



UQAR – Chaire de Recherche EEC

**Des changements abruptes à prévoir  
pour les forêts du Bas-St-laurent?**

Vers une nouvelle génération de modèles de  
dynamique forestière

**Dominique Gravel**

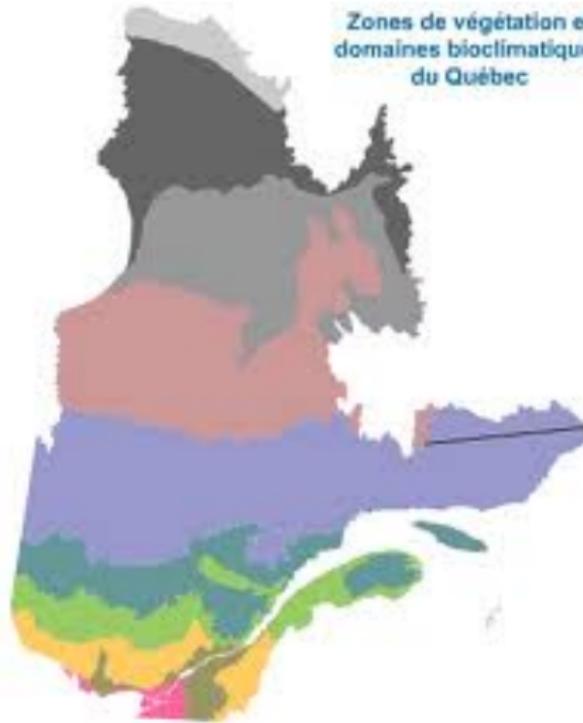
<http://www.chaire-eec.uqar.ca/>

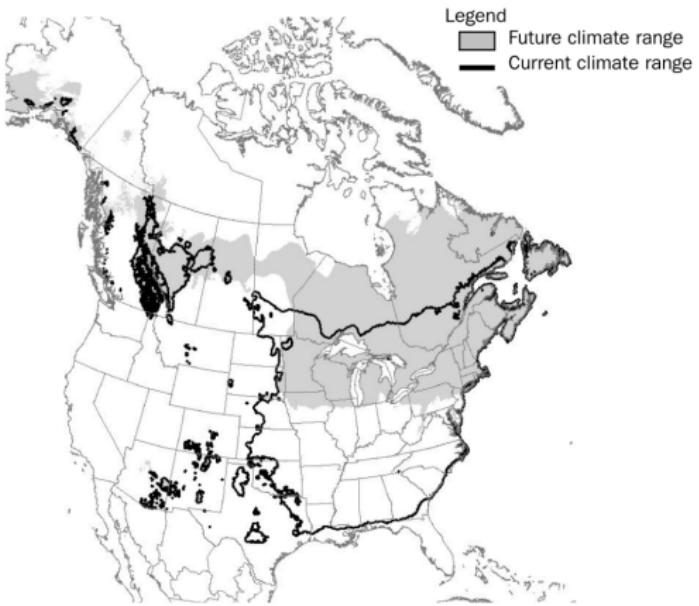
June 12, 2014

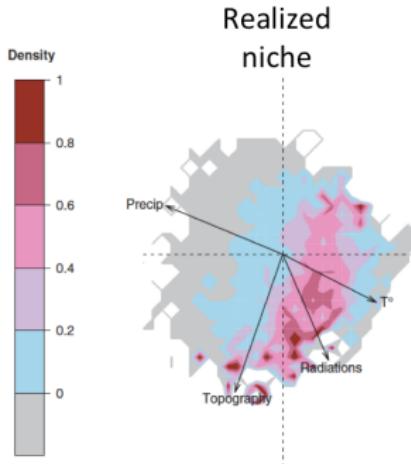
*Les outils actuels pour prédire l'impact des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers sont limités par l'absence de processus écologiques fondamentaux.*

- Où trouver du bois? Quelles essences?
- Quelle productivité?
- Quels sont les risques?

Zones de végétation et  
domaines bioclimatiques  
du Québec







De nombreuses suppositions

- Distribution à l'équilibre avec le climat;
- Aucune démographie;
- Aucune interaction biotique;
- Aucune limite à la dispersion;
- Réponse linéaire et instantanée au changement climatique;

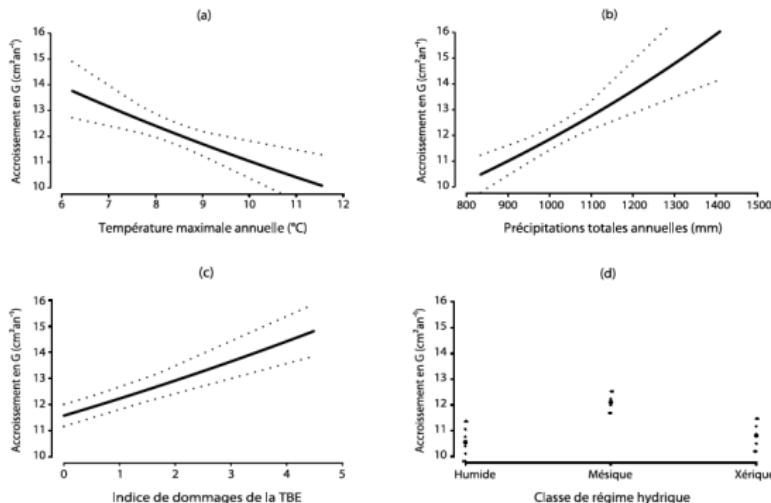


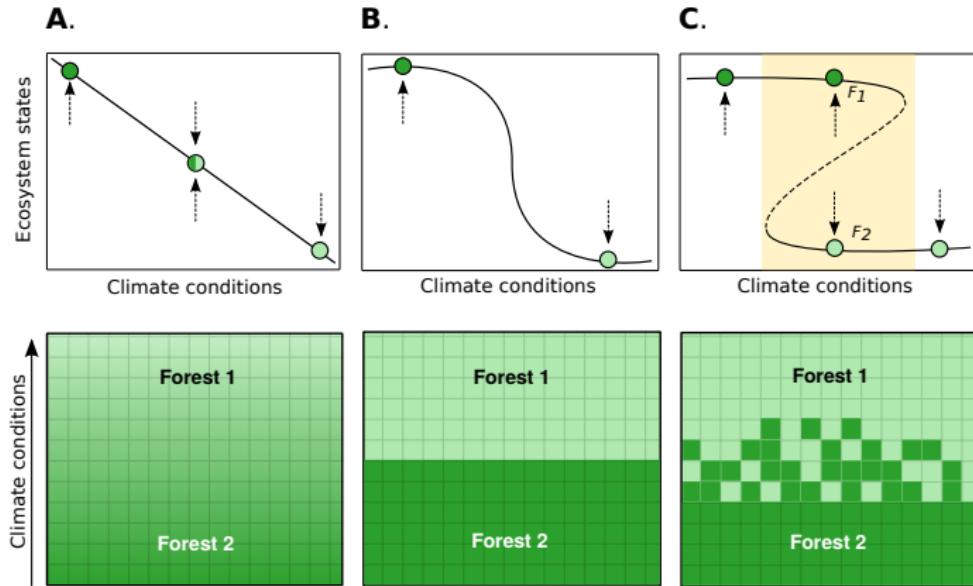
Figure 9. Prévision de la croissance potentielle du bouleau jaune (BOJ) en fonction de la température maximale annuelle (a), des précipitations totales annuelles (b), de l'indice de dommages de la TBE (c) et du régime hydrique des sols (d). Sur les graphiques, sont indiqués les estimations (ligne continue ou points pleins) et les intervalles de confiance à 95 % (lignes pointillées). Les covariables de référence sont indiquées au tableau 8.

**Objectif général:** Prédire les impacts à court et long terme d'un changement climatique sur l'état et la productivité des forêts de l'Est du Canada.

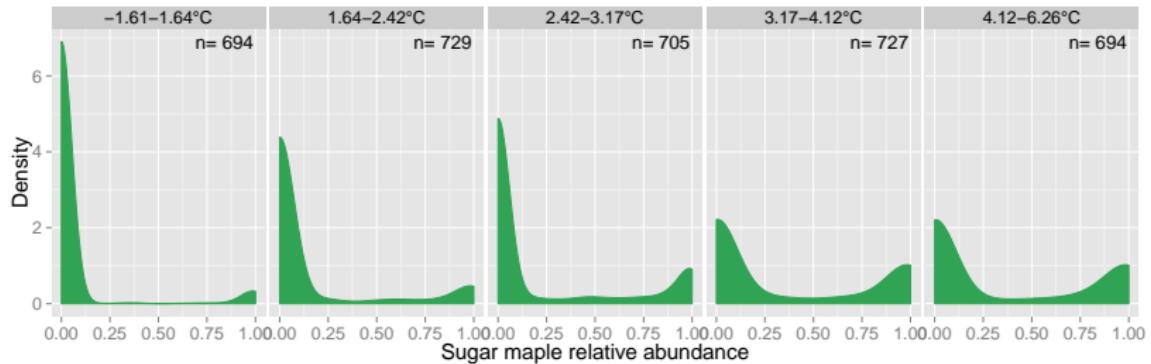
### Objectifs spécifiques:

- ① Développer de nouveaux outils de modélisation pour améliorer les prédictions de l'impact des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers;
- ② Développer de nouvelles approches pour estimer les risques et incertitudes;
- ③ Évaluer l'aptitude de différentes stratégies d'aménagement forestier à minimiser les impacts négatifs des changements climatiques.

# Quel type de transition?



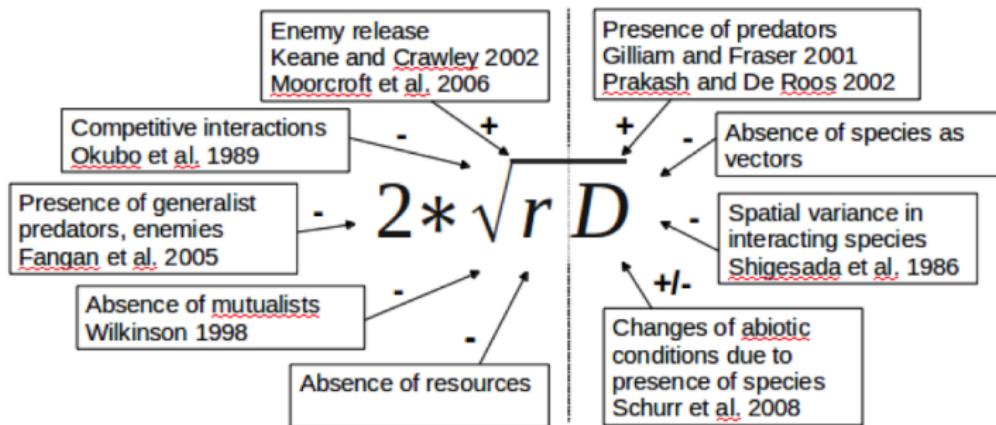
## Quel type de transition?



# Description du projet

## Volet 1

**Objectif:** Développer notre compréhension des facteurs qui affectent la migration des arbres sous l'effet des changements climatiques



## Description du projet

### Volet 2

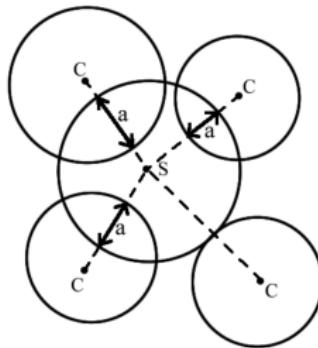
**Objectif:** Développer des modèles démographiques dépendants du climat

- Croissance, mortalité et compétition;
- Représenter spatialement les impacts à court terme sur la productivité;
- Tester si la diversité a un effet positif sur l'adaptation.

# Description du projet

## Volet 2

$$Growth = \text{MaxGrowth} \times \text{Interactions} \times \text{Size} \times \text{Climate}$$



## Description du projet

### Volet 3

**Objectif:** Développer une suite intégrée de modèles, de l'arbre jusqu'au continent

- Modèle de peuplement dépendant du climat;
- Modèle de paysage dépendant du climat;
- Cartographie de la distribution et productivité future;
- Comparaison des taux de migration entre modèles;
- Couplage avec les espèces herbacées et les herbivores.

# Description du projet

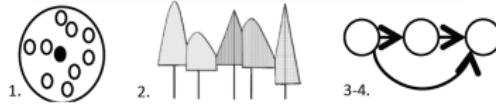
## Volet 3

4. Modèle de paysage: hétérogénéité du climat; dispersion et migration

3. Modèle de type forestier: hétérogénéité du stade successional

2. Modèle de peuplement: modèle centré sur l'individu

1. Modèle de croissance individuelle: acquisition de ressources et partition de la biomasse



# Description du projet

## Volet 3

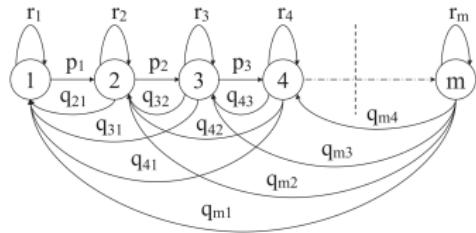
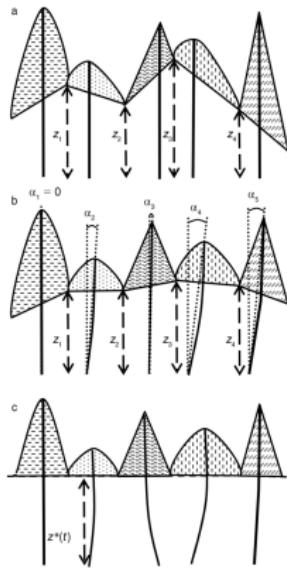
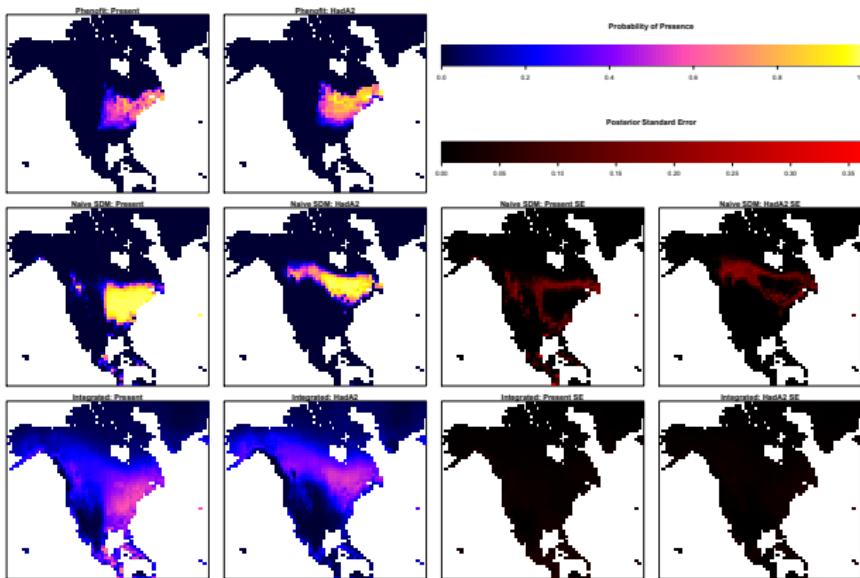


Fig. 1. A graph of the complete stage dynamics model of forest stands.

# Description du projet

## Volet 3



**Objectif:** Évaluer de nouvelles stratégies d'aménagement forestier et de conservation

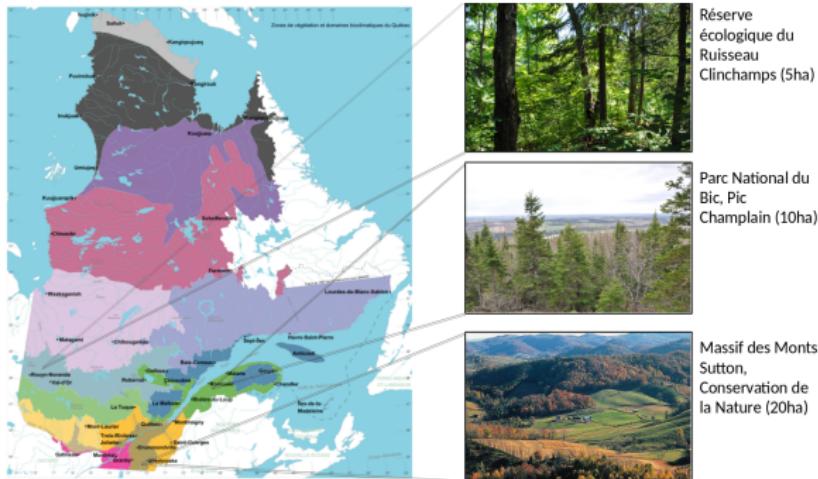
- Business as usual;
- Migration assistée;
- Couloirs de migration;
- Sylviculture haute diversité;
- Anticipation des changements de composition.

- Parcelles échantillons temporaires (MRNQ);
- Parcelles échantillons permanentes (MRNQ)
- Domtar;
- OMNR;
- Nouveau-Brunswick;
- FIA.

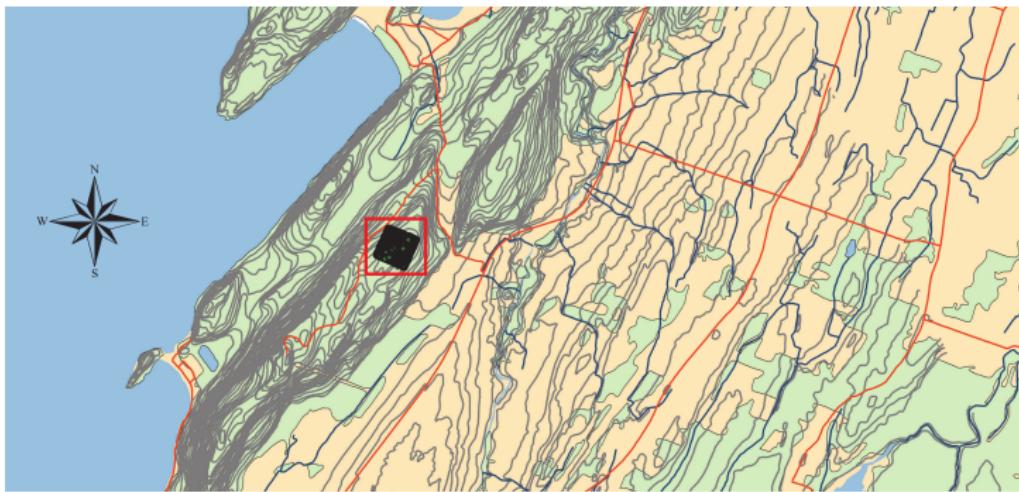
## **Larges parcelles permanentes**

### Mesures:

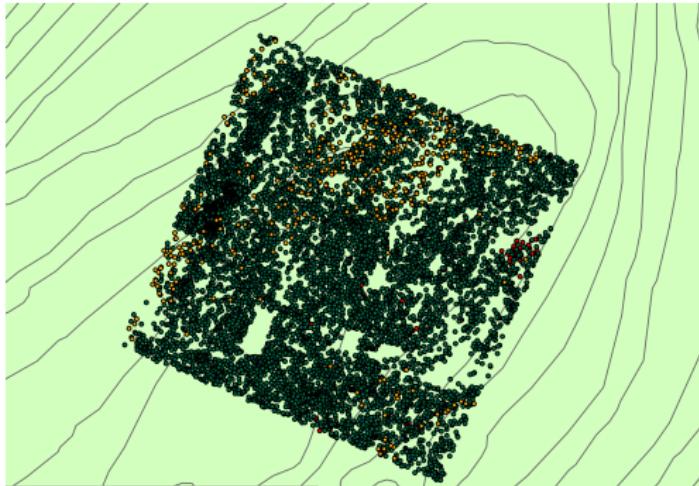
- Coordonnées des arbres;
  - Diamètre;
  - Espèce;
  - Regénération;
  - Senseurs;
  - Pièges fosse;
  - Germination  
(expérience en parallèle sur 15 sites).



## Parcelle du Pic Champlain



# Parcelle du Pic Champlain

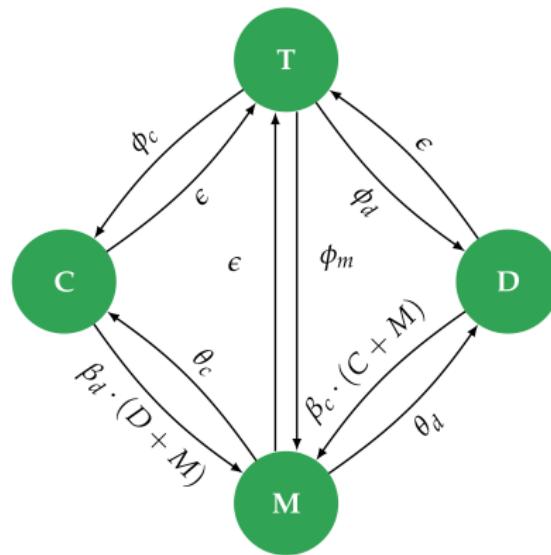


NOM COMMUN	NOM LATIN	NOMBRE D'INDIVIDUS	%
Sapin baumier	<i>Abies balsamea</i>	10 083	55,0
Érable de Pennsylvanie	<i>Acer pensylvanicum</i>	756	4,1
Érable rouge	<i>Acer rubrum</i>	2 365	12,9
Érable à sucre	<i>Acer saccharum</i>	491	2,7
Érable à épis	<i>Acer spicatum</i>	124	0,7
Amélanchier	<i>Amelanchier laevis</i>	6	0,0
Bouleau à papier	<i>Betula papyrifera</i>	1 193	6,5
Noisetier à long bec	<i>Corylus cornuta</i>	67	0,4
Épinette blanche	<i>Picea glauca</i>	606	3,3
Épinette noire	<i>Picea mariana</i>	68	0,4
Pin rouge	<i>Pinus resinosa</i>	116	0,6
Pin blanc	<i>Pinus strobus</i>	70	0,4
Peuplier à grandes dents	<i>Populus grandidentata</i>	91	0,5
Peuplier faux-tremble	<i>Populus tremuloides</i>	2 153	11,7
Cerisier de Pennsylvanie	<i>Prunus pensylvanica</i>	2	0,0
Chêne rouge	<i>Quercus rubra</i>	107	0,6
Sorbier d'Amérique	<i>Sorbus americana</i>	2	0,0
Sorbier des oiseaux	<i>Sorbus decora</i>	24	0,1
<b>TOTAL</b>		<b>18 324</b>	

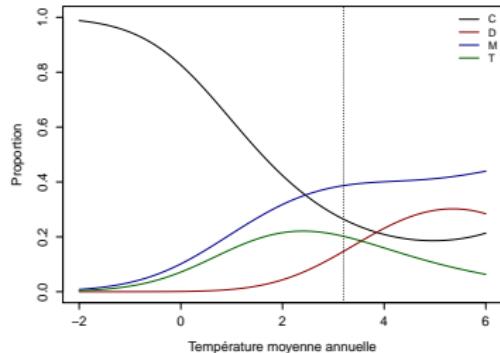
## **Exemple**

### Objectif

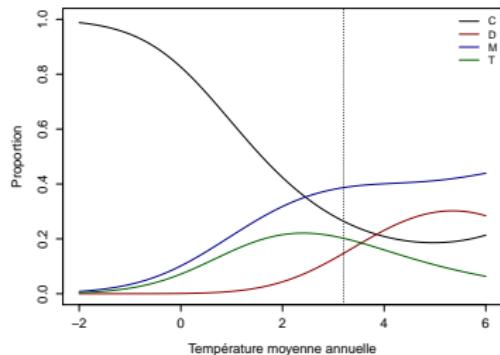
Prédire la distribution future de l'érablière en tenant compte de la démographie, de la succession et de la dispersion limitée.



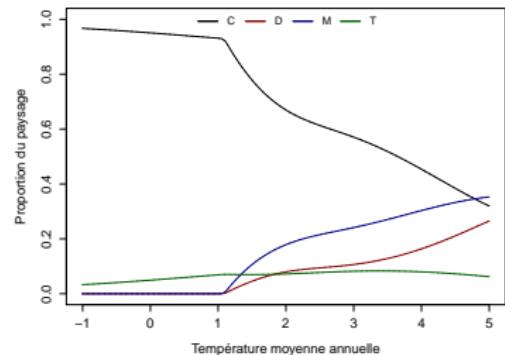
## Distribution actuelle des états



Distribution actuelle des états

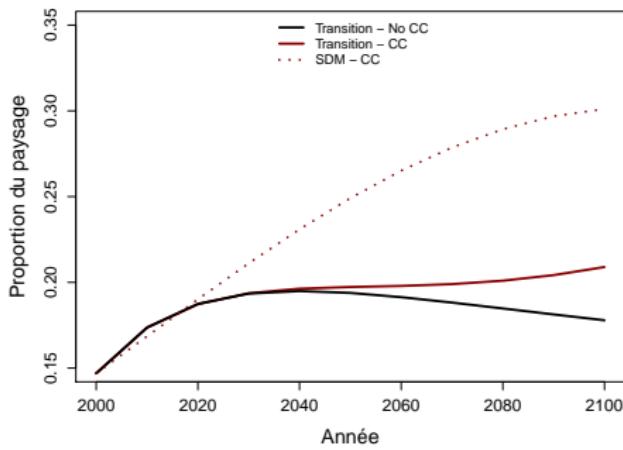


Distribution modélisée

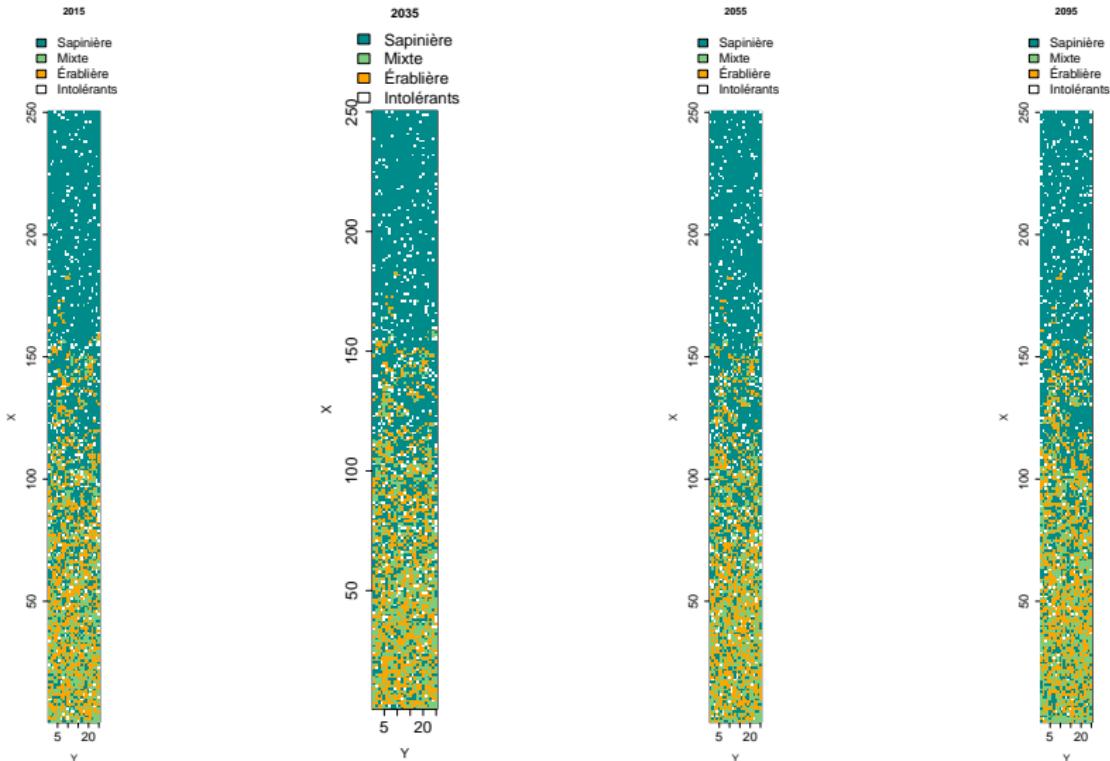


## Et si on monte la température...

- La distribution actuelle n'est pas nécessairement à l'équilibre;
- Intertie énorme de nos forêts;
- La dispersion ralentira davantage la réponse;
- Une tension entre la végétation potentielle et réalisée s'accumulera avec le temps;
- L'écart sera maximal dans la limite entre forêt mixte et forêt boréale.

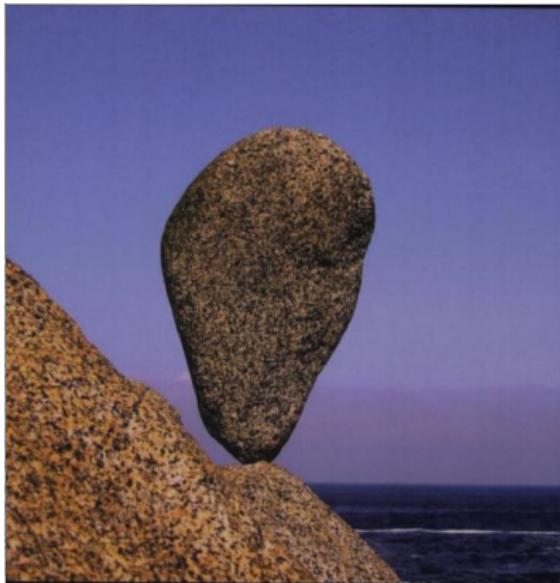


## Sur une carte



## Discussion

### Changements abruptes et aménagement écosystémique?



- Distribution bimodale de l'abondance de la forêt décidue;
- Relation non-linéaire entre abondance de la forêt décidue et température;
- Distribution qui n'est pas à l'équilibre;
- Résistance au réchauffement climatique (augmentation des écarts);
- Effet de la structure spatiale.

- Étude expérimentale de la germination;
- Formulation et intégration d'un modèle démographique;
- Étude des vitesses de migration;
- Étude de la productivité;
- Modèle épidémiologique pour la TBE;
- Ajout de l'aménagement forestier.

- Cartes de distribution des espèces;
- Cartes de changement de productivité;
- Version "user-friendly" du modèle et formation;
- Évaluation stratégique de scénarios d'aménagement forestier.

**Chercheurs:** Robert Schneider, Luc Sirois, Dominique Arseneault, Yves Bergeron, Christian Messier, Frédéric Doyon, Igor Drobyshev, Osvaldo Valeria, Marie-Josée Fortin

**Étudiants** Steve Vissault, Matt Talluto, Isabelle Boulangeat, Kevin Solarik, Alyssa Butler, Lise Jaton, Raphael Ausseenac, Hedvig Nenzen;

**Partenaires:** Parc national du Bic, CRÉ Bas-St-Laurent, Domtar, Tembec, Produits forestiers Résolu, SCF, MRN, Nature Conservancy, Corridor Appalachien;

**Financement:** FRQNT, CRSNG, Chaires de recherche du Canada, Tembec, CSBQ, CEF.

## Atelier 1

### Calcul de possibilité

- Quel objectif à une stratégie qui intègre le changement climatique?
- Est-ce que l'effet du climat sera assez fort? Doit-on s'en préoccuper?
- Quel type de modèle de croissance sera nécessaire?
- Doit-on intégrer les changements d'aires de répartition?
- Comment gérer l'incertitude?

## Atelier 2

### Aménagement écosystémique

- Quelle définition pour l'aménagement forestier?
- Quels sont les outils disponibles pour l'aménagistes?
- Que faire s'il y a des états alternatifs?
- Quelle cible de composition viser?
- Quel est l'interaction entre aménagement forestier et changement climatique?