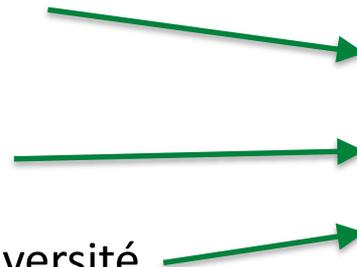


Tâche E- Mesures, Echantillonnage, Analyses Statistiques

Frédéric Gosselin (INRAe)

- **Objectifs** : fournir au projet PASIFOR2 des éléments de connaissance/résultats sur:

- **L'échantillonnage** (où mesurer la biodiversité et quand)
- **La mesure** de la biodiversité
- **L'analyse des données** de biodiversité



1. Monitoring objectives
2. Objects and variables
3. Sampling strategy
4. Data collection
5. Data handling
6. Maintenance
7. Organization

Vos et al. (2000) *Environmental Monitoring and Assessment*

- **Objectifs** : fournir au projet PASIFOR2 **des éléments de connaissance/résultats** sur:

- **L'échantillonnage** (où mesurer la biodiversité et quand)
- **La mesure** de la biodiversité
- **L'analyse des données** de biodiversité

↳ En partie autour de **questions issues des premiers séminaires** autour de PASSIFOR2 (2019 – 2020), et notamment la question des **placettes permanentes**

↳ En partie en lien avec des **publications scientifiques** jugées pertinentes pour nos questions

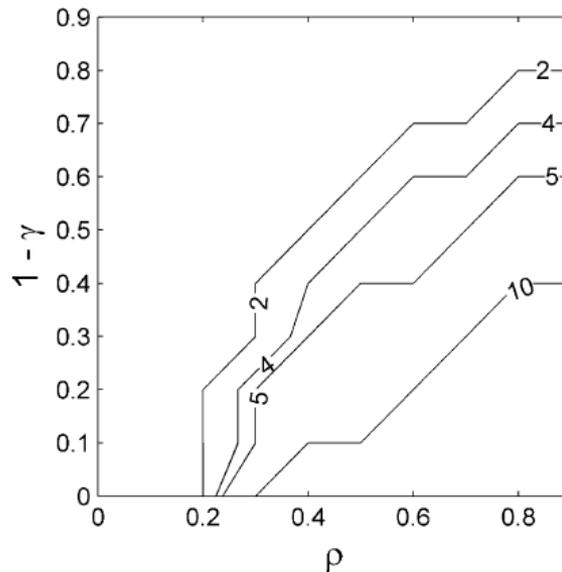
MÉTHODES UTILISÉES

- **Travail autour de 5 stages de Master 2 Statistiques/Probabilités (2020-2022)**
 - **Pierre Bouchet (2020, Univ. Orléans)**
 - **Kreshinike Molku (2021, Univ. Paris) et Noudéhouéno Houessou (2021, Univ. Pau)**
 - **El Hadji Cissé Faye (2022, Univ. Orléans) et Ndongo Seye (2022, Univ. Strasbourg)**
- ↪ Collectif ayant participé à l'encadrement : F. Archaux (INRAE), J.-L. Dupouey (INRAE), F. Gosselin (INRAE), R. Julliard (MNHN), F. Laroche (INRAE), A. Lévêque (UMS Patrinat)
- ↪ Approches par simulation et analyse statistique sauf Seye (analyse de données réelles), Houessou (davantage mathématique)

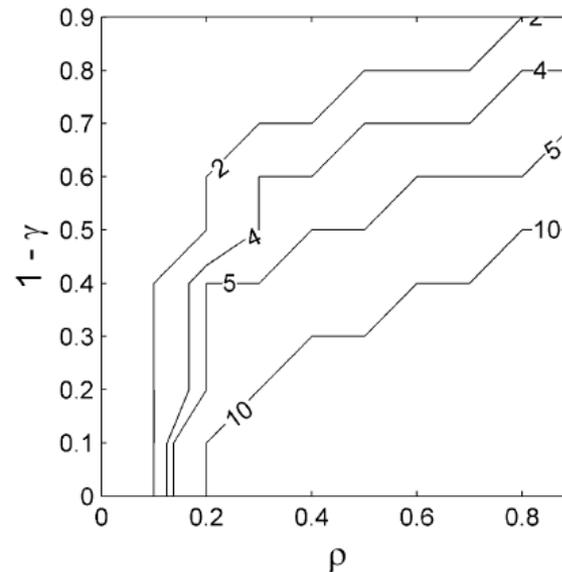
ECHANTILLONNAGE

- Objectif: éviter tous biais d'estimation et maximiser la précision (ici de la tendance temporelle) à coût constant
- Point de départ: résultats de Rhodes & Jonzen (2011, Ecography)

(C) 200 Surveys



(D) 600 Surveys



Courbes de niveaux du **nombre de passages optimal** sur les placettes (sur 20 ans)

Autocorrélation temporelle

Autocorrélation spatiale

- **Identification des principales limites de ce travail (M2 de N. Houessou)**
 - **Impossibilité de considérer des placettes temporaires**
 - **Cadre stationnaire** (pas en transition de dynamique)
 - Autres paramètres statistiques supposés parfaitement connus (**approche statistique incomplète**)
 - Ne donnent **pas d'information sur les gains de précision** permis par l'optimisation du nombre de passages

- **Extension du cadre de simulation et d'analyse de Rhodes & Jonzen (M2 de N. Houessou & E.H. Faye)**

- **Modèle spatio-temporel de Gompertz** (cf. Rhodes & Jonzen & Houessou)

- **Discrétisation et approximation du modèle**(pour des raisons numériques) :

- 1- Discrétisation : dynamique portée par une variable latente sur une **grille latente**

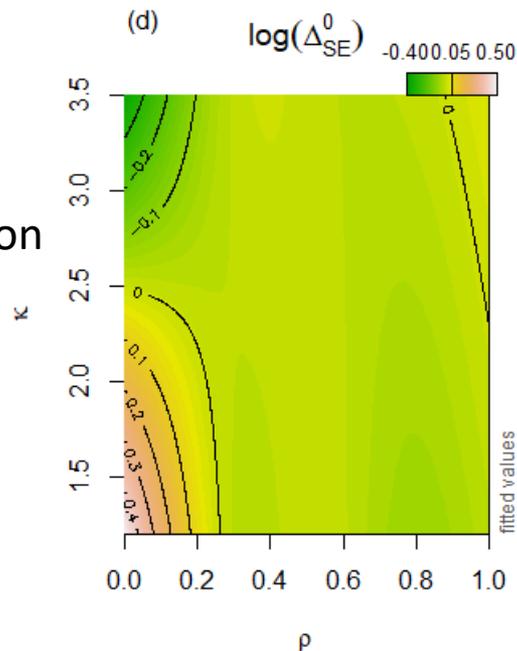
- 2- Approximation (Lindgren et al. 2018, JRSS-B) : passage d'une matrice de variance-covariance pleine à une **matrice creuse**.

- Introduction de non-stationnarité et **d'effets pépites** sur les corrélations spatiales

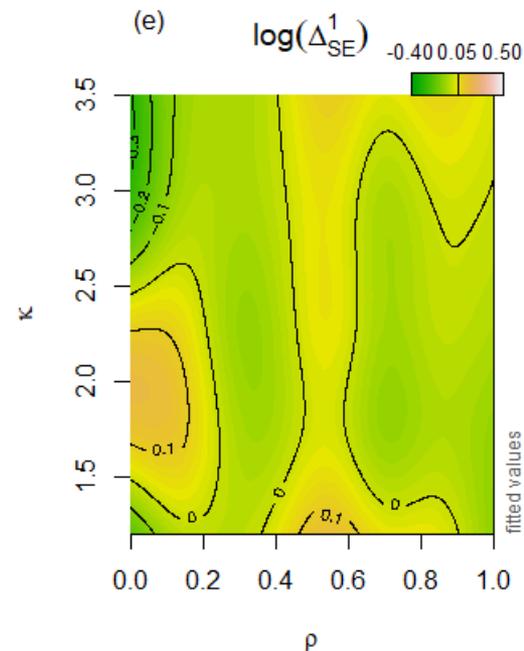
- Scenarios de simulation analysés sur la **magnitude des gains en précision** de la tendance temporelle

- Principaux résultats (M2 de E.H. Faye) – sans effet pépète

... placettes permanentes



... placettes temporaires



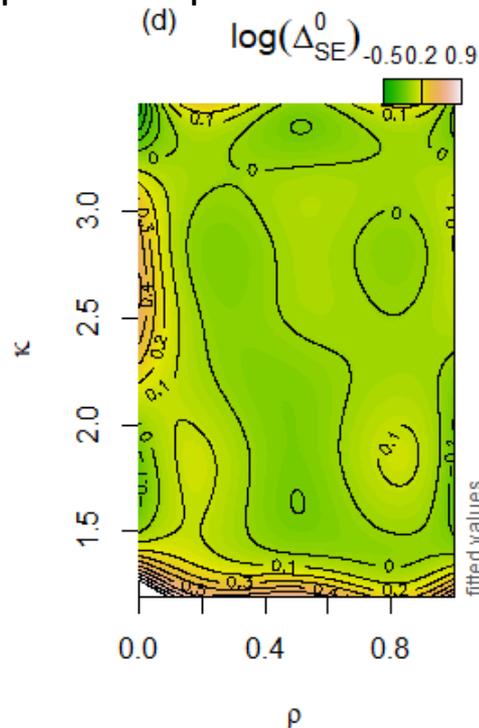
Autocorrélation spatiale

Autocorrélation temporelle

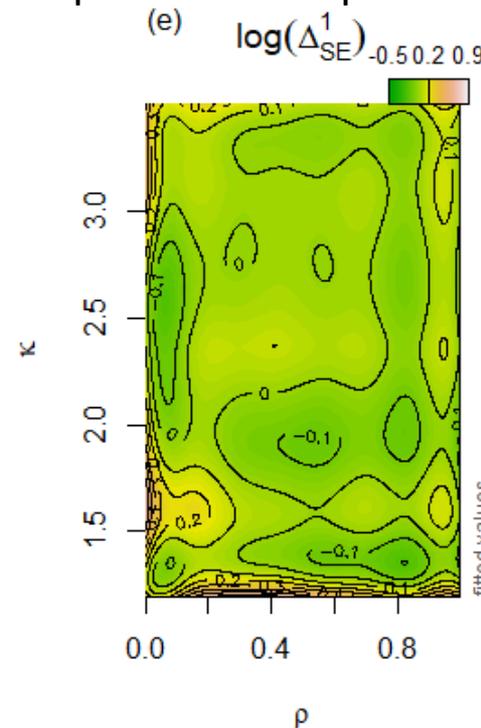
Courbes de niveaux du **log-gain de précision** entre mélange de placettes permanentes et temporaires et ...

- Principaux résultats (M2 de E.H. Faye) – avec effet pépité

... placettes permanentes



... placettes temporaires



Courbes de niveaux du **log-gain de précision** entre mélange de placettes permanentes et temporaires et

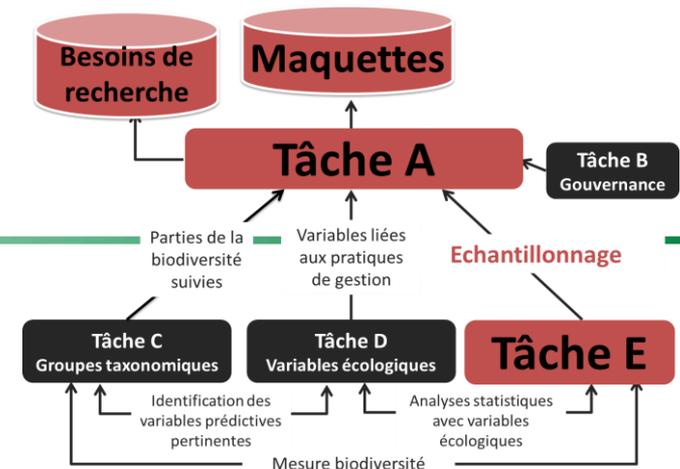
...

- **Interprétations : A budget constant ...**

- **Pour beaucoup de valeurs d'autocorrélations temporelle/spatiale, quasi-équivalence** entre placettes temporaires, permanentes ou mélange des deux

- Assez grosses **différences qualitatives de résultats** entre avec et sans **effet pépîte**

- En présence d'effet pépîte, **les zones de différence de précision les plus fortes sont en faveur du mélange de placettes** (équivalence sans effet pépîte)



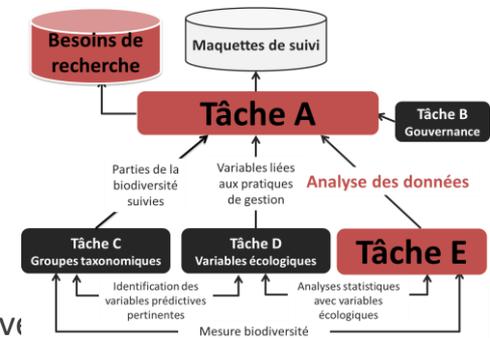
ANALYSE DES DONNÉES

- **Analyse des données floristiques de l'IGN intégrant phénologie et détection imparfaite (M2 N. Seye)**

- Mise en place du même modèle spatio-temporel de Gompertz qu'E.H. Faye sur les données floristiques de présence-absence d'espèces (env. 84 000 relevés)

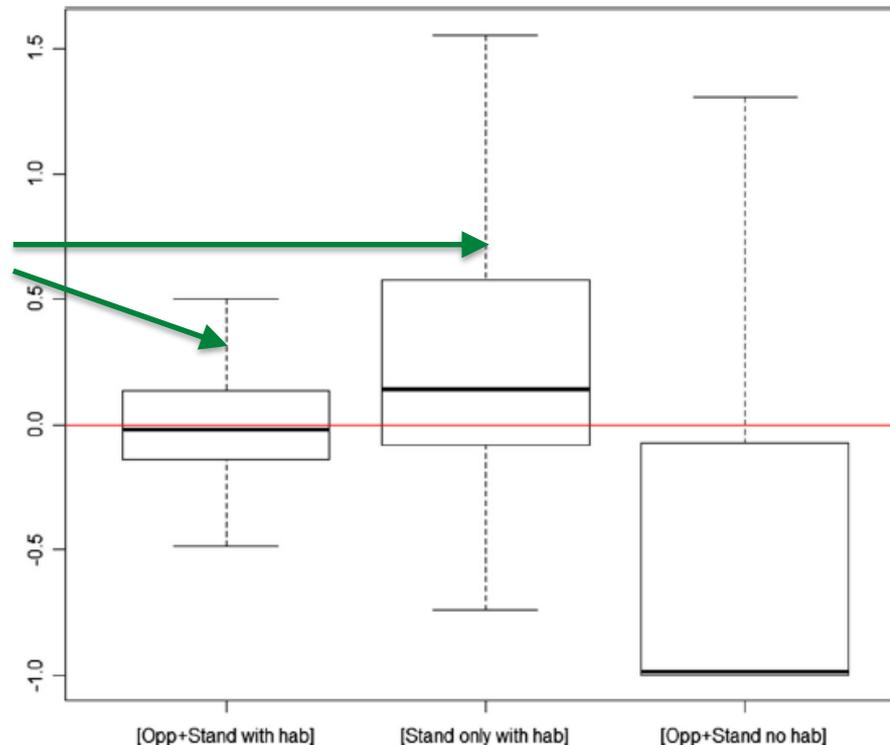
- Inachevé: Pas eu le temps d'intégrer phénologie et estimation de la détectabilité

➔ **A poursuivre pour arriver à un exemple d'analyse spatio-temporelle intégrant détectabilité et phénologie**



- Une piste importante de la recherche en statistiques appliquées: fusion de données hétérogènes (e.g. Coron et al. 2018 Env. Ecol. Stat.)

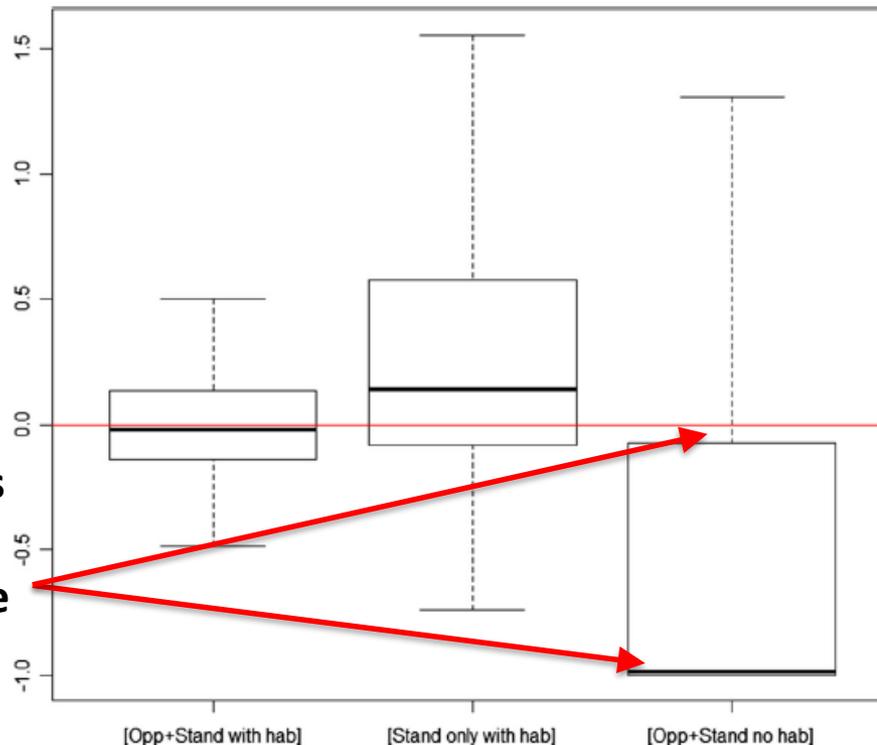
Intérêts des données opportunistes dans un modèle habitat-explicite



Différence normalisée d'abondance entre prédiction du modèle statistique avec association espèce-habitat et observations

- Une piste importante de la recherche en statistiques appliquées: fusion de données hétérogènes (e.g. Coron et al. 2018 Env. Ecol. Stat.)

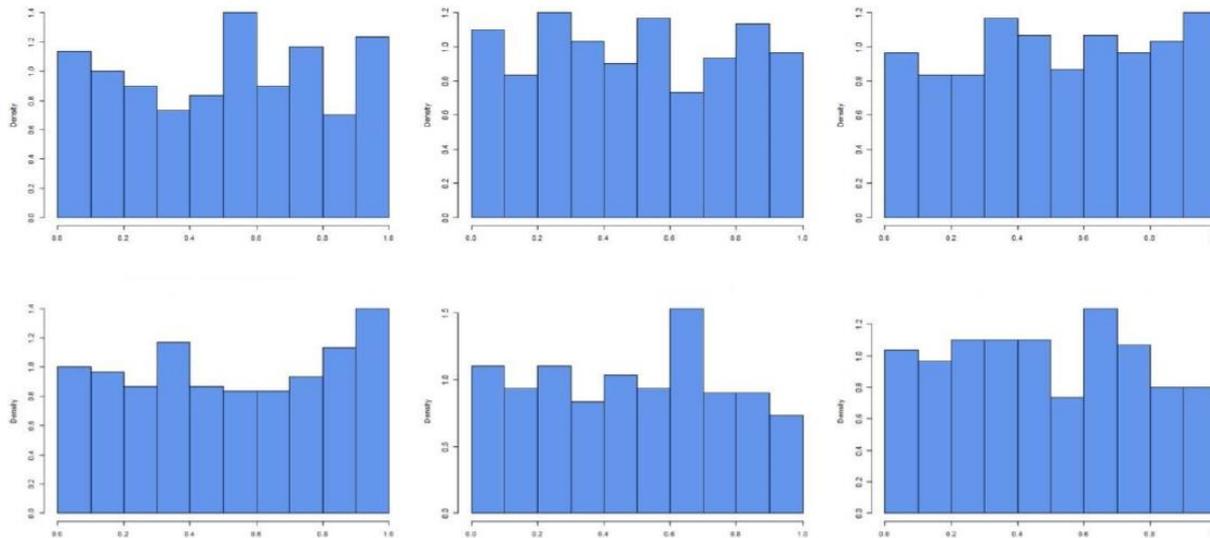
Biais introduit par les données opportunistes dans un modèle inadéquat



Différence normalisée d'abondance entre prédiction du modèle statistique avec association espèce-habitat et observations

- Proposition d'une autre méthode autour du même modèle statistique ne nécessitant pas de données indépendantes (M2 P. Bouchet)

Cas 1: les données cohérentes avec le modèle statistique

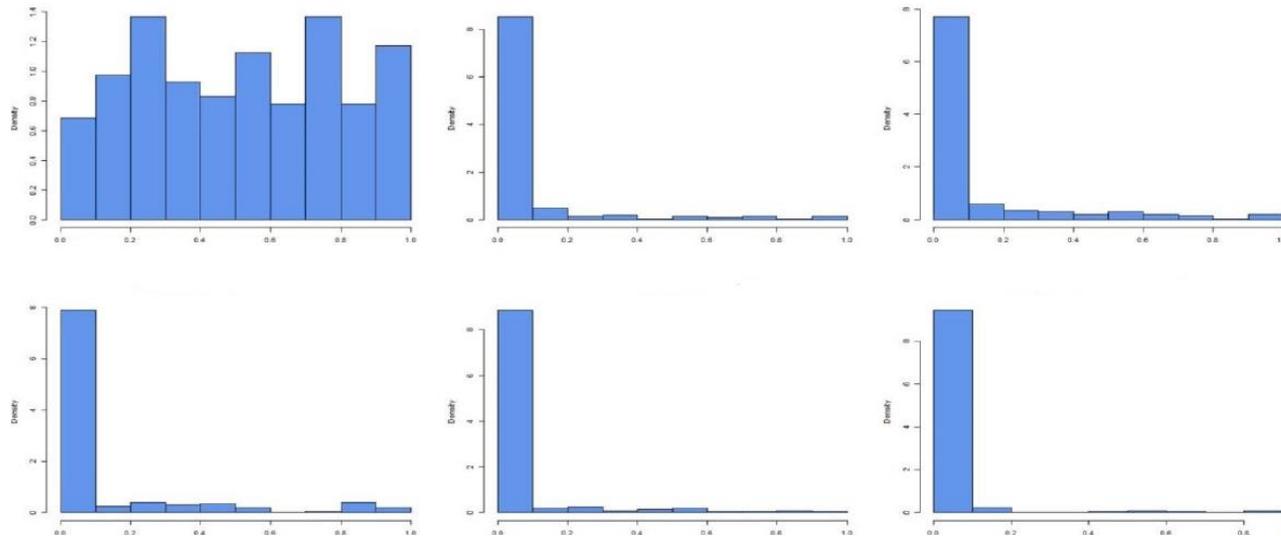


Outil: **p-valeur de qualité d'ajustement avec différentes fonctions de discrédance (Gosselin 2011 Plos One)**

Interprétation: si la **p-valeur est très faible**, les données **ne sont pas cohérentes avec le modèle** pour la fonction de discrédance choisie

- Proposition d'une autre méthode autour du même modèle statistique ne nécessitant pas de données indépendantes (M2 P. Bouchet)

Cas 2: les données incohérentes avec le modèle statistique



Outil: p-valeur de qualité d'ajustement avec différentes fonctions de discrédance (Gosselin 2011 Plos One)

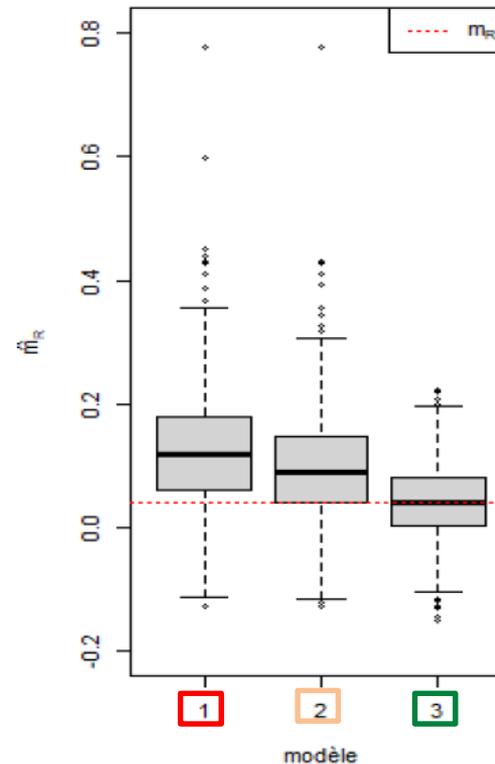
Interprétation: si la **p-valeur est très faible**, les données **ne sont pas cohérentes avec le modèle** pour la fonction de discrédance choisie

- **Importance de la structure spatiale de la méthode d'analyse de la tendance spatiale (M2 E.H. Faye)**

Modèle statistique 1: tendance temporelle supposée constante dans l'espace

Modèle statistique 2: tendance temporelle supposée variable dans l'espace, non autocorrélée

Modèle statistique 3: tendance temporelle supposée variable dans l'espace, autocorrélée



Données simulées avec la structure du **modèle 3**

Rejoint les résultats sur d'autres paramètres de Thorson et al. (2015) Ecology

REMERCIEMENTS

- **MTECT**, pour le soutien financier
- Les **étudiants en M2**: Pierre Bouchet, Kreshnike Maloku, Noudéhouéno Houessou, Ndongo Seye & El Hadji Cissé Faye
- Les **co-encadrants**: F. Archaux (INRAE), J.-L. Dupouey (INRAE), R. Julliard (MNHN), F. Laroche (INRAE), A. Lévêque (UMS Patrinat)