



Le rôle du climat et de la compétition sur l'aire de répartition des arbres

une approche multi-échelle de
l'individu à la métapopulation

Willian Vieira

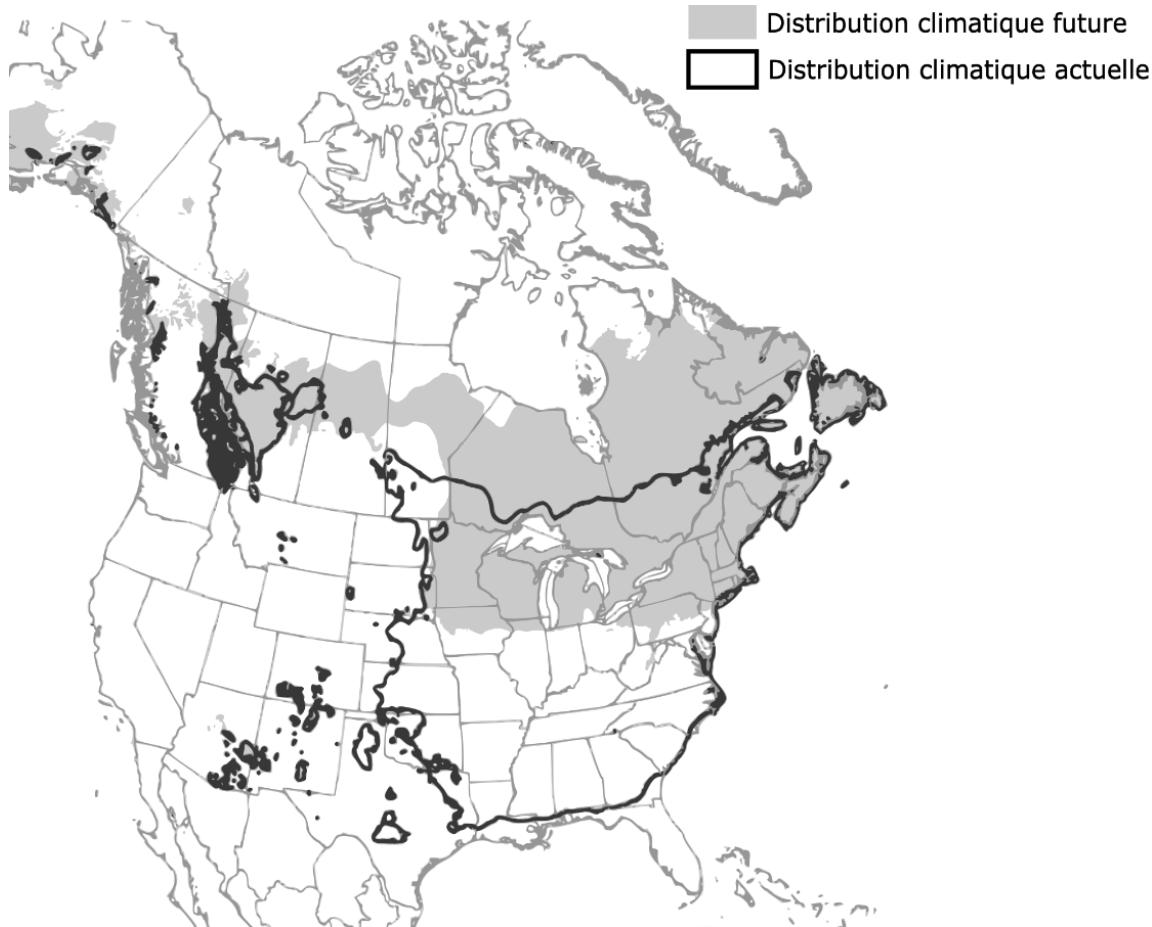


WillVieira/talk_seminar2

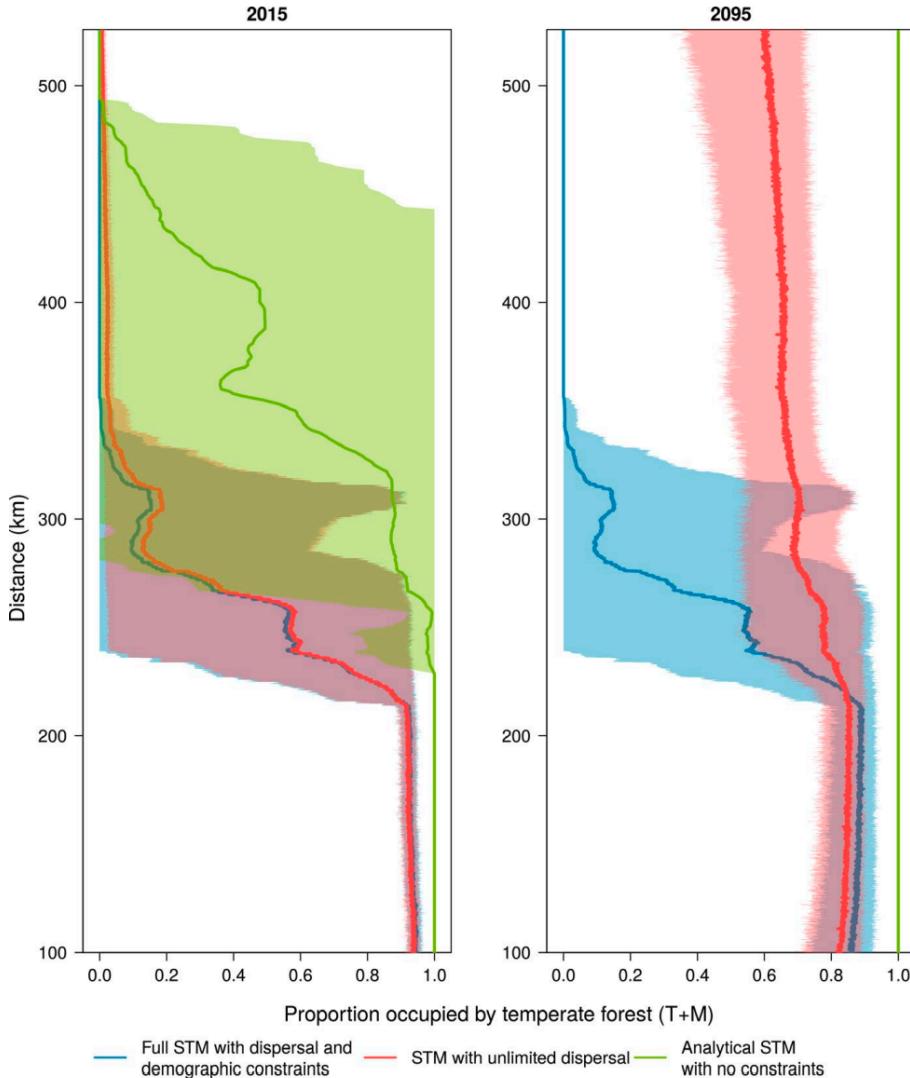


Introduction

Comprendre la distribution des espèces

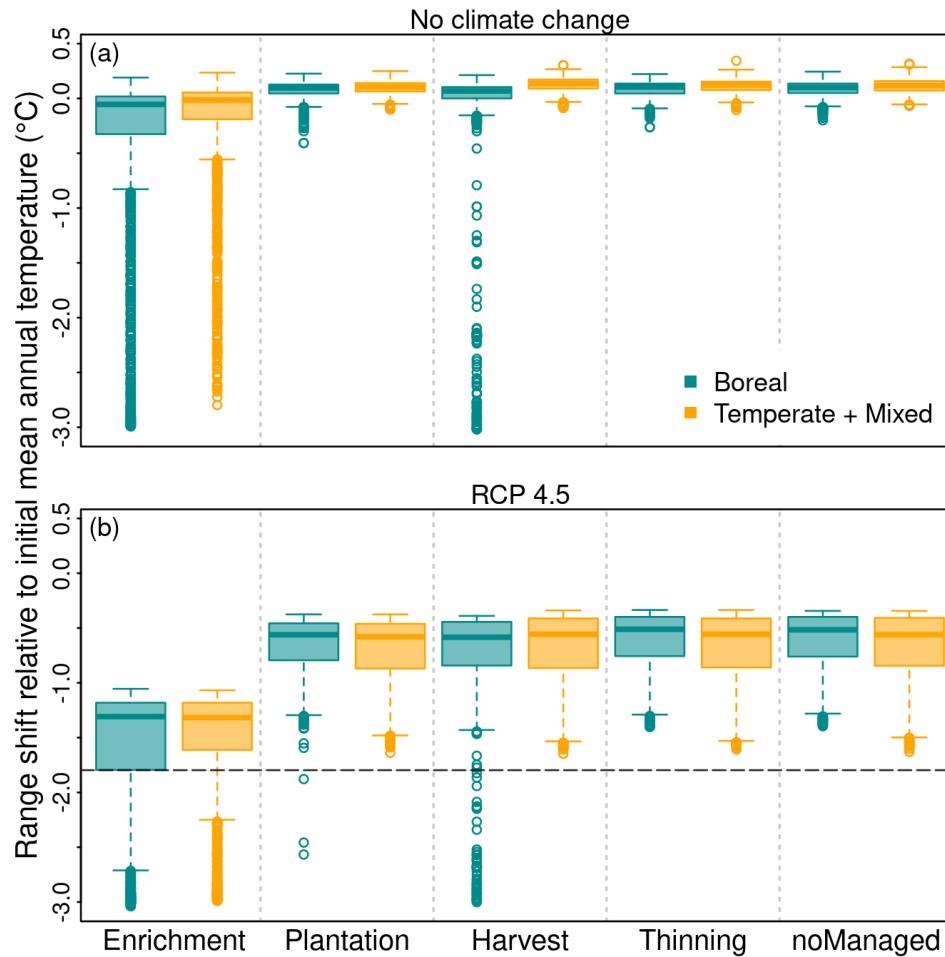


Modèle basé sur la théorie de la métapopulation

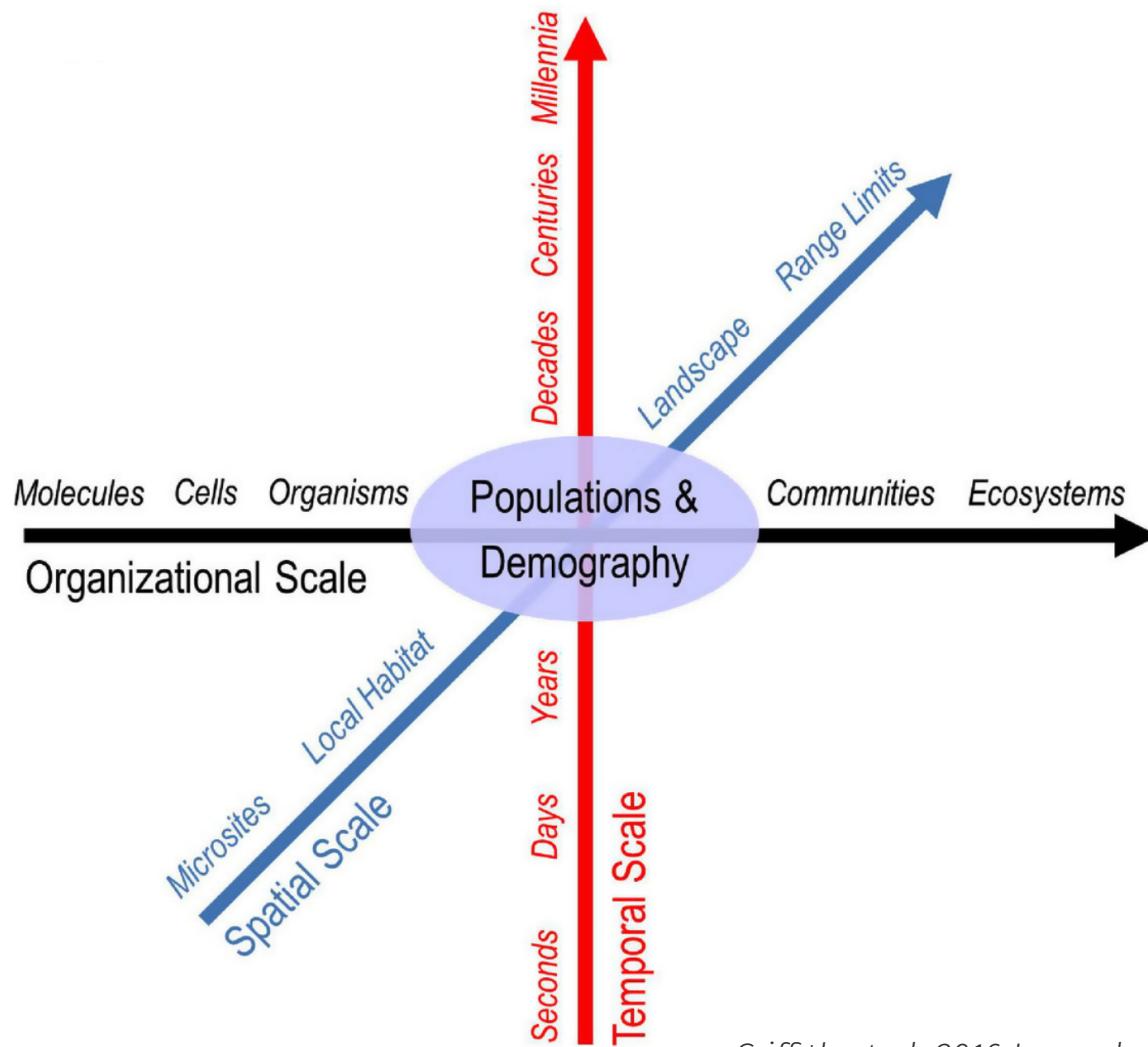


- Tempérée
- Boréale
- Mixte
- Colonisation
- Extinction
- Compétition

Paying colonization credit with forest management could accelerate the range shift of temperate trees under climate change

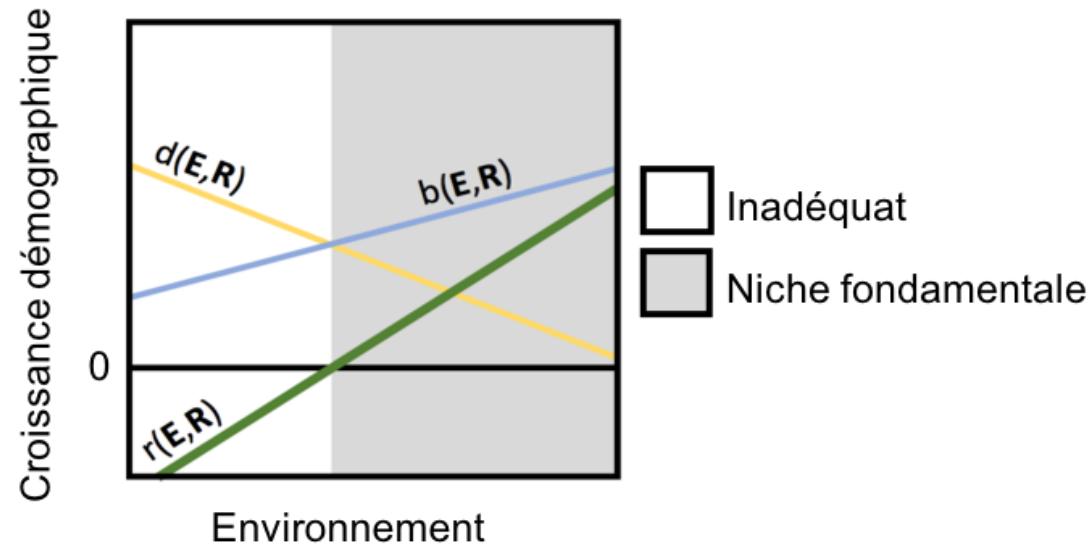


La démographie en tant que nœud central entre les différentes échelles



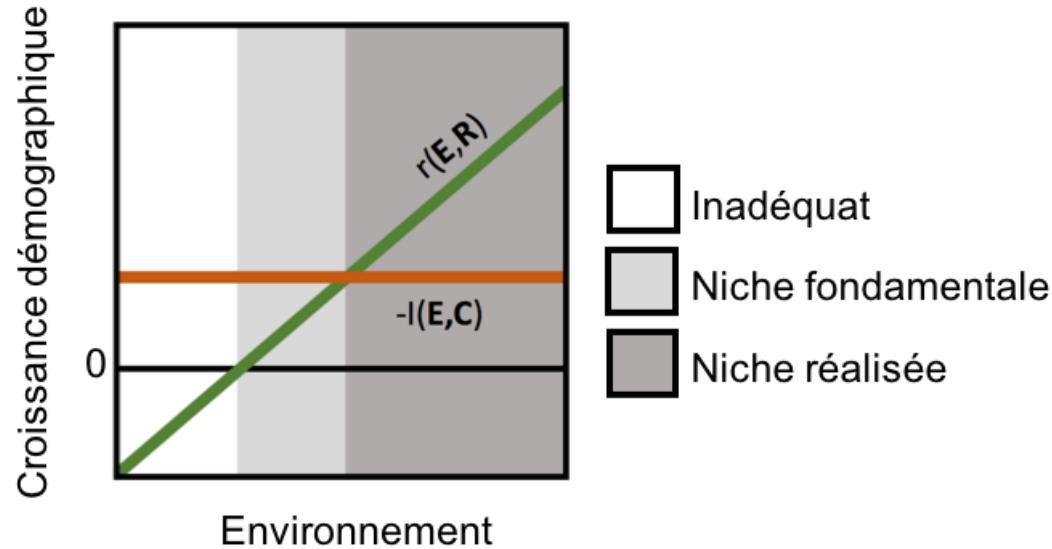
Lien entre les taux démographiques et l'aire de répartition d'une espèce

$r \sim Climat$

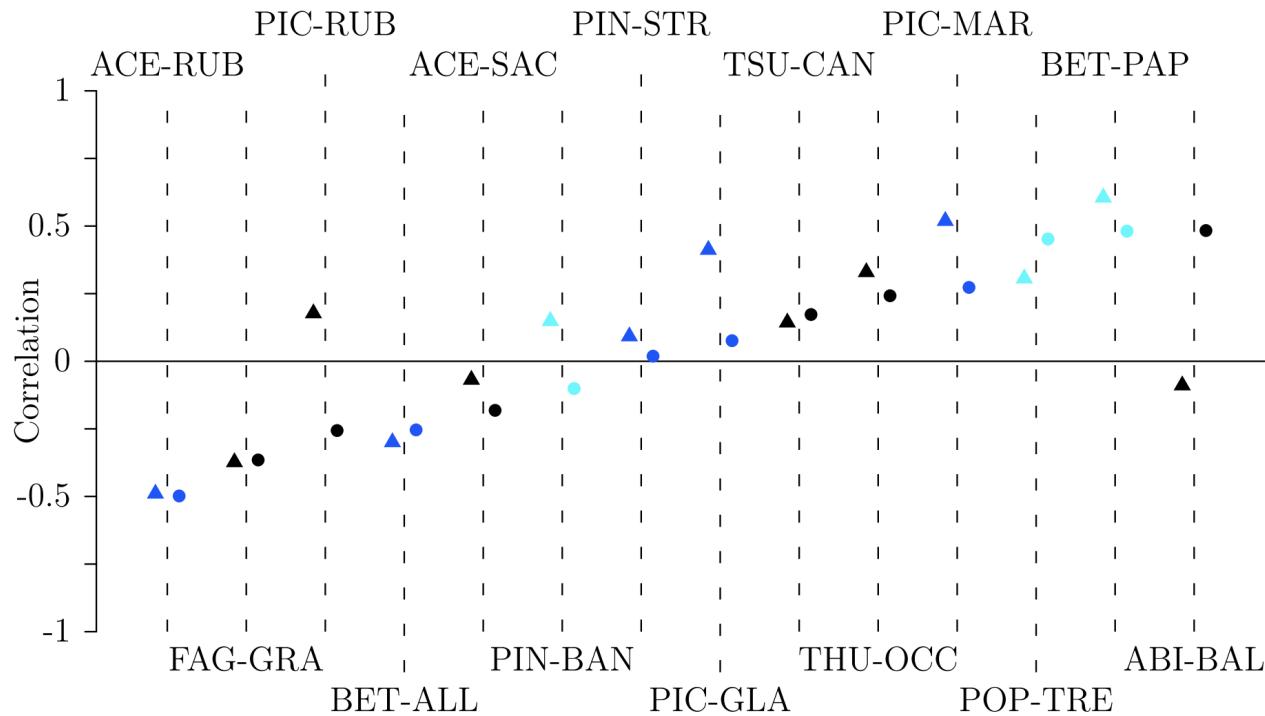


Lien entre les taux démographiques et l'aire de répartition d'une espèce

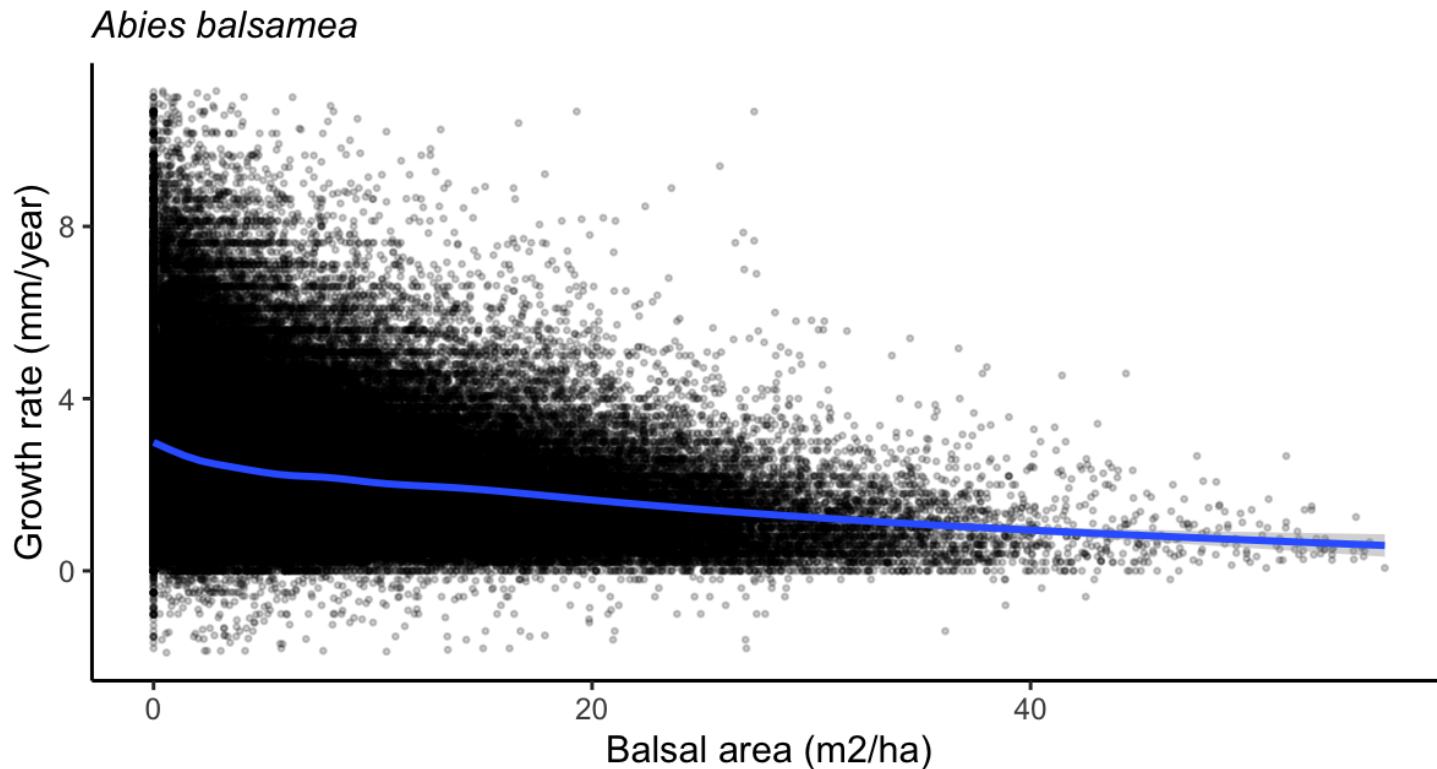
$r \sim Climat + compétition$



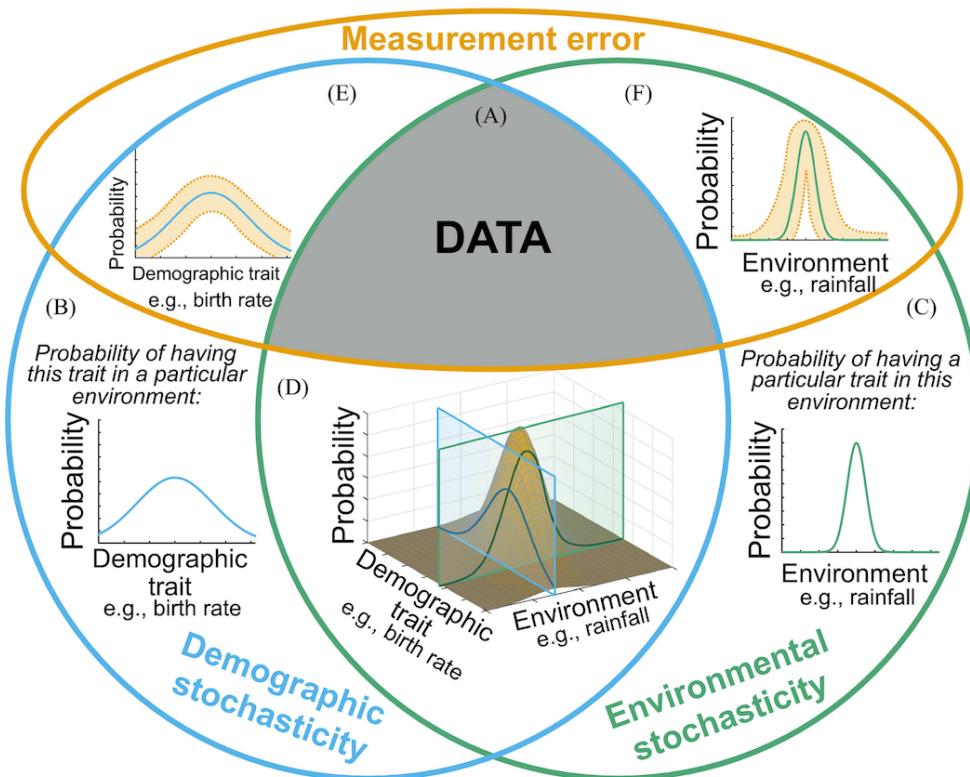
La corrélation entre **performance** et **occurrence** est faible pour la majorité des espèces



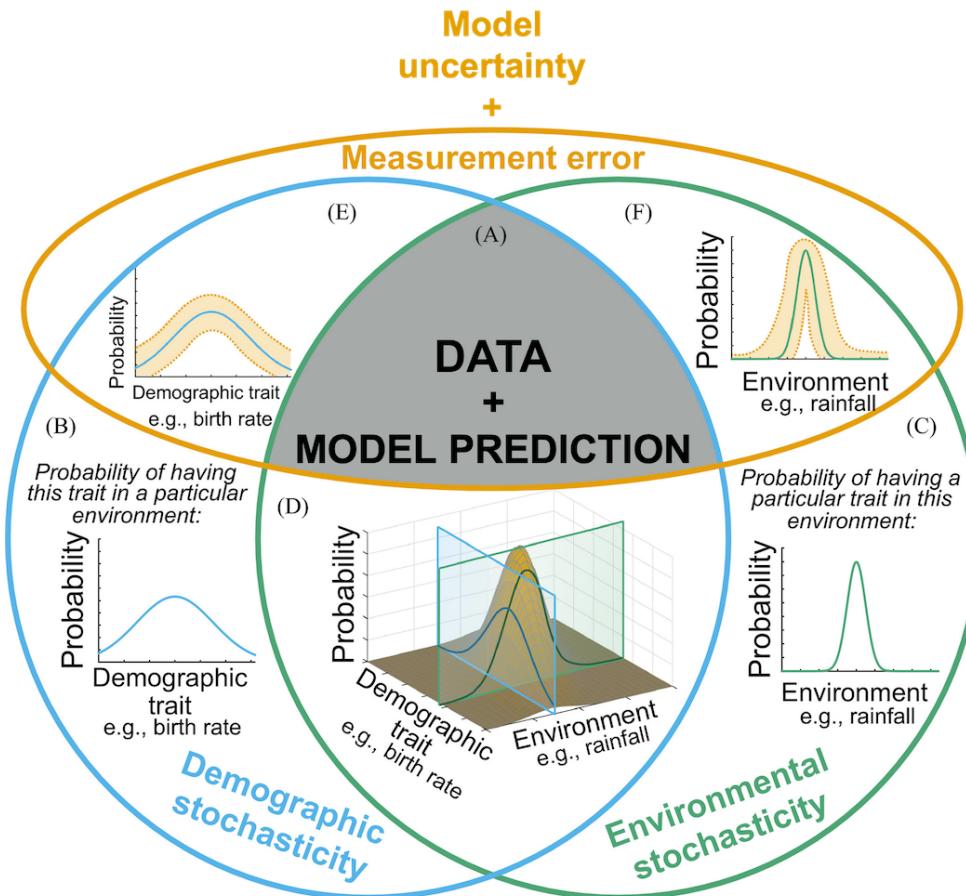
La variabilité ne devrait pas être négligée



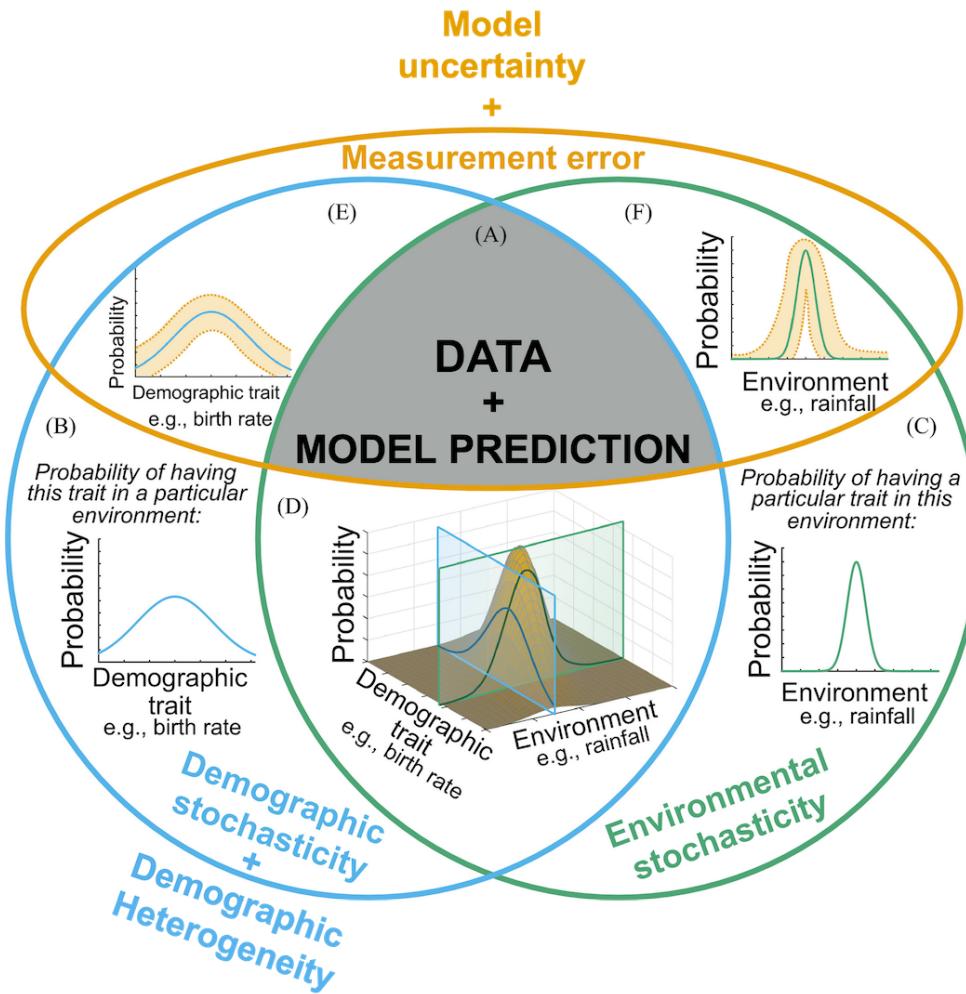
Les multiples sources de variabilité



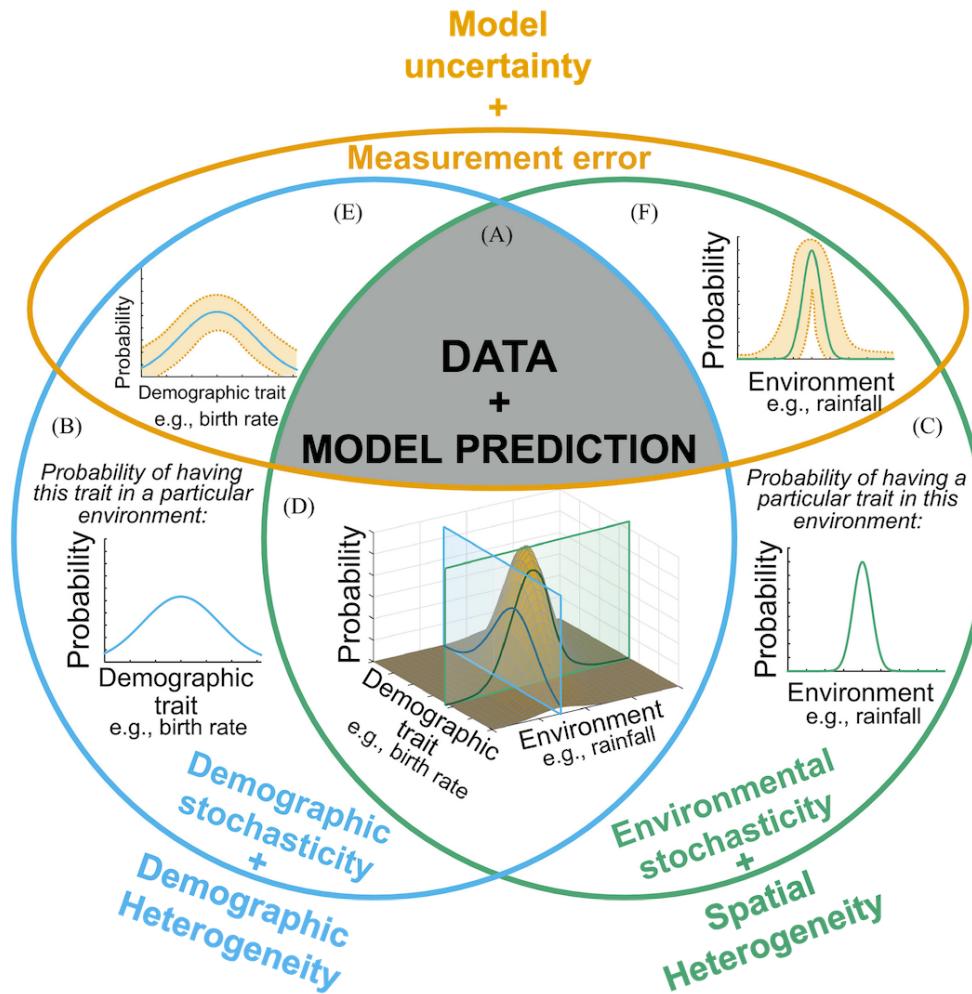
Les multiples sources de variabilité



Les multiples sources de variabilité

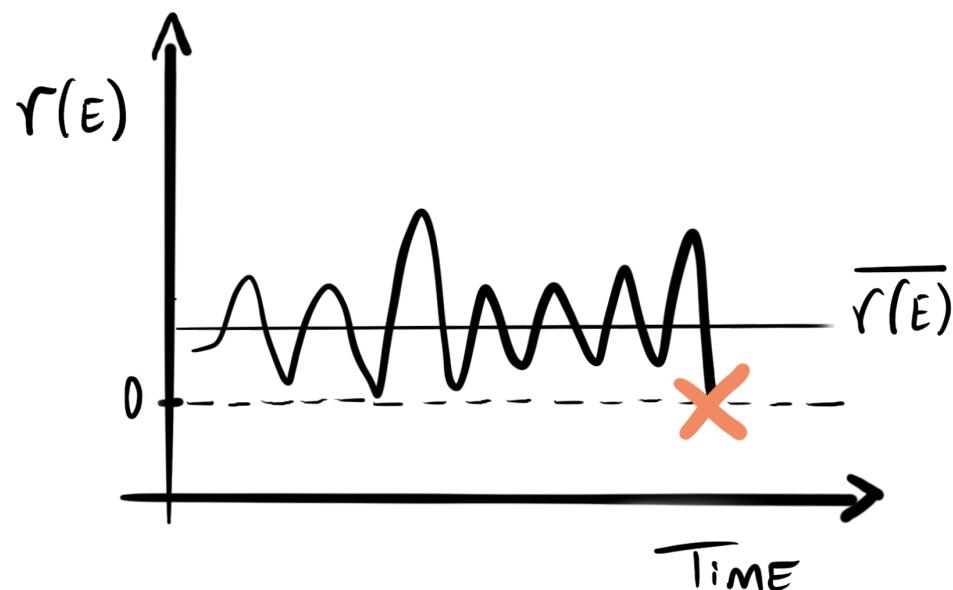


Les multiples sources de variabilité



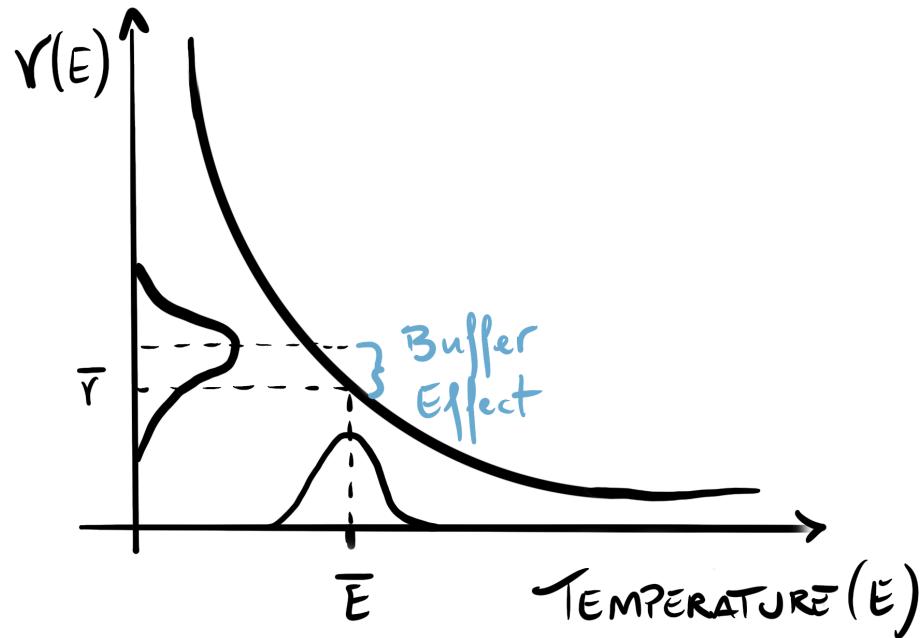
L'effet de la variabilité sur le taux démographique peut être positif ou négatif

- Risque d'extinction



L'effet de la variabilité sur le taux démographique peu être **positif** ou **negatif**

- Risque d'extinction
- Inégalité de Jensen



Quantifier l'effet de la compétition et du climat sur les taux démographiques des arbres

Comment l'effet relatif entre compétition et climat varie dans le gradient de l'aire de répartition

Quantifier l'effet de la compétition et du climat sur les taux démographiques des arbres

Quantifier l'effet de la variabilité des taux démographiques sur la limite de l'aire de répartition

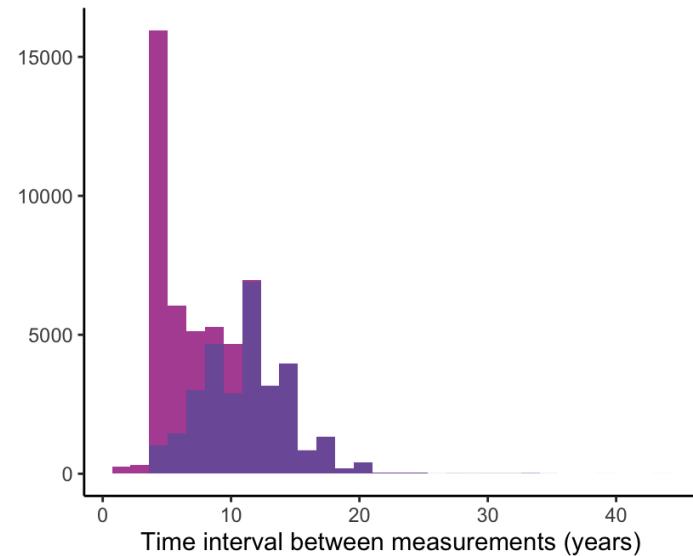
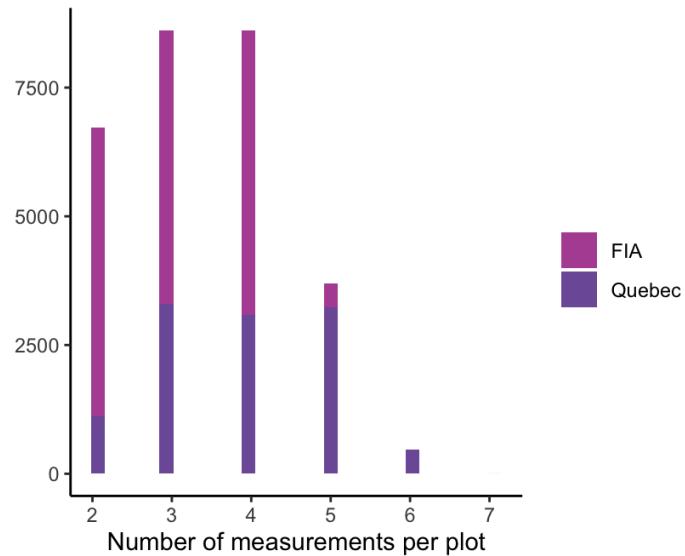
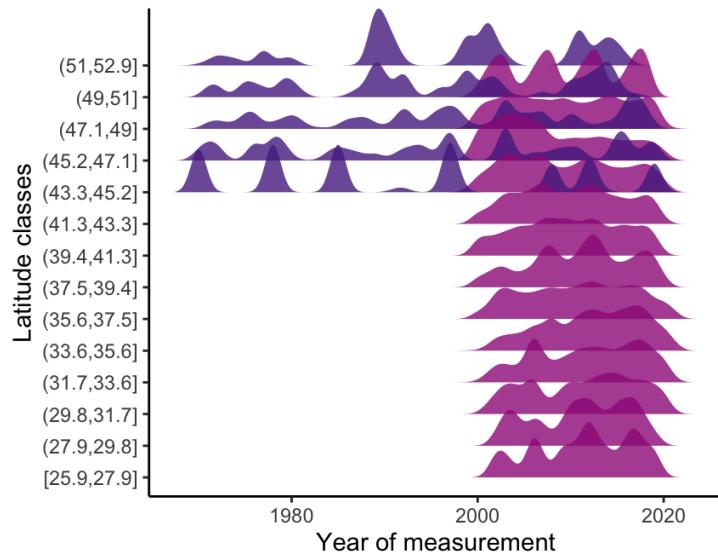
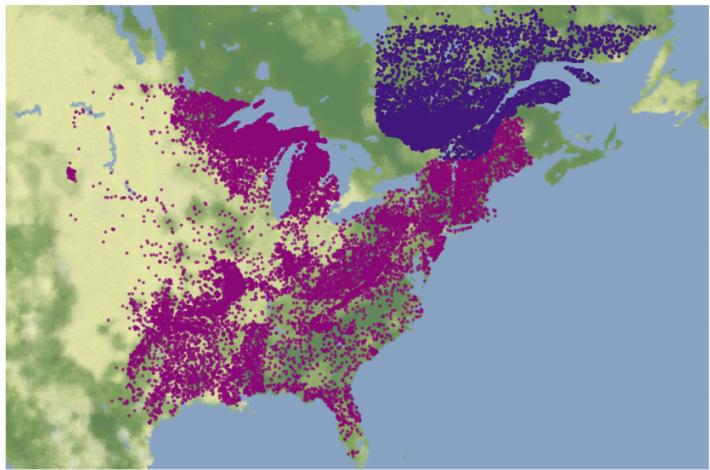
Quelle est le rôle de l'incertitude, de la **stochasticité environnementale**, et de l'**hétérogénéité spatiale** dans le gradient de l'aire de répartition

L'approche

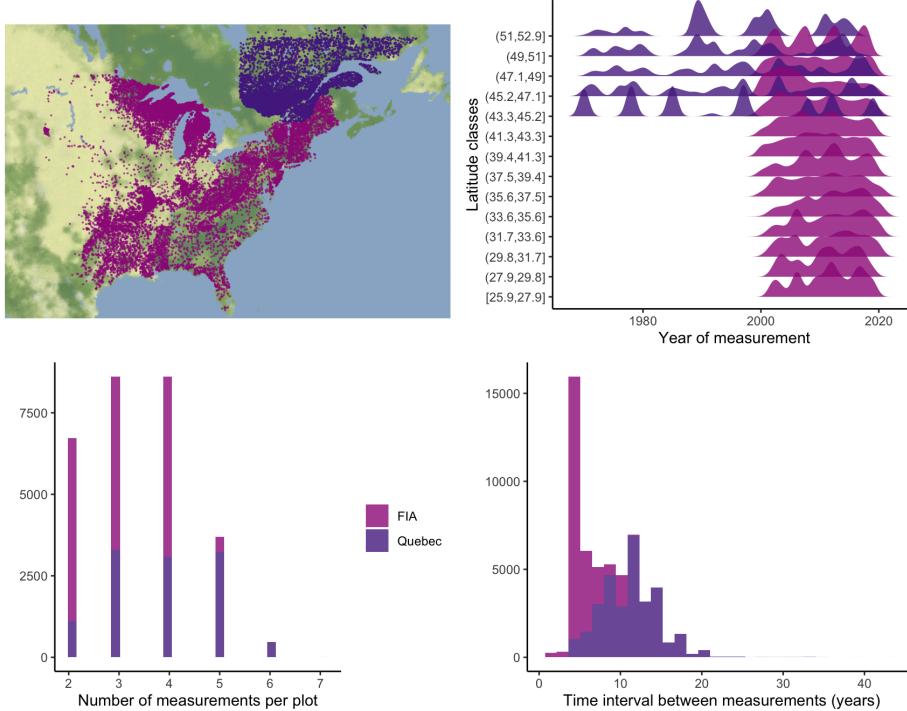
Comment quantifier l'effet de la **compétition** et du **climat** sur les taux démographiques des arbres?

- $\lambda \sim \text{compétition} + \text{climat}$
- λ est décomposé en 3 sous modèles:
 - Croissance
 - Survie
 - Recrutement
- Modèle de Projection Intégrale (IPM)
- Modèles hiérarchiques non linéaires bayésiens
 - Hiérarchique: variance partitionnée à différentes échelles
 - non linéaire: modèles mechanistiques basés sur l'écologie
 - Bayésien: pour tracer l'incertitude

Les données



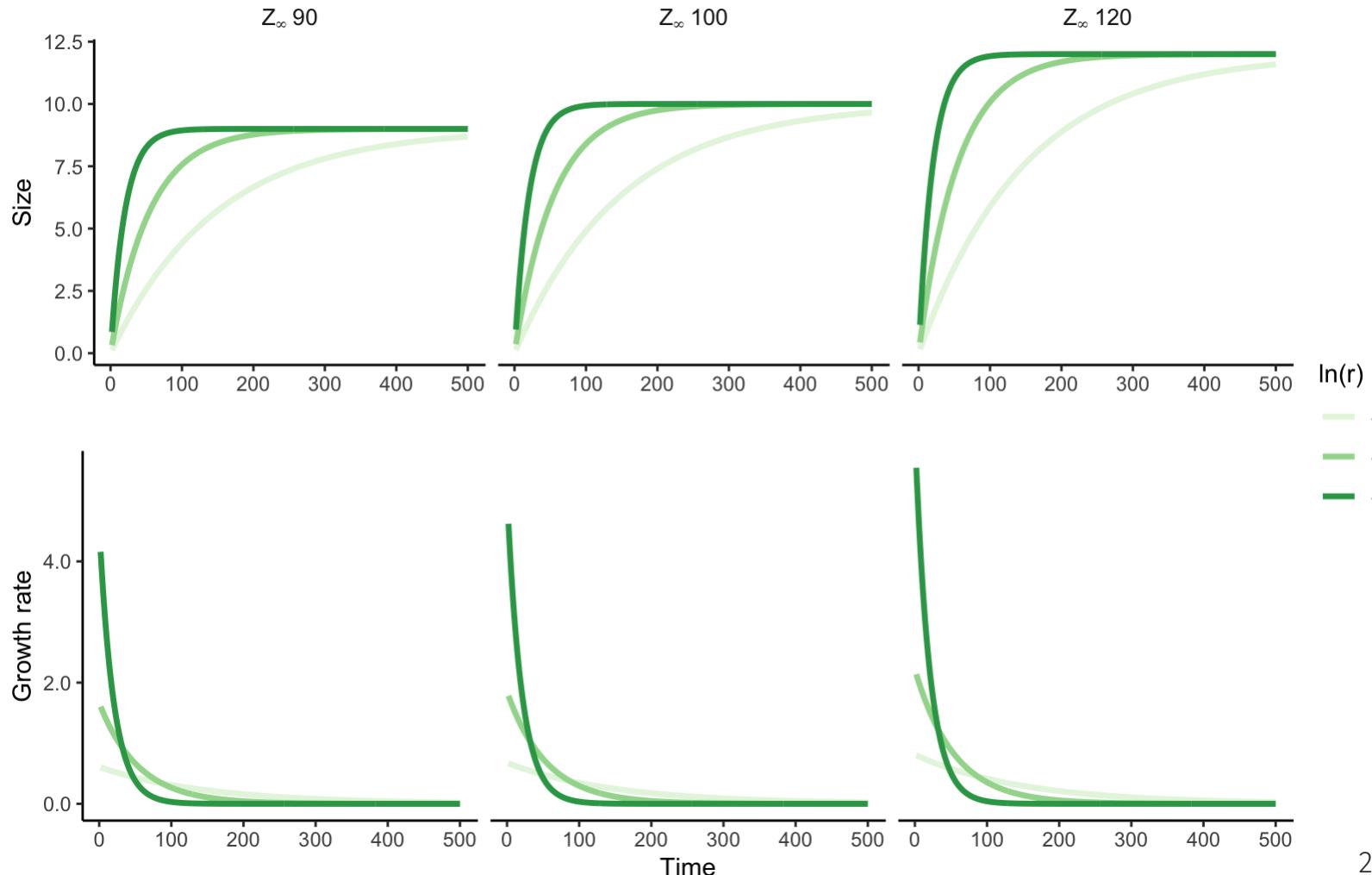
Les données



- 31 espèces d'arbres
- 22 feuillus + 9 conifères
- Tolérance à l'ombre
- Succession

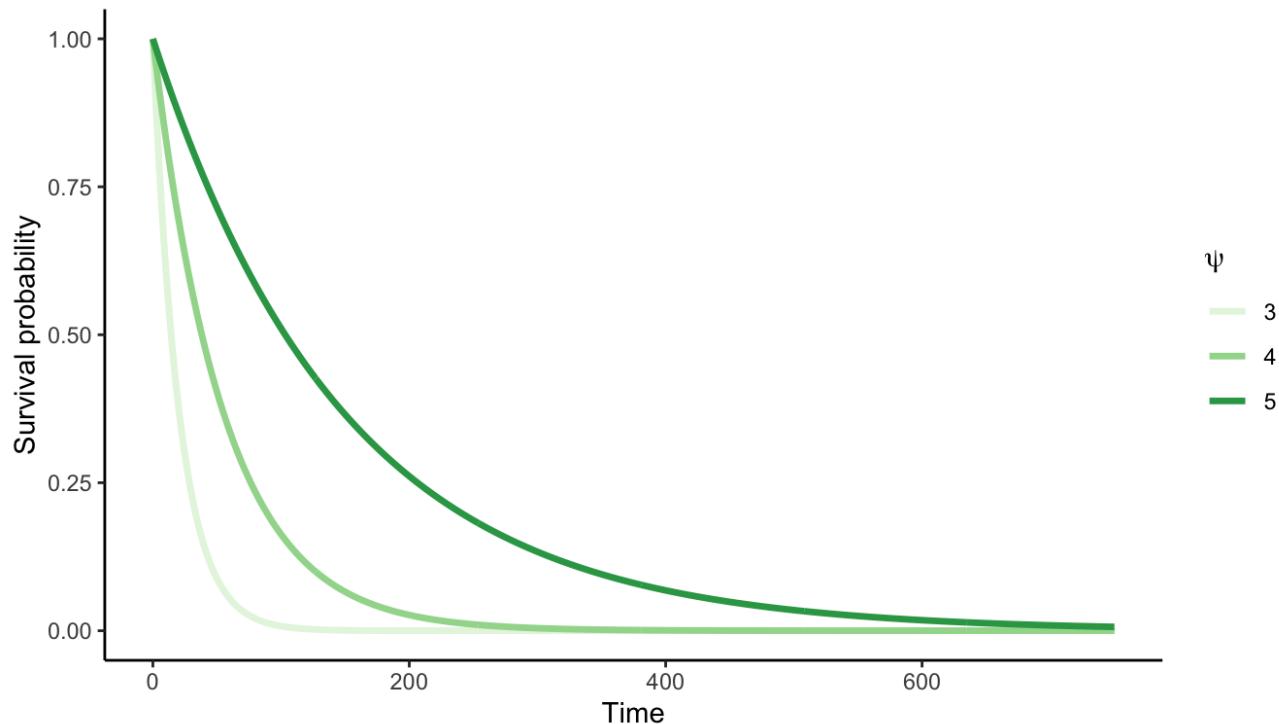
Les modèles démographiques

- Modèle de croissance de Von Bertalanffy (~ temps + taille de l'individu)



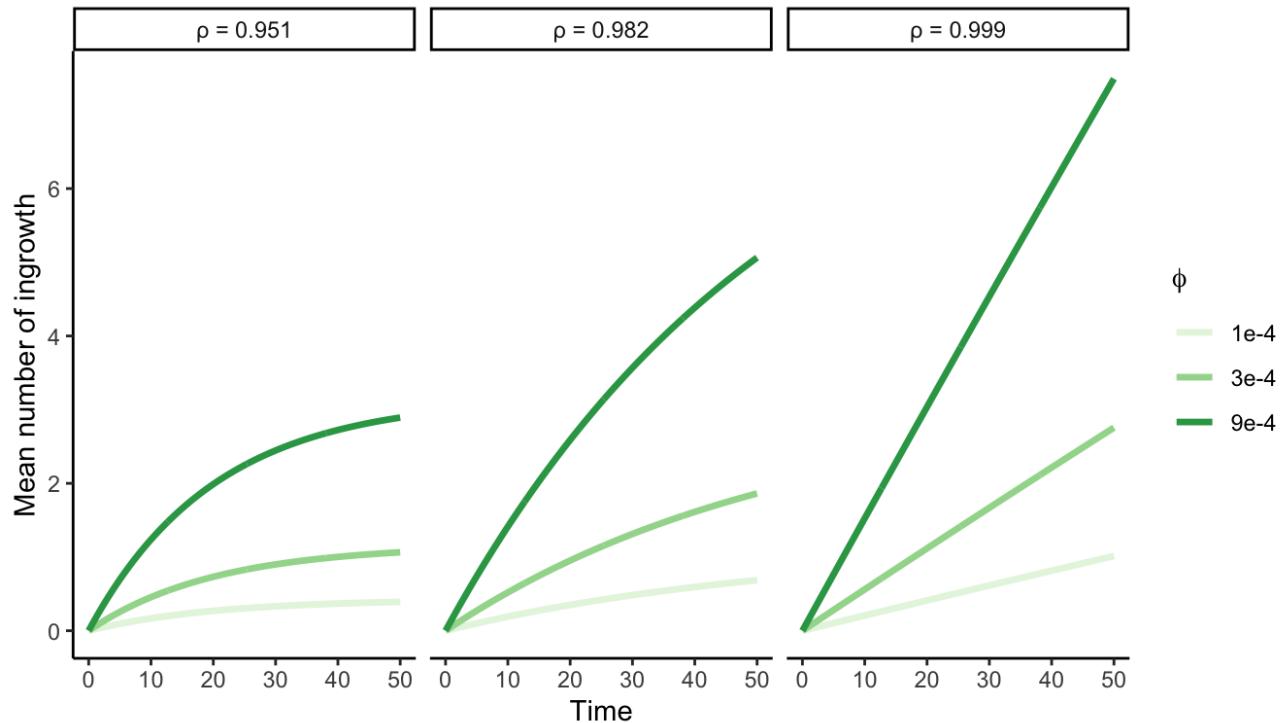
Les modèles démographiques

- Modèle de croissance de Von Bertalanffy (~ temps + taille de l'individu)
- Modèle de survie (~ temps)



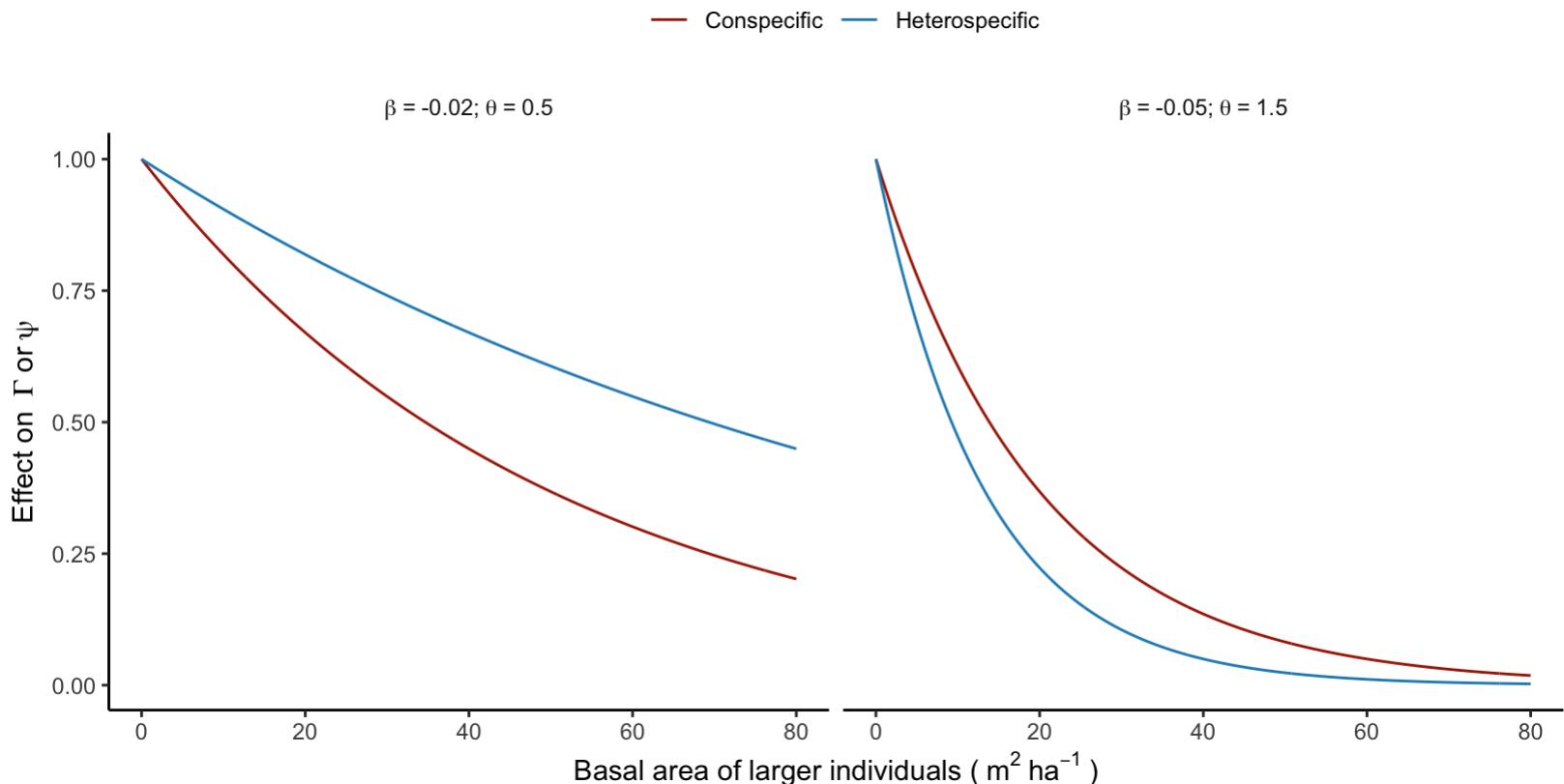
Les modèles démographiques

- Modèle de croissance de Von Bertalanffy (~ temps + taille de l'individu)
- Modèle de survie (~ temps)
- Modèle de recrutement (~ temps + taille de la parcelle)



Les covariables - compétition

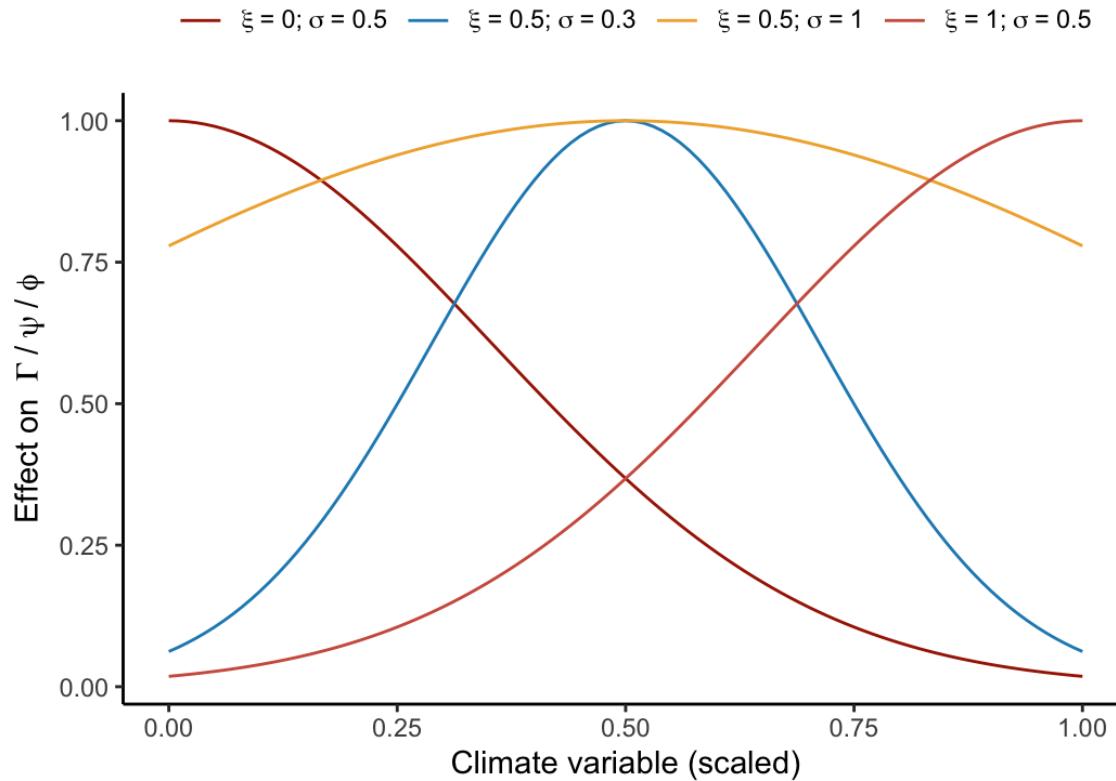
- β : l'effet total de la surface terrière des **individus plus grands**
- θ : l'effet partagé entre conspécifique et hétérospécifique



Les covariables - climat

Température moyenne annuelle + précipitation annuelle moyenne

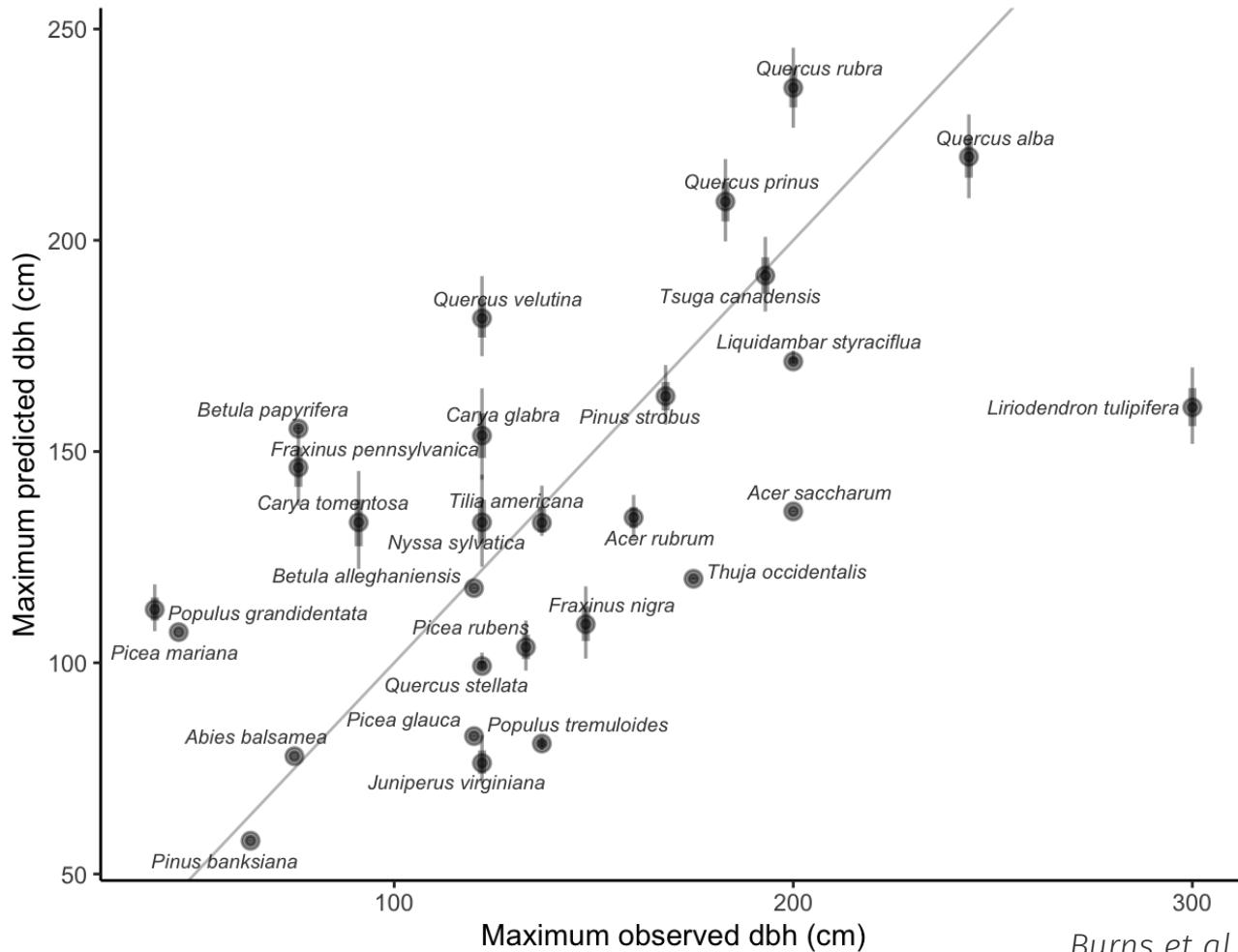
- ξ : climat optimal
- σ : étendue de la niche



Validation des modèles démographiques

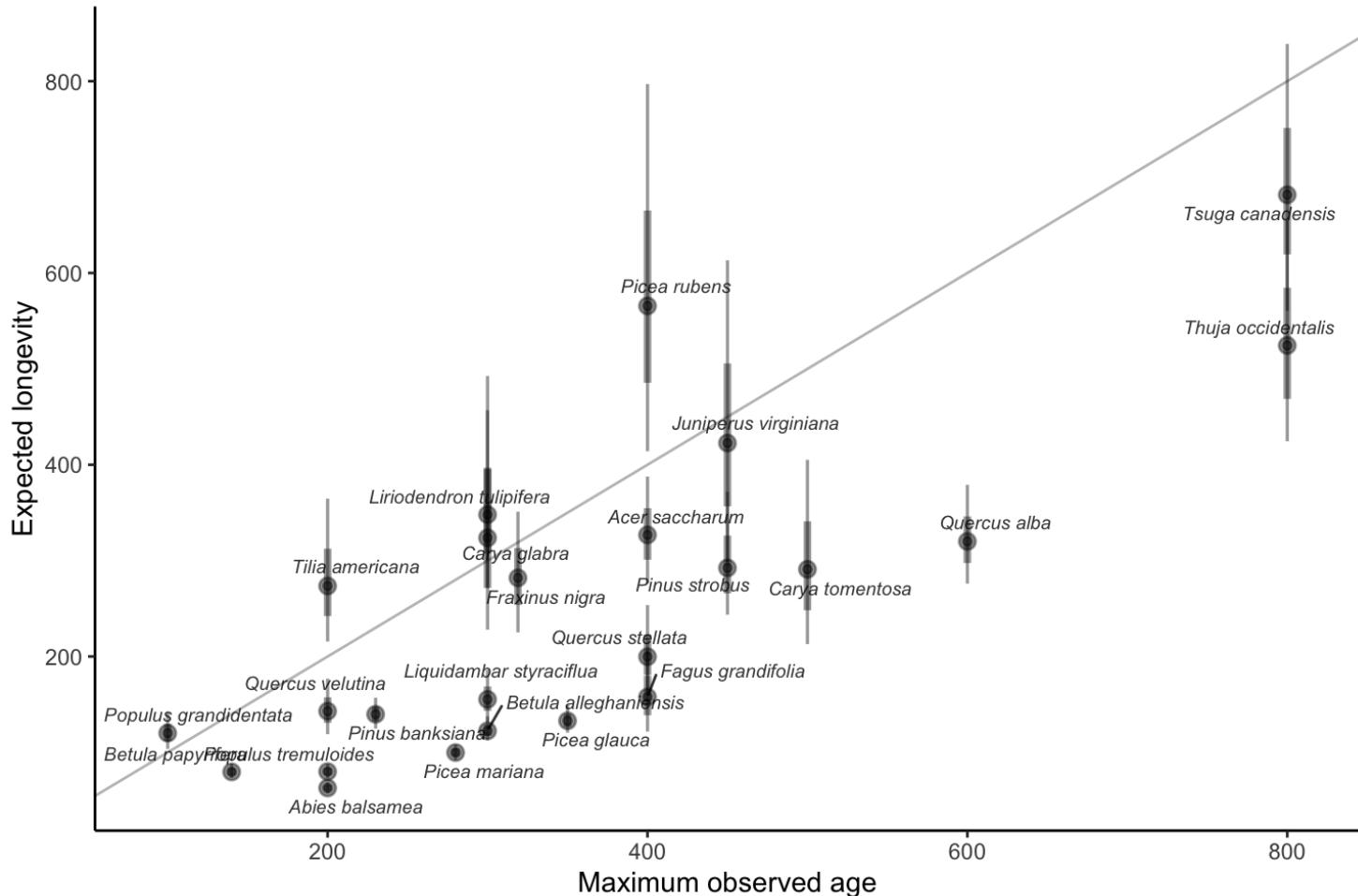
Validation des modèles

Croissance: la taille maximale prédictée pour une espèce est corrélée à la taille maximale des espèces trouvées dans la littérature



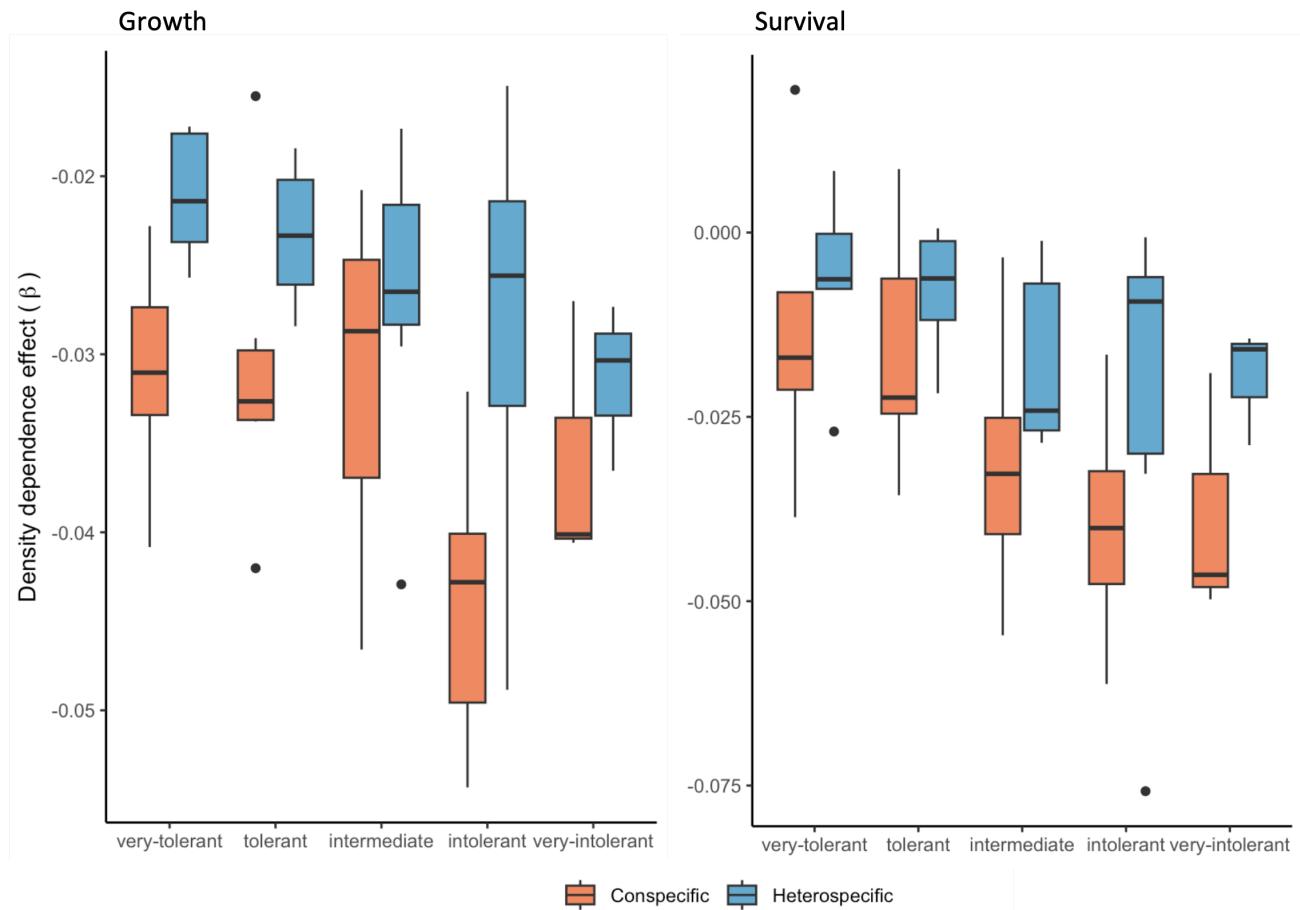
Validation des modèles

Survie: la longévité prédictive pour une espèce est corrélée à l'âge maximum trouvé dans la littérature

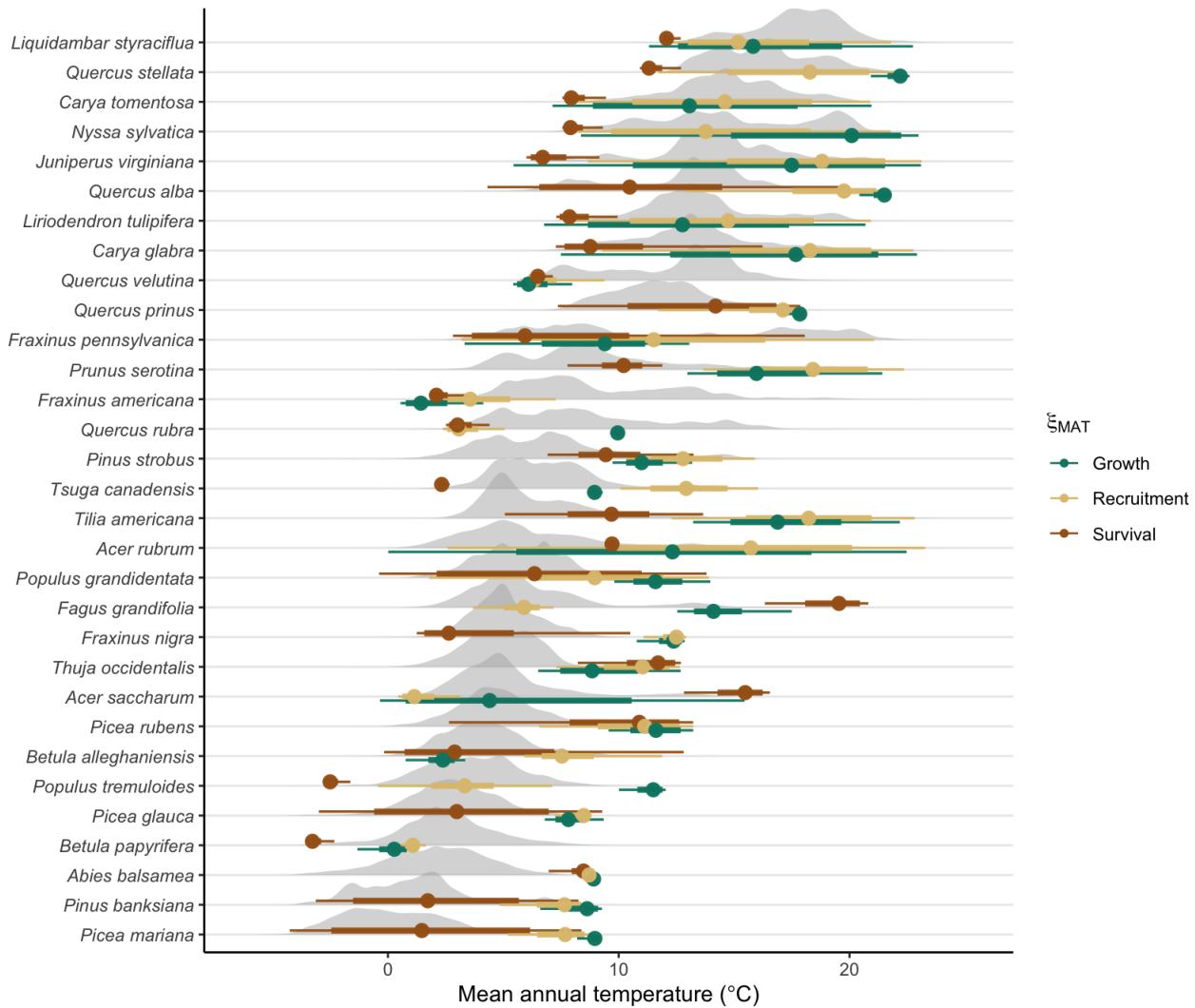


Validation des modèles

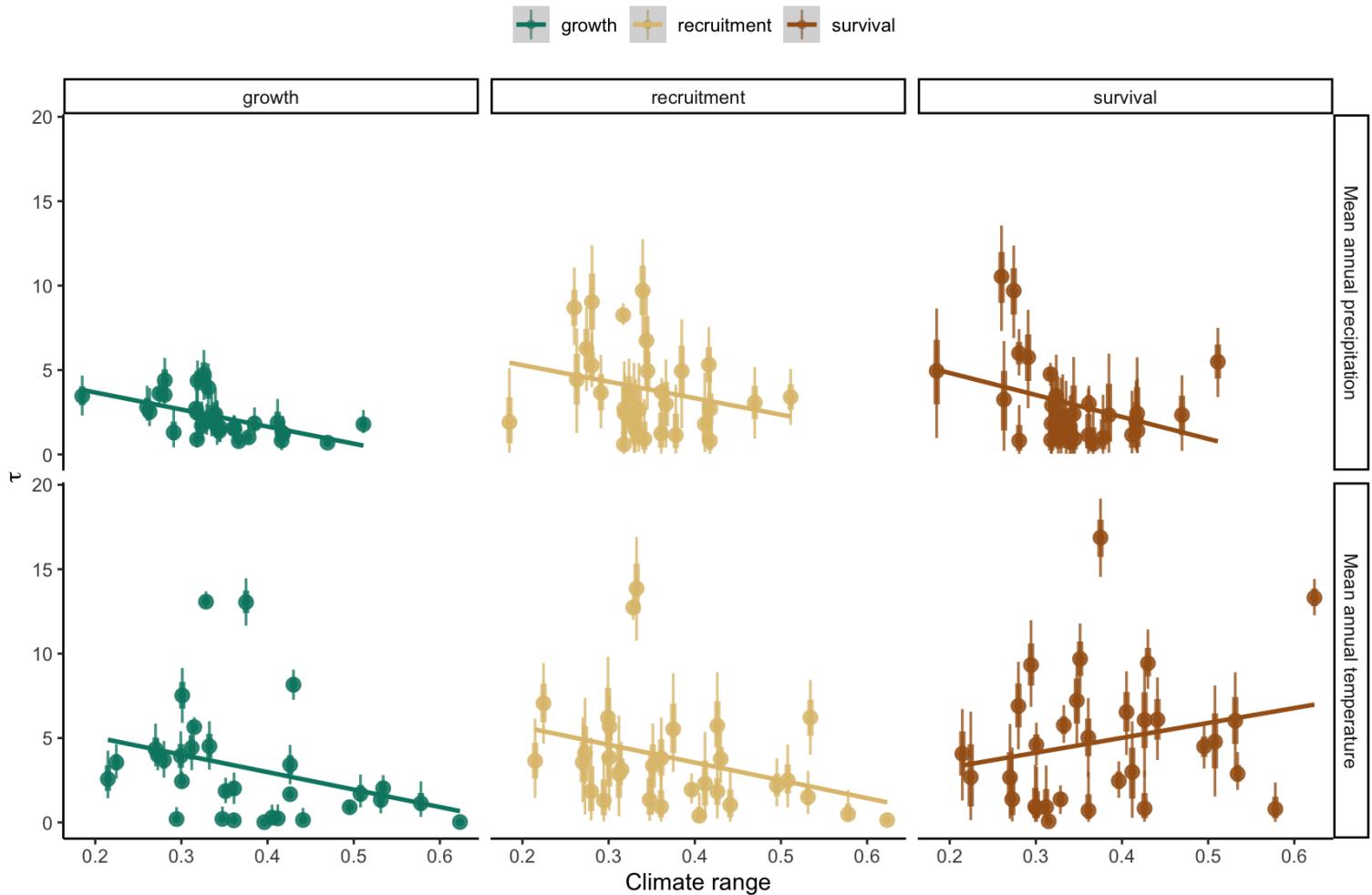
Compétition: l'effet de la densité augmente pour les espèces qui sont intolérante à l'ombre



Climat: l'optimal climatique n'est pas corrélé avec le centre de la distribution



Climat: l'étendue de la niche des espèces est corrélée avec l'étendue climatique observée

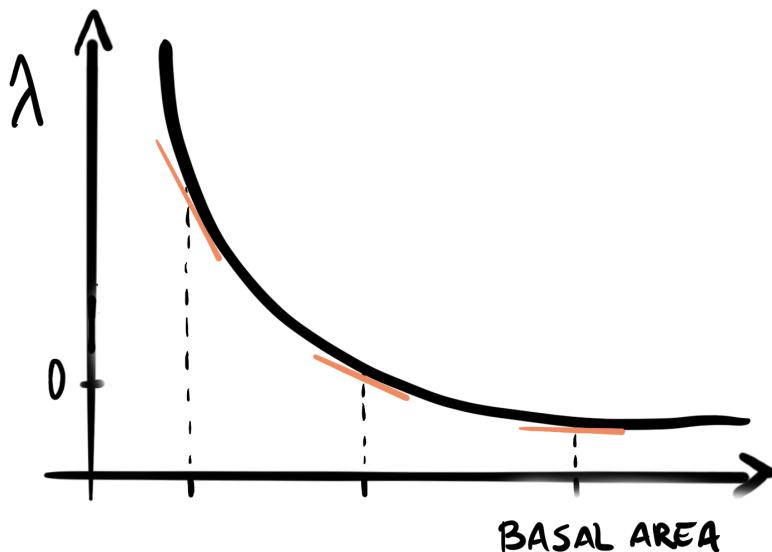


Quelle est l'effet de la compétition et du climat sur les taux démographiques des arbres?

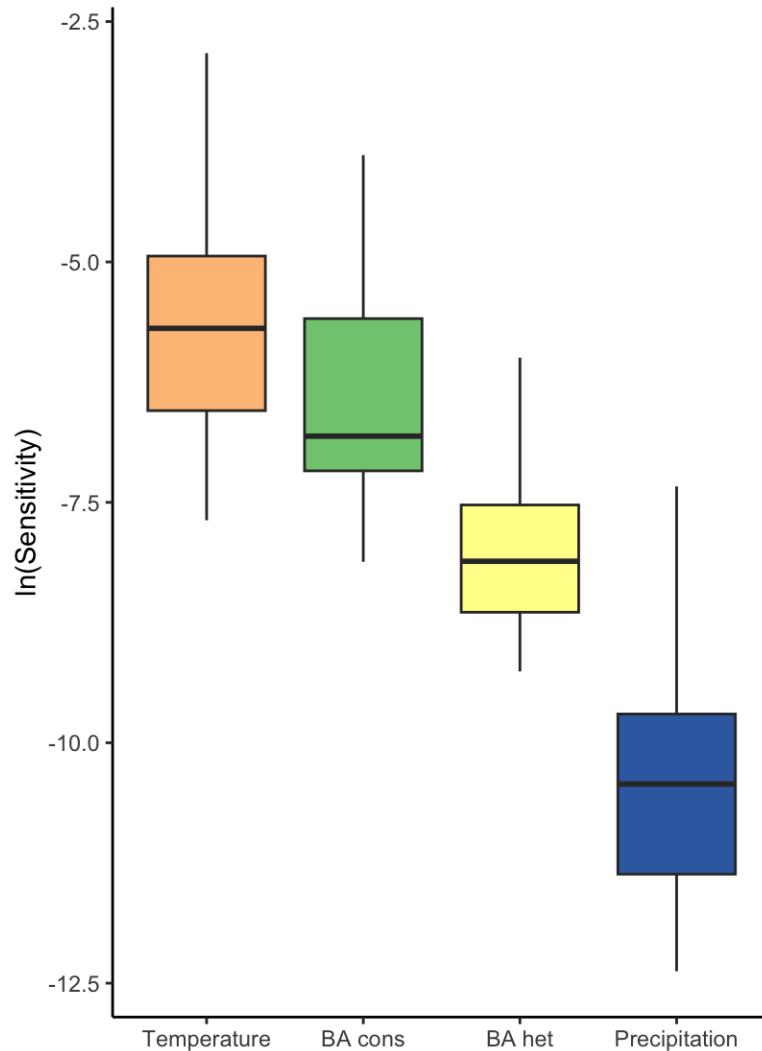
Comment l'effet relatif entre compétition et climat varie dans le gradient de l'aire de répartition

Analyse de perturbations

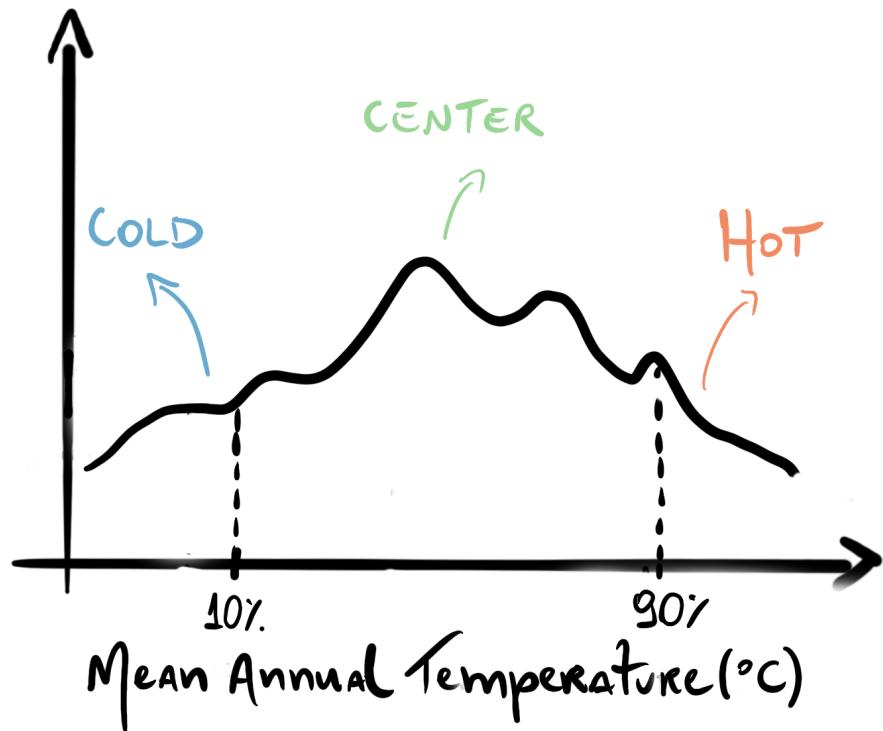
$$\frac{\partial \lambda_i}{\partial X_i} \approx \frac{\Delta \lambda_i}{\Delta X_i}$$



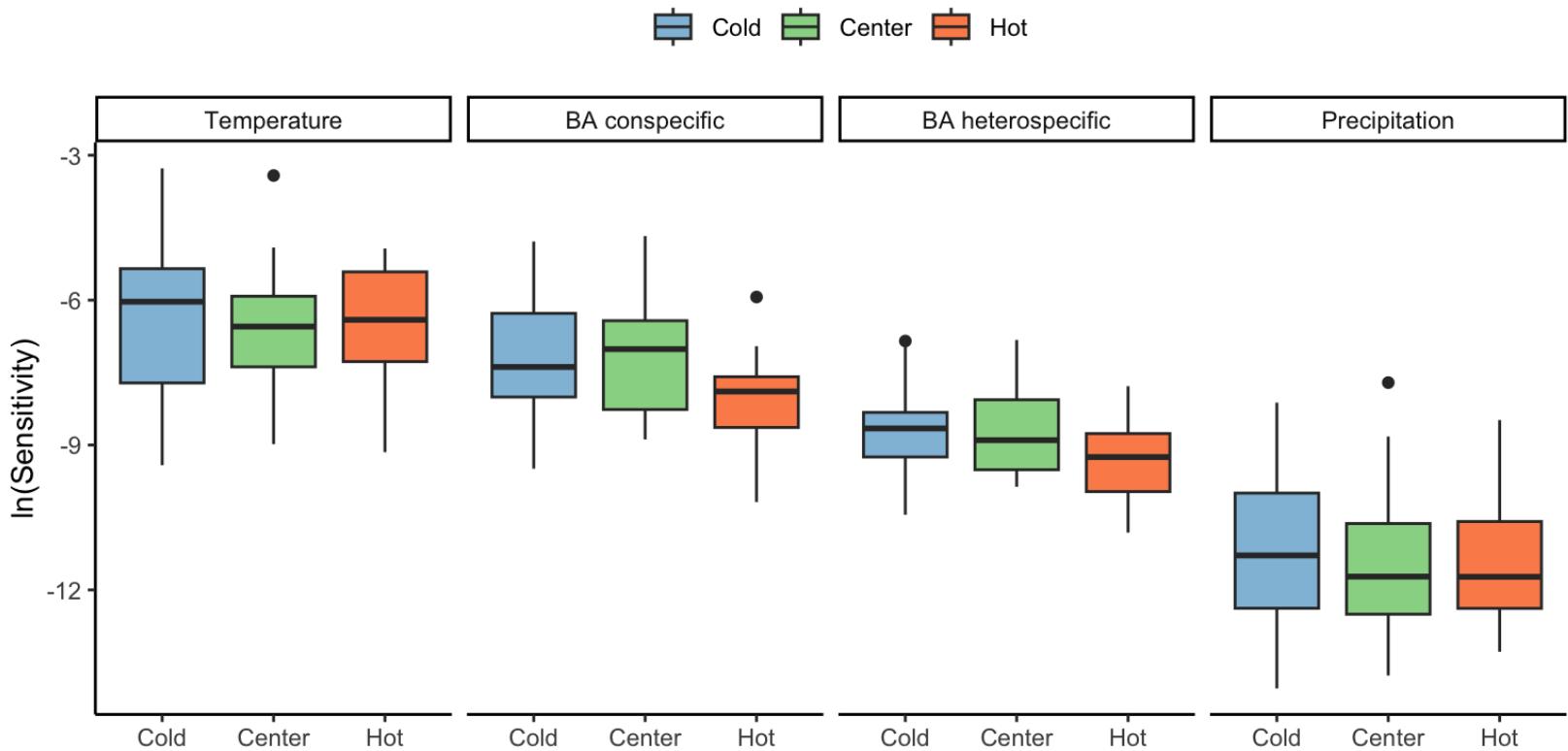
Entre les espèces et dans l'ensemble de leur distribution, λ est plus sensible à la **température** suivi de la **compétition conspécifique**



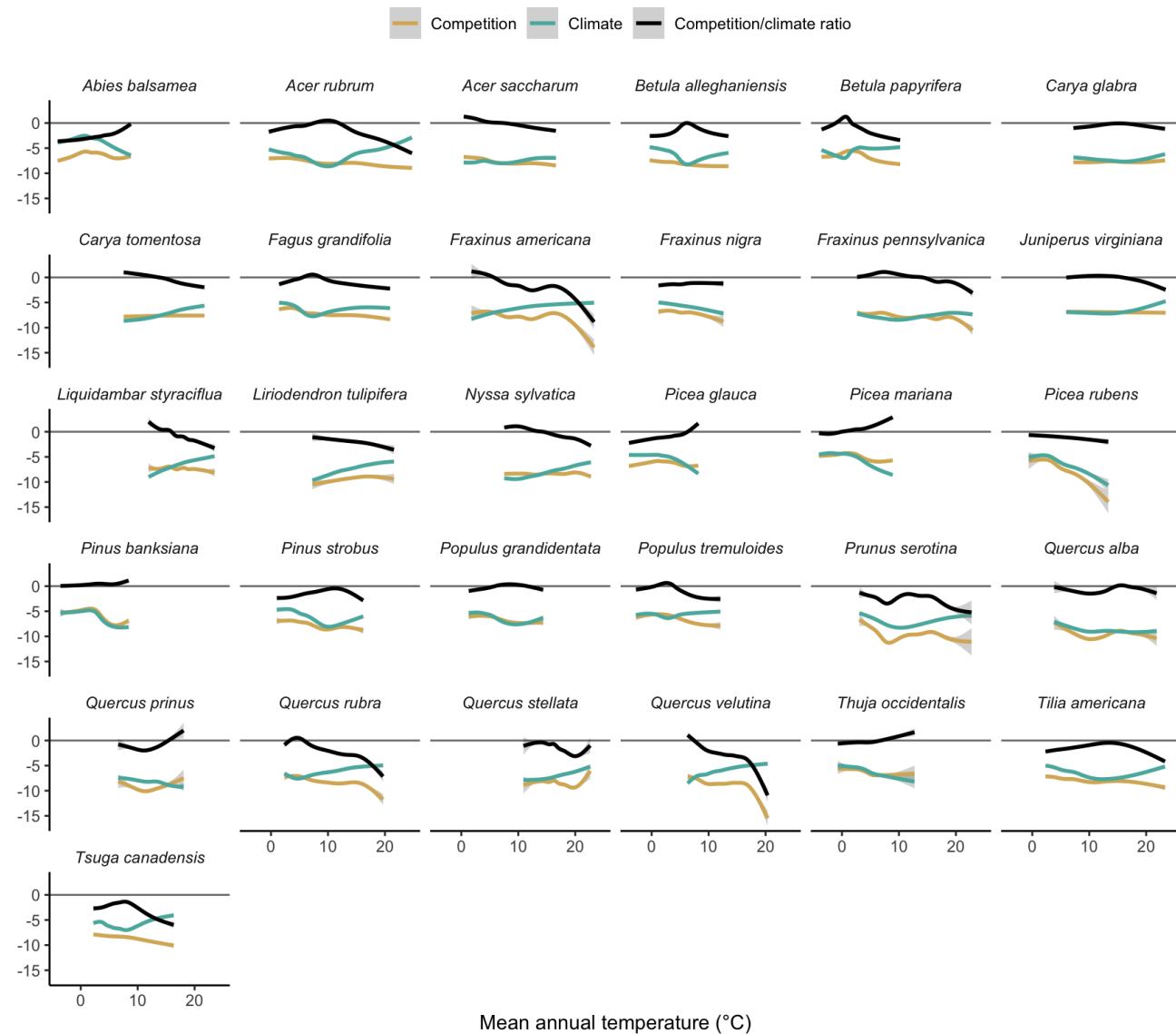
Partager les parcelles entre froide, centre, et chaude pour tester comment la sensibilité varie dans le gradient de température



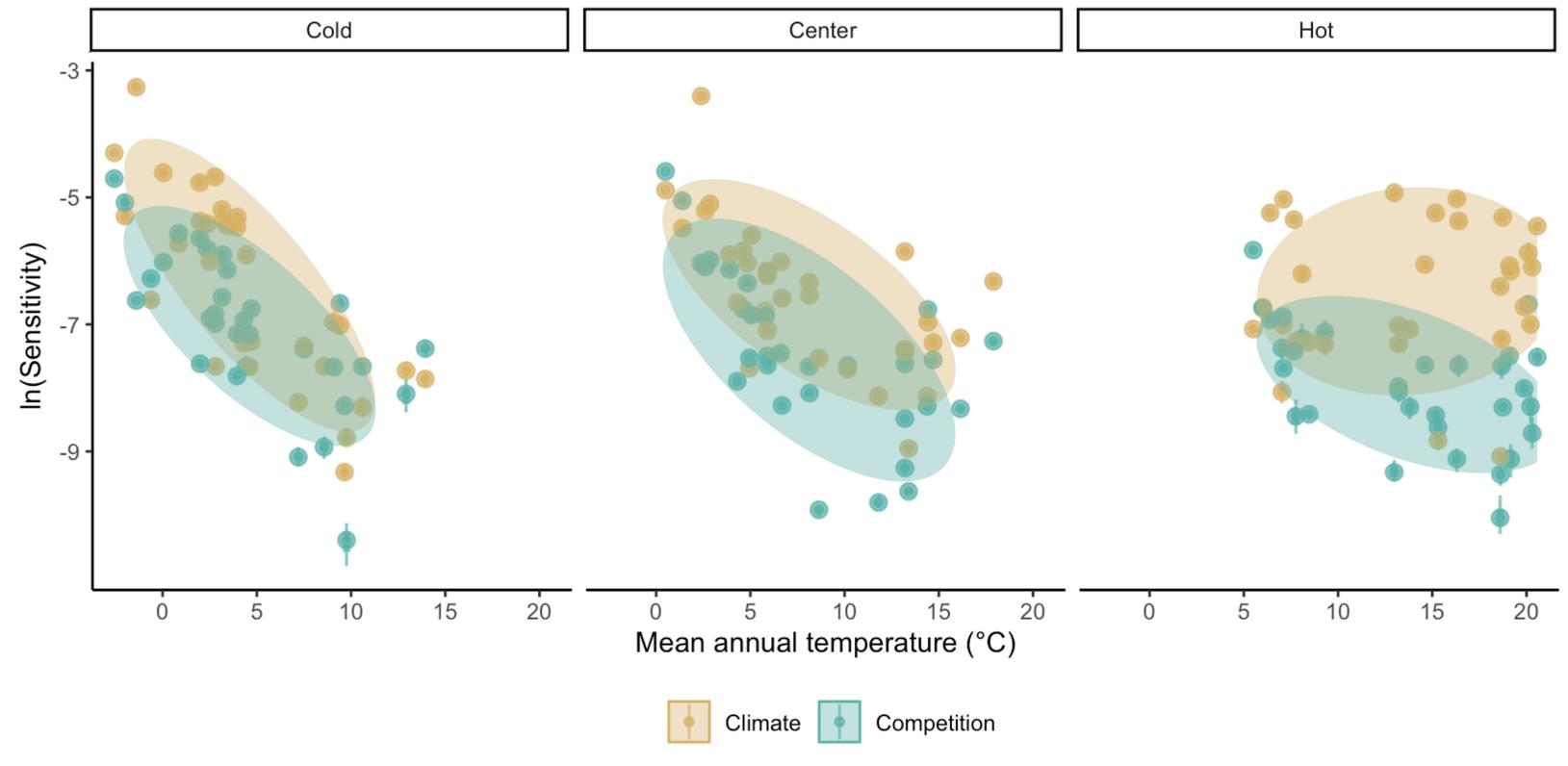
Il n'y a pas d'effet majeur de changement de sensibilité entre les régions froides et chaudes



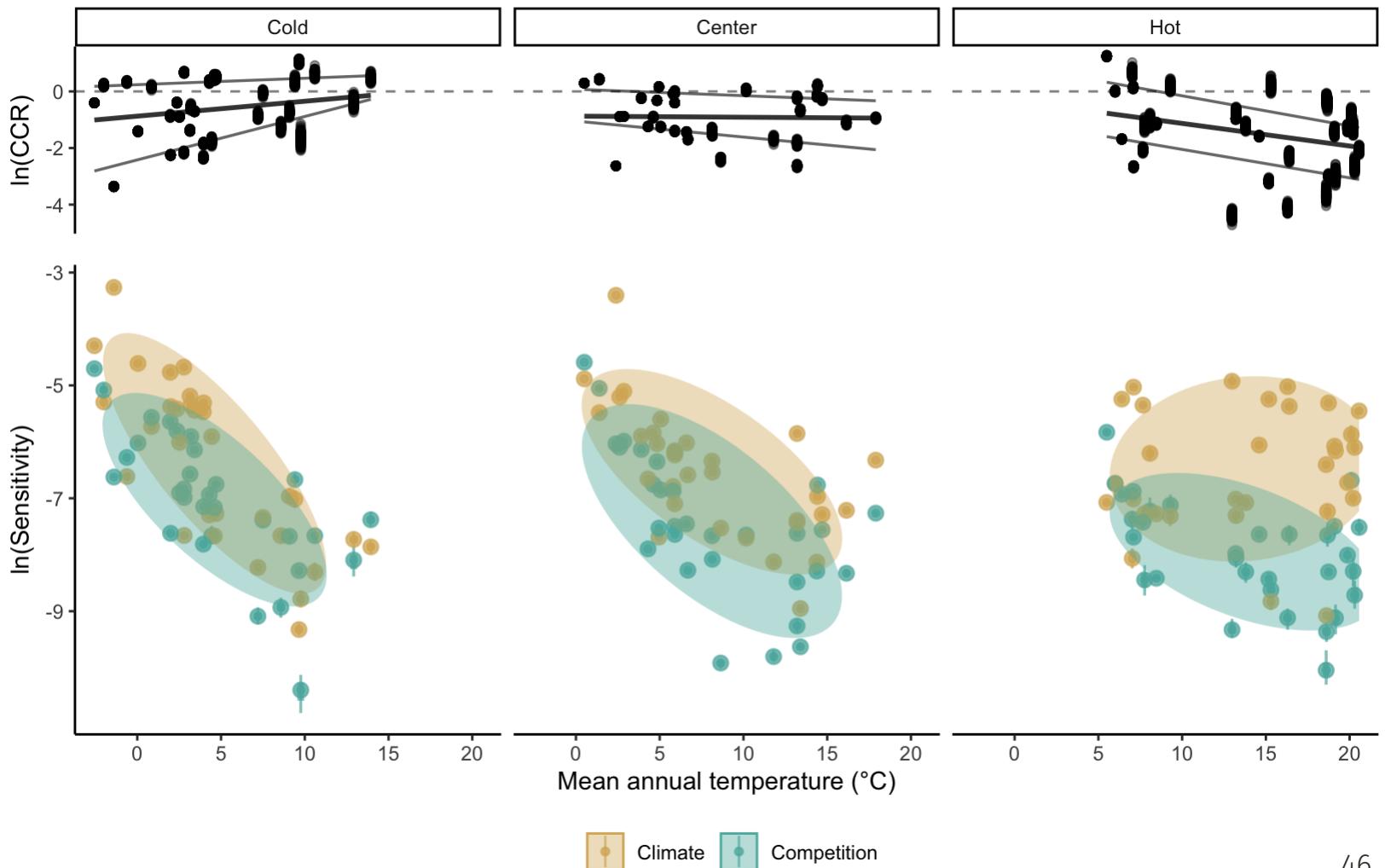
L'effet est présent, mais c'est varié entre les espèces



Le ratio de la sensibilité entre compétition et climat varie entre la limite chaude et froide, et dépend aussi de la position de l'espèce dans le gradient de température



Le ratio de la sensibilité entre compétition et climat varie entre la limite chaude et froide, et dépend aussi de la position de l'espèce dans le gradient de température



Conclusion

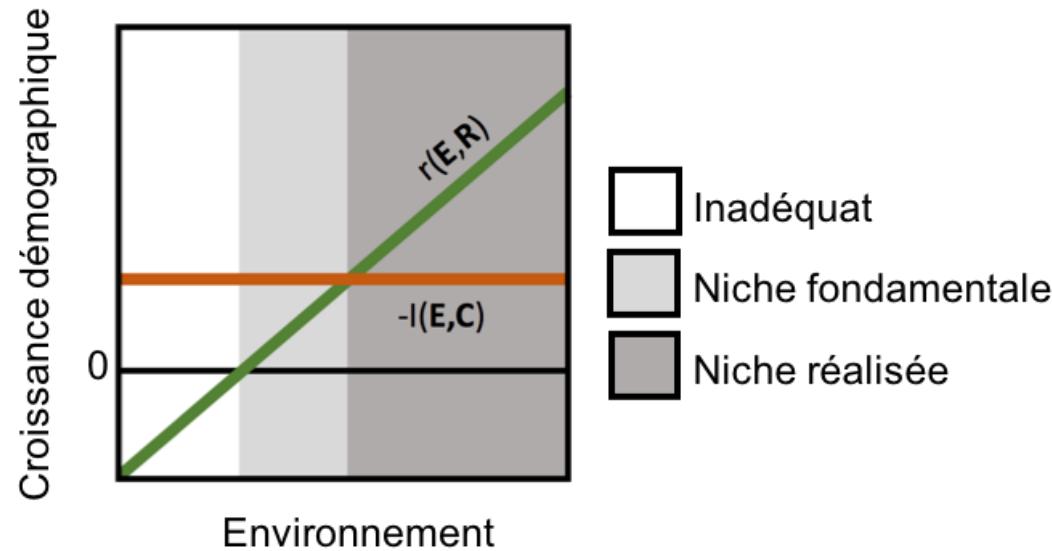
- Effet du climat est supérieur à la compétition
 - L'effet de la compétition augmente dans le centre de l'aire de répartition
 - L'effet du climat augmente dans les bordures
 - Cette approche ne prend pas en compte la variabilité des covariables
-
- Permet de mieux comprendre l'effet des **changements climatiques** et de l'**aménagement forestier** sur la dynamique des arbres

Comment le taux de croissance (λ) varie dans le gradient de température?

Quelle est le rôle de la variabilité de λ sur la
limite de l'aire de répartition?

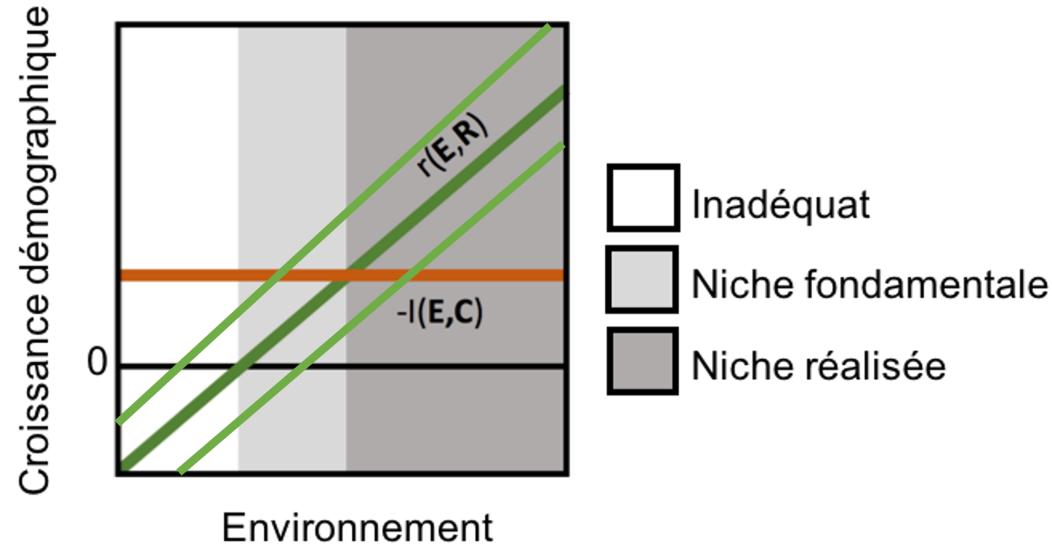
La limite de l'aire de répartition devrait être dépendant du climat et de la compétition

$$\lambda \sim Climat + compétition$$

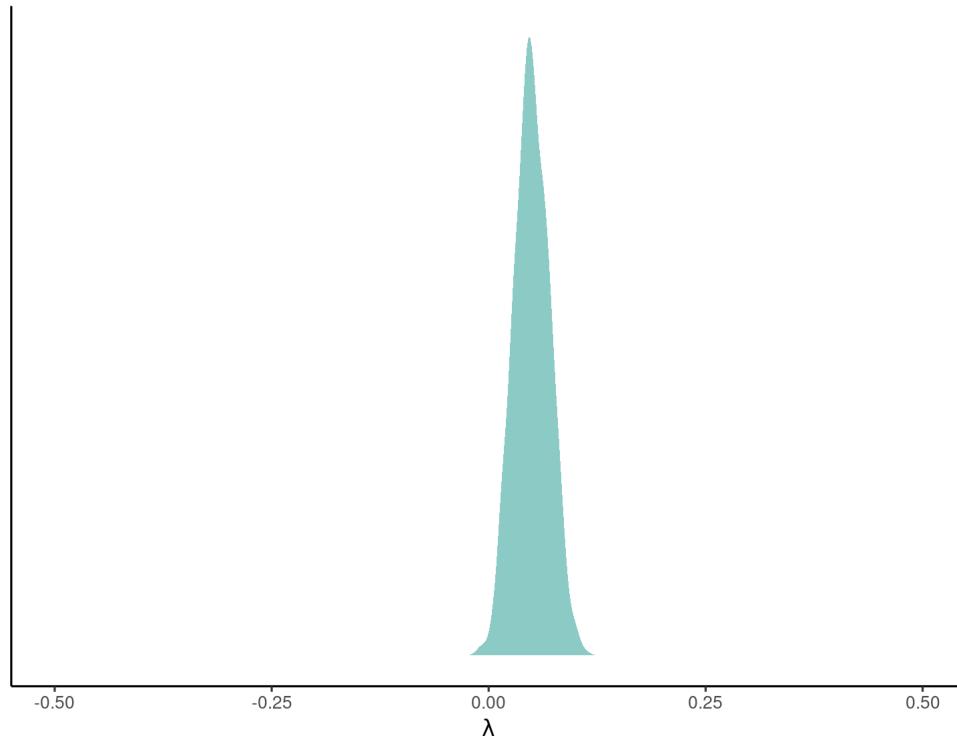


La limite de l'aire de répartition devrait être dépendant du climat et de la compétition

$$\lambda \sim Climat + compétition + erreur$$

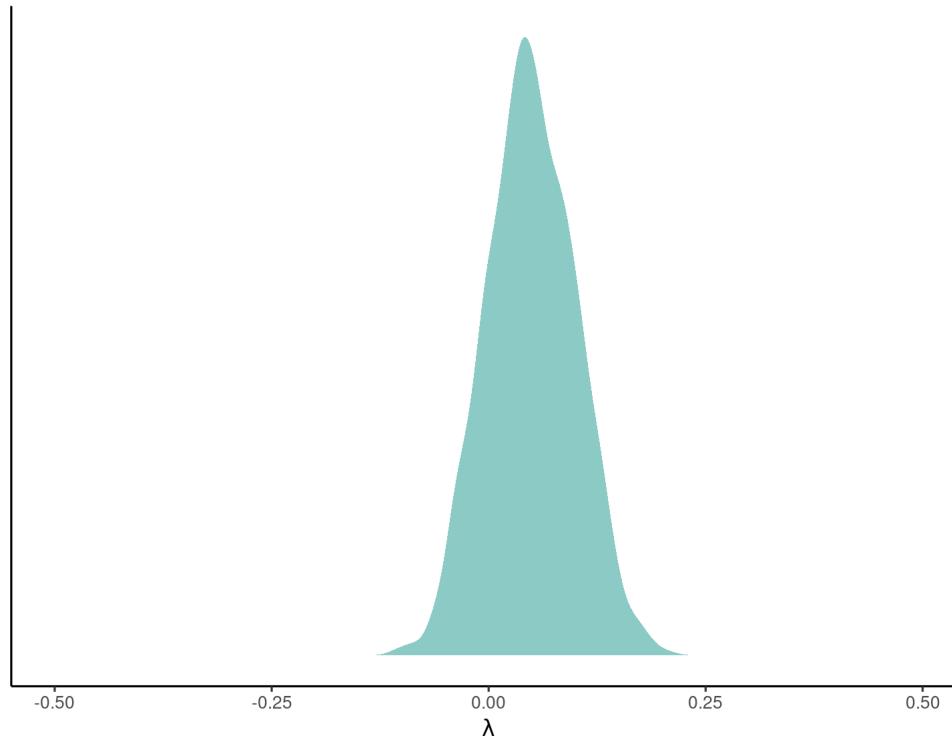


Les différentes sources de variabilité



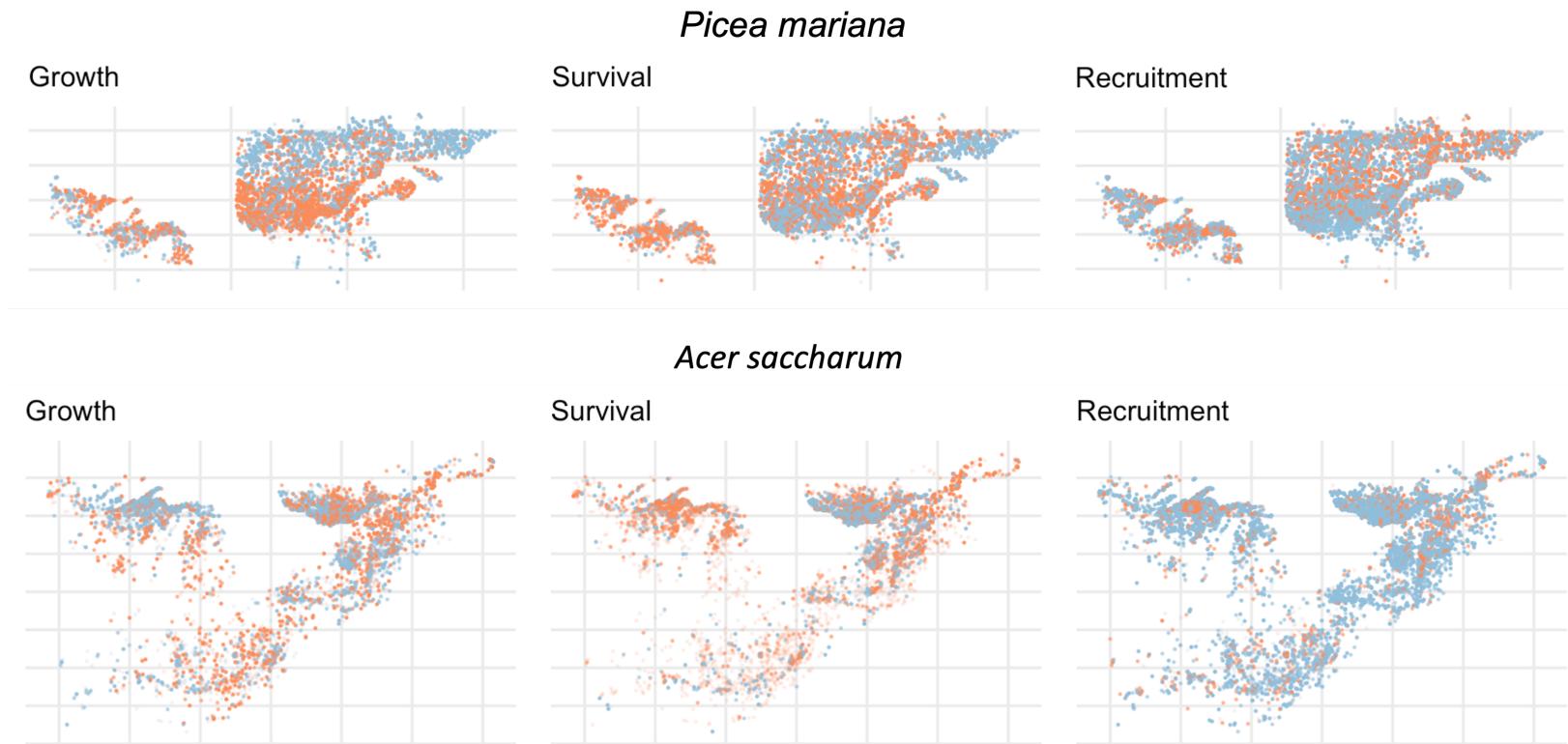
- Incertitude des paramètres

Les différentes sources de variabilité

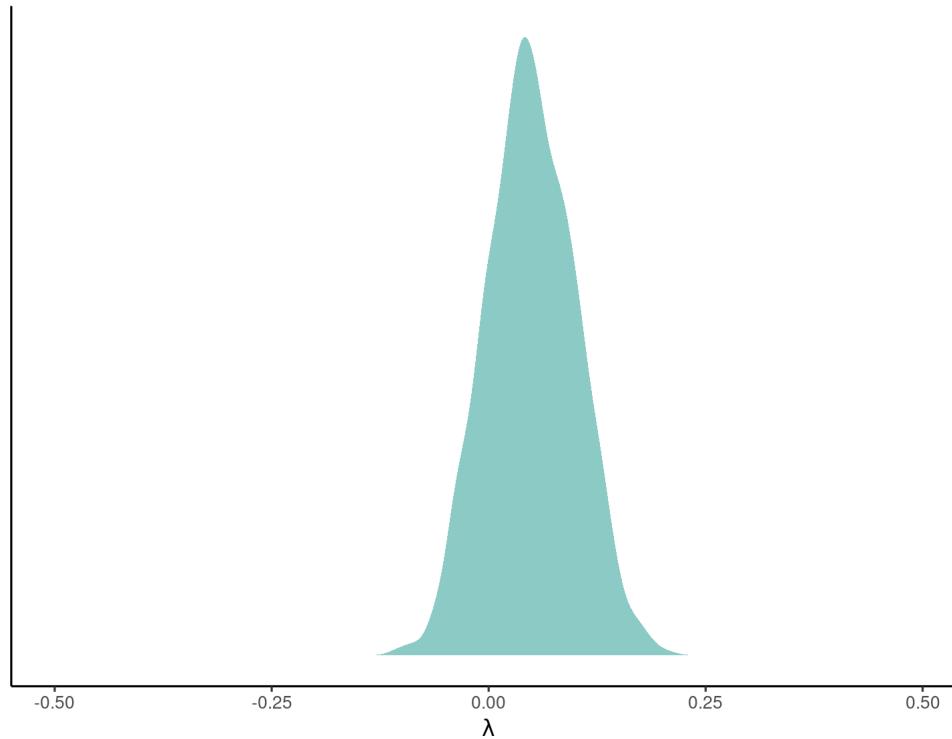


- Incertitude des paramètres
- Stochasticité environnementale

hétérogénéité spatiale dans chaque modèle démographique

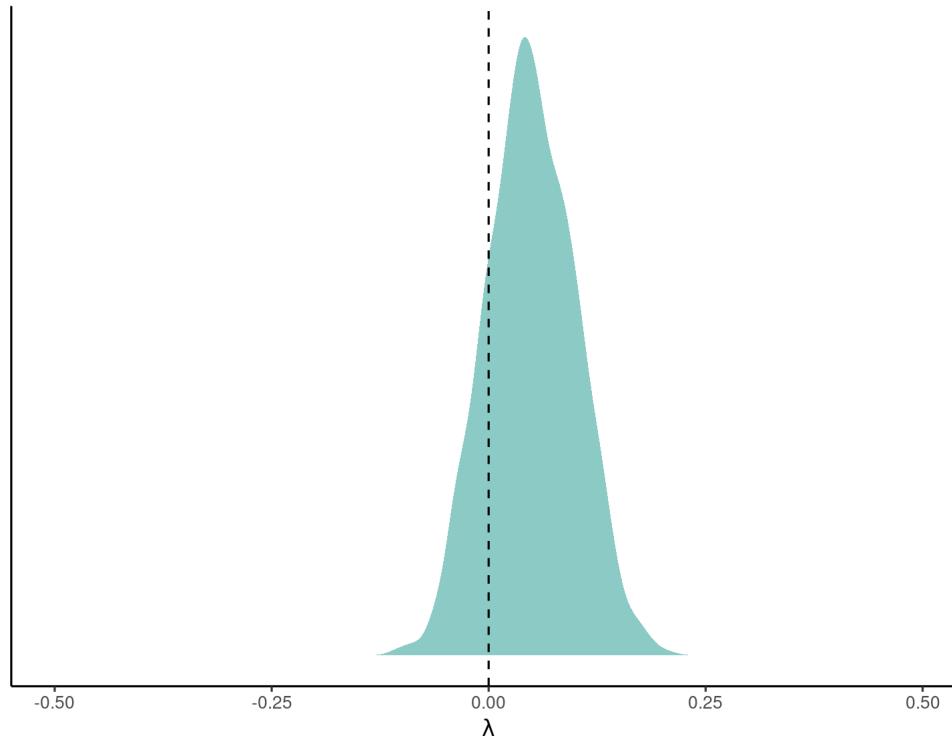


Les différentes sources de variabilité



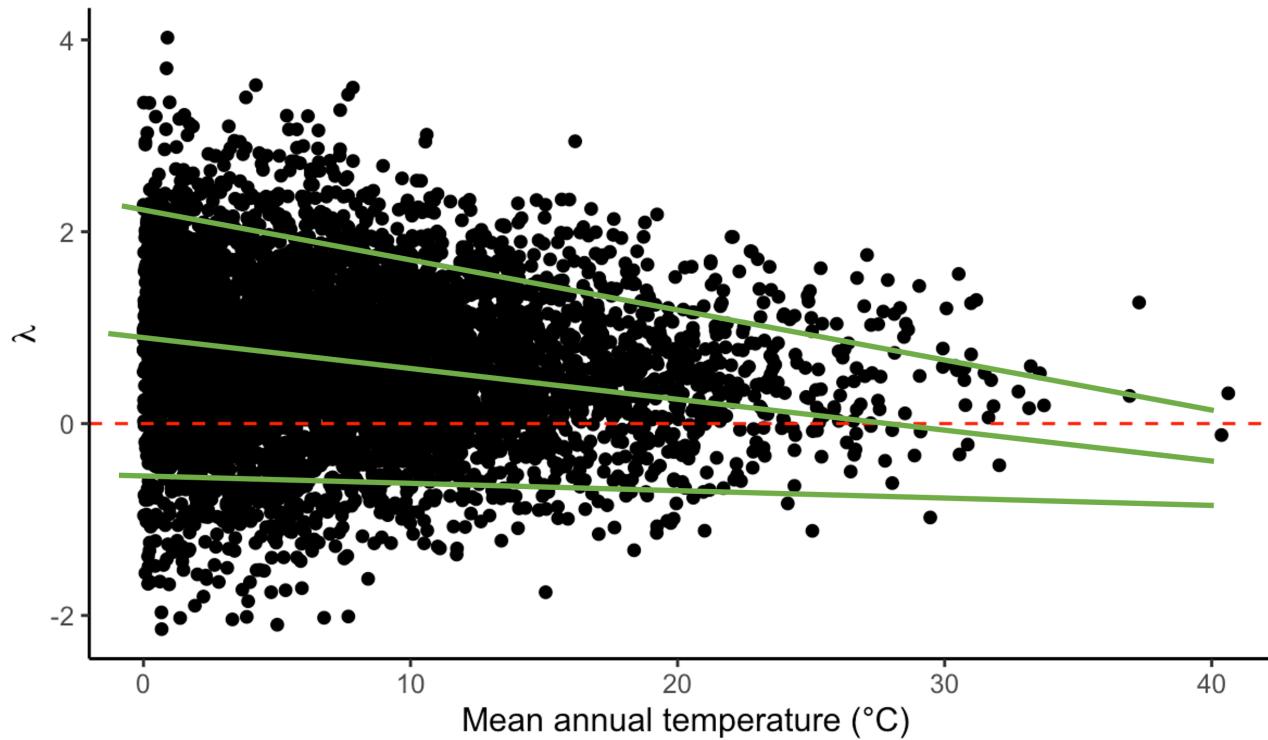
- Incertitude des paramètres
- Stochasticité environnementale
- hétérogénéité spatiale

Les différentes sources de variabilité



- Incertitude des paramètres
- Stochasticité environnementale
- hétérogénéité spatiale
- Taux d'extinction

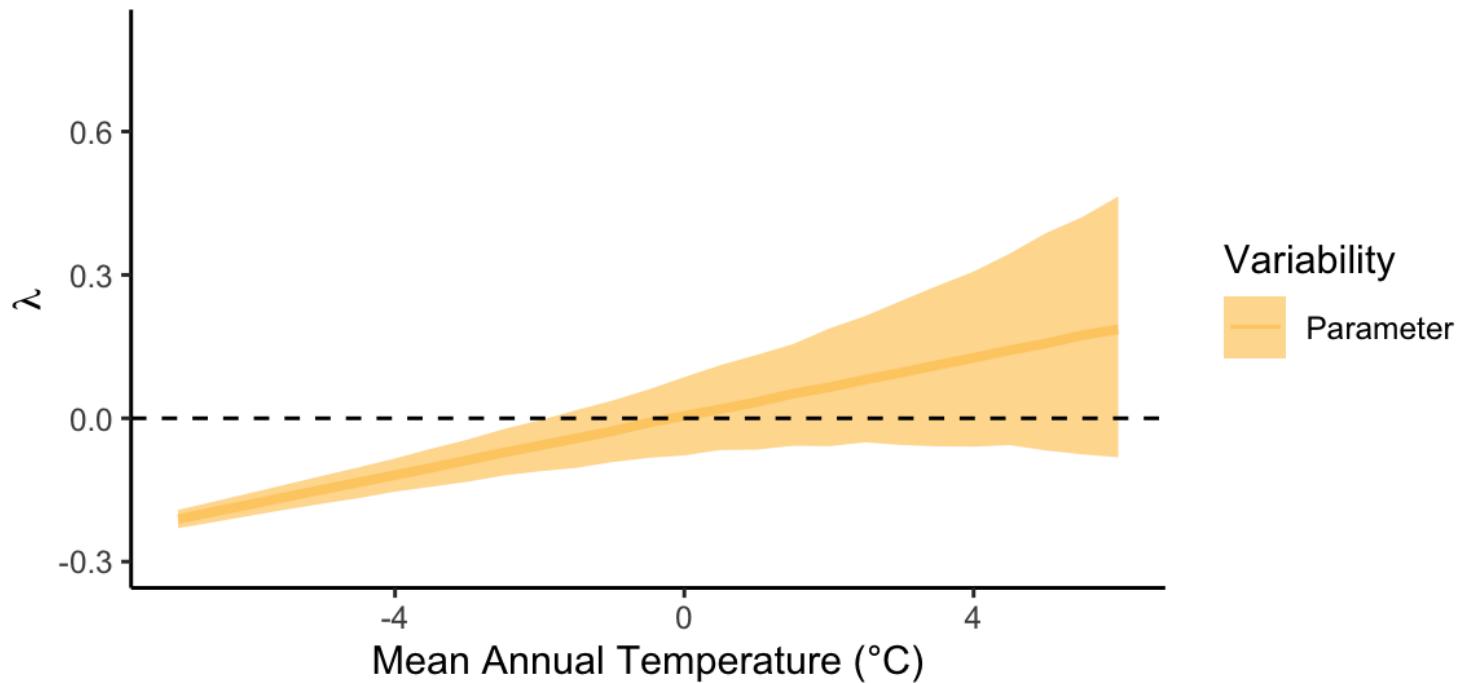
La variabilité dans le gradient de température



Résultats (préliminaires)

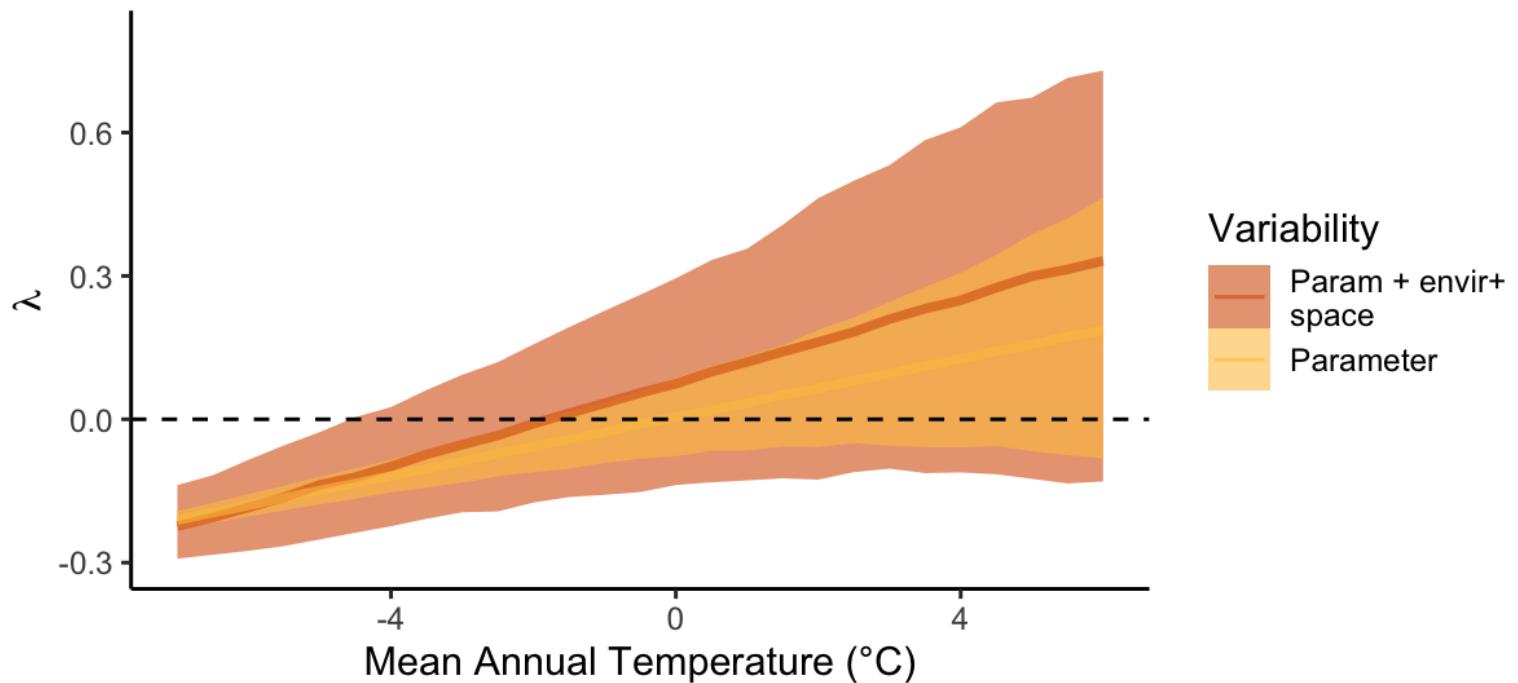
La variabilité environnementale et spatiale augmente la limite de l'aire de répartition

abies balsamea (distribution froide)



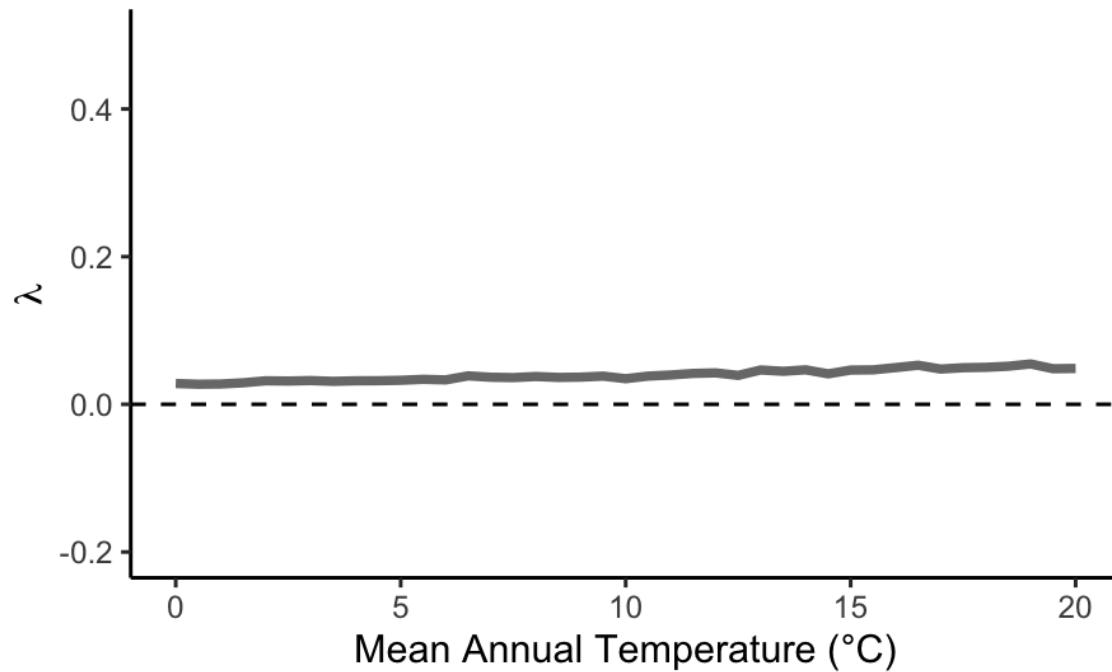
La variabilité environnementale et spatiale augmente la limite de l'aire de répartition

abies balsamea (distribution froide)



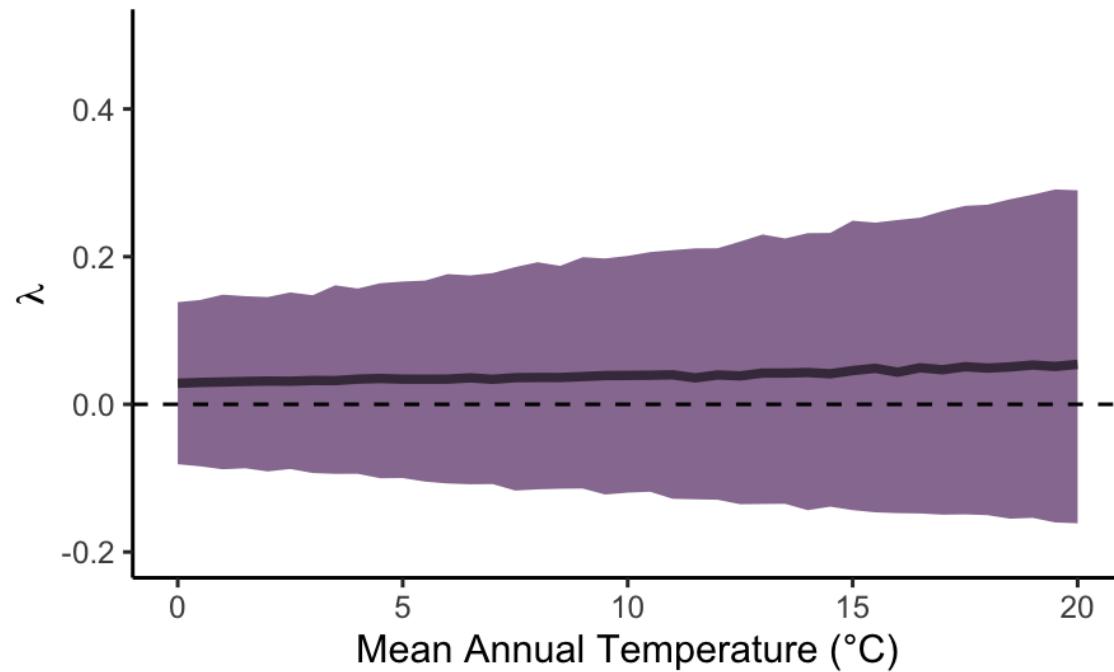
Le risque d'extinction peut augmenter même si la moyenne est constante

Picea mariana (distribution chaude)



Le risque d'extinction peut augmenter même si la moyenne est constante

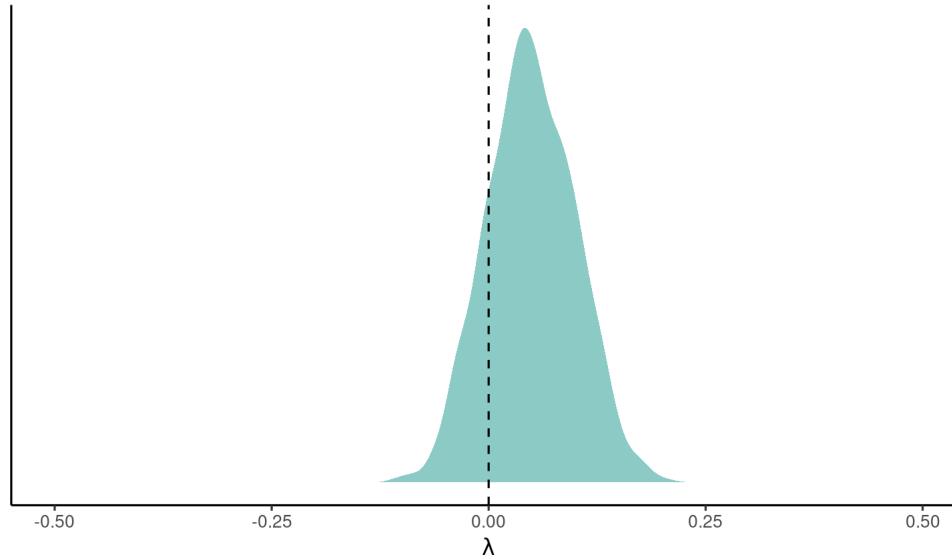
Picea mariana (distribution chaude)



Conclusion

- la démographie est plus sensible au climat qu'à la compétition
- La sensibilité à la compétition est plus importante au centre
- La variabilité joue un rôle considérable dans la limite de l'aire de répartition
- Réconciliation des échelles
- Démographie + métapopulation

$$\frac{dp}{dt} = \alpha p(1 - p) - \varepsilon p$$



Obrigado !

Dominique Gravel

Robert Bradley

Bill Shipley

Daniel Houle

Labo++

Amaël Le Squin

Andrew MacDonald

BIOS²



QUEBEC CENTRE
FOR BIODIVERSITY
SCIENCE

QUICC FOR

Quantifying and mapping the impact of climate
change on forest productivity in Eastern Canada



Canada

Natural Resources Canada
Canadian Forest Service