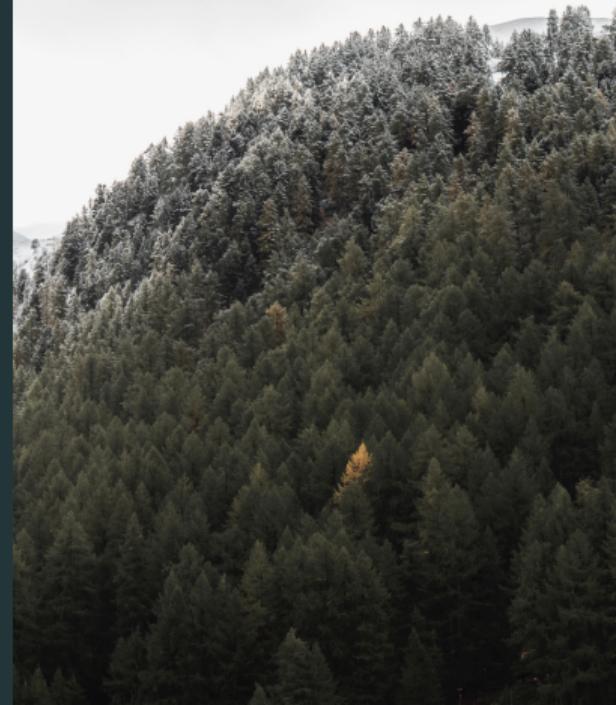


Aire de distribution et changements climatiques: Comment les interactions biotiques moduleront-elles la réponse?

Victor Cameron

April 3, 2020



Contexte Les limites de distribution

L'emplacement des limites de distribution est **sensible au climat**



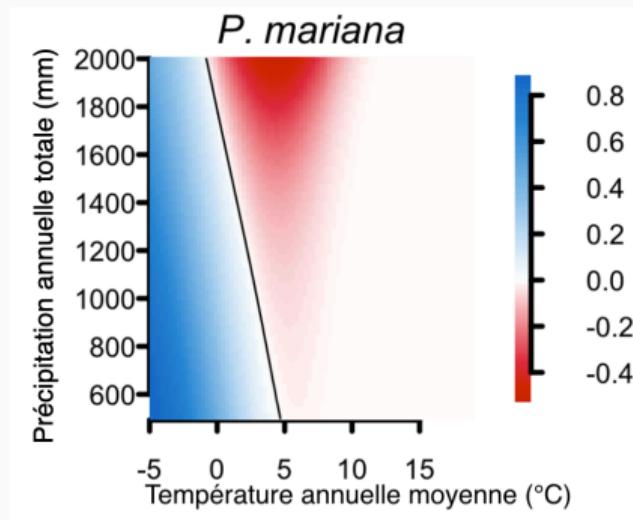
Contexte Projection des futures distributions

On s'attend à ce que les enveloppes climatiques se **déplacent vers le nord ou vers des altitudes plus élevées**



Contexte Difficultés reliées au contexte

Les **modèles de distribution d'espèces** (SDMs) sont des modèles mathématiques qui corrèlent la *distribution* d'une espèce avec des *données climatiques*



Contexte Difficultés reliées au contexte

Les **modèles de distribution d'espèces** (SDMs) font de nombreuses suppositions:

- Distribution à l'équilibre avec l'enveloppe climatique;
- Absence de démographie;
- Absence de limite de dispersion;
- Absence d'interaction entre espèces;
- Réponse linéaire et instantanée aux changements climatiques.

Contexte Difficultés reliées au contexte

Les espèces qui **co-occurrent**:

- Ont différents temps de réponse aux changements climatiques;
- Ne se reproduisent pas au même rythme;
- N'ont pas toutes la même capacité de dispersion;
- Interagissent.

Ces processus peuvent modifier la relation entre le climat et la distribution des espèces

Objectifs

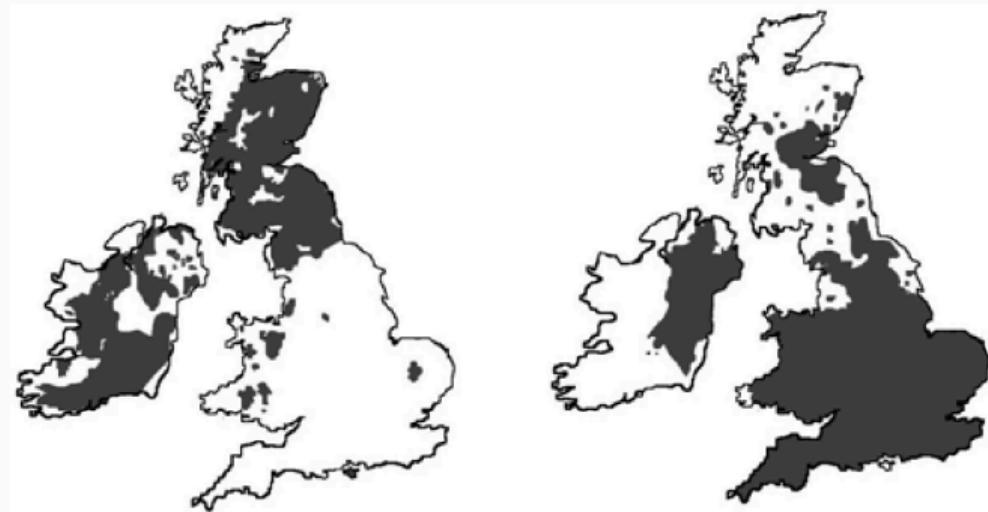
Objectif général: Évaluer les impacts des changements climatiques sur la distribution régionale d'une espèce en interaction avec un habitat en modification.

Objectifs secondaires:

1. Développer un outil théorique pour améliorer la prédition des impacts des changements climatiques sur la distribution des espèces;
2. Évaluer l'impact des interactions biotiques sur la réaction des aires de distribution aux changements climatiques.

Théorie Interactions biotiques

Les **interactions biotiques** sont d'importantes forces modulaires des limites de distribution à *petites et à grandes échelles spatiales*

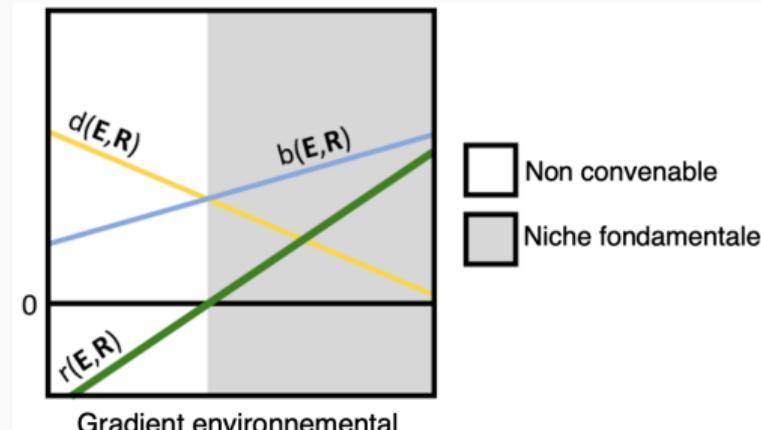
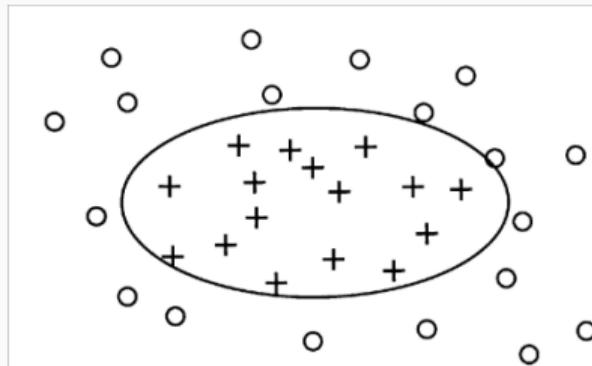


Distribution de l'écureuil roux (gauche) et de l'écureuil gris (droit).

Théorie La niche écologique

La **niche fondamentale** fait référence aux *conditions climatiques*: là où l'espèce peut être présente

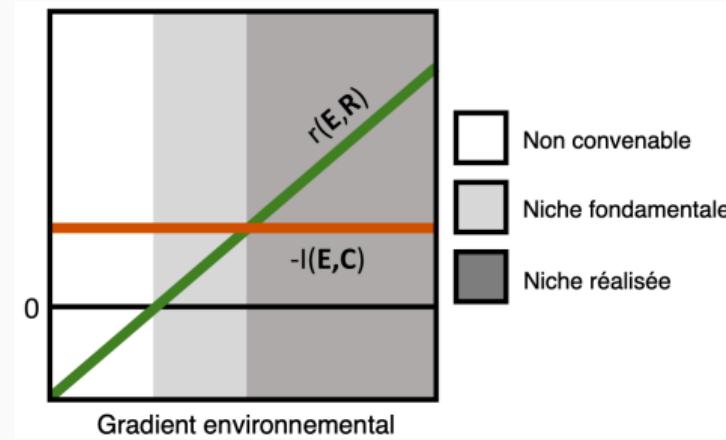
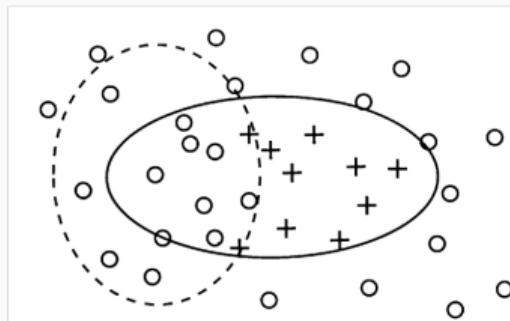
$$\underbrace{r(E)}_{\text{croissance}} > \underbrace{b(E)}_{\text{naissances}} - \underbrace{d(E)}_{\text{mortalité}}$$



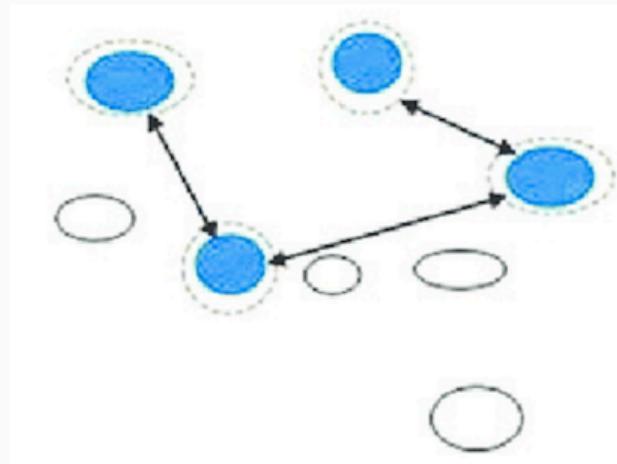
Théorie La niche écologique

La **niche réalisée** fait référence aux *conditions climatiques et autres facteurs*: là où l'espèce est présente

$$\underbrace{r(E)}_{\text{croissance}} > \underbrace{b(E)}_{\text{naissances}} - \underbrace{d(E)}_{\text{mortalité}} + \underbrace{I(E)}_{\text{interactions}}$$

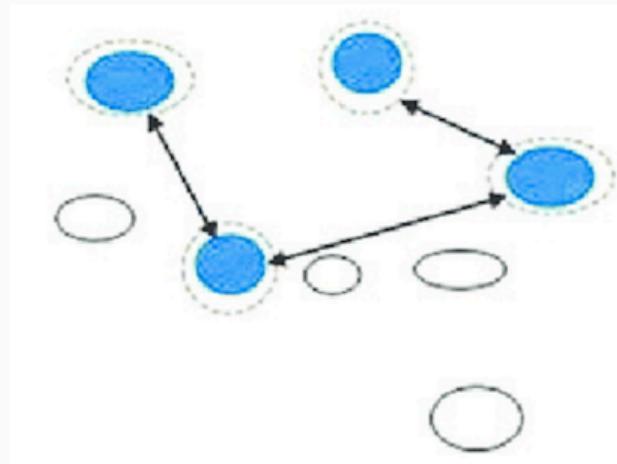


Théorie Méta-populations



Une métapopulation

Théorie Métapopulations



Une métapopulation

$$\frac{dP}{dt} = c(h - P) - eP$$

Théorie Méta-populations

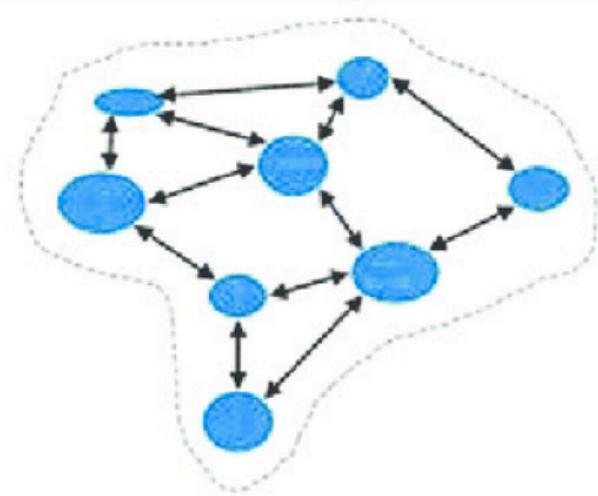
E*: ensemble des conditions environnementales à la limite de distribution

$$\underbrace{b(E^*)}_{\text{naissances}} - \underbrace{d(E^*)}_{\text{mortalité}} = 0$$

$$\underbrace{c(E^*)}_{\text{colonisations}} * \underbrace{h(E^*)}_{\text{disponibilité d'habitat}} - \underbrace{e(E^*)}_{\text{extinctions}} = 0$$

Théorie Méta-populations

La **capacité de métapopulation** est une mesure de la structure de l'habitat, c'est un proxy de la *viabilité*



Une métapopulation

Étude de cas Les Appalaches et la paruline rayée



Objectifs

Objectif général: Évaluer les impacts des changements climatiques sur la distribution d'espèces associées à un habitat en modification telle que la *paruline rayée*.

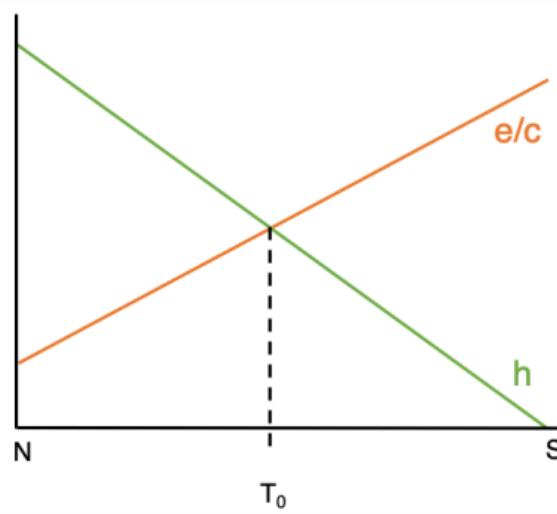
Objectifs spécifiques:

1. Développer un outil théorique pour améliorer la prédition des impacts des changements climatiques sur la distribution d'espèces associées à un habitat en modification;
2. Évaluer l'impact des interactions biotiques sur la réaction des aires de distribution aux changements climatiques.

Approche Développer un outil théorique

1. Schématiser le problème

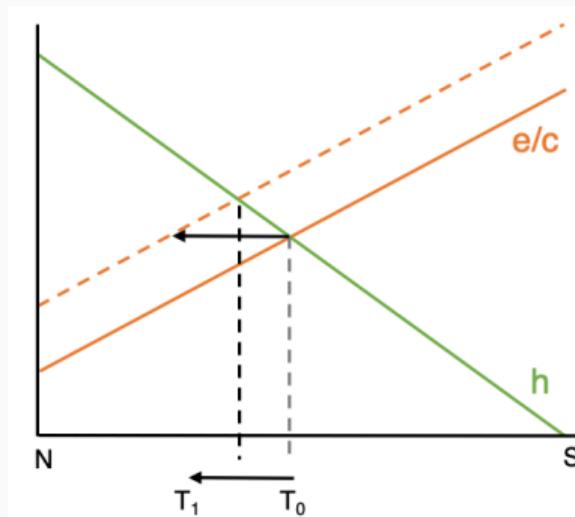
$$h(T) > \frac{e(T)}{c(T)}$$



Approche Développer un outil théorique

1. Schématiser le problème

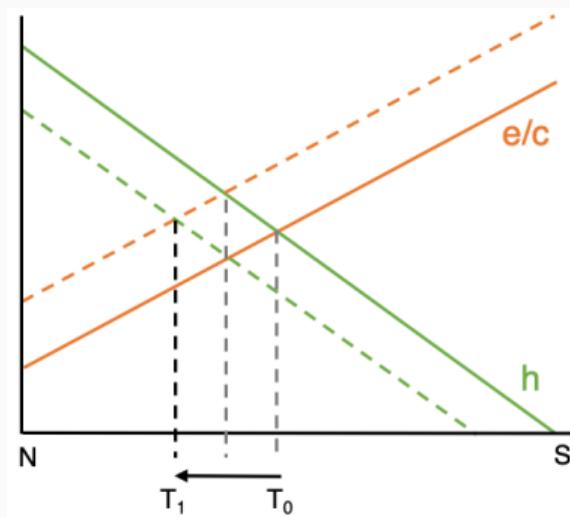
$$h(T) > \frac{e(T)}{c(T)}$$



Approche Développer un outil théorique

1. Schématiser le problème

$$h(T) > \frac{e(T)}{c(T)}$$



Approche Développer un outil théorique

1. Schématiser le problème.
2. Traduire le problème en un **modèle de métapopulation** qui tiendra compte de *la disponibilité d'habitat, de la structure du paysage et du climat.*



Approche L'impact des interactions

1. Schématiser le problème.
2. Traduire le problème en un **modèle de métapopulation** qui tiendra compte de *la disponibilité d'habitat, de la structure du paysage et du climat.*
3. Mesurer la **capacité de métapopulation.**

Approche L'impact des interactions

1. Schématiser le problème.
2. Traduire le problème en un **modèle de métapopulation** qui tiendra compte de *la disponibilité d'habitat, de la structure du paysage et du climat.*
3. Mesurer la **capacité de métapopulation**.
4. Mesurer la **vitesse de réaction** de la métapopulation

Contributions

Mon travail contribuera à:

- Une meilleure compréhension de **l'effet des interactions** sur la réponse des espèces face aux changements climatiques;
- Produira des **hypothèses** qui pourront être vérifiées sur le terrain;
- Aidera Corridor Appalachien à **documenter le futur** des sommets de conifères et de certaines espèces.

Remerciements

Directeur de recherche

Dominique Gravel

Comité d'encadrement

Mark Vellend

Marc Bélisle

Anna Hargreaves

Membres du laboratoire

Gravel

Guillaume blanchet



Questions?

Appendice Modèle mathématique

Modèle spatiallement explicite de métapopulation

$$\frac{dP_i}{dt} = c(T_i) \sum \exp(-\alpha d_{ij}) f(T_j, A_j)(1 - P_i) - e(T_i, A_i)P_i$$

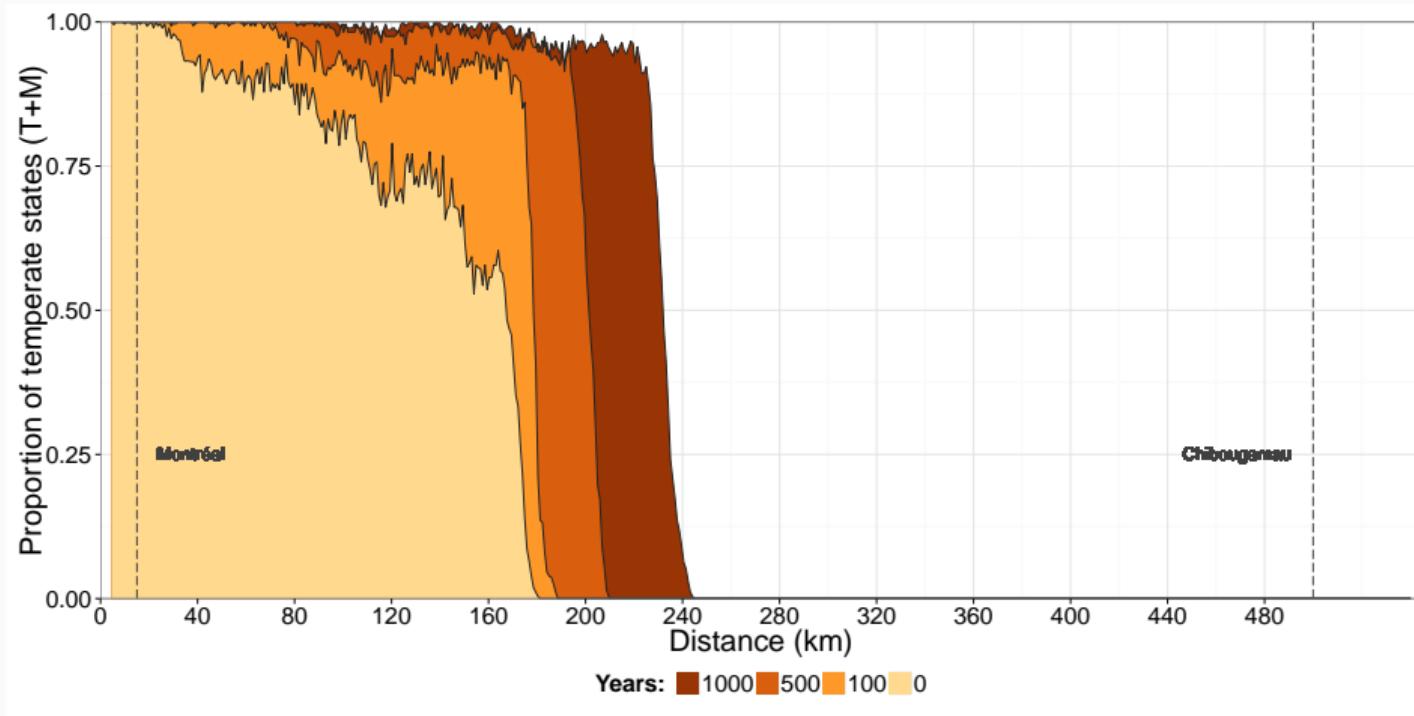


Appendice Range shifts

S: réactivité (vitesse) de l'espèce aux changements climatiques

$$S = 2 * \sqrt{rD}$$

Appendice Range shifts



Appendice Résumé

Q: Quel est l'impact des interactions sur la réponse des espèces face aux changements climatiques

1. Les interactions peuvent affecter la distribution à l'échelle régionale
2. La forêt accusera un retard sur le déplacement des conditions climatiques
3. Les passereaux ont le potentiel de suivre le déplacement des conditions climatiques, mais ont besoin de leur habitat