

Effet de l'interaction entre espèces et de l'aménagement forestier sur la démographie des arbres

Conséquences sur la distribution et productivité de la forêt québécoise

Willian Vieira

Superviseurs : Dominique Gravel & Robert Bradley

28 mars 2018





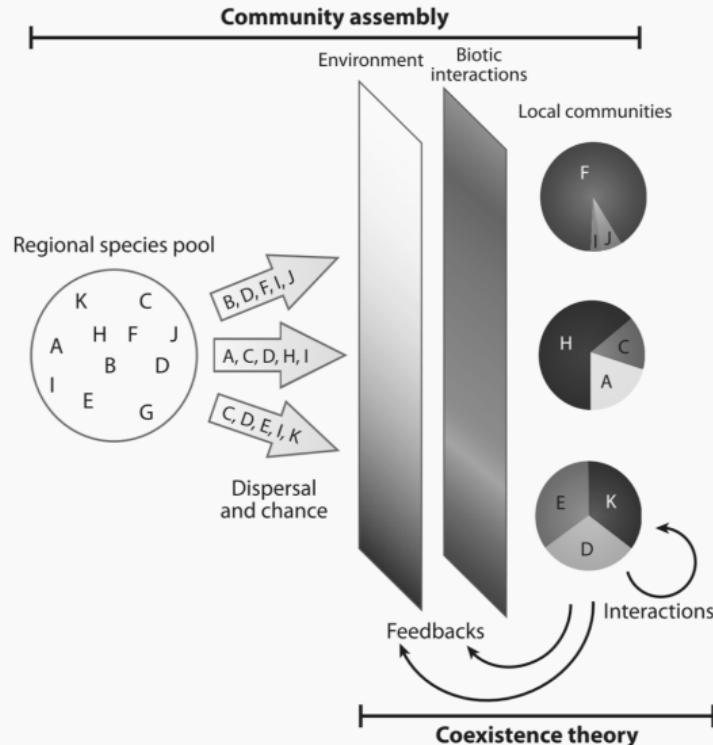
DÉFI ACTUEL - DISTRIBUTION FUTURE ATTENDUE FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

- Prediction de la distribution
- SDM = modèle climatique
- Manque de mécanismes écologiques



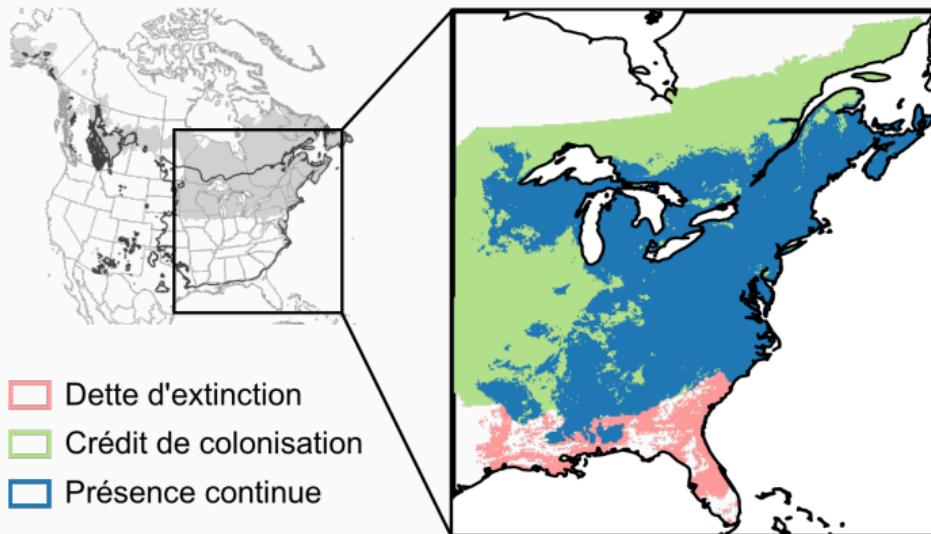


PLUSIEURS PROCESSUS ECOLOGIQUES INFLUENCENT L'ASSEMBLAGE DE COMMUNITÉ





LA FORÊT NE SUIT PAS LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

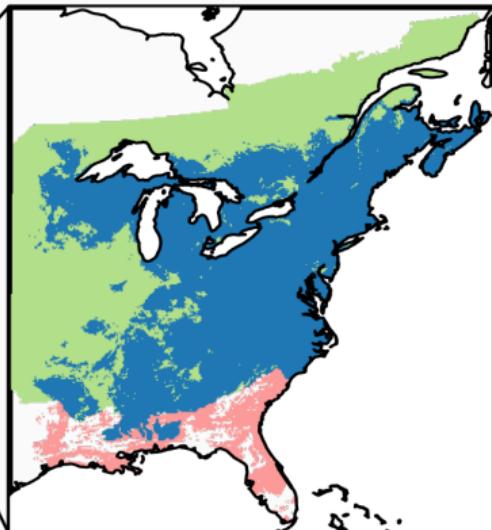




POSSIBLES CONSÉQUENCES



- Dette d'extinction
- Crédit de colonisation
- Présence continue



Aptitude/Productivité

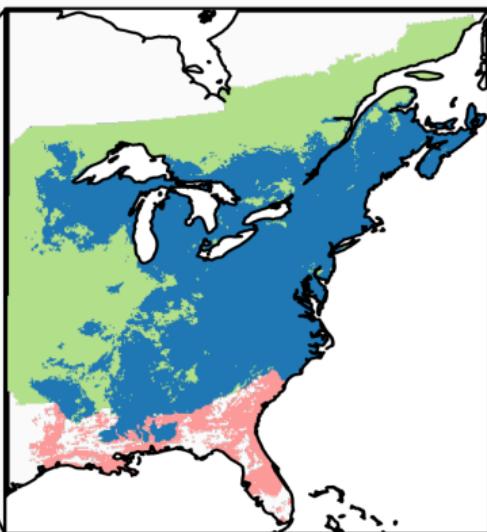




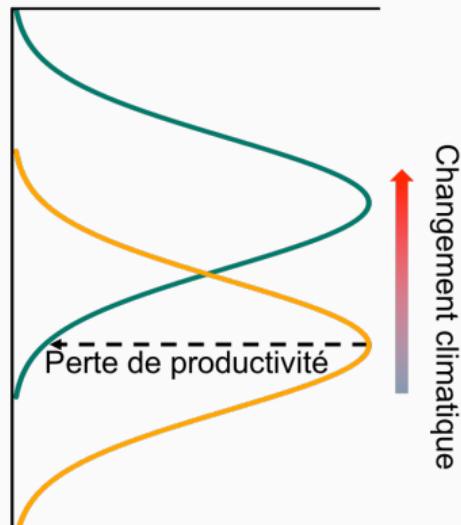
POSSIBLES CONSÉQUENCES



- Dette d'extinction
- Crédit de colonisation
- Présence continue



Aptitude/Productivité





CADRE THÉORIQUE - EXPANSION DES ESPÈCES

$$2 \times \sqrt{rD}$$

r taux de croissance de la population

D coefficient de diffusion

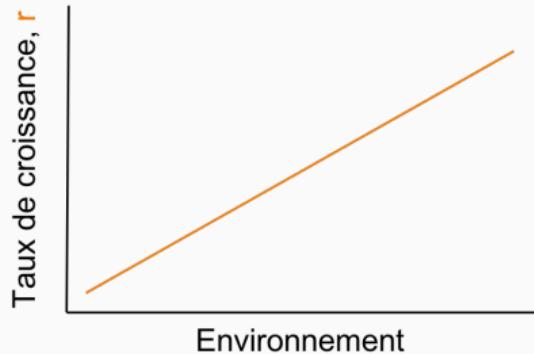
CADRE THÉORIQUE - EXPANSION DES ESPÈCES

$$2 \times \sqrt{rD}$$

r = natalité – mortalité

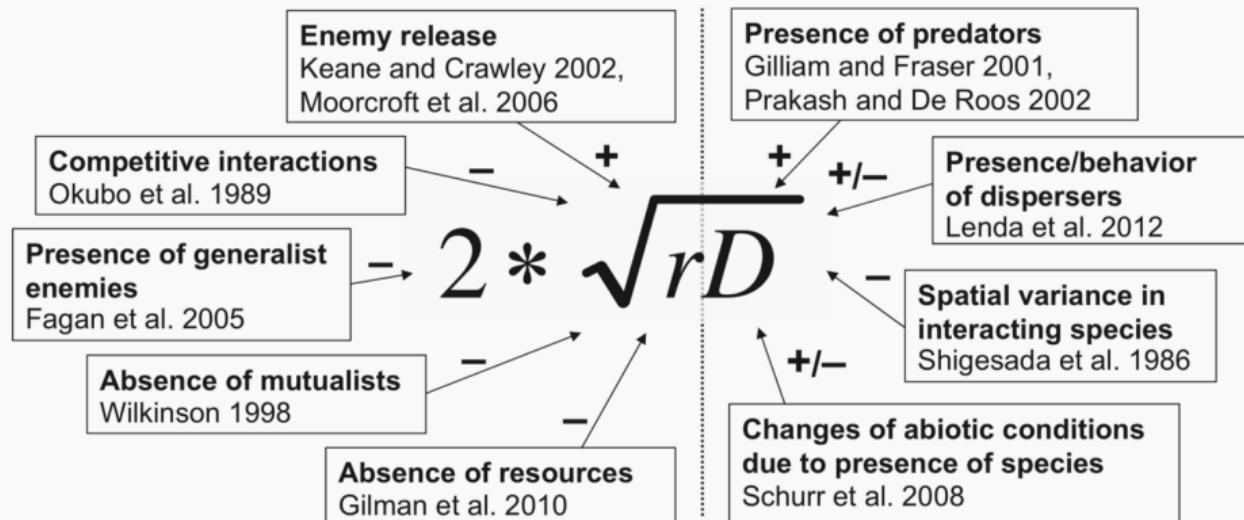
Démographie dépendante de l'environnement

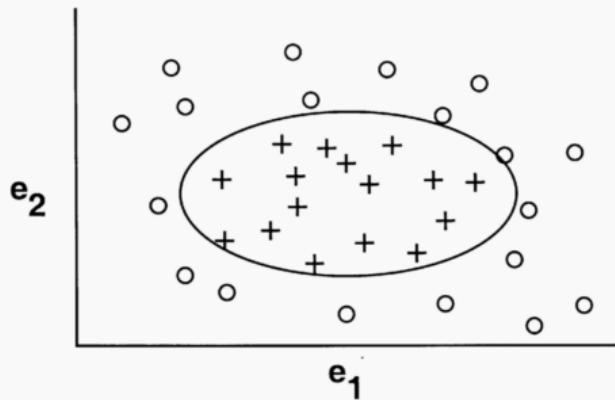
- Dynamique de la population



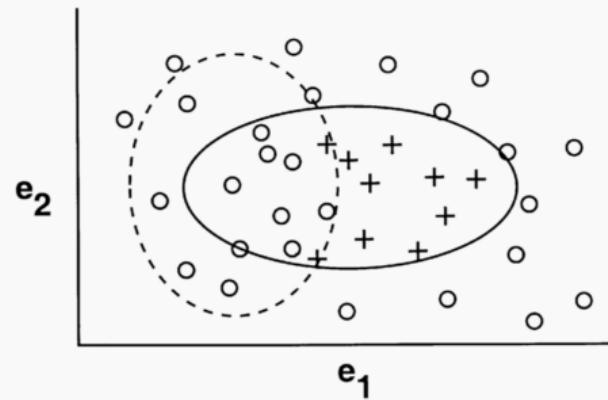


CADRE THÉORIQUE - IMPACT DES INTERACTIONS DES ESPÈCES SUR L'EXPANSION DES ESPÈCES





A. Grinnellian Niche



B. Hutchinsonian Realized Niche



CADRE THÉORIQUE - INTÉGRATION DE L'AMÉNAGEMENT FORESTIER



$$2 \times \sqrt{rD}$$

Eclaircie Plantation

A mathematical equation $2 \times \sqrt{rD}$ is centered. Two arrows point from the words "Eclaircie" (clearing) and "Plantation" (planting) towards the right side of the equation.





OBJECTIFS

Intégrer l'aménagement forestier et les interactions entre espèces au sein des modèles théoriques afin de mieux prédire la distribution et la productivité des espèces



OBJECTIFS

Intégrer l'aménagement forestier et les interactions entre espèces au sein des modèles théoriques afin de mieux prédire la distribution et la productivité des espèces



L'aménagement forestier peut-il augmenter
le taux de migration de la forêt vers le nord?



Intégrer l'aménagement forestier et les interactions entre espèces au sein des modèles théoriques afin de mieux prédire la distribution et la productivité des espèces



L'aménagement forestier peut-il augmenter
le taux de migration de la forêt vers le nord?



La stochasticité environnementale et démographique reste
important quand on regarde son effet à large échelle?



Intégrer l'aménagement forestier et les interactions entre espèces au sein des modèles théoriques afin de mieux prédire la distribution et la productivité des espèces



L'aménagement forestier peut-il augmenter
le taux de migration de la forêt vers le nord?



La stochasticité environnementale et démographique reste
important quand on regarde son effet à large échelle?



Quand et comment les interactions bio-
tiques sont plus importantes que le climat
pour définir la limite de l'aire de répartition?



Intégrer l'aménagement forestier et les interactions entre espèces au sein des modèles théoriques afin de mieux prédire la distribution et la productivité des espèces



L'aménagement forestier peut-il augmenter
le taux de migration de la forêt vers le nord?



La stochasticité environnementale et démographique reste
important quand on regarde son effet à large échelle?



Quand et comment les interactions biotiques sont plus importantes que le climat pour définir la limite de l'aire de répartition?

Quand et comment l'aménagement forestier peut-il impacter la productivité et les limites d'aire de répartition?

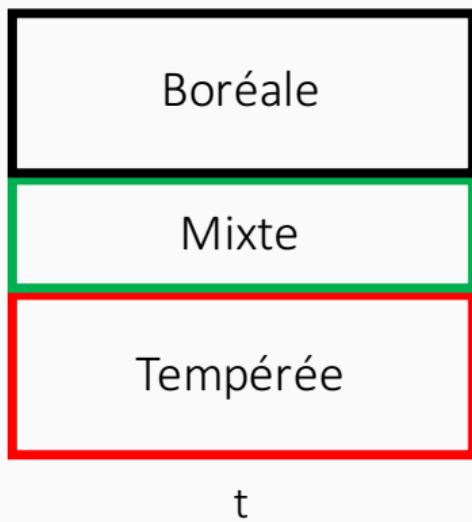
Pré-chapitre :

L'aménagement forestier peut-il augmenter le taux de migration des forêts québécoises aux changements climatiques?



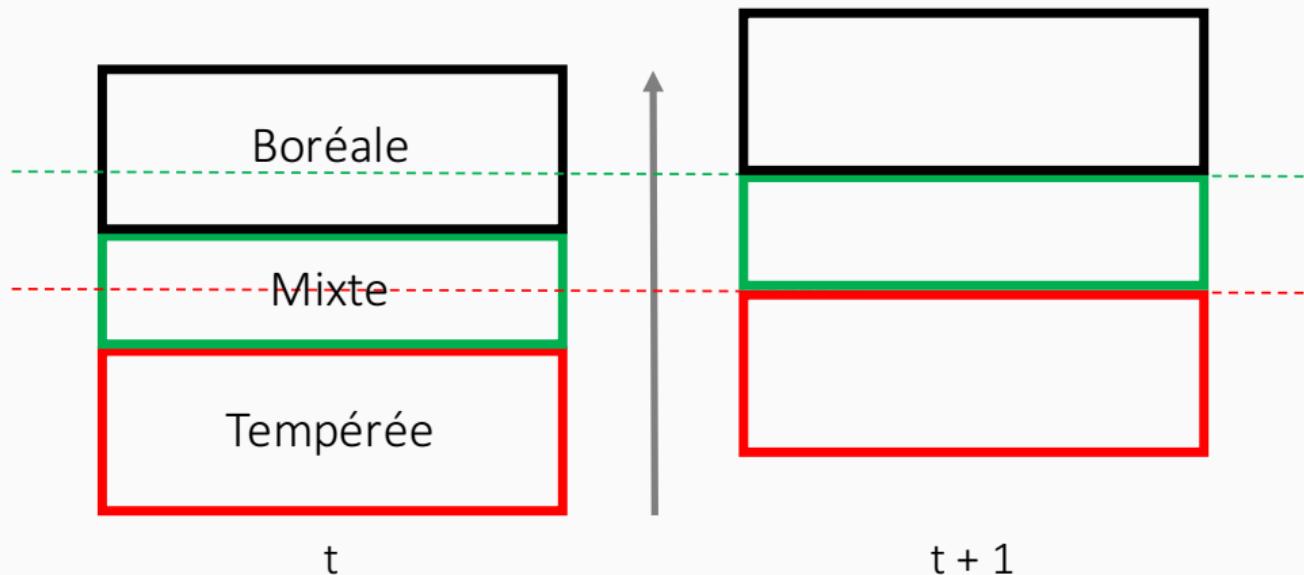


CONTEXTE - OBJECTIF



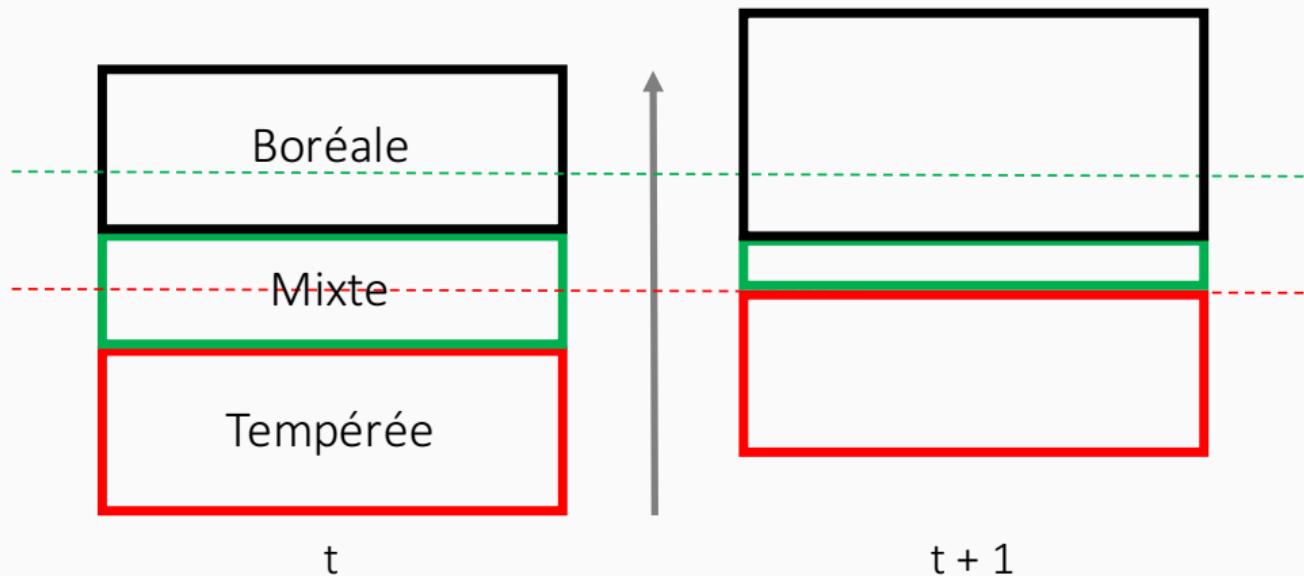


CONTEXTE - OBJECTIF



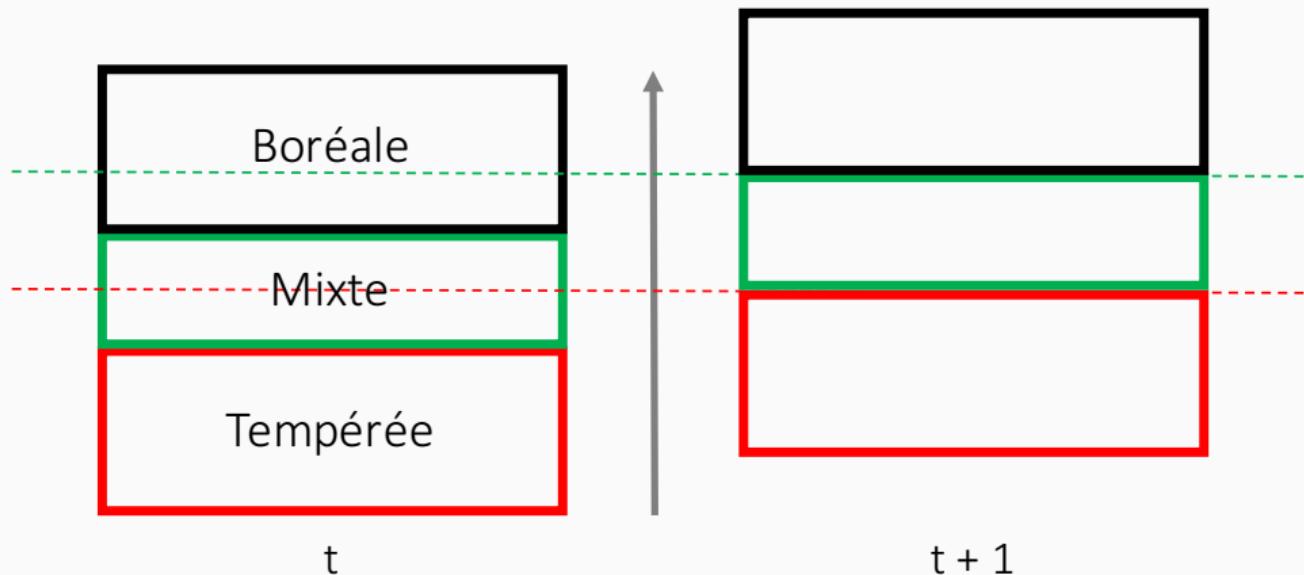


CONTEXTE - OBJECTIF



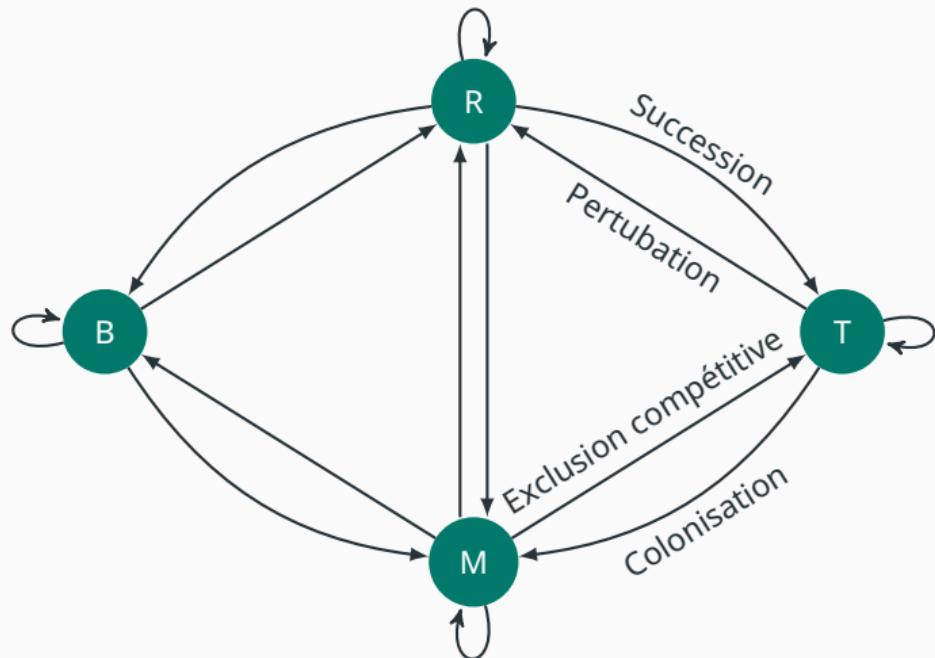


CONTEXTE - OBJECTIF





MODÈLE DE TRANSITION D'ÉTAT



- B** Boréale
- M** Mixte
- T** Tempérée
- R** Régénération



PRATIQUES D'AMÉNAGEMENT CONSIDÉRÉES DANS LE MODÈLE

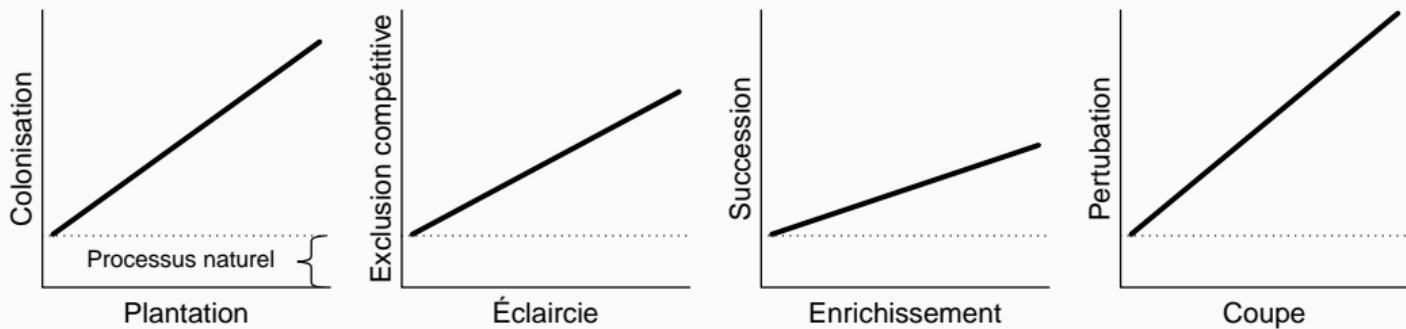
Aménagement forestier

1. Plantation
2. Coupe
3. Eclaircie
4. Enrichissement



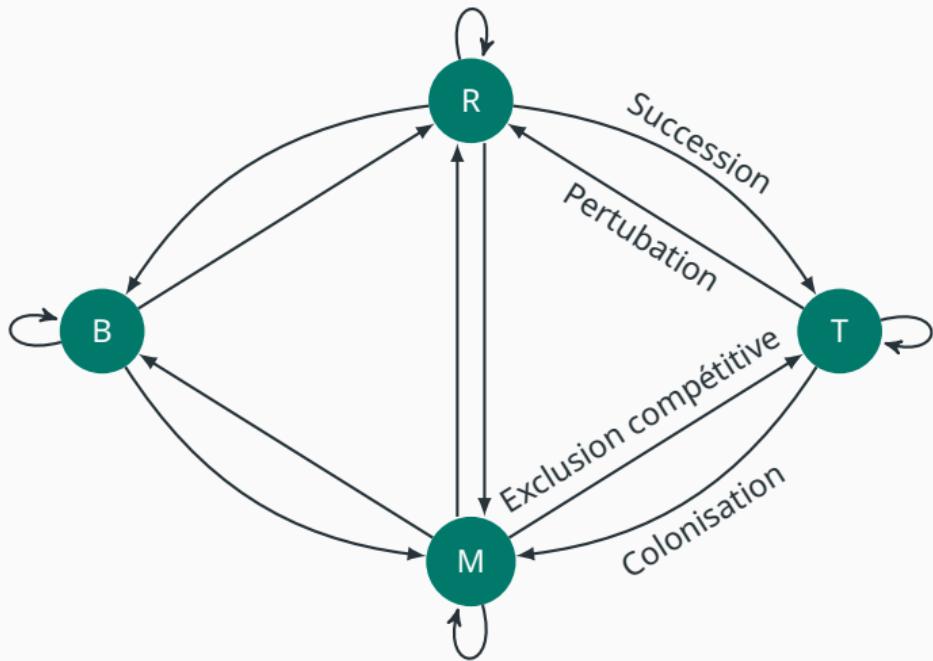


INTÉGRATION AVEC L'AMÉNAGEMENT FORESTIER





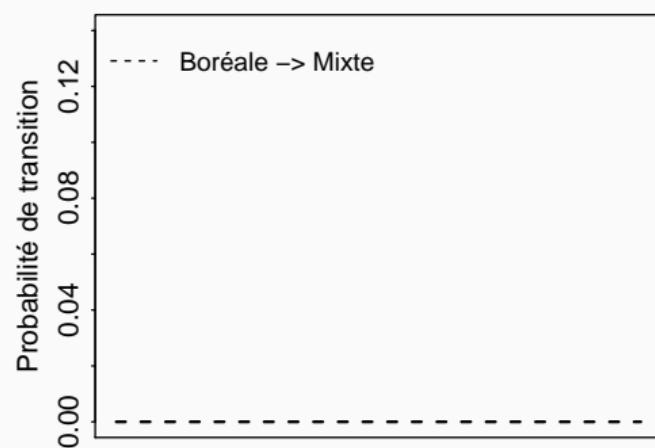
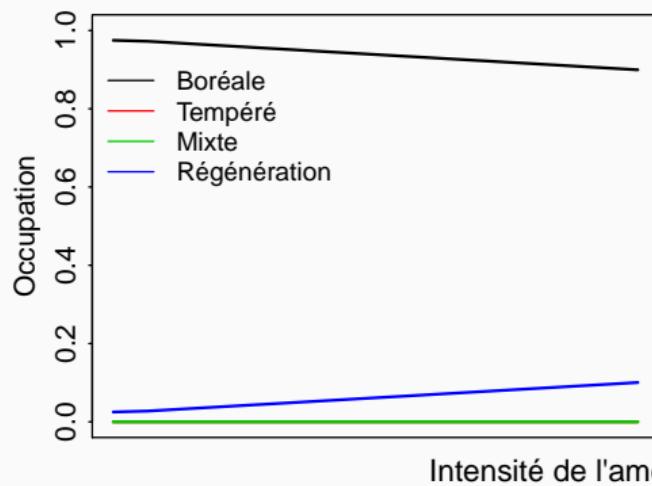
SIMULATIONS





RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

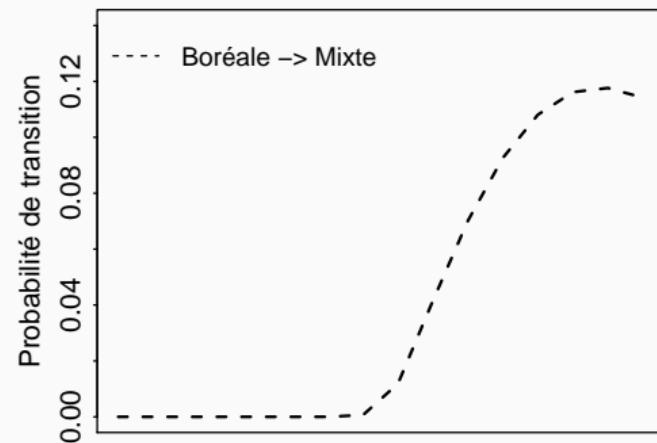
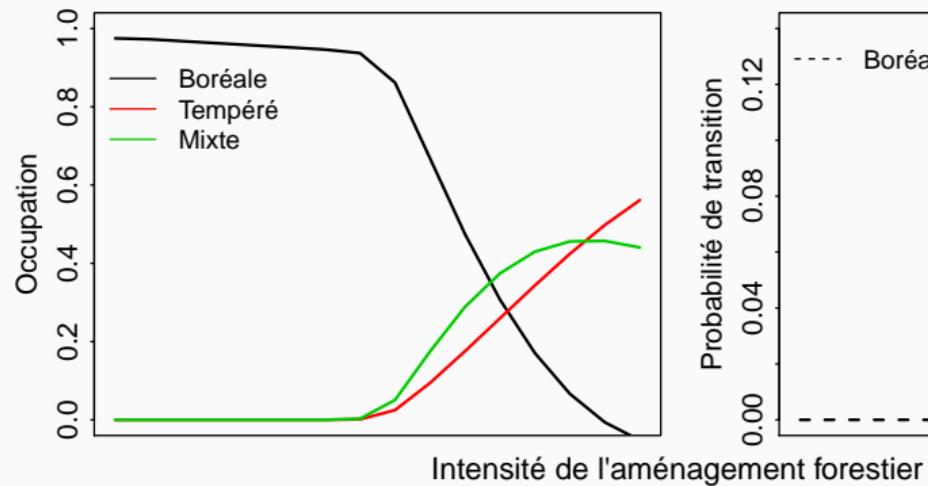
Effet de la **plantation** et de la **coupe**





RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

Effet de l'**éclaircie** (coupe selective de conifères)



Chapitre I :

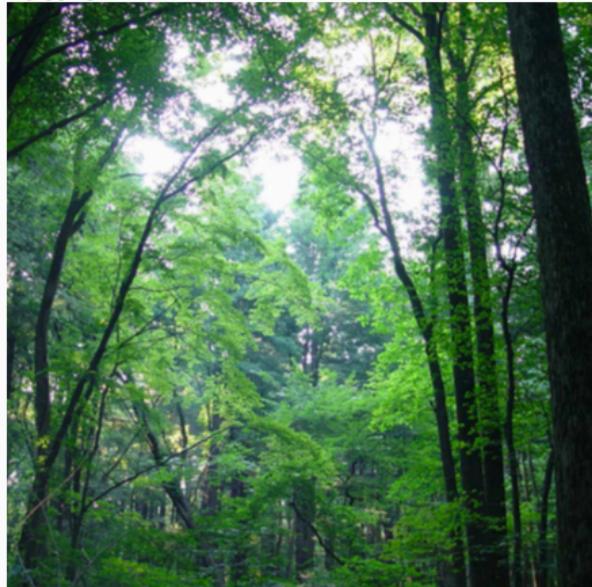
Le modèle de projection intégrale (IPM)





DYNAMIQUES FORESTIÈRES À DIFFÉRENTES ÉCHELLES SPATIALES

1. Locale



2. Régionale





AMÉNAGEMENT FORESTIER À DIFFÉRENTES ÉCHELLES SPATIALES

Éclaircie





AMÉNAGEMENT FORESTIER À DIFFÉRENTES ÉCHELLES SPATIALES

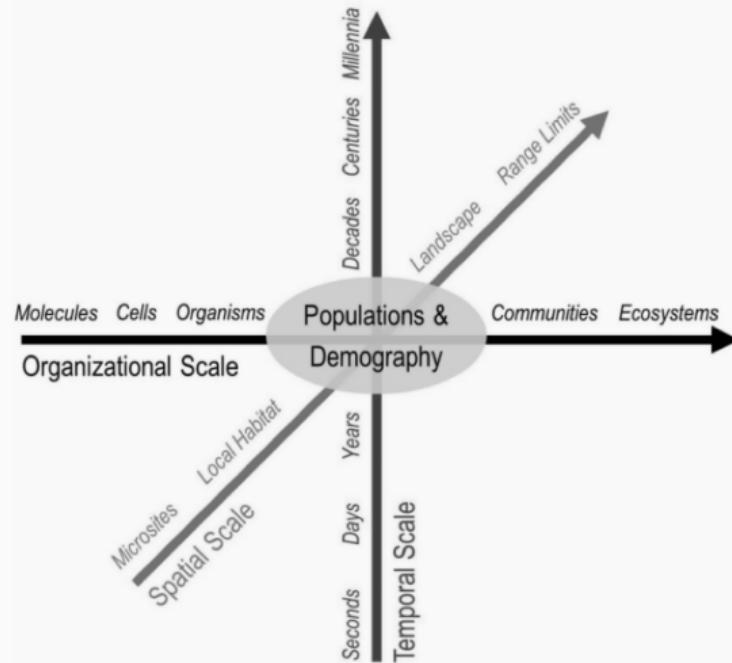
Plan de gestion





LA DÉMOGRAPHIE EN TANT QUE NŒUD CENTRAL ENTRE LES DIFFÉRENTES ÉCHELLES

Relier les taux vitaux aux dynamiques de population



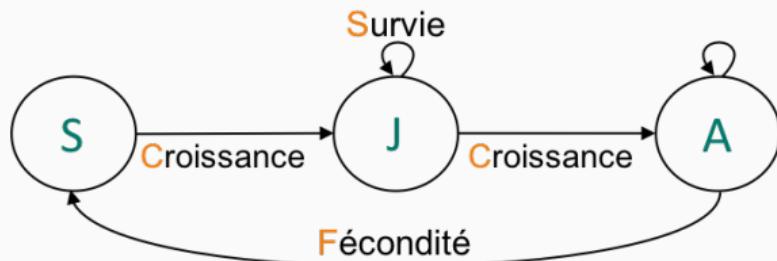


Modèle de population structuré sous stochasticité **environnementale et démographique**

- Modèle flexible
- Théoriques
- Appliqués

MODÈLE STRUCTURÉ À L'ÉCHELLE LOCALE

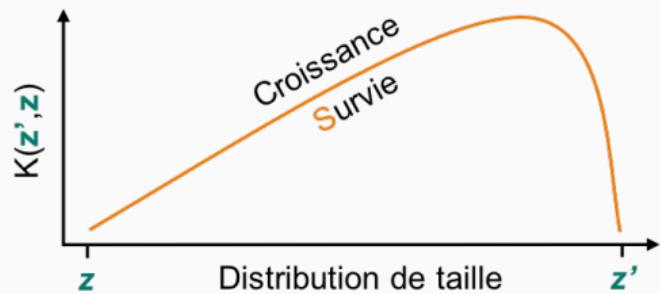
- Semence
- Juvénile
- Adulte



INTEGRAL PROJECTION MODELS (IPM)

$$n(z', t+1) = \int_{\Omega} \mathbf{k}(z', z) n(z, t) \, dx$$

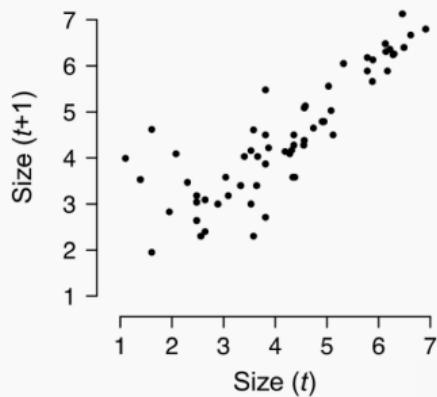
$$k(z', z) = [\underbrace{s(z)}_{\text{Survie}} \times \underbrace{g(z', z)}_{\text{Croissance}}] + \underbrace{F(z', z)}_{\text{Fecundité}}$$



$$\log(z'_{ij}) = a_j + b_j \log(z_{ij})$$

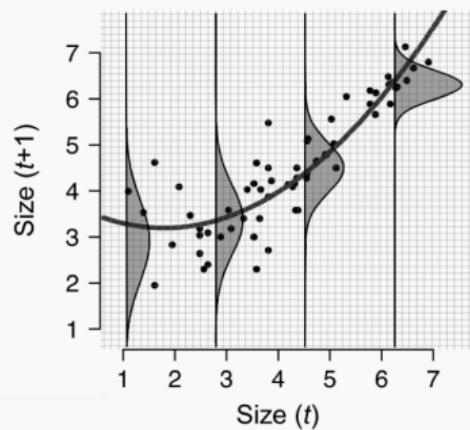
(a)

Data



(b)

Vital rate models





IPM **déterministe** en fonction de la taille (z' , z)



IPM **déterministe** en fonction de la taille (z' , z)



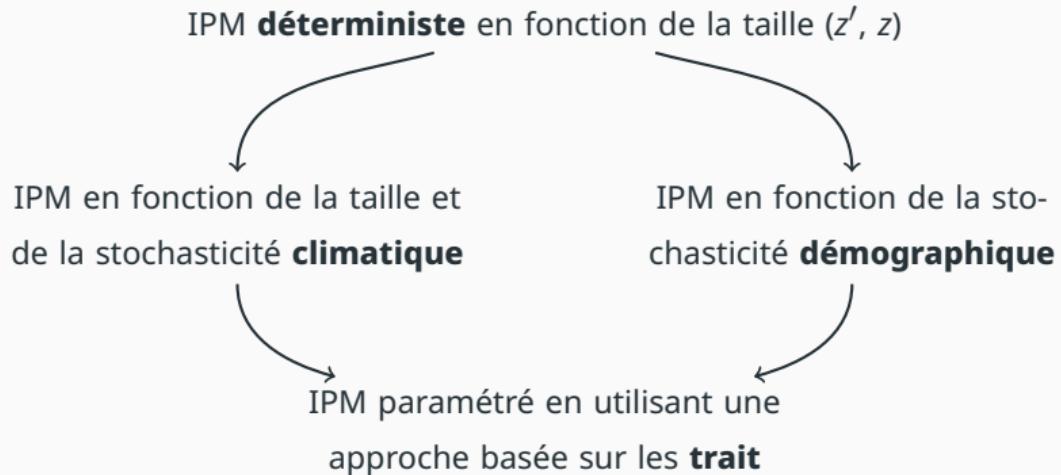
IPM en fonction de la taille et
de la stochasticité **climatique**



IPM **déterministe** en fonction de la taille (z' , z)

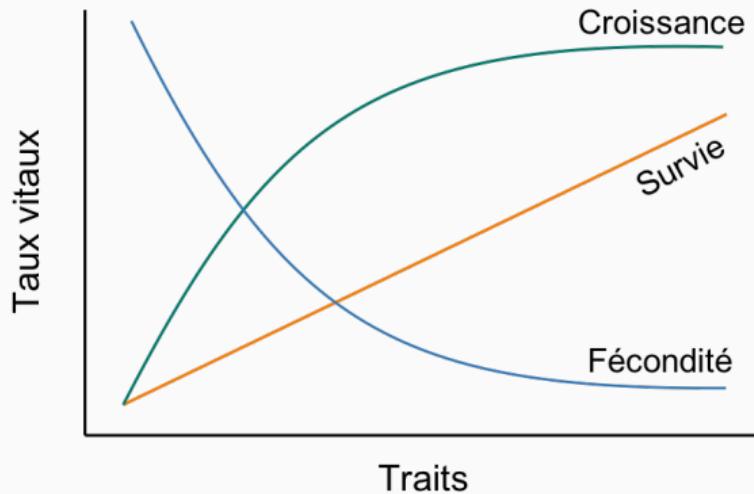
IPM en fonction de la taille et
de la stochasticité **climatique**

IPM en fonction de la sto-
chasticité **démographique**



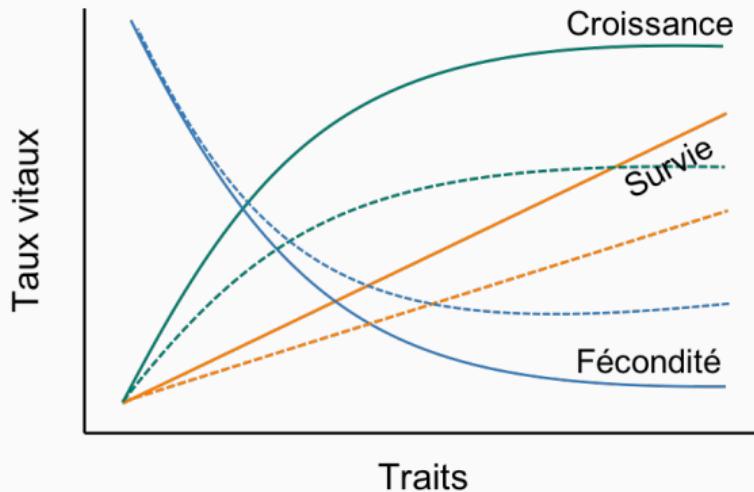


RÉSULTATS ATTENDUS - LIEN ENTRE TRAITS ET TAUX VITIAUX



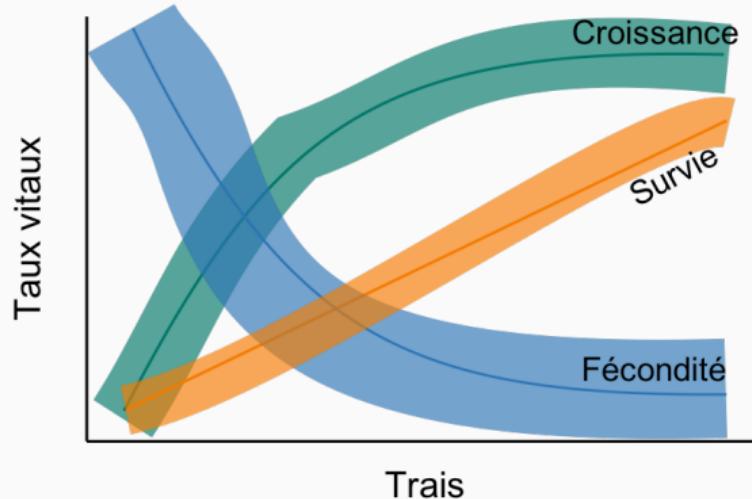


RÉSULTATS ATTENDUS - LIEN ENTRE TRAITS ET TAUX VITIAUX EN FONCTION DU CLIMAT





RÉSULTATS ATTENDUS - LIEN ENTRE TRAITS ET TAUX VITIAUX STOCHASTIQUE



Chapitre II :

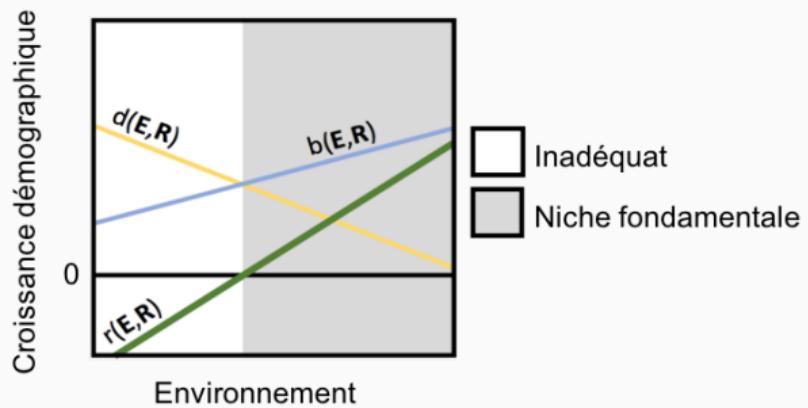
Effet du climat et des interactions biotiques sur la dynamique d'aire de répartition des espèces





DYNAMIQUE AU NIVEAU DE LA POPULATION

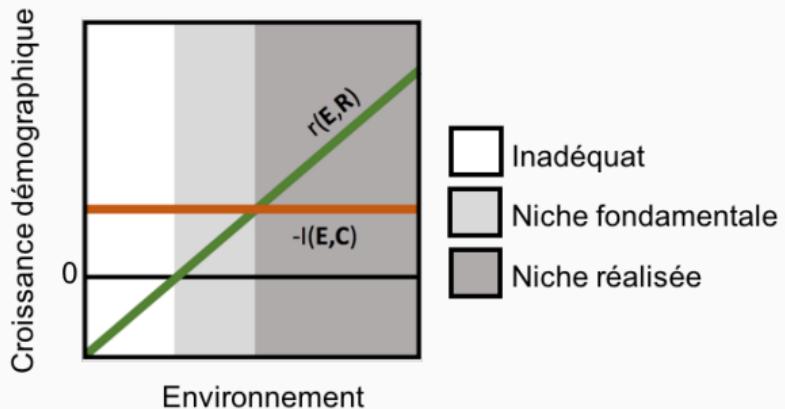
Des taux vitaux déterminent l'aire de répartition des espèces





DYNAMIQUE AU NIVEAU DE LA COMMUNAUTÉ

Et l'interaction entre espèces détermine-t-elle aussi l'aire de répartition des espèces ?





OBJECTIFS

Tester si la formulation de **Godsoe et al.** 2017 est applicable à un **système forestier**

1. Taux vitaux

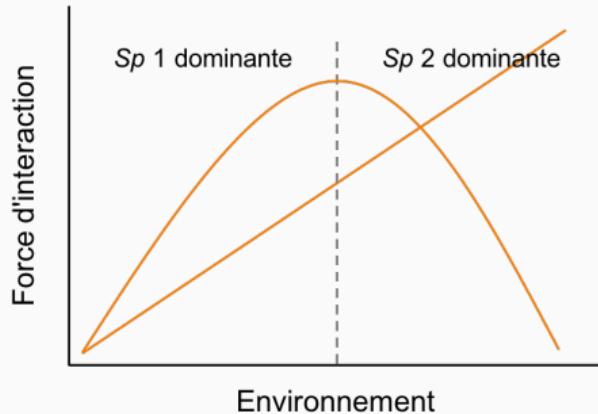
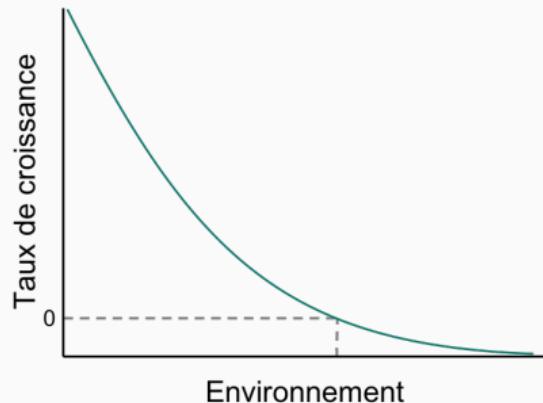
- Interaction entre espèces
- Climat

2. Taux de croissance



OBJECTIFS - RÉSULTATS ATTENDUS

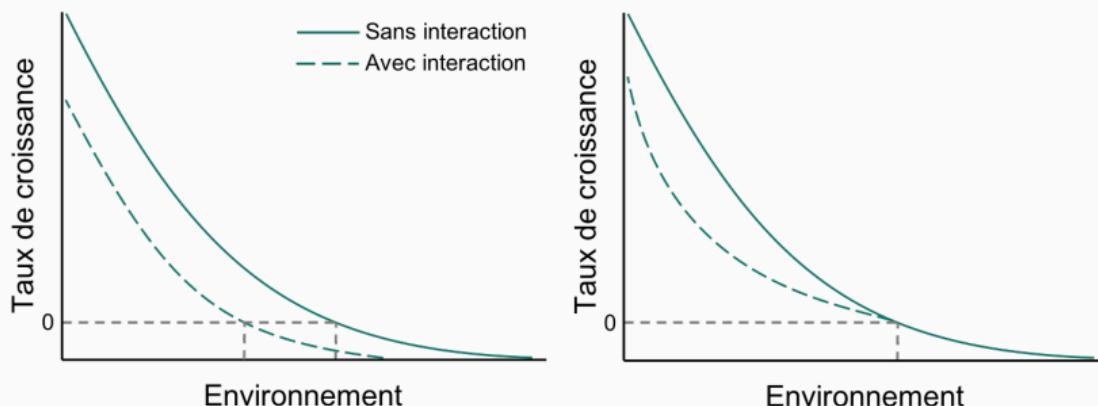
Comment le taux de croissance et la force d'interaction entre espèces varient sur un gradient environnementale?





OBJECTIFS - RÉSULTATS ATTENDUS

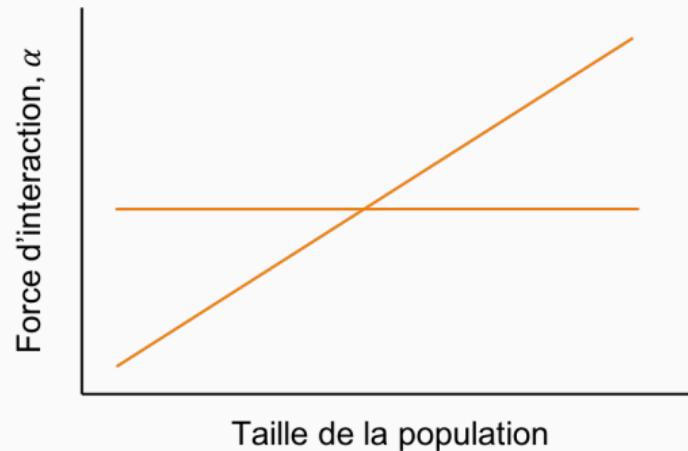
Quelle est la part relative des interactions biotiques et du le climat dans la définition de la limite de l'aire de répartition ?





OBJECTIFS - RÉSULTATS ATTENDUS

Les espèces les plus abondantes sont-elles aussi celles qui ont la plus grande force d'interaction ?



Chapitre III :

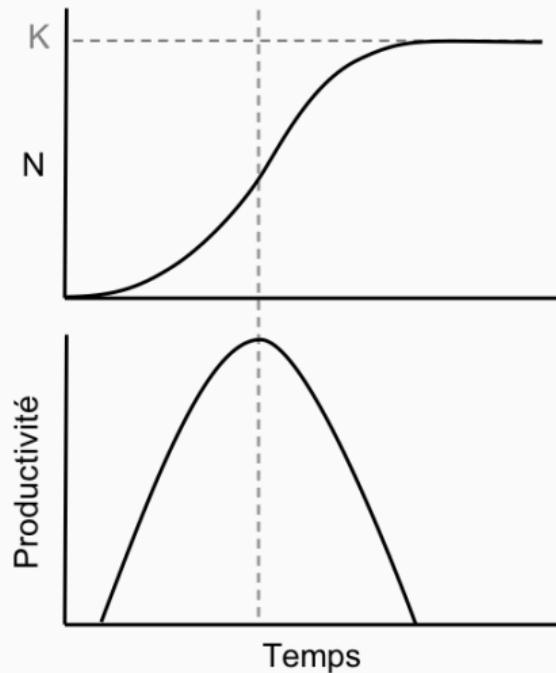
Effet de l'aménagement forestier sur le taux de croissance des espèces

Conséquences pour la productivité





LIEN ENTRE TAUX DE CROISSANCE ET PRODUCTIVITÉ



EFFETS DE L'AMÉNAGEMENT FORESTIER



- Colonisation



- Perturbation



- Coexistence



- Competition

Croissance × Survie = *r*



EFFETS DE L'AMÉNAGEMENT FORESTIER - ÉCLAIRCIE

Positif

- Disponibilité de la lumière
- Disponibilité en eau du sol
- Azote

Negatif

- Habitat disponible
- Invasion d'ericacées



OBJECTIFS

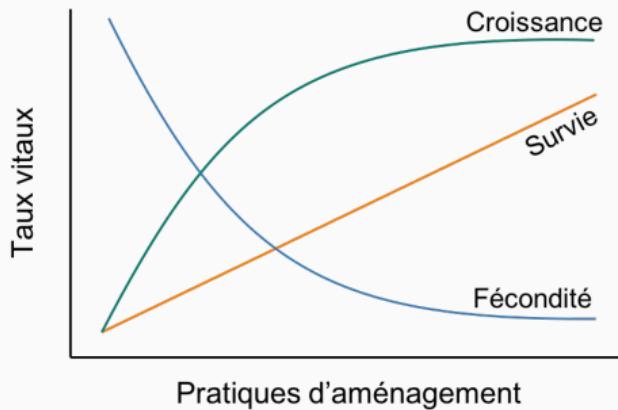
Tester si l'**aménagement forestier** peut avoir un impact sur le **taux de croissance** de la population et donc sur la **productivité** forestière.

1. Taux vitaux
 - Interaction entre espèces
 - Climat
2. Taux de croissance ou productivité



OBJECTIFS - RÉSULTATS ATTENDUS

Comment les pratiques d'aménagement interagissent avec les taux vitaux de la population dans un contexte de changement climatique et d'interaction entre les espèces ?

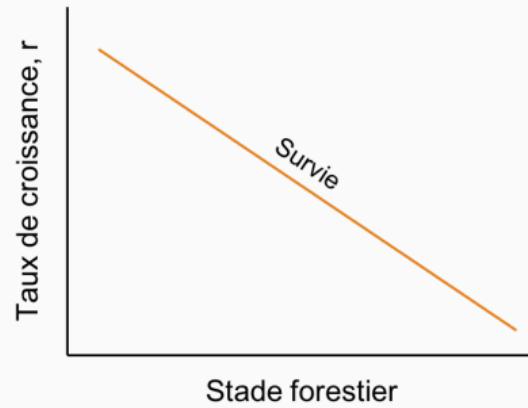
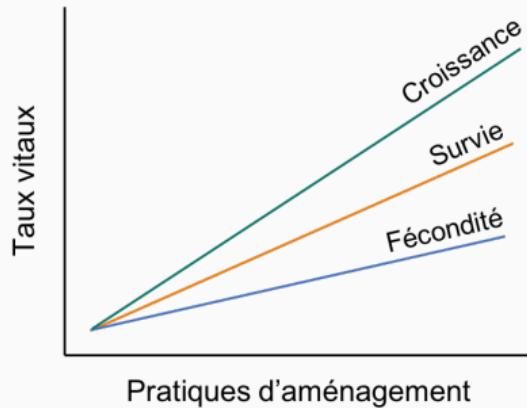




OBJECTIFS - RÉSULTATS ATTENDUS

Quel est le taux vital le plus sensible aux pratiques d'aménagement?

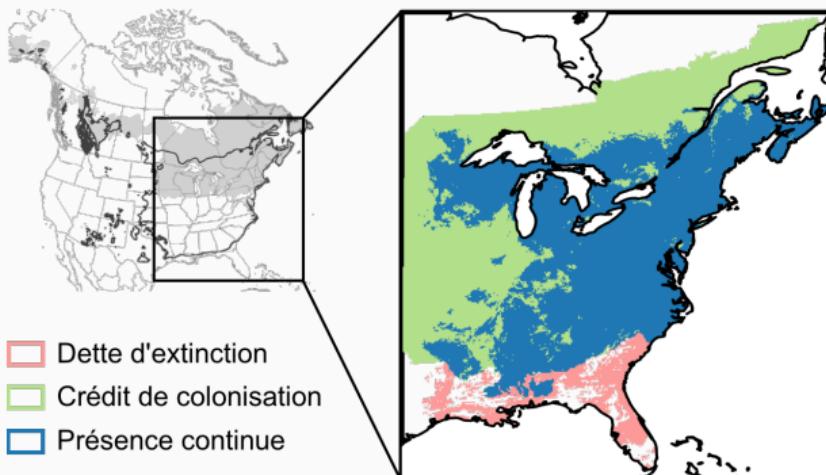
Pour chaque taux vital, quel stade forestier de la population est le plus sensible aux pratiques d'aménagement?





OBJECTIFS - RÉSULTATS ATTENDUS

Quelles sont les régions cibles pour l'aménagement forestier?



Conclusion





CONTRIBUTIONS POSSIBLES DU PROJET

1. **IPM** : modèle stochastique + approche par trait
 - Vers une approche plus modulaire
2. Interaction **taux de croissance** locale X **dynamique d'air de répartition** régionale
 - Vers une approche intégrative
3. Effet de l'**aménagement forestier** sur le **taux de croissance**

Obrigado!

Bill SHIPLEY

Daniel HOULE

Dominique ARSENEAULT

Dominique GRAVEL

Robert L. BRADLEY



