

La simulation participative pour accompagner le processus d'adaptation de l'aménagement forestier aux changements climatiques

Clément Chion, PhD
Stagiaire postdoctoral

Co-auteurs: Pr. Frédérik Doyon, Dominic Cyr, Annie Montpetit



Institut des Sciences
de la Forêt tempérée

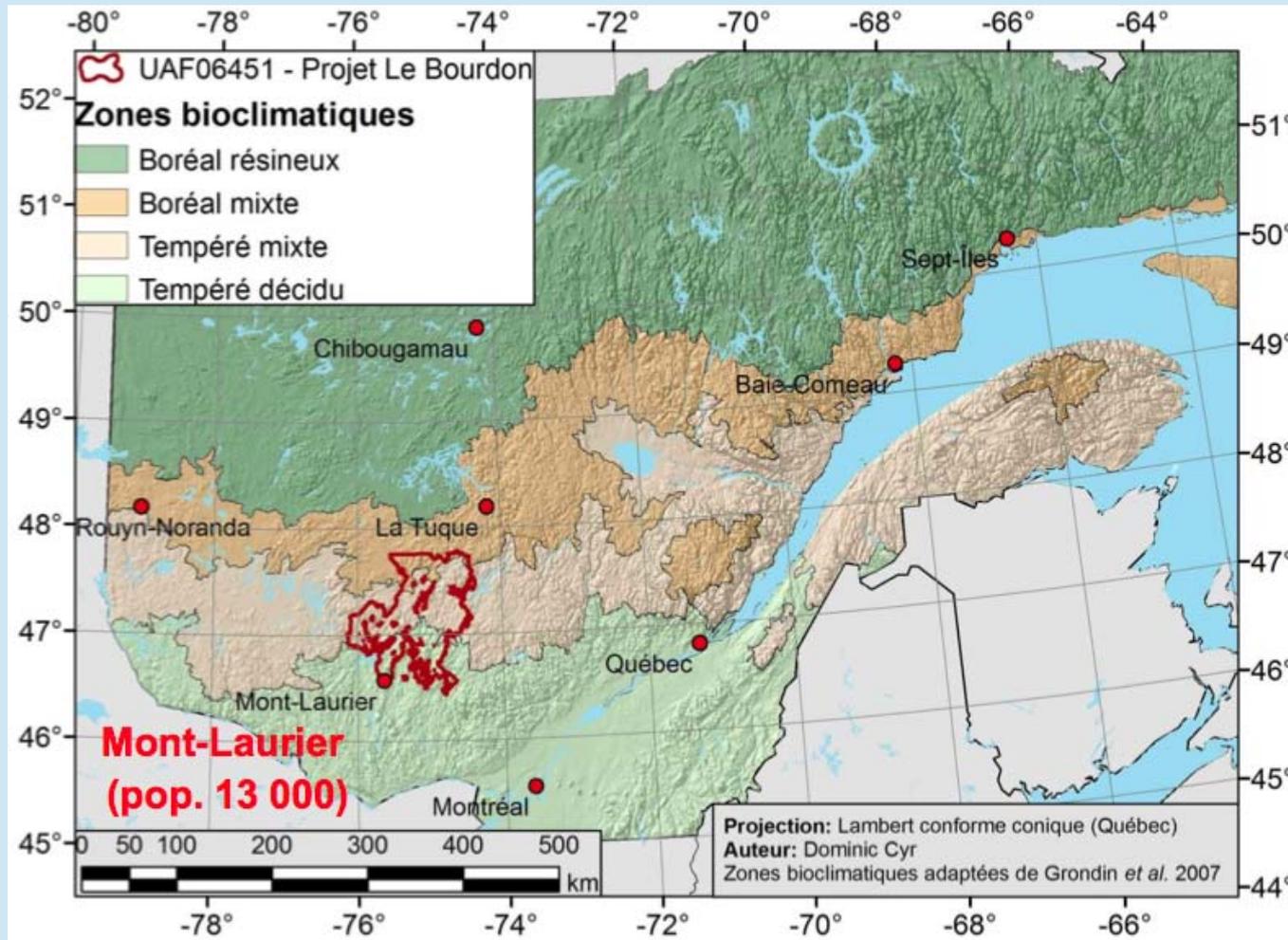


Plan

- Introduction
 - *Contexte*
 - *Cadre conceptuel*
- Simulation participative
 - *Définitions*
 - *Applications*
- Démarche générale
 - *Description*
 - *Prototype*
- Perspectives

Introduction

Collectivité forestière du Projet Le Bourdon (UA-64-51)



Territoire & démographie:

- ~1 Mha (~90% terres publiques) (1/3 Belgique)
- ~35 000 habitants (3.5 hab./km²)

Economie locale:

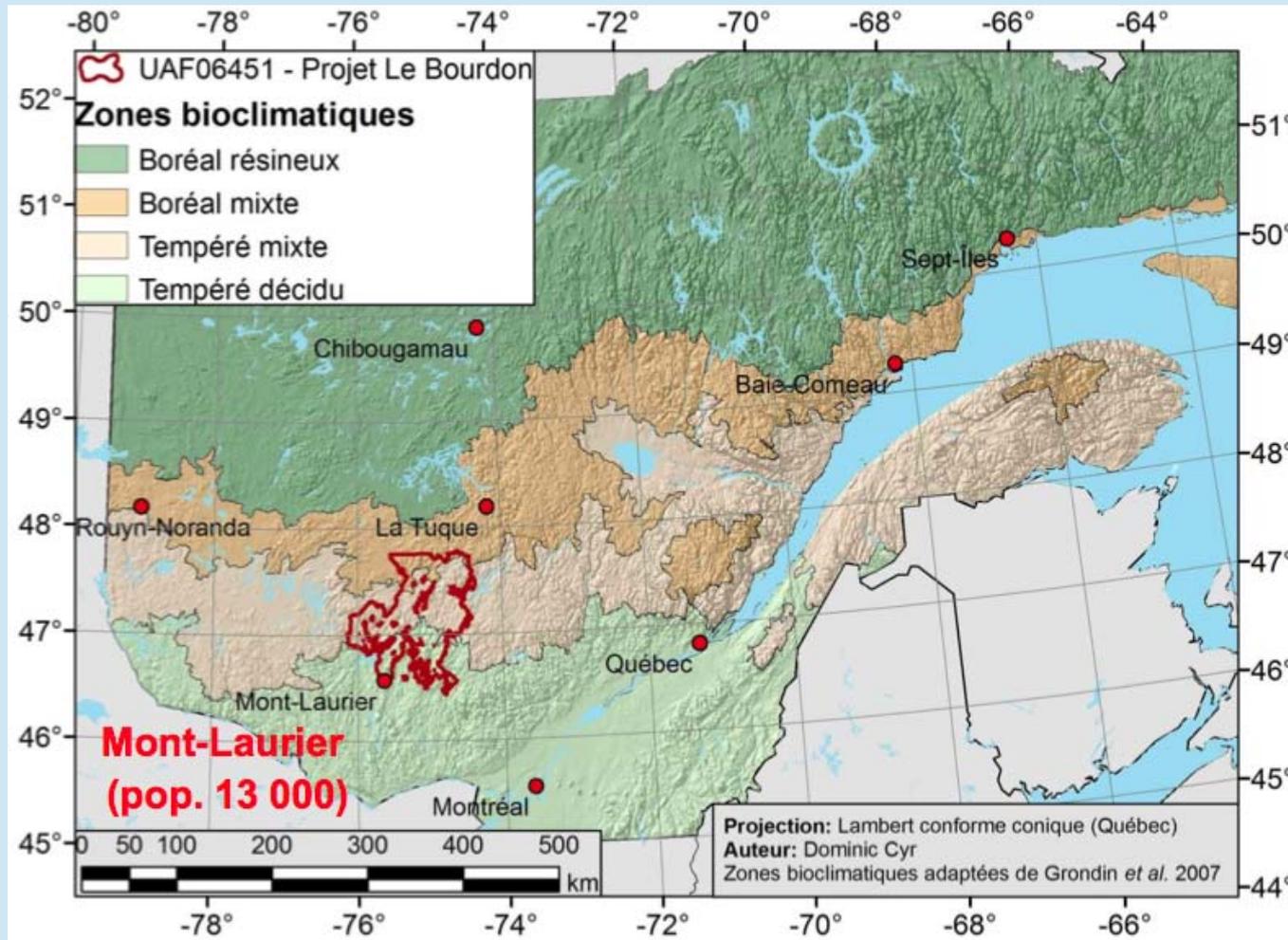
- Secteur forestier: hautement structuré par la composition forestière
- tourisme: chasse, pêche, randonnée, ski, ski-doo...

Forêt:

- fort gradient biogéographique (3 types de forêt)
- zones de transition se déplacent vers le Nord sous CC

Introduction

Collectivité forestière du Projet Le Bourdon (UA-64-51)



Changements climatiques

Impacts positifs attendus

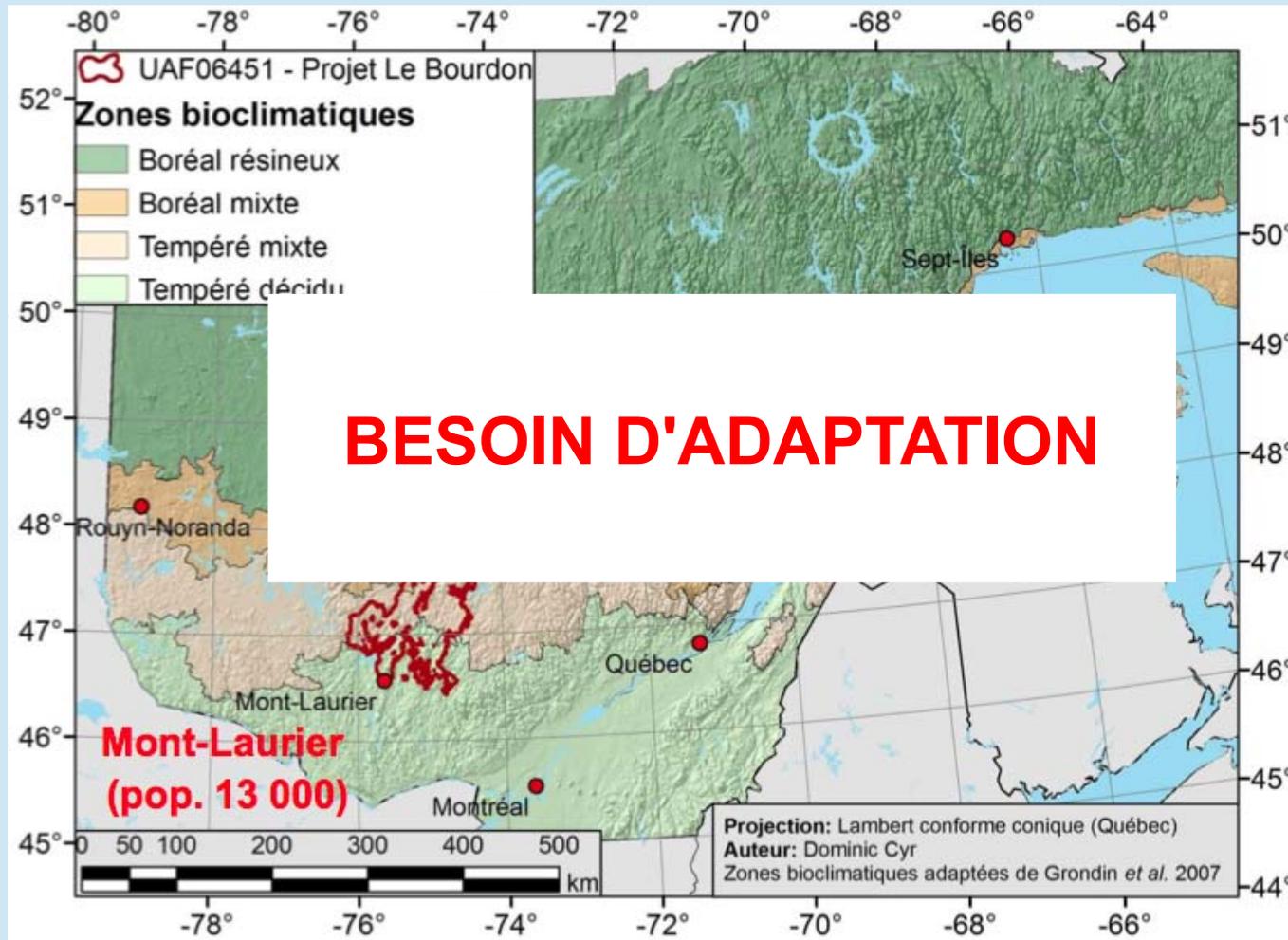
- ↑ période de croissance (~20j)
 - ↑ degrés-jours
 - ↑ enrichissement en CO₂
- ==> ↑ **croissance des arbres**

Impacts négatifs attendus

- ↑ T° en été et hiver
 - ↑ variabilité des T° autour de 0° en hiver
 - = précipitation
 - ↑ feux de forêt (sécheresse)
 - ↑ vents violents (chablis)
 - ↑ risques d'insectes ravageurs
- ==> ↑ **mortalité des arbres**
==> **changements dans les habitats fauniques**

Introduction

Collectivité forestière du Projet Le Bourdon (UA-64-51)



Changements climatiques

Impacts positifs attendus

- ↑ période de croissance (~20j)
 - ↑ degrés-jours
 - ↑ enrichissement en CO₂
- ==> ↑ **croissance des arbres**

Impacts négatifs attendus

- ↑ T° en été et hiver
 - ↑ variabilité des T° autour de 0° en hiver
 - = précipitation
 - ↑ feux de forêt (sécheresse)
 - ↑ vents violents (chablis)
 - ↑ risques d'insectes ravageurs
- ==> ↑ **mortalité des arbres**
==> **changements dans les habitats fauniques**

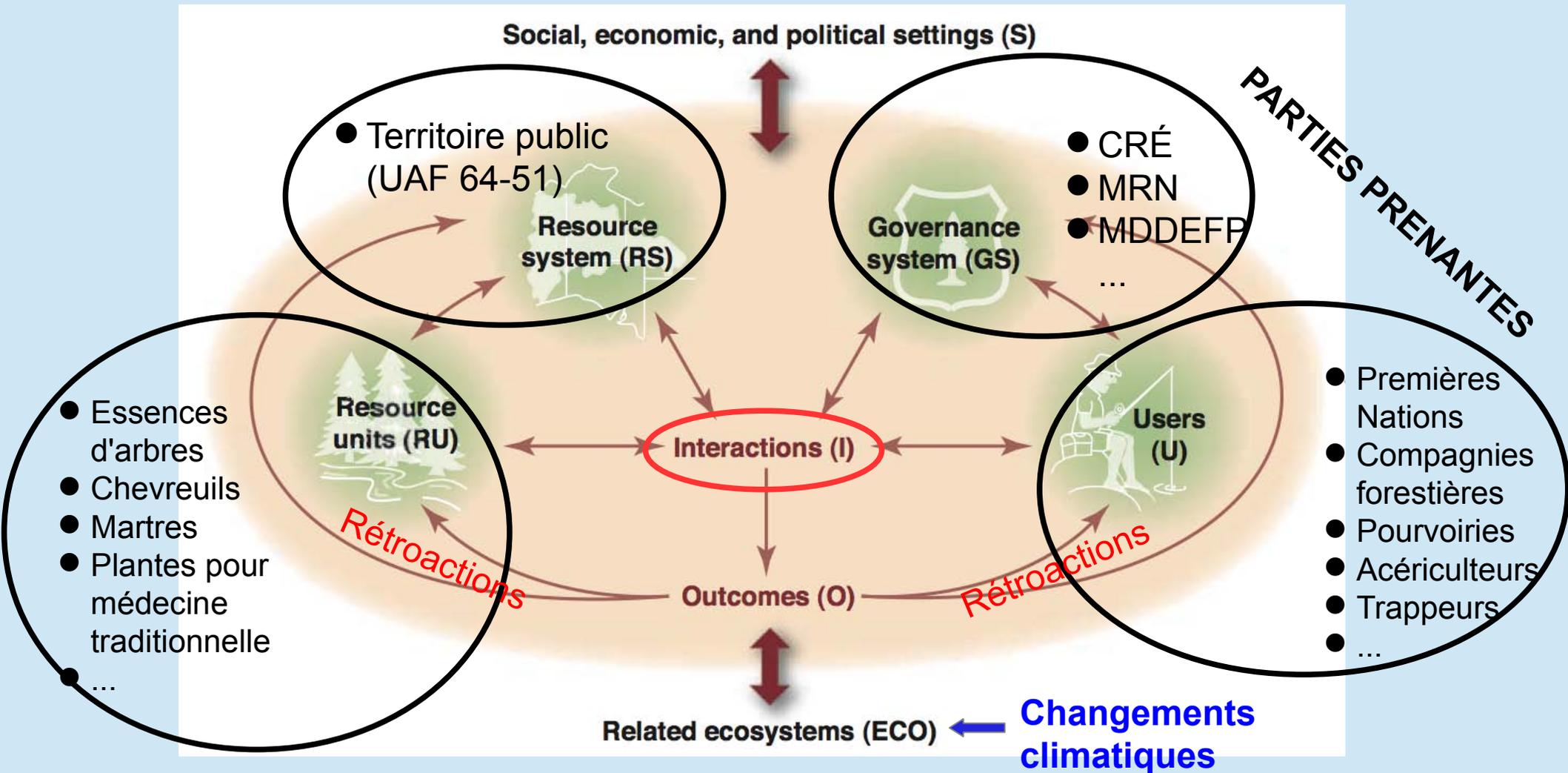
Introduction

Contexte

- Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (2013)
 - *Participation des parties prenantes*
 - *Prise en compte des besoins des usagers*
 - *Prise en compte des CC dans l'aménagement*
- Défis :
 - Incertitudes
 - CC
 - *Dynamique des perturbations naturelles*
 - *Autres (e.g. marchés)*
 - Multiples ressources
 - Multiples usagers et multiples utilisations du territoire
 - Multiples enjeux d'aménagement

Introduction

Cadre conceptuel : Systèmes socio-écologiques



Simulation participative

Description générale

- Simulation participative = « Jeu sérieux »
- Applications militaires, résolution de conflit, économie, sciences sociales...
- **Principe**

Mises en situation dans un *environnement* virtuel sur lequel les participants peuvent *agir, observer* les effets et *s'ajuster*
- **Intérêts pour l'étude de systèmes socio-écologiques**
 - Permet de parcourir les plages d'incertitude
 - Transparence des décisions et actions
 - Caractérisation des interactions
 - Boucles de rétroaction
 - Comportements adaptatifs

Simulation participative

Utilisations en gestion de ressources

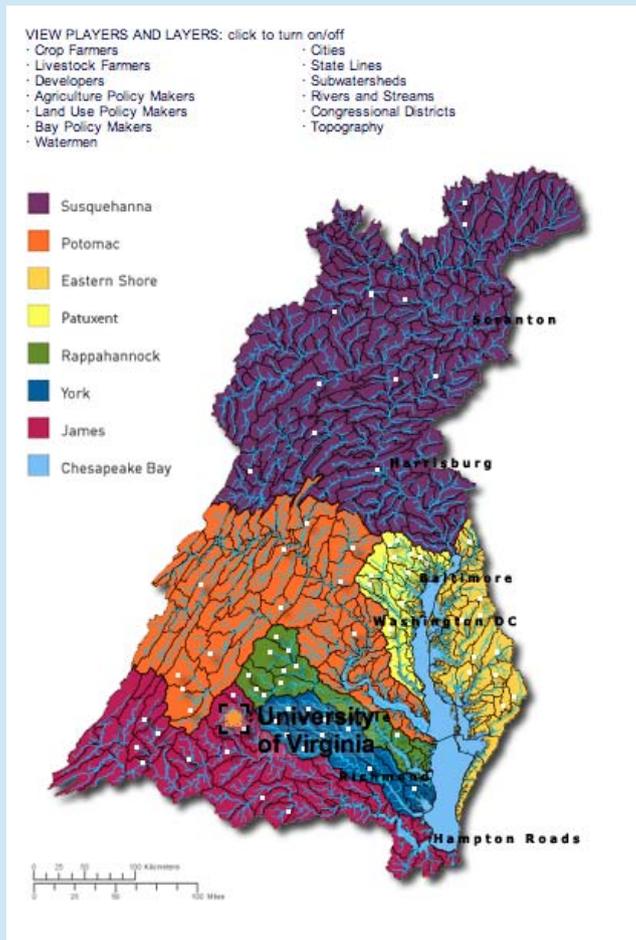
- Objectifs principaux (*Bots et van Daalen 2007, 2008*)
 - Clarifier les valeurs et arguments des PP pour améliorer la qualité du débat (transparence)
 - Outil de recherche pour mieux comprendre le fonctionnement du système socio-écologique ou de ses composantes
 - Médiation/Négociation entre PP
 - Aide à la décision pour l'élaboration de politiques
 - Support au transfert de connaissances
 - Outil éducatif (e.g. universités)
- Bénéfices dérivés (*Voinov & Bousquet 2010*)
 - Favorise le développement d'une vision commune du système et des enjeux
 - Stimule l'apprentissage collectif
 - Favorise la compréhension des contraintes des autres parties prenantes (e.g. inversion des rôles)

Simulation participative

Exemple de déploiement

UVa Bay Game : Gestion de la Baie de Chesapeake (É-U)

<http://www.virginia.edu/baygame/>

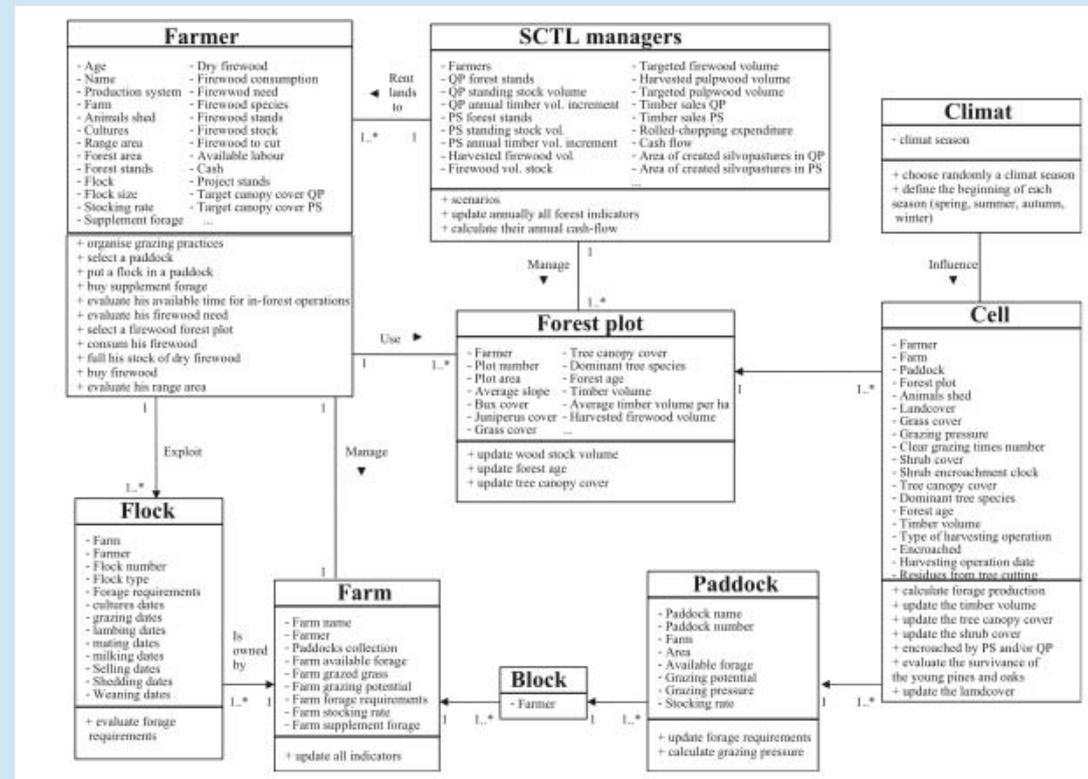
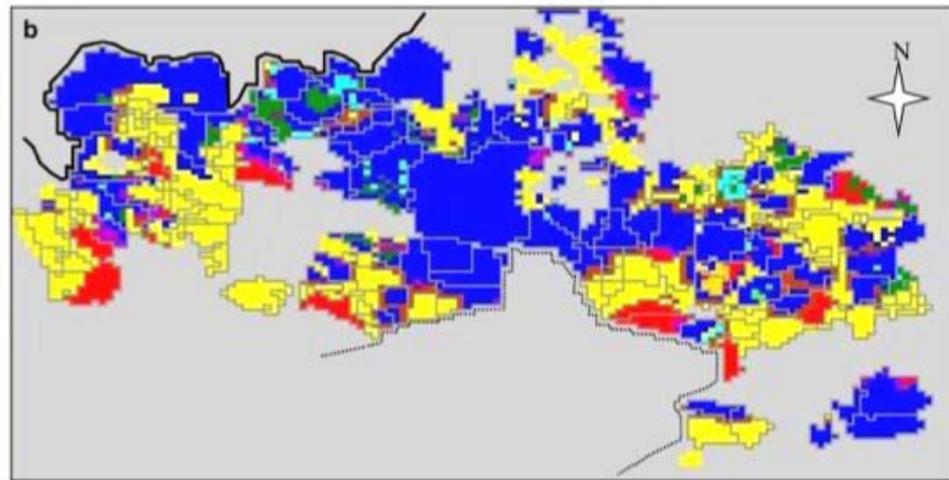
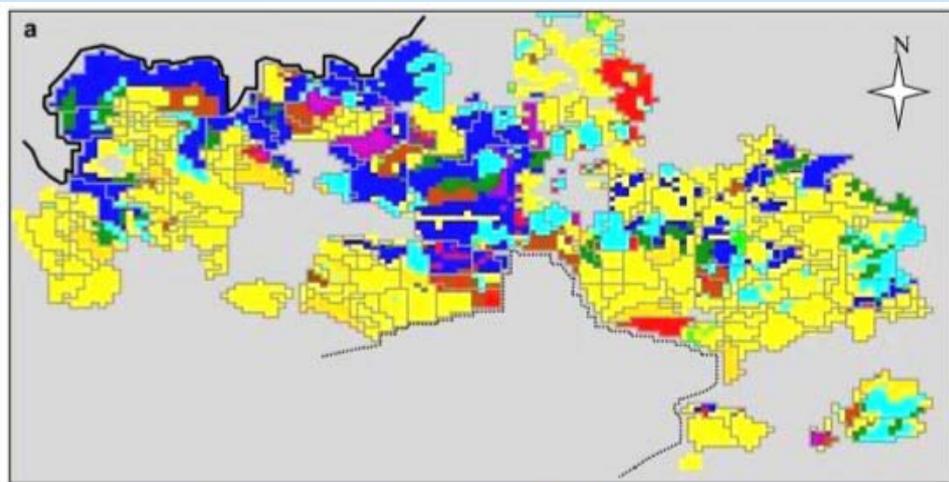


(Learmonth et al. 2011)

Simulation participative

Exemple de déploiement

Plan d'aménagement forestier de la Société Civile Des Terres du Larzac (France)



Démarche générale

Description

- Processus en plusieurs étapes :
 1. Identification de la problématique et de l'échelle focale d'action (régionale, locale...)
 2. Développement du cadre conceptuel
 3. Programmation d'une plateforme prototype
 4. Conduite des entrevues avec les parties prenantes pour alimenter le paramétrage et le design de la plateforme
 5. Construction des scénarios, des règles et de l'environnement de simulation (balayage des incertitudes)
 6. Du prototype à la plateforme de simulation finale
 7. Déploiement : séances de simulation participative + débriefage

Plateforme prototype

Description

- Preuve de faisabilité
- Programmation en NetLogo-Hubnet
- Description :
 - **But de l'exercice**: Perception des risques des CC et réponses d'adaptation au niveau de la planification
 - Un seul **rôle** : planificateur
 - Plateforme **multi-joueurs**
 - Couplage avec un modèle de succession forestière sensible au climat (« *Random Forest* »)
 - **Domaine spatial** : UA 64-51
 - **Horizon temporel** : 60 ans
 - **Enjeux** : composition, structure d'âge (écologiques)
 - **Objectifs des participants** : contrôler ces enjeux sous CC

Plateforme prototype

Démo

HubNet: prototype_SG

Période #1 [0-30 ans]

Pourcentage de coupes totales (1) 0 %

Pourcentage de coupes partielles (1) 0 %

Période #2 [31-60 ans]

Pourcentage de coupes totales (2) 0 %

Pourcentage de coupes partielles (2) 0 %

Validation de la stratégie de coupe

Coupes totales pour la PR actuelle

Perturbations naturelles totales (%)

Coupes partielles pour la PR actuelle

Perturbations naturelles partielles (%)

Nombre de joueurs

Boîte d'envoi

Boîte de réception

Replanning

Période actuelle de replanning (PR)

Intervalle de temps du replanning

Coupes totales (replanning)

Coupes partielles (replanning)

Sous-types (à afficher)

FFI

Proportions historiques (sous-type) Change

Classes d'âge (à afficher)

Jeunes

Proportions historiques (âge) Change

Composition: Feuillus

proportion (%)

année

FFI
FFT
FJ

Composition: Mélangés

proportion (%)

année

MFI
MFT
MJ
MR

Composition: Résineux

proportion (%)

année

RB
RM
RJ

Structure d'âge

proportion (%)

année

Matures
Intermédiaires
Jeunes

User name: Local 57

Server: 192.168.0.103 Port: 9173

Plateforme prototype

Démo

HubNet: prototype_SG

Période #1 [0-30 ans]

Pourcentage de coupes totales (1) 15 %

Pourcentage de coupes partielles (1) 20 %

Période #2 [31-60 ans]

Pourcentage de coupes totales (2) 10 %

Pourcentage de coupes partielles (2) 25 %

Validation de la stratégie de coupe

Coupes totales pour la PR actuelle: 0.05

Perturbations naturelles totales (%): 0.01

Coupes partielles pour la PR actuelle: 0.067

Perturbations naturelles partielles (%): 0.013

Nombre de joueurs: 1

Boîte d'envoi

Boîte de réception

Replanning

Période actuelle de replanning (PR): 10

Intervalle de temps du replanning: 10

Coupes totales (replanning): 0

Coupes partielles (replanning): 0

Sous-types (à afficher): FFI

Proportions historiques (sous-type)

Classes d'âge (à afficher): Jeunes

Proportions historiques (âge)

Composition: Feuillus

Composition: Mélangés

Composition: Résineux

Structure d'âge

User name: Local 57

Server: 192.168.0.103 Port: 9173

Plateforme prototype

Démo

HubNet: prototype_SC

Période #1 [0-30 ans]

Pourcentage de coupes totales (1) 15 %

Pourcentage de coupes partielles (1) 20 %

Période #2 [31-60 ans]

Pourcentage de coupes totales (2) 10 %

Pourcentage de coupes partielles (2) 25 %

Replanning

Période actuelle de replanning (PR) 20

Intervalle de temps du replanning 10

Coupes totales (replanning) 2

Coupes partielles (replanning) 3

Sous-types (à afficher) FFT

Proportions historiques (sous-type) [0 0.01 0.025]

Validation de la stratégie de coupe

Coupes totales pour la PR actuelle 0.02

Perturbations naturelles totales (%) 0.01

Coupes partielles pour la PR actuelle 0.03

Perturbations naturelles partielles (%) 0.013

Nombre de joueurs 1

Boîte d'envoi

Boîte de réception

Composition: Feuillus

proportion (%)

année

FFI
FFT
FJ

Composition: Mélangés

proportion (%)

année

MFI
MFT
MJ
MR

Composition: Résineux

proportion (%)

année

RB
RM
RJ

Structure d'âge

proportion (%)

année

Matures
Intermédiaires
Jeunes

Classes d'âge (à afficher) Matures

Proportions historiques (âge) [0.651 0.624 0.654]

User name: Local 57

Server: 192.168.0.103 Port: 9173

Plateforme prototype

Démo

HubNet: prototype_SG

Période #1 [0-30 ans]

Pourcentage de coupes totales (1) 15 %

Pourcentage de coupes partielles (1) 20 %

Période #2 [31-60 ans]

Pourcentage de coupes totales (2) 10 %

Pourcentage de coupes partielles (2) 25 %

Validation de la stratégie de coupe

Coupes totales pour la PR actuelle 0.02	Perturbations naturelles totales (%) 0.01
Coupes partielles pour la PR actuelle 0.03	Perturbations naturelles partielles (%) 0.013

Nombre de joueurs
1

Boîte d'envoi Change

Boîte de réception Change

```
[<Local 57> Y a quelqu'un?
<Local 58> oui, moi!
]
```

User name: Local 57

Replanning

Période actuelle de replanning (PR)
20

Intervalle de temps du replanning
10

Coupes totales (replanning)
2

Coupes partielles (replanning)
3

Sous-types (à afficher)
FFT

Proportions historiques (sous-type) Change
[0 0.01 0.025]

Classes d'âge (à afficher)
Matures

Proportions historiques (âge) Change
[0.651 0.624 0.654]

Composition: Feuillus

Composition: Mélangés

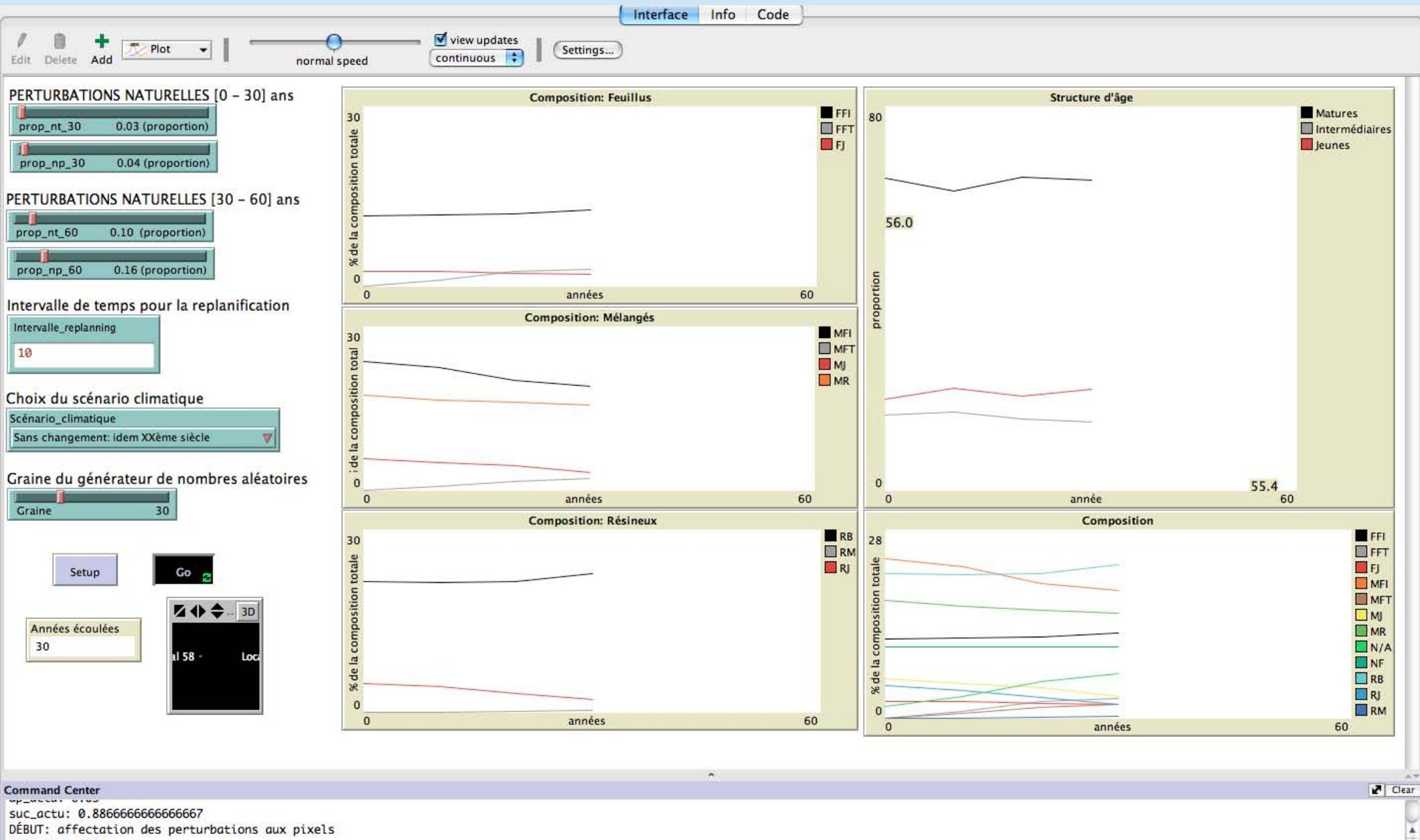
Composition: Résineux

Structure d'âge

Server: 192.168.0.103 Port: 9173

Plateforme prototype

Démo



Plateforme prototype

Questions de recherche

- Quels sont les seuils de perception du risque des PP face aux CC (changements progressifs vs. Abrupts)?
- Quelles sont les décisions d'adaptation des PP?
- Quelle information est utilisée dans ce processus?
- Quels sont les effets de ces décisions (i.e. évaluation avec le modèle de succession sensible au climat)?
- Quelles sont les barrières à l'adaptation au niveau de la planification (débrefage)?
- Quelles mesures de renforcement de la capacité d'adaptation peuvent permettre de surmonter ces barrières (débrefage)?

Prochaines étapes

Prototype → déploiement

- Cours terme
 - Intégration d'autres enjeux et indicateurs (e.g. densité, IQH, produits ligneux)
 - Intégration des cibles par enjeu (VOIC)
 - Intégration des rôles des usagers (entrevues)
 - Construction des scénarios de jeu (ateliers avec experts)
 - Tests et déploiement
- + long terme
 - Intégration de la dimension spatiale (e.g. couplage avec Landis)
 - Vers une plateforme autonome → modèle multi-agents

Merci!

Références

Bots, P., & Van Daalen, E. (2007). Functional design of games to support natural resource management policy development. *Simulation & Gaming*, 38(4), 512–532.

Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325, 419.

Simon, C., & Etienne, M. (2010). A companion modelling approach applied to forest management planning. *Environmental Modelling & Software*, 25(11), 1371–1384.

Ferber, J. (1999). *Multi-Agent Systems: An Introduction to Distributed Artificial Intelligence*.

Parrott, L., Chion, C., Gonzalès, R., & Latombe, G. (2012). Agents, individuals, and networks: modeling methods to inform natural resource management in regional landscapes. *Ecology and Society*, 17(3), 32.

Wilensky, U., & Stroup, W. (1999). Learning through participatory simulations: network-based design for systems learning in classrooms, 80.

Wilensky, U., & Stroup, W. (n.d.). HubNet. Evanston, IL. Retrieved from <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/hubnet.html>

La simulation participative pour accompagner le processus d'adaptation de l'aménagement forestier aux changements climatiques

Clément Chion, PhD
Stagiaire postdoctoral

Co-auteurs: Pr. Frédérik Doyon, Dominic Cyr, Annie Montpetit



Institut des Sciences
de la Forêt tempérée

