

Comment les interactions écologiques affectent-elles la répartition géographique des espèces?

Séminaire (BIO9020)

Jeudi 21 avril 2016, Rimouski



- Kévin Cazelles -

CONTEXTE

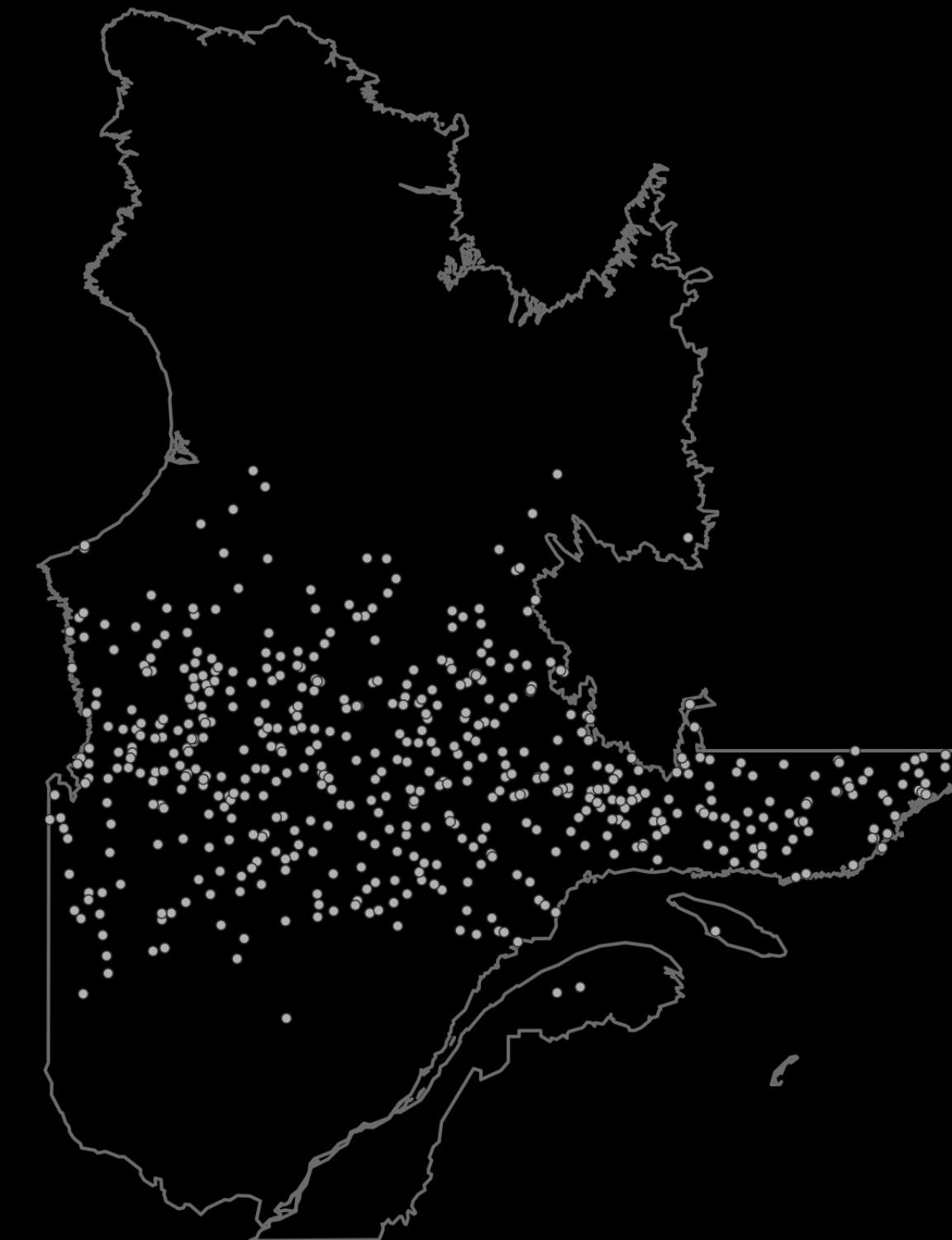
Biogéographie et interactions écologiques

Répartition géographique des espèces

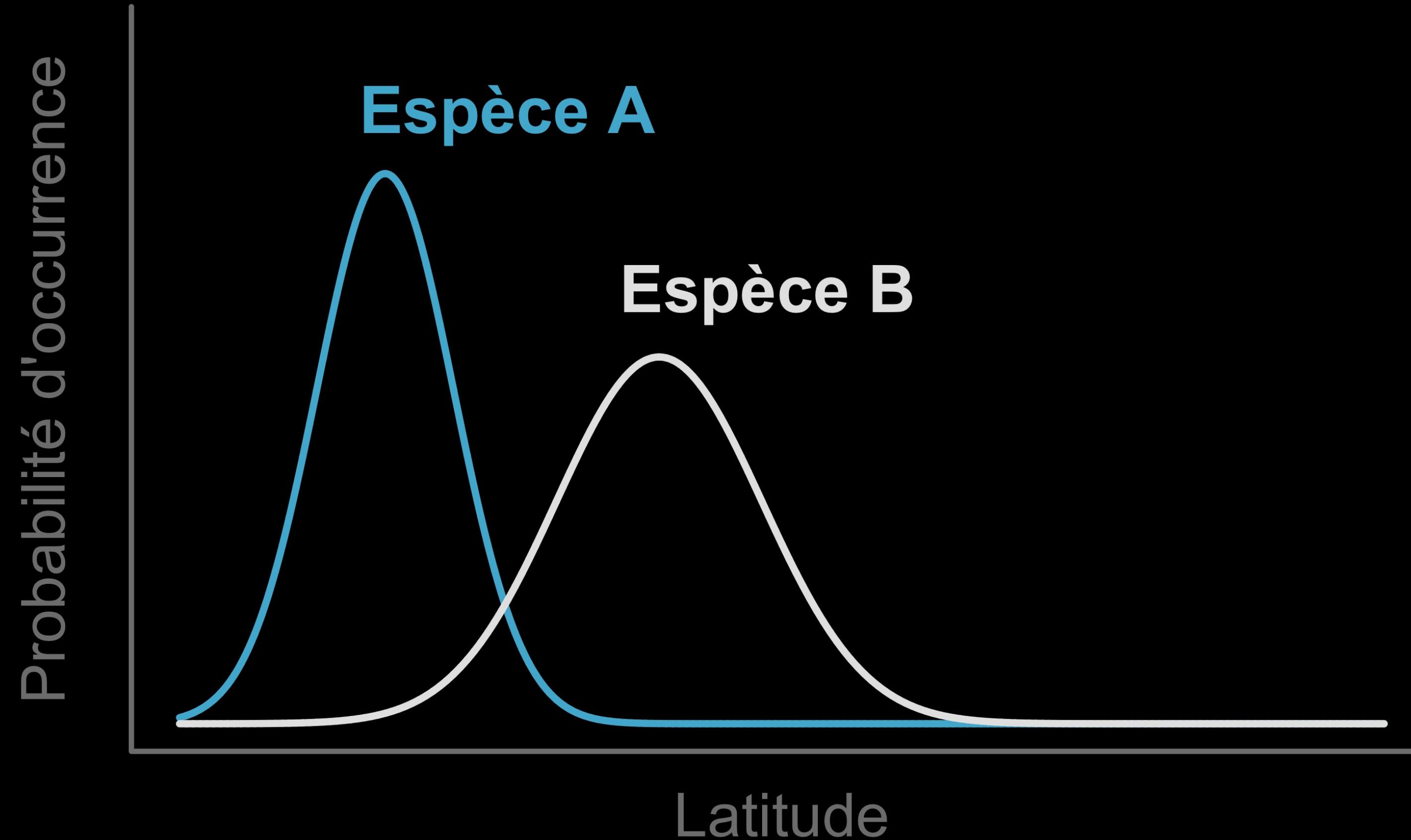
Espèce A



Espèce B



Espace géographique



Quatre sources d'explication

1. Les facteurs pédoclimatiques

Quatre sources d'explication

1. Les facteurs pédoclimatiques

2. Le mouvement des espèces

Quatre sources d'explication

1. Les facteurs pédoclimatiques

2. Le mouvement des espèces

3. Les interactions biotiques

Quatre sources d'explication

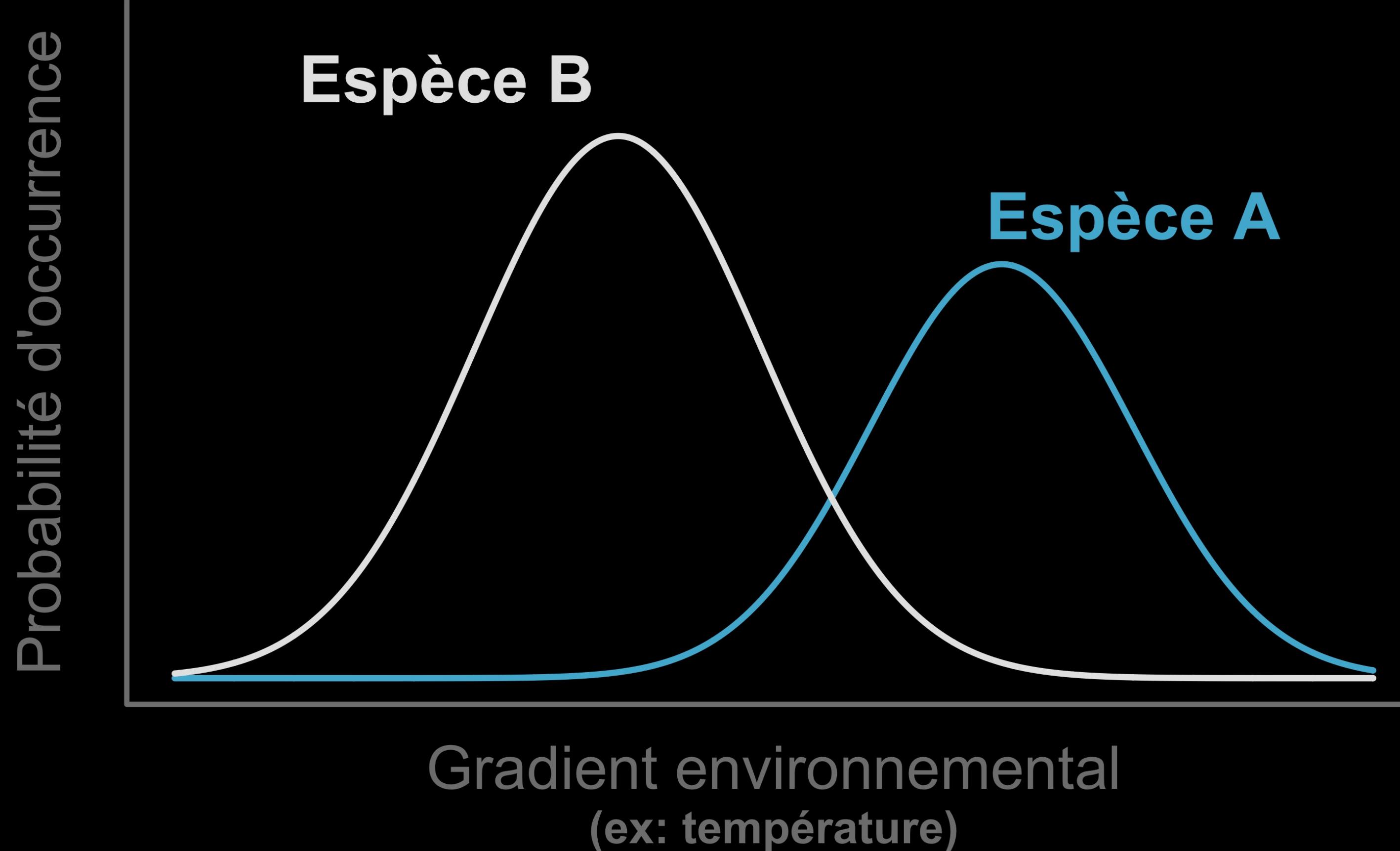
1. Les facteurs pédoclimatiques

2. Le mouvement des espèces

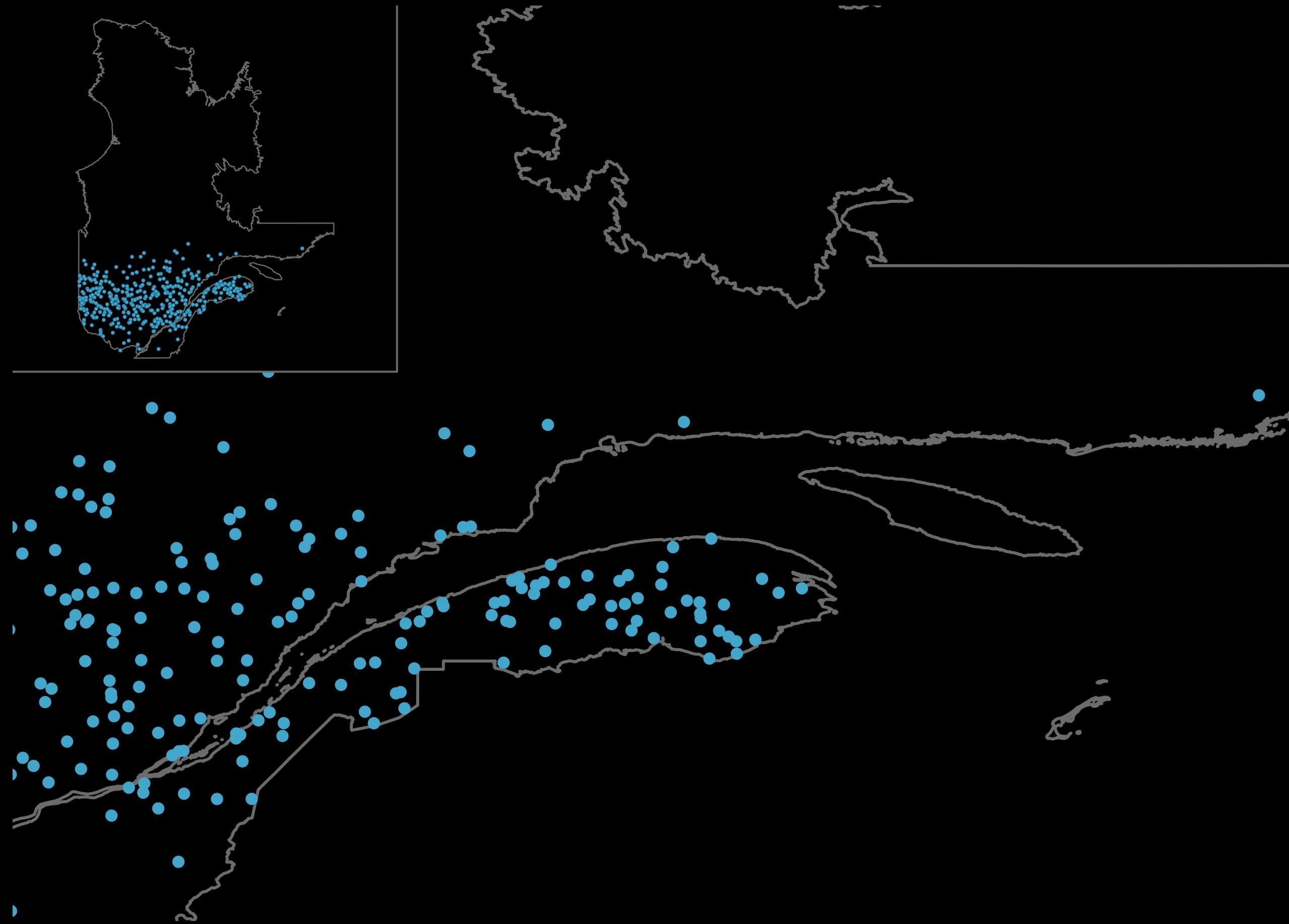
3. Les interactions biotiques

4. L'évolution

1. Les facteurs pédoclimatiques



2. Les capacités de dispersion



Le filtre abiotique

Espèce A



Espèce B



Les modèles de distribution d'espèces

Aujourd'hui



Demain



3. Le filtre biotique

1. Interaction entre A et B

3. Le filtre biotique

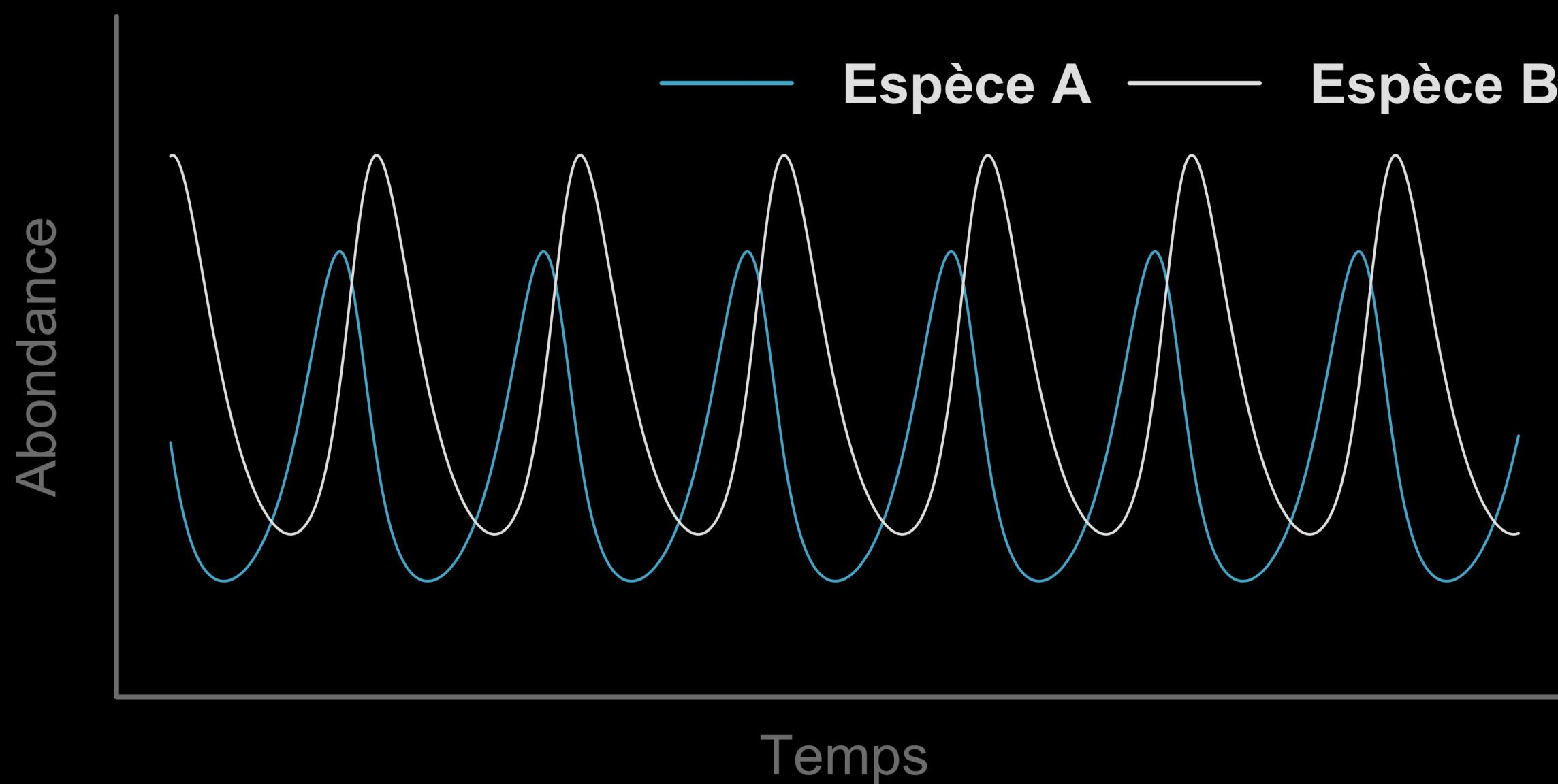
- 1. Interaction entre A et B**
- 2. Impact sur la démographie**

3. Le filtre biotique

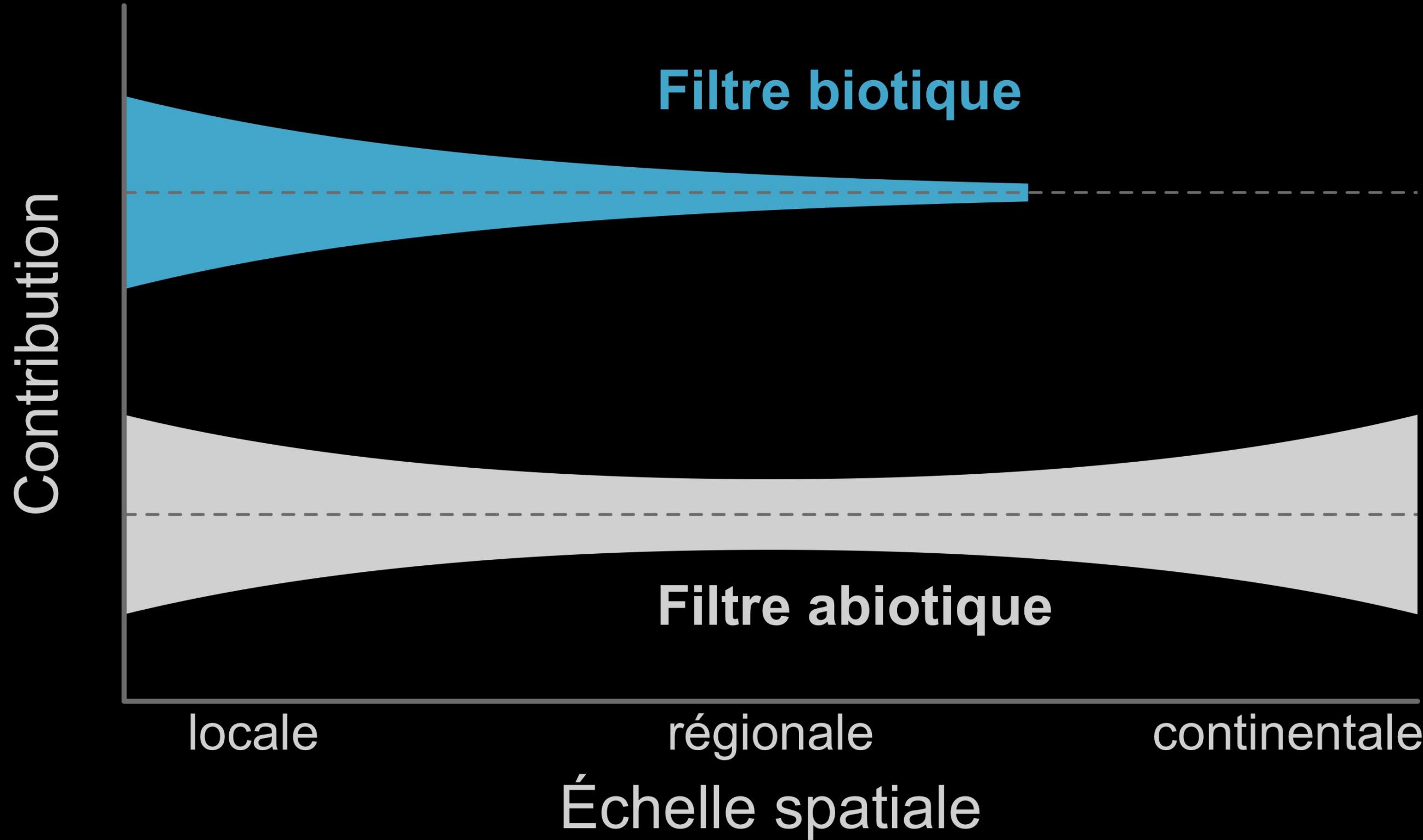
- 1. Interaction entre A et B**
- 2. Impact sur la démographie**
- 3. Risque d'extinction locale**

3. Le filtre biotique

1. Interaction entre A et B
2. Impact sur la démographie
3. Risque d'extinction locale



Filtres et échelles spatiales



Une question

1. Distribution = somme des présences

Une question

1. Distribution = somme des présences
2. Facteurs biotiques et abiotiques majeurs localement.

Une question

1. Distribution = somme des présences
2. Facteurs biotiques et abiotiques majeurs localement.
3. Comment l'effet des interactions peut-il disparaître?

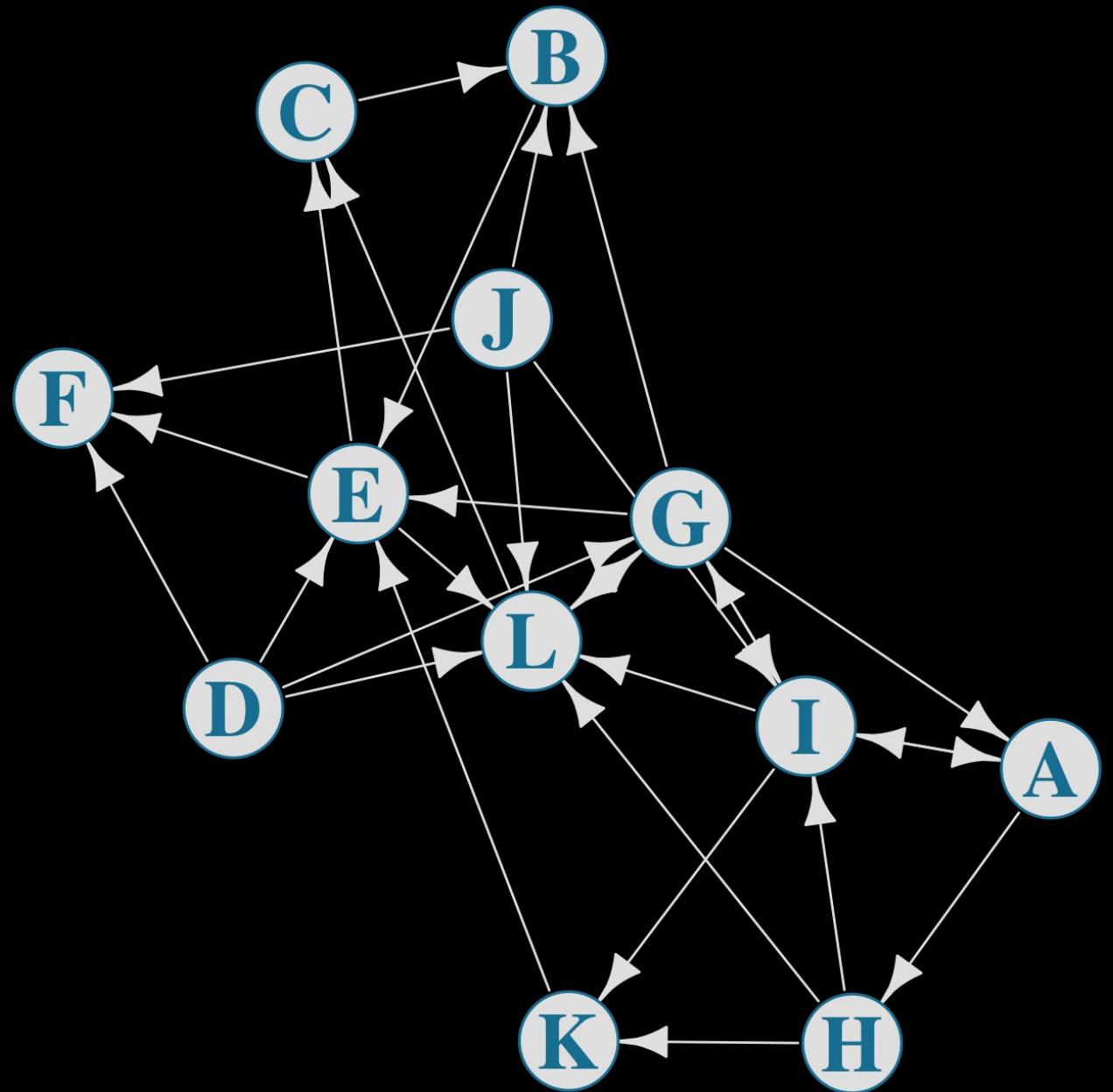
Une question

1. Distribution = somme des présences
2. Facteurs biotiques et abiotiques majeurs localement.
3. Comment l'effet des interactions peut-il disparaître?

UN PROBLÈME MÉTHODOLOGIQUE?

Des prédictions fiables ?

Demain



Enjeux de ma thèse

Enjeux de ma thèse

1. Introduction des interactions en biogéographie théorique

Enjeux de ma thèse

- 1. Introduction des interactions en biogéographie théorique**

- 2. Dériver des attendus théoriques sur les co-occurrences**

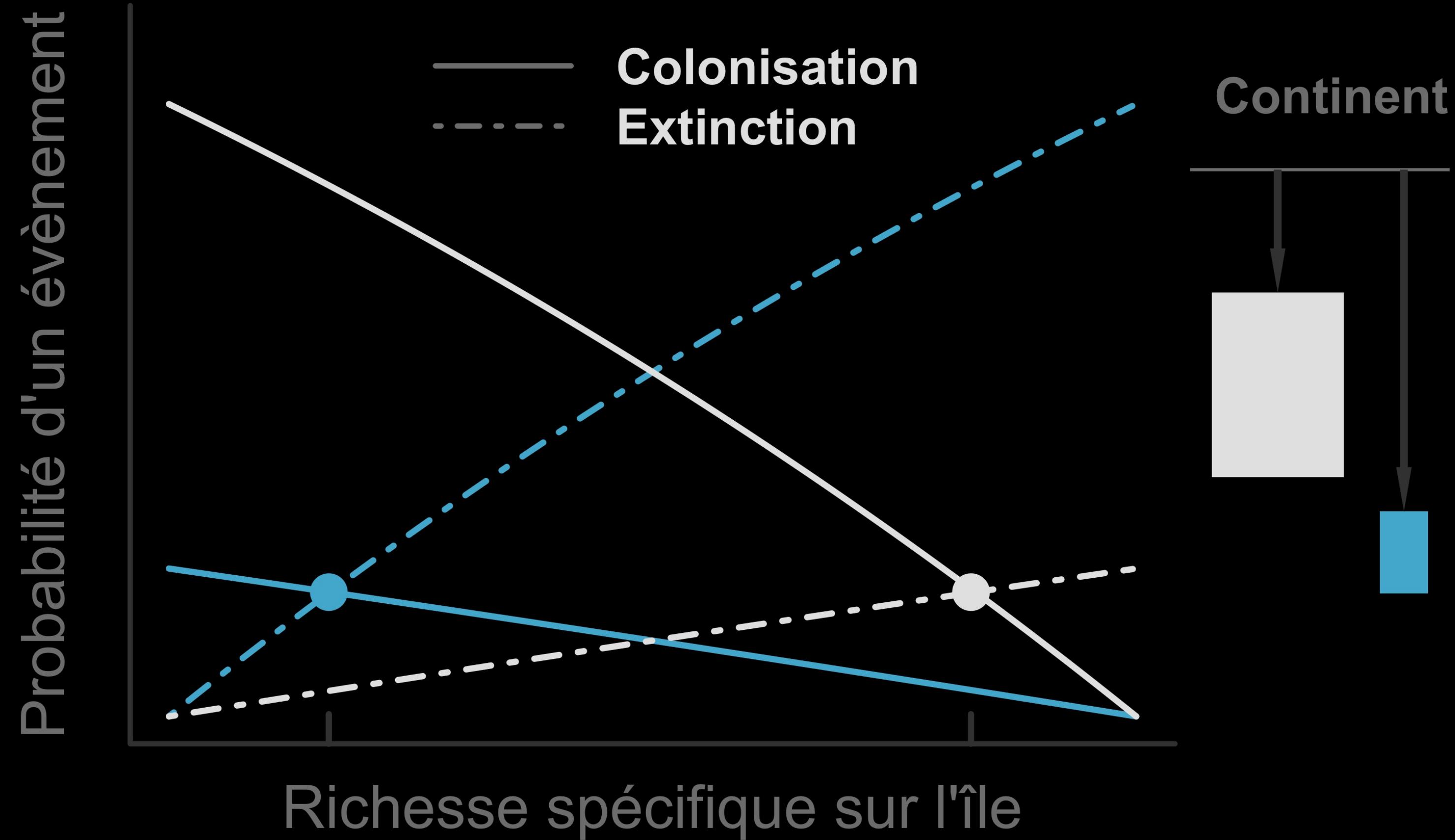
Enjeux de ma thèse

- 1. Introduction des interactions en biogéographie théorique**
- 2. Dériver des attendus théoriques sur les co-occurrences**
- 3. Explorer des données adéquates**

CHAPITRE 1

**Théorie de la biogéographie des îles et réseaux
écologiques**

Le modèle de MacArthur et Wilson (1963, 1967)



Propriétés du modèle

1. Évolution et capacités de dispersion

Propriétés du modèle

1. Évolution et capacités de dispersion

2. Relation diversité locale / diversité régionale

Propriétés du modèle

1. Évolution et capacités de dispersion
2. Relation diversité locale / diversité régionale
3. Pas de contraintes abiotiques

Propriétés du modèle

1. Évolution et capacités de dispersion
2. Relation diversité locale / diversité régionale
3. Pas de contraintes abiotiques
4. Pas de contraintes biotiques : $P(X_i, X_j) = P(X_i)P(X_j)$

Lever l'hypothèse d'indépendance

- Gravel *et al.* (2011). **Trophic theory of island biogeography**. *Ecology Letters*

Lever l'hypothèse d'indépendance

- Gravel *et al.* (2011). **Trophic theory of island biogeography**. *Ecology Letters*
- 2 règles additionnelles :
 1. Sur une île sans proie, un prédateur ne peut s'établir,
 2. À l'extinction de sa dernière proie, un prédateur s'éteint.

Lever l'hypothèse d'indépendance

- Gravel *et al.* (2011). **Trophic theory of island biogeography**. *Ecology Letters*

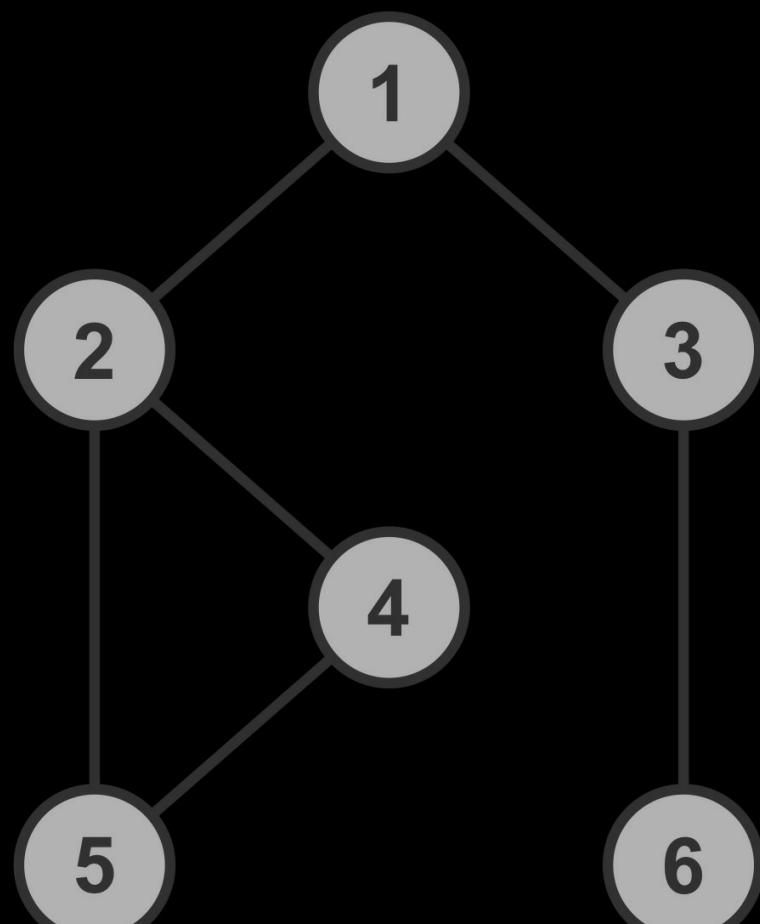
- 2 règles additionnelles :

1. Sur une île sans proie, un prédateur ne peut s'établir,
2. À l'extinction de sa dernière proie, un prédateur s'éteint.

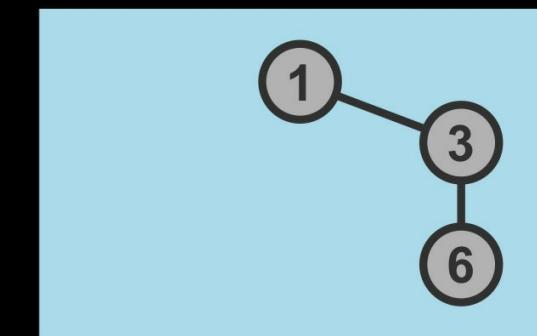
$$P(X_i, X_j) \neq P(X_i)P(X_j)$$

Dépendance à l'environnement et aux interactions

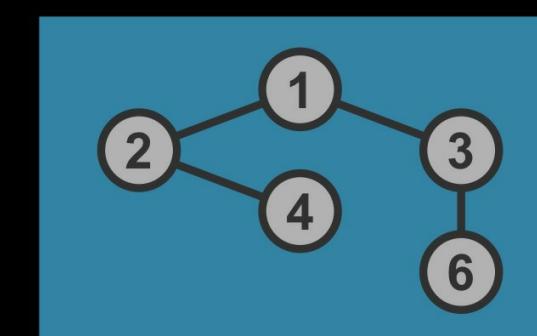
Ensemble régional



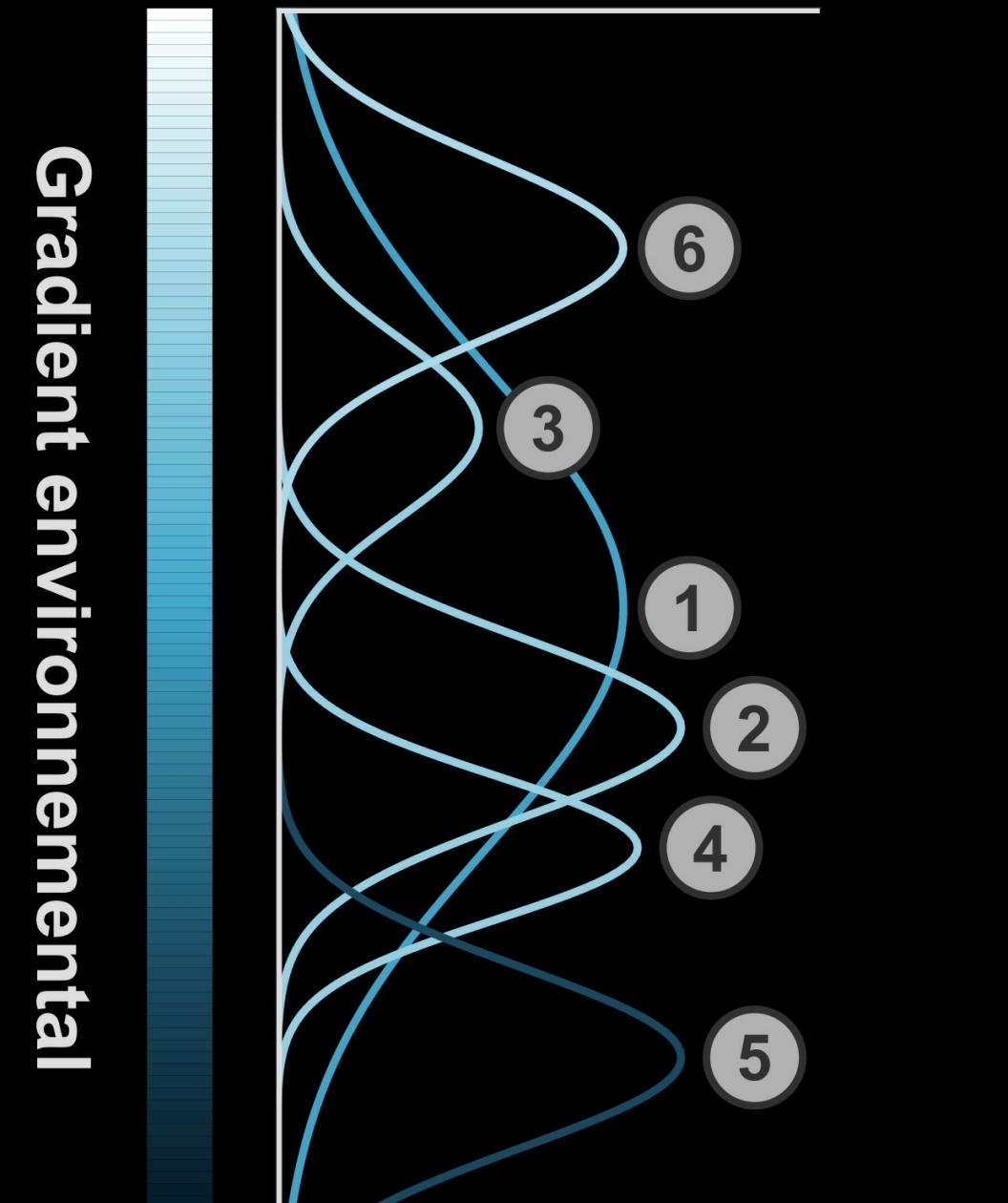
Communautés locales



Colonisation
→

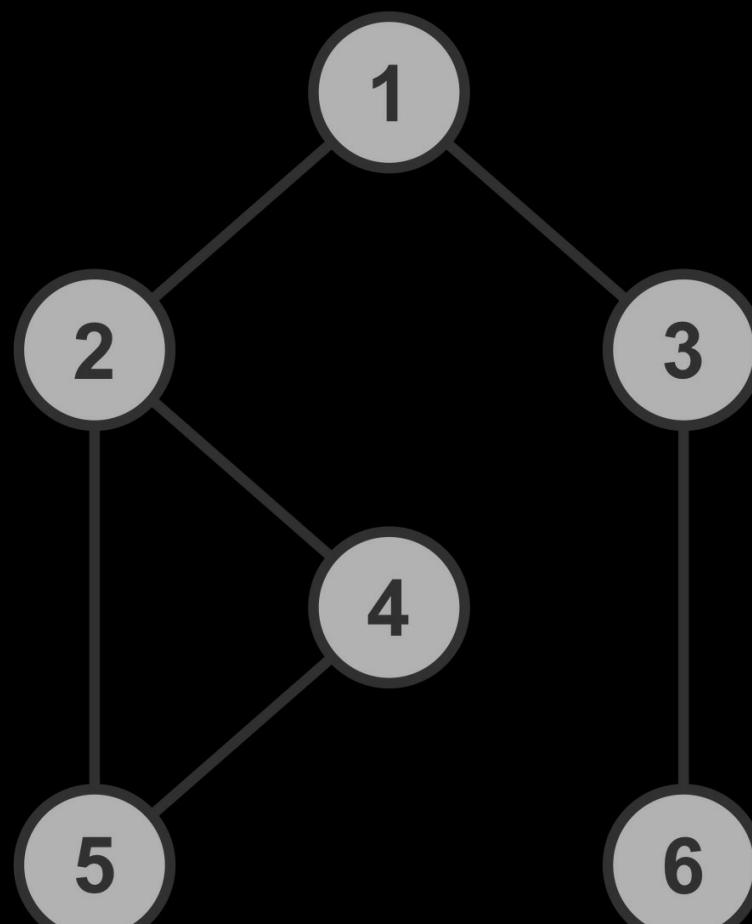


Taux de colonisation

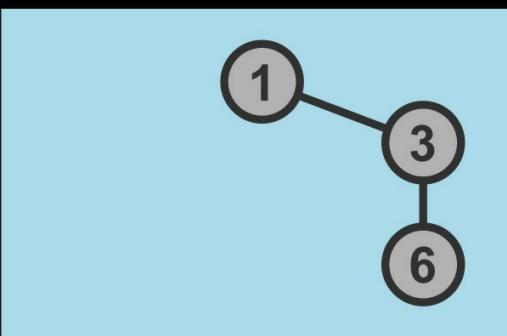


Dépendance à l'environnement et aux interactions

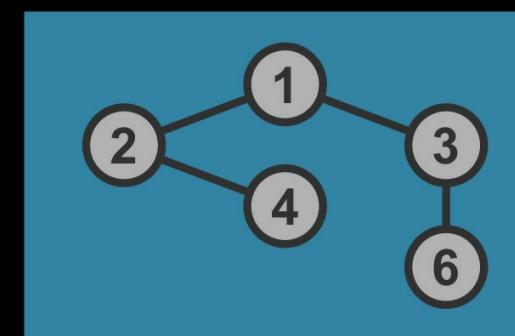
Ensemble régional



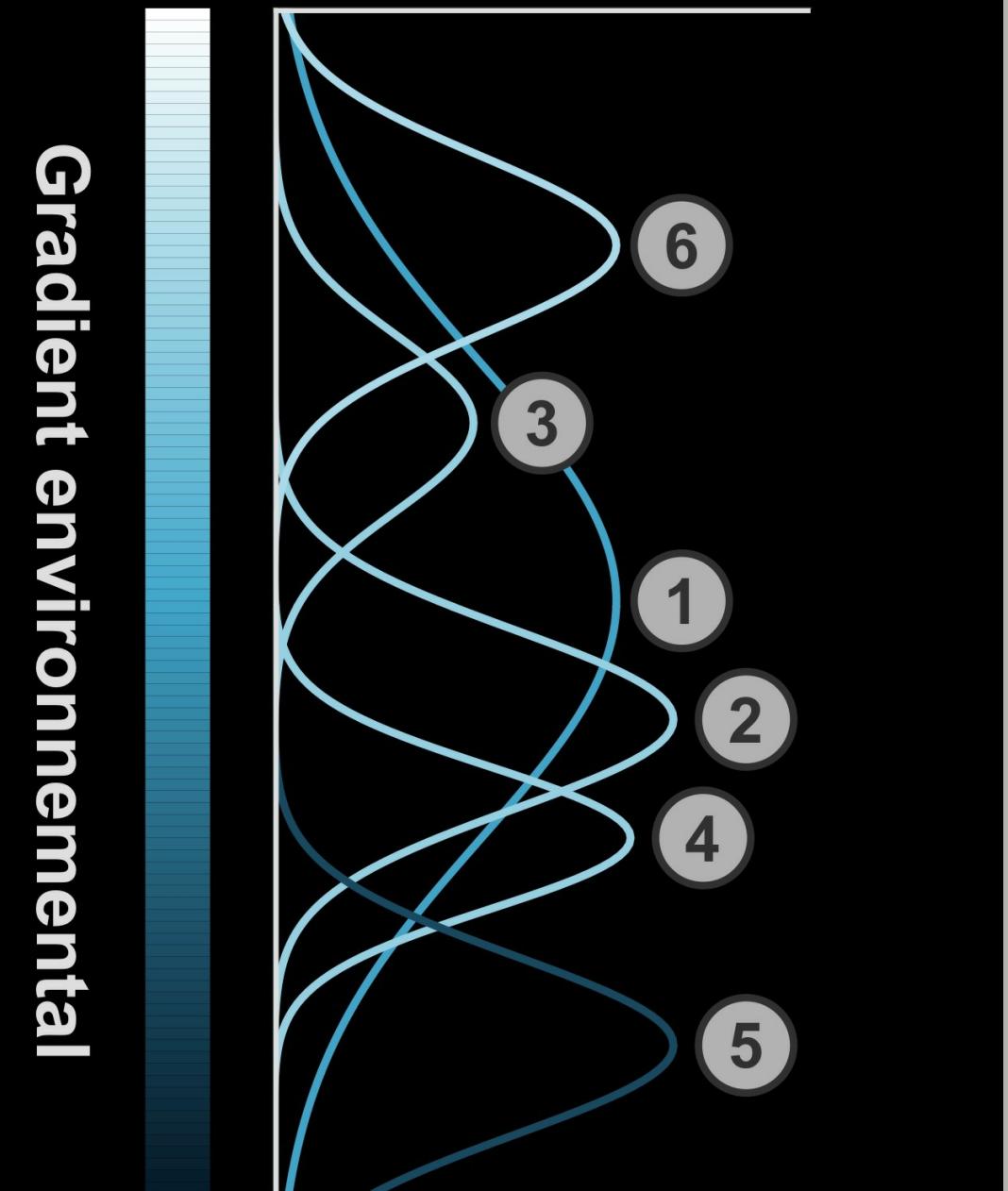
Communautés locales



Colonisation



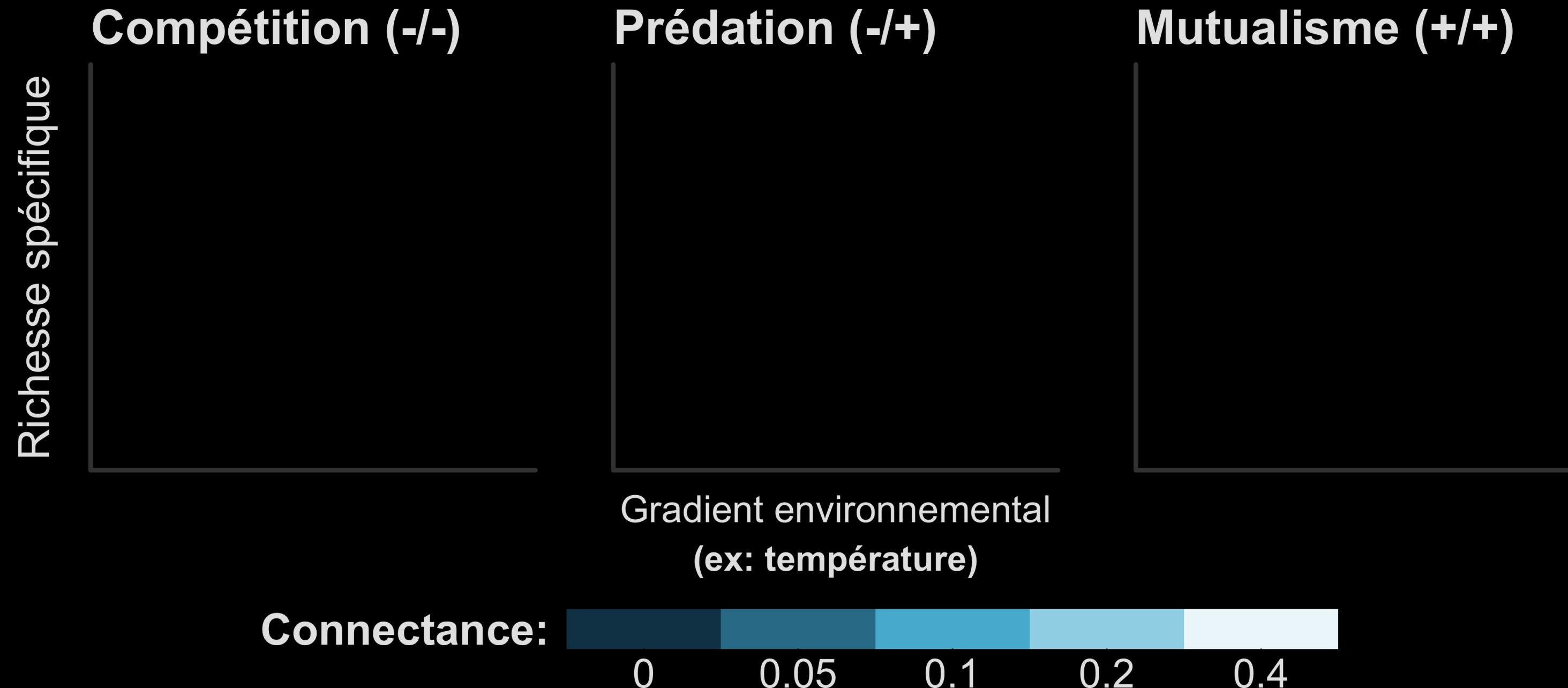
Taux de colonisation



Extinction

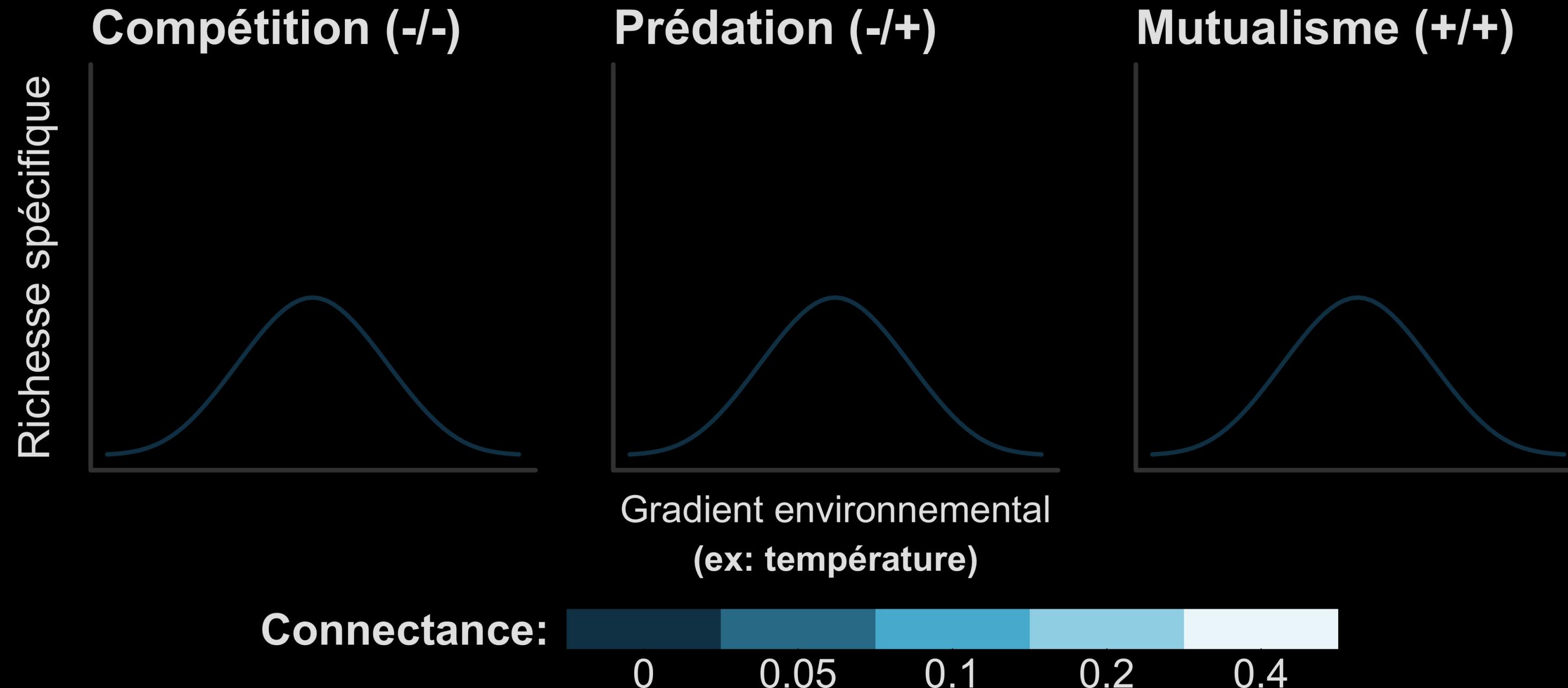
$$P(X_{1,t+dt}, \dots, X_{n,t+dt} | X_{1,t}, \dots, X_{n,t}) = f(R, E)$$

Des contraintes biotiques et abiotiques



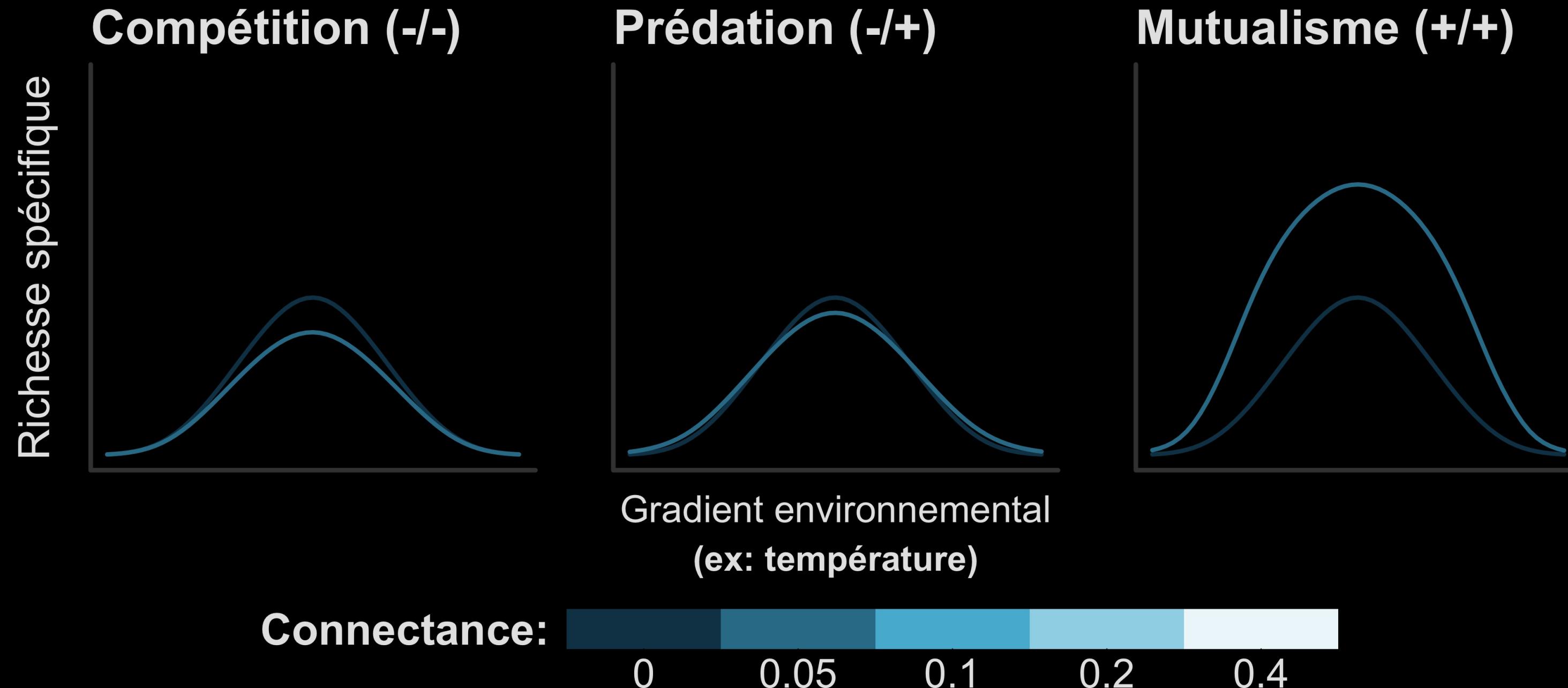
$$P(X_{1,t+dt}, \dots, X_{n,t+dt} | X_{1,t}, \dots, X_{n,t}) = f(R, E)$$

Des contraintes biotiques et abiotiques



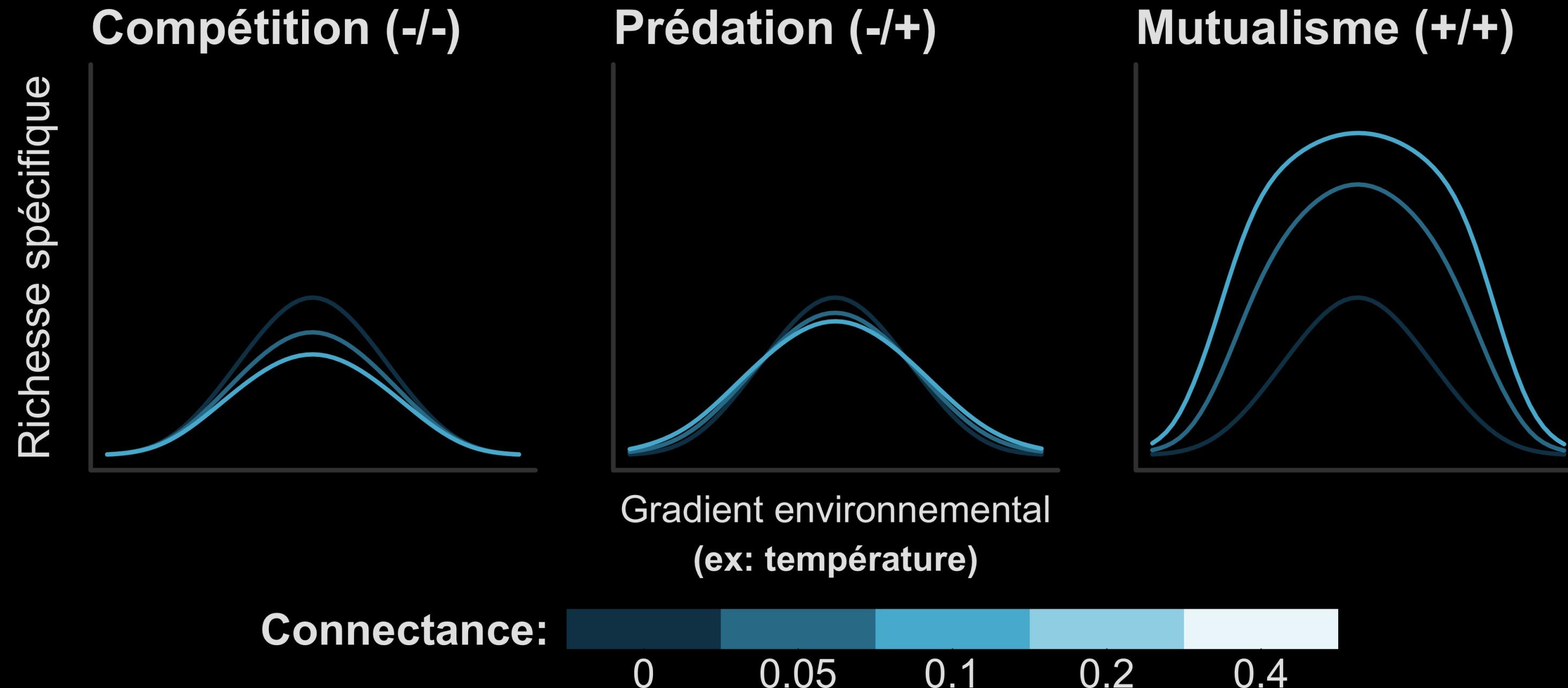
$$P(X_{1,t+dt}, \dots, X_{n,t+dt} | X_{1,t}, \dots, X_{n,t}) = f(R, E)$$

Des contraintes biotiques et abiotiques



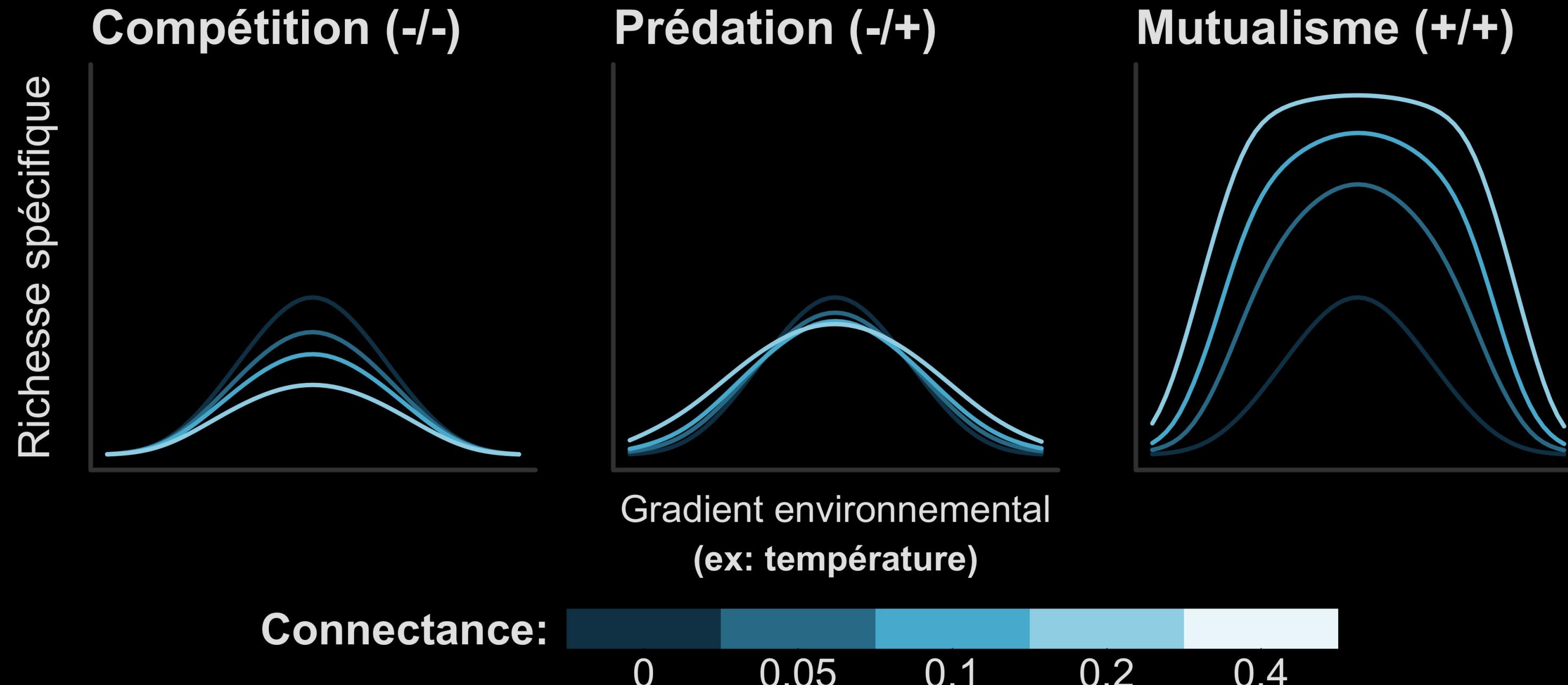
$$P(X_{1,t+dt}, \dots, X_{n,t+dt} | X_{1,t}, \dots, X_{n,t}) = f(R, E)$$

Des contraintes biotiques et abiotiques



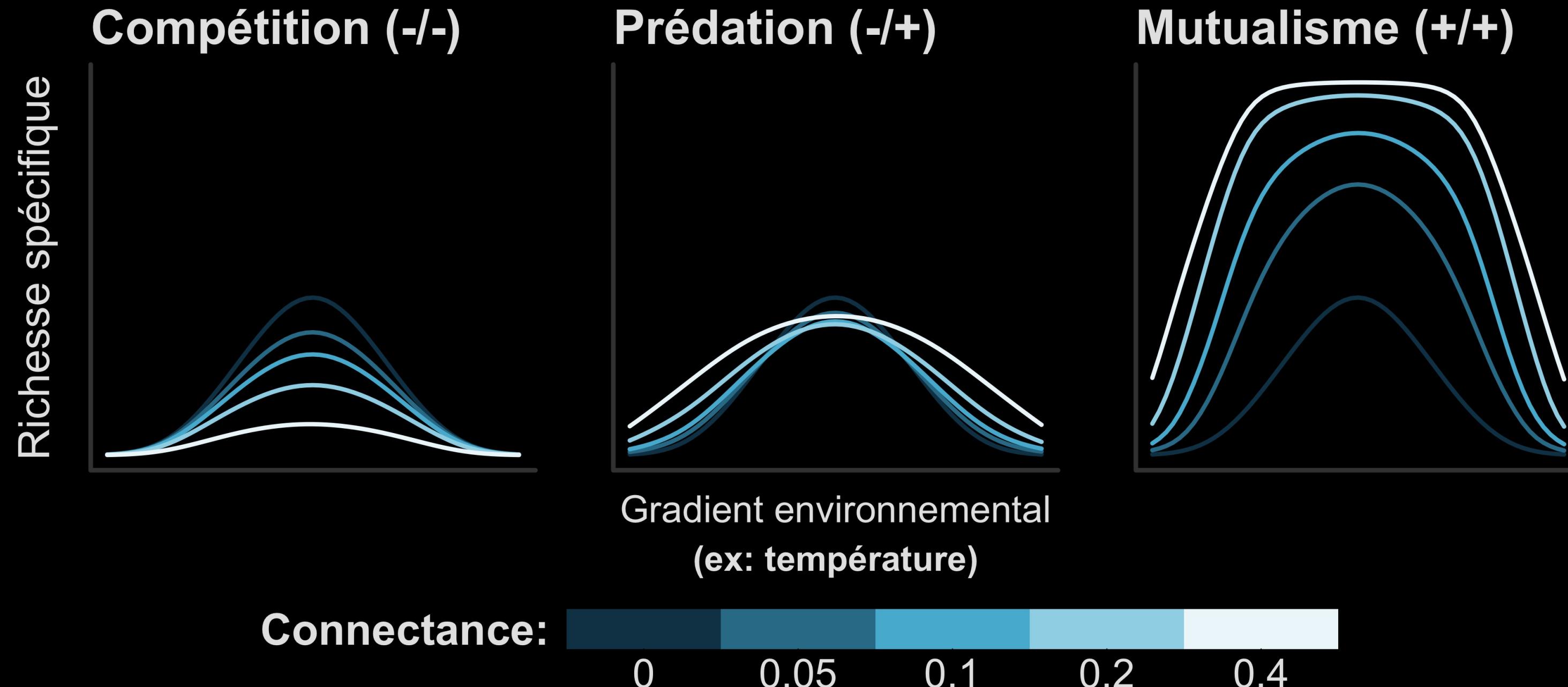
$$P(X_{1,t+dt}, \dots, X_{n,t+dt} | X_{1,t}, \dots, X_{n,t}) = f(R, E)$$

Des contraintes biotiques et abiotiques



$$P(X_{1,t+dt}, \dots, X_{n,t+dt} | X_{1,t}, \dots, X_{n,t}) = f(R, E)$$

Des contraintes biotiques et abiotiques



$$P(X_{1,t+dt}, \dots, X_{n,t+dt} | X_{1,t}, \dots, X_{n,t}) = f(R, E)$$

Cazelles K., et al. (2016) *Ecography*.

CHAPITRE 2

Réseaux trophiques et co-occurrence

La co-occurrence

1. La distribution de 2 espèces : $P(X_i, X_j)$

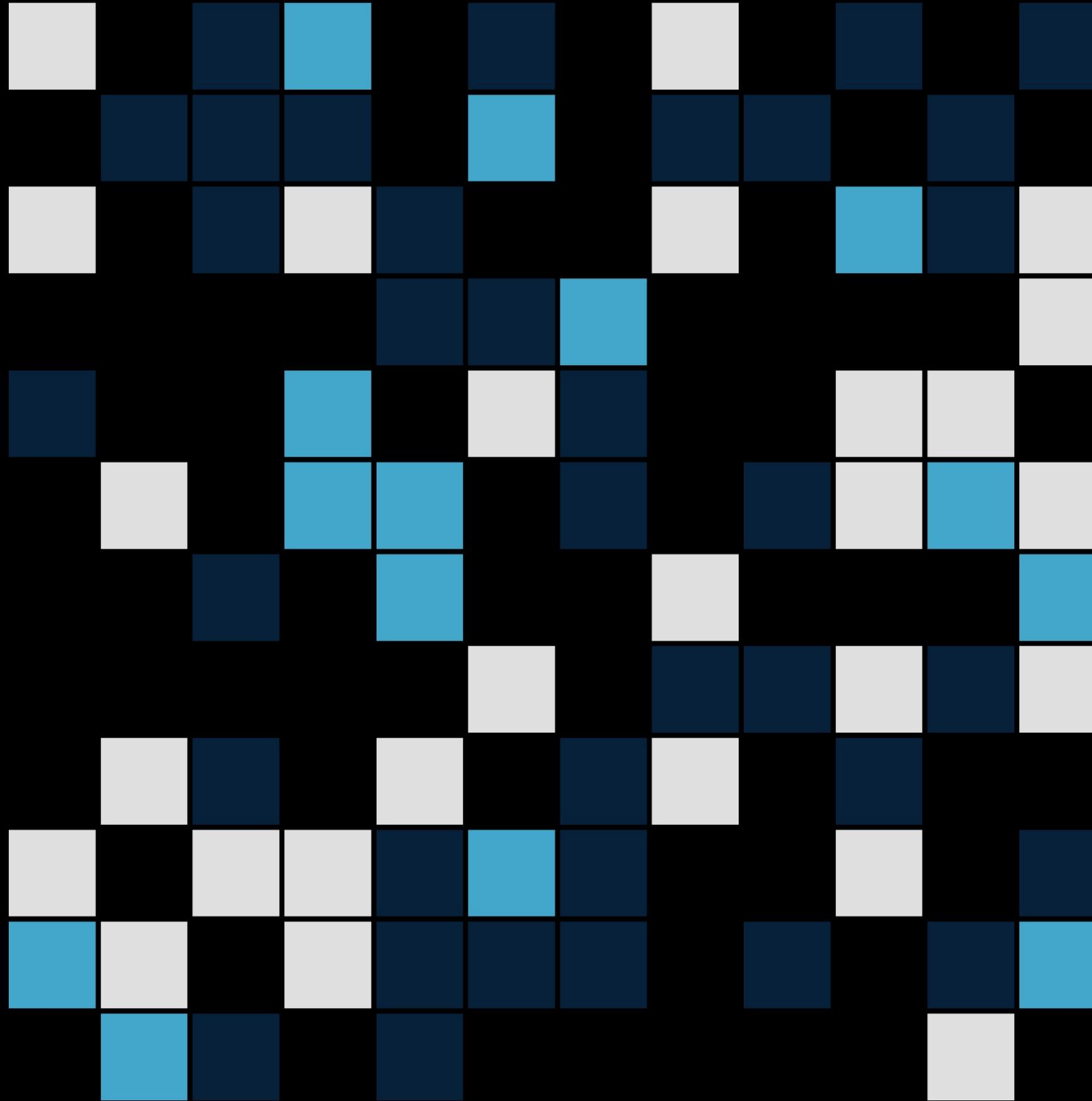
La co-occurrence

1. La distribution de 2 espèces : $P(X_i, X_j)$
2. Historiquement, problème de compétition (Diamond, 1975)

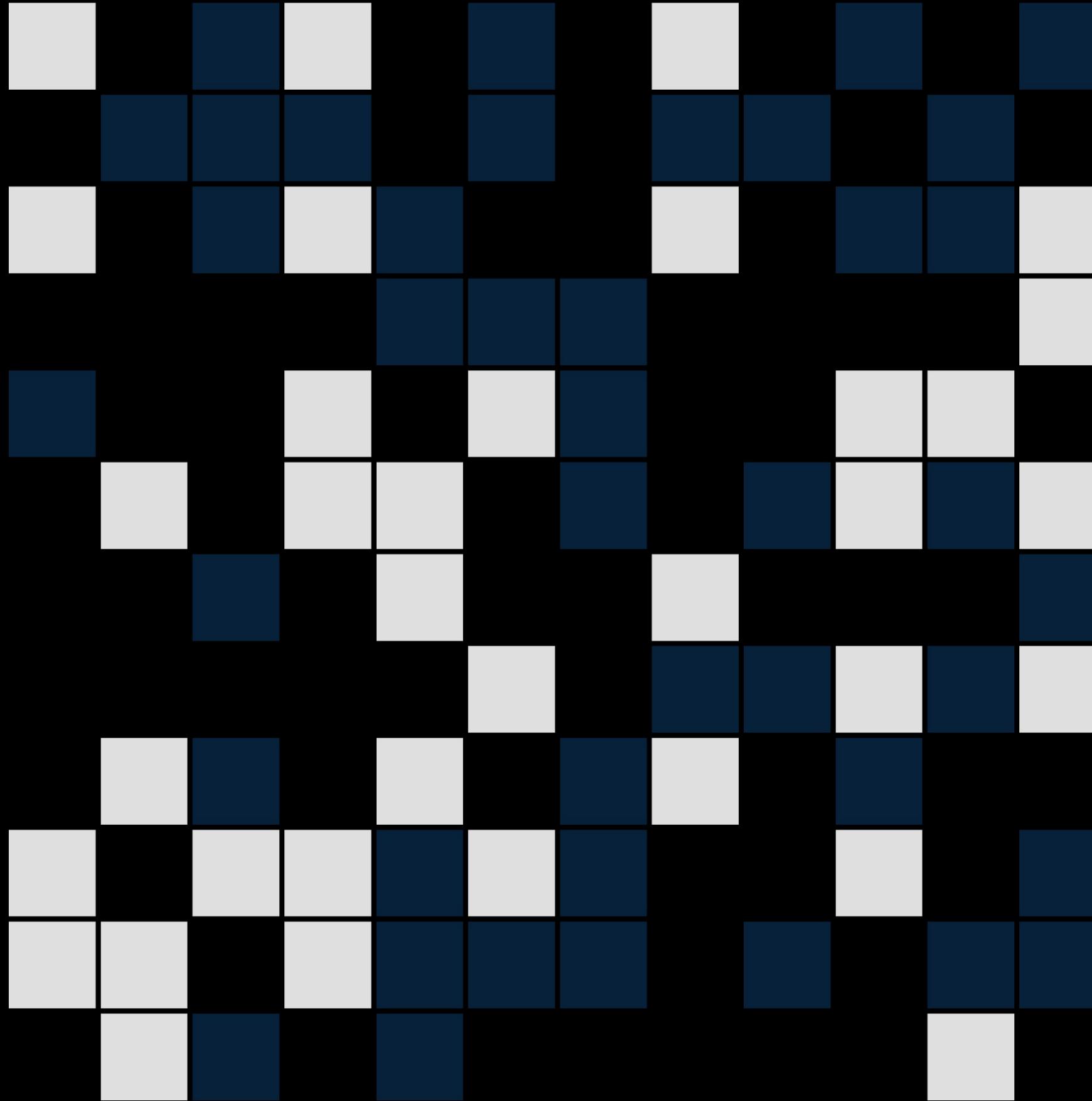
La co-occurrence

1. La distribution de 2 espèces : $P(X_i, X_j)$
2. Historiquement, problème de compétition (Diamond, 1975)
3. Une distribution en forme de damier

Distribution en damier



Distribution en damier



Quelle idée avons-nous eu?

$P(X_i, X_j)$ vs. $P(X_i)P(X_j)$

pour des réseaux trophiques simulés

Quelle idée avons-nous eu?

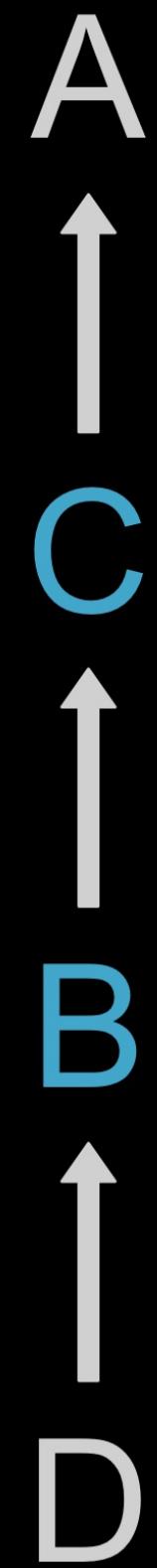
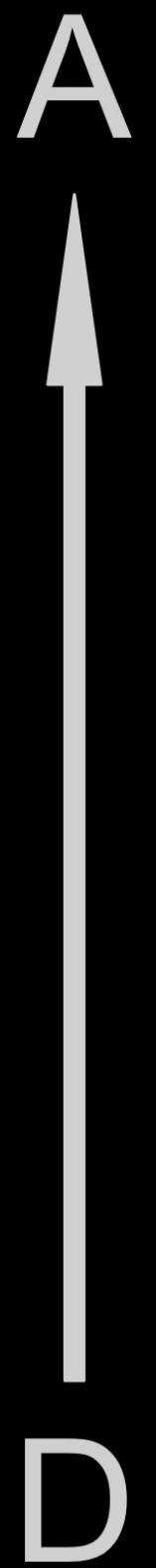
$P(X_i, X_j)$ vs. $P(X_i)P(X_j)$

pour des réseaux trophiques simulés

Pour y arriver :

1. Construction des réseaux
2. Théorie trophique de la biogéographie des îles

Chemin trophique le plus court (ordre)



Chemin trophique le plus court (ordre)

A
↑
D

A
↑
B
↑
D

A
↑
C
↑
B
↑
D

ABCD
A0100
B1010
C0101
D0010

Chemin trophique le plus court (ordre)

A
↑
D

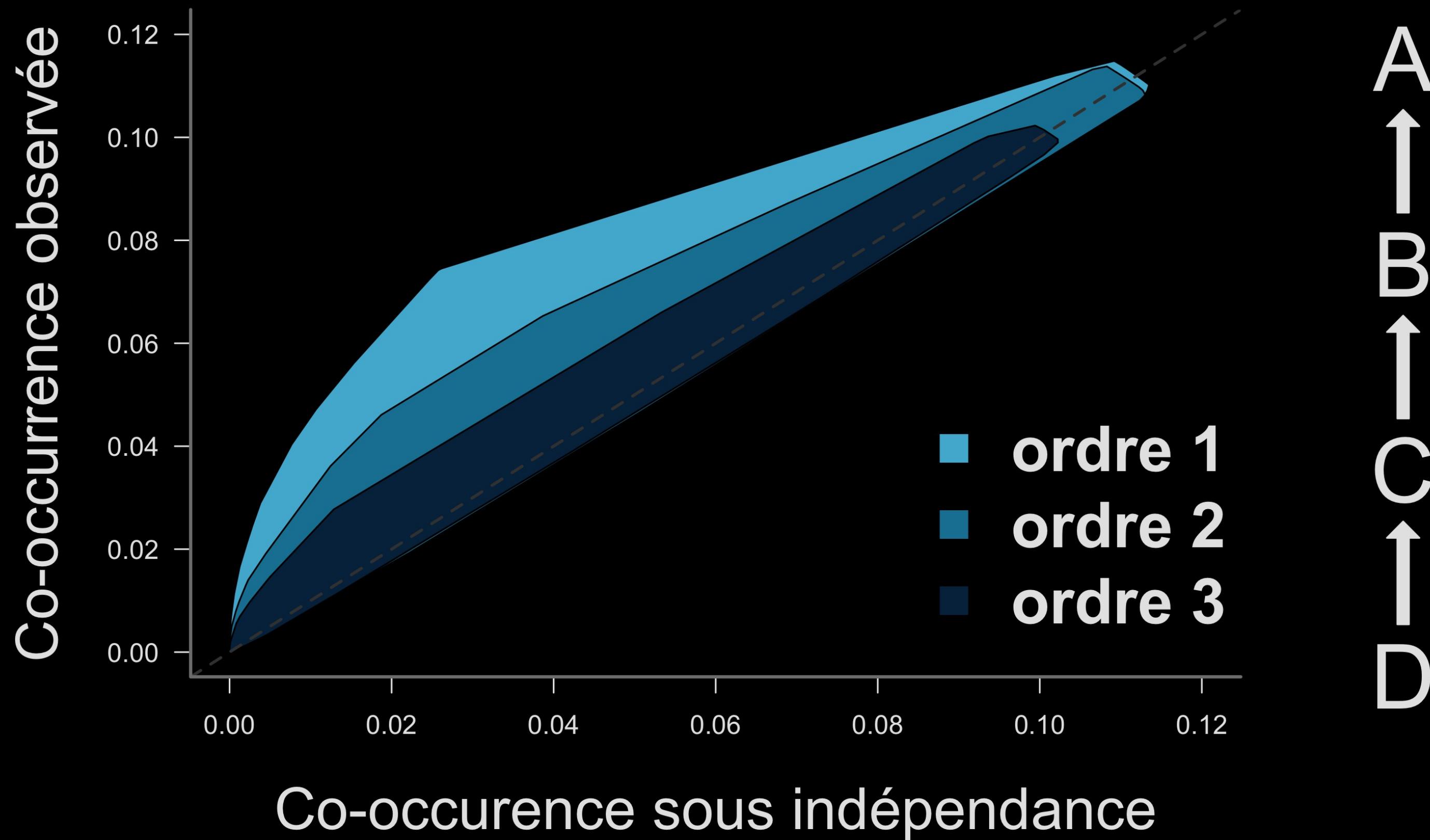
A
↑
B
↑
D

A
↑
C
↑
B
↑
D

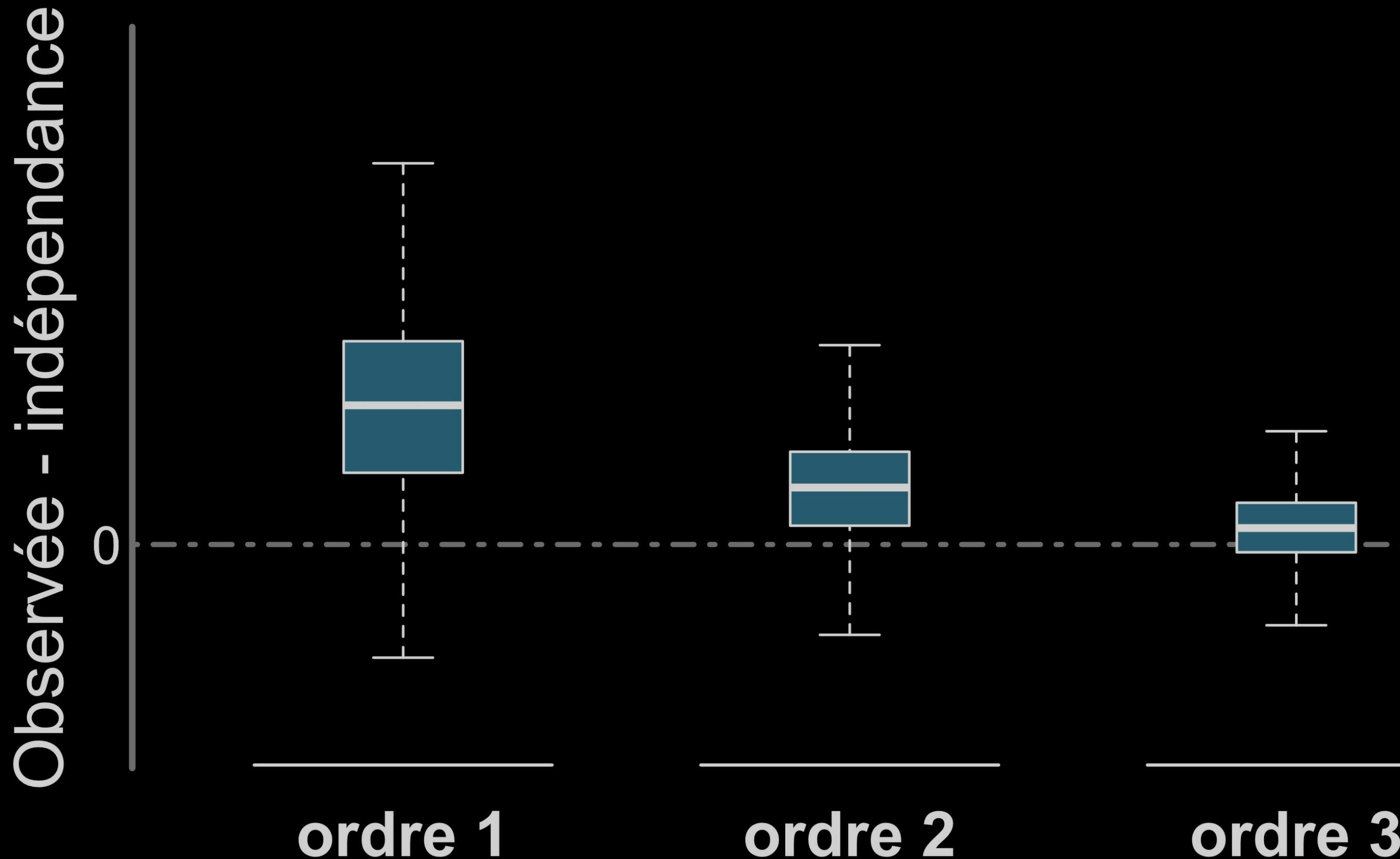
ABCD
A0100
B1010
C0101
D0010

ABCD
A0123
B1012
C2101
D3210

Co-occurrence dans un réseau trophique



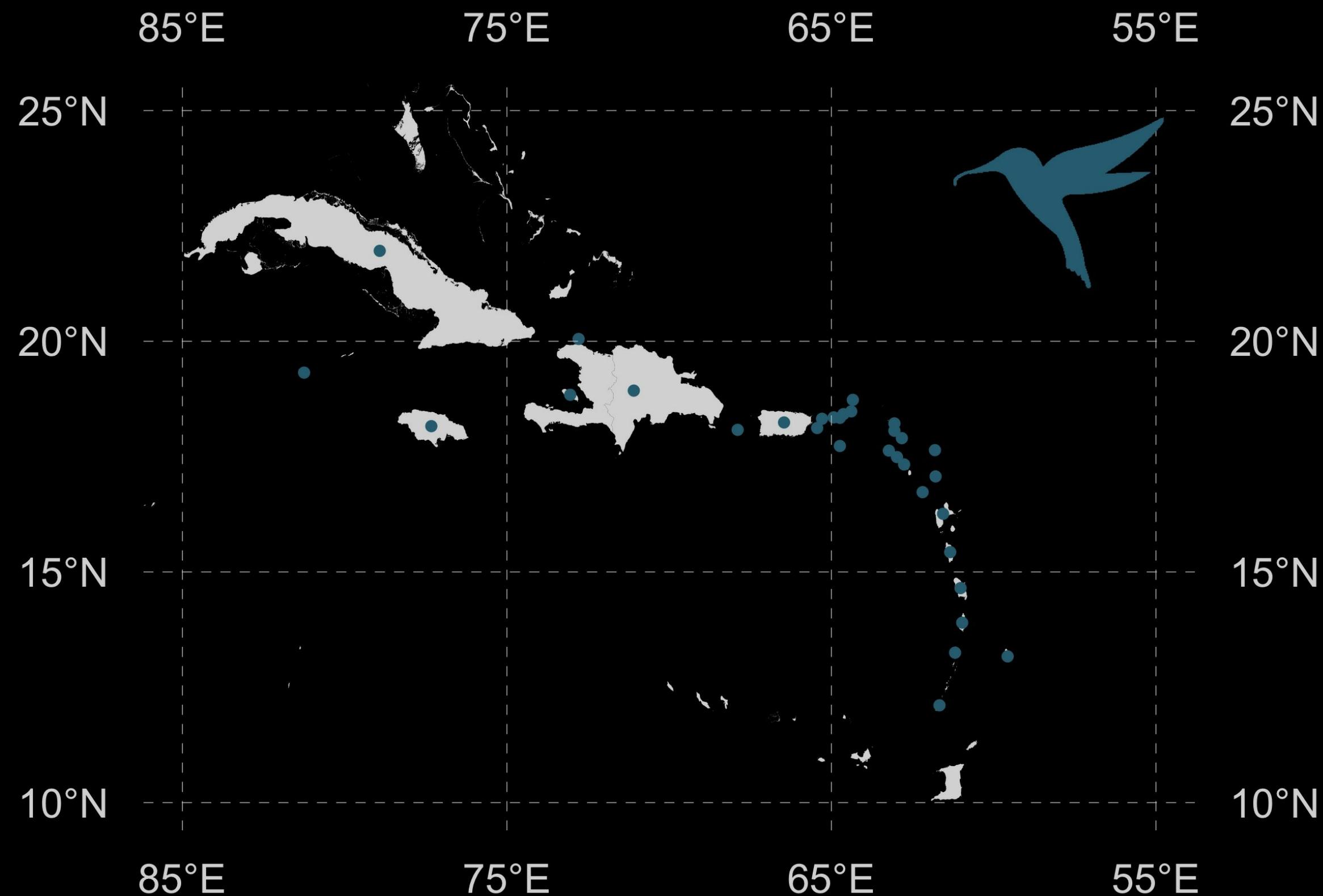
Co-occurrence dans un réseau trophique



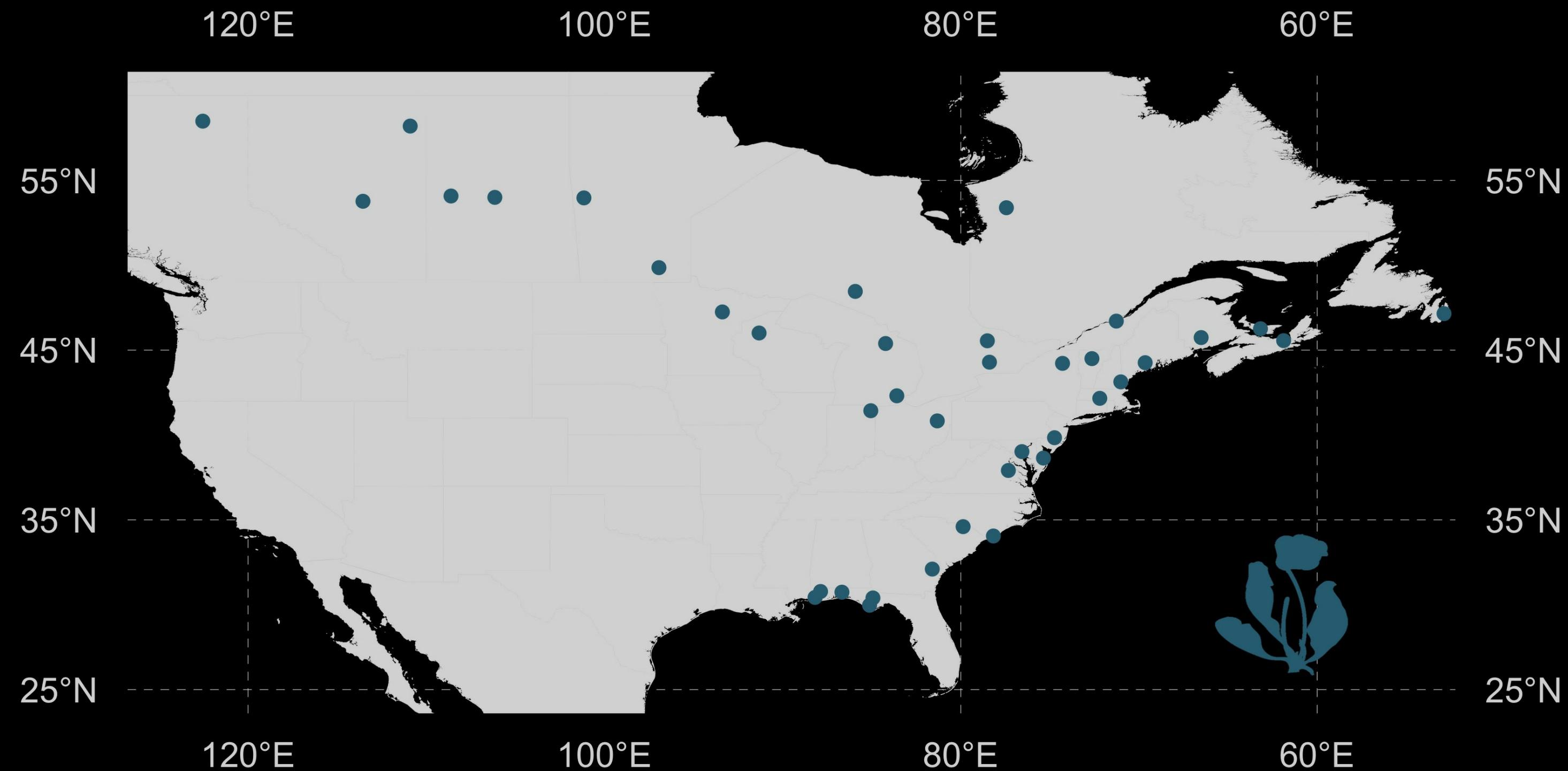
CHAPITRE 3

Co-occurrence et réseaux écologiques observés

Colibris / Plantes pollinisées



Communauté aquatique des Sarracénies pourpres

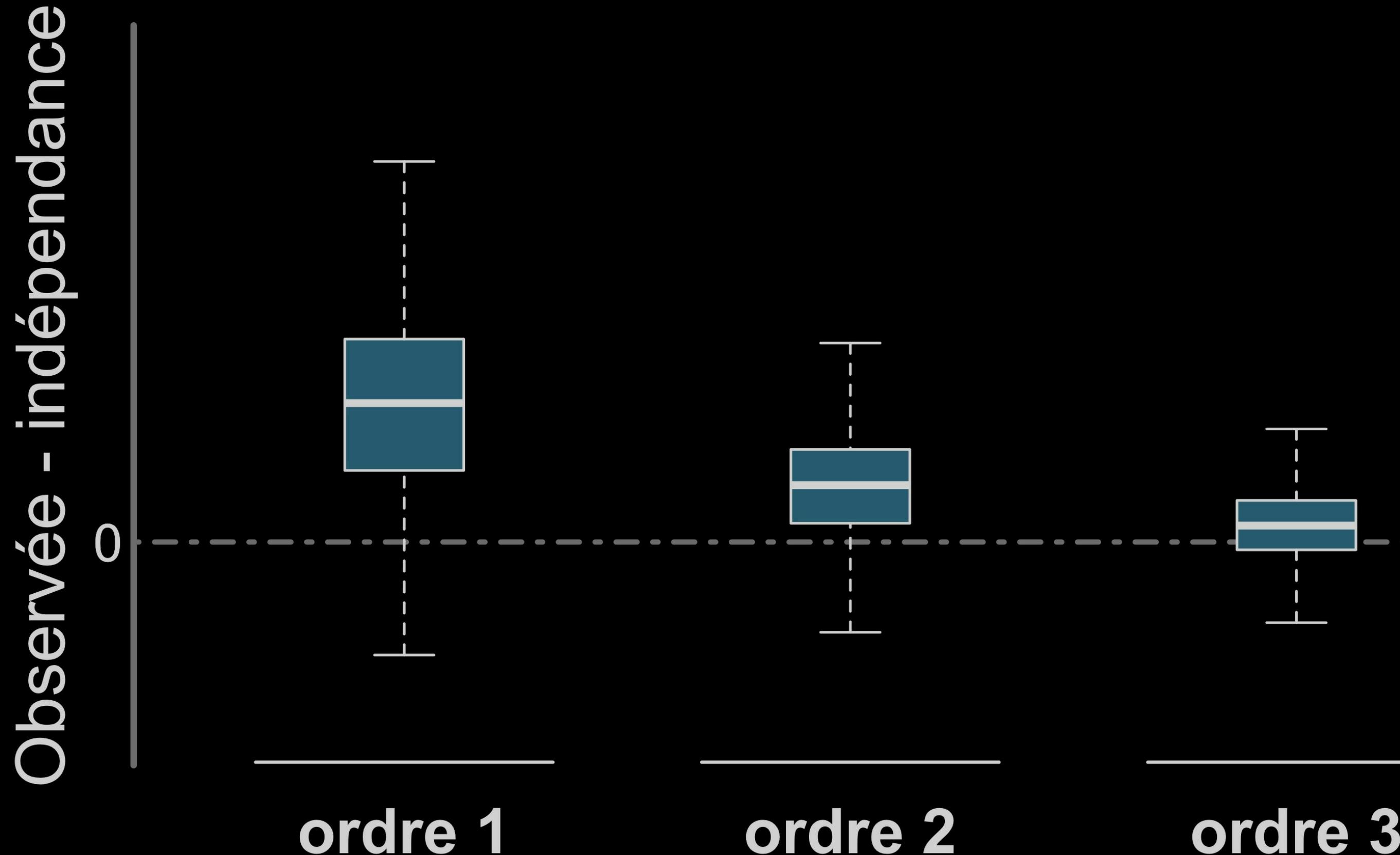


Baiser, B., et al. (2012). *Global Ecology and Biogeography*

Saules / Herbivores / Parasitoïdes



Rappel



Z-score

Z-score=

$$\frac{\text{"Nombre de co-occurrence entre i et j" - } \mu}{\sigma}$$

Z-score

Z-score=

$$\frac{\text{"Nombre de co-occurrence entre i et j" - } \mu}{\sigma}$$

μ et σ obtenus sous hypothèse d'indépendance :

Z-score

Z-score=

$$\frac{\text{"Nombre de co-occurrence entre i et j" } - \mu}{\sigma}$$

μ et σ obtenus sous hypothèse d'indépendance :

- 1. Environnement homogène**

Z-score

Z-score =

$$\frac{\text{"Nombre de co-occurrence entre i et j"} - \mu}{\sigma}$$

μ et σ obtenus sous hypothèse d'indépendance :

1. Environnement homogène
2. Environnement non homogène

Z-score

Z-score=

$$\frac{\text{"Nombre de co-occurrence entre i et j"} - \mu}{\sigma}$$

μ et σ obtenus sous hypothèse d'indépendance :

- 1. Environnement homogène**
- 2. Environnement non homogène**
 - a. Modèles Linéaires Généralisés (GLM)**

Z-score

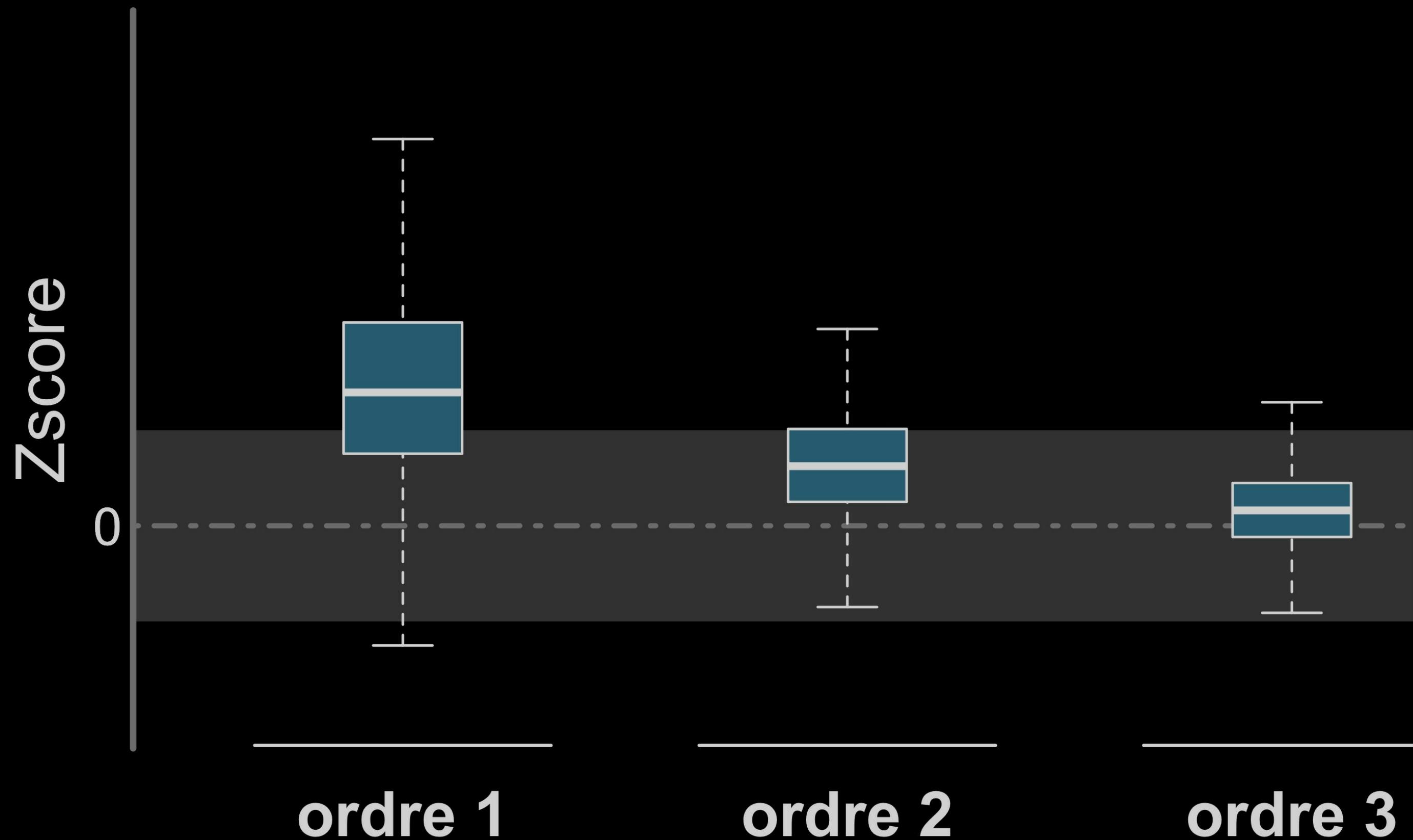
Z-score =

$$\frac{\text{"Nombre de co-occurrence entre i et j"} - \mu}{\sigma}$$

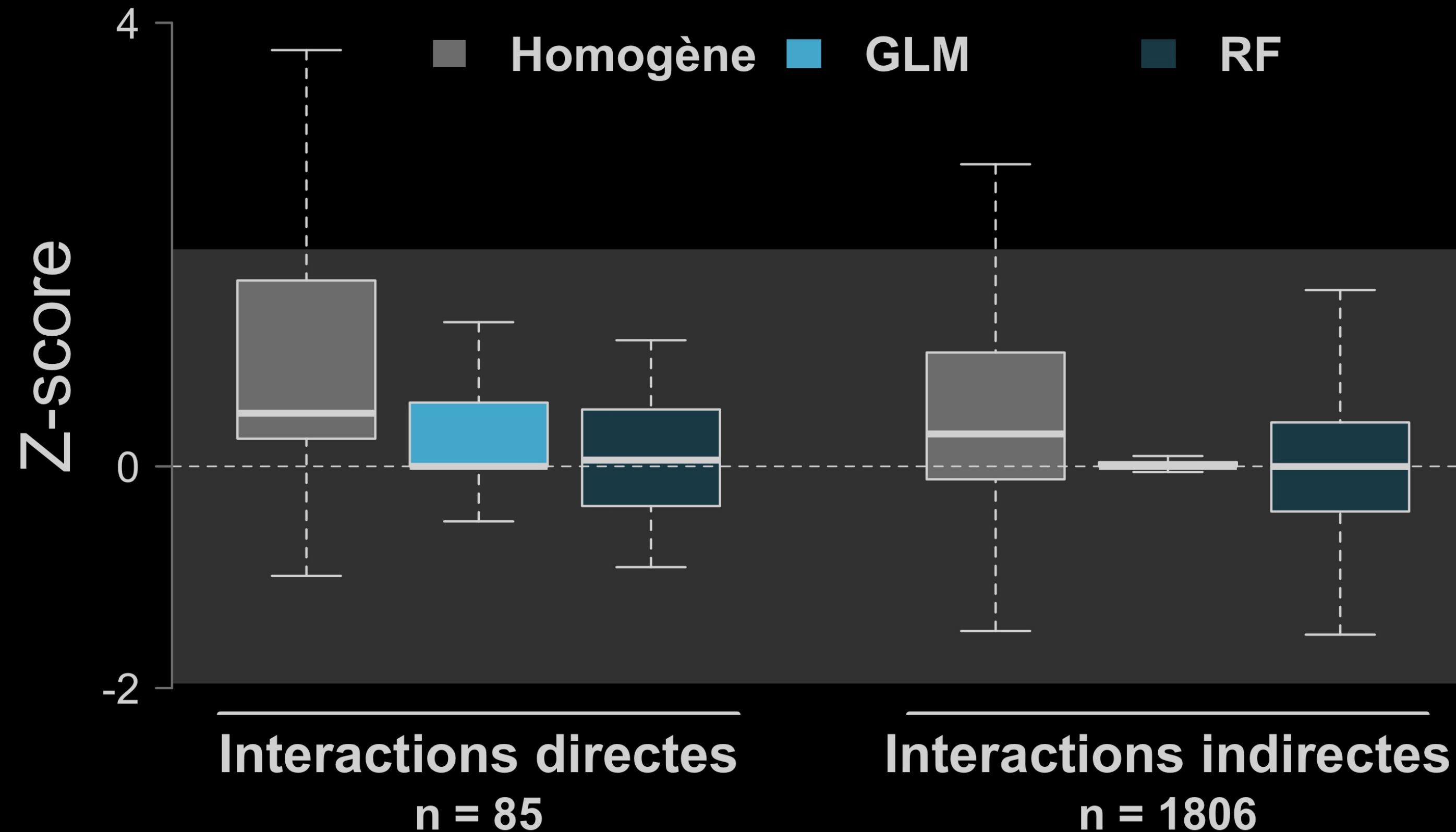
μ et σ obtenus sous hypothèse d'indépendance :

1. Environnement homogène
2. Environnement non homogène
 - a. Modèles Linéaires Généralisés (GLM)
 - b. Forêts Aléatoires (RF)

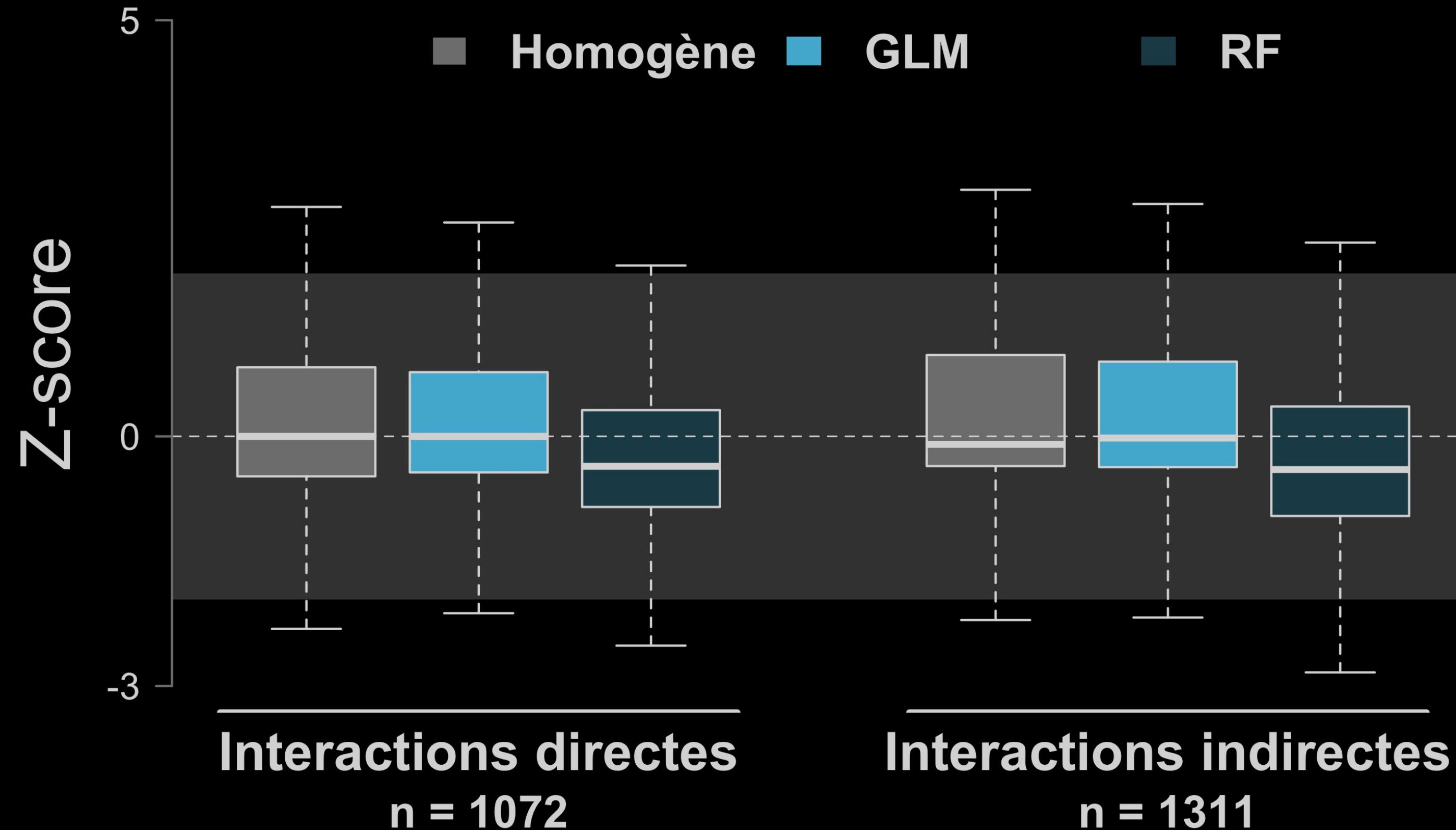
Z-score



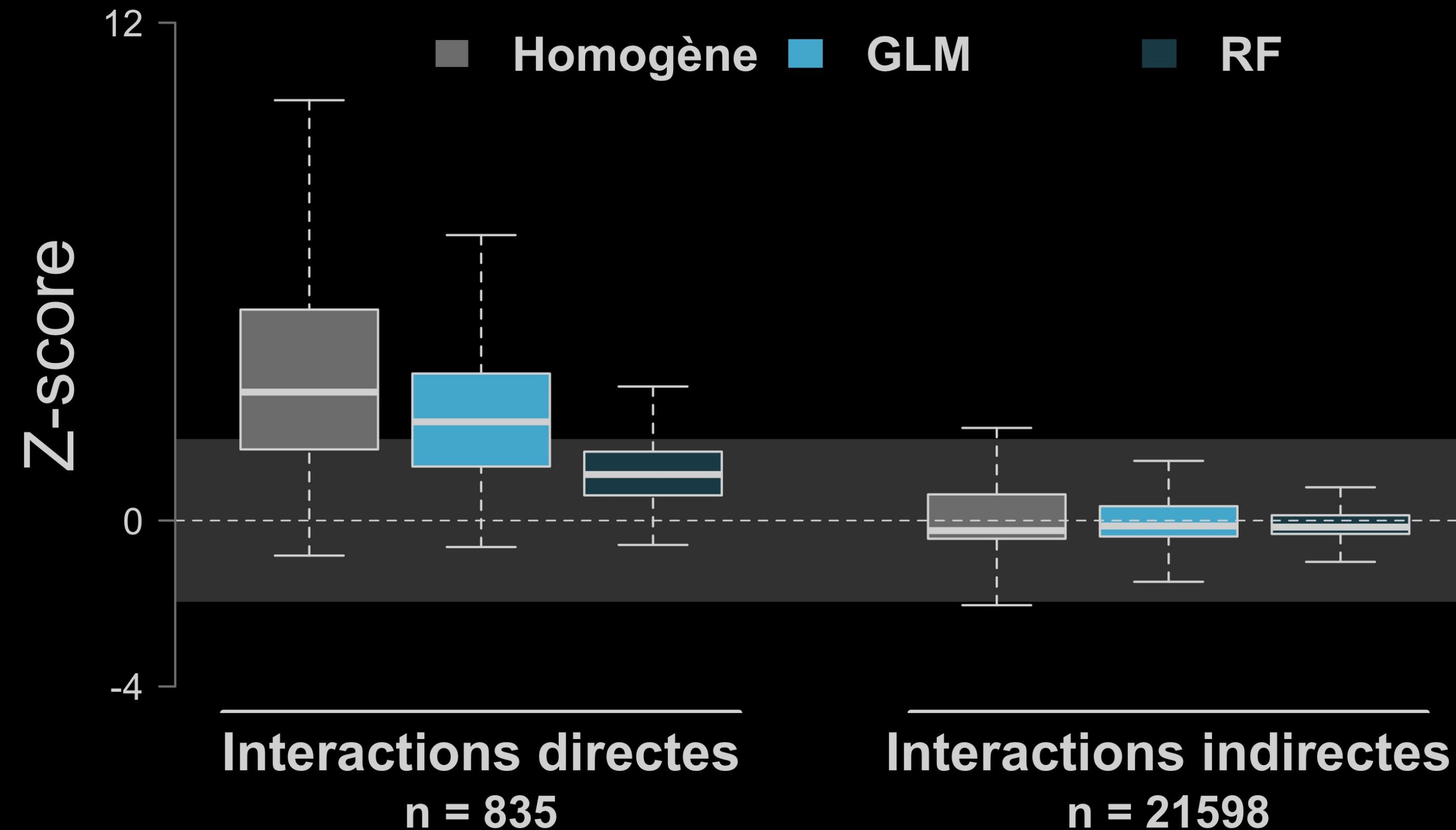
Colibris / Plantes pollinisées



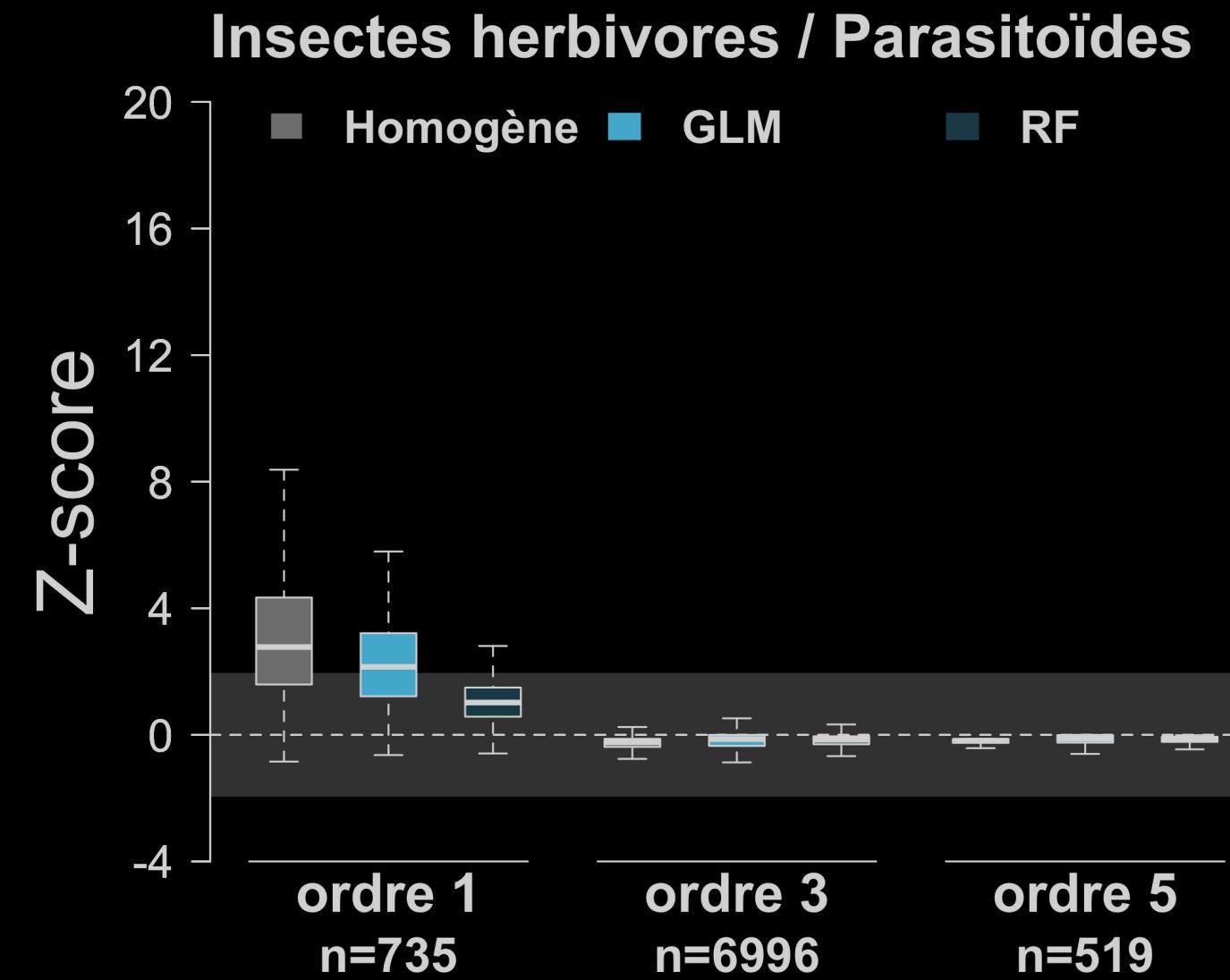
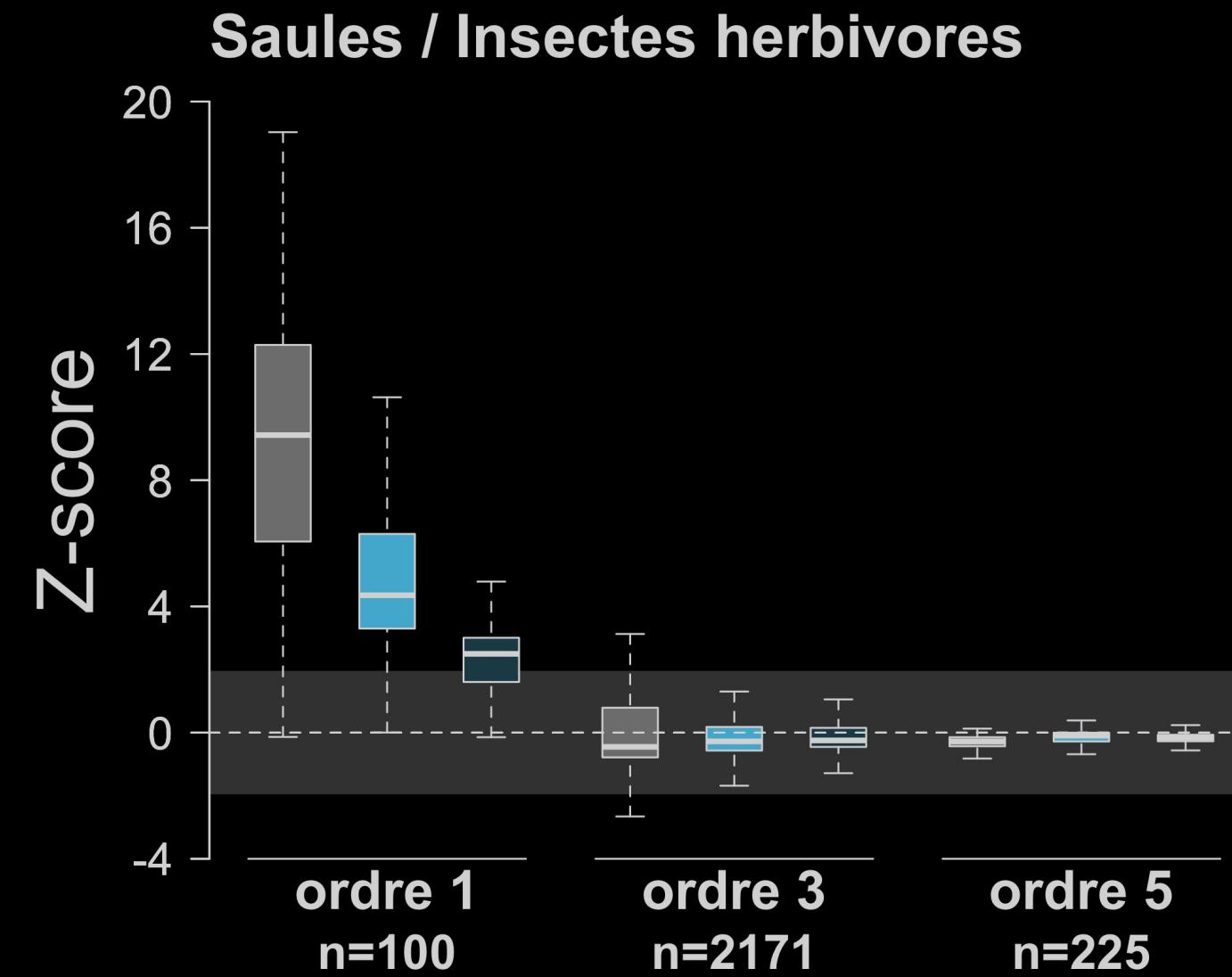
Communautés aquatiques des Saracénies



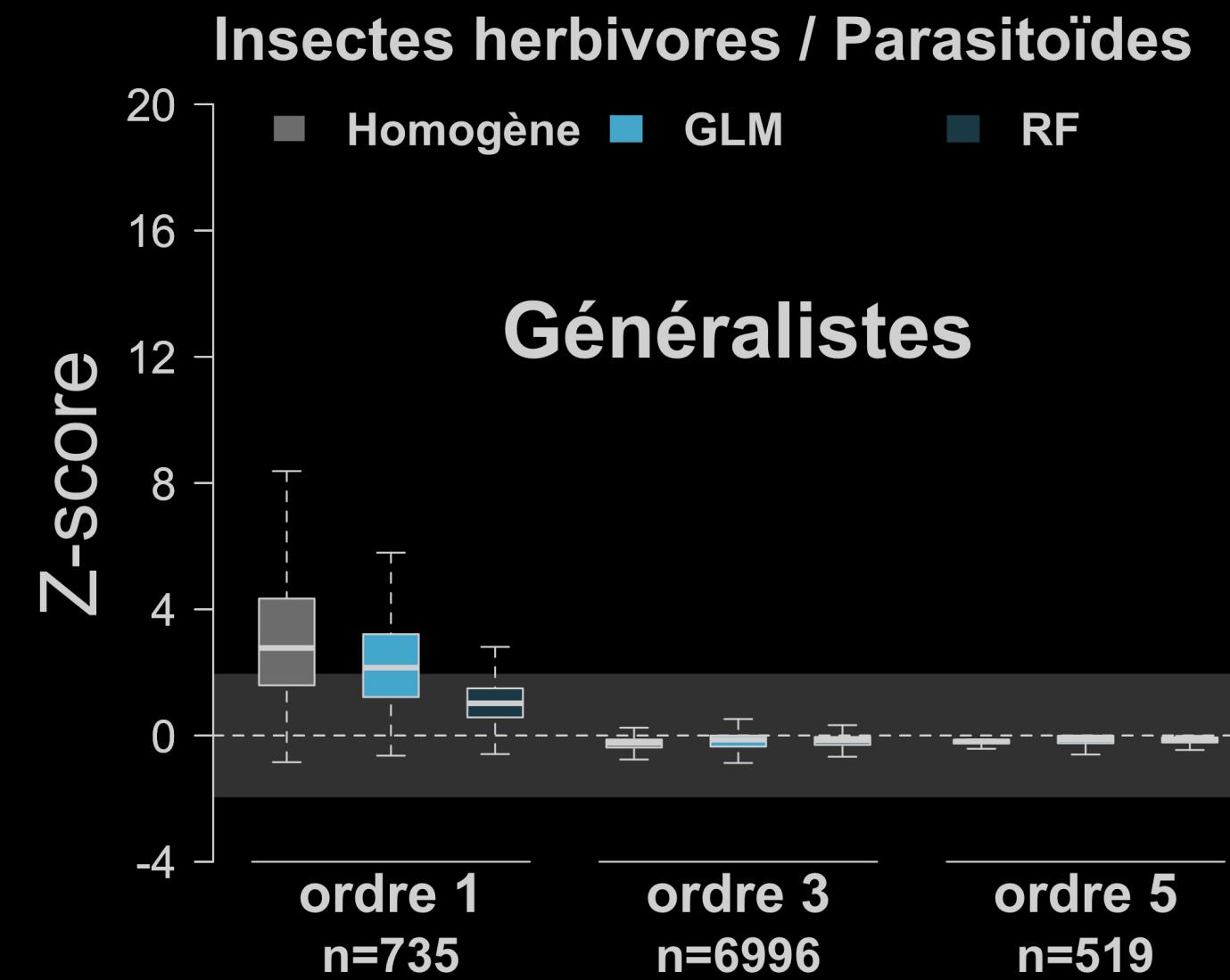
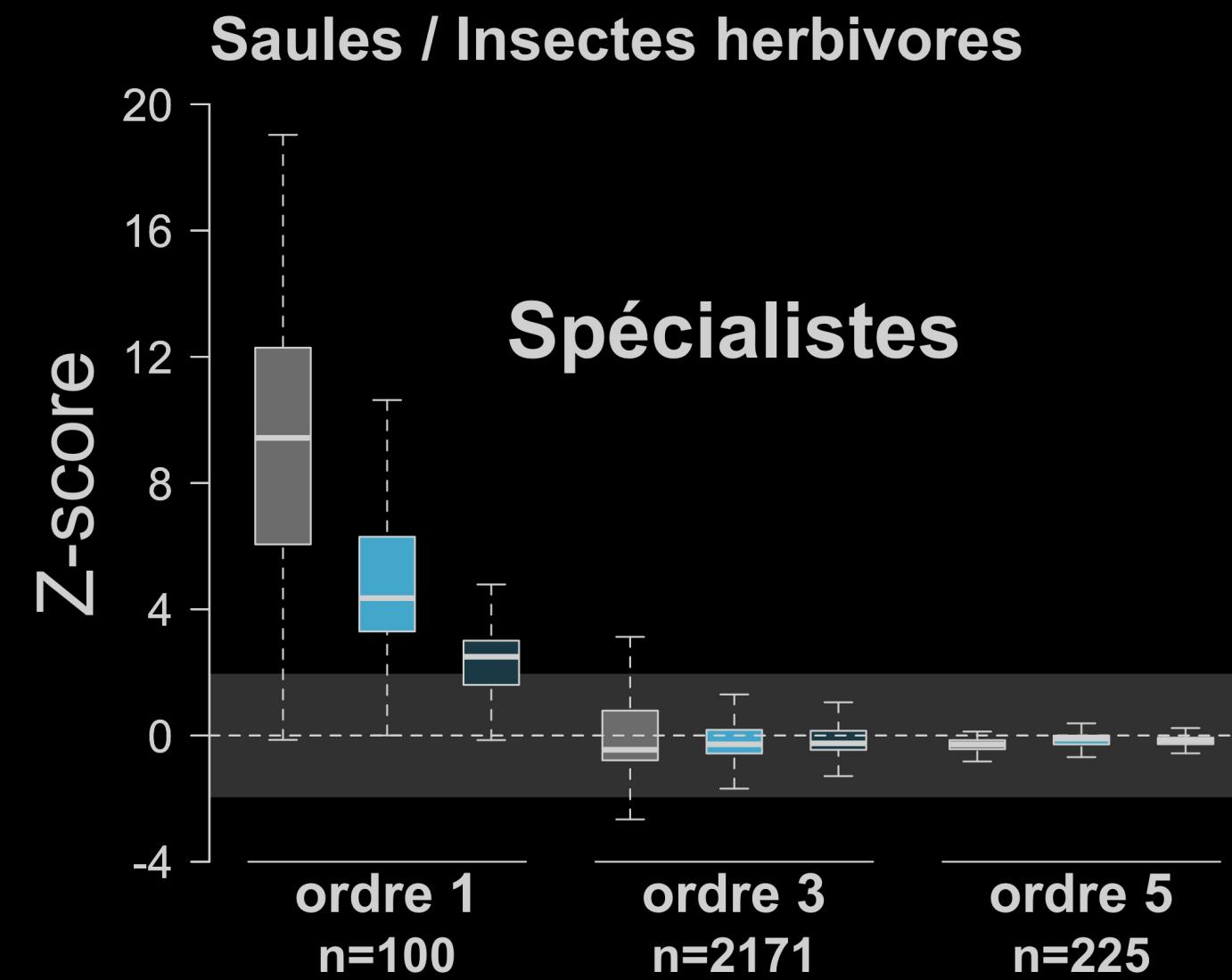
Saules / Herbivores / Parasitoïdes



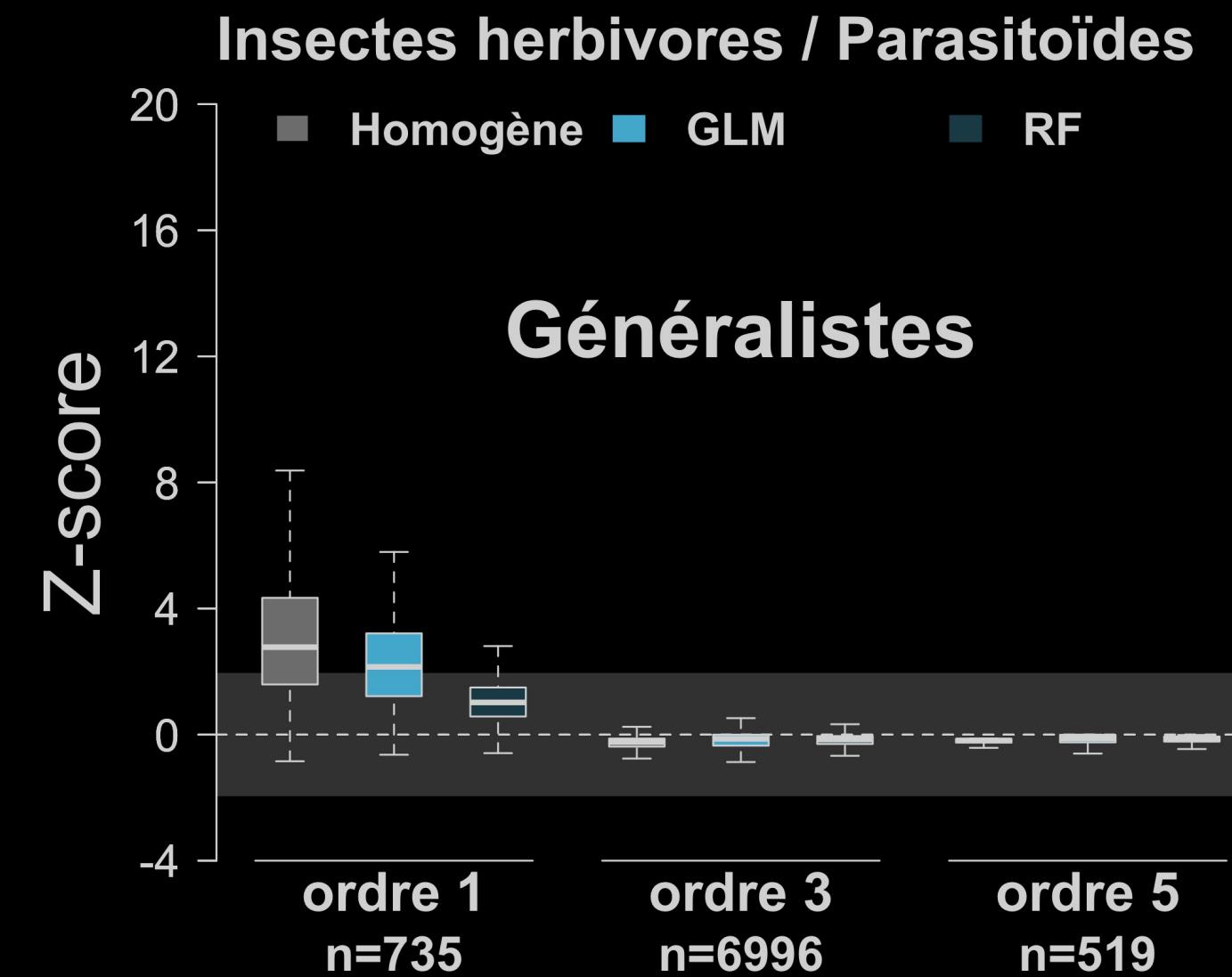
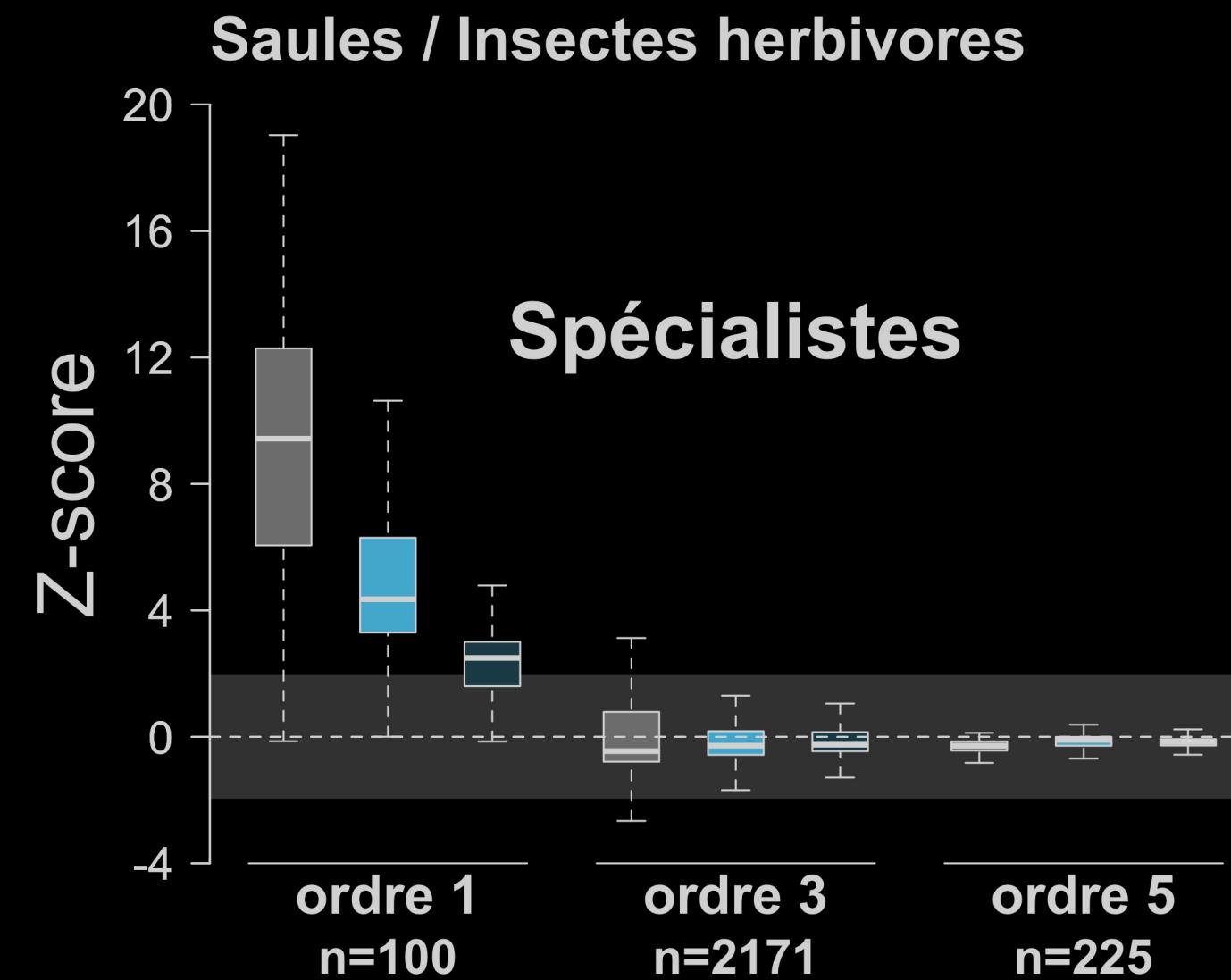
Saules / Herbivores // Herbivores / Parasitoïdes



Saules / Herbivores // Herbivores / Parasitoïdes

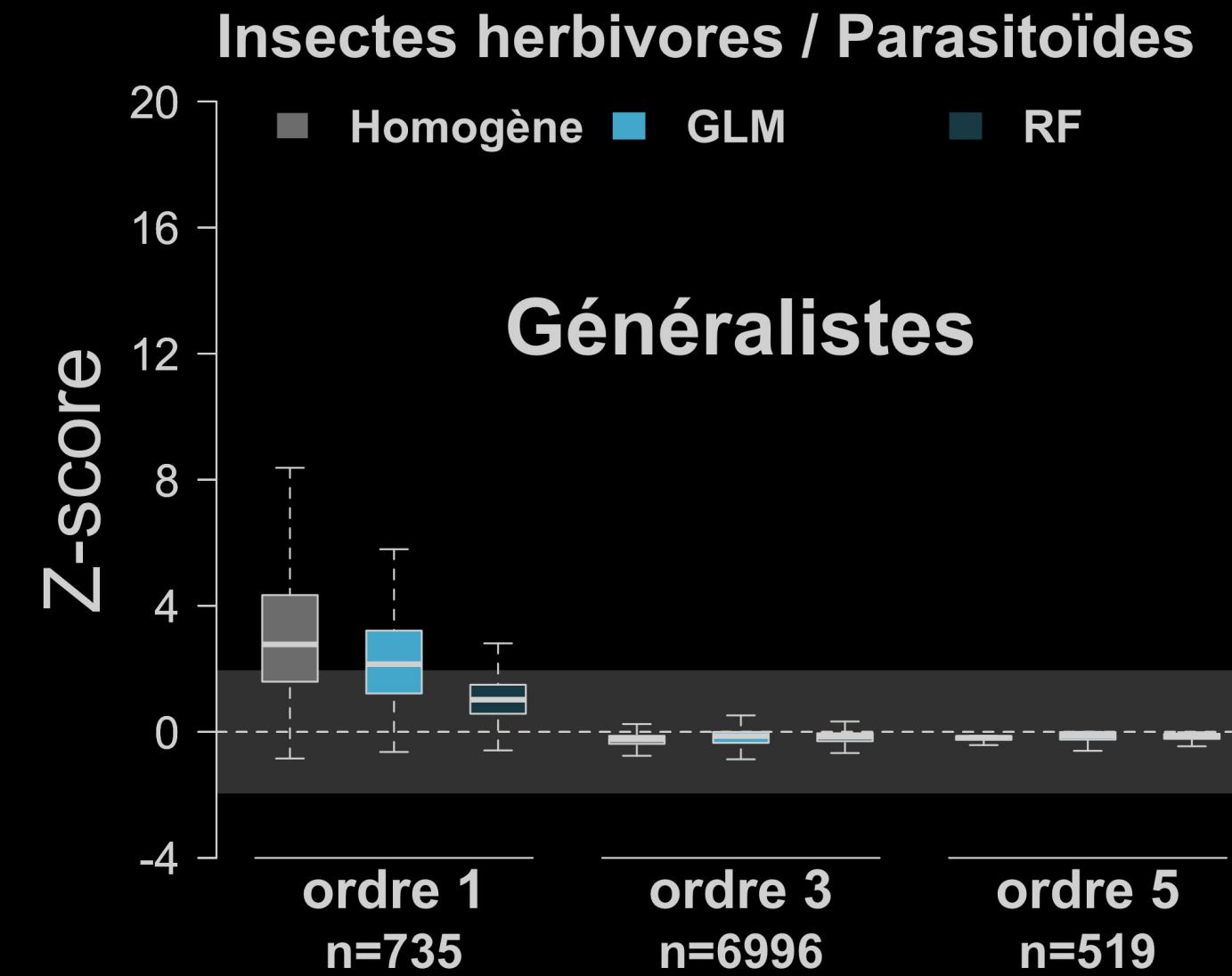
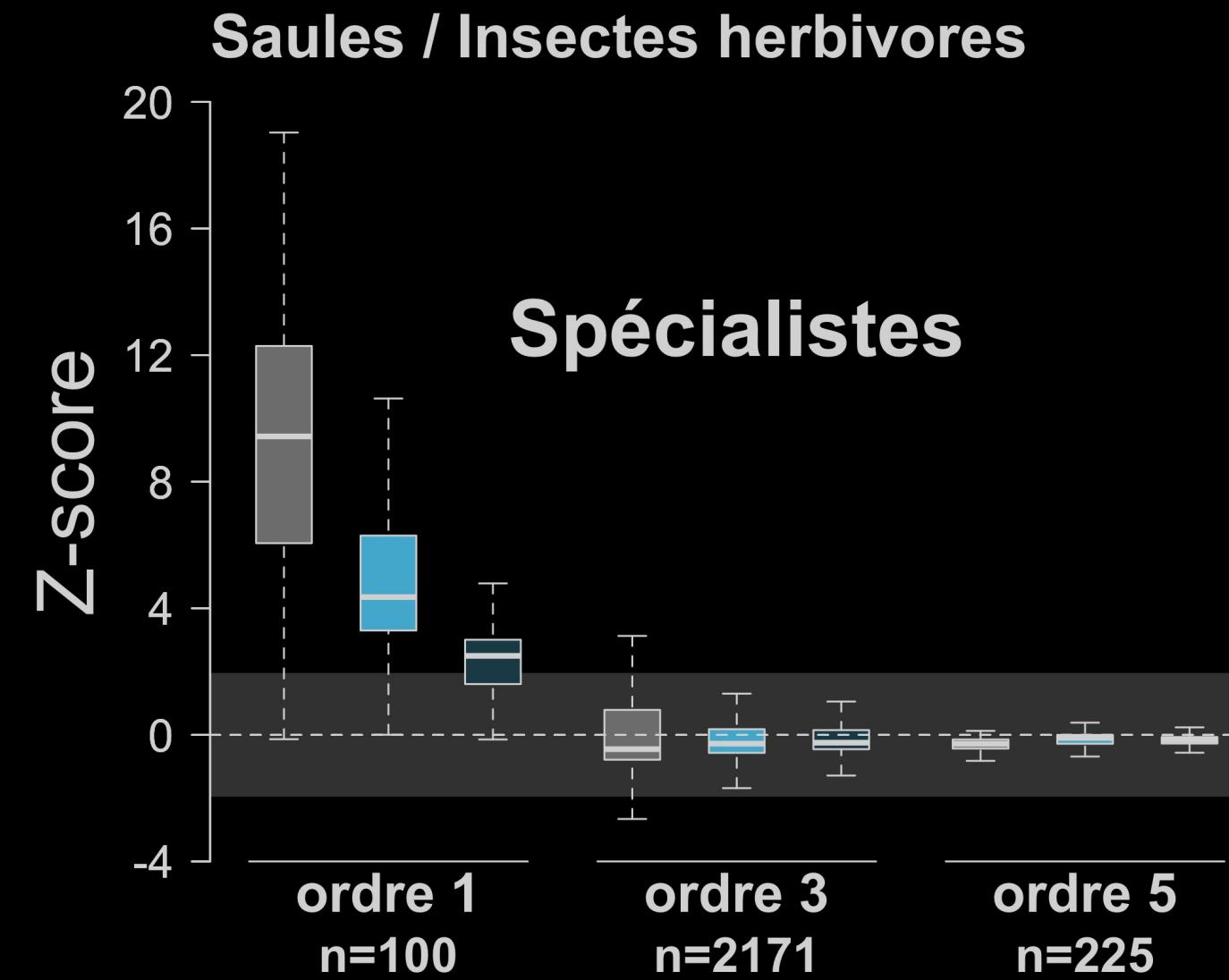


Saules / Herbivores // Herbivores / Parasitoïdes



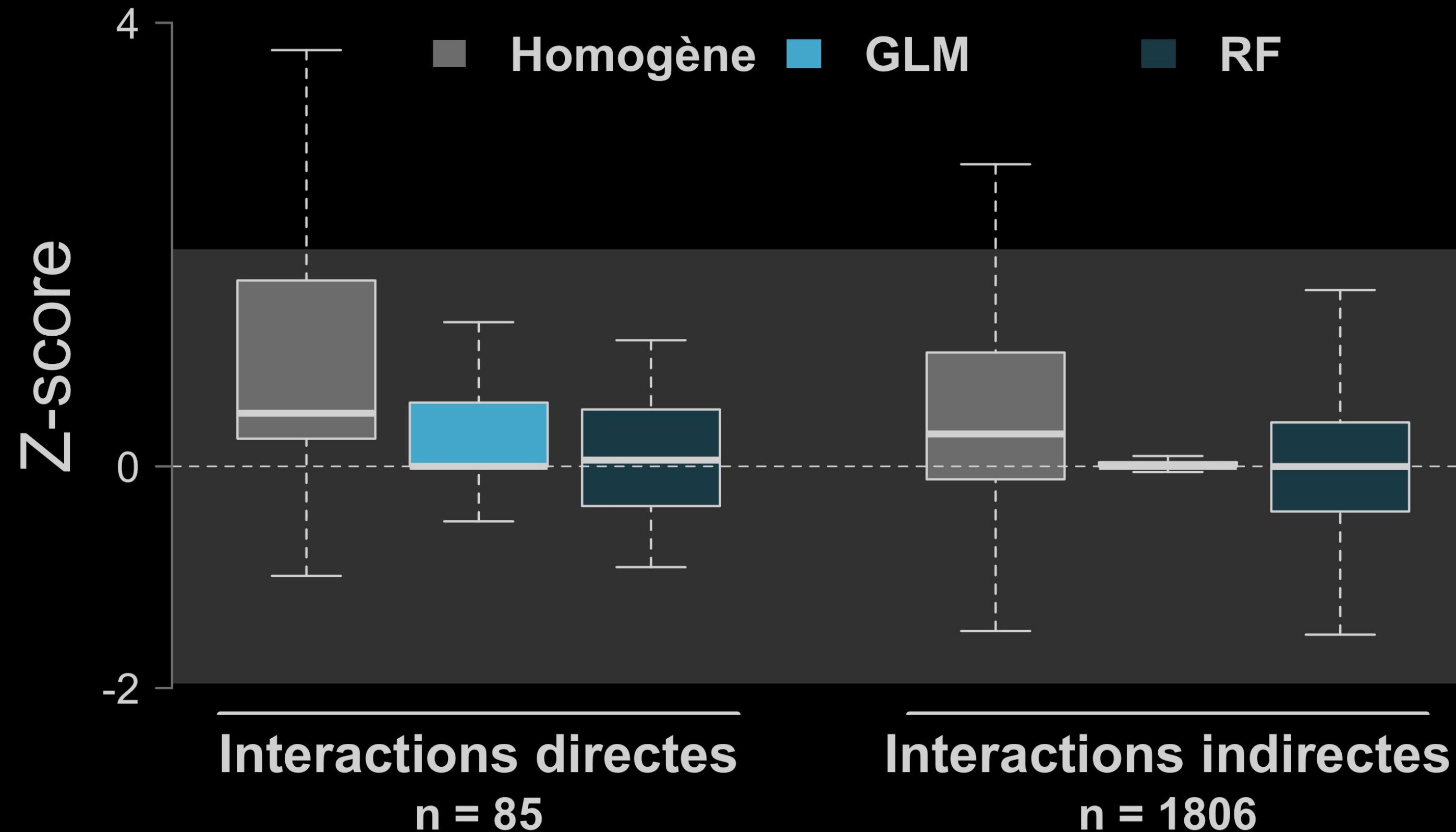
- ajouter la connaissance biologique du système,

Saules / Herbivores // Herbivores / Parasitoïdes

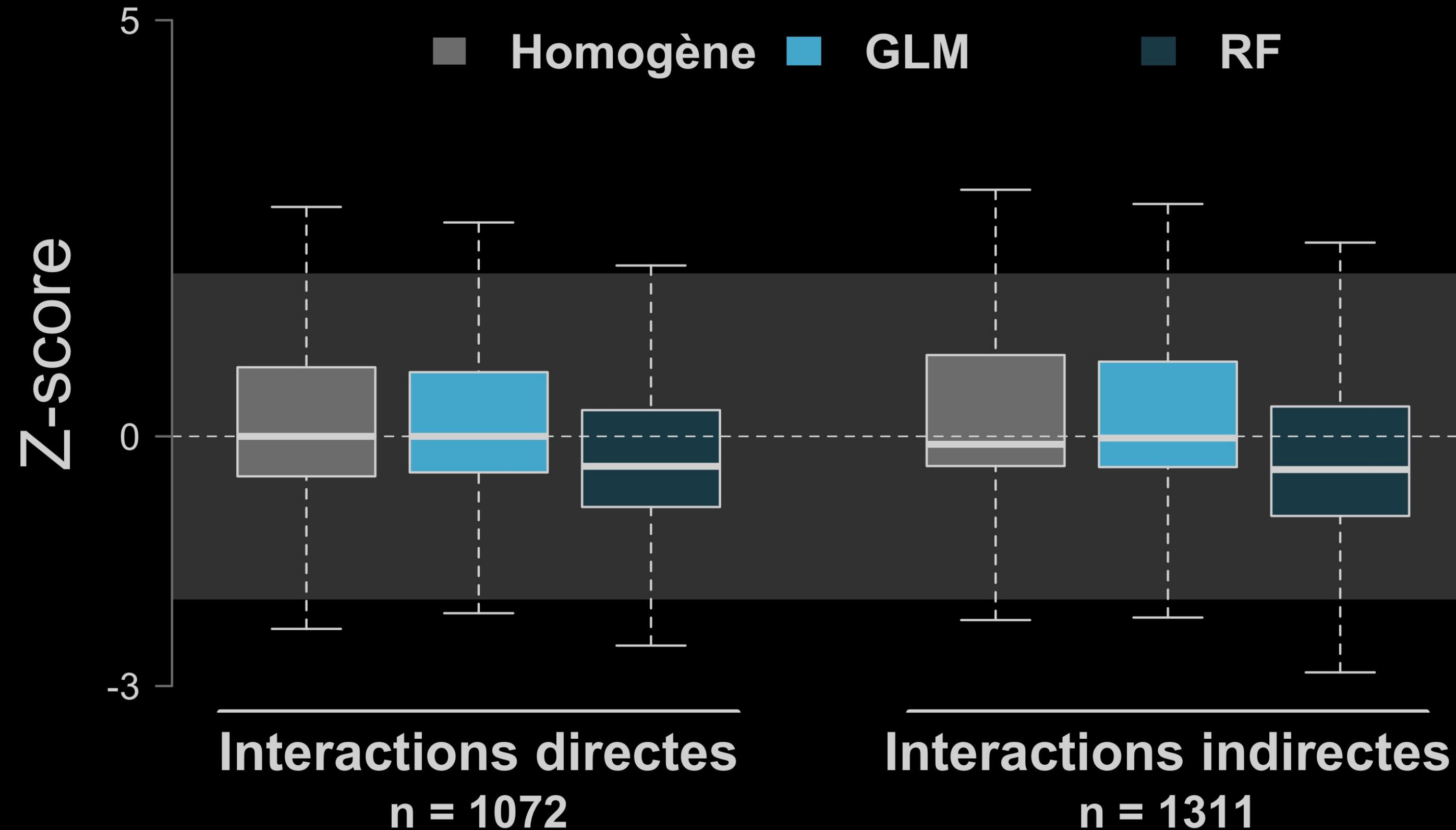


- ajouter la connaissance biologique du système,
- d'autres propriétés des réseaux à explorer.

Colibris / Plantes pollinisées



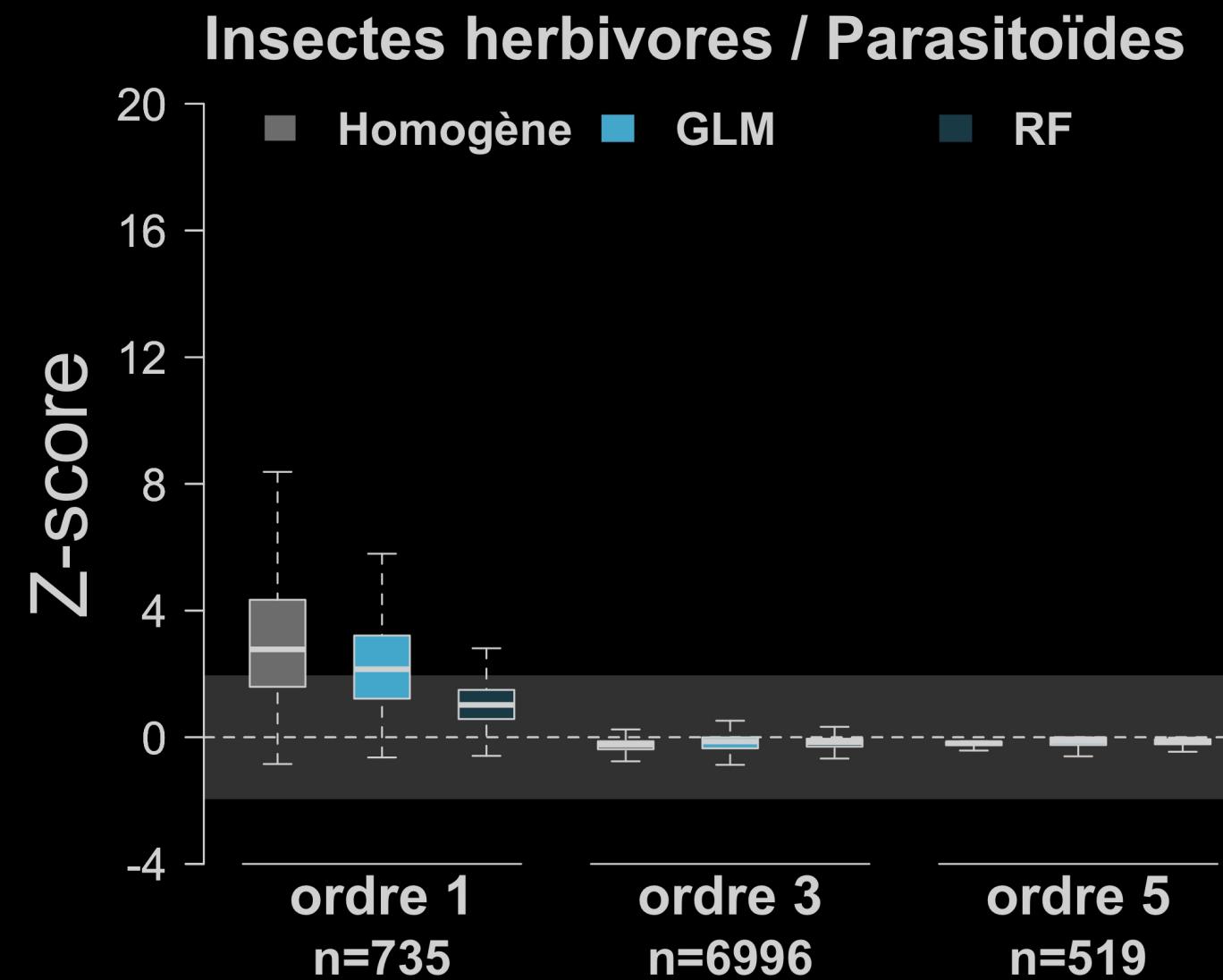
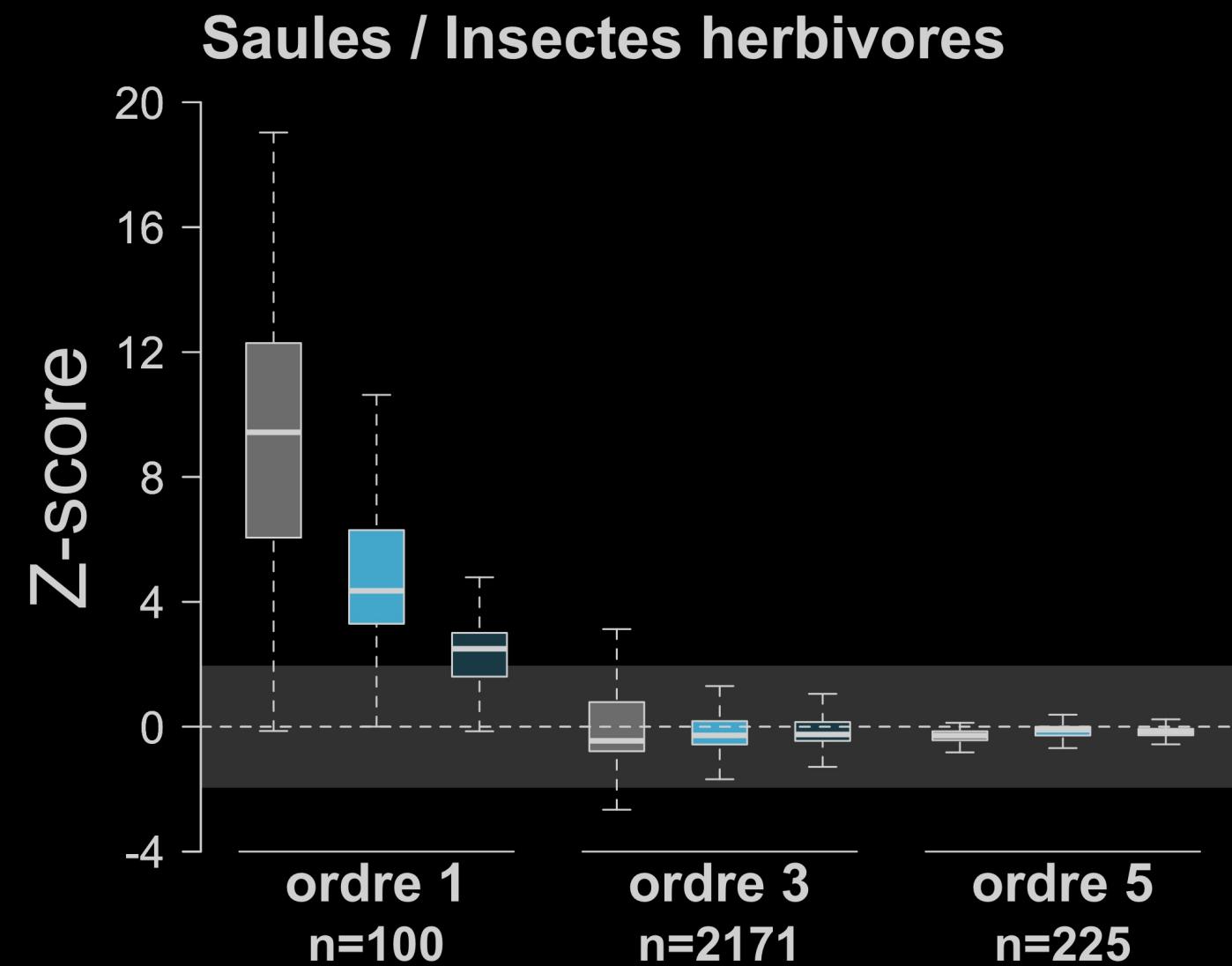
Communautés aquatiques des Saracénies



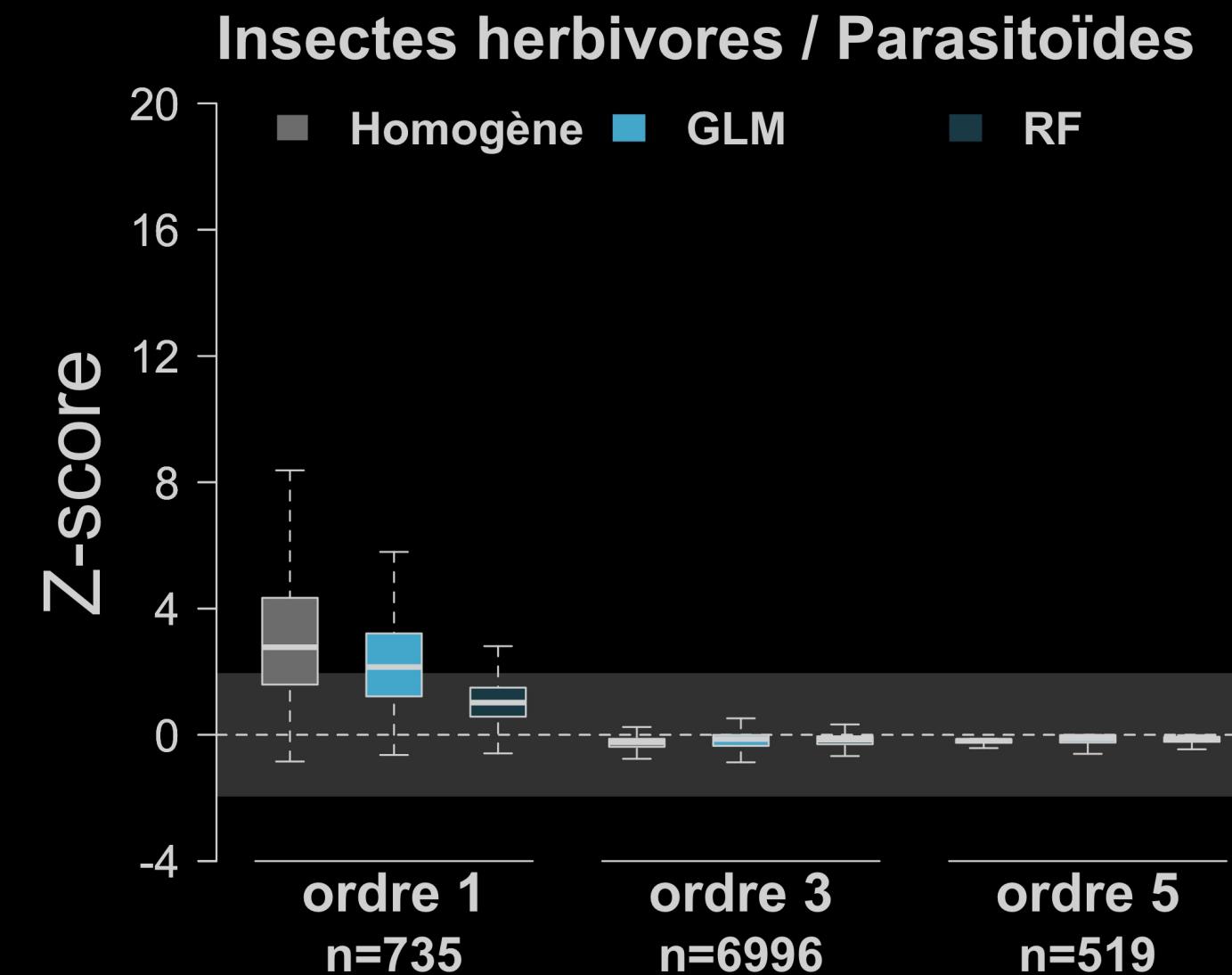
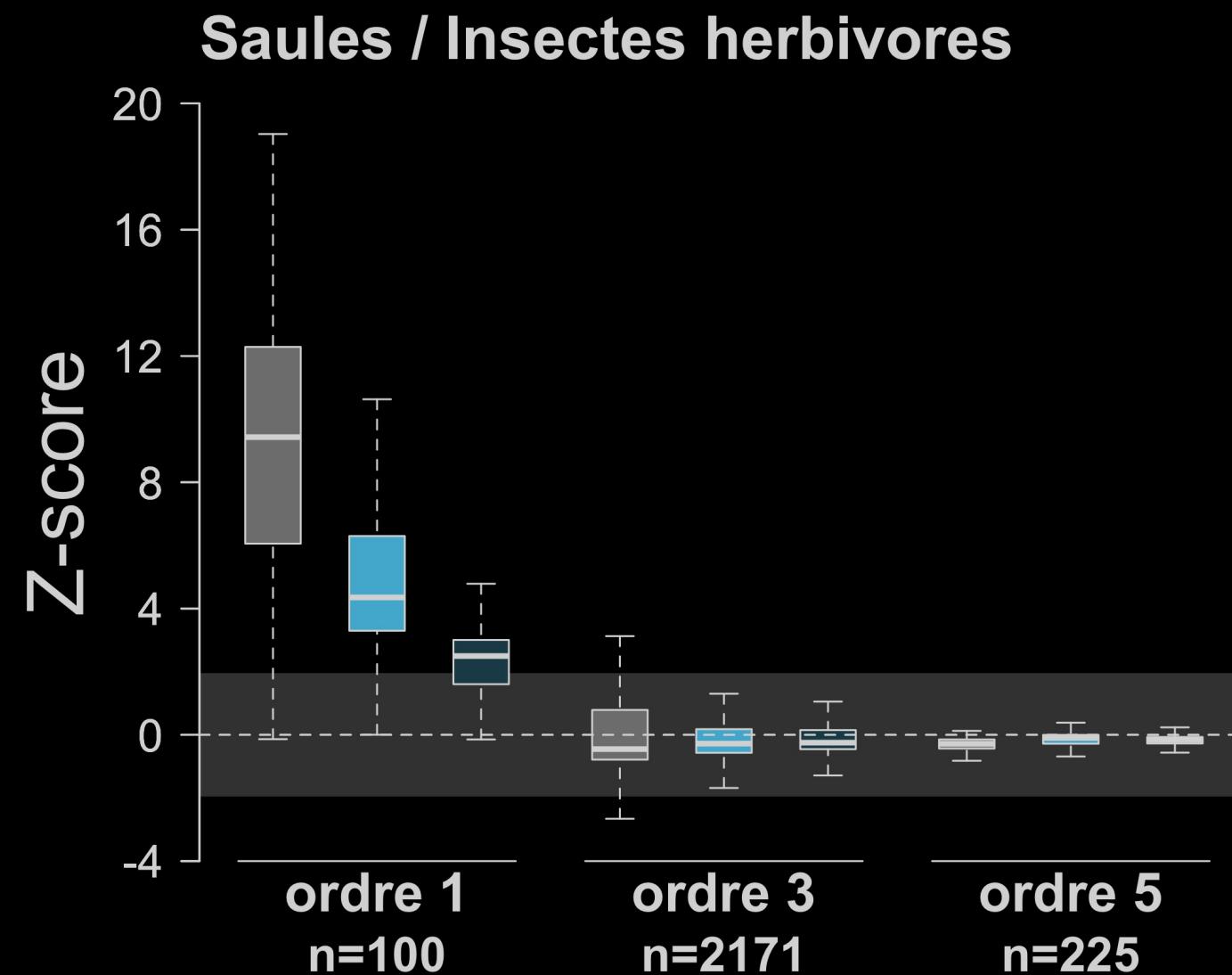
PERSPECTIVES

Vers une théorie plus intégrative en biogéographie

Distribution : pas besoin des interactions ?



Distribution : pas besoin des interactions ?



Ne pas supposer *a priori* l'indépendance

Importance des interactions à large échelles

Importance des interactions à large échelles

1. Problème d'identification.

Importance des interactions à large échelles

1. Problème d'identification.

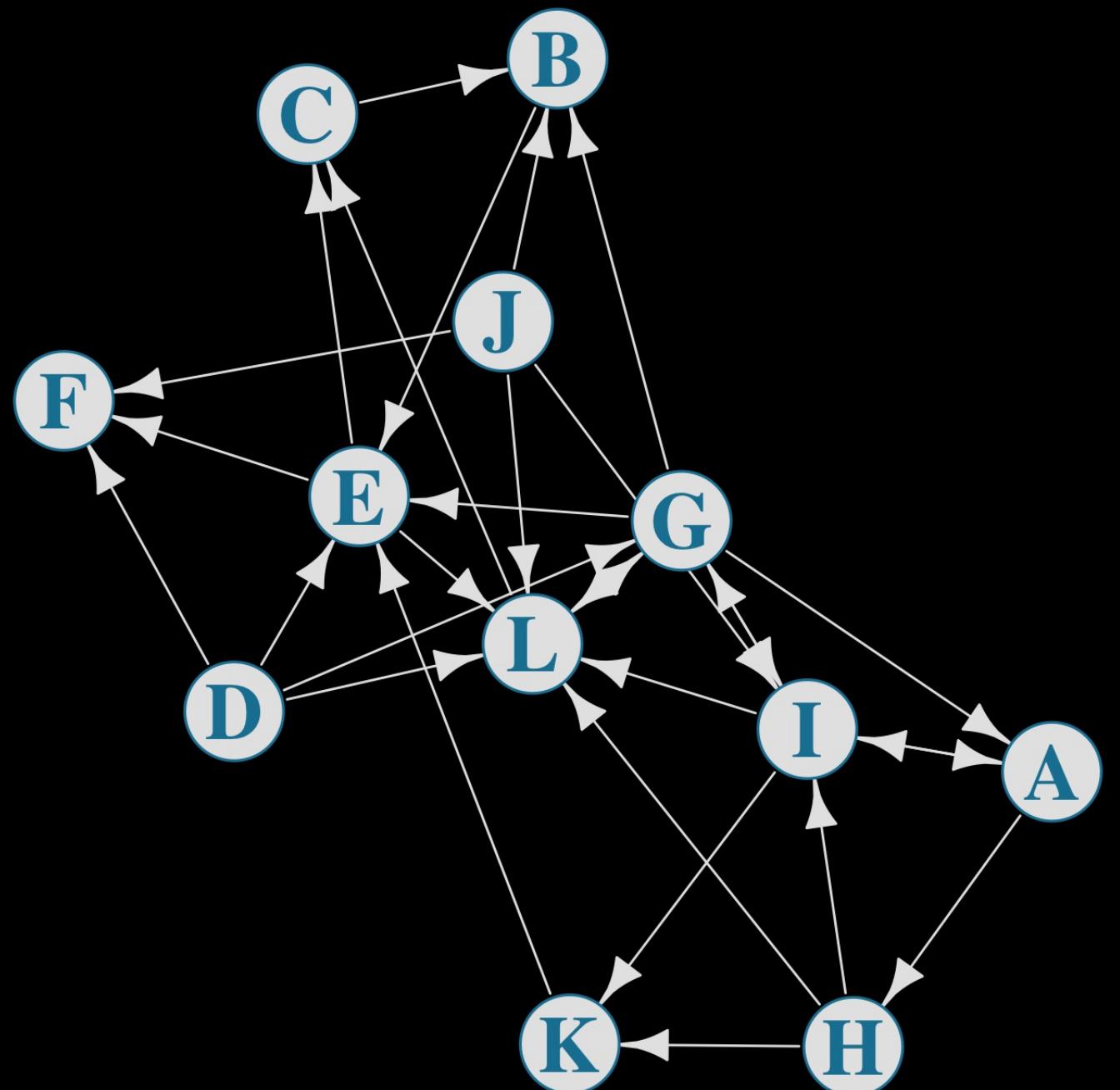
2. Besoin de plus de données?

Importance des interactions à large échelles

1. Problème d'identification.
2. Besoin de plus de données?
3. Nécessite de meilleurs outils.

Améliorer nos prédictions

Demain



Une biogéographie moins correlative, plus mécanistique

Une biogéographie moins correlative, plus mécanistique

1. S'échapper des contingences pour trouver des règles.

Une biogéographie moins correlative, plus mécanistique

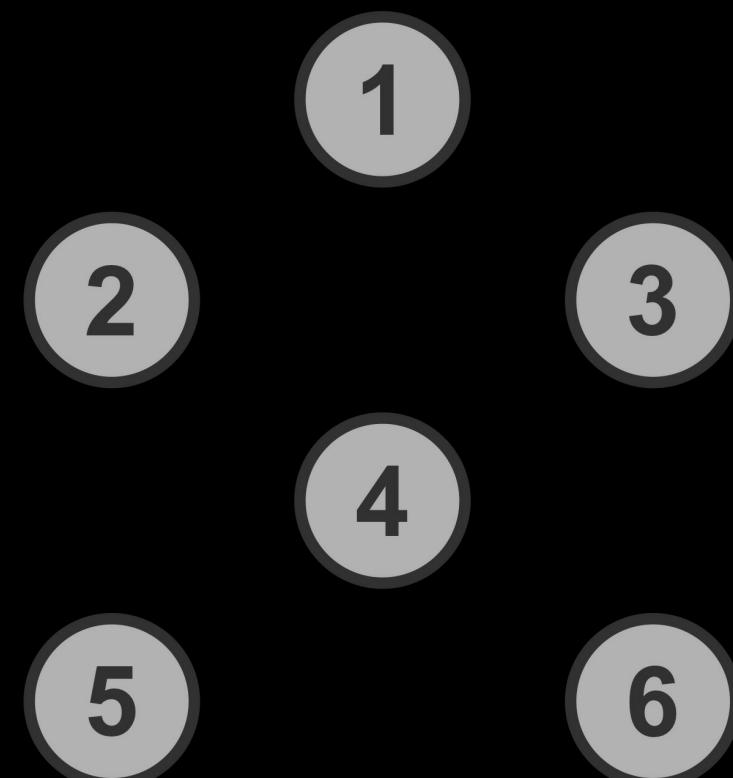
1. S'échapper des contingences pour trouver des règles.
2. Les traits fonctionnels, un espoir?

Une biogéographie moins correlative, plus mécanistique

1. S'échapper des contingences pour trouver des règles.
2. Les traits fonctionnels, un espoir?
3. Quelle unité étudiée aux échelles biogéographiques?

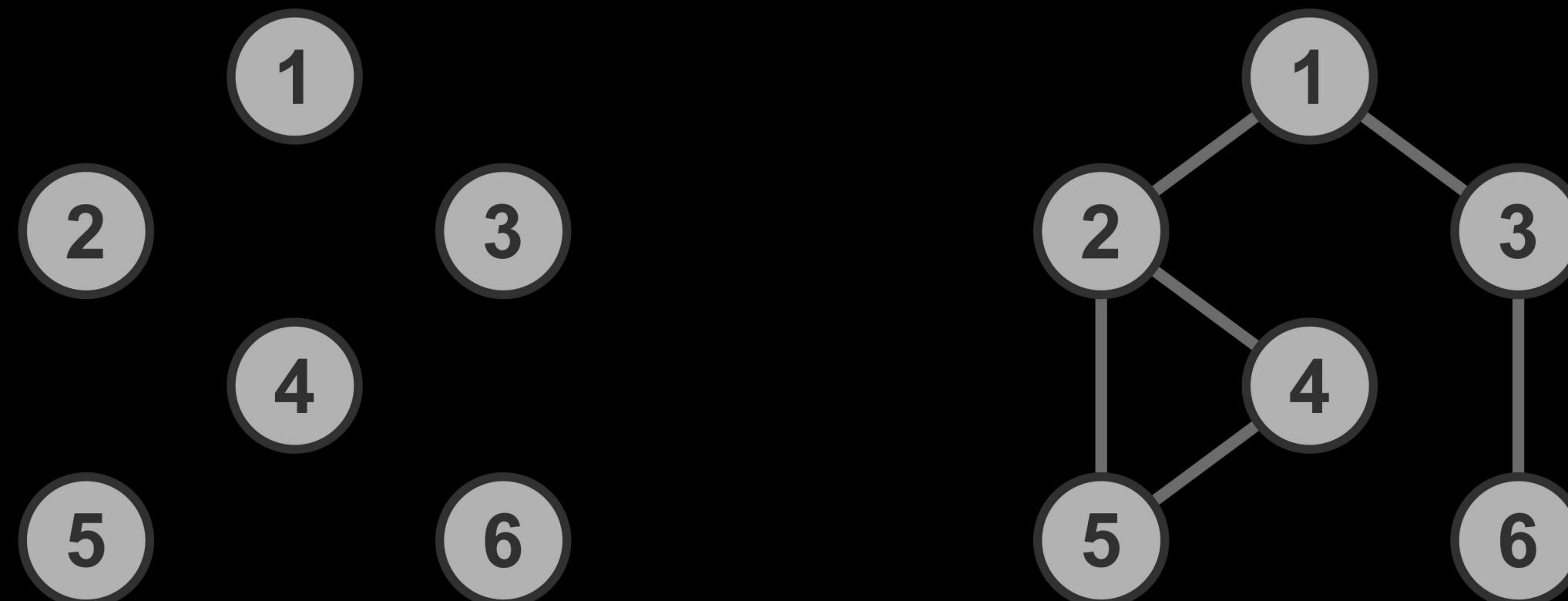
Une biogéographie moins correlative, plus mécanistique

1. S'échapper des contingences pour trouver des règles.
2. Les traits fonctionnels, un espoir?
3. Quelle unité étudiée aux échelles biogéographiques?



Une biogéographie moins correlative, plus mécanistique

1. S'échapper des contingences pour trouver des règles.
2. Les traits fonctionnels, un espoir?
3. Quelle unité étudiée aux échelles biogéographiques?



PUBLICATIONS ASSOCIÉES

1. Cazelles K. (2014) La Biodiversité en territoire isolée. *Accromath*.
2. Cazelles, K., *et al.* (2016) On the integration of biotic interaction and environmental constraints at the biogeographical scale. *Ecography*.
3. Cazelles, K., Araújo, M. B., Mouquet, N., & Gravel, D. (2016). A theory for species co-occurrence in interaction networks. *Theoretical Ecology*
4. Cazelles, K., *et al.* (2016). Do ecological interaction impact geographical distributions of species?. *in prep.*

CONFÉRENCES

- Cazelles, K., *et al.* (2014) Integration of ecological networks in a theoretical stochastic model of biogeography. British Ecological Society - Société Française d'Ecologie - Lille, France
- Cazelles K., *et al.* (2015) Integration of ecological networks in a theoretical stochastic model of biogeography. Canadian Society for Ecology and Evolution - Saskatoon, Canada.
- Cazelles K., *et al.* (2015) Do ecological interaction impact geographical distributions of species? Centre de la Science de la Biodiversité du Québec - Montréal, Canada.Evora
- Cazelles K., *et al.* (2016) Do ecological interaction impact geographical distributions of species? Ecological Society of America - Fort Lauderdale, Etats-Unis.

FIN

Je vous remercie pour votre écoute.