

# Analyse de sensibilité d'un paysage forestier des Hautes-Laurentides modélisé avec LANDIS-II dans un contexte de changements climatiques

Dominic Cyr<sup>1</sup> - <http://www.cef-cfr.ca/index.php?n=Membres.DominicCyr>

Frédéric Doyon<sup>1</sup>

Pascal Rochon<sup>1</sup>

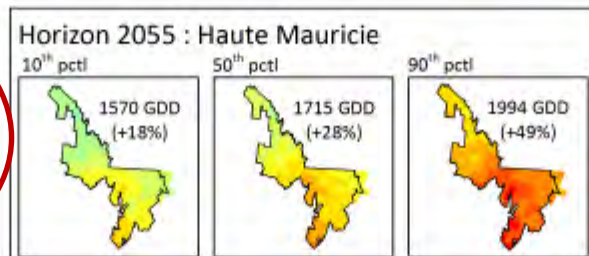
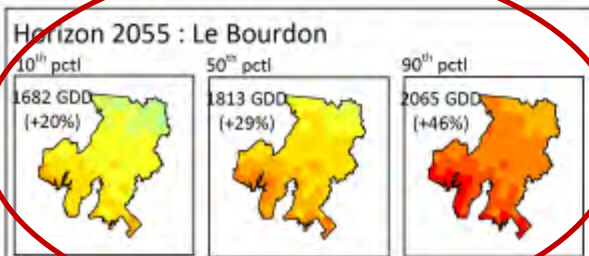
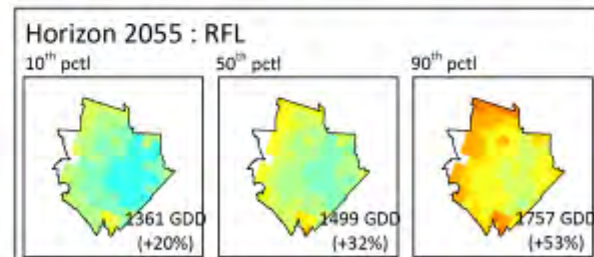
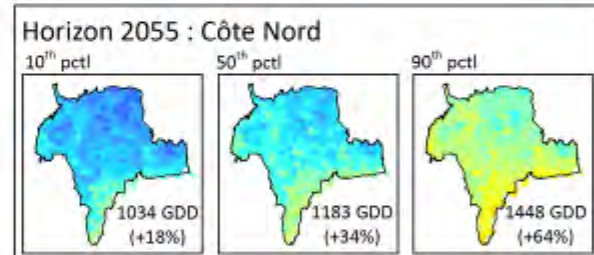
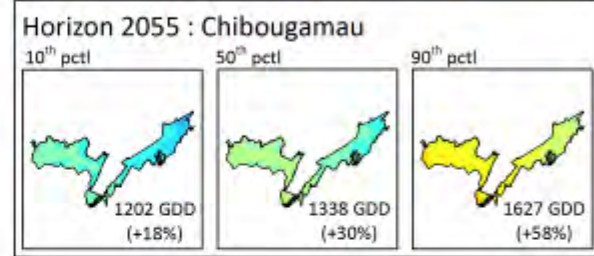
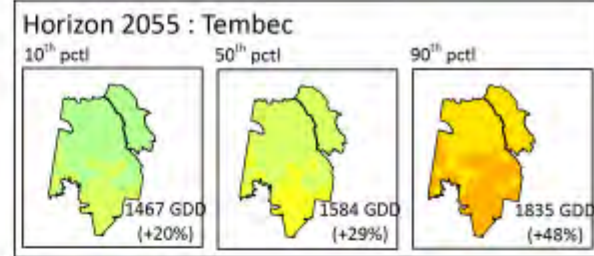
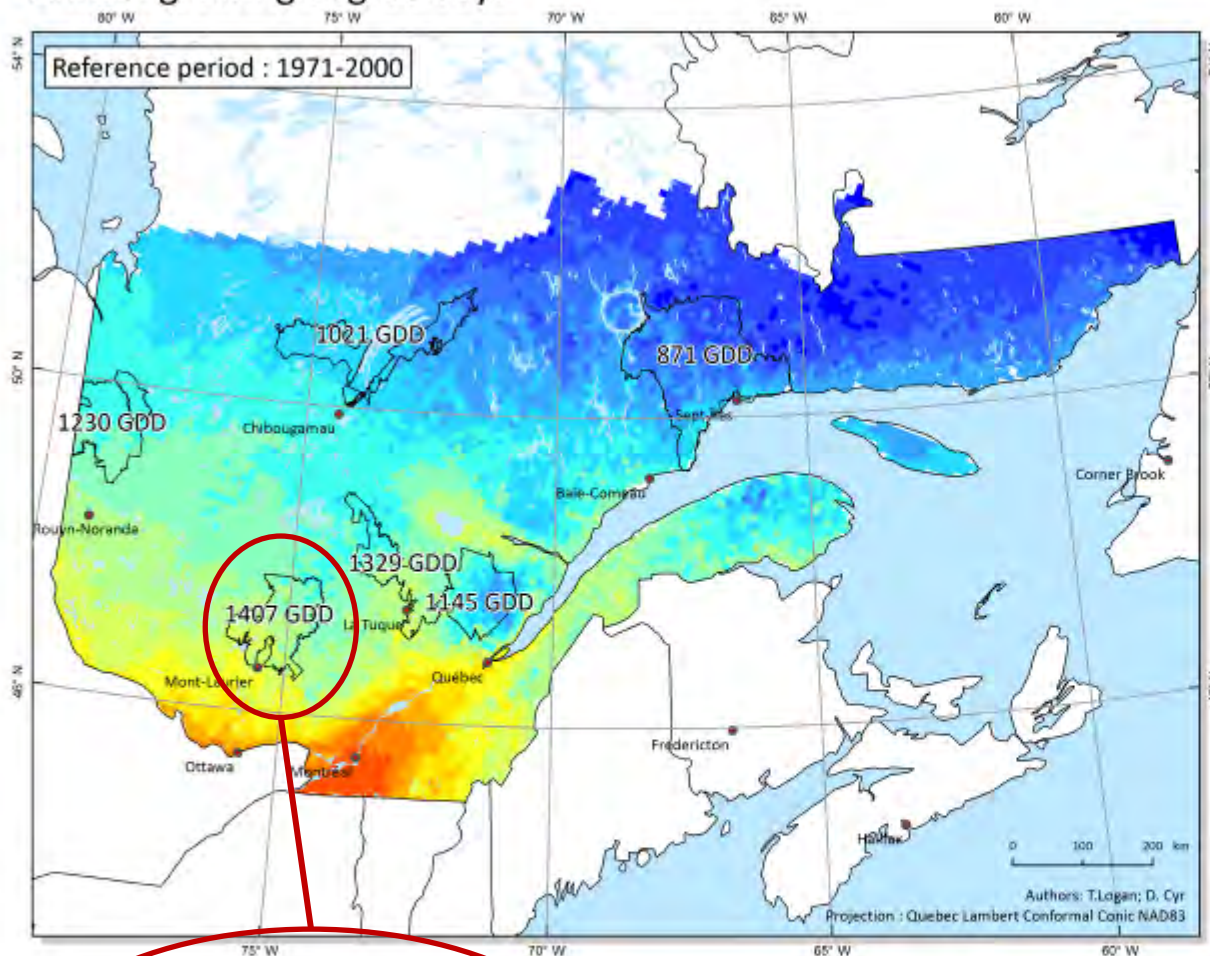
Christian Jauvin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université du Québec en Outaouais – Institut des sciences de la forêt tempérée

<sup>2</sup>Consultant en programmation scientifique



# Annual growing degree days



(GDD)

**Comment les paysages forestiers vont-ils réagir face aux changements climatiques?**

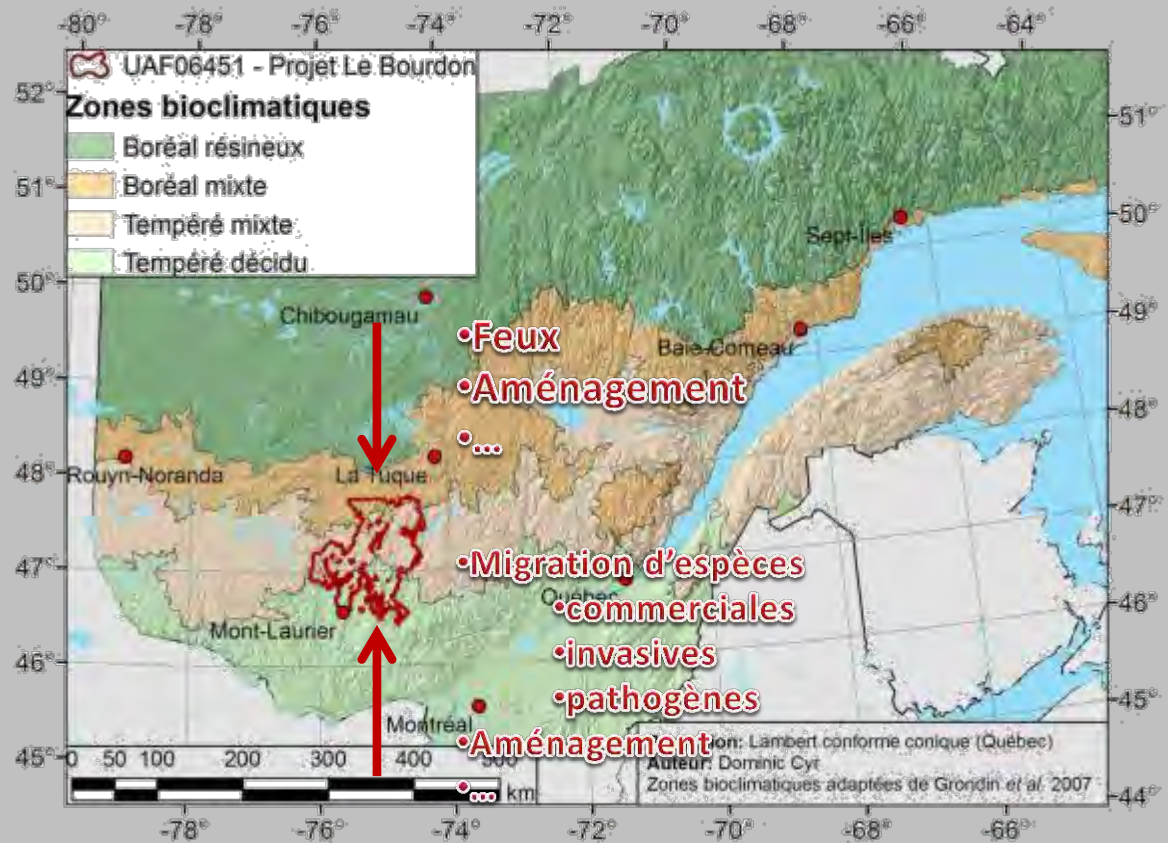


**Comment devrions-nous nous adapter face à ces changements?**


# Projet Le Bourdon


Évaluation des vulnérabilités et adaptation aux changements climatiques

- ≈1 M-ha
- Terres publiques
- Environnement socio-économique largement structuré autour de la forêt (bois et récréotourisme)
- Zone de transition (tempéré -> boréal)



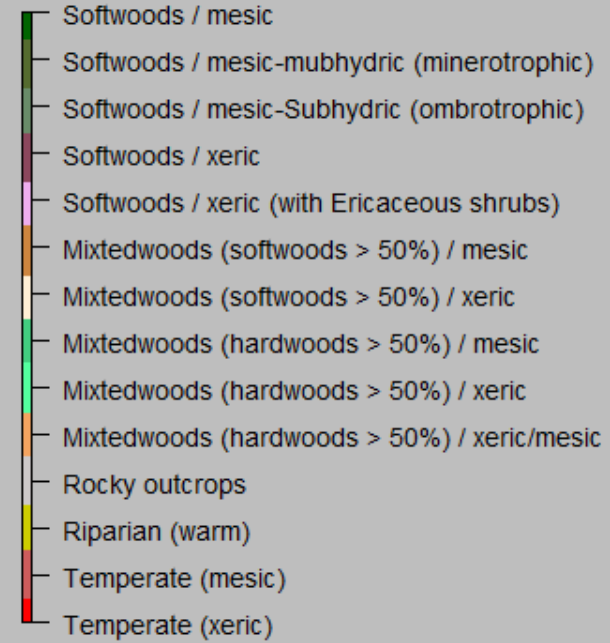
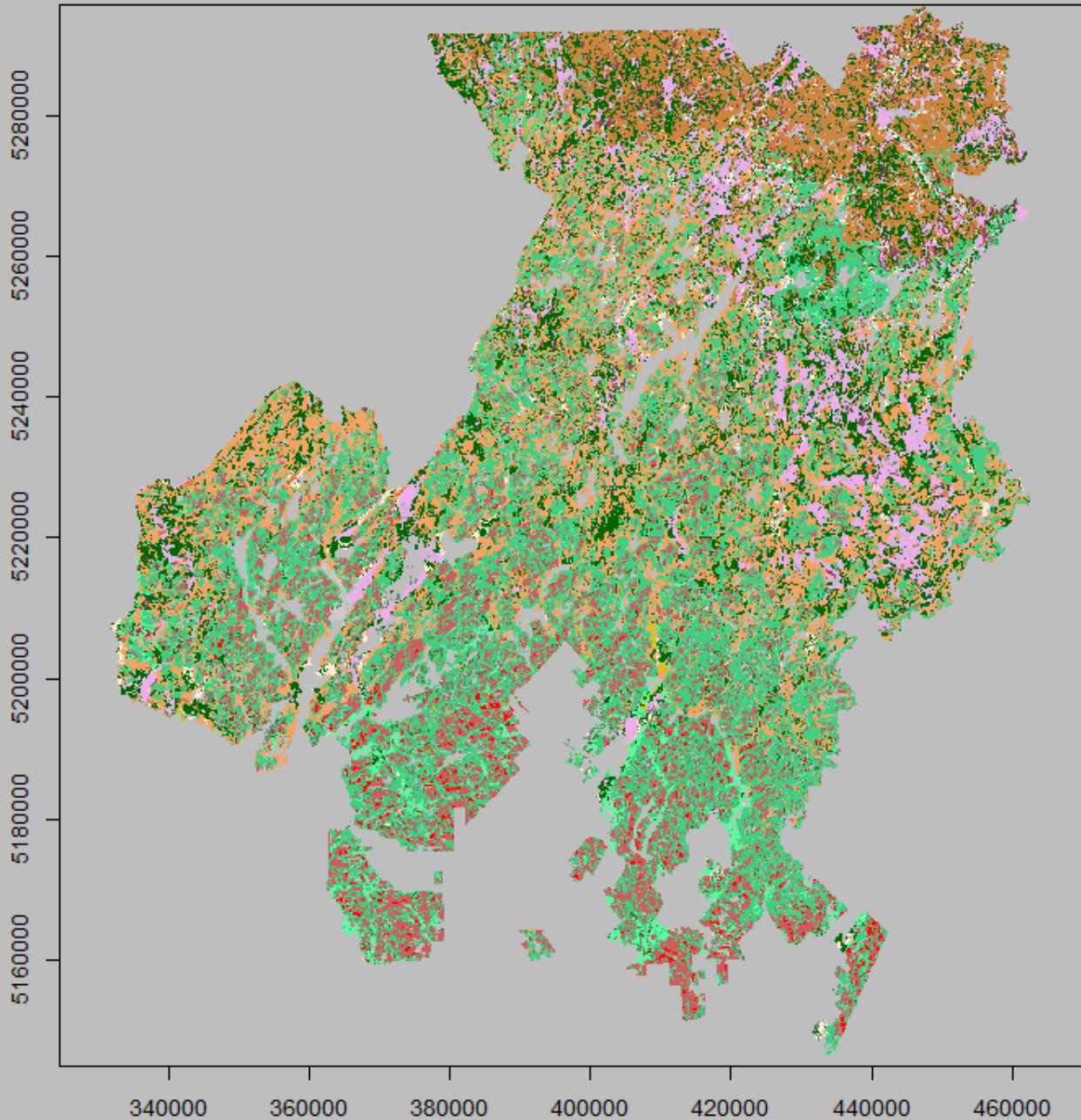
# Comment les paysages forestiers vont-ils réagir face aux changements climatiques?

- 
- Le système est-il vraiment sensible aux CC?
  - Quelle est l'importance relative des différents impacts potentiels des CC?

- 
- Comment les gens vont-ils réagir face à l'information disponible?
  - Les stratégies d'aménagement auront-elles les effets escomptés?

## Comment devrions-nous nous adapter face à ces changements?

## LANDIS Ecoregions



- Résolution thématique:  
**14 « écotypes »**

- **32** espèces

- Résolution spatiale:  
**1 ha**

- Pas de temps:  
**10 ans**

# Analyse de sensibilité – Plan expérimental

	Intrants	Approche		Type(s) d'incertitude	Modules LANDIS-II
Régimes de perturbations	Feux	3 scénarios	Factoriel complet	Incertitude paramétrique / Stochasticité	<i>Base fire</i>
	Vent	3 scénarios	Factoriel complet		<i>Base wind</i>
Interactions entre espèces (succession)	<i>Probabilités d'établissement</i>	Plages de valeurs crédibles (sondages experts – avec et sans CC)	Échant. Hypercube Latin (+valeurs min, moy, et max. Inclues dans factoriel complet)	Incertitude paramétrique / Stochasticité	<i>Age-Only succession</i>
	Tolérance à l'ombre	3 classif. de tolérance à l'ombre	Factoriel complet		

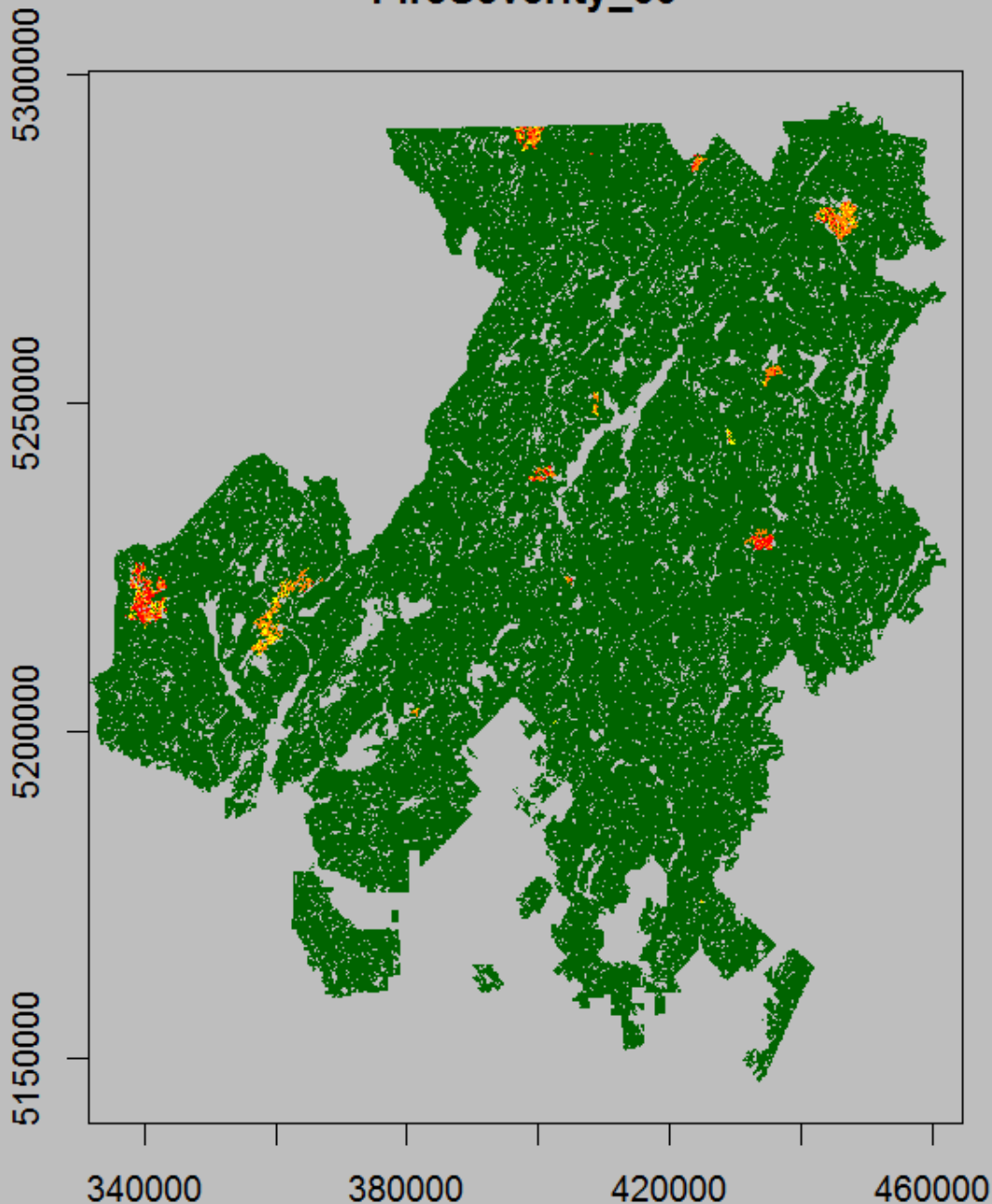
Plan factoriel complet: **162** ensembles de paramètres

Avec EHL (25) et réplication (3): **4536** simulations uniques

Intrants: **Plages de valeurs crédibles**

Variables-réponse: **Gradients latitudinaux**

# FireSeverity\_50



## Déterminants à échelle fine

### Faible fréquence des feux (observations récentes)

Zones à dominance résineuse:

Int. moy. 1000 yrs

Zones à dominance feuillue:

Int. moy. 6000 yrs

Sev:4

Sev:3

Sev:2

Sev:1

unburned

### Forte fréquence des feux (2100; 2x fréquence actuelle et taille moyenne des feux)

Zones à dominance résineuse:

Int. moy. 500 yrs

Zones à dominance feuillue:

Int. moy. 3000 yrs

## Déterminants à échelle large

### Forte fréquence des feux (2100; 2x fréquence actuelle et taille moyenne des feux)

Zones à dominance résineuse:

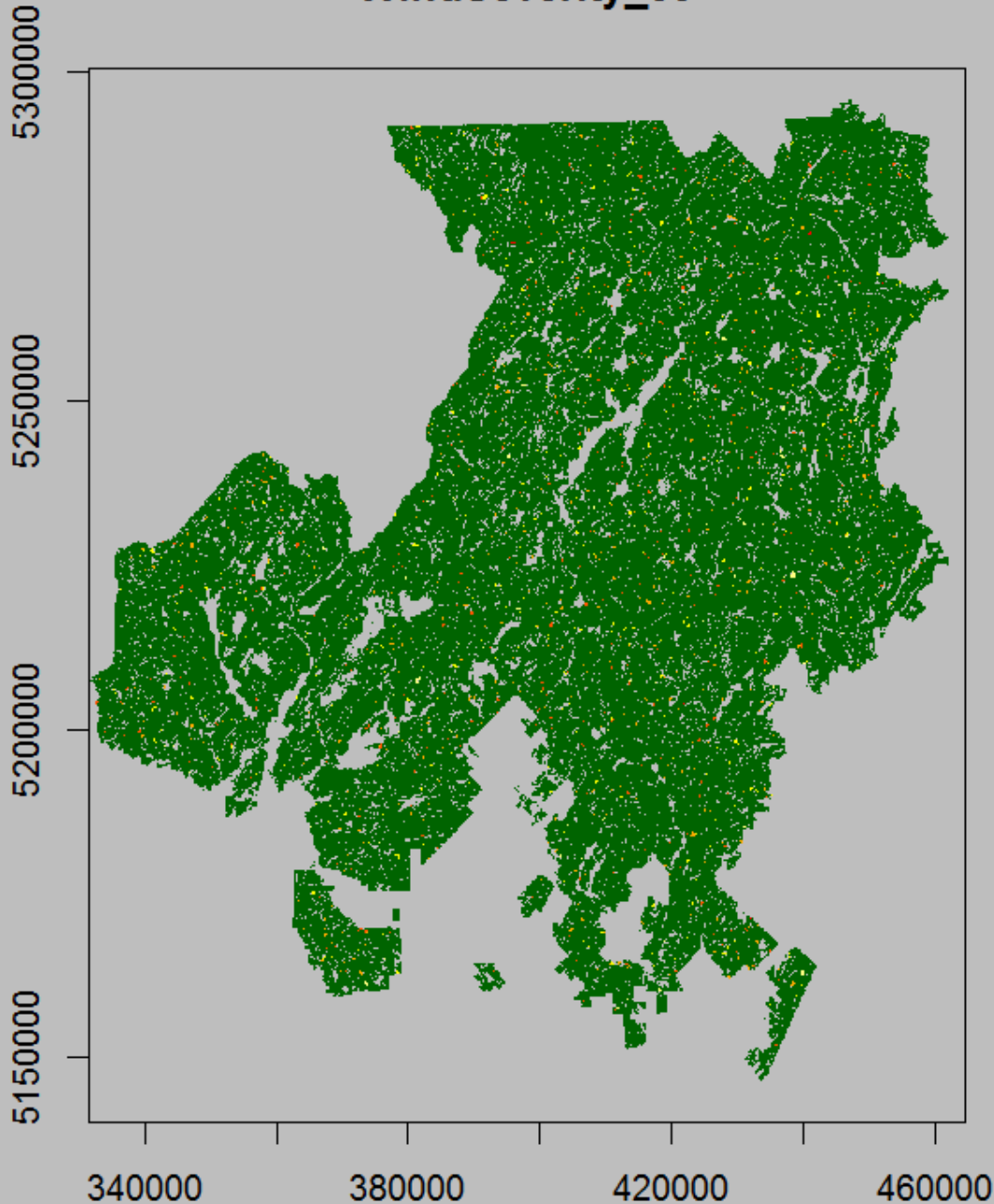
Int. moy. 500 yrs

Zones à dominance feuillue:

Int. moy. 3000 yrs



# WindSeverity\_50



**Forte fréquence**  
(Int. moy. 500 ans)

**Faible sévérité**  
≈10% des événements affectent la plupart des cohortes matures

**Forte sévérité**  
≈50% des événements affectent la plupart des cohortes matures

**Faible fréquence**  
(Int. moy.: 1000 ans)

**Forte sévérité**  
≈50% des événements affectent la plupart des cohortes matures

# Performances des espèces modulées pour un futur climat

## Coefficients d'établissement

*Probabilité qu'une **cohorte** d'une espèce donnée s'établisse sur une parcelle (1 ha) à l'intérieur d'un pas de temps (10 ans), considérant la présence de graines ainsi que de conditions de lumière **adéquates**.*

## Subjectif / Hypothétique

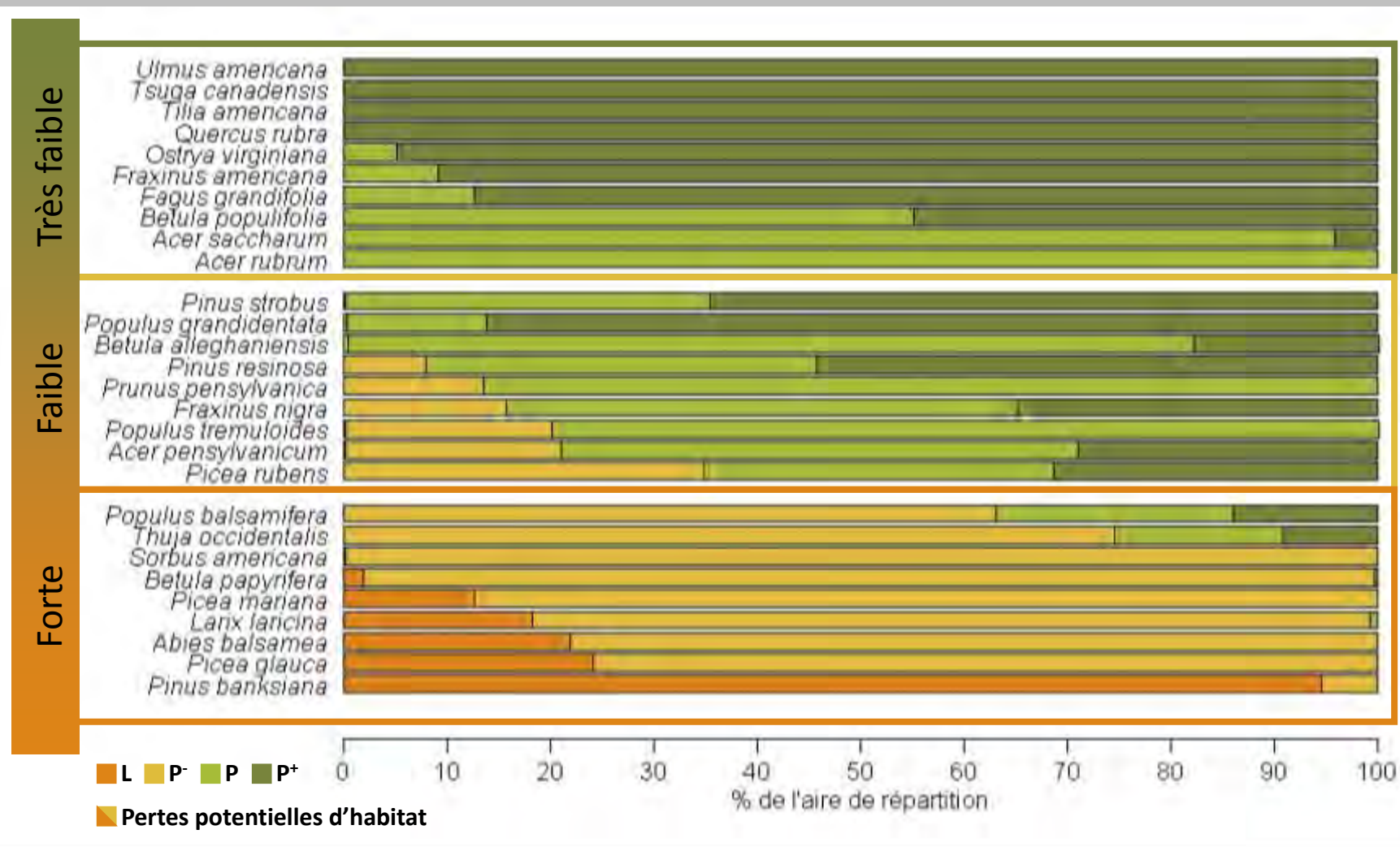
- Valeurs établies en fonction de plages de valeurs plausibles/crédibles
- Recours aux experts locaux

# Performance des espèces avec changements climatiques

## Modélisation des niches environnementales (enveloppes climatiques)

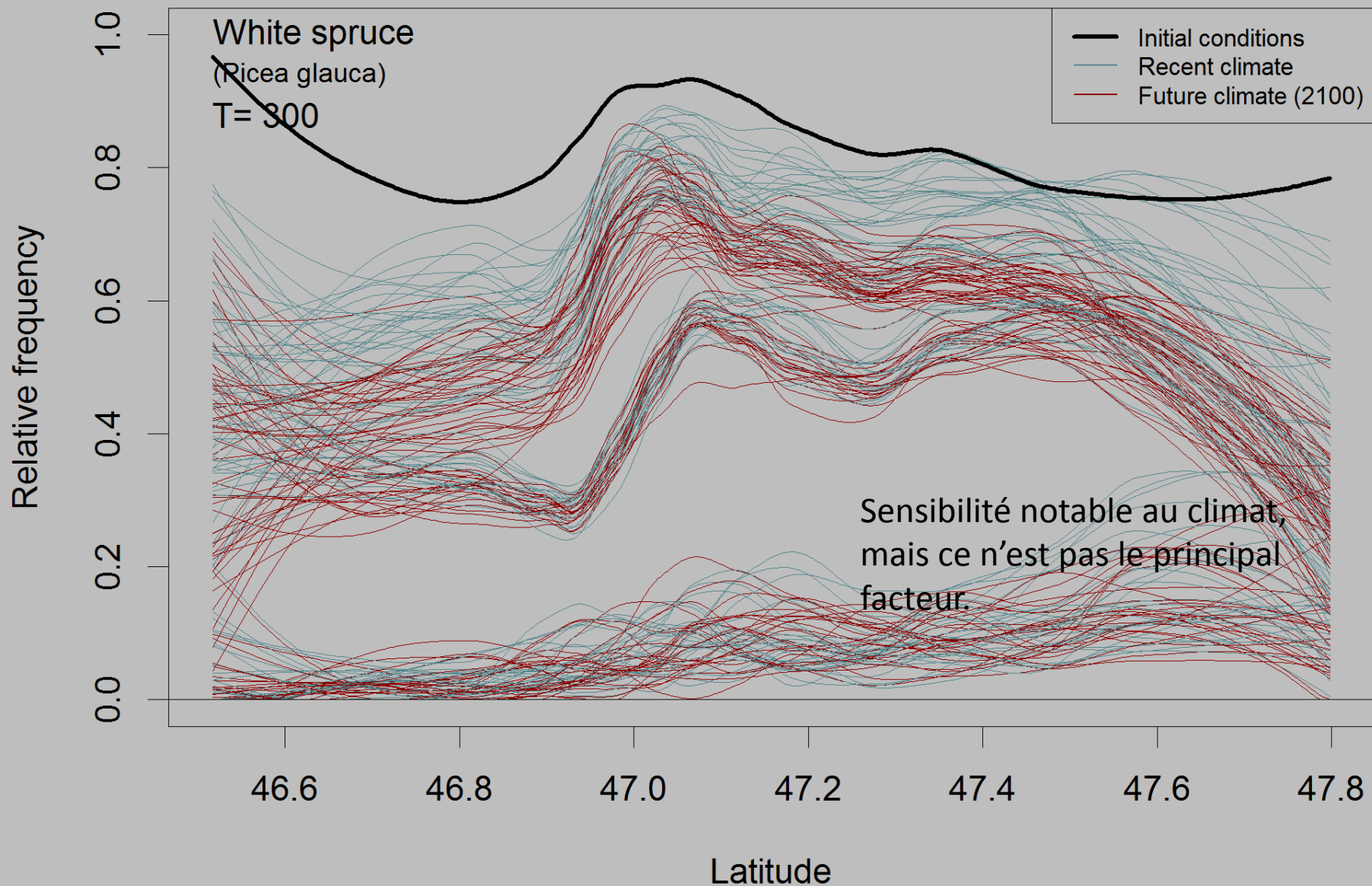
Catherine Périé - MRNF

Probabilité de maladaptation



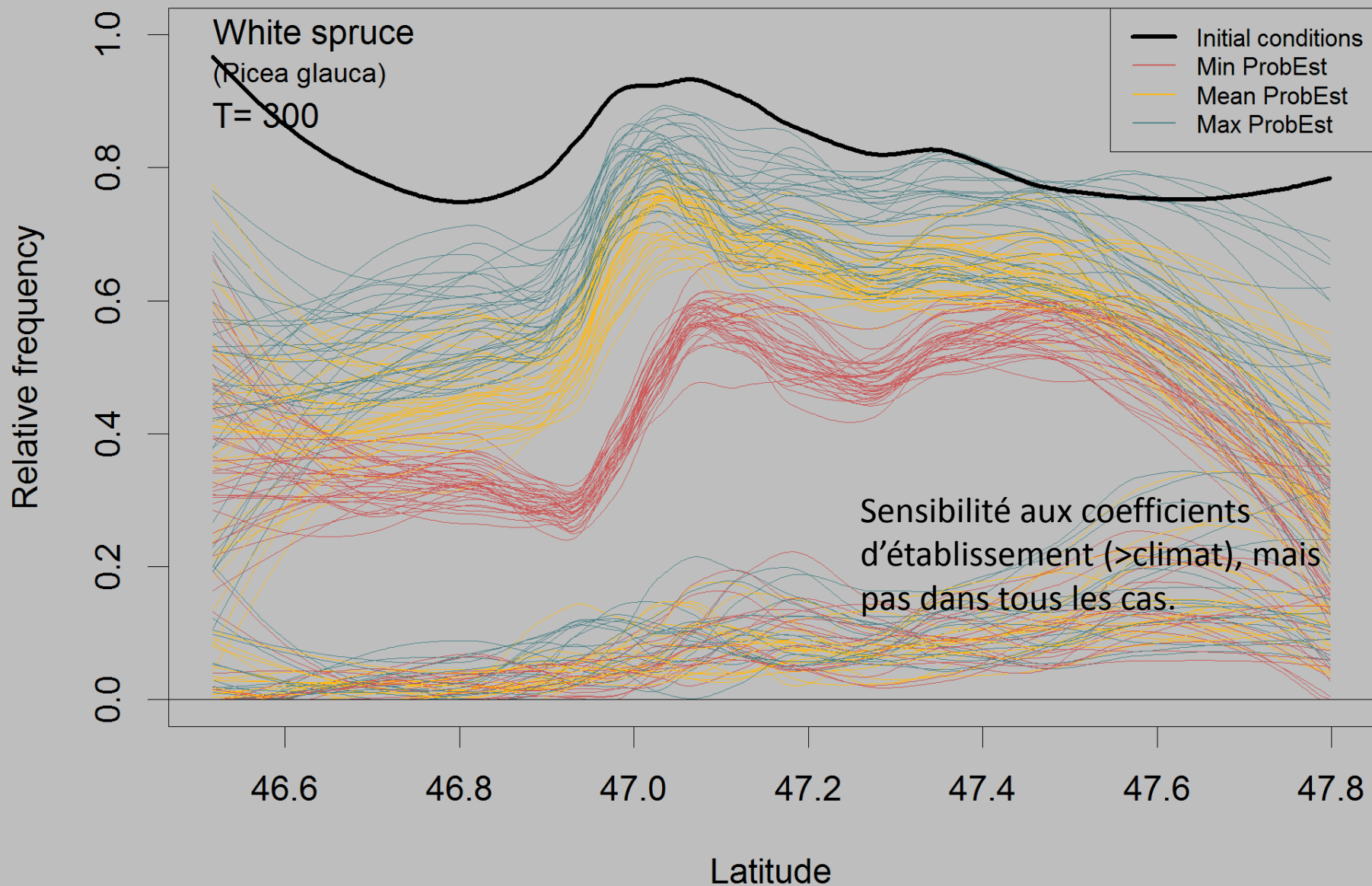
# Probabilité de présence le long du gradient latitudinal

## *Sensibilité au Climat*



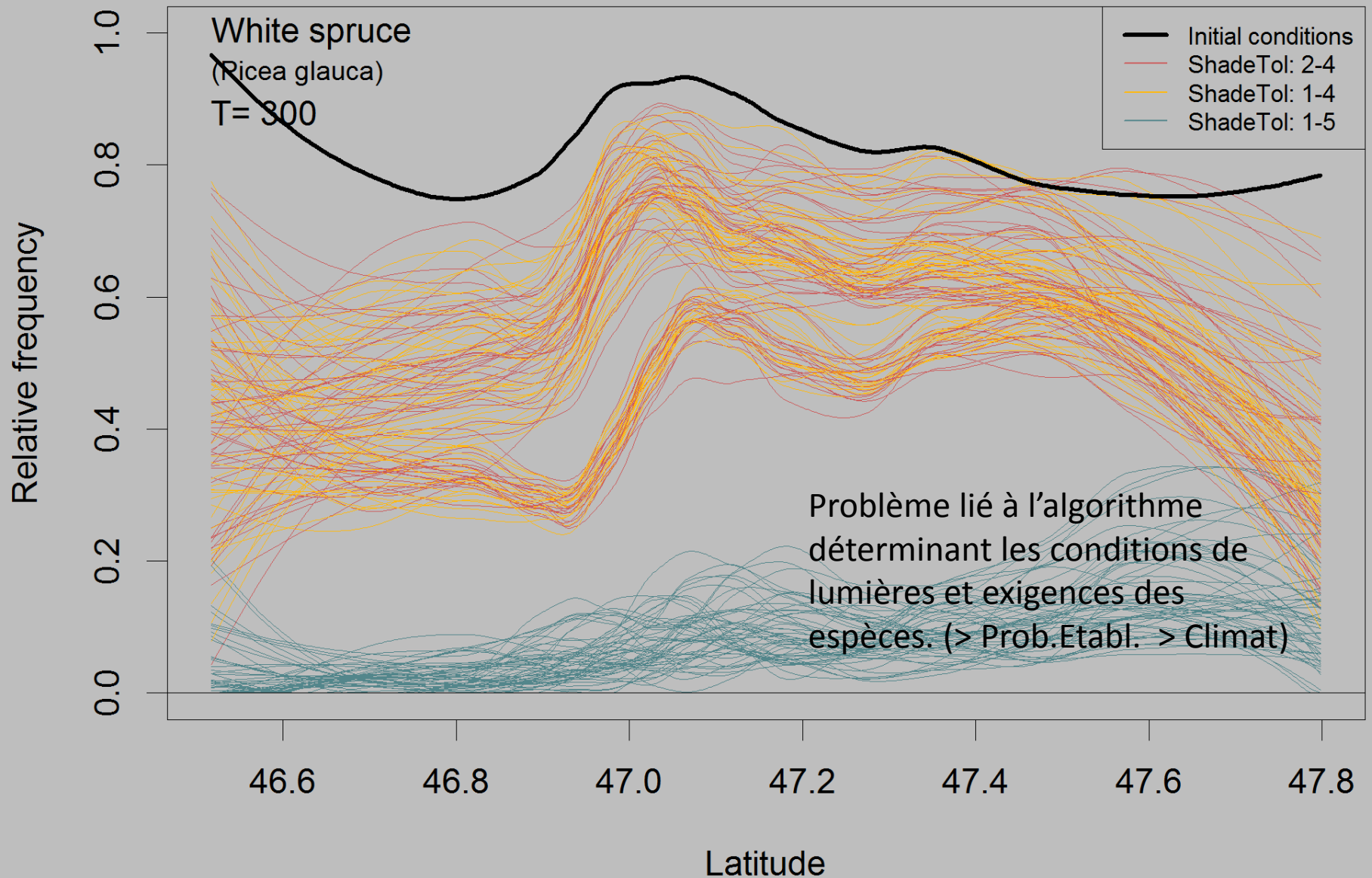
# Probabilité de présence le long du gradient latitudinal

## *Sensibilité aux coefficients d'établissement*



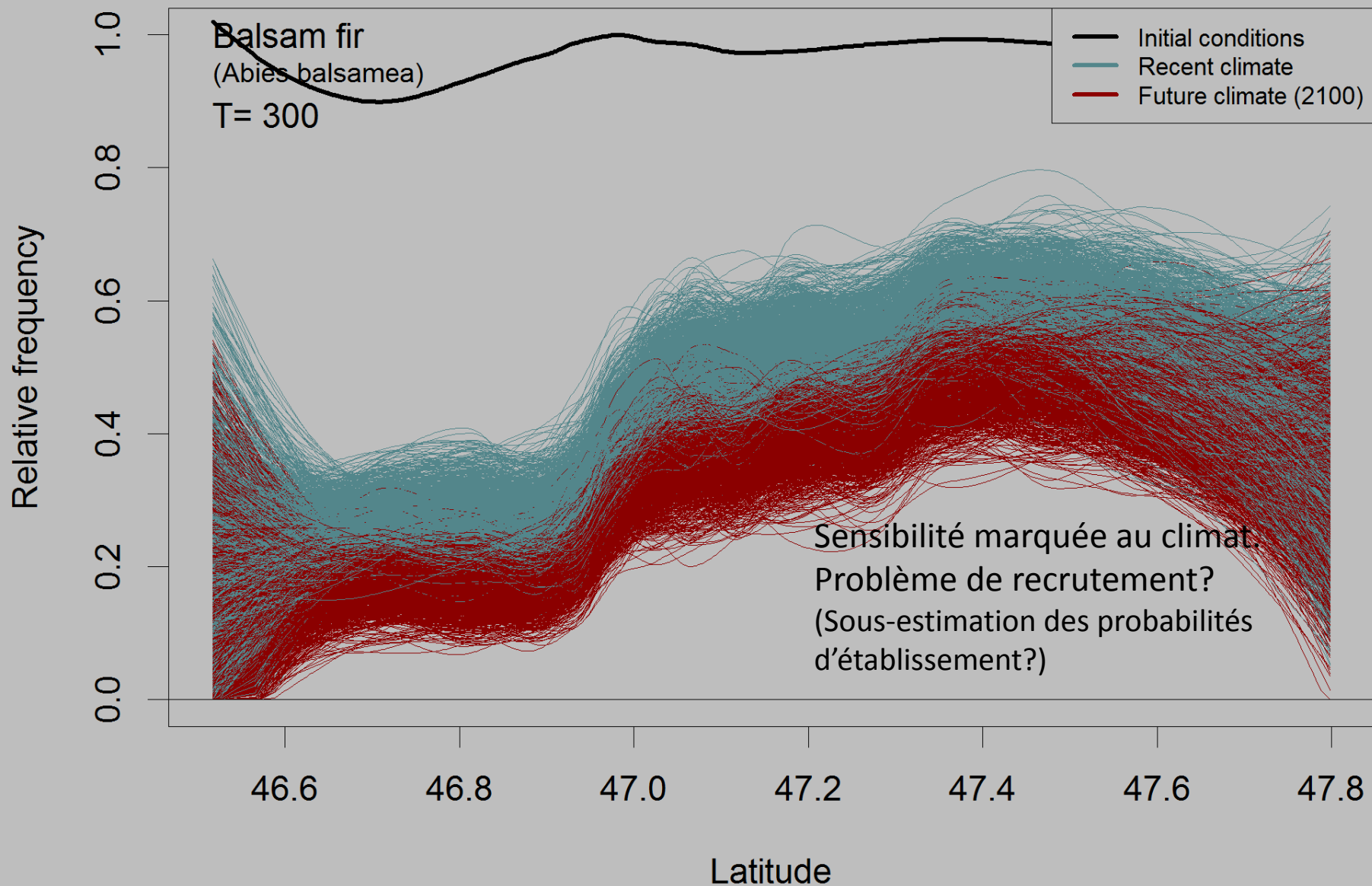
# Probabilité de présence le long du gradient latitudinal

## *Sensibilité à la classification de la tolérance à l'ombre*



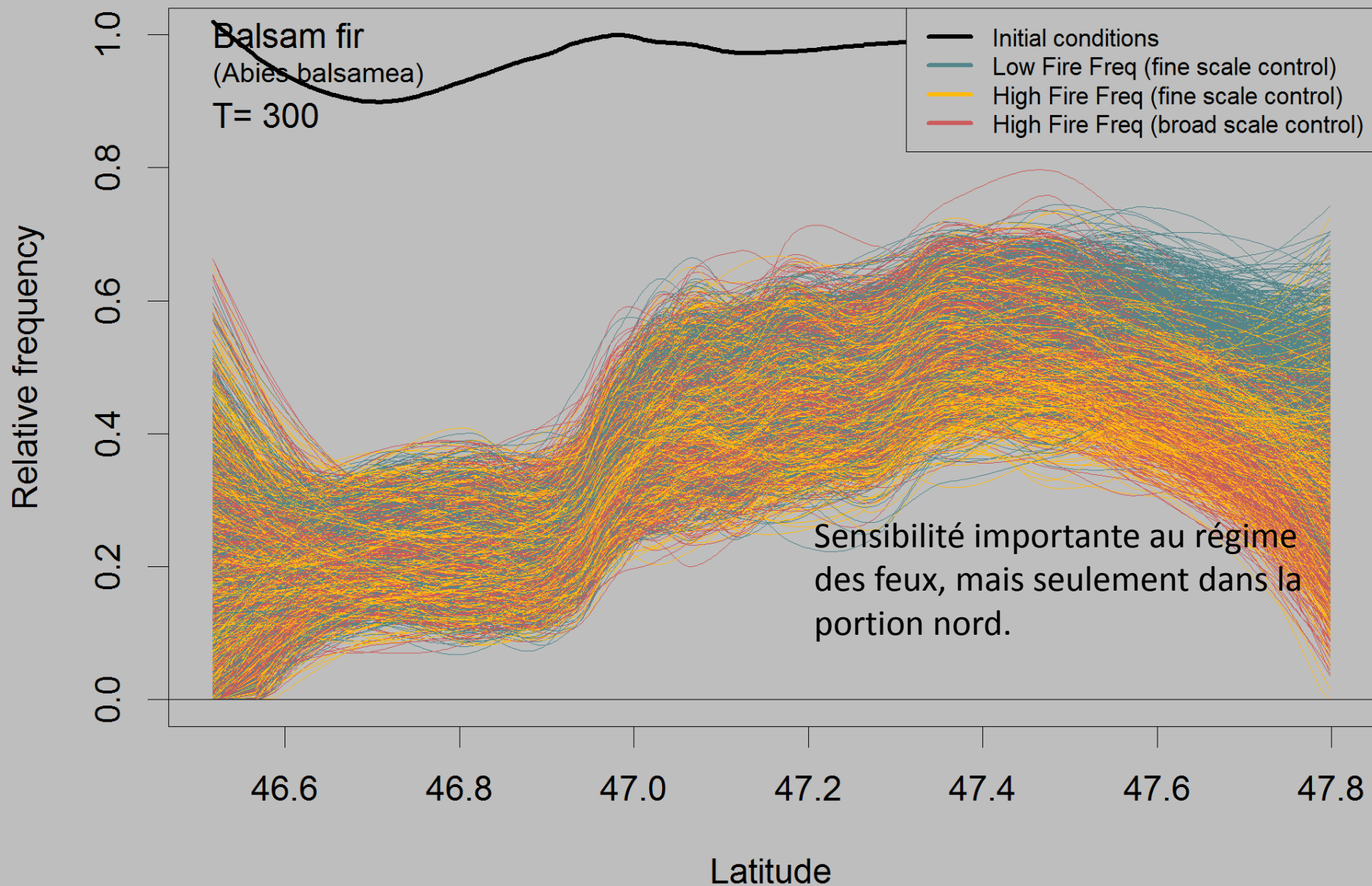
# Probabilité de présence le long du gradient latitudinal

## *Sensibilité au Climat*



# Probabilité de présence le long du gradient latitudinal

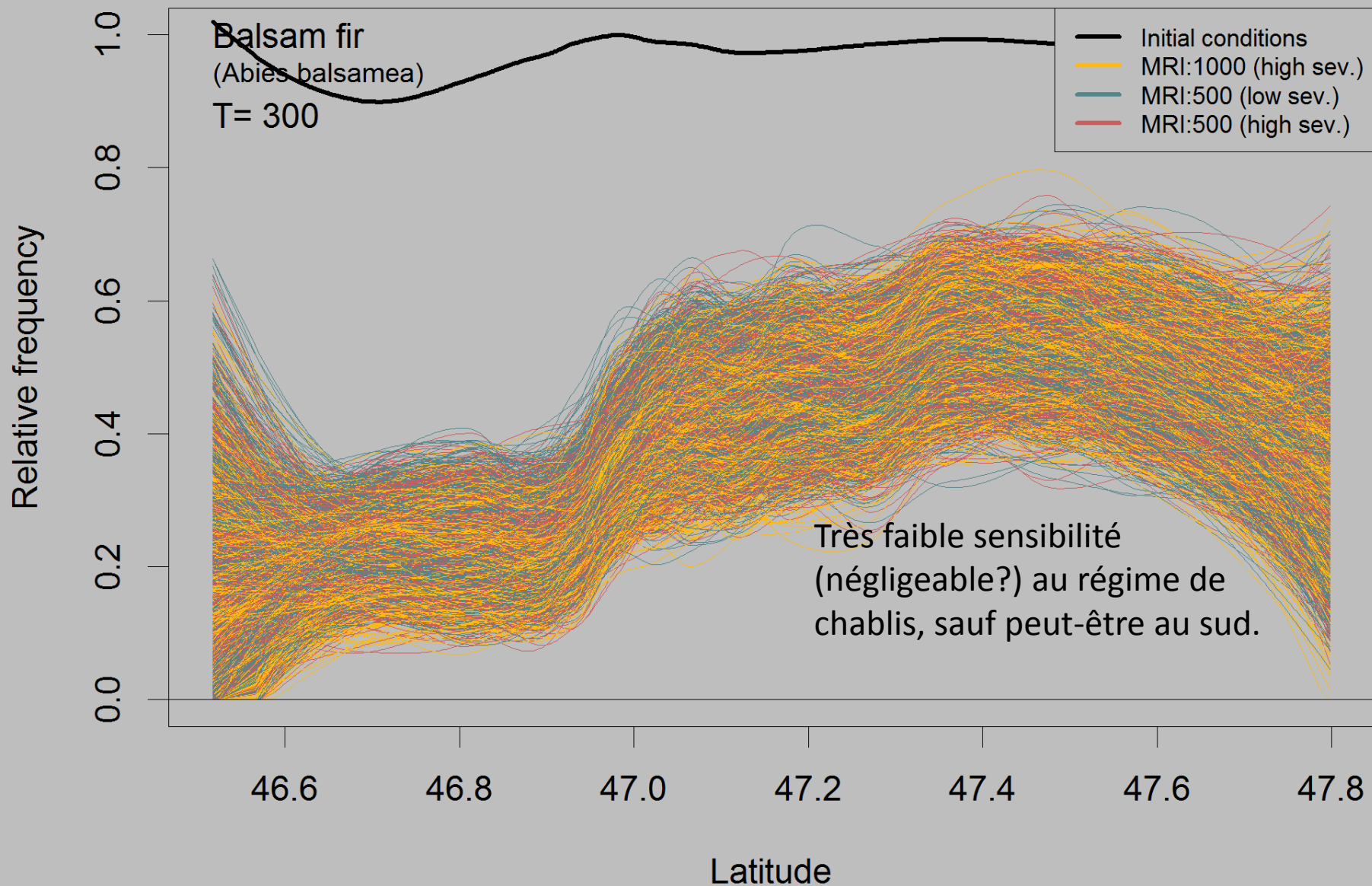
## *Sensibilité au régime de feux*





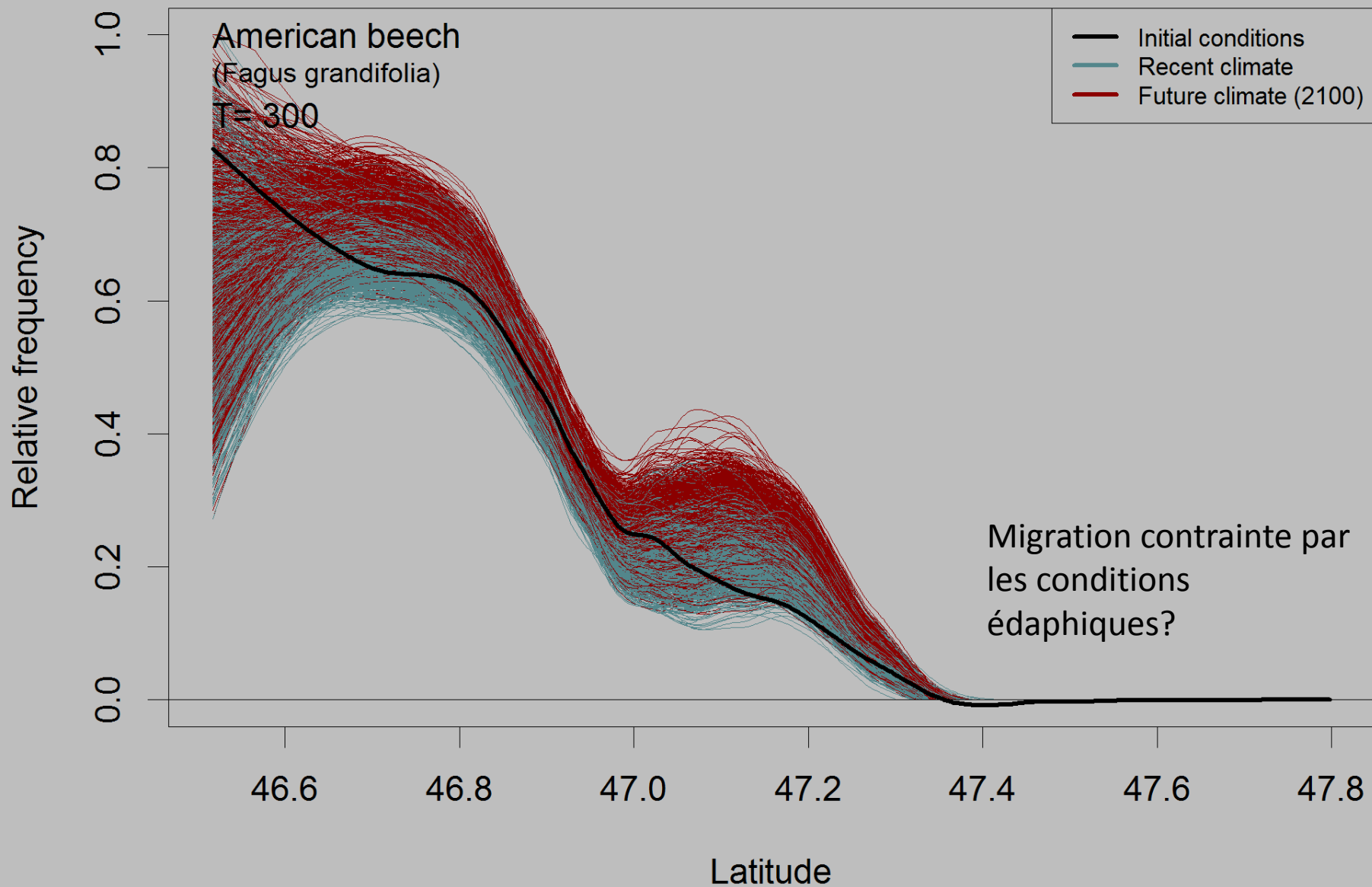
# Probabilité de présence le long du gradient latitudinal

## *Sensibilité au régime de chablis*

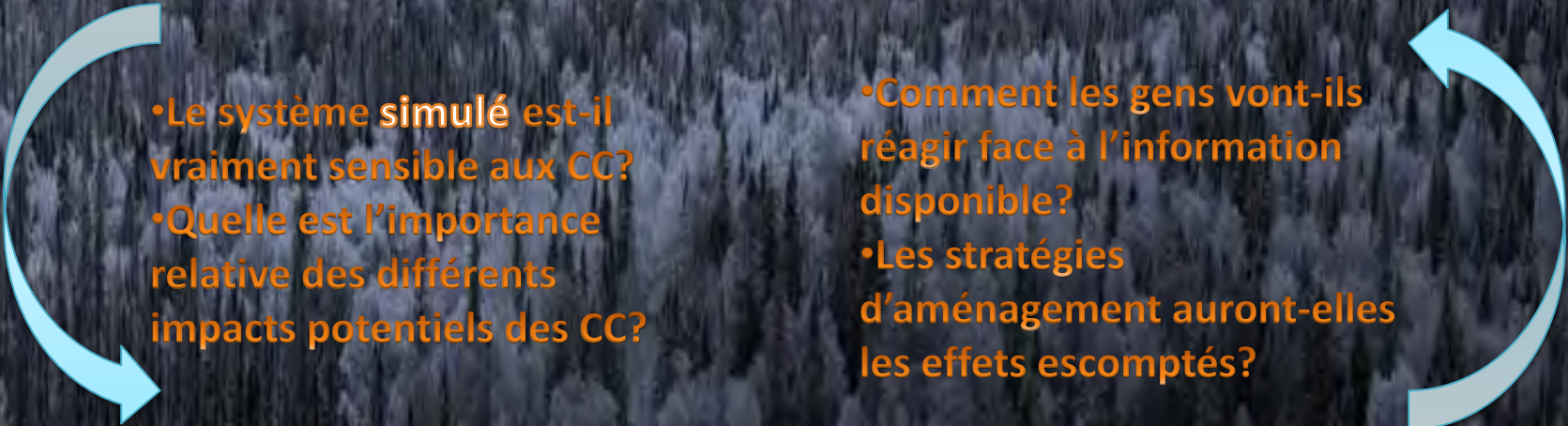


# Probabilité de présence le long du gradient latitudinal

## *Sensibilité au climat*



# Comment les paysages forestiers vont-ils réagir face aux changements climatiques?

- 
- Le système **simulé** est-il vraiment sensible aux CC?
  - Quelle est l'importance relative des différents impacts potentiels des CC?

- Comment les gens vont-ils réagir face à l'information disponible?
- Les stratégies d'aménagement auront-elles les effets escomptés?

## Comment devrions-nous nous adapter face à ces changements?

# Où nous en sommes...

Pas encore dans le mode “projection”, mais...

- ✓ “Pipeline” opérationnel;
- ✓ Identification de sources d’incertitudes structurelles importantes;
- ✓ Identification des « zones » de sensibilités relatives
  - ✓ Spécifiques à chaque espèce
  - ✓ Localisées dans l’espace (et le temps?)

# Prochaines étapes

- Intégration de l'extension « *Biomass succession* »;
  - Algorithme de “lumière” plus flexible;
  - Interactions plus dynamiques avec les autres processus simulés;
  - Représentation explicite de l'abondance des espèces.
- Analyse de sensibilité pleinement déployée;
  - Attributs vitaux additionnels;  
(longévité, reproduction végétative, etc.)
  - **Insectes et pathogènes**  
(*Biological Disturbance Agents*)

# Prochaines étapes (2)

- ✓ Implication des acteurs locaux;
- ✓ Intégration de scénarios d'aménagement / stratégies d'adaptations
- ✓ Développement d'une plate-forme interactive permettant aux usagers d'analyser l'information, d'explorer les futurs possibles.
  - Valeurs ligneuses;
  - Valeurs non-ligneuses (indices de qualité d'habitat, esthétique, etc...)
- ✓ Représentation graphique des résultats
  - **Illustrez l'incertitude! Visualisez-là! Discutez-en!**

# Remerciements

## Tous les membres du projet *Le Bourdon*

### Experts locaux

Guy Raymond, Jean-François Belzile, Pierre Morin (*Biol.*), Jacques Supper (*For.*), Raymond Barette (*For.*), Louis Ménard (*For.*), David Brunelle, Jonathan Gobeil, Pascal Charron.

### Experts “disciplinaires”

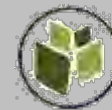
Sylvie Gauthier PhD. (*Biol.*), Martin Girardin PhD. (*Biol.*), Yan Boulanger PhD. (*For.*), Catherine Périé PhD. (*Biol., For.*), Guillaume Ste-Marie MSc (*For., Biol.*), Jacques Brisson, PhD (*Biol.*)

## Tous les usagers et développeurs de LANDIS

**Merci!**

[\*\*cyr.dominic@gmail.com\*\*](mailto:cyr.dominic@gmail.com)

<http://www.cef-cfr.ca/index.php?n=Membres.DominicCyr>



ISFORT  
Institute of Temperate  
Forest Sciences

