

# ***Complex science to study complex adaptive behaviors within forest ecosystems***

**Dr. Liliana Perez**

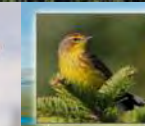
Directrice, Laboratoire de Géosimulation Environnemental  
Géographie, Université de Montréal, Canada

[l.perez@umontreal.ca](mailto:l.perez@umontreal.ca)

# Perturbations naturelles et anthropiques des forêts, tels que les feux de forêts, les épidémies d'insectes, les maladies, la fragmentation forestière et les changements climatiques transforment le paysage

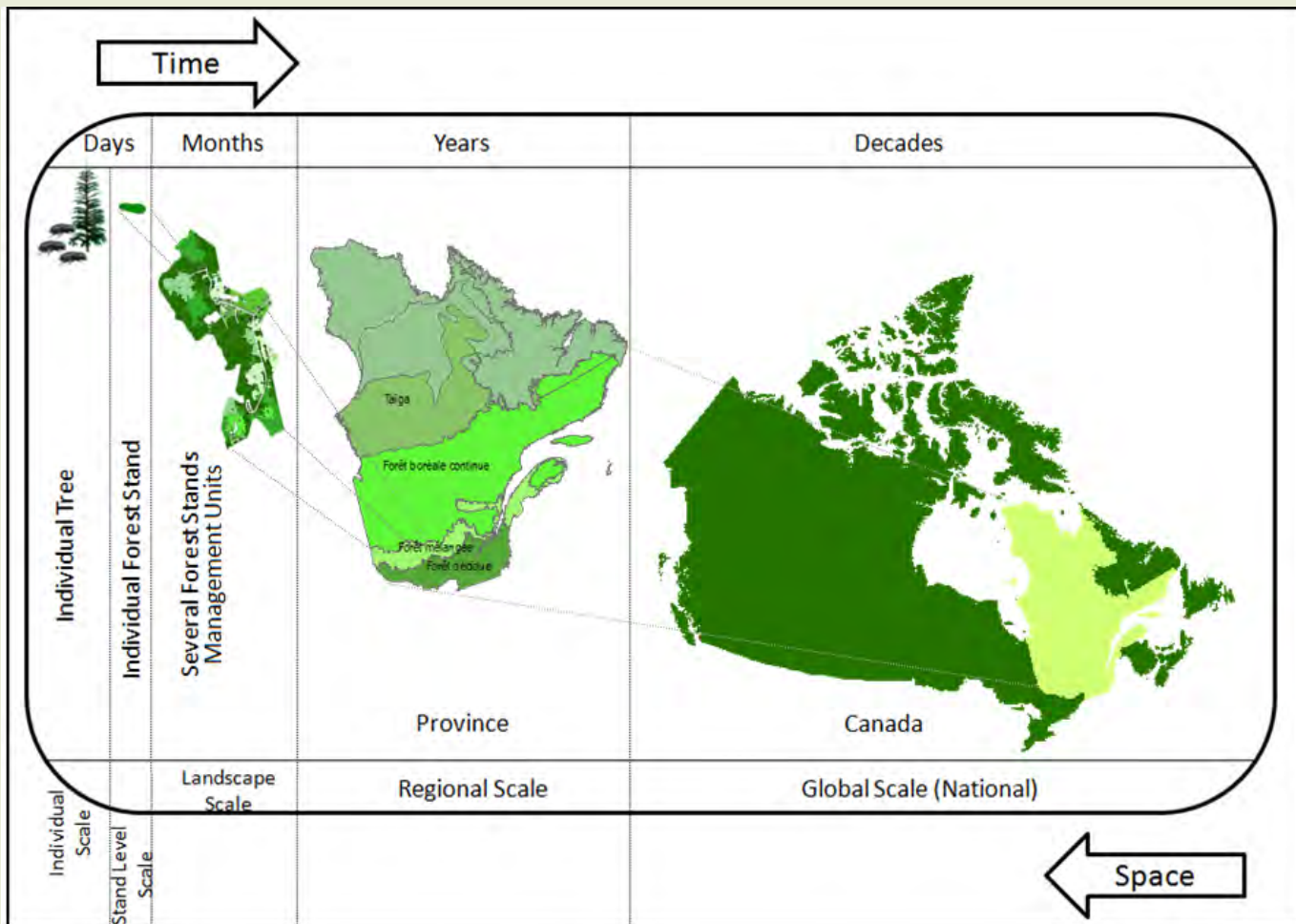


Les paysages et les écosystèmes sont des systèmes complexes

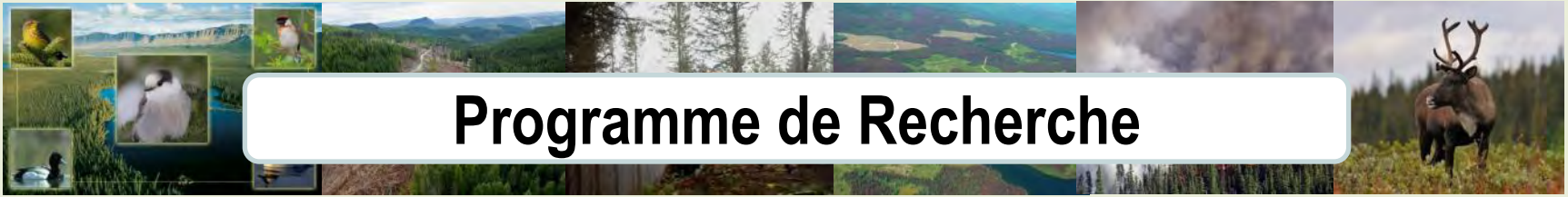


Source: Center for Forest Disturbance Science

**La surveillance et l'évaluation des systèmes écologiques est un point clé pour les politiques environnementales et la gestion des ressources environnementales**



Les dynamiques prenant place au niveau individuel au sein d'écosystèmes forestiers à plusieurs échelles, de l'arbre au paysage, font partie de processus géographiques complexes nécessitant des approches théoriques et pratiques extensives pour permettre d'accroître la compréhension et le contrôle des impacts des perturbations affectant ces écosystèmes.



# Programme de Recherche

**Les applications**  
Perturbations forestières (naturelles et anthropiques)  
Propagation d'espèces invasives  
Impact et adaptation des écosystèmes forestières aux changements climatiques  
Développement de systèmes intelligents d'aide à la décision environnementale



**Théorie**  
Systèmes Complexes  
Écologie du Paysage



**Méthodes**  
ABM, IBM, CA, Analyse Spatiale & Visualisation

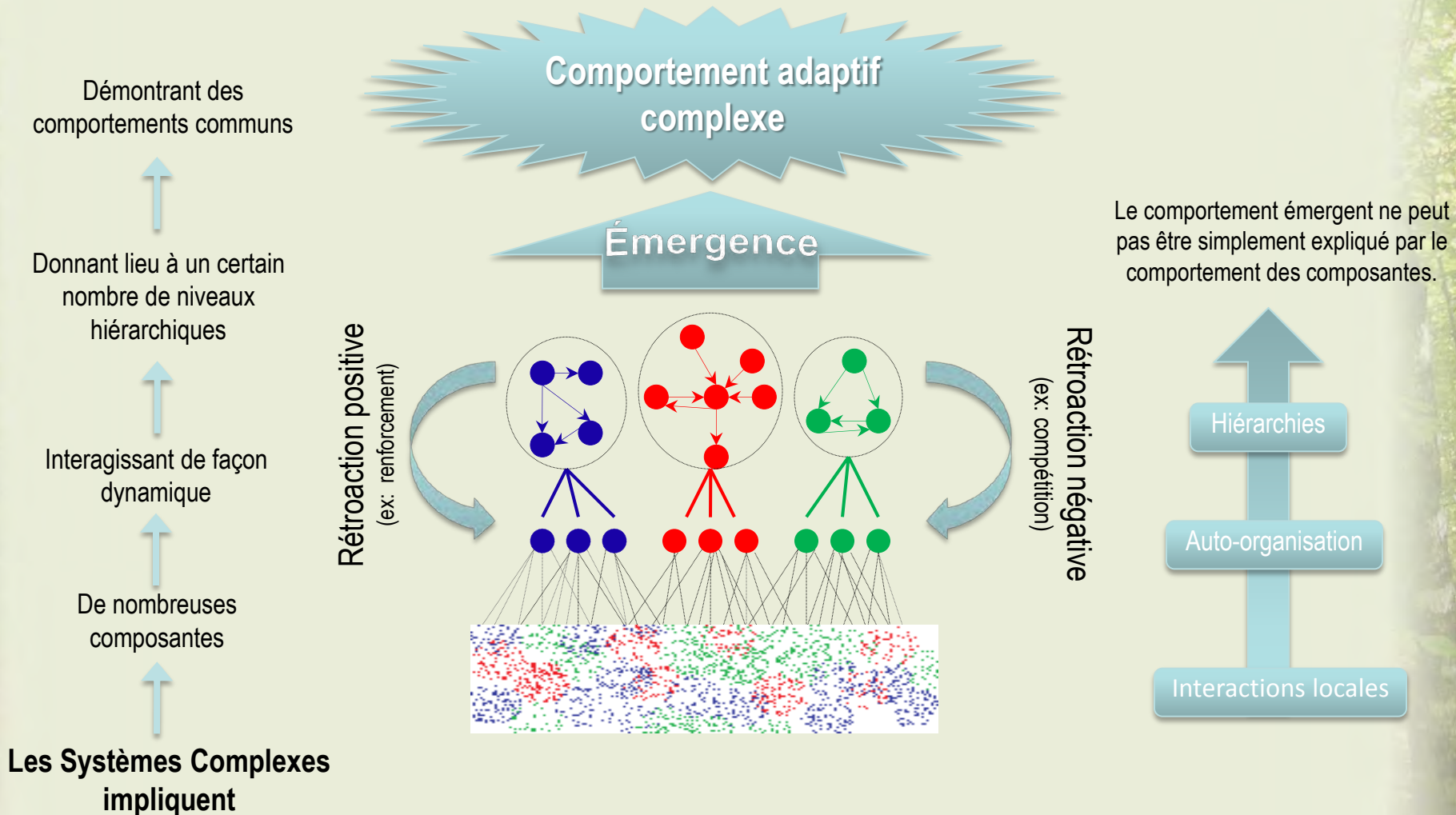
# Qu'est-ce qu'un système complexe?

- **Systeme composé de plusieurs éléments en interaction**
- **Les interactions entre les éléments du système et les interactions entre le système et son environnement sont d'une telle nature que le système ne peut pas être complètement compris par l'analyse de ses composantes**
- **Systeme qui a un comportement difficile d'analyser et à décrire en utilisant une seule échelle ou résolution**

# Qu'est-ce qu'un système complexe?



# La Théorie des Systèmes Complexes



# La théorie des systèmes complexes et l'écologie du paysage pour l'étude des écosystèmes forestières

## Permettre l'étude des écosystèmes comme:

- Systèmes dynamiques et susceptibles de changer rapidement
- Systèmes infusé avec des événements passés
- Systèmes auto-organisé dans l'espace et le temps

## Permettre l'étude de la complexités des écosystèmes forestières à travers:

- Une approche ascendante « Bottom-up »
  - ABM ou IBM
- Reconnaissance de l'importance de l'espace géographique



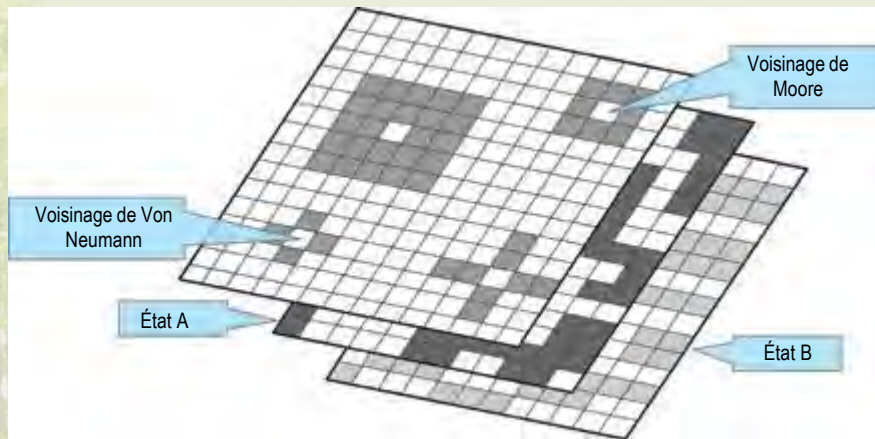
**Les Modèles Multi-Agents (ABM) sont des représentations informatiques de systèmes comprenant de multiples acteurs qui interagissent (ex: agents).**



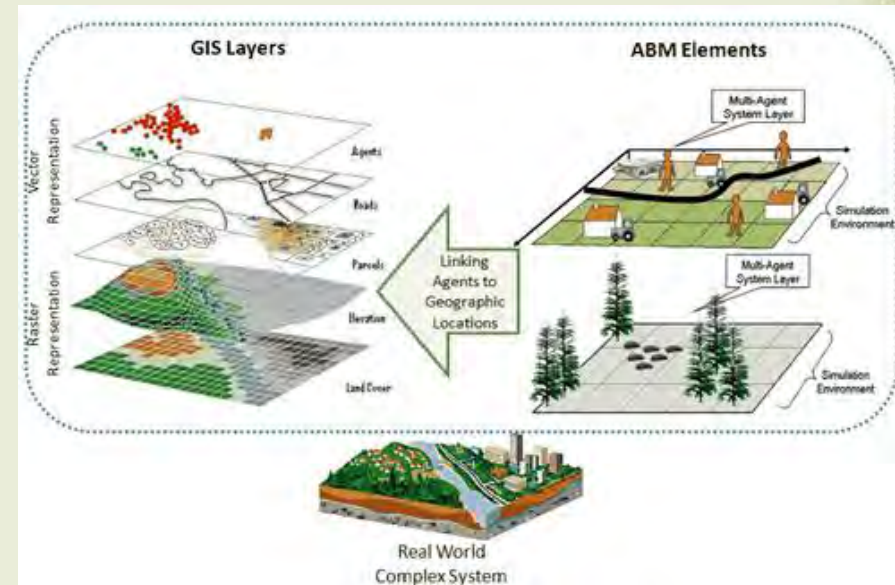
**Une méthodologie pour suivre les actions de multiples « agents » définis comme des objets possédant un comportement autonome.**

# Exemple : Modélisation de perturbations de la forêt

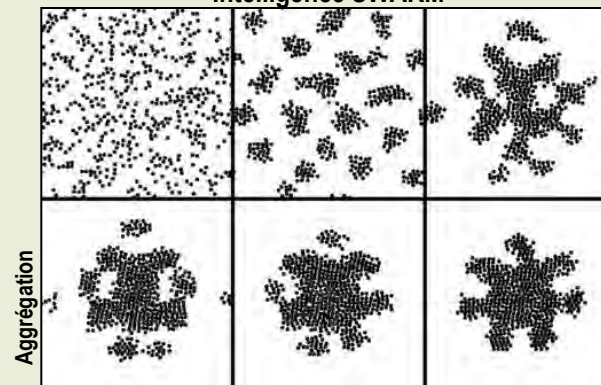
Les SIGs, la modélisation des systèmes complexes et l'intelligence informatique pour étudier les épidémies d'insectes dans la forêt



CA Elements



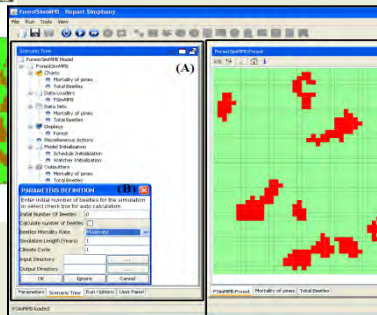
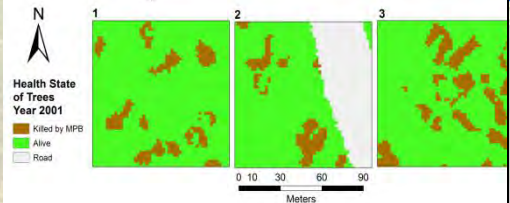
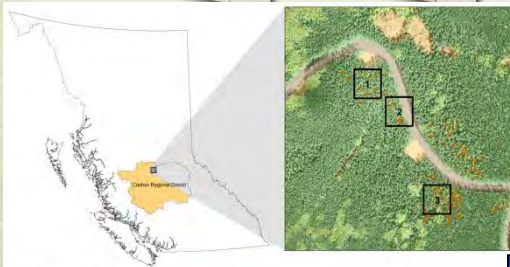
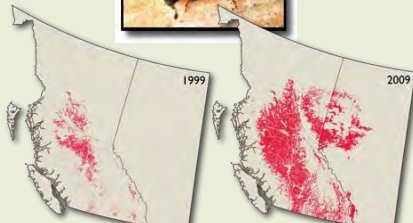
## Intelligence SWARM



Auto-organisation

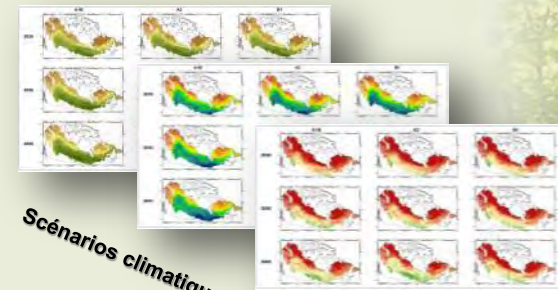
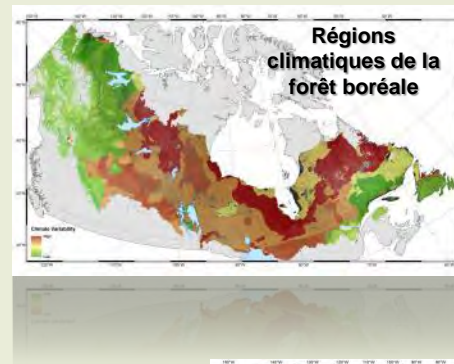
# Simuler les processus géographiques dynamiques

## Épidémies d'insectes dans la forêt

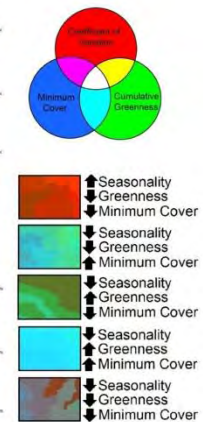
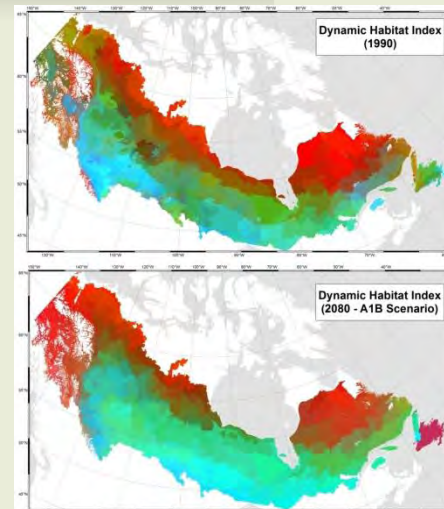


ForestSimMPB

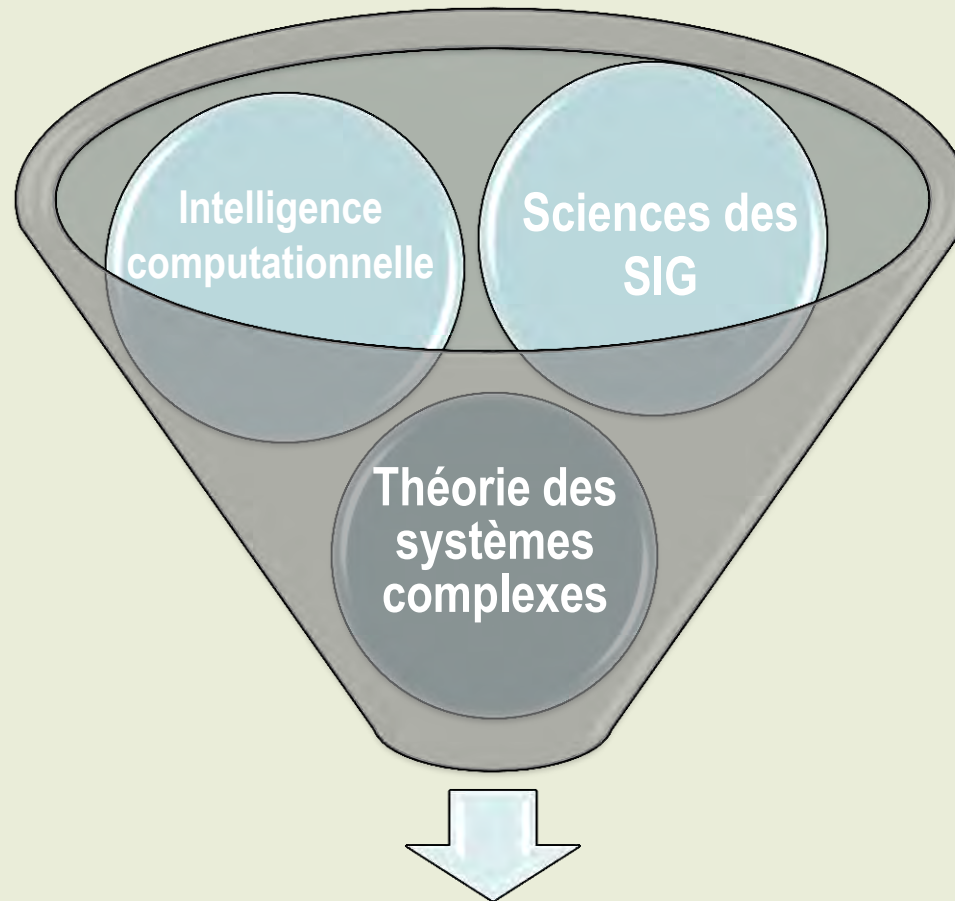
## Changements climatiques et biodiversité



Scénarios climatiques projetés

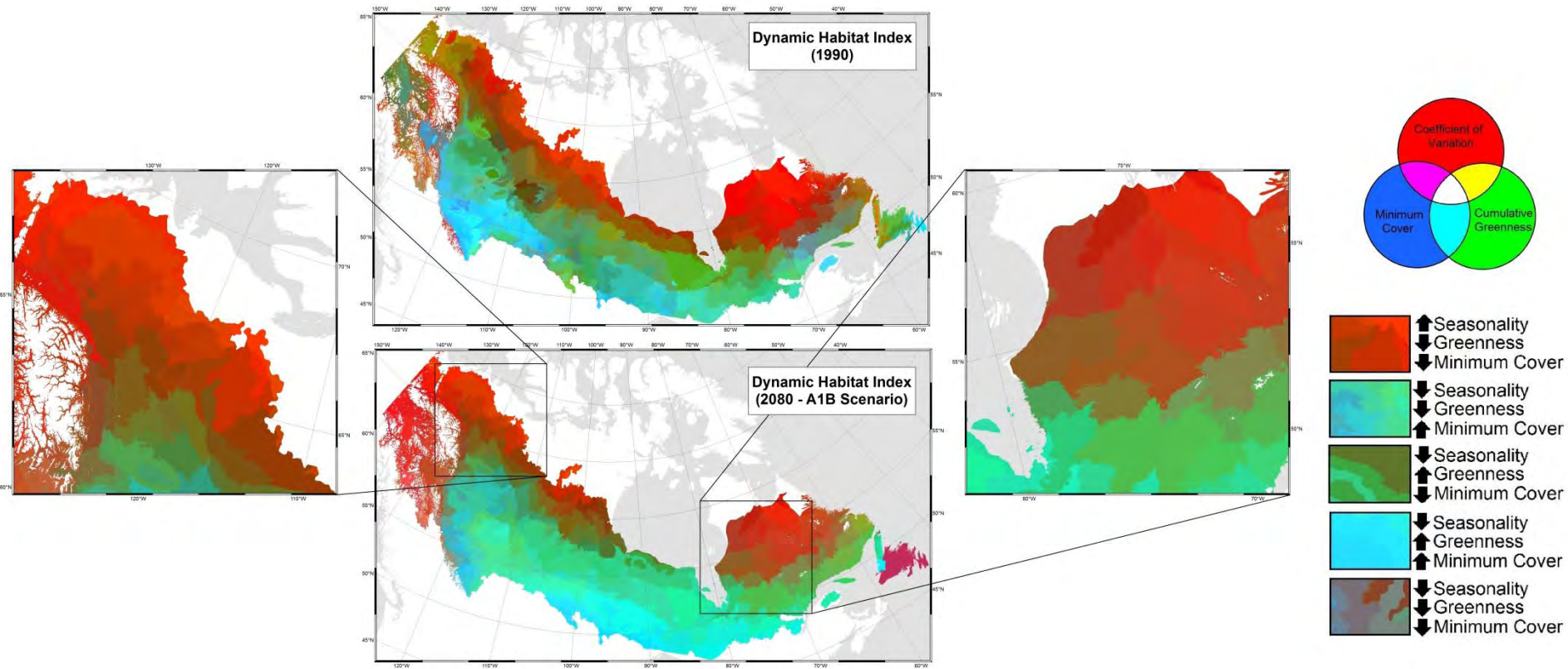


# Proposer des approches hybrides pour modéliser la dynamique des systèmes géographiques complexes



**Géosimulation environnementale**

# Le futur...



**Changements climatiques**

**Adaptation des écosystèmes forestières et de leurs espèces**



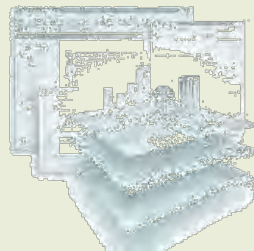
Adaptation aux  
Changements  
Climatiques



Propagation d'espèces  
invasives

# MODÉLISATION ET GEOSIMULATION DE LA COMPLEXITÉ ÉCOLOGIQUE

Systèmes intelligents  
d'aide à la décision  
spatiale

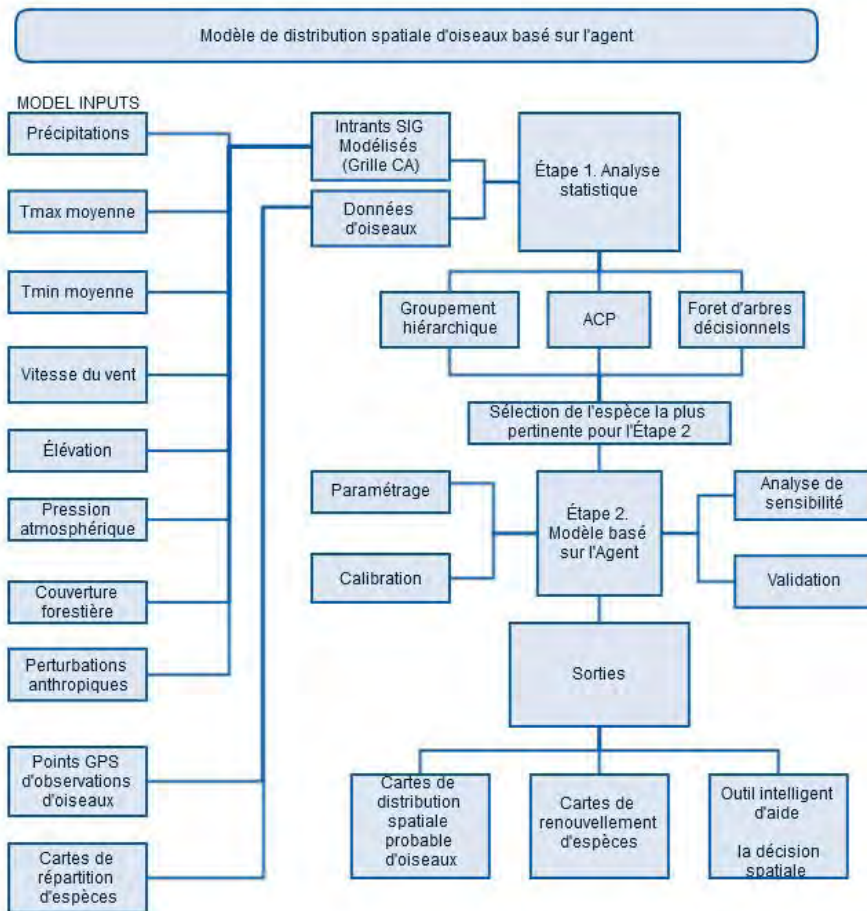


Outils de modélisation  
multi-agents

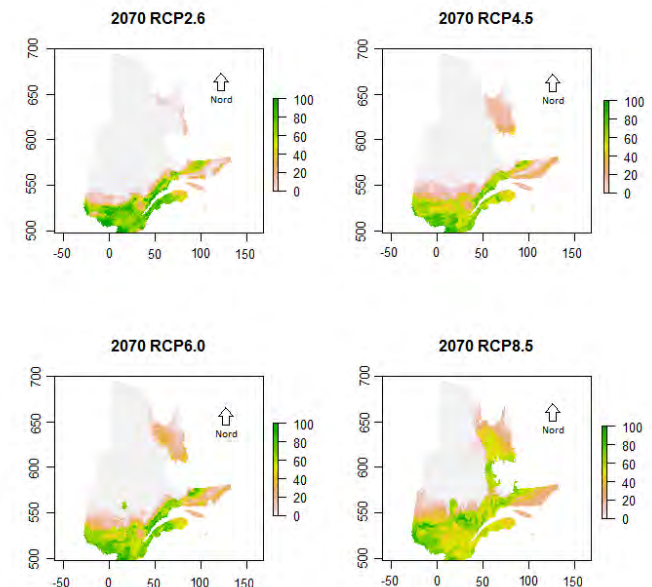


# Projets de recherche LEDGE

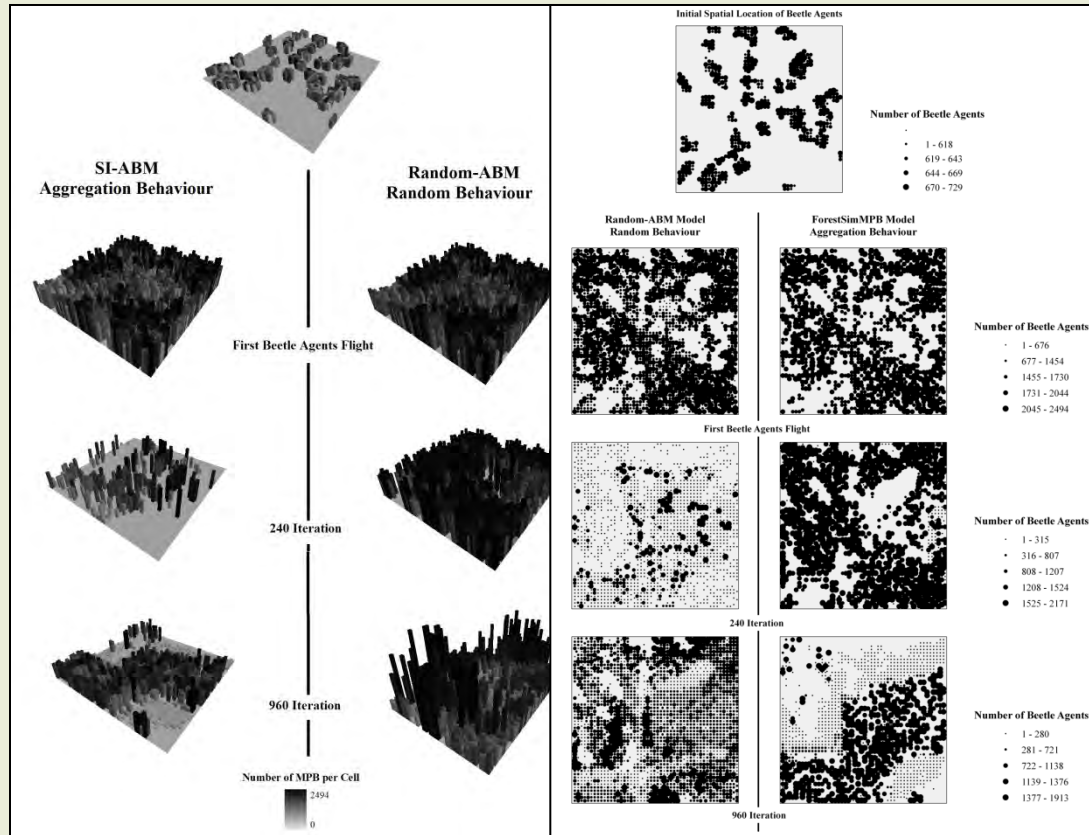
- Modélisation des changements dans la distribution spatiale d'une espèce d'oiseau en relation aux changements climatiques : une approche multi-agents - **Jonathan Gaudreau** (Maîtrise)



Distribution spatiale du bruant à couronne blanche prévue pour 2070



➤ Verification approaches and sensitivity analysis for agent-based models – **Liliana Perez**



➤ Simulation des dynamiques entre les feux de la forêt et les changements climatiques dans la région de l'Abitibi – **Alexandre Gaultier** (Travail dirigé)



# MERCI BEAUCOUP



[www.ledge.umontreal.ca](http://www.ledge.umontreal.ca)

[l.perez@umontreal.ca](mailto:l.perez@umontreal.ca)