

# 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





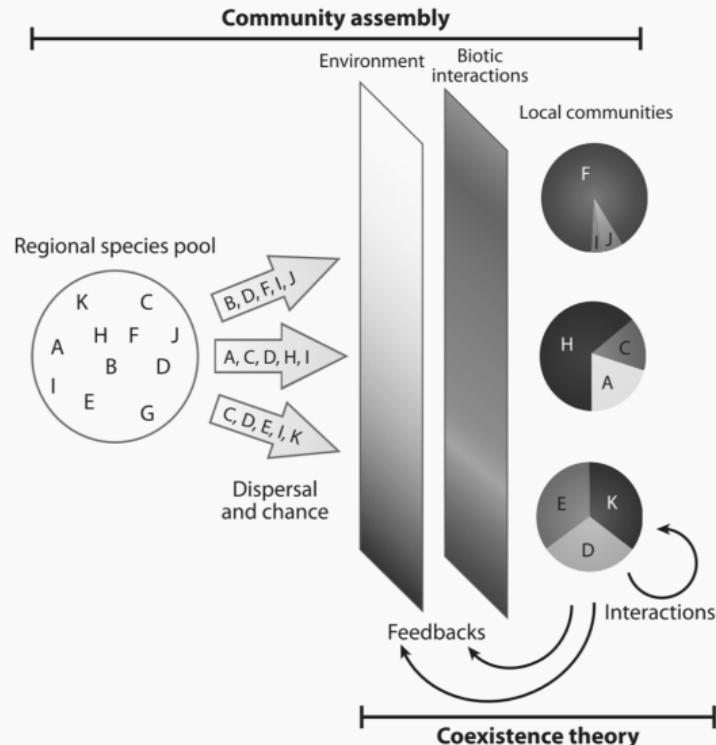
## DÉFI ACTUEL - DISTRIBUTION FUTURE ATTENDUE FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

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



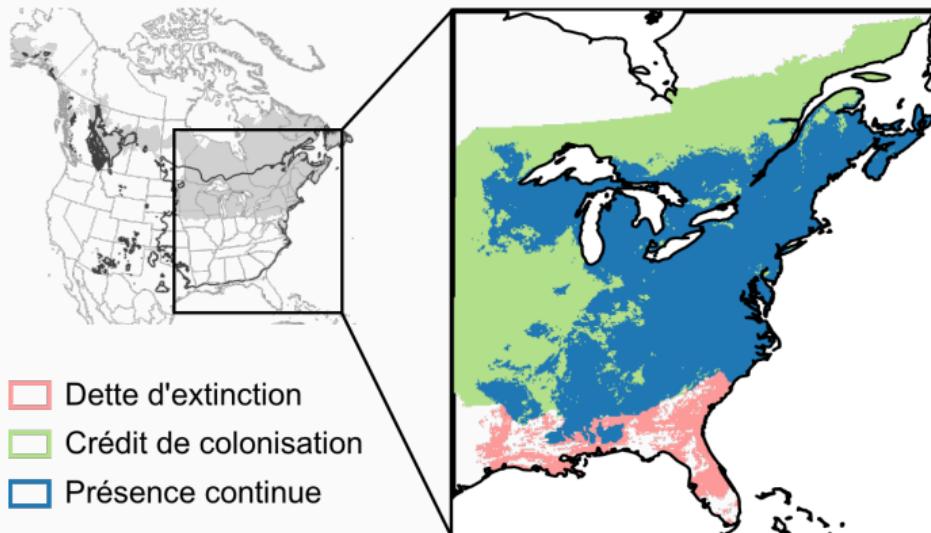


## PLUSIEURS PROCESSUS ECOLOGIQUES INFLUENCENT L'ASSEMBLAGE DE COMMUNITÉ





## LA FORÊT NE SUIT PAS LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

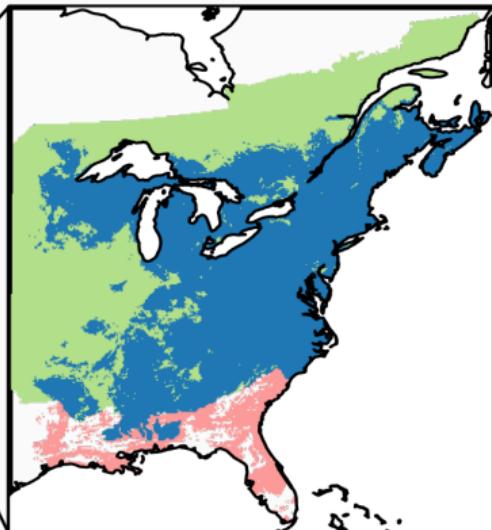




## POSSIBLES CONSÉQUENCES



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



Aptitude/Productivité

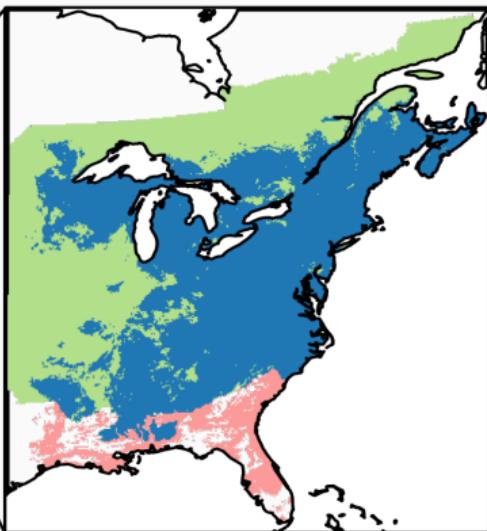




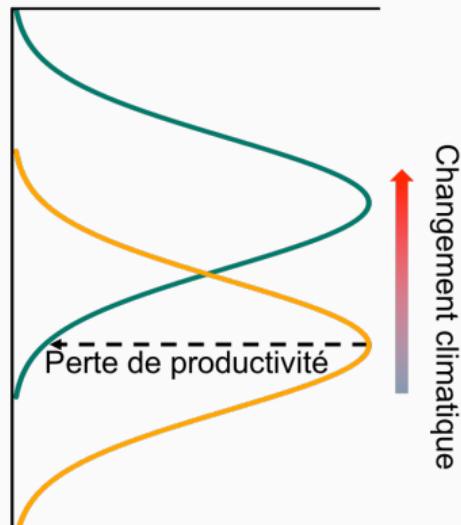
## POSSIBLES CONSÉQUENCES



- 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

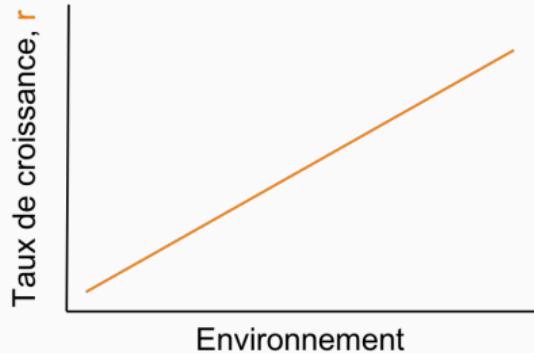
## CADRE THÉORIQUE - EXPANSION DES ESPÈCES

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

$r$  = natalité – mortalité

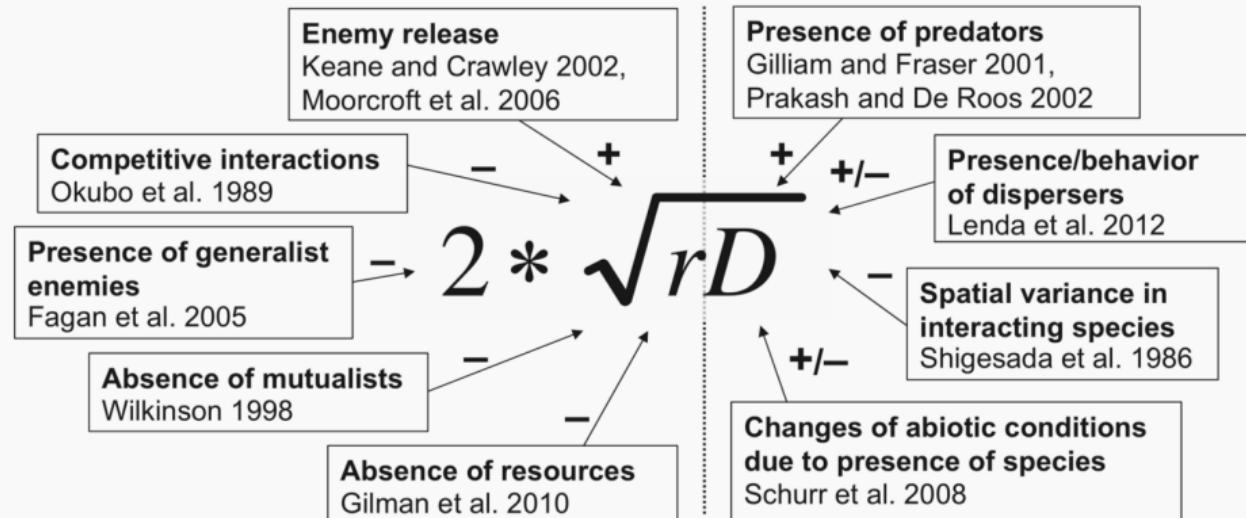
Démographie dépendante de l'environnement

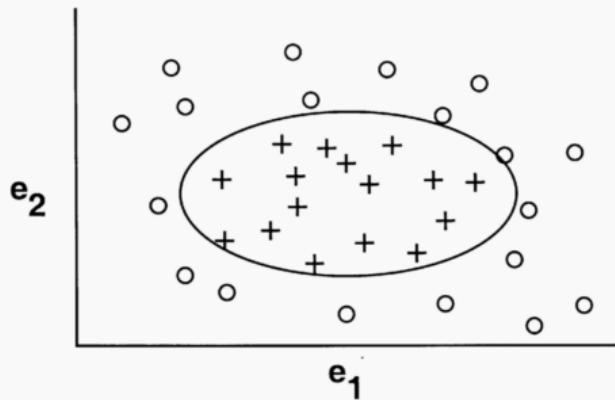
- Dynamique de la population



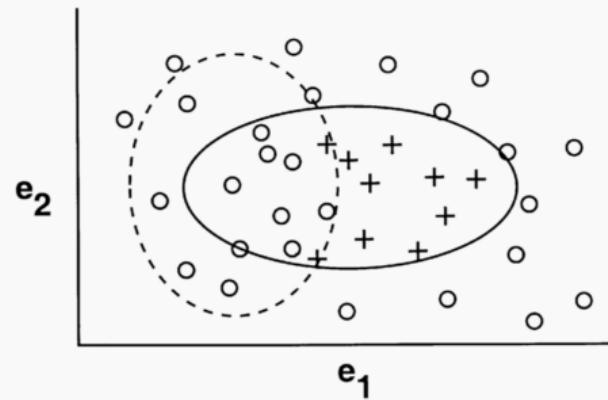


## CADRE THÉORIQUE - IMPACT DES INTERACTIONS DES ESPÈCES SUR L'EXPANSION DES ESPÈCES





**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" and "Plantation" to the terms  $\sqrt{rD}$  in 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?

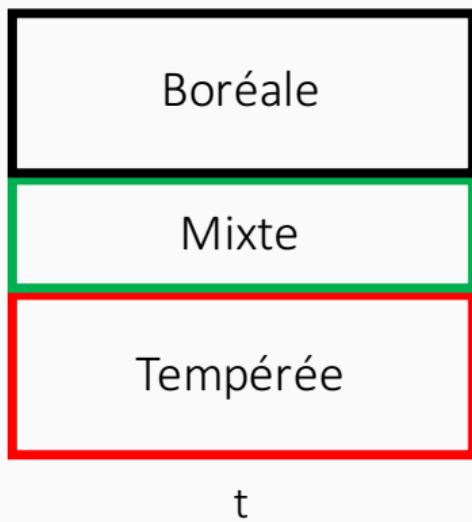
Pré-chapitre :

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



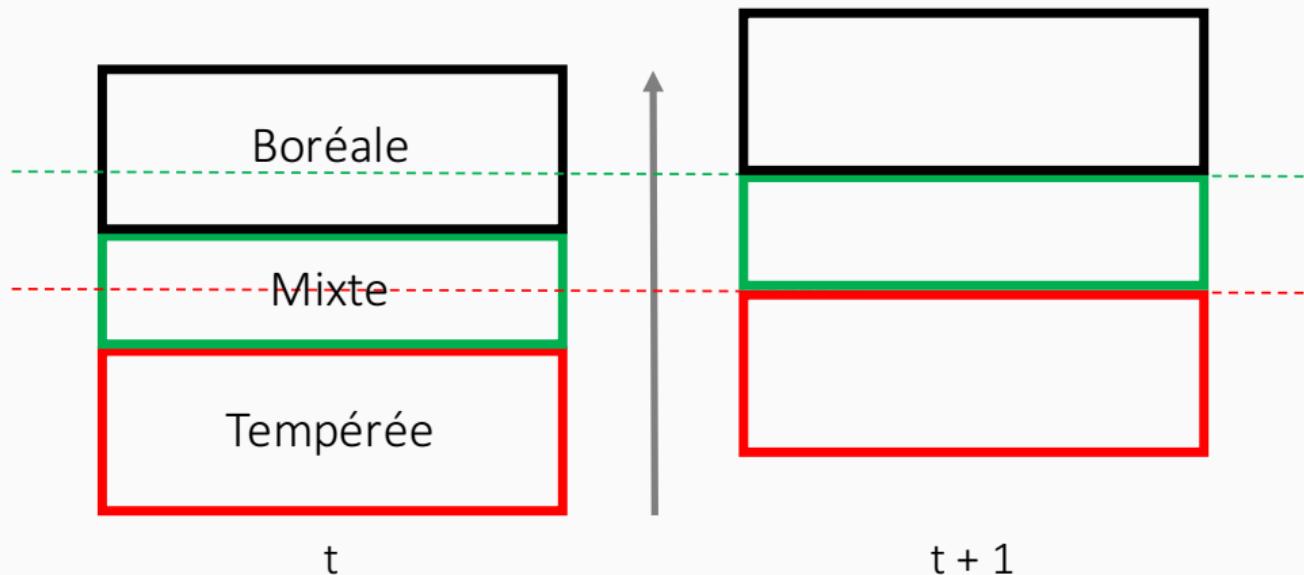


## CONTEXTE - OBJECTIF



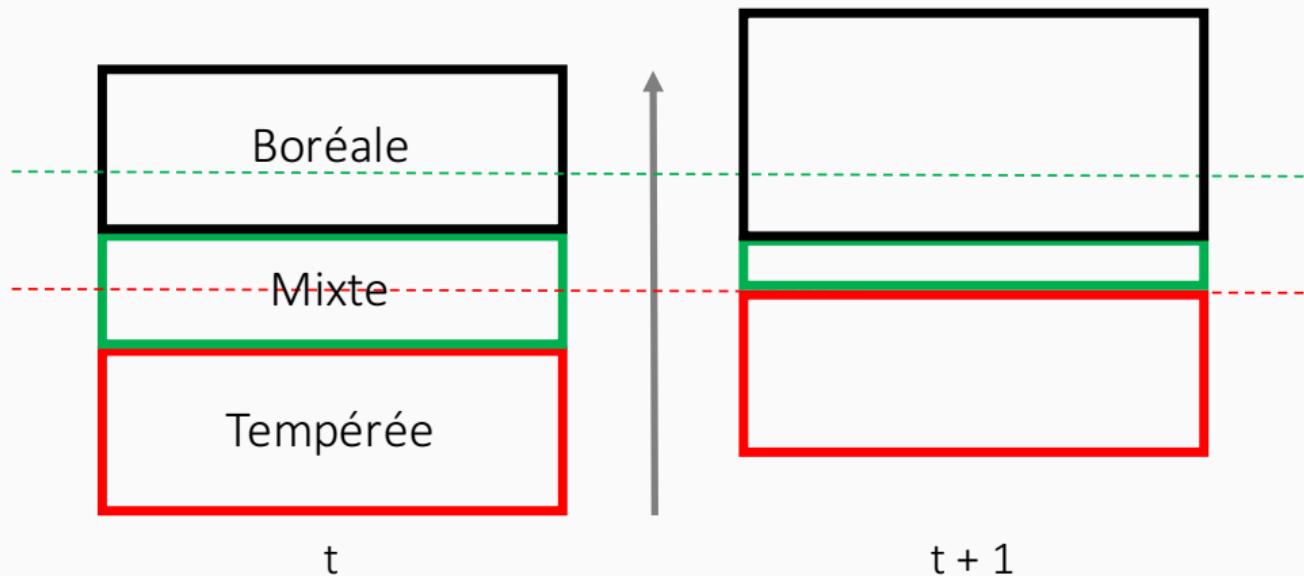


## CONTEXTE - OBJECTIF



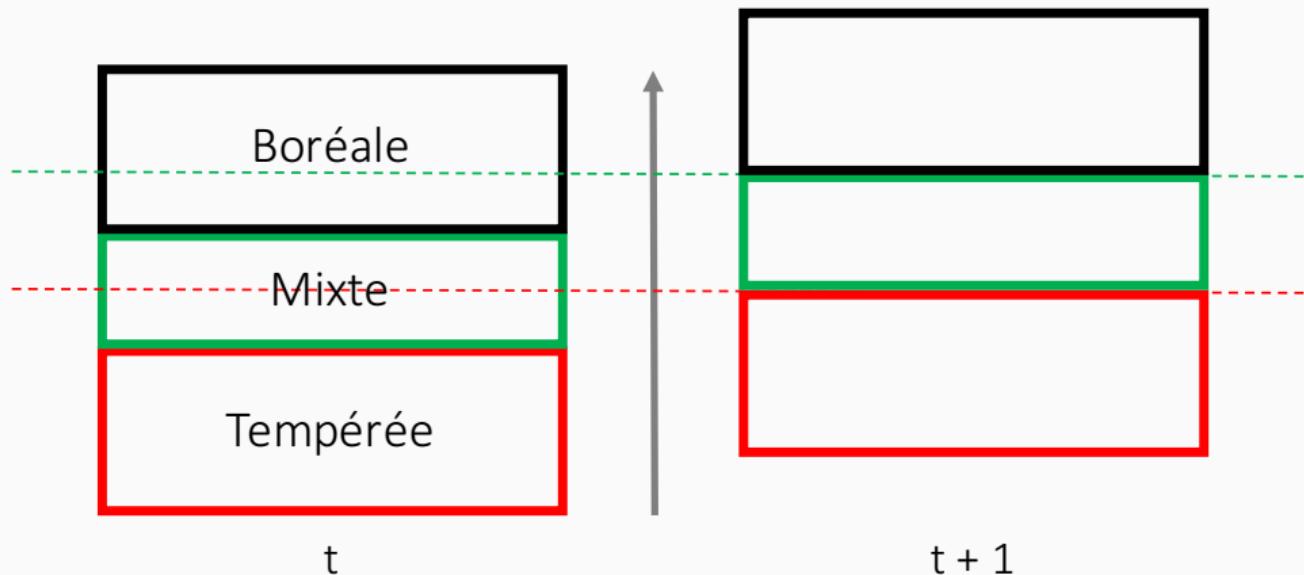


## CONTEXTE - OBJECTIF



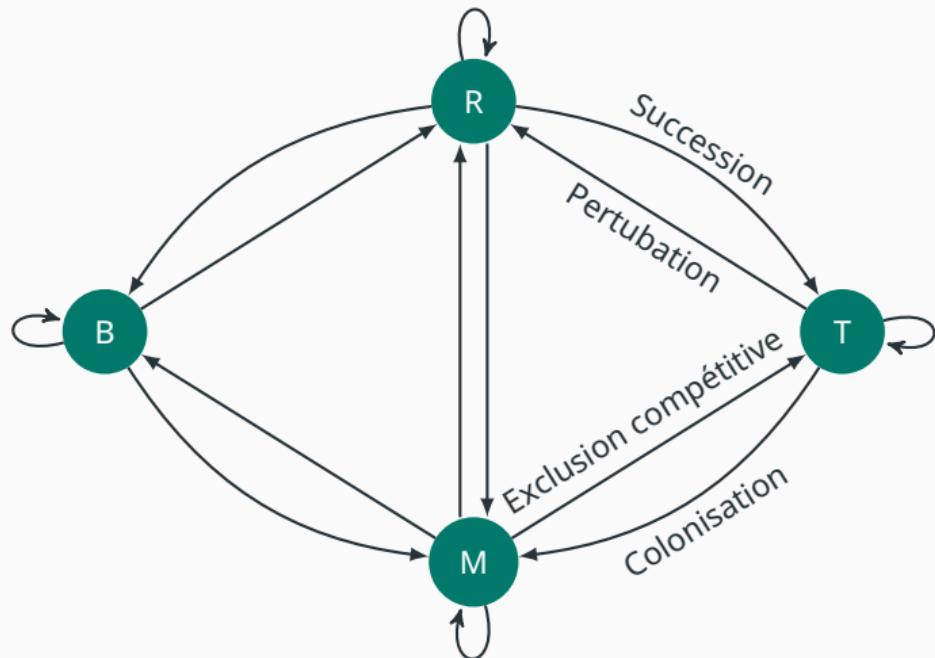


## CONTEXTE - OBJECTIF





## MODÈLE DE TRANSITION D'ÉTAT



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



## PRATIQUES D'AMÉNAGEMENT CONSIDÉRÉES DANS LE MODÈLE

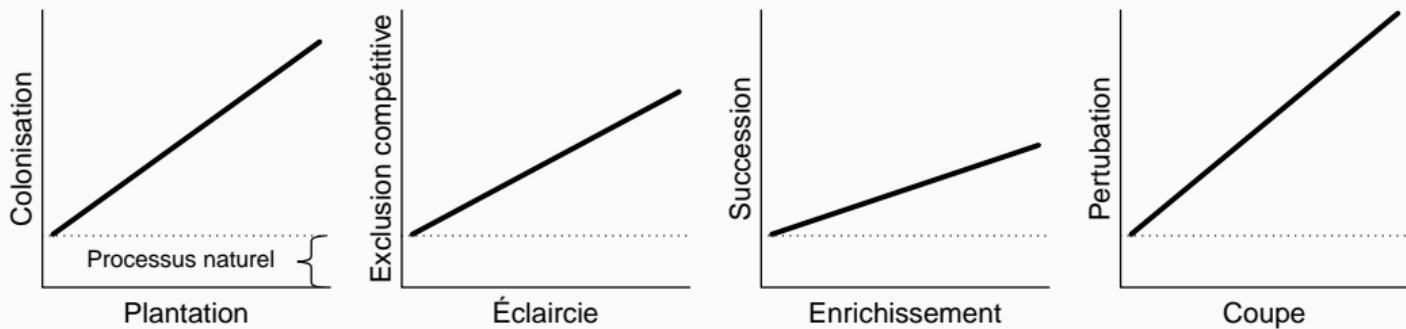
### Aménagement forestier

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



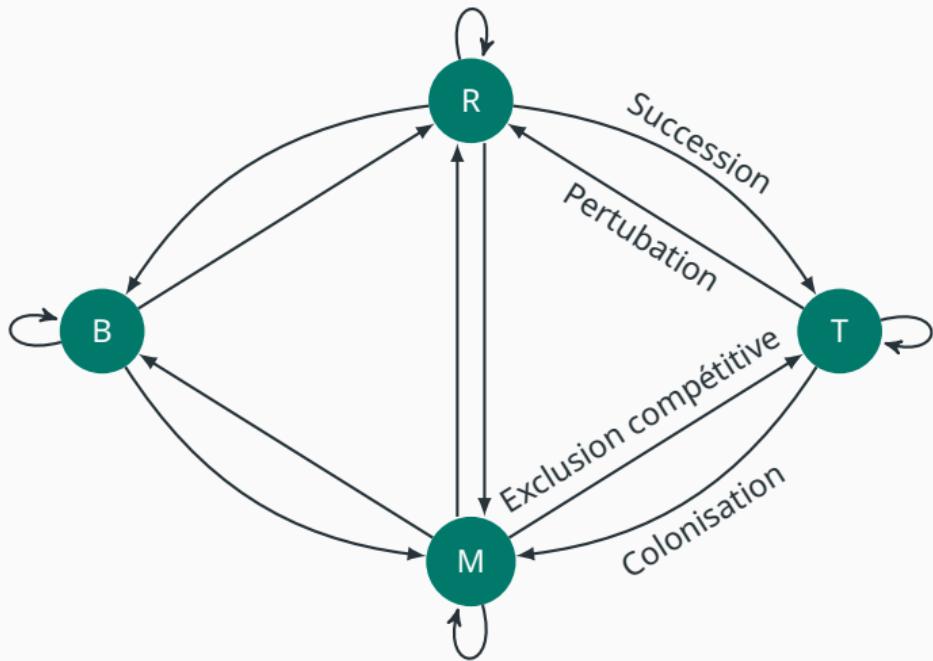


## INTÉGRATION AVEC L'AMÉNAGEMENT FORESTIER





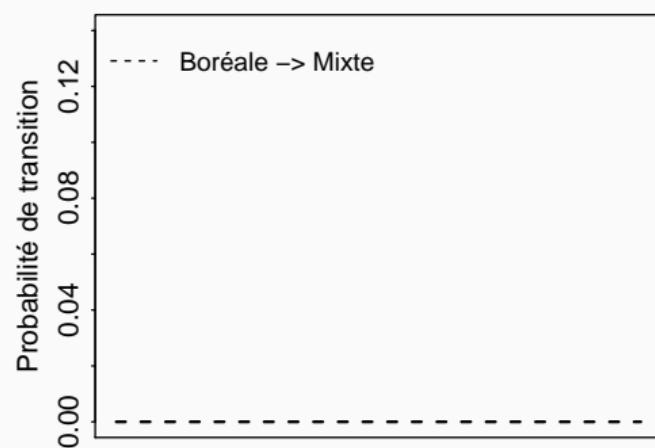
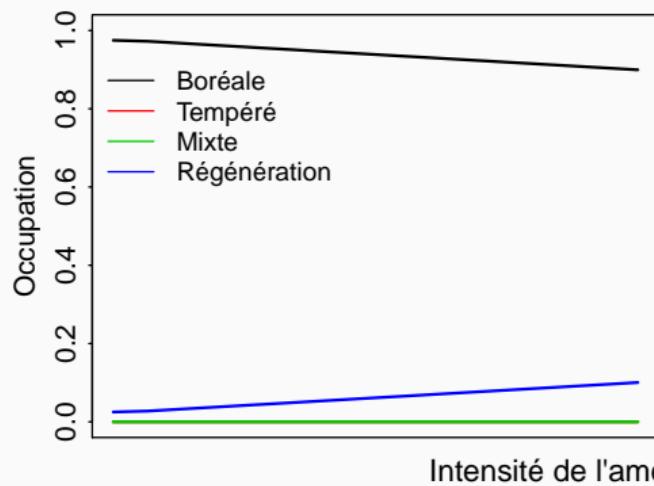
## SIMULATIONS





## RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

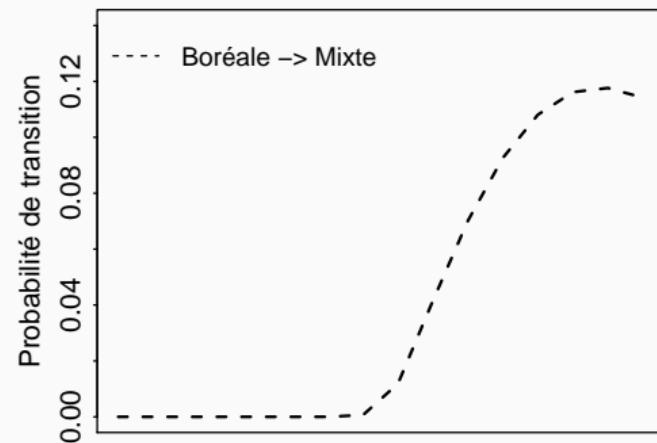
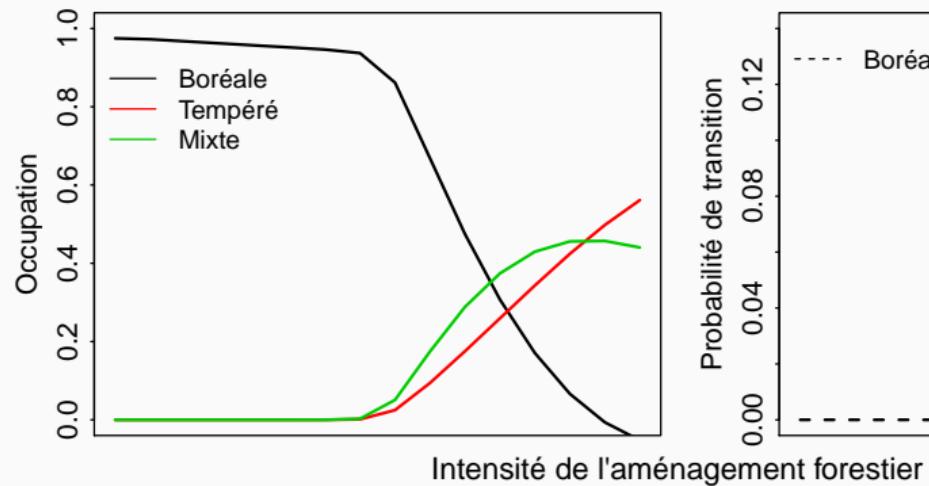
### Effet de la **plantation** et de la **coupe**





## RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

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



# Chapitre I :

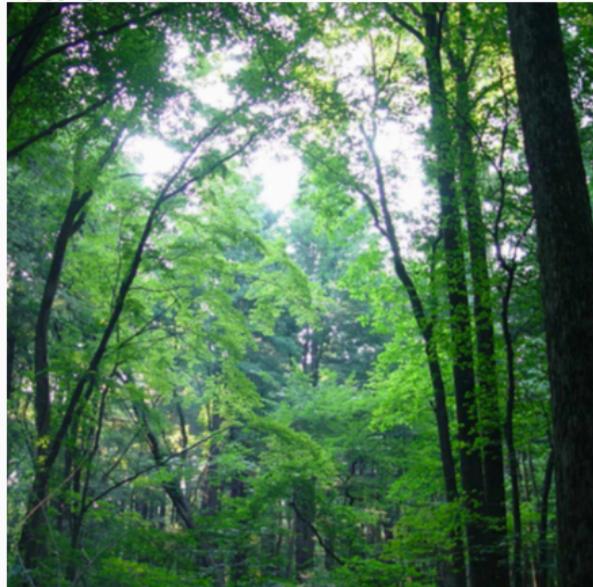
## Le modèle de projection intégrale (IPM)





## DYNAMIQUES FORESTIÈRES À DIFFÉRENTES ÉCHELLES SPATIALES

1. Locale



2. Régionale





## AMÉNAGEMENT FORESTIER À DIFFÉRENTES ÉCHELLES SPATIALES

Éclaircie





## AMÉNAGEMENT FORESTIER À DIFFÉRENTES ÉCHELLES SPATIALES

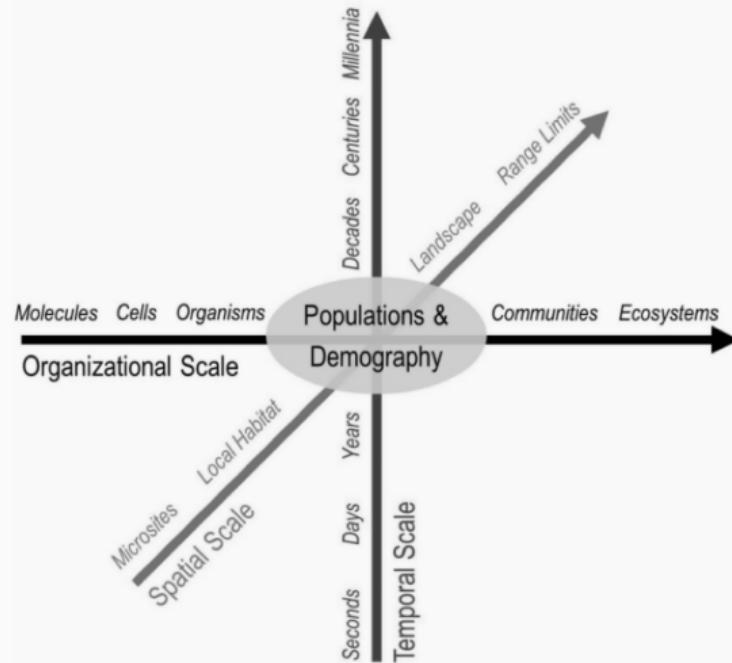
### Plan de gestion





## LA DÉMOGRAPHIE EN TANT QUE NŒUD CENTRAL ENTRE LES DIFFÉRENTES ÉCHELLES

Relier les taux vitaux aux dynamiques de population



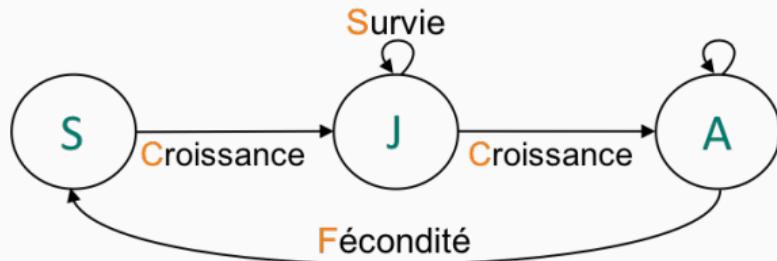


Modèle de population structuré sous stochasticité **environnementale et démographique**

- Modèle flexible
- Théoriques
- Appliqués

## MODÈLE STRUCTURÉ À L'ÉCHELLE LOCALE

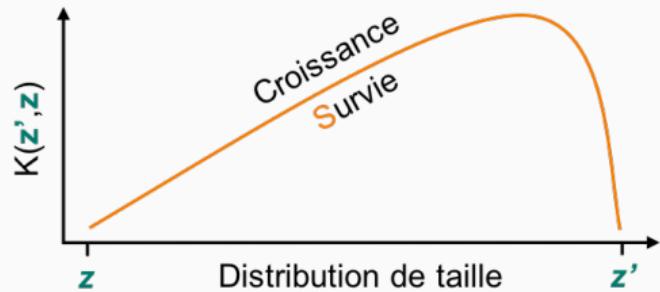
- Semence
- Juvénile
- Adulte



## INTEGRAL PROJECTION MODELS (IPM)

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

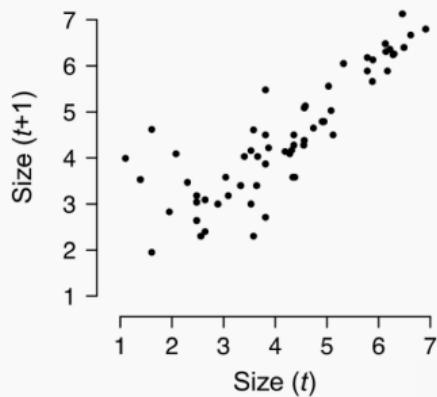
$$k(z', z) = [\underbrace{s(z)}_{\text{Survie}} \times \underbrace{g(z', z)}_{\text{Croissance}}] + \underbrace{F(z', z)}_{\text{Fecundité}}$$



$$\log(g_{ij}) = a_j + b_j \log(z_{ij})$$

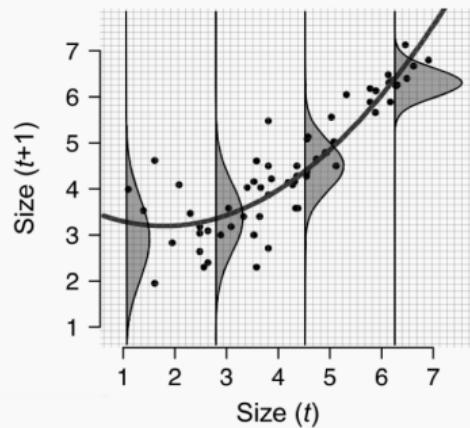
(a)

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**



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

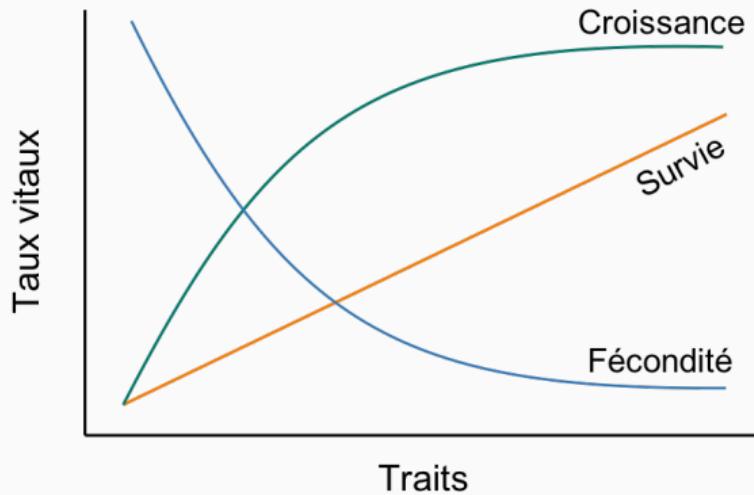
IPM en fonction de la taille et  
de la stochasticité **climatique**

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

IPM paramétré en utilisant une  
approche basée sur les **trait**

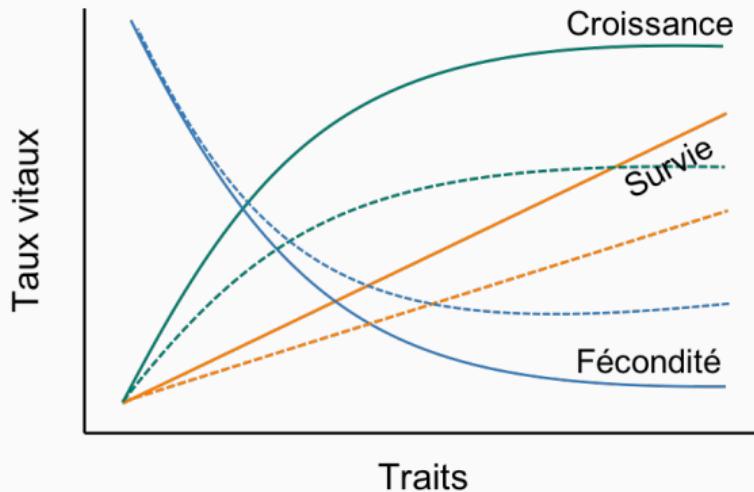


## RÉSULTATS ATTENDUS - LIEN ENTRE TRAITS ET TAUX VITIAUX



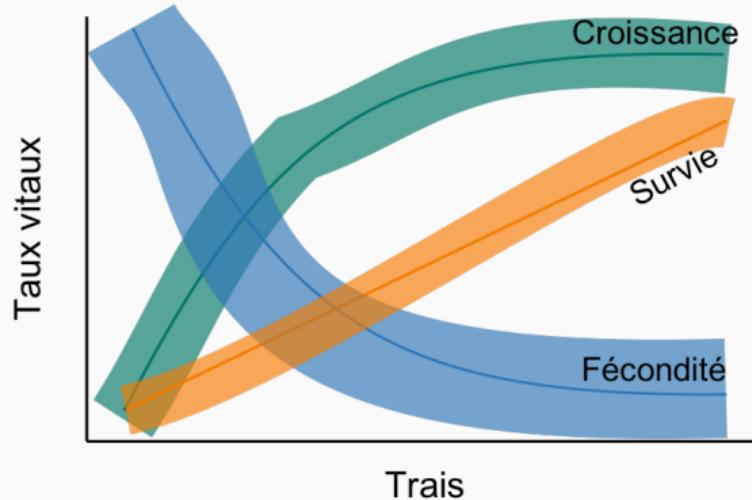


## RÉSULTATS ATTENDUS - LIEN ENTRE TRAITS ET TAUX VITIAUX EN FONCTION DU CLIMAT





## RÉSULTATS ATTENDUS - LIEN ENTRE TRAITS ET TAUX VITIAUX STOCHASTIQUE



## Chapitre II :

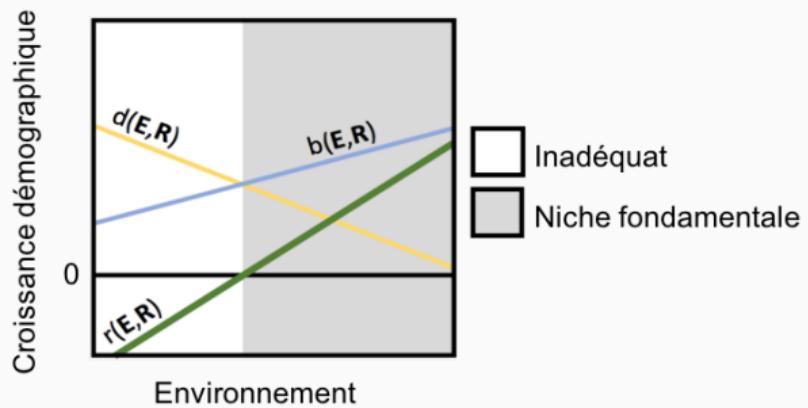
Effet du climat et des interactions biotiques sur la dynamique d'aire de répartition des espèces





## DYNAMIQUE AU NIVEAU DE LA POPULATION

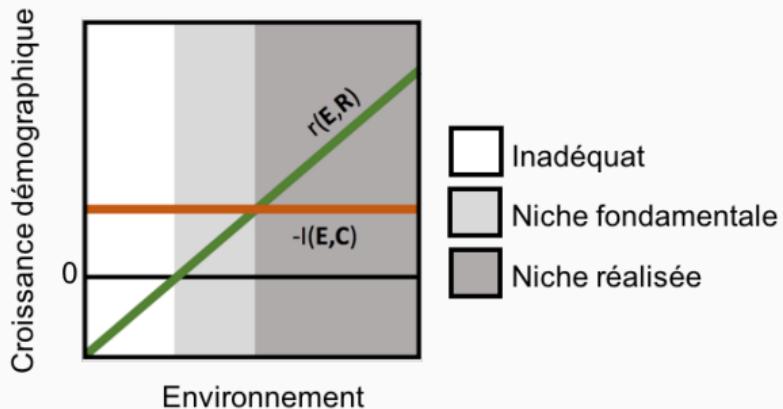
Des taux vitaux déterminent l'aire de répartition des espèces





## 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

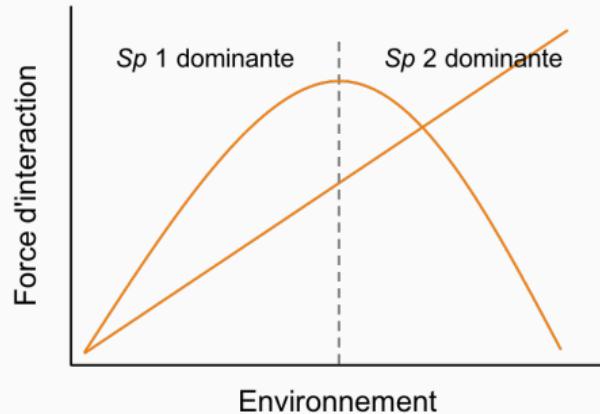
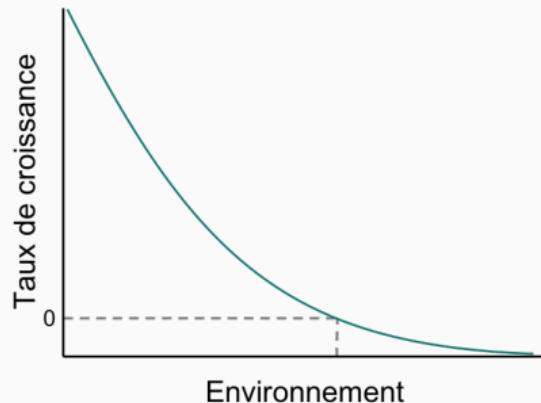
- Interaction entre espèces
- Climat

### 2. Taux de croissance



## OBJECTIFS - RÉSULTATS ATTENDUS

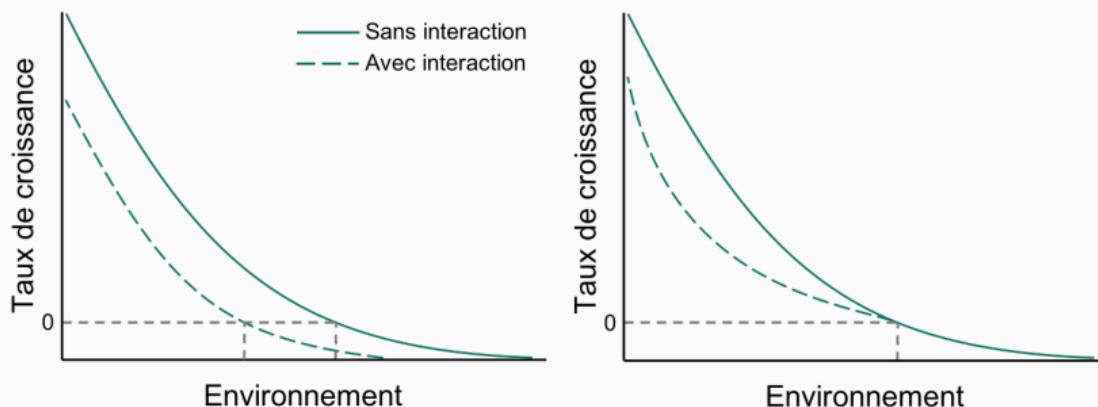
*Comment le taux de croissance et la force d'interaction entre espèces varient sur un gradient environnementale?*





## OBJECTIFS - RÉSULTATS ATTENDUS

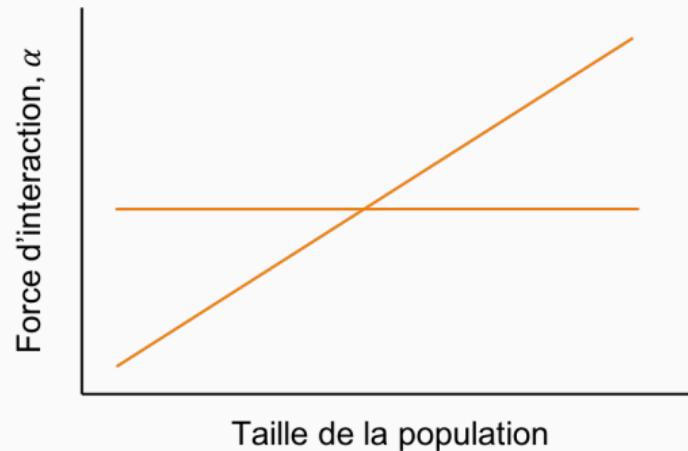
*Quelle est la part relative des interactions biotiques et du le climat dans la définition de la limite de l'aire de répartition ?*





## OBJECTIFS - RÉSULTATS ATTENDUS

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



## Chapitre III :

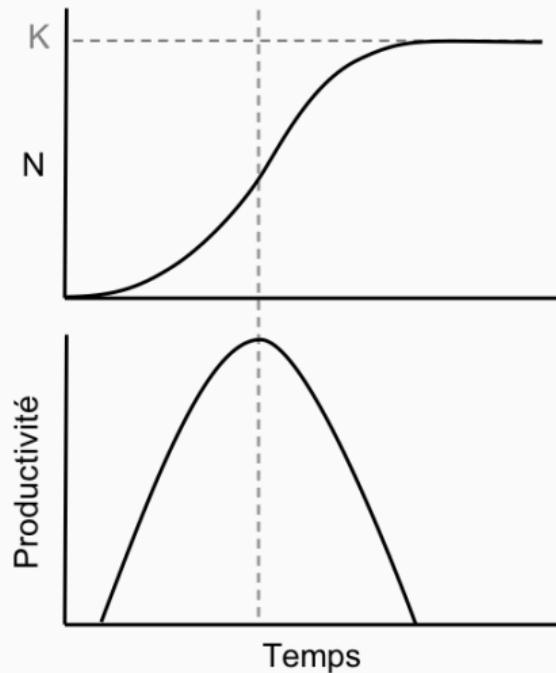
Effet de l'aménagement forestier sur le taux de croissance des espèces

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

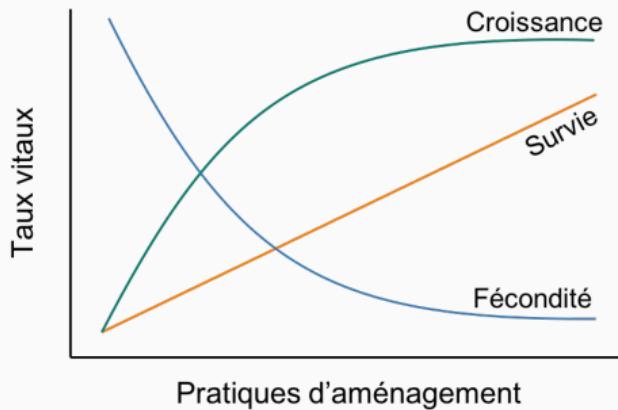
Tester si l'**aménagement forestier** peut avoir un impact sur le **taux de croissance** de la population et donc sur la **productivité** forestière.

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 ?*

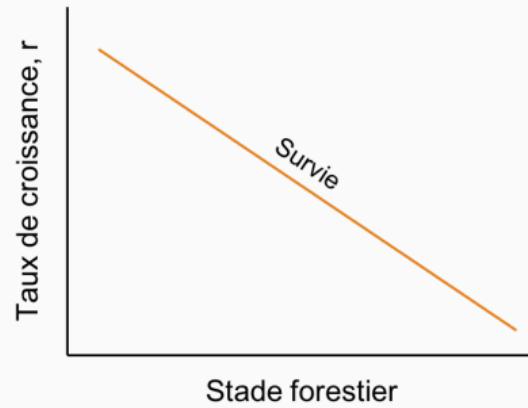
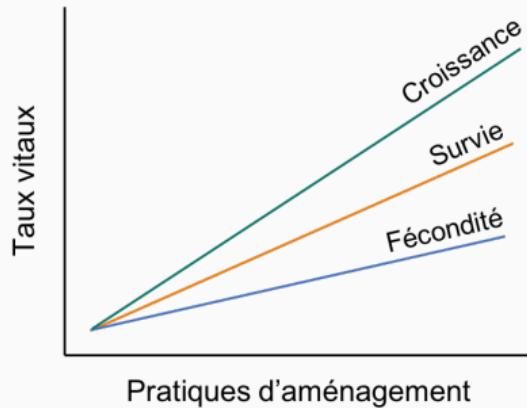




## OBJECTIFS - RÉSULTATS ATTENDUS

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

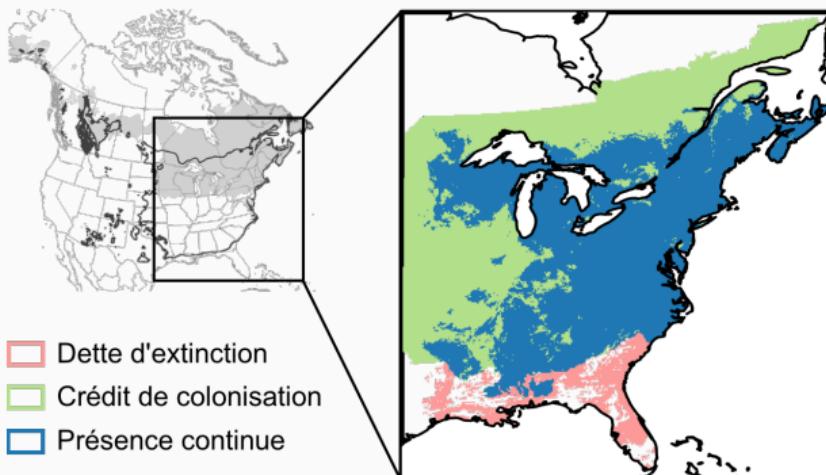
*Pour chaque taux vital, quel stade forestier de la population est le plus sensible aux pratiques d'aménagement?*





## 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



