



Modèles mécanistiques d'interactions prédateur-proie

Séminaire de
recherche II
PBI702

Benjamin Mercier,
Étudiant à la maîtrise



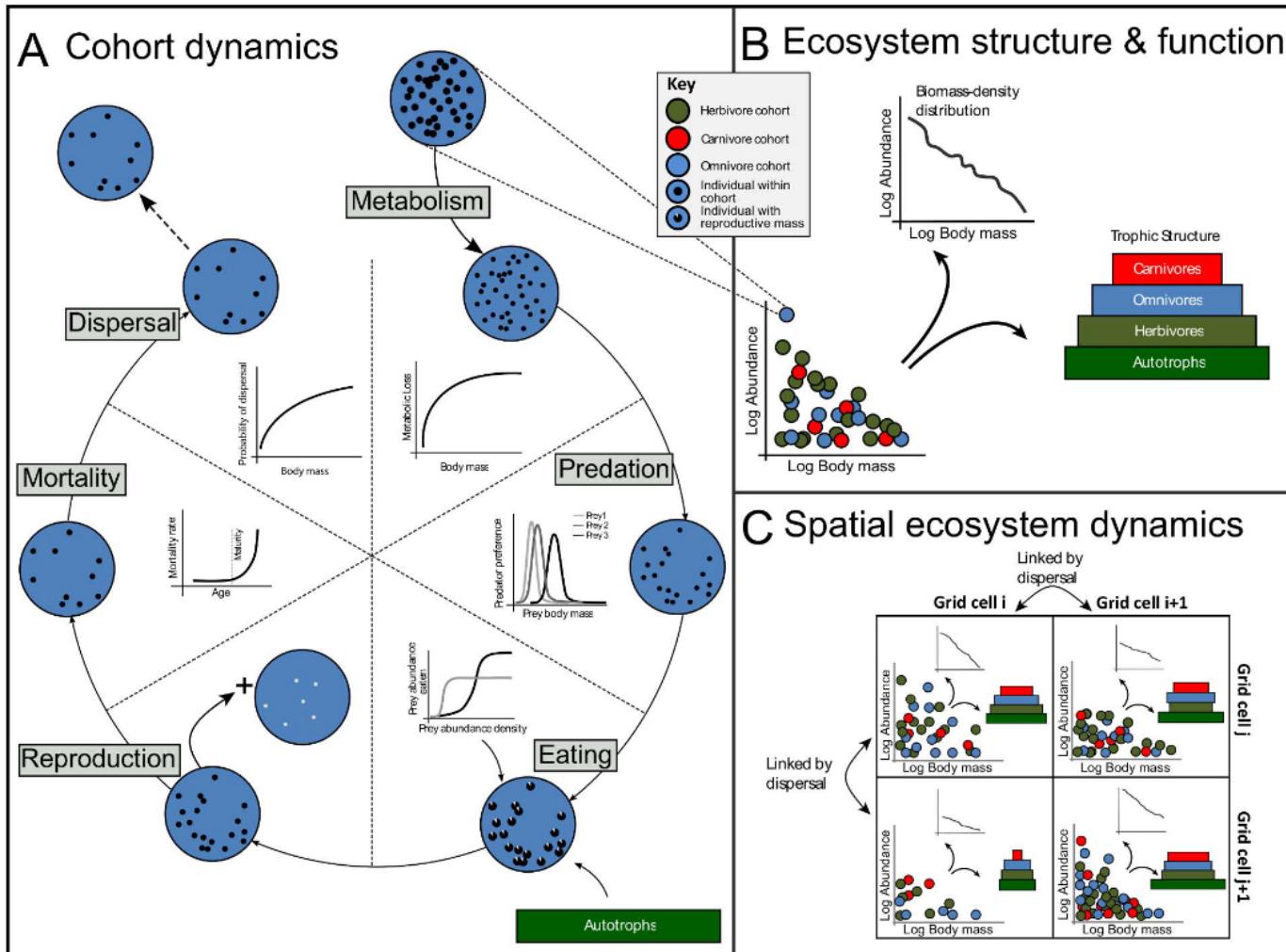
Introduction



A hyena surveys a flock of flamingos in South Africa.

Time to model
all life on Earth

Modèle général d'écosystème



Dynamique de prédation/consommation

Logistiquement impossible d'échantillonner empiriquement

Trop d'interactions
Biais dans les interactions



Modélisation

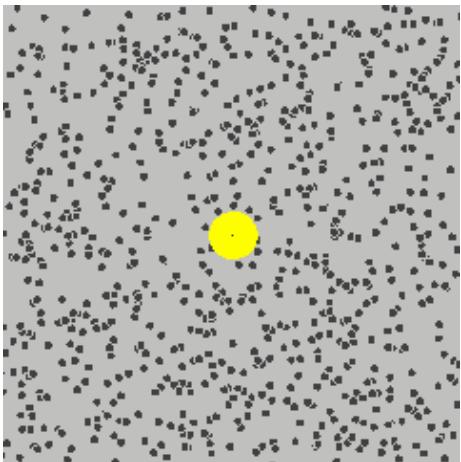
Justification

Plusieurs différents modèles existent déjà



Lotka-Volterra

Semblant d'action de masse



Rozenzweig-MacArthur

Modèle de saturation sur la consommation (temps alloué à la prédation et densité de proies)

Justification (suite)

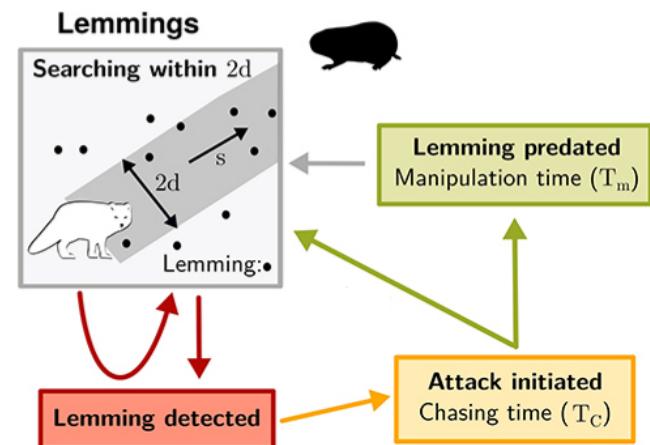
Modèles plus complexes



Modèle réseau-trophique-allométrique

Données d'entrées plus complexes (taux)

Modèles mécanistiques



Objectif

Développer un modèle mécanistique de prédition de la prédation entre une proie et son prédateur, généralisable à plusieurs types d'interactions trophiques

Hypothèses

0. Modèle nul

Le prédatation entre une proie i et un prédateur j est déterminée par une constante (intercept nul)

1. Modèle d'action de masse général

La prédatation entre une proie i et un prédateur j est déterminée par la biomasse des proies, l'abondance des prédateurs et un taux de recherche général des prédateurs

Hypothèses

2. Modèle d'action de masse spécifique

La prédation entre une proie i et un prédateur j est déterminée par la biomasse des proies, l'abondance des prédateurs et un taux de recherche spécifique à l'identité des prédateurs

3. Modèle de saturation

La prédation entre une proie i et un prédateur j est déterminée par la biomasse des proies, l'abondance des prédateurs et un taux de recherche spécifique, mais avec un effet de saturation lié au temps de traitement des proies

Modèles et équations

0. Modèle nul:

$$F_{ij} = K$$

K : intercept constant

1. Action de masse général:

$$F_{ij} = \alpha \times B_i \times N_j$$

α : $\frac{km^2}{individu \times année}$

B_i : $\frac{tonnes}{km^2}$

N_j : $\frac{individu}{km^2}$

Modèles et équations (suite)

2. Action de masse prédateur spécifique:

$$F_{ij} = \alpha_j \times B_i \times N_j$$

$$\alpha_j: \frac{km^2}{individu \times ann\u00e9e}$$

3. Saturation avec temps de traitement:

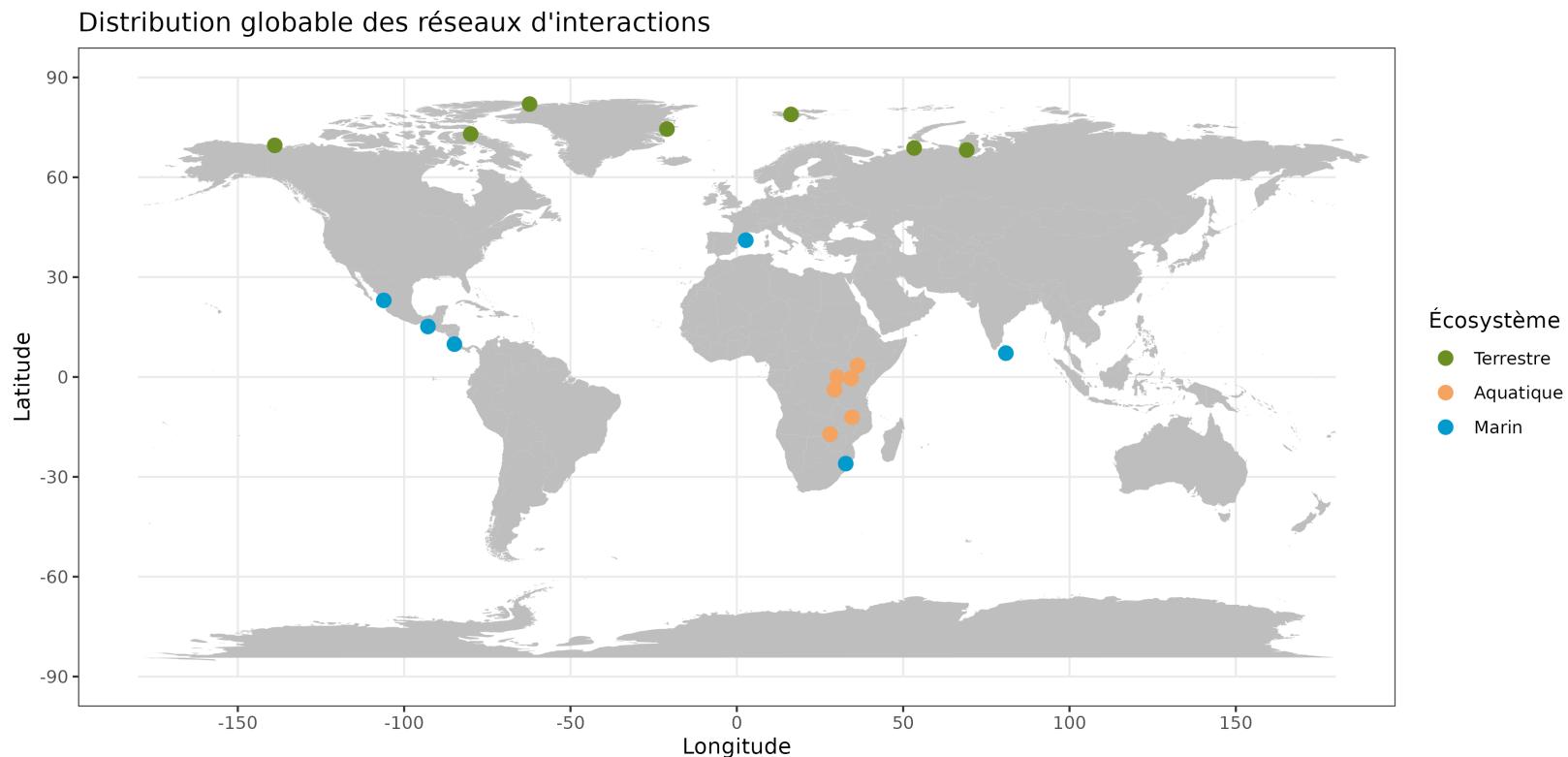
$$F_{ij} = \frac{\alpha_j \times B_i \times N_j}{1 + h_j \times \alpha_j \times sumB \times N_j}$$

$$h_j: \frac{ann\u00e9e \times km^2}{tonnes}$$

$$sumB: \frac{tonnes}{km^2}$$

Les données

19 réseaux d'interactions



Les données (suite)

- Jeu de données de 1380 interactions quantitatives
 - Flux de biomasse F_{ij} (tonnes/km²*année)
 - Biomasse proies B_i (tonnes/km²)
 - Biomasse prédateurs B_j (tonnes/km²)
-

Autre base de données:

Masses corporelles prédateurs M_j

$$\text{Abondance } N_j = \frac{B_j}{M_j}$$

Méthode

1. Correspondance des espèces
2. Résolution de la taxonomie
3. Récupérer les traits d'espèces
4. Formatter les réseaux d'interactions
5. Modélisation

Analyses

Modélisation avec Stan 

- Langage de modélisation statistique Bayesian
- Estimation des paramètres α et h_j
- Prédiction sur les données
- R^2 et comparaison de modèles

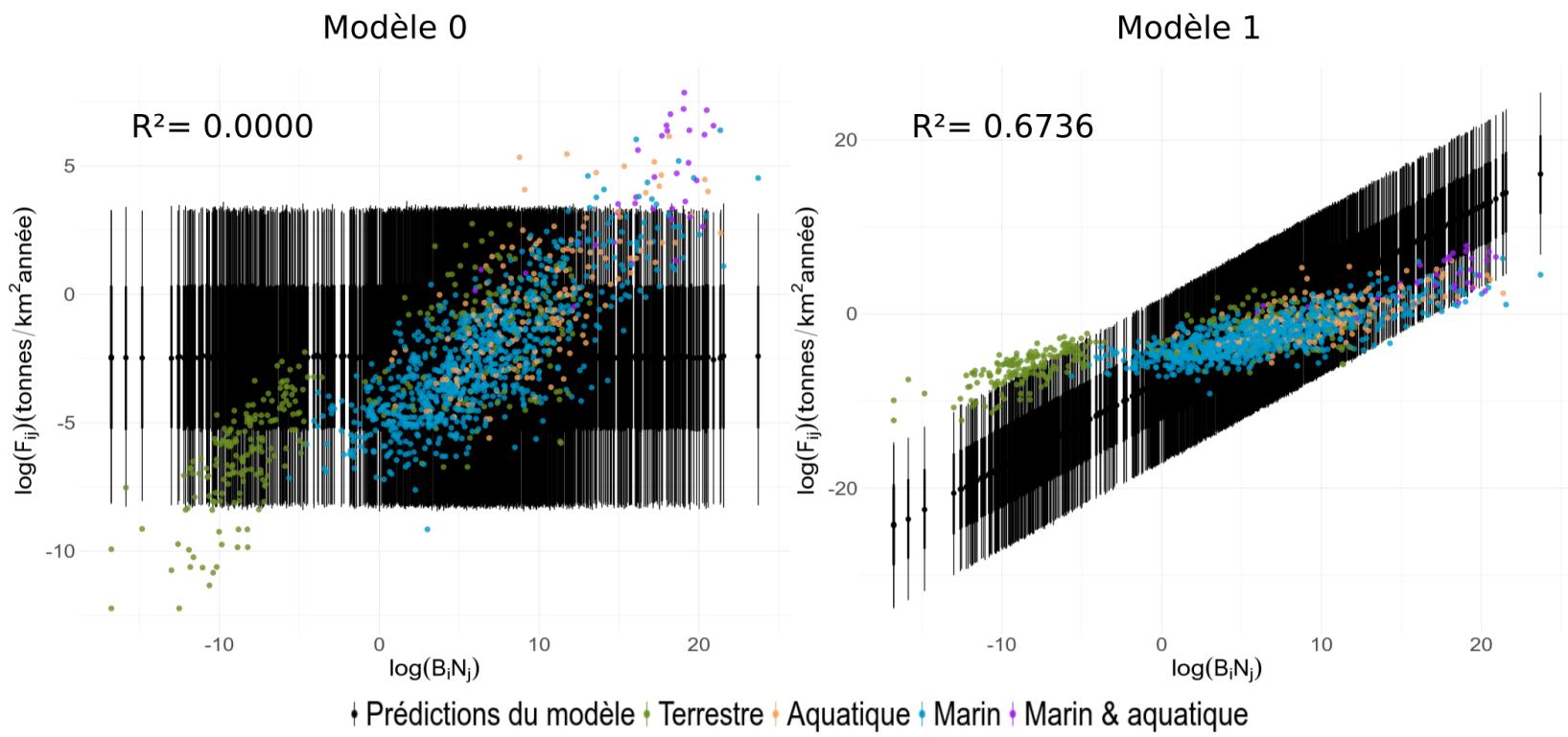
Classement des modèles

Classement réalisé avec une méthode similaire à l'AIC

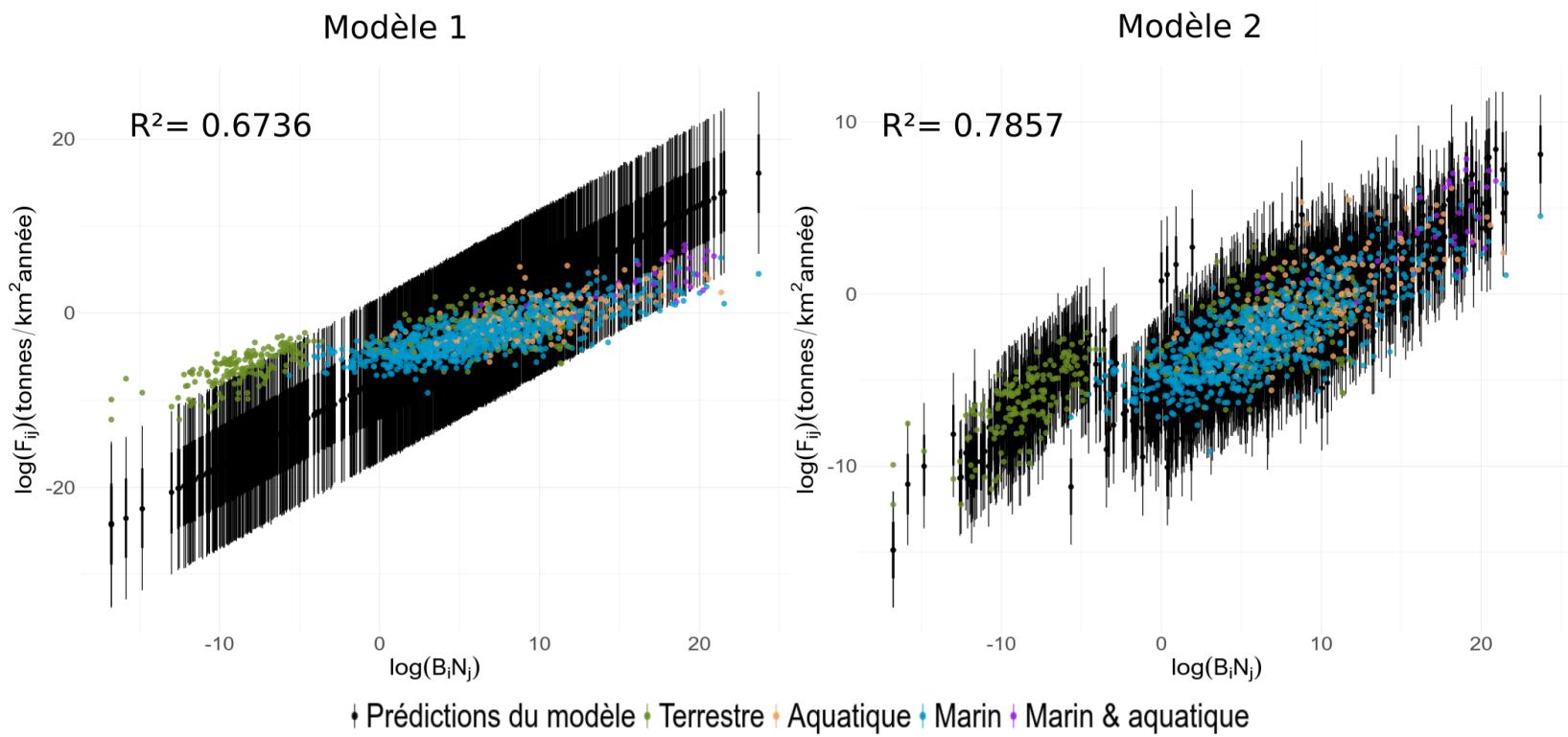
Rangs:

Modèle	elpd_diff	se_diff
modèle 4	0.00	0.00
modèle 3	-33.51	9.69
modèle 1	-731.68	43.27
modèle 2	-1416.58	40.75

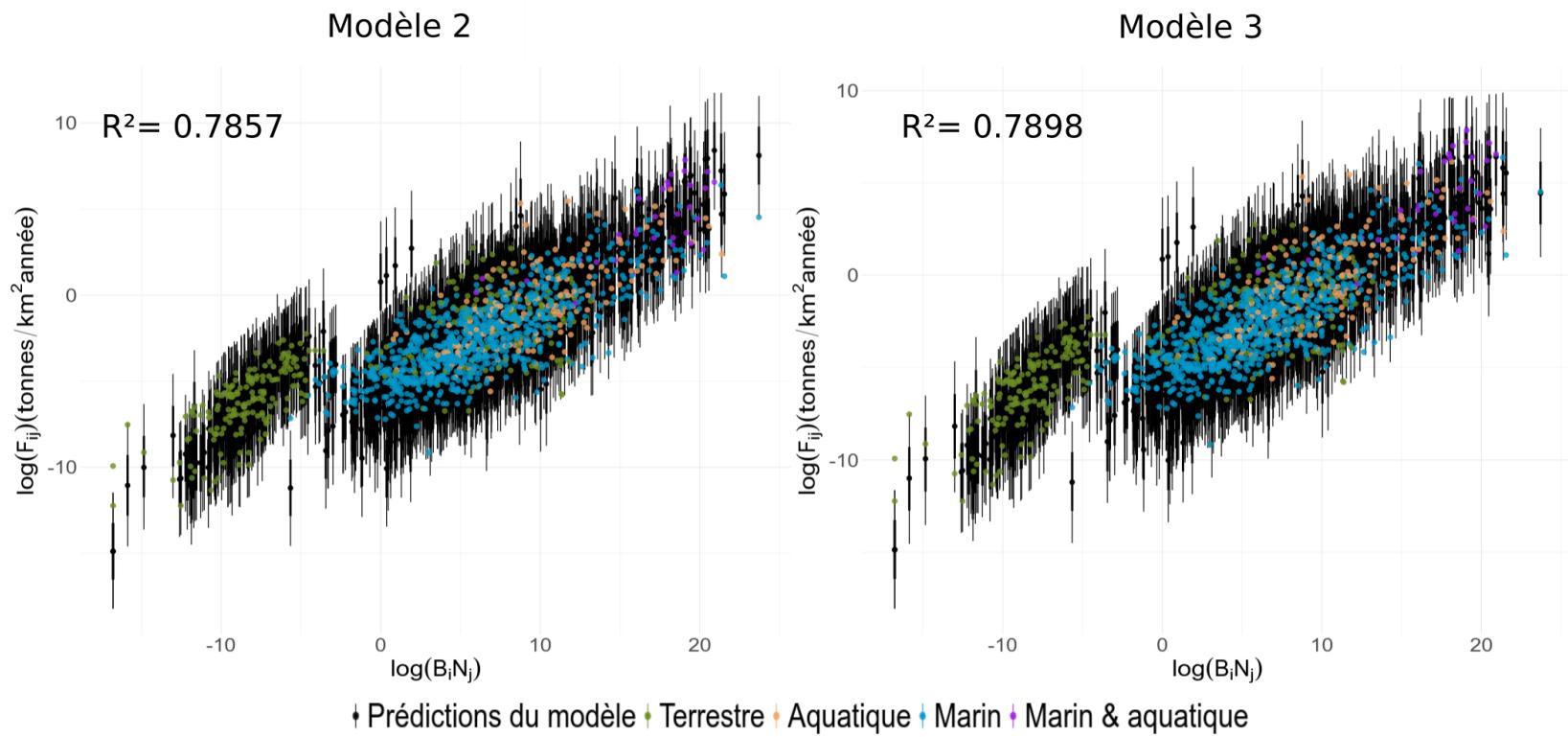
Modèles 0 et 1



Modèles 1 et 2

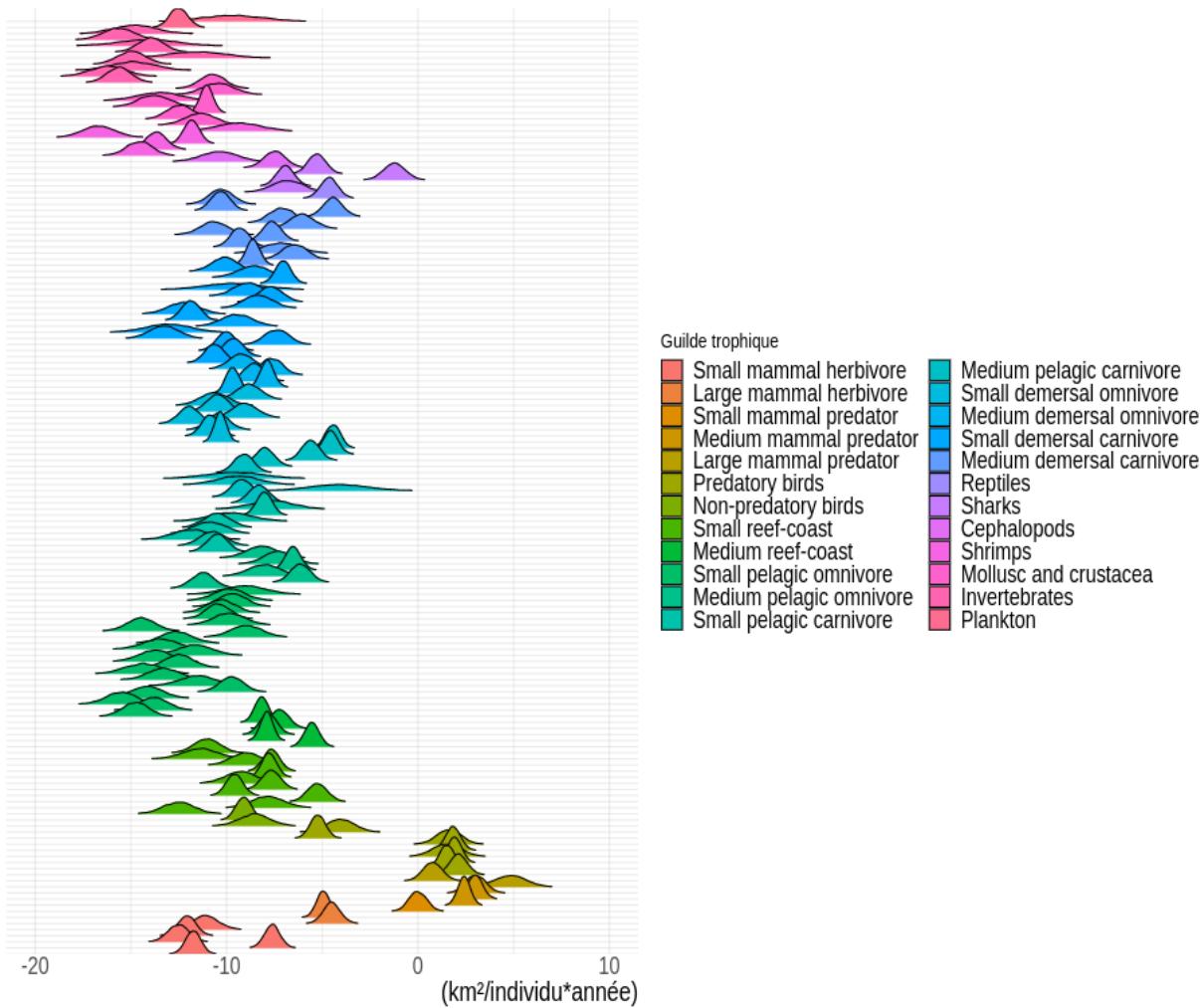


Modèles 2 et 3



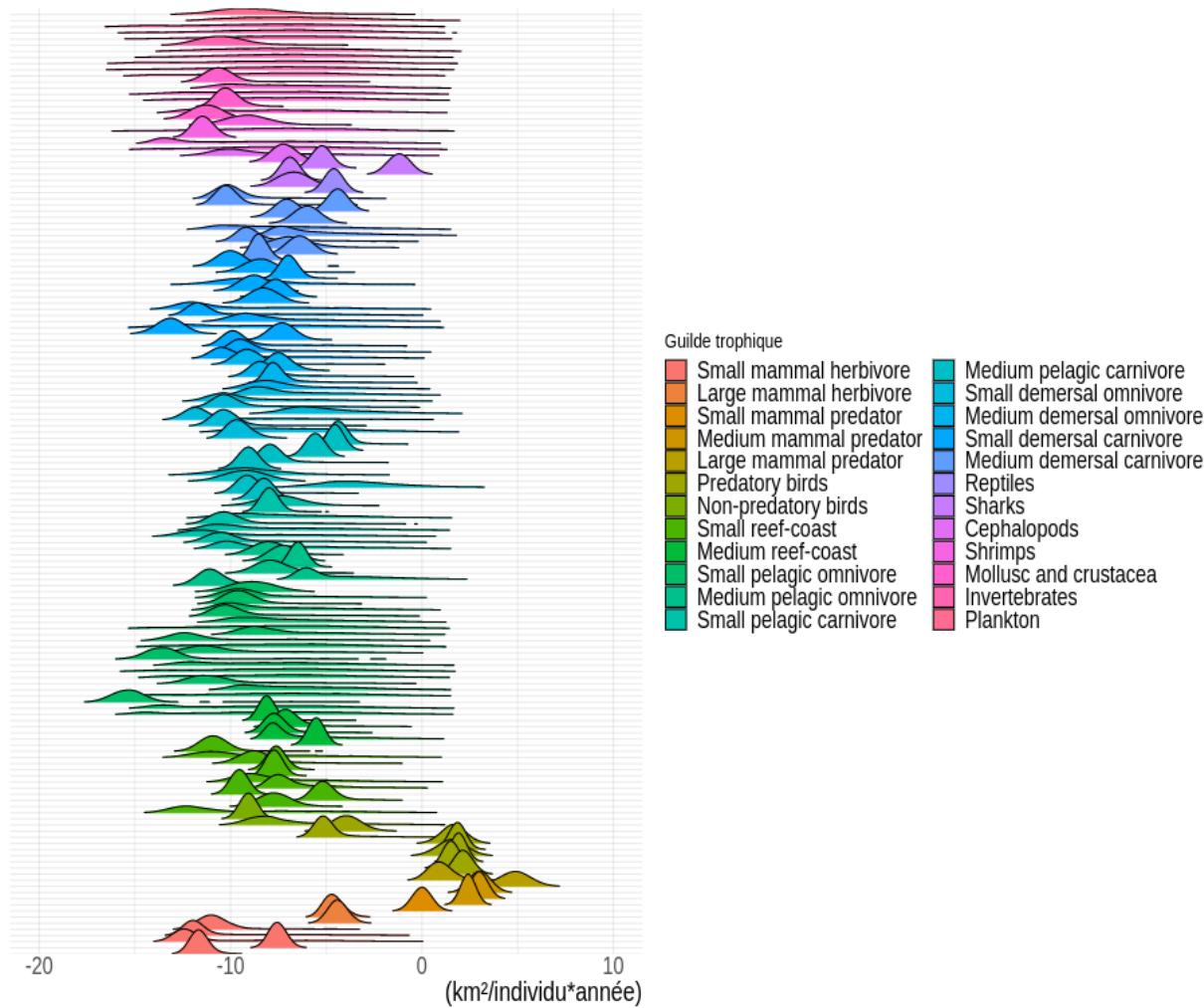
Paramètre α - modèle 2

Taux d'aire recherchée par individu par année (échelle log)



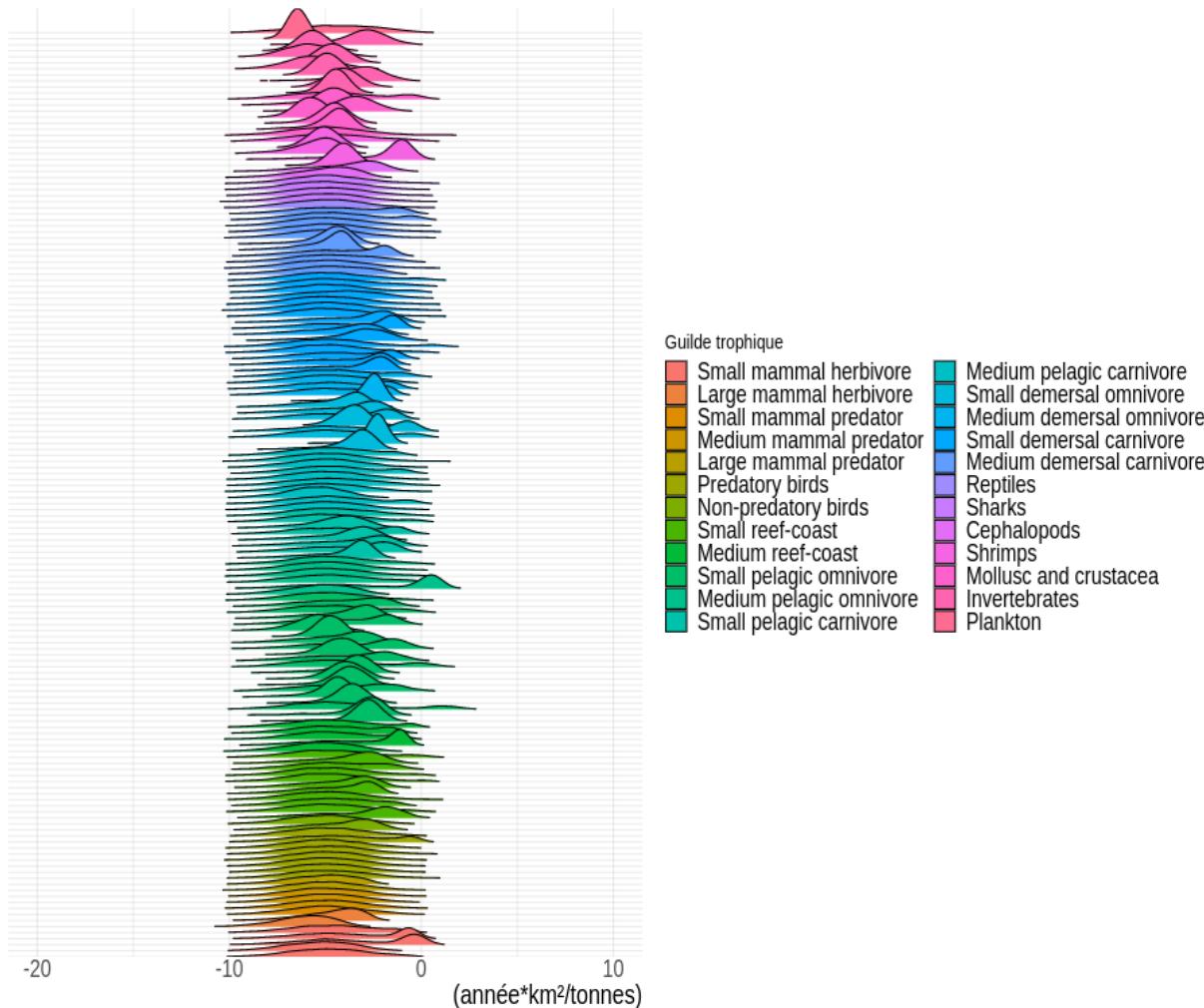
Paramètre α - modèle 3

Taux d'aire recherchée par individu par année (échelle log)



Paramètre h_j - modèle 3

Temps de traitement (échelle log)



Classement des modèles

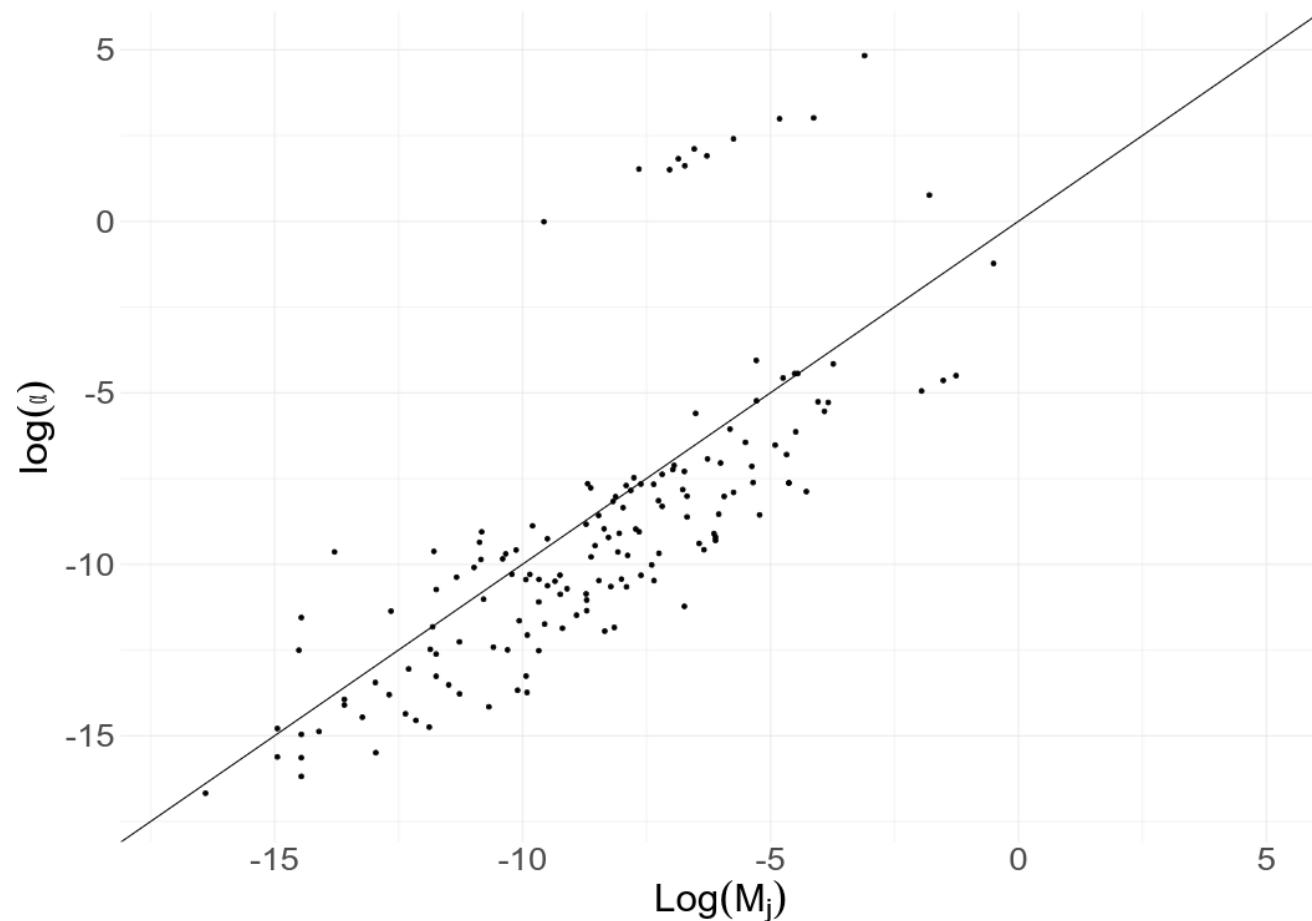
Modèle 3 > modèle 2 > modèle 0 > modèle 1



Modèle 2 plus réaliste écologiquement

Relations allométriques

Modèle 2 - Relation allométrique entre la masse et alpha



Relations allométriques

Conclusion

- Récolter davantage d'interactions pour préciser les paramètres alpha
- Formaliser la relation allométrique
- Valider les modèles sur d'autres interactions trophiques

Remerciements

Mon comité:

Dominique Gravel
Guillaume Blanchet
Pierre Legagneux
Laura Pollock

Les membres du laboratoire
d'écologie intégrative

Nous remercions le Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et Génie du Canada (CRSNG) et le Fonds de recherche Nature et technologies pour leur soutien. En parallèle, le programme BIOS2 est supporté par le CRSNG.



*Fonds de recherche
Nature et
technologies*

Québec 



Programme de formation sur les méthodes numériques en science de la biodiversité



Laboratoire d'écologie intégrative | Integrative Ecology Lab [IEL]

Supp. mat.

Interactions

Terrestre: 298 Aquatique: 187 Marine: 895