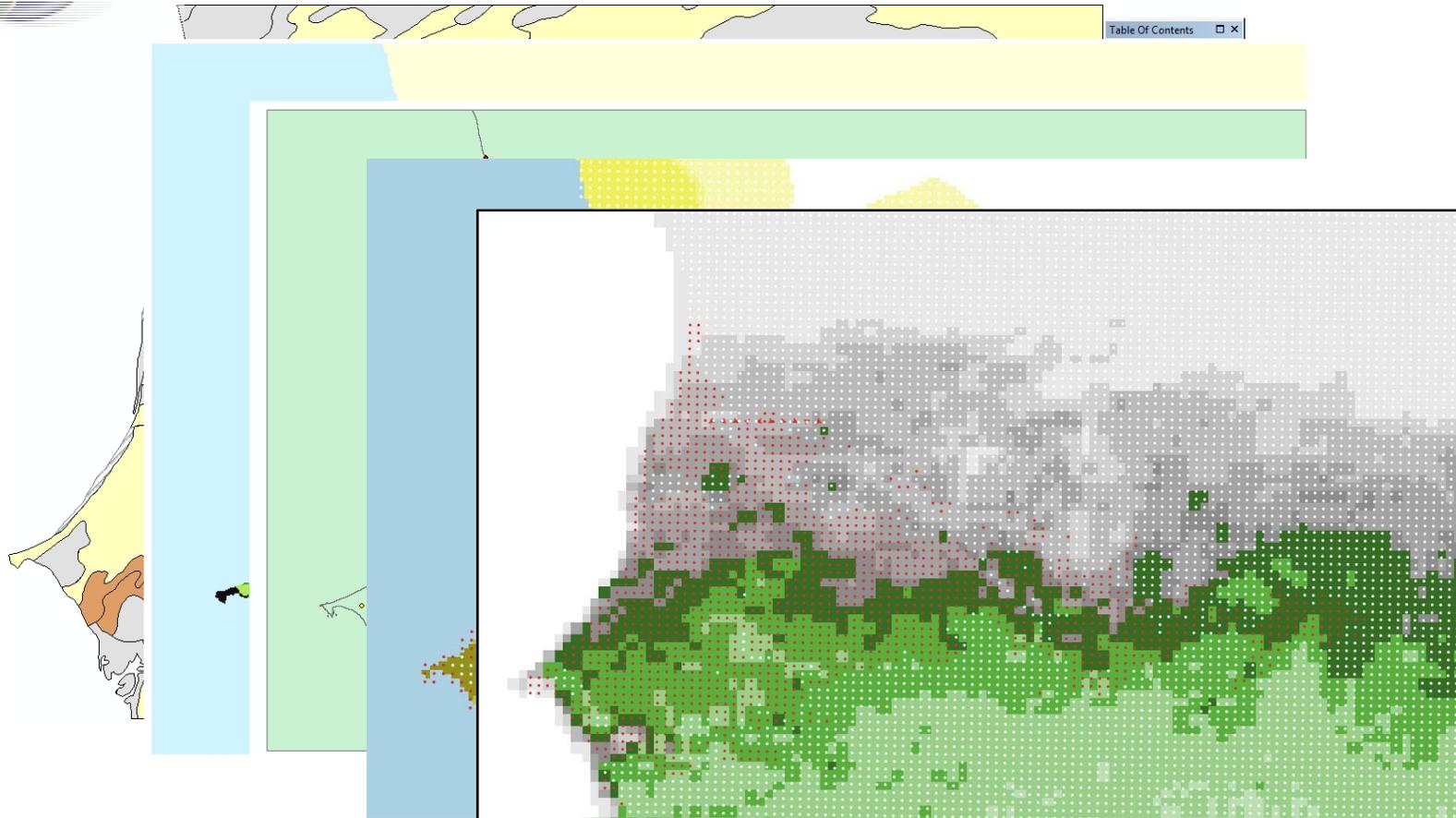
# Des données...



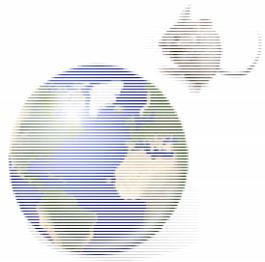
Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017



# Des données...

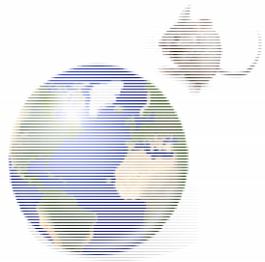


Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017



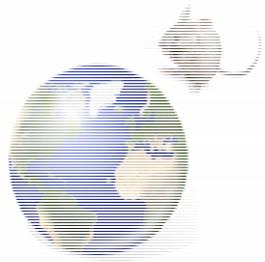
# Données environnementales

- Télédétection – terrain (relevés)
- 384 fichiers NDVI - 384 fichiers « Pluvio »
- Carte pédologique numérisée
- Données cohérentes (pas de « ruptures » liées aux mesures (série complète Noaa- Gimms))
  
- Difficultés :
  - Pédologie : de la structure à la surface
  - NDVI : ré-échantillonnage et interprétation
  - Land-cover : classification, ré-échantillonnage et absence de diachronie
  - Grandes échelles spatiales et temporelles
  - Intégration des données dans un modèle unique

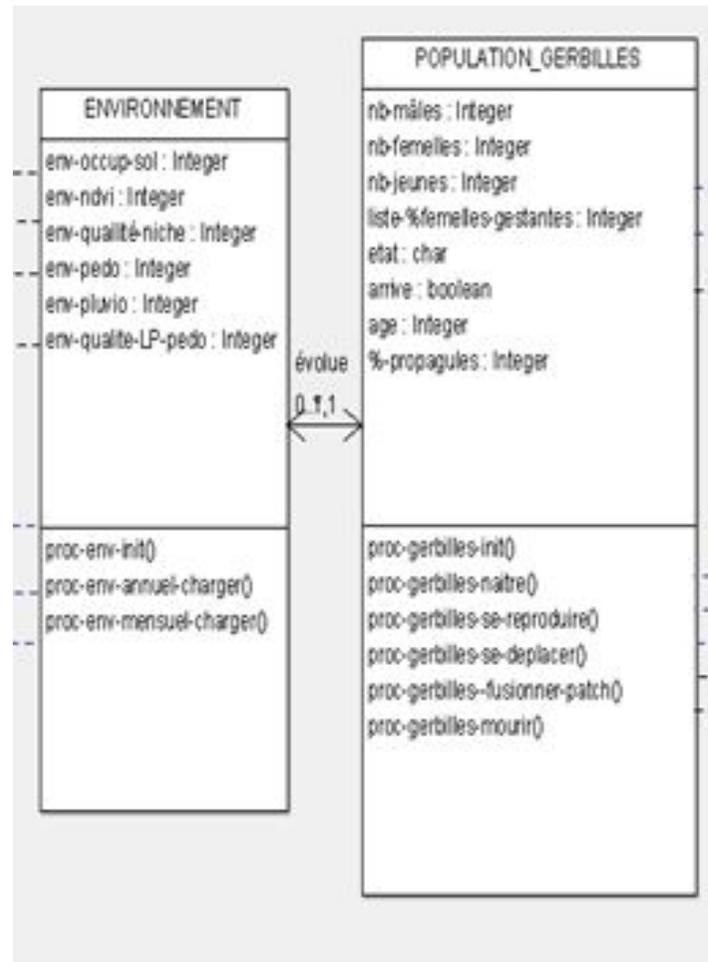


# Hypothèses de modélisation

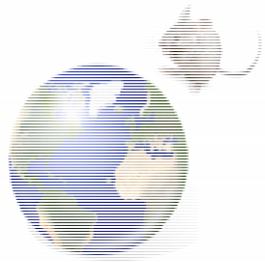
- Paramètres fixés
  - Taux moyen de reproduction = 3.4
  - Début de la reproduction : Août
  - Période de reproduction : Août – de 1 à 4 mois après la saison des pluies
  - Taux de mortalité : 0.75 quels que soient la période et les individus
  - 1 an d'âge max pour les populations d'explorateurs en « perdition »
  - % gestantes variable chaque mois :
    - bornes : source Nomao et BPM
    - fonction (linéaire) de la pluviométrie
  - Critères d'habitat préférentiel
- Paramètres ajustés
  - Taux des propagules : 50% des jeunes. Départ mensuel de propagules, les autres jeunes matures restent sur place et se reproduisent à leur tour.
  - Distance parcourue mensuellement par les propagules : 4,5 km



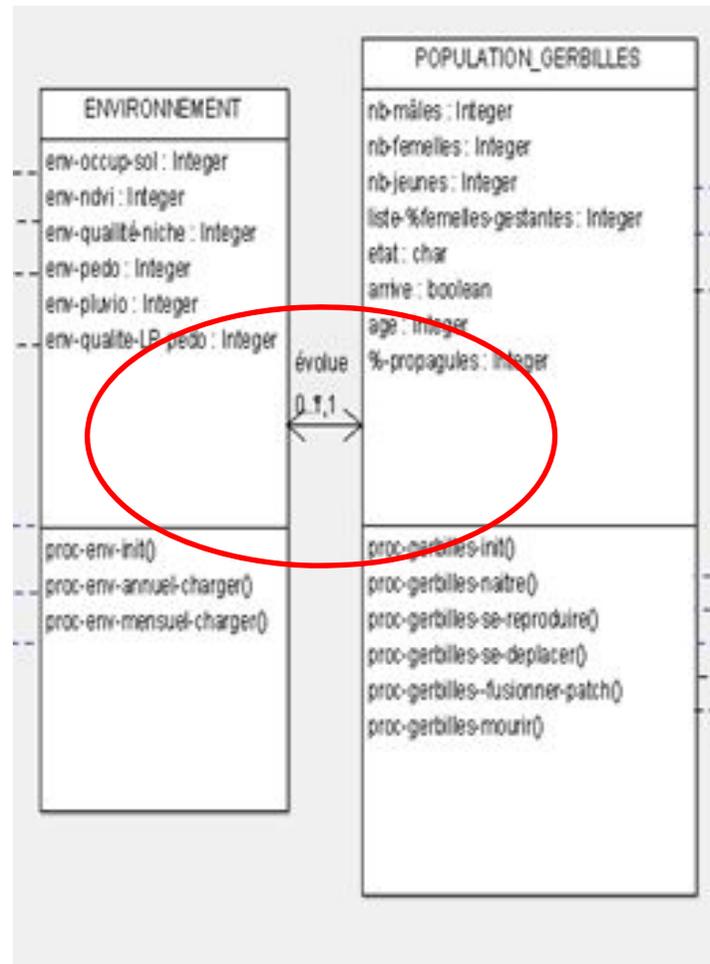
# Hypothèses de modélisation



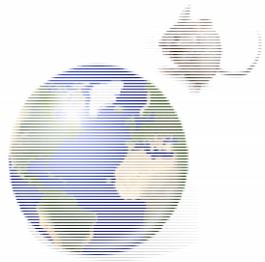
Exemple d'un modèle d'expansion : cas de la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et 13 octobre 2017



# Hypothèses de modélisation

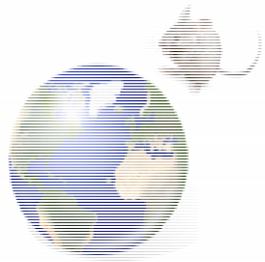


Exemple d'un modèle d'expansion : cas de la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et 13 octobre 2017



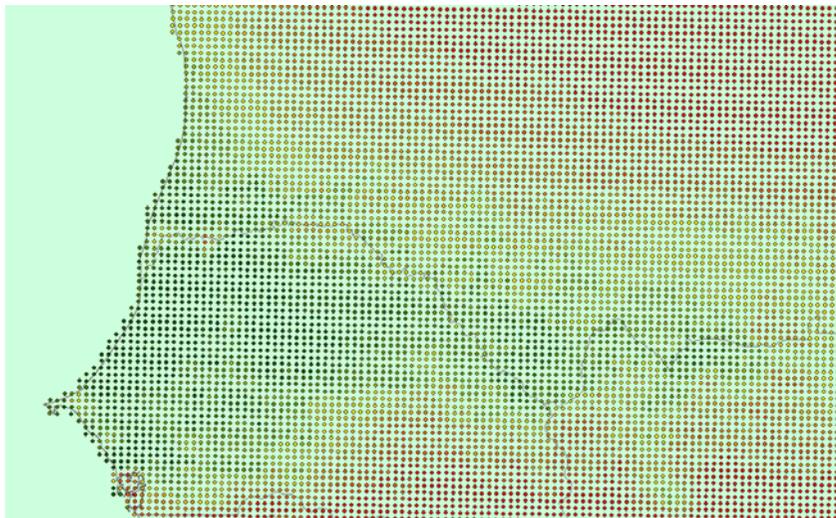
# Hypothèses de modélisation

- 3 états : exploration, reproduction, estivation
- Habitat préférentiel : lieu d'installation qui permet la reproduction
  - > comment le définir ?
- L'aléa :
  - orientations lors du déplacement

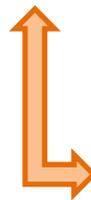
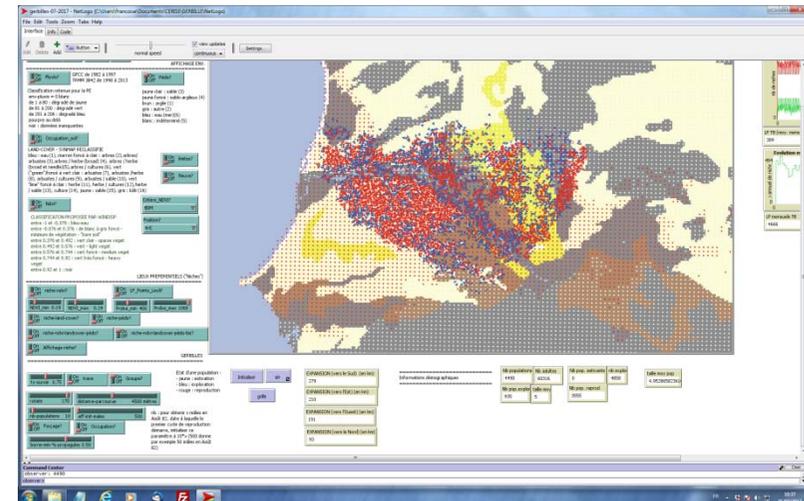


# Complémentarité des modèles

Modèle probabilistique

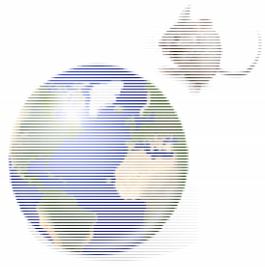


Modèle simulation multi-agents



Habitats préférentiels  
(bons critères pédologie et land-cover,  
discussion sur les valeurs NDVI)

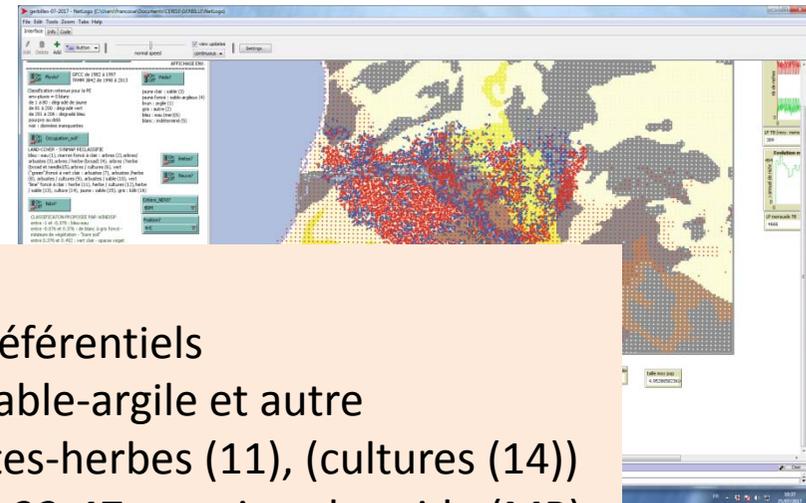
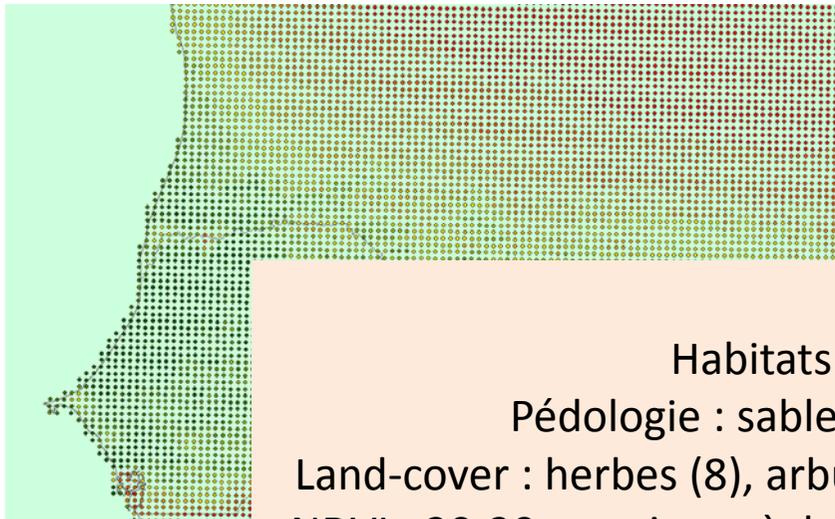
Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017



# Complémentarité des modèles

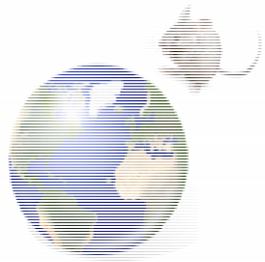
Modèle probabilistique (MP)

Modèle simulation multi-agents (SMA)

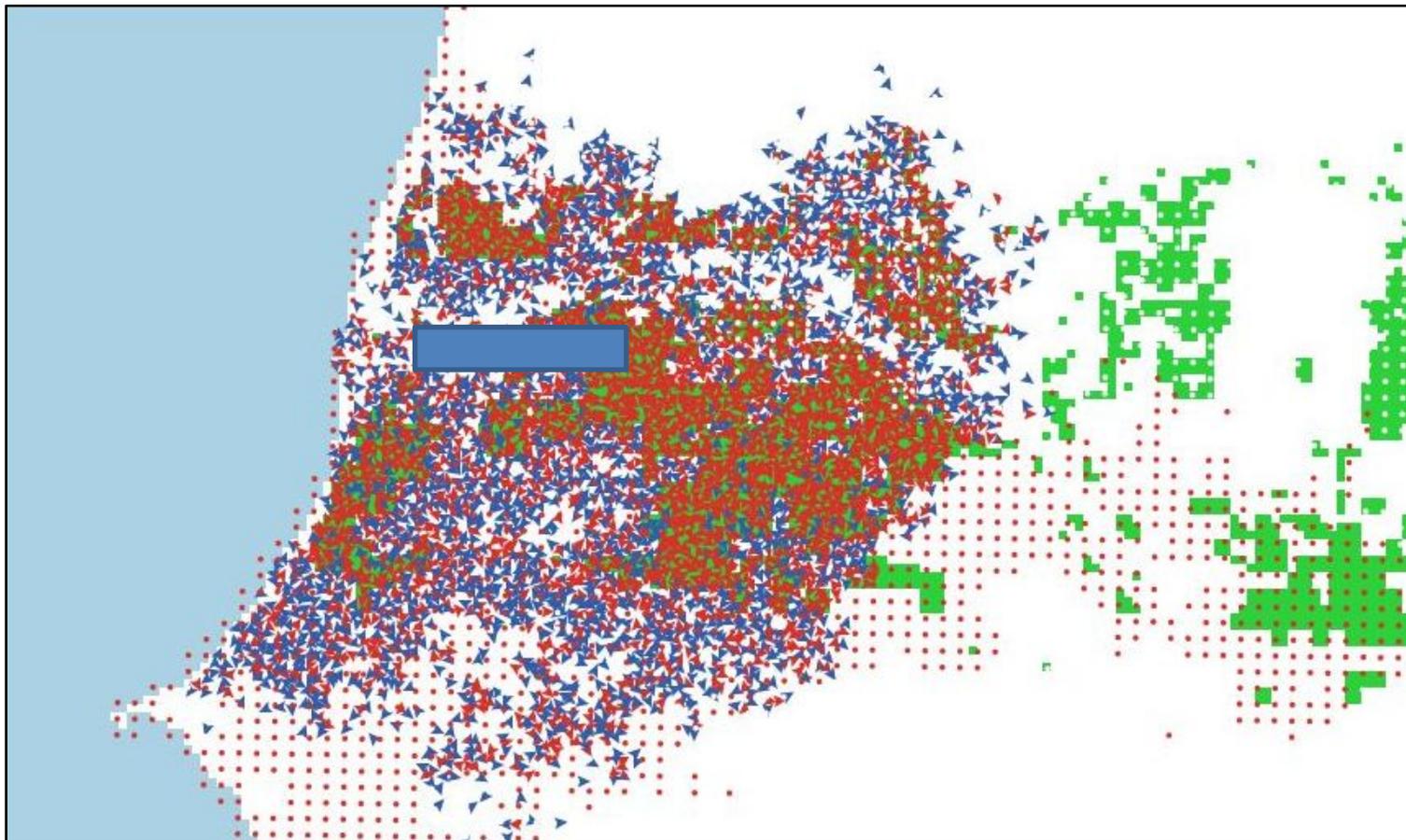


**Habitats préférentiels**  
Pédologie : sable, sable-argile et autre  
Land-cover : herbes (8), arbustes-herbes (11), (cultures (14))  
NDVI : 20-30 en saison sèche - 22-47 en saison humide (MP)  
19-24 en en saison sèche (relevés BPM)





# Enseignements, discussion

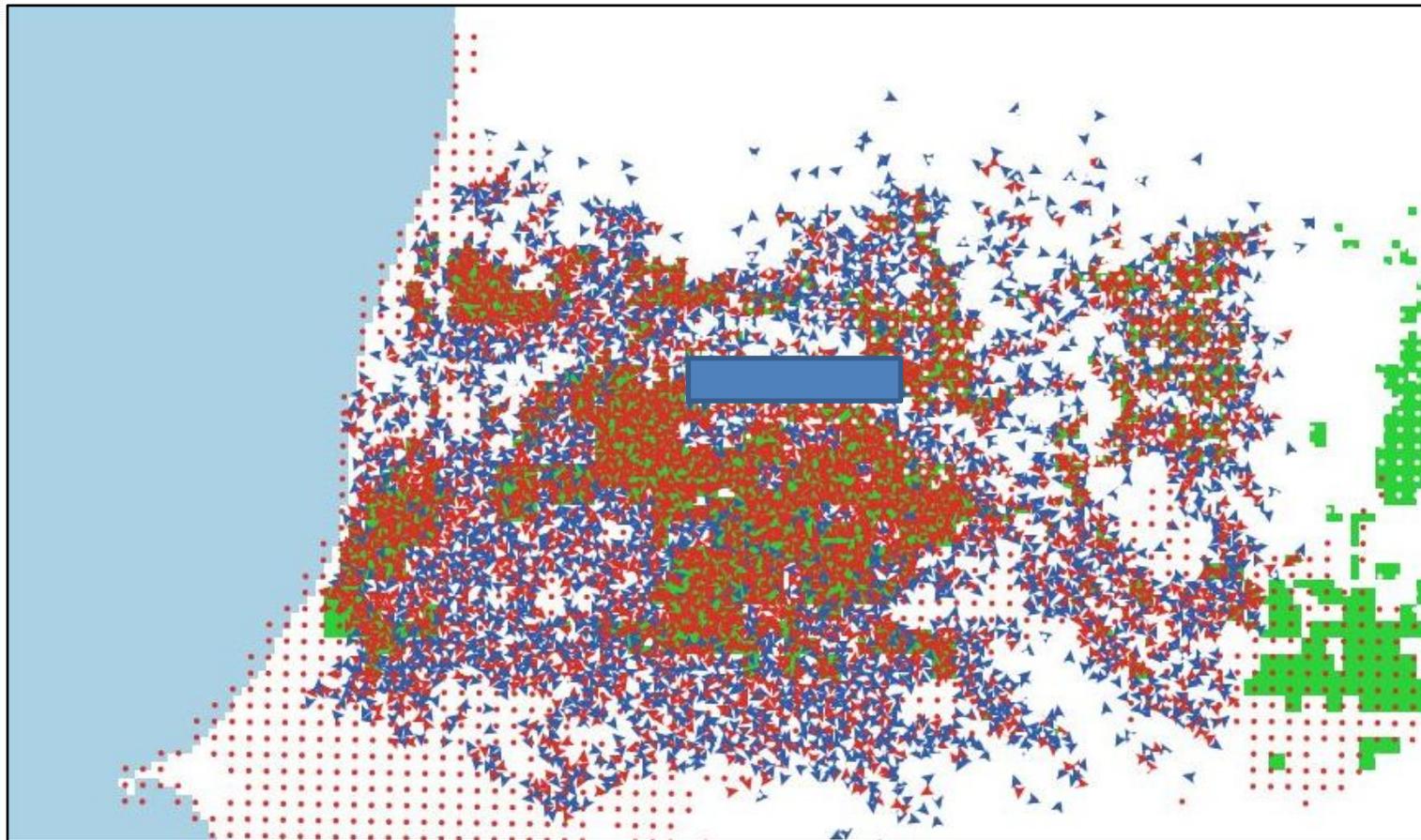


Entrée : Nord Ouest

Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017

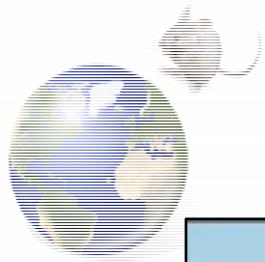


# Enseignements, discussion

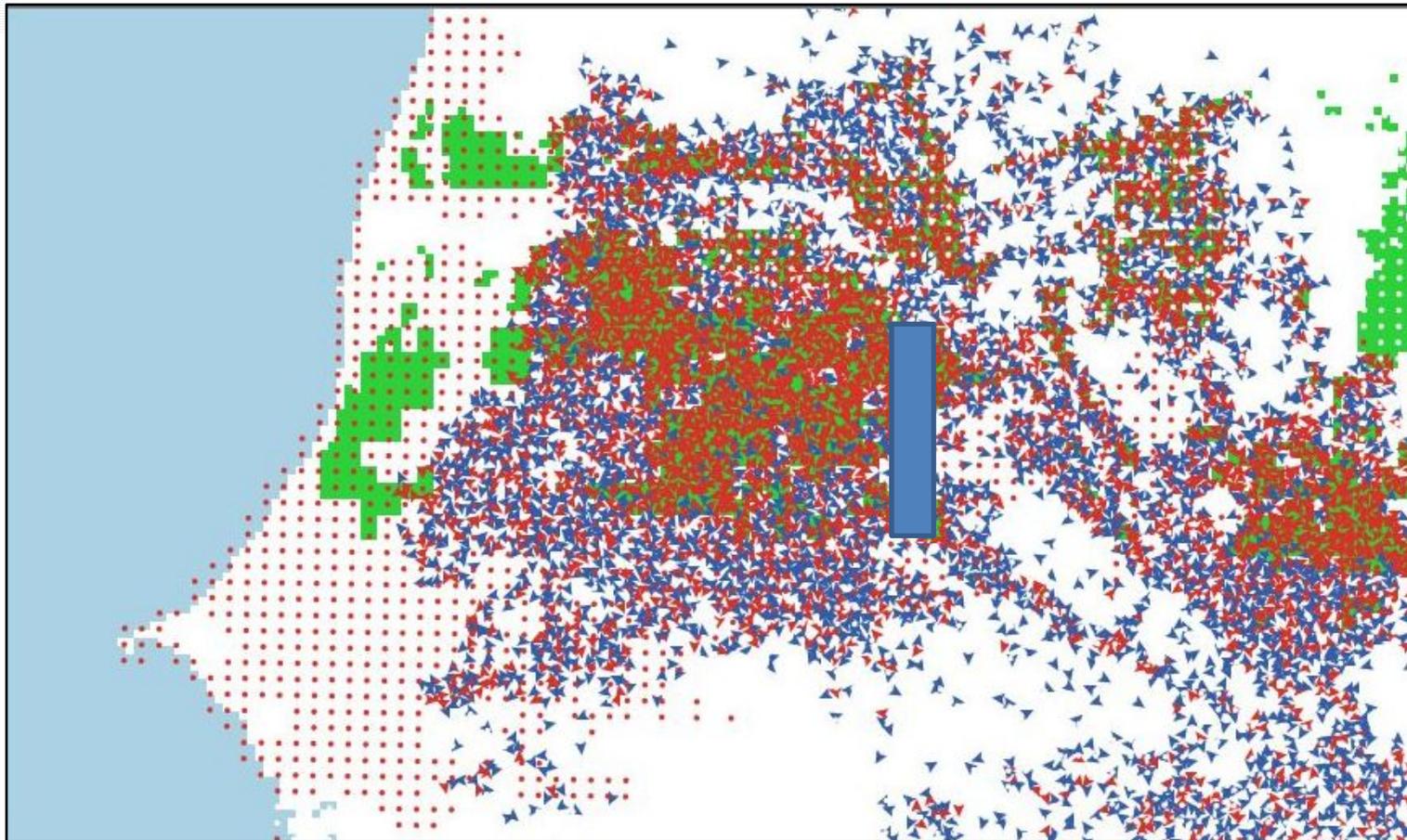


Entrée : Nord Est

Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017

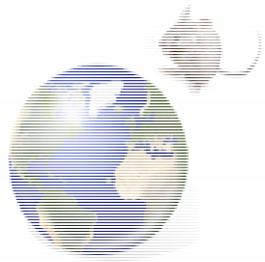


# Enseignements, discussion

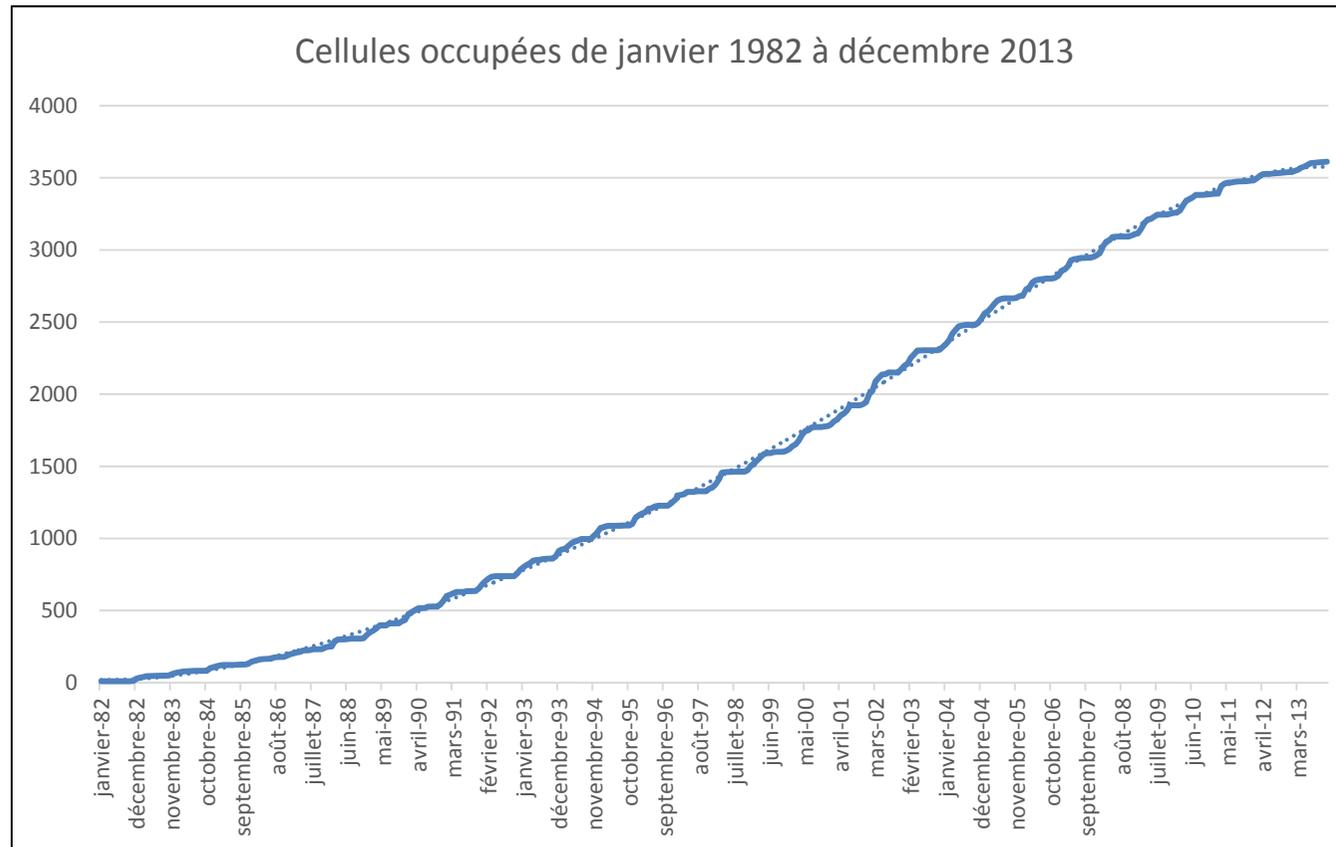


Entrée : Est

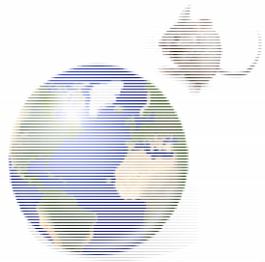
Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017



# Enseignements, discussion



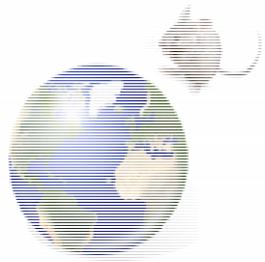
Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017



# Enseignements, discussion

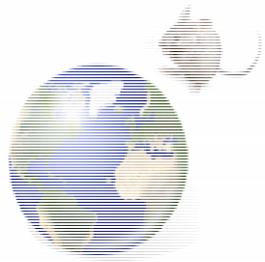
*Hypothèses : LP : pédo (sable, sablo-argileux, autre) et LC (herbe, arbustes-herbe, cultures) et Ndvi (19-24 en saison sèche, pas de contrainte en saison humide)  
% propagules : 50% des jeunes et % gestantes : bornes Nomao/BPM fction pluvio ;  
pas de contrainte d'orientation - 1000 ind. en Août 1982 – départ au Nord*

- Plusieurs entrées possibles : N, N-E et certaines E
  - Entrée Nord privilégiée ?
- Expansion Sud (250 km - Intervalle de confiance 90% : [247-252])
- Expansion Est (235 km environ - Intervalle de confiance 90% : [230-240])
- Pallier d'expansion ?
- Distance parcourue : 4,5 km environ



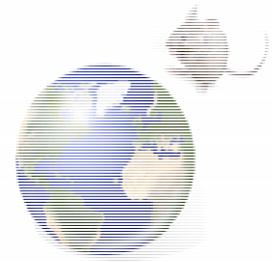
# Un modèle qui répond...

# autant qu'il questionne

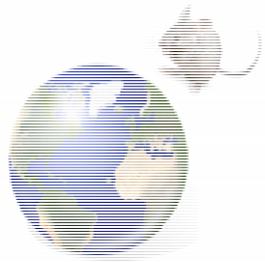


# Enseignements, discussion

- **Propagation** jusqu'au sud du Ferlo possible
- **Entrée Nord** sans doute privilégiée
- **Habitat préférentiel et son évolution sur 32 ans**
- **Expansion vs déplacement / expansion moins rapide en 2013 ...**
- **Comportements re-questionnés** : distance parcourue mensuellement, % gestantes, % propagules
- Prolifération démographique cohérente mais concentration faible de populations : processus/calibrage à revoir...



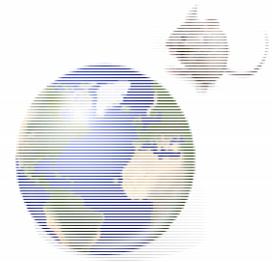
**Merci de votre attention...**



# Enseignements, discussion

- **Prolongements**

- proc. mourir : prédateurs ?
- proc. Se reproduire : début de la période de reproduction ? % gestantes ? % propagules ?

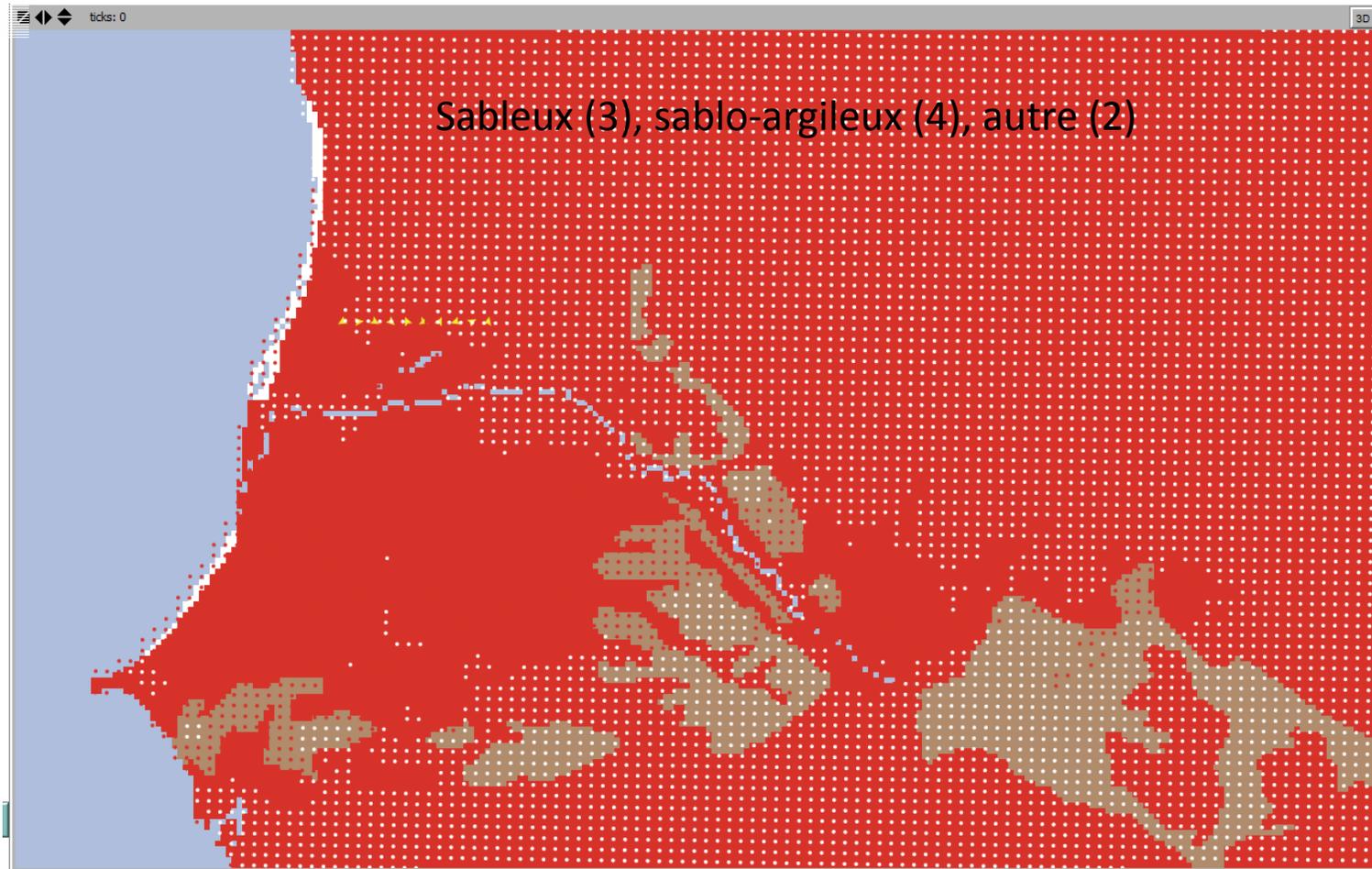


# Annexes

Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017



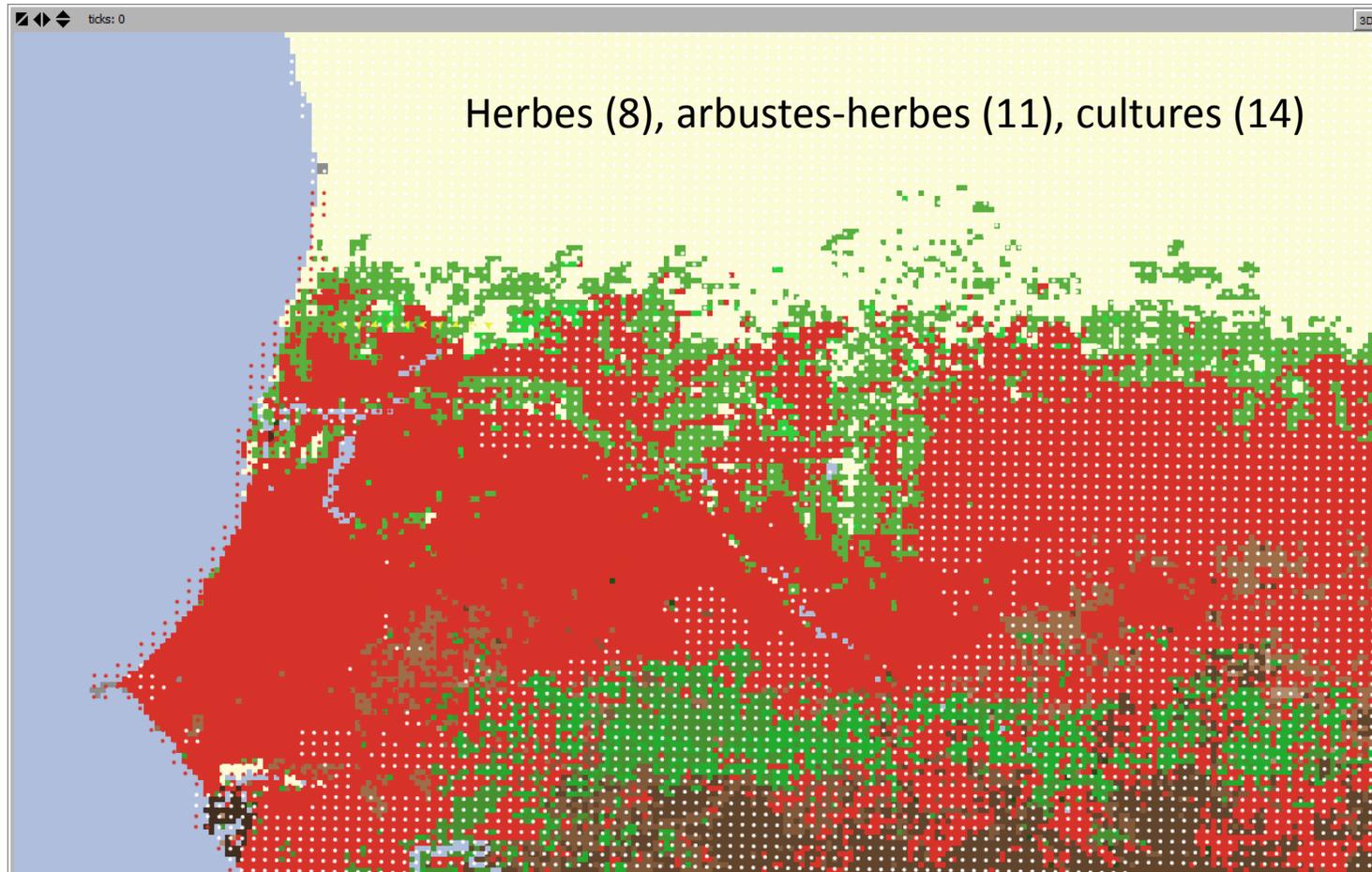
# Pédologie (MP et SMA)



Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017



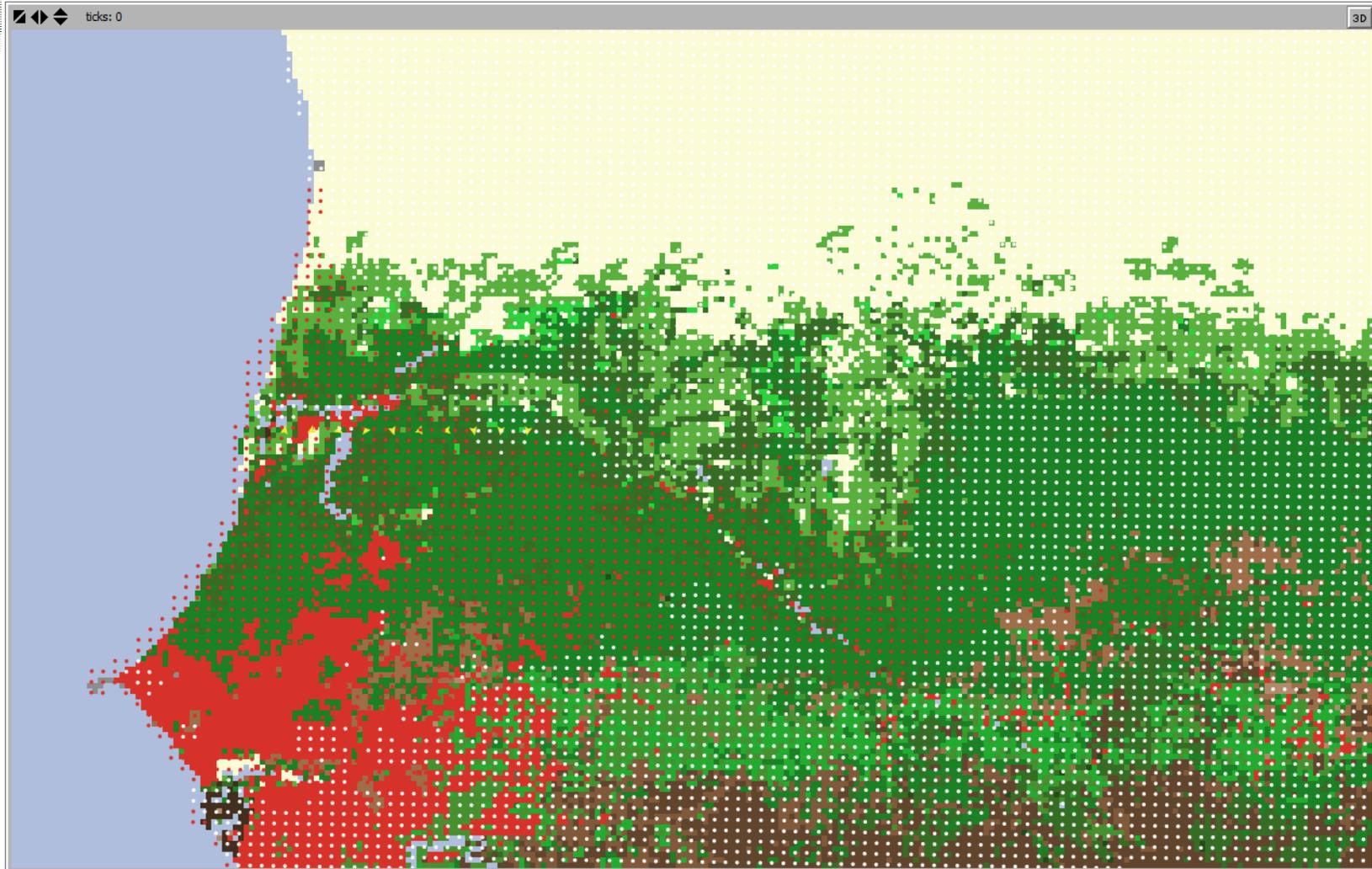
# Land-cover (MP et SMA)



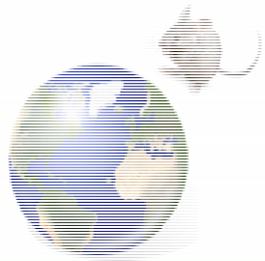
Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017



# Land-cover (zone « cultures »)



Exemple d'un modèle d'expansion : cas de la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et 13 octobre 2017



# % gestantes

mois	BDM - % gestantes		Valeurs modèle option 2 (BDM et NOMAO)
	femelles adultes tous pays	% Nomao	
janv	14	7	14
fév	25	4	25
mars	6	3	6
avril	12	3	11 12
mai	10	0	10 11
juin	0	0	0
juillet	6	0	0
août	6	14-20	[14,20]
septembre	8	50-60	[50,60]
octobre	29	20-50	[30,50]
novembre	25	20-25	[20,25]
décembre	13	9	13

Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017

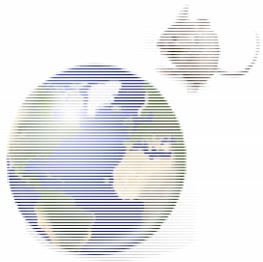
# % gestantes

mois	BPM - nb gestantes Sénégal	BPM -nb femelles Sénégal	BPM - % Sénégal	BPM - nb gestantes ts pays	BPM - nb femelles ts pays	BPM - nb femelles adultes ts pays	BPM - % gestantes ttes femelles tous pays	BDM - % gestantes femelles adultes tous pays	% Nomao	Valeurs modèle option 1 (BDM uniquement)	valeurs BDM	Valeurs modèle option 2 (BDM et NOMAO)	fcion de la pluvio - option2
janv	0	5	0,0	1	9	5	11	14	7	14	valeur moy	14	14
fév		0	NR	5	21	20	24	25	4	25	valeur forte	25	25
mars	5	97	5,2	6	104	98	6	6	3	6		6	6
avril	3	28	10,7	11	94	85	12	12	3	[11,12]		[11,12]	[11,12]
mai	1	9	11,1	1	10	9	10	10	0	[10,11]		[10,11]	[10,11]
juin	0	17	0,0	0	17	17	0	0	0	0	0	0	0
juillet	1	9	11,1	1	16	16	6	6	0	0		0	0
août	2	70	2,9	4	77	70	5	6	14-20	[3,6]		[14,20]	y=0,05x+9,8
septembre	NR	NR	NR	1	12	12	8	8	50-60	8		[50,60]	y=0,1x+45,4
octobre	6	15	40,0	10	37	33	27	29	20-50	[30,40]	pic	[30,50]	y=0,42x+28
novembre	9	48	18,8	13	65	53	20	25	20-25	[19,25]	pic	[20,25]	y=0,39x+20
décembre		0	NR	2	16	14	13	13	9	13	valeur moy	13	13
total	27	298		55	478	432							

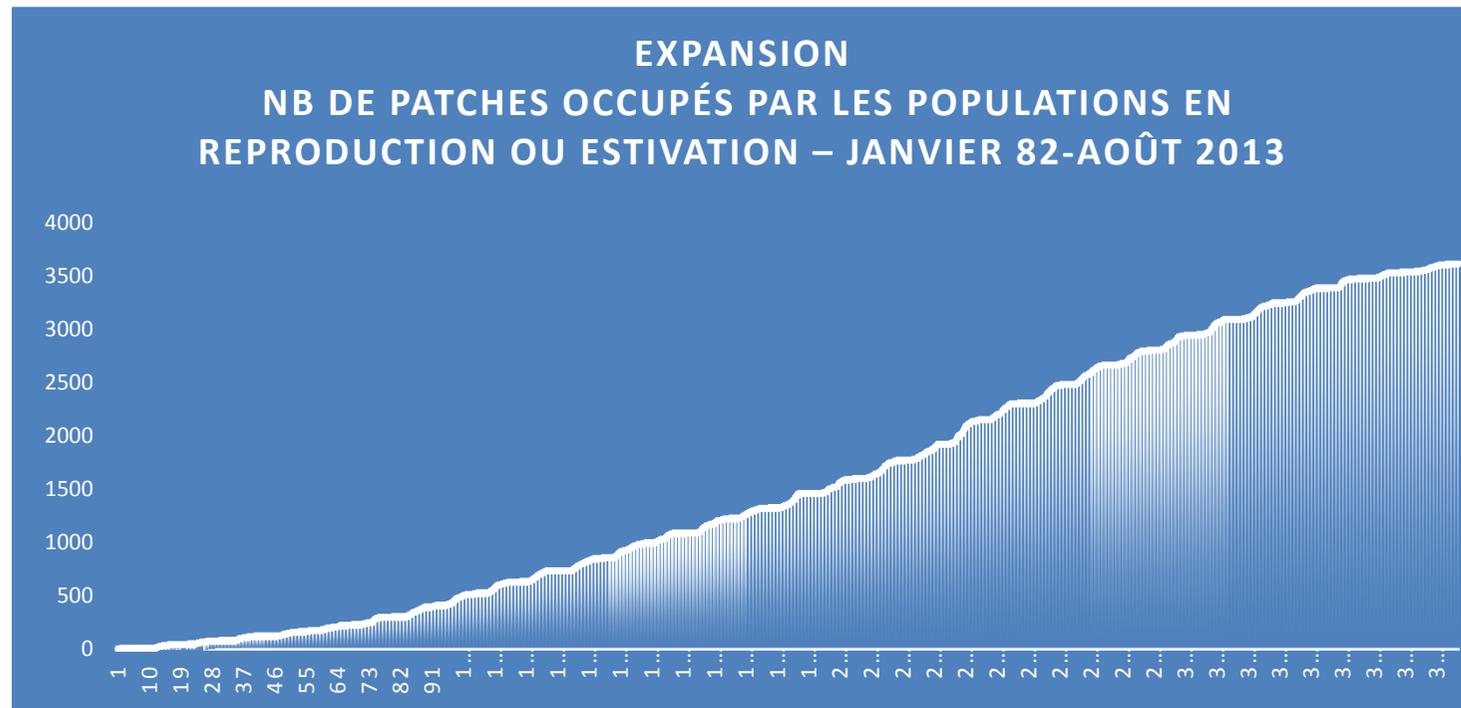
# % gestantes – source Nomao

	femelles	gestantes
	1997	1997
juin	17	0
juillet	20	0
août	15	3
septembre	6	3
octobre	9	2
novembre	21	5
décembre	18	0
	femelles	gestantes
	1998	1998
janv	15	0
fév	16	0
mars	14	0
avril	8	0
mai	14	0
juin	10	0
juillet	3	0
août	12	7
septembre	2	0
octobre	1	0
novembre	1	0
décembre	7	5
	femelles	gestantes
	2000	2000
janv	58	4
fév	80	3
mars	61	1
avril	47	0
mai	37	0

Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017



# Enseignements, discussion



Exemple d'un modèle d'expansion : cas de  
la gerbille nigériane - Journées CBGP - 12 et  
13 octobre 2017