

Leyli Borner

Post-Doc

CERISE: sCEnarios of Rodent Invasion in the Sahel

Jean Le Fur, Sylvain Piry, Aurélien Besnard, Laurent Granjon

Journées rongeurs 2017

Modélisation de la distribution de la gerbille nigériane au Sahel

Comparing the native and invasive niches of the Nigerian gerbil –
are we witnessing a range expansion?



Objectifs de l'étude:



Obtenir des informations sur:

- i) la distribution des rongeurs commensaux et d'extérieur (focus sur les espèces invasives *Mus musculus* et *Gerbillus nigeriae*)
- ii) les paramètres environnementaux au sens large susceptibles de jouer sur les processus d'invasion
- iii) les caractéristiques de la niche en cours de colonisation et de la niche historique

Objectifs de l'étude:



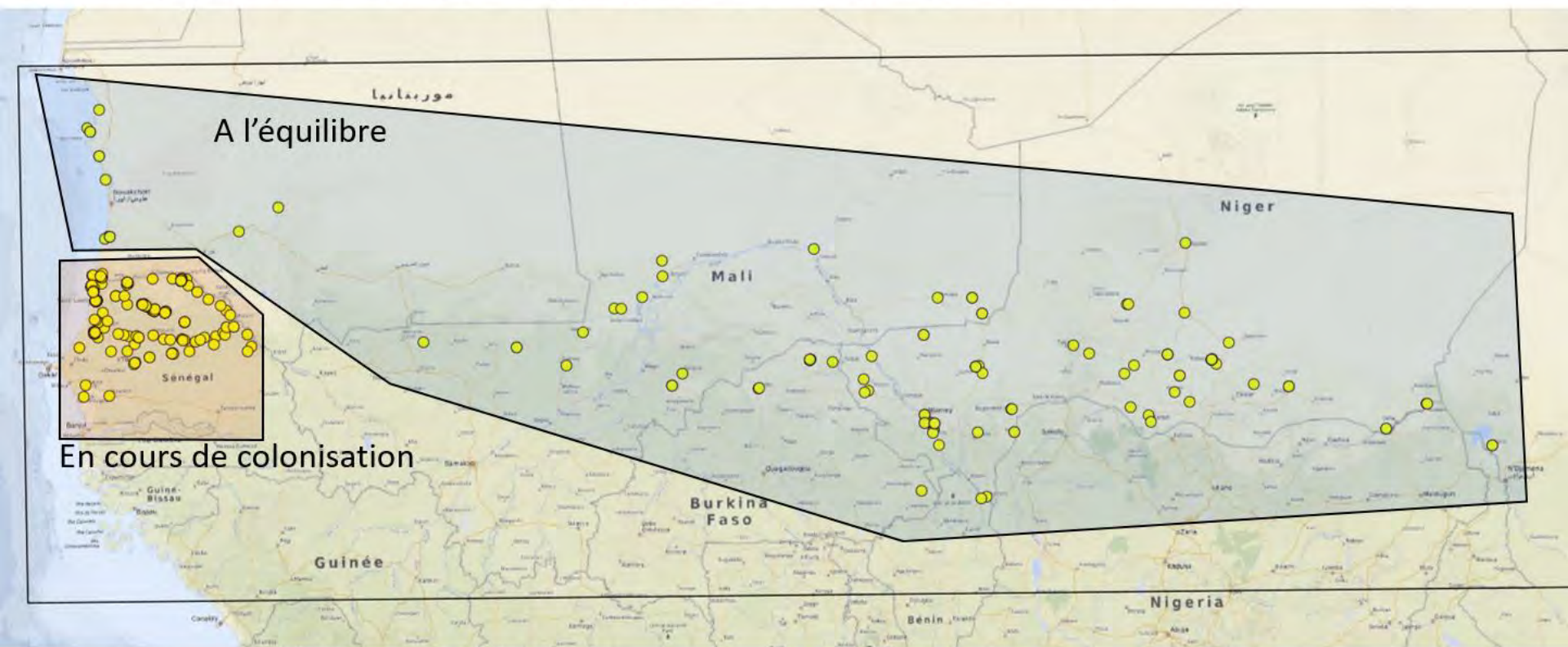
Obtenir des informations sur:

- i) la distribution des rongeurs commensaux et d'extérieur (focus sur les espèces invasives *Mus musculus* et ***Gerbillus nigeriae***)
- ii) les paramètres environnementaux au sens large susceptibles de jouer sur les processus d'invasion
- iii) les caractéristiques de la niche en cours de colonisation et de la niche historique

Distribution géographique de la gerbille nigeriane (*Gerbillus nigeriae*) au Sahel



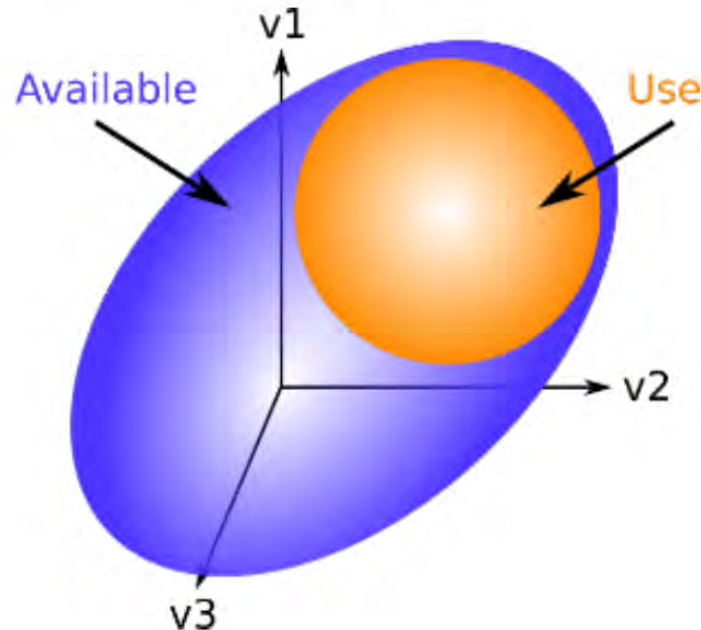
379 données – « capture » et « pelotes » - à partir de 1984



La modélisation de niche écologique: qu'est-ce que c'est?

Niche écologique d'une espèce: ensemble des conditions environnementales nécessaires à la survie et à la persistance de l'espèce

Principe méthodologique: comparaison des caractéristiques des sites utilisés par l'espèce aux caractéristiques des sites disponibles

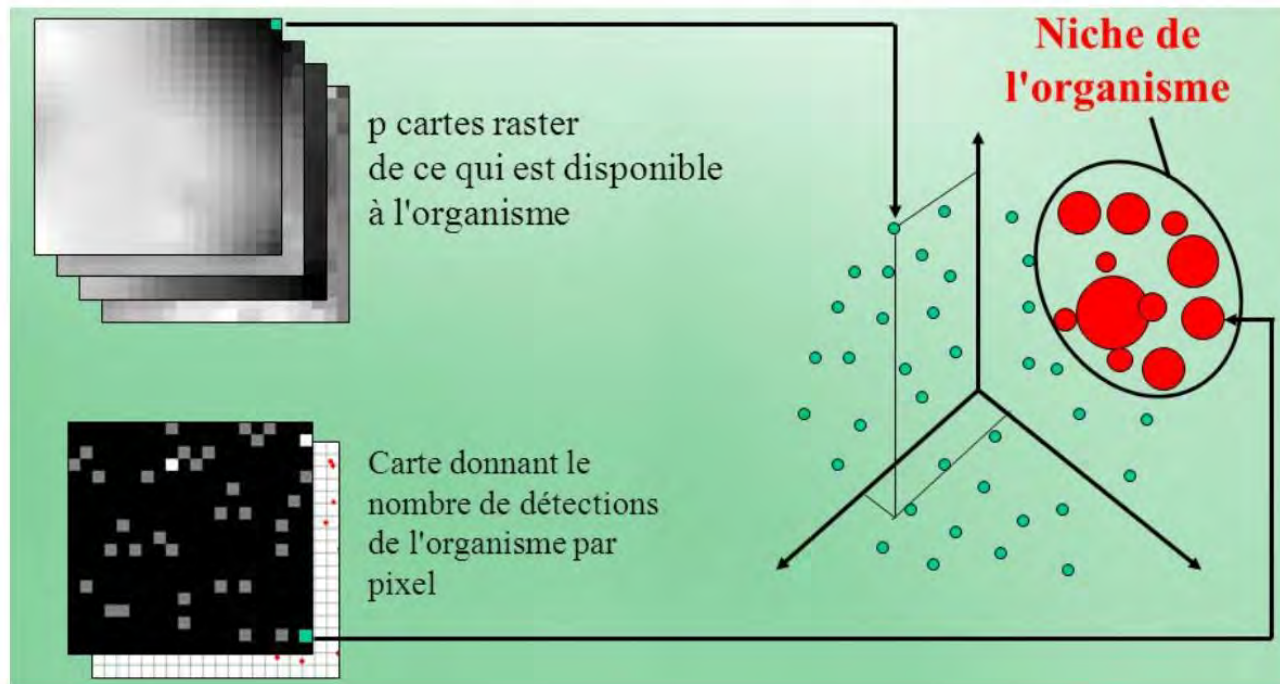


Informations à fournir en entrée:

- Données géoréférencées de présence des espèces
- Description spatialisée de variables environnementales (par ex: habitats, altitude, pente, orientation, bâti et routes)

Informations fournies en sortie:

- Caractérisation de la niche écologique utilisée par l'espèce
- Cartographie de la distribution potentielle de l'espèce (*suitability*)





Végétation:
1. chlorophylle

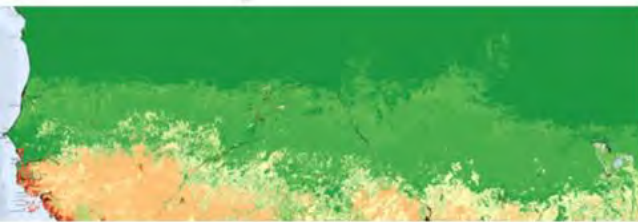


Nature du sol:
1. sableux
2. sablo-argileux
3. argilo-sableux
4. argileux



Couvert :
1. % arbres et buissons
2. % herbes
3. % sol nu

favorabilité
de l'habitat



Usage des terres
* multi-facettes
à identifier ➔ cultures et habitats



Climat
1. hygrométrie
2. température sol



Perspectives

- Amélioration des modèles
 - GAM? AUC (validation croisée)? réduction du nombre de variables explicatives?
 - Modèle avec maille de 2 x 2km sur Sénégal
- Modèles de site occupancy: estimation de la probabilité de capture
- Application de ces modèles à la souris (*Mus musculus*)



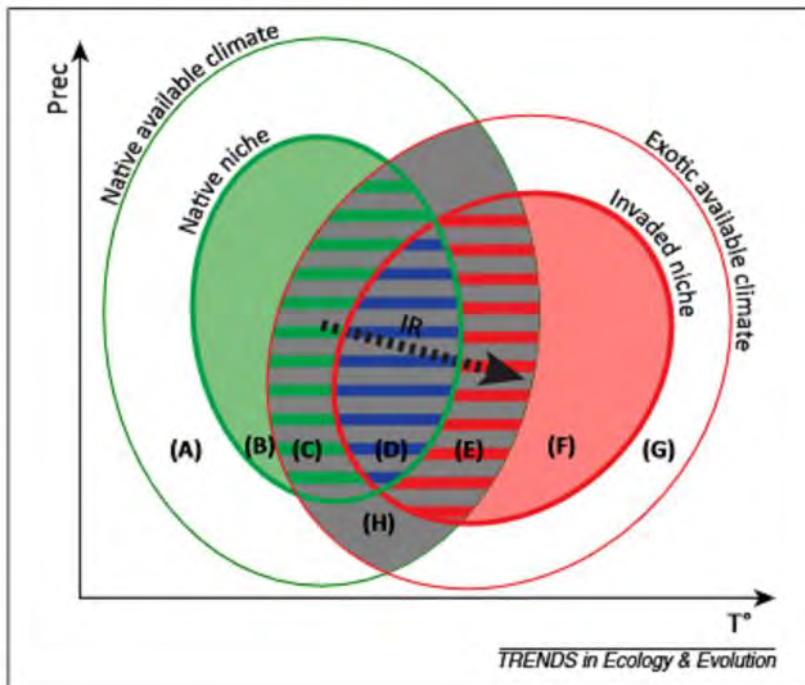
Perspectives

- Amélioration des modèles
 - GAM? AUC (validation croisée)? réduction du nombre de variables explicatives? ✓
 - Modèle avec maille de 2 x 2km sur Sénégal
- Modèles de site occupancy: estimation de la probabilité de capture ✓
- Application de ces modèles à la souris (*Mus musculus*)



Unifying niche shift studies: insights from biological invasions

Antoine Guisan^{1,2*}, Blaise Petitpierre^{1*}, Olivier Broennimann^{1*}, Curtis Daehler^{3*}, and Christoph Kueffer^{4*}



Box 3. Metrics to quantify and decompose niche changes: the COUE scheme

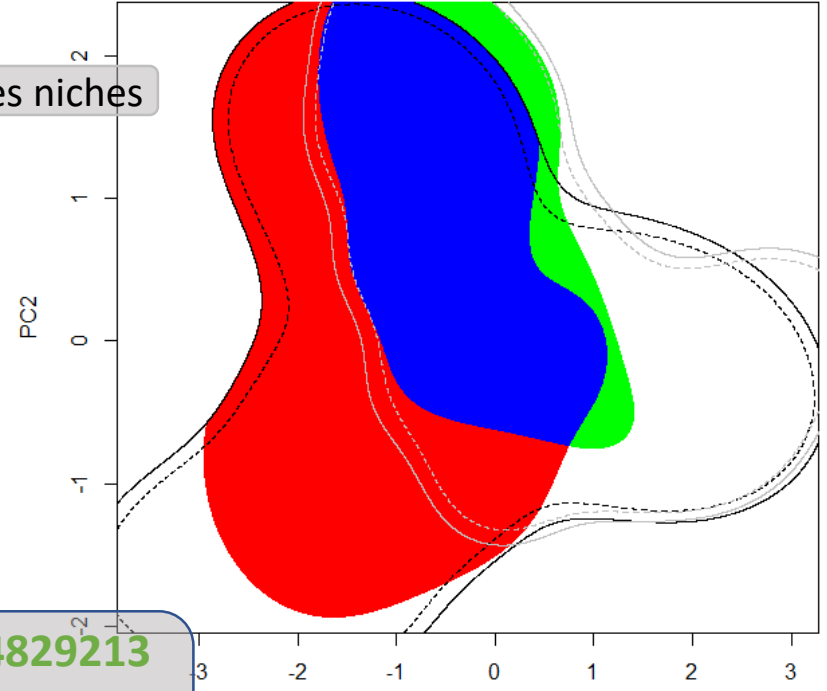
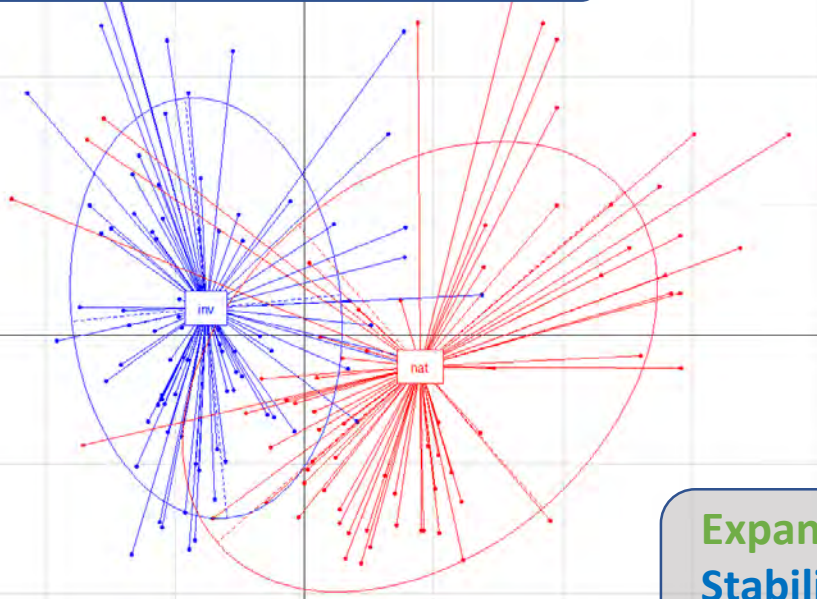
The niche space of an exotic species can be classified into three categories: niche space occurring only in the exotic range (i.e., expansion, ε), in both exotic and native range (i.e., stability, σ), and only in the native range (i.e., unfilling, ν). Niche comparisons can then be made at two levels: (i) relative to the entire niche of the species, pooled from the two ranges (pooled ranges approach); or (ii) relative to the native or exotic ranges separately (range-specific approach). Table 1 presents a unified terminology (COUE, an acronym based on its main components, centroid shift, overlap, unfilling, and expansion, as defined below) for niche comparisons and related metrics of niche changes.

Package ecospat*, R (R Core Team, 2017)
 ACP sur 2 jeux de données
 Mesure de l'expansion, stability et unfilling
 (en cours)

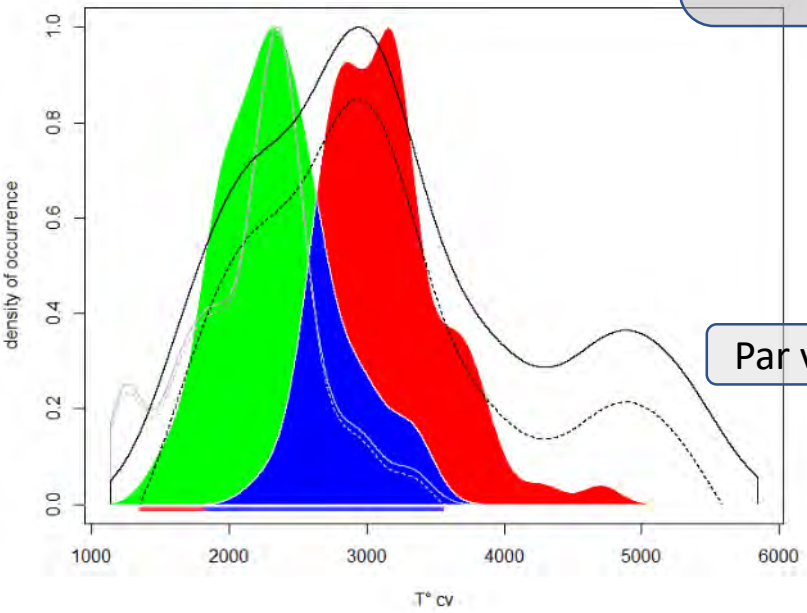
*Olivier Broennimann, Valeria Di Cola and Antoine Guisan (2016). ecospat: Spatial Ecology Miscellaneous Methods. R package version 2.1.1. <https://CRAN.R-project.org/package=ecospat>

Méthode d'ordination

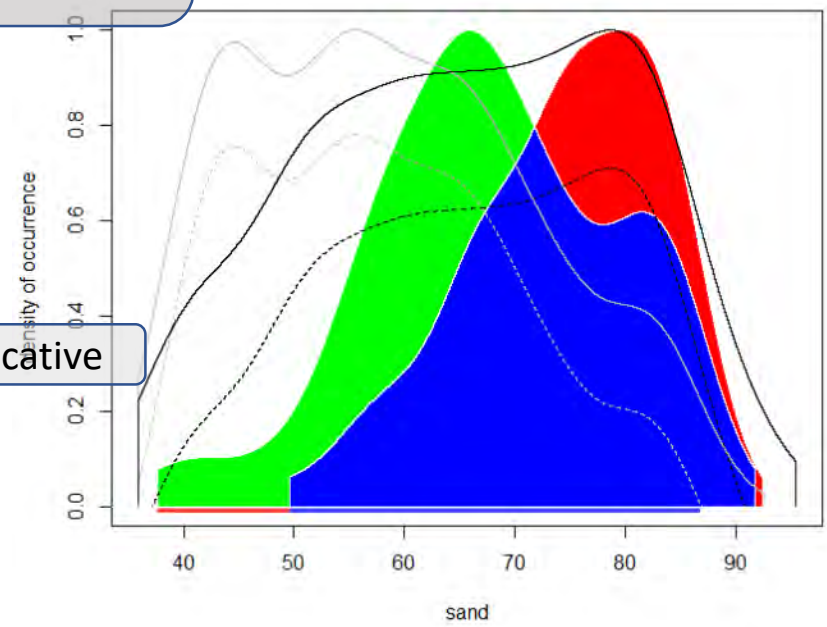
Représentations des niches



Expansion: 0.04829213
Stability: 0.95170787
Unfilling: 0.10130537

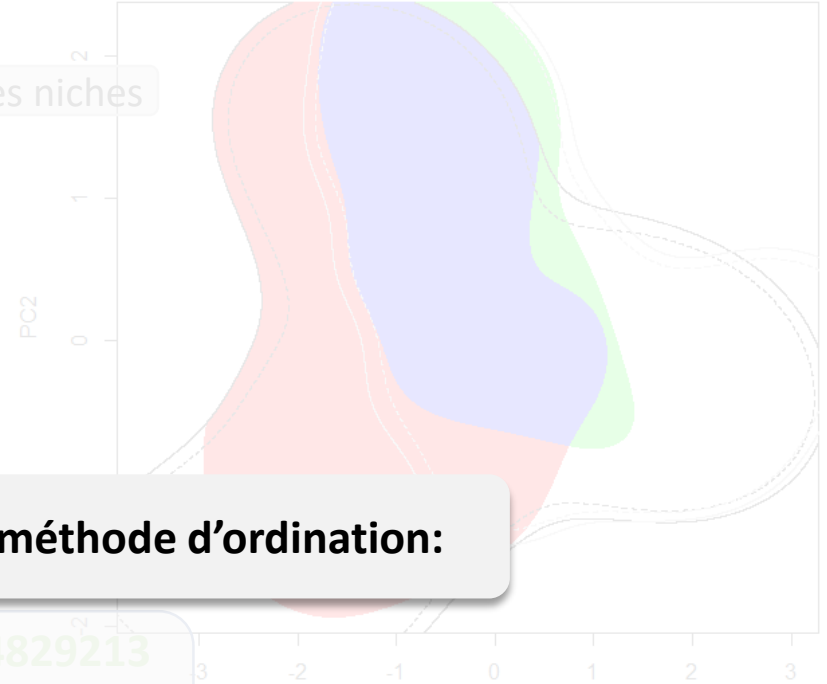


Par variable explicative



Méthode d'ordination

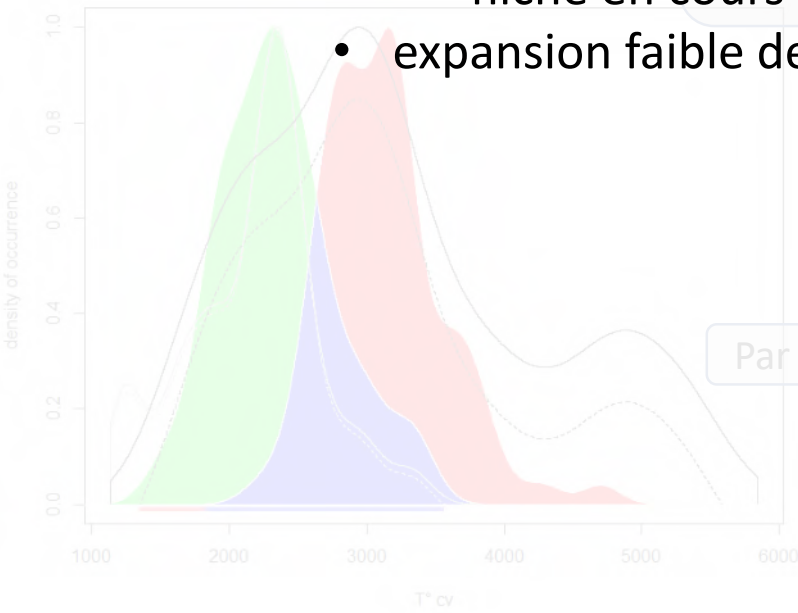
Représentations des niches



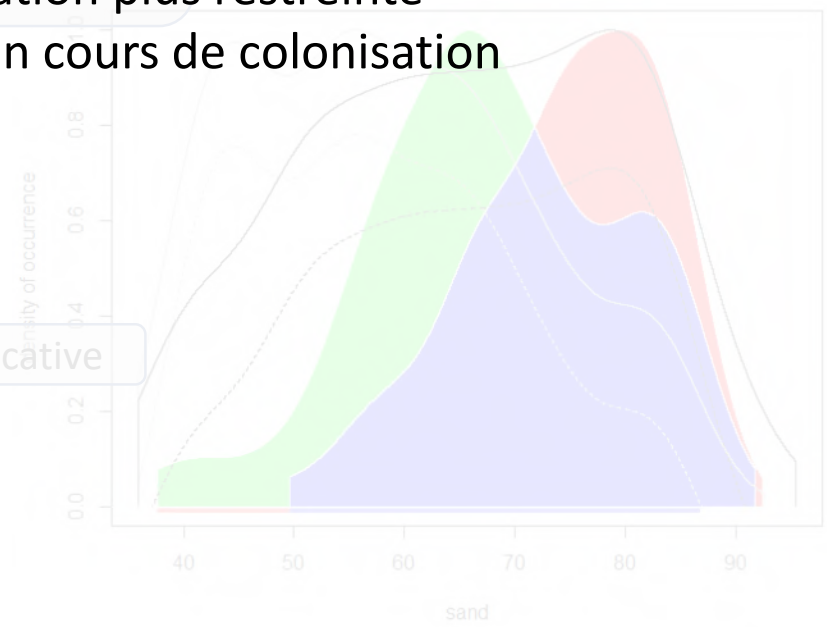
Comparaison des niches par la méthode d'ordination:

- niche en cours de colonisation intersecte une majeure partie de la niche historique
 - niche en cours de colonisation plus restreinte
 - expansion faible de la niche en cours de colonisation

Expansion: 0.04829213
Stability: 0.517078
Unfilling: 0.16138537



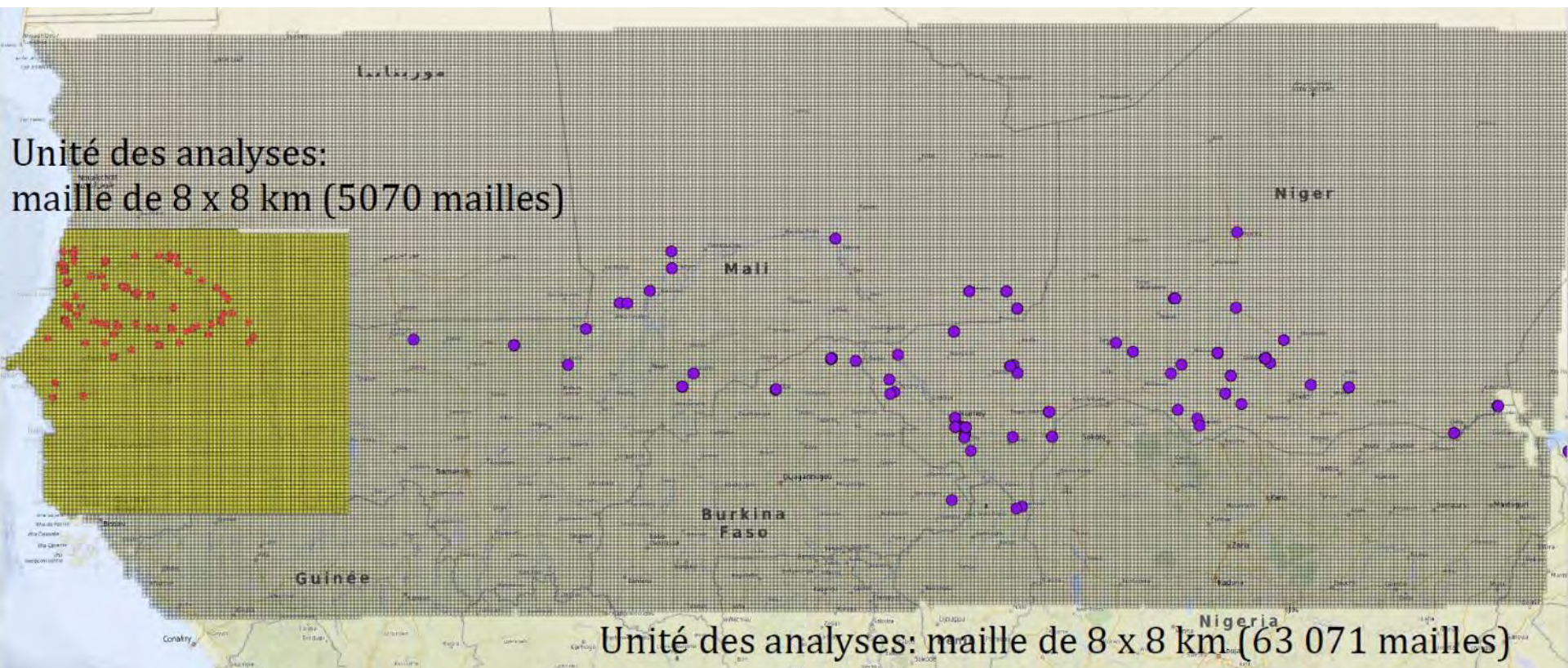
Par variable explicative

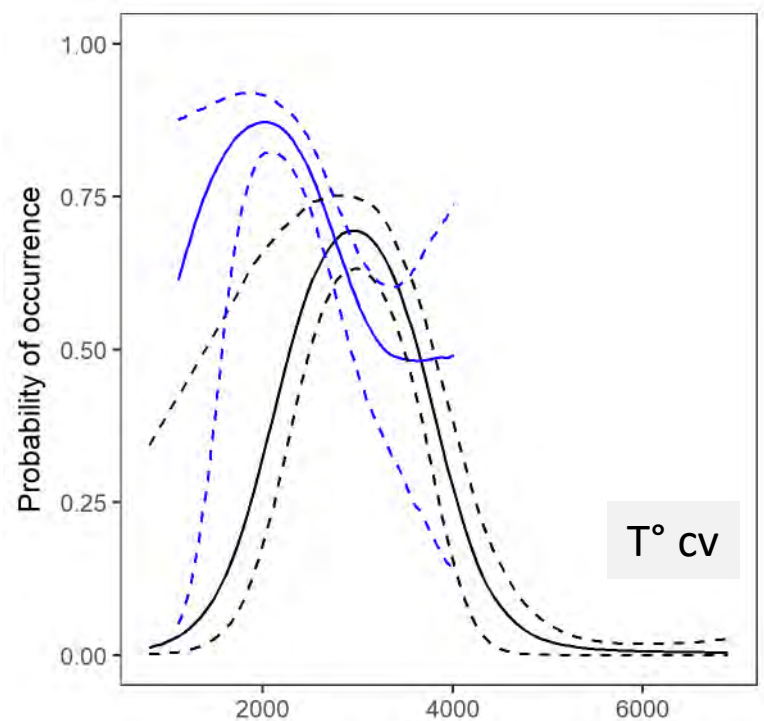
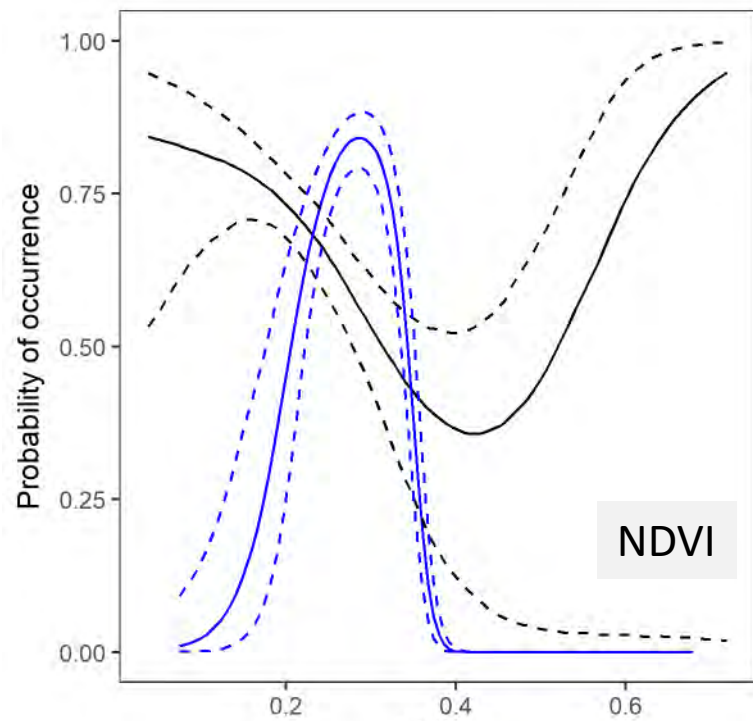
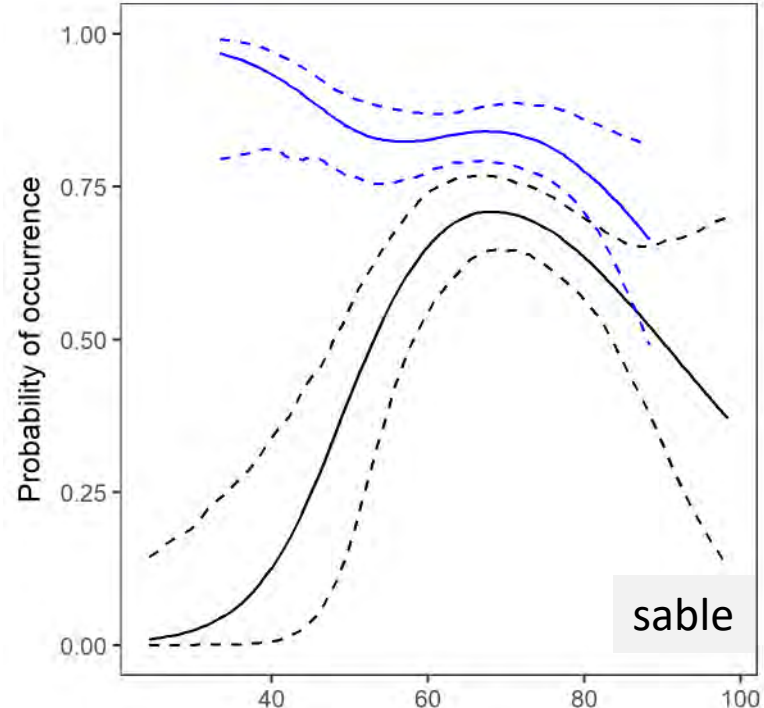
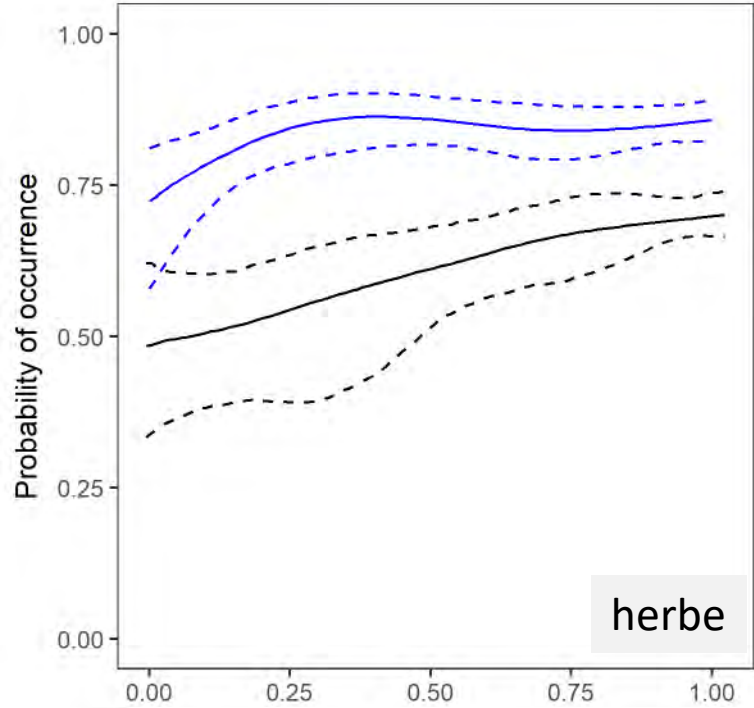


Méthode SDM

- GAM (R Core Team 2017); package biomod2 (Thuiller et al., 2016)
- 1000 itérations; 80% = données training ; 20% = données test
- NDVI + T° cv + herbe + sable
- AUC, ROC test (Cumming, 2000)

Niche en cours de colonisation: 86 présences et 200 absences
Niche historique: 73 présences et 264 absences

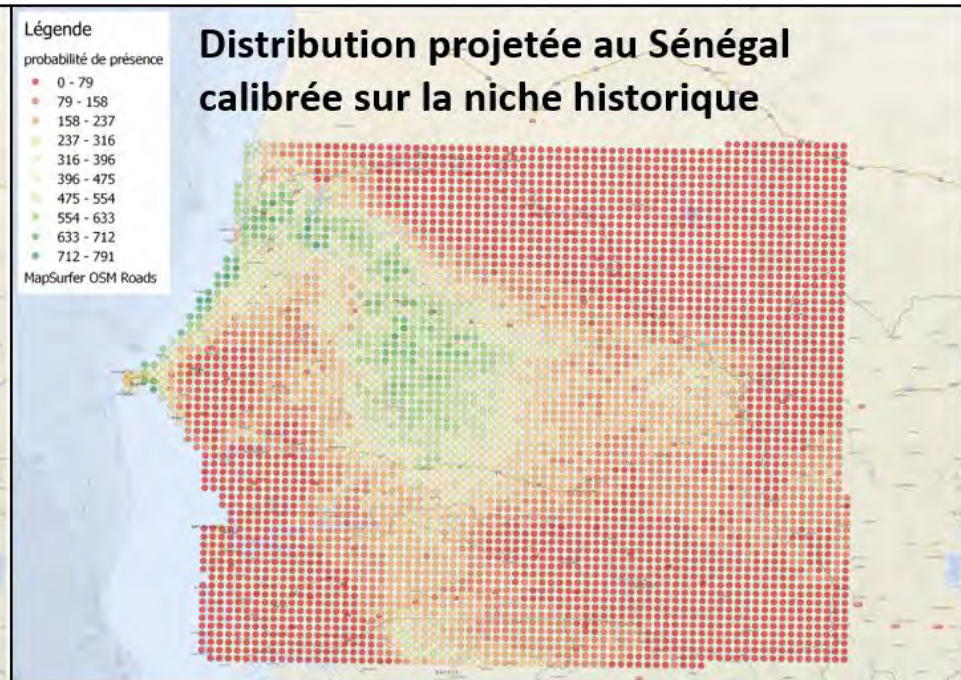
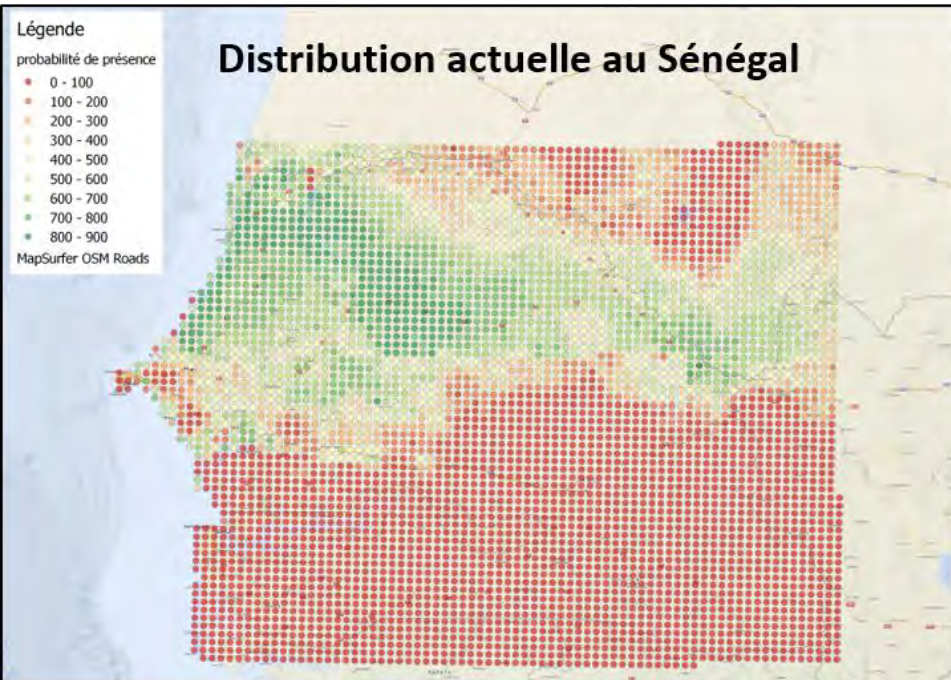




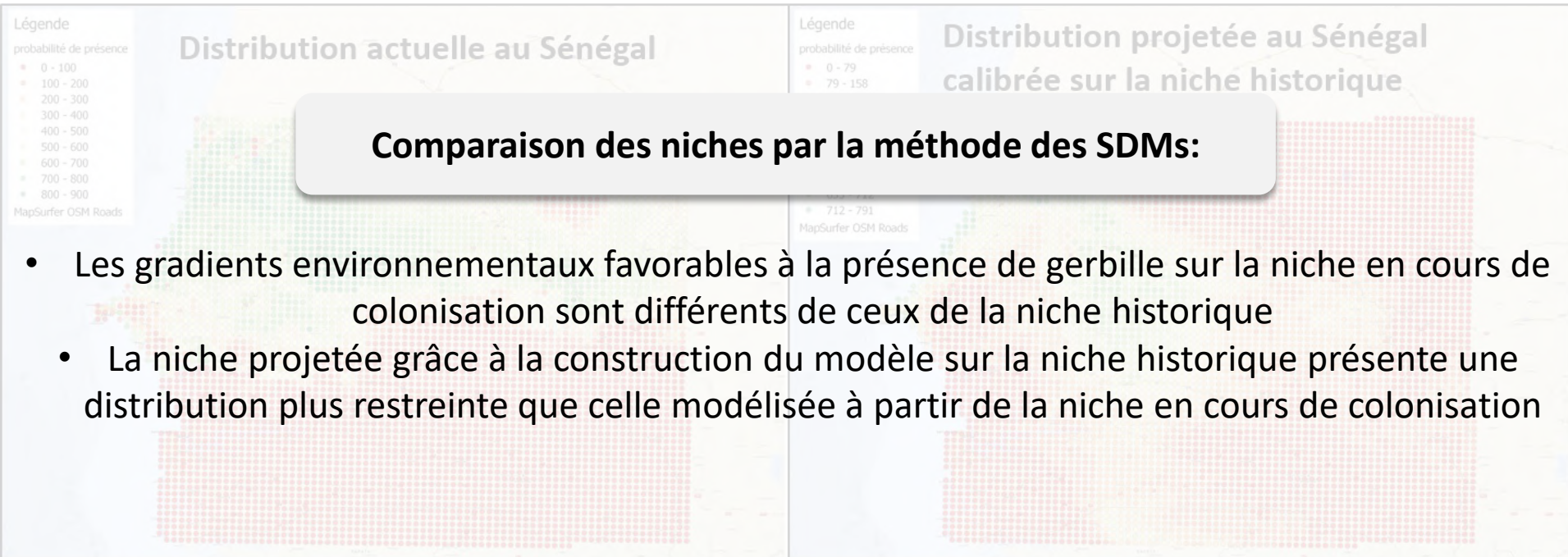
en cours de colonisation
historique

Méthode SDM

AUC > 0.9



AUC > 0.9



Discussion

- Les variables d'importance pour la gerbille a une large échelle spatiale sont: la couverture herbacée, le NDVI, la densité de sable et la température
- La gerbille nigériane n'utilise pas la même niche sur son aire d'occupation historique que sur l'aire colonisée au Sénégal:
la niche en cours de colonisation est plus restreinte en termes d'utilisation des gradients environnementaux mais plus étendue en termes de distribution

Hypothèses

~~Limites méthodologiques des modélisations?~~

Niche historique différente de niche sénégalaise => adaptation locale?

Equilibre de niche encore non atteint au Sénégal => futures extinctions locales?

Éléments de discussion:

Probabilité de capture est forte (0.67), la probabilité de colonisation est faible et la probabilité d'extinction est quasi nulle

=> la probabilité de capture étant forte, si l'effort d'échantillonnage est spatialement homogène on est presque sûrs d'avoir bien capturé la niche occupée

=> le phénomène de colonisation pourrait être très lent ce qui va dans le sens d'une niche non à l'équilibre?

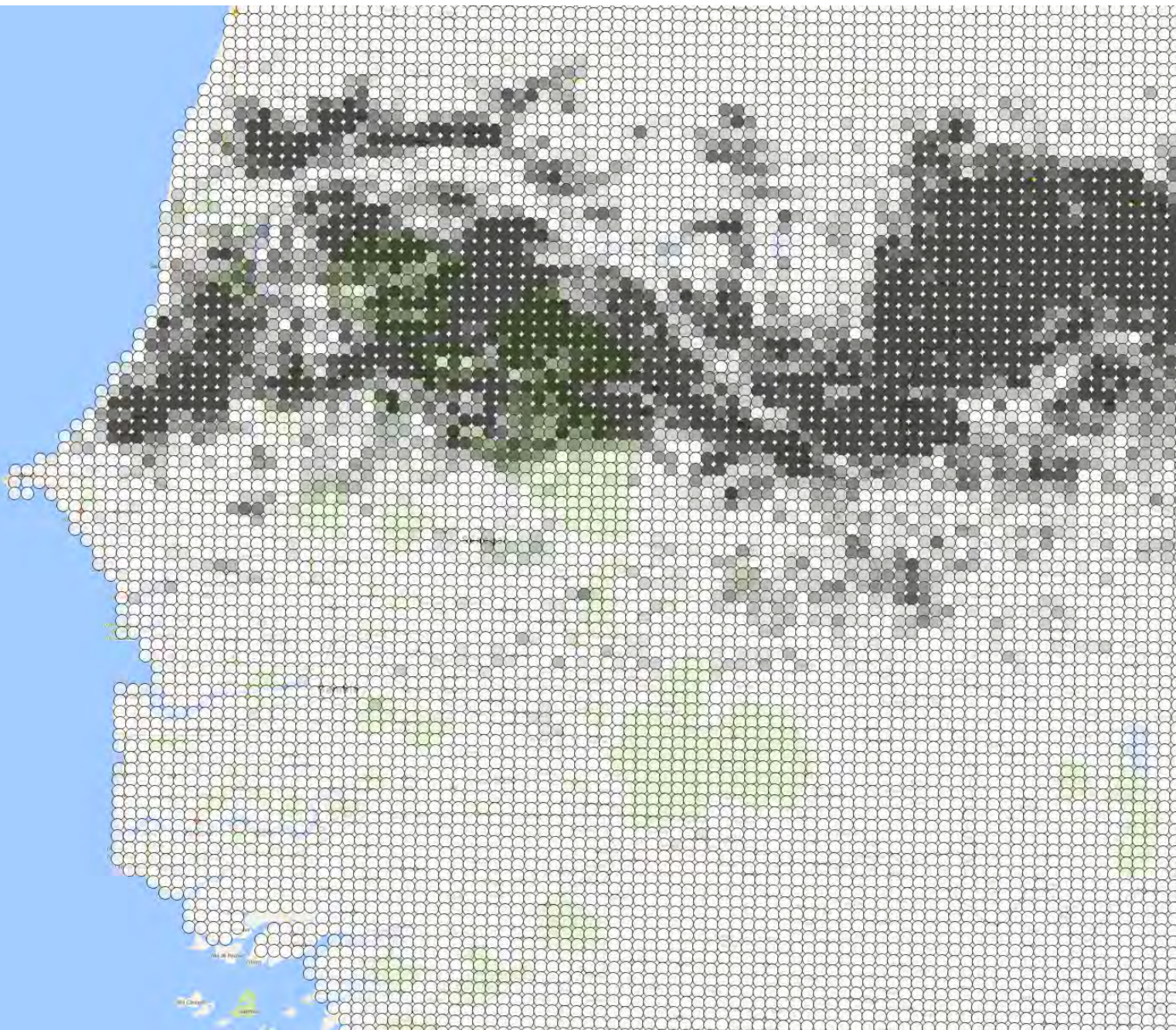
Perspectives

- Rédaction d'une publication – *en cours* –
Comparing the native and invasive niches of the Nigerian gerbil –
are we witnessing a range expansion?
- Application de ces modèles à la souris (*Mus musculus*)

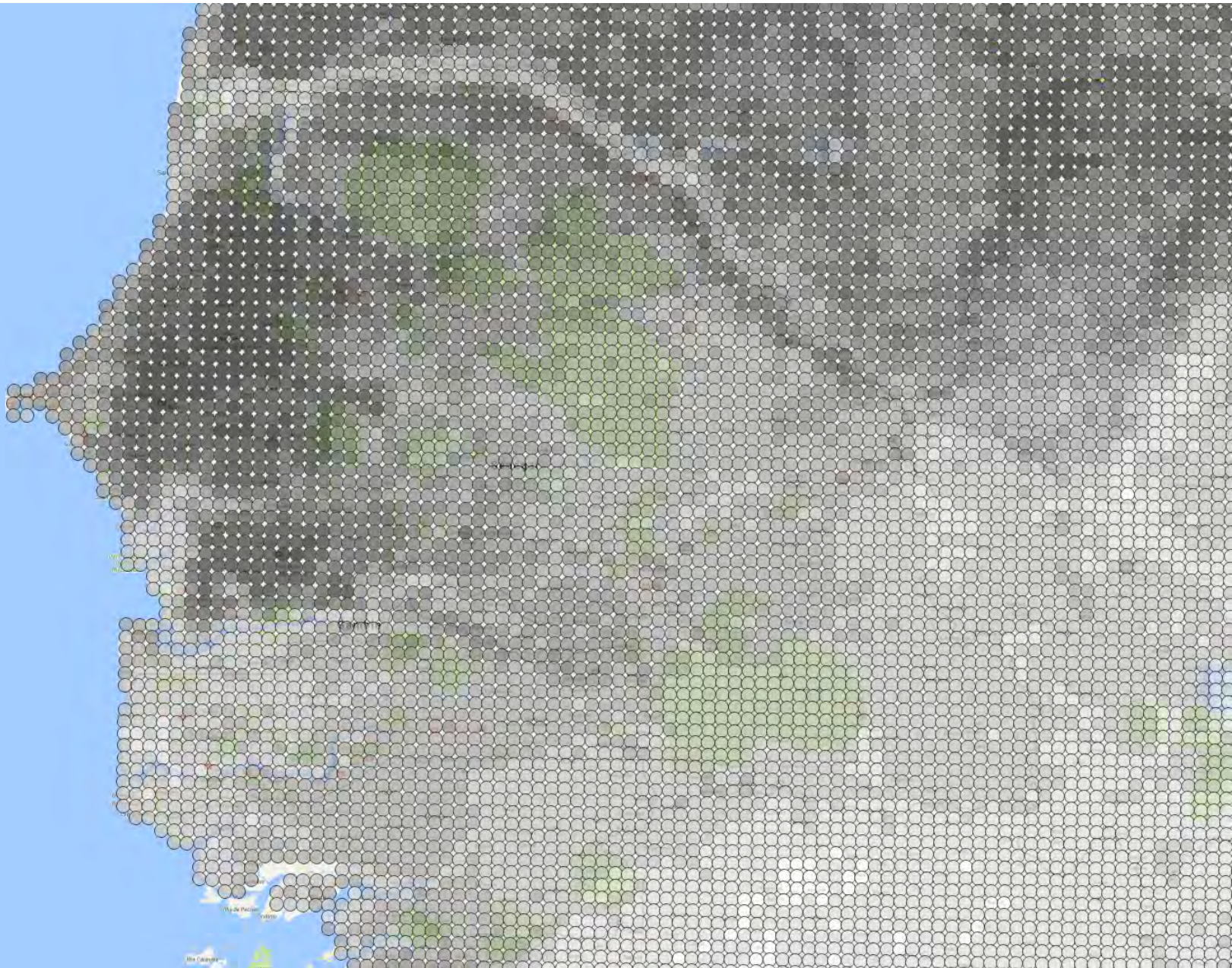


Merci de votre attention!





herbe

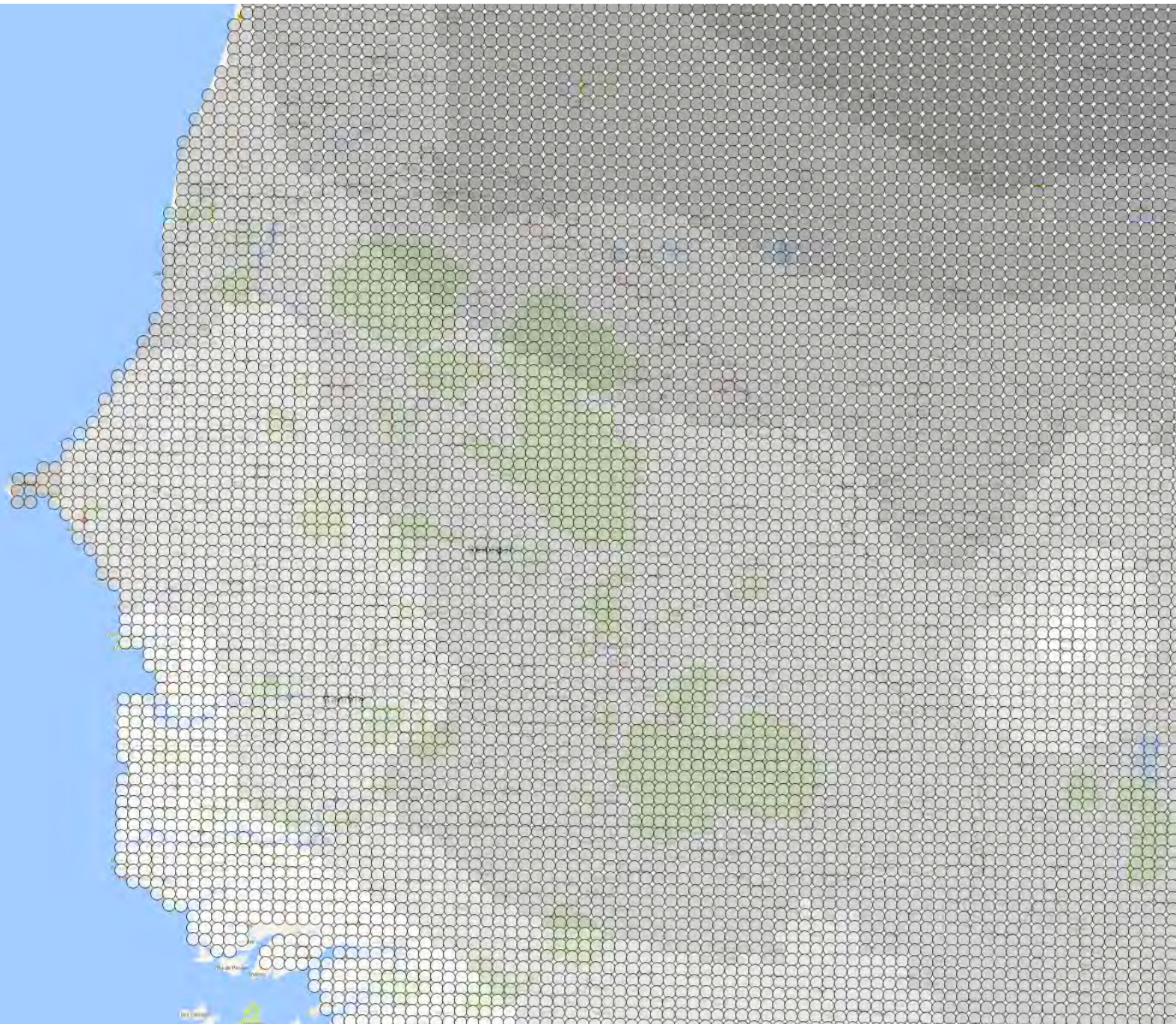


sable

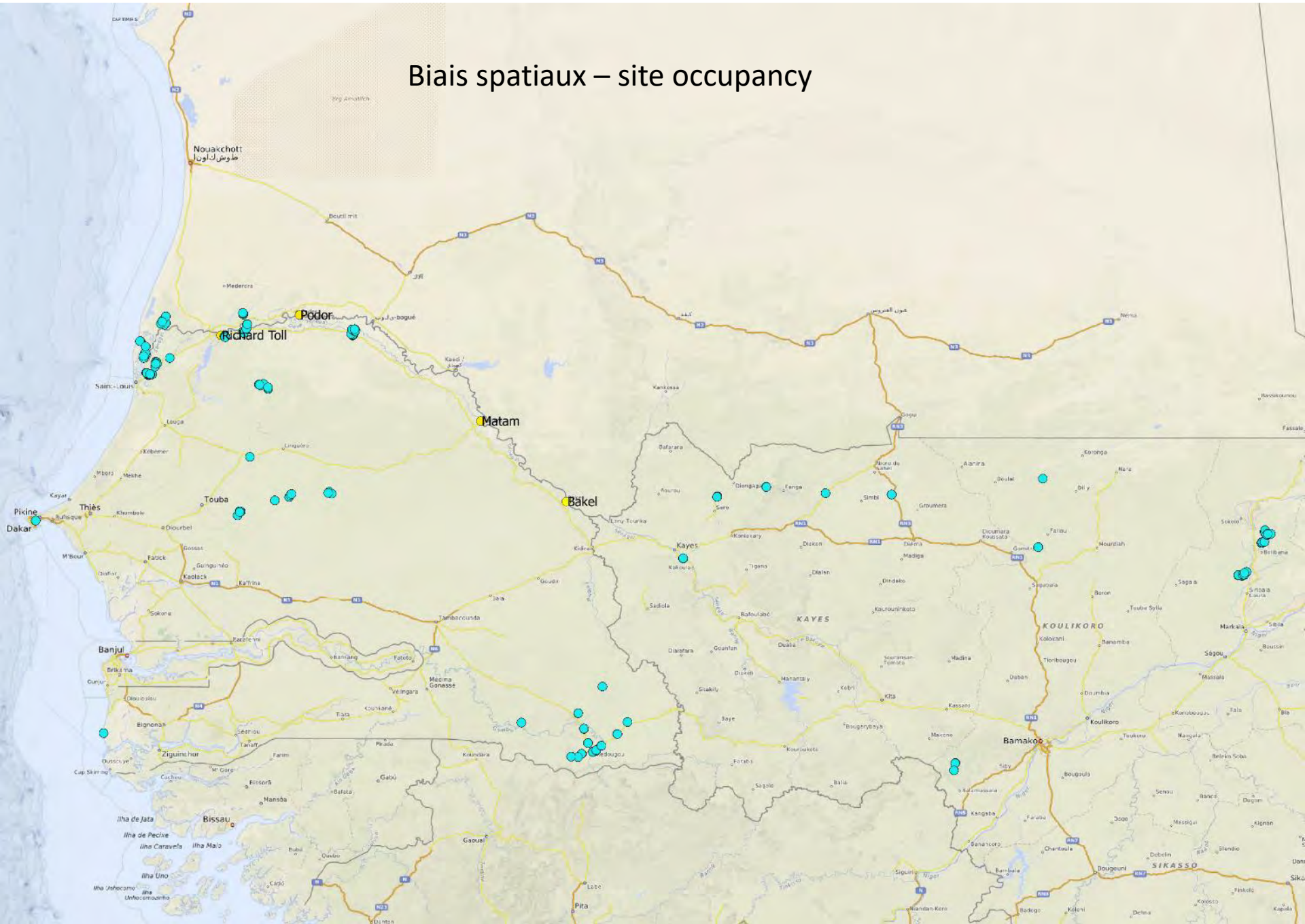
NDVI

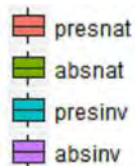
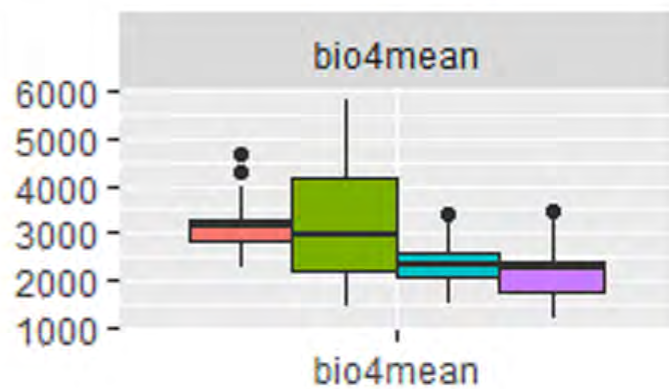
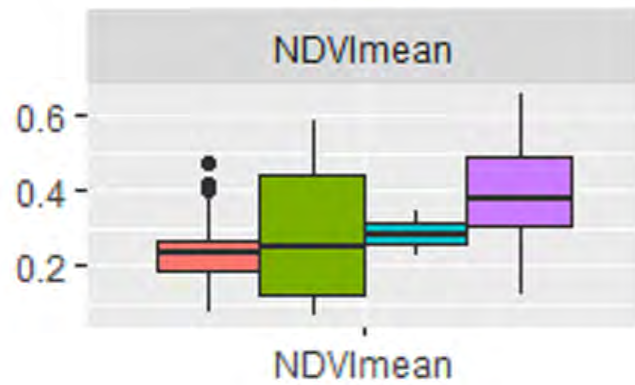
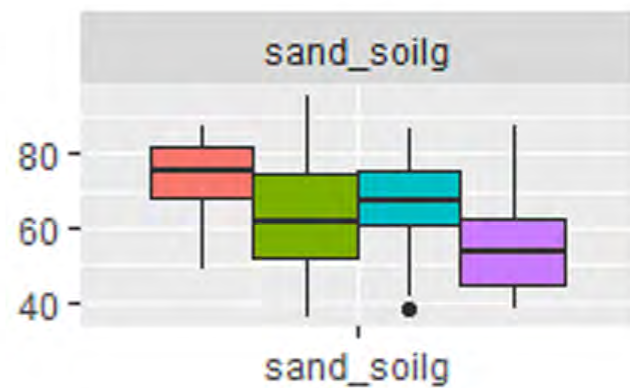
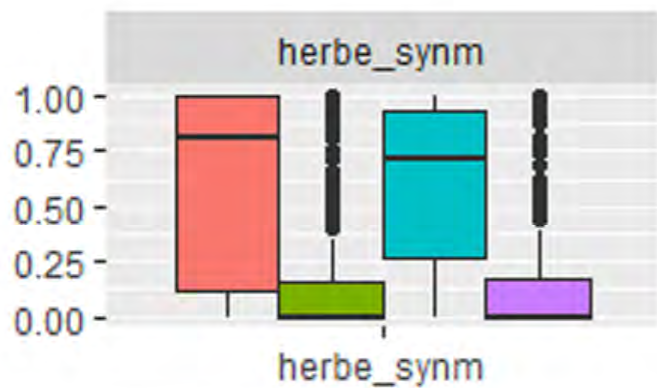


T° cv



Biais spatiaux – site occupancy





This approach consists of the following steps. First, an ordination technique - usually a principal component analysis (PCA) - is used to transform n correlated variables into two uncorrelated linear combinations (principal components) of the original variables. The PCA is calibrated using 4 environmental values from all the pixels of both the native and the invaded study areas. The axes of the PCA thus maximize the ecological variance present in the study areas. Then the PCA scores of the two species distributions, for which the niches must be compared, are projected onto a grid of cells bounded by the minimum and maximum PCA scores in the study areas. A smoothed density of occurrences for each species in each cell of the grid is then estimated using a kernel density function (in a similar way as in the package *hypervolume*). The global overlap between the niches can be calculated using metrics such as Schoener's D or Hellinger's I (see Broennimann et al. 2012 for details of the procedure and metrics). Additionally, in the case of invasive species, the niche overlap can be disentangled into three categories: unfilling, stability and expansion. This decomposition provides more information about the drivers of niche dynamic between native and invaded ranges (Petitpierre et al. 2012, Guisan et al. 2014), or outside biological invasions, about how two sister species have evolved different niches. Note that one can apply all these analyses on each variable individually (see Example 1), a very useful step to investigate which predictors are more conserved (e.g. Liu et al. 2016), and much more informative than boxplots comparisons (e.g. Fig. 1 in Mandle et al. 2010).