

RENDEZ-VOUS -  
de la connaissance en aménagement forestier durable  
26 mars 2024

Ressources naturelles  
et Forêts

Québec 

# Dynamique éco-évolutive des arbres boréaux face aux changements globaux

*Muriel Deslauriers, Julie Godbout et Guillaume de Lafontaine*

*Changements climatiques : acclimatation et adaptation des forêts boréales*

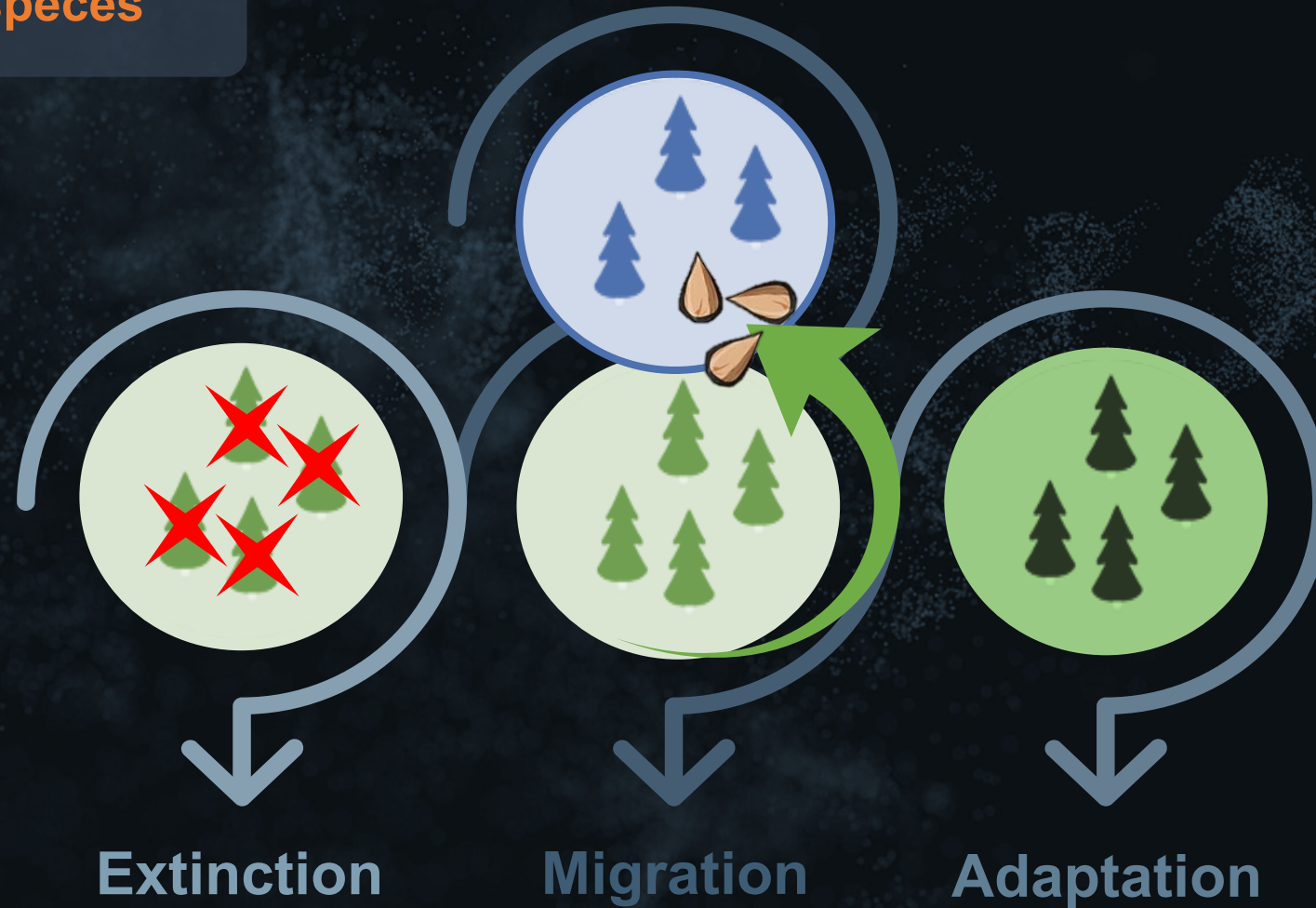


Chaire  
de recherche du Canada en  
biologie intégrative  
de la flore nordique

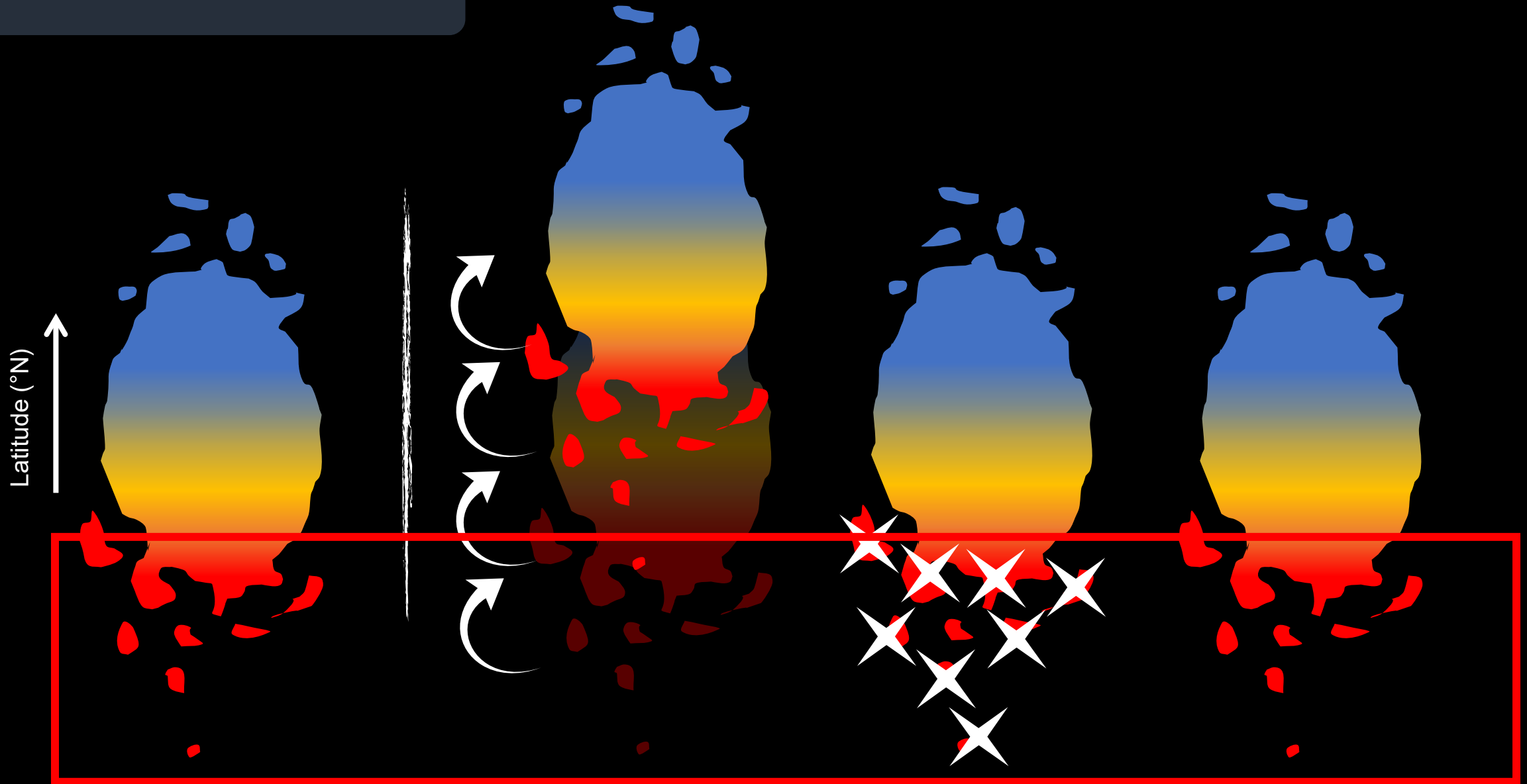
UQAR

Université du Québec  
à Rimouski

## Réponses des espèces



... et maintenant ?



## La limite sud, pourquoi?

**Marge chaude** → menacée d'extinction par le réchauffement

Conditions environnementales marginales amenées à se généraliser dans le biome boréal

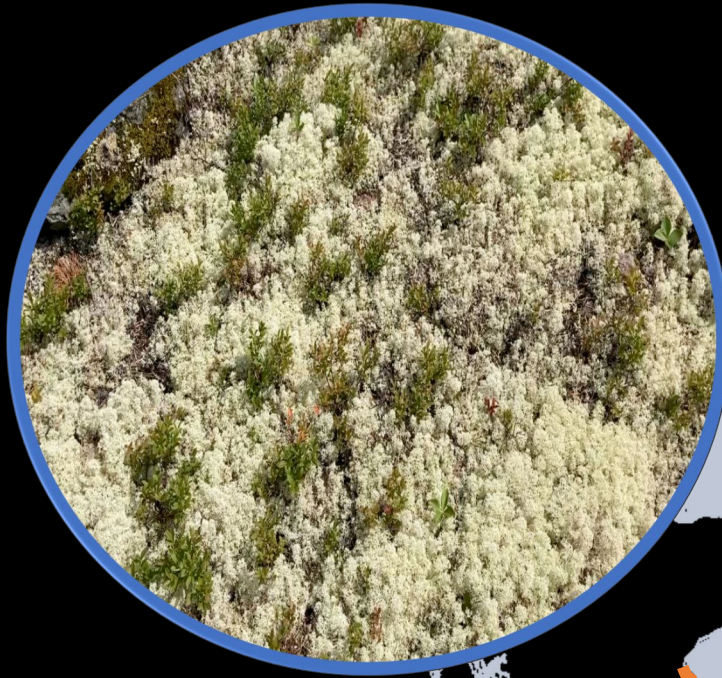
Comprendre la **dynamique éco-évolutive** qui assure le maintien à long terme des **populations périphériques de la limite sud**



permet de mieux anticiper les mécanismes de la **résilience** de la flore nordique



# Pin gris



- Limite nord
- Limite sud
- Aire de répartition

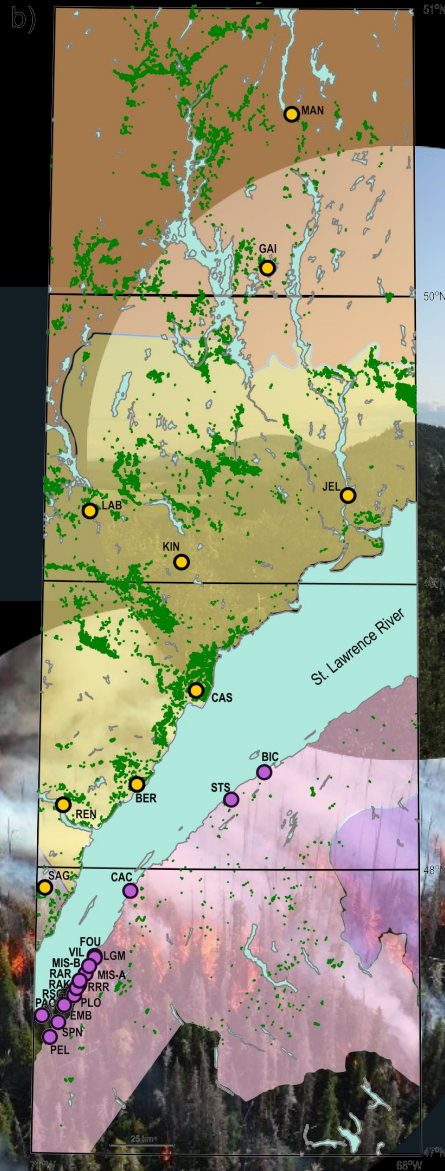


Photo : Vincent Coulombe

# SÉROTINISME



## Limite sud VS biome boréal



Par rapport aux **PEUPELEMENTS** du *biome boréal*, ceux de la *limite sud* sont :

- 1- Moins présents dans le paysage
- 2- Plus petits
- 3- Plus isolés les uns des autres

→ Populations périphériques

Par rapport au *biome boréal*, le **RÉGIME DE FEUX** des 50 dernières années au BSL est :

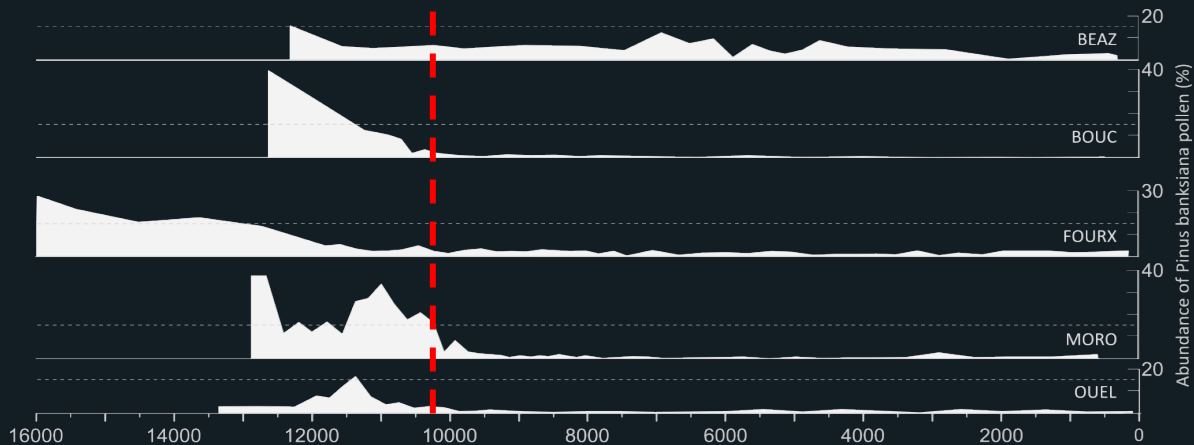
- 4- Beaucoup moins présent
- 5- Exclusivement d'origine anthropique

→ Conditions environnementales marginales

## Sédiments lacustres (paléopollen)

Présence régionale de pin gris au début de l'Holocène

*Déclin régional jusqu'à 10 000 cal BP après quoi le pin est considéré absent régionalement*

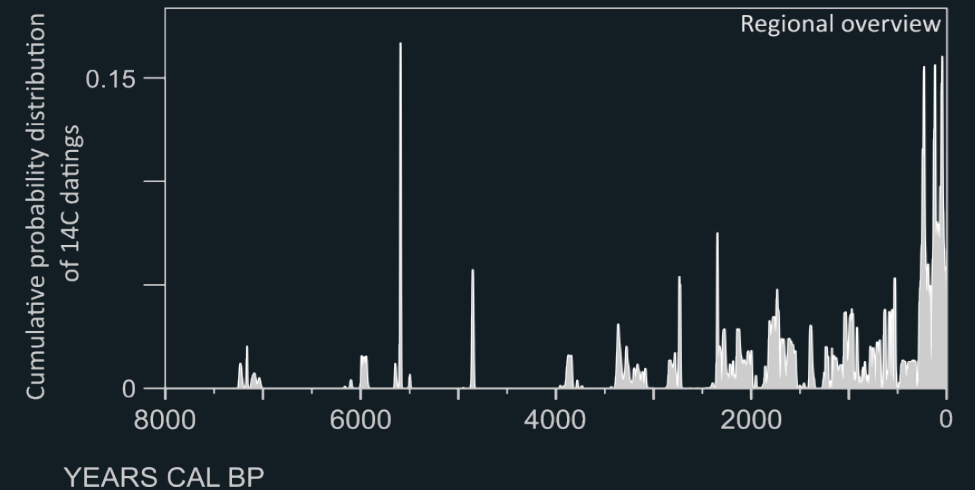


Richard et al. 1992, Geogr Phys Quat

## Charbons macrofossiles du sol

Inférence régionale basée sur la reconstruction locale de la végétation et des feux

*Présence du pin gris depuis au moins 7000 ans dans les peuplements marginaux*



Minchev et de Lafontaine, en prép.

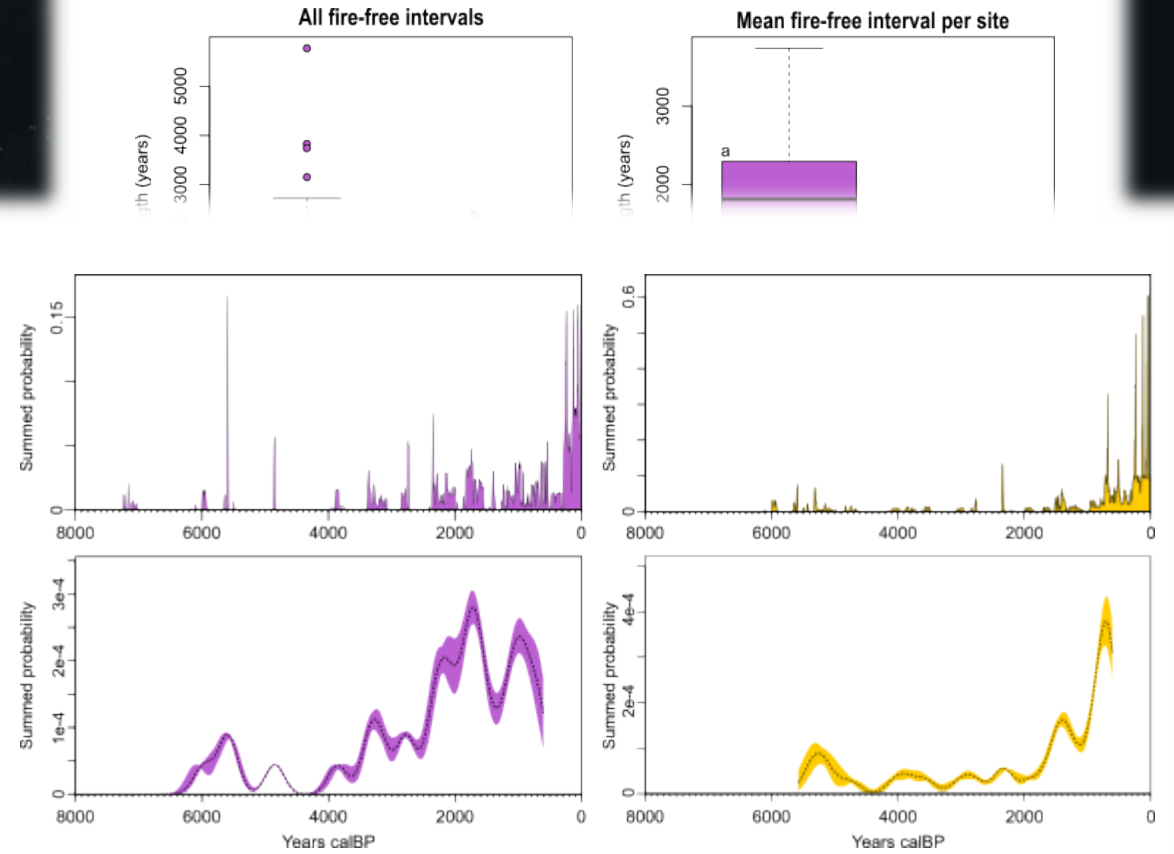


# Approches paléoécologiques

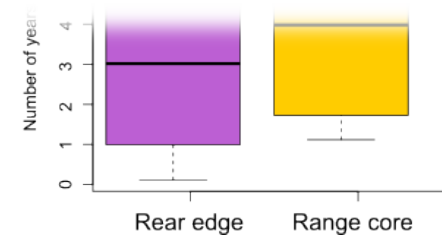
## Charbons macrofossiles du sol



Le pin gris s'est maintenu dans un **régime de feu holocène contrasté** par rapport au biome boréal

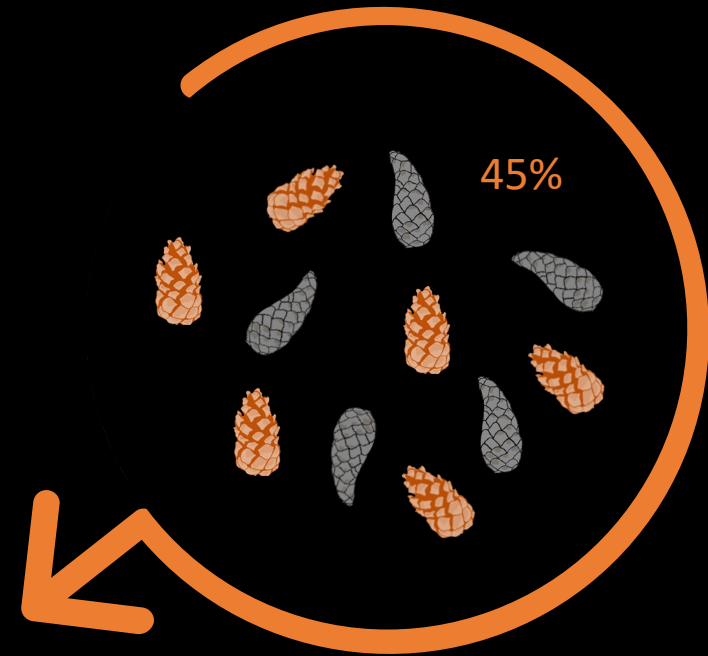
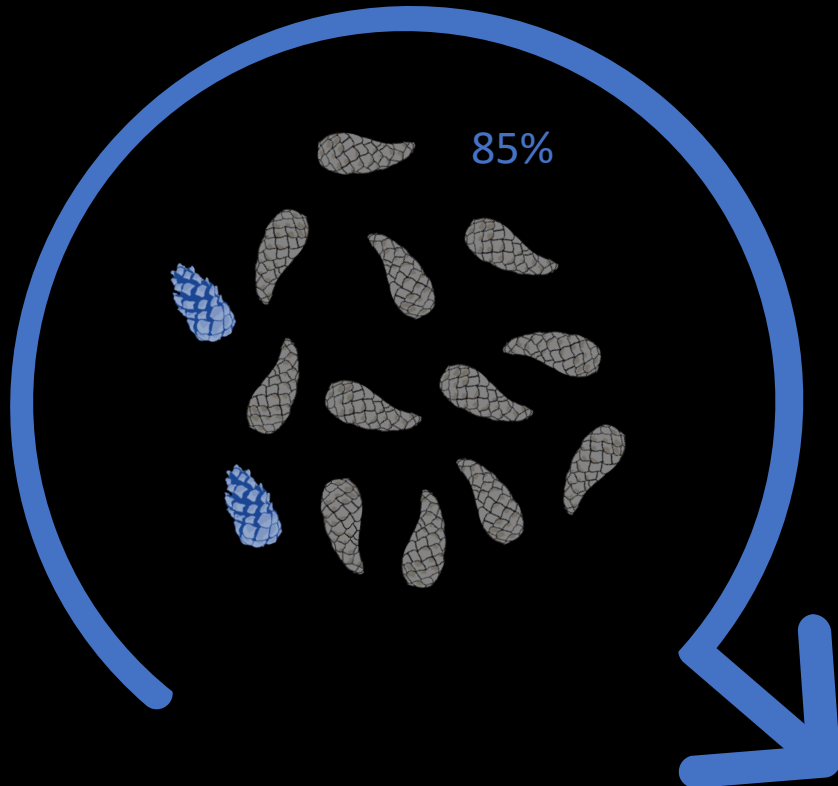


Minchev et de Lafontaine, en prép.



de Lafontaine, en prép.

## Pyriscent obligatoire?

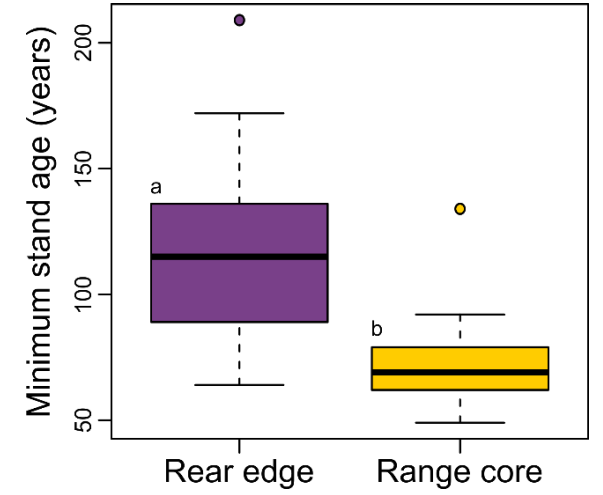
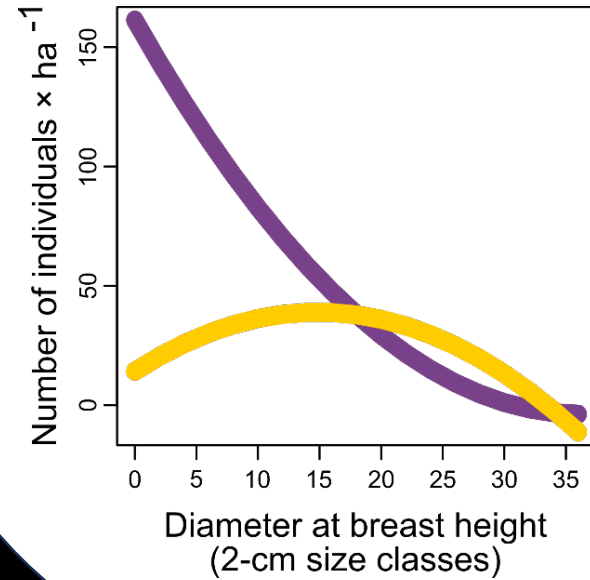
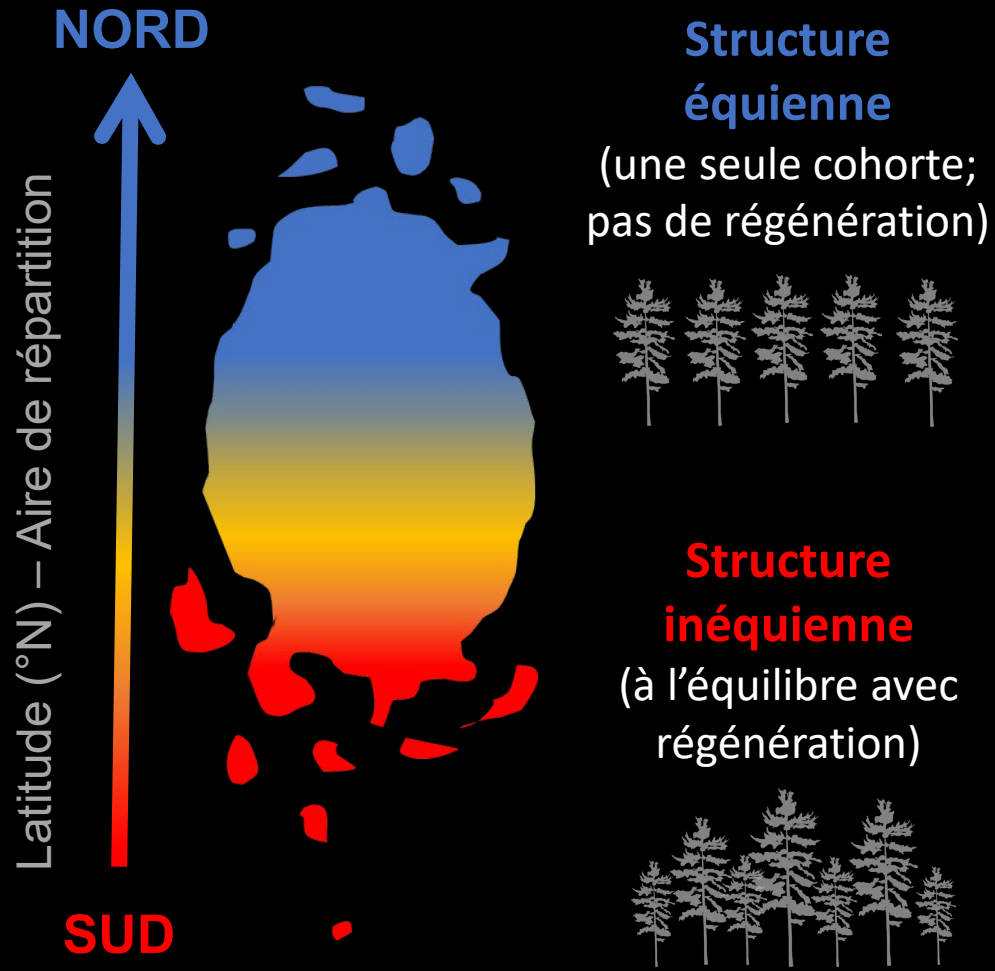


Les cônes des pins des populations marginales sont **moins sérotineux**

Le sérotinisme est **plus variable** entre les individus des populations marginales

Plus le **sérotinisme augmente**, **moins la population est variable**

# Pyriscent obligatoire?



Les sites à la **marge sud** sont plus vieux

## Pyriscent obligatoire, oui, mais non!

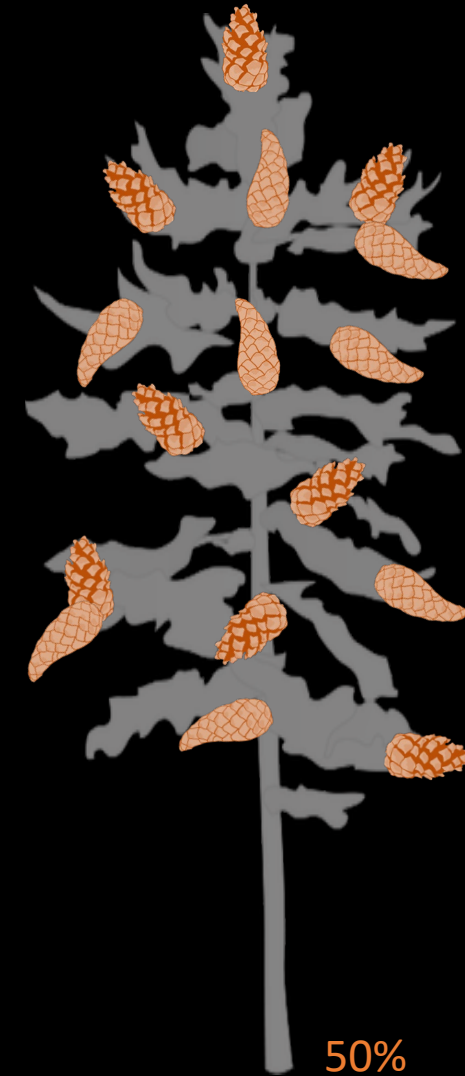
Les paramètres de la structure du peuplement sont significativement reliés au sérotinisme

DONC – la variabilité du sérotinisme a un effet sur la démographie des peuplements → **permet la persistance de peuplements à l'équilibre à la marge sud**



La transition s'opère entre **85 et 90% de sérotinisme**

Au-dessus de ce seuil, le peuplement ne peut se maintenir sans feu



## Autres facteurs écophysiologiques ?

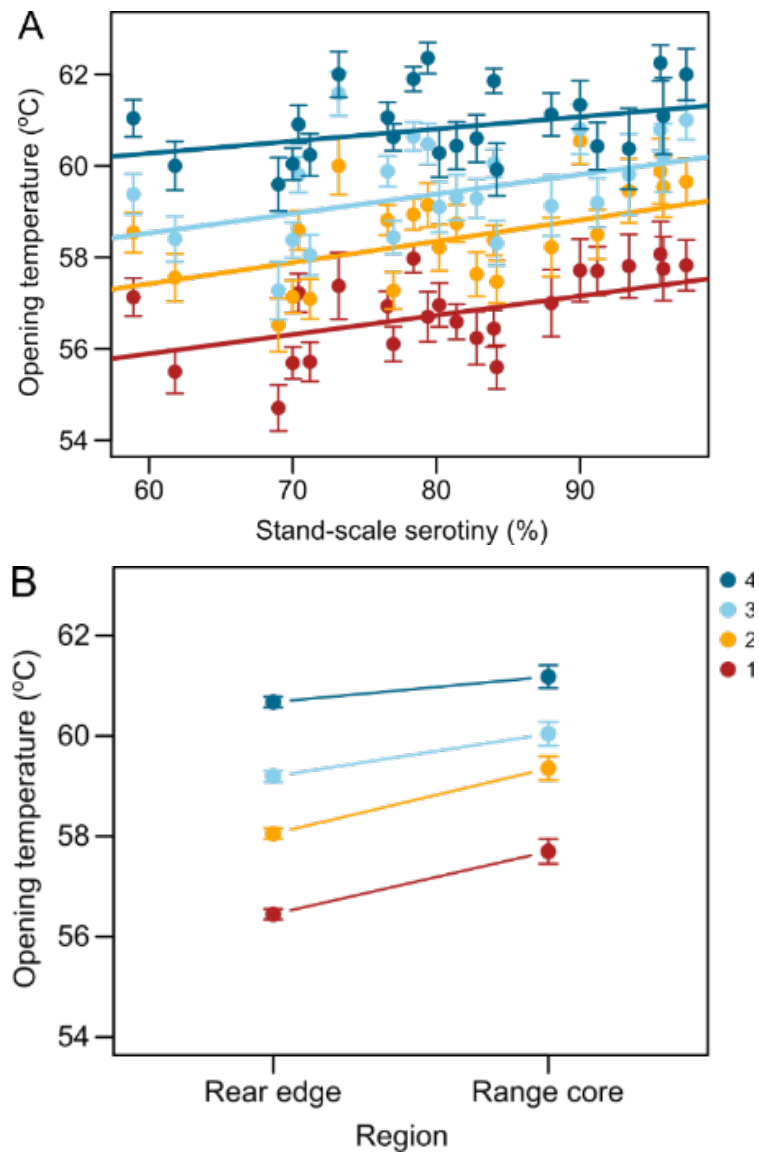


1. Âge des cônes : sénescence → ouverture ?  
→ viabilité ?
2. Âge et taille de l'arbre : effet de la maturité ?
3. Hauteur de la branche : chaleur radiative ?



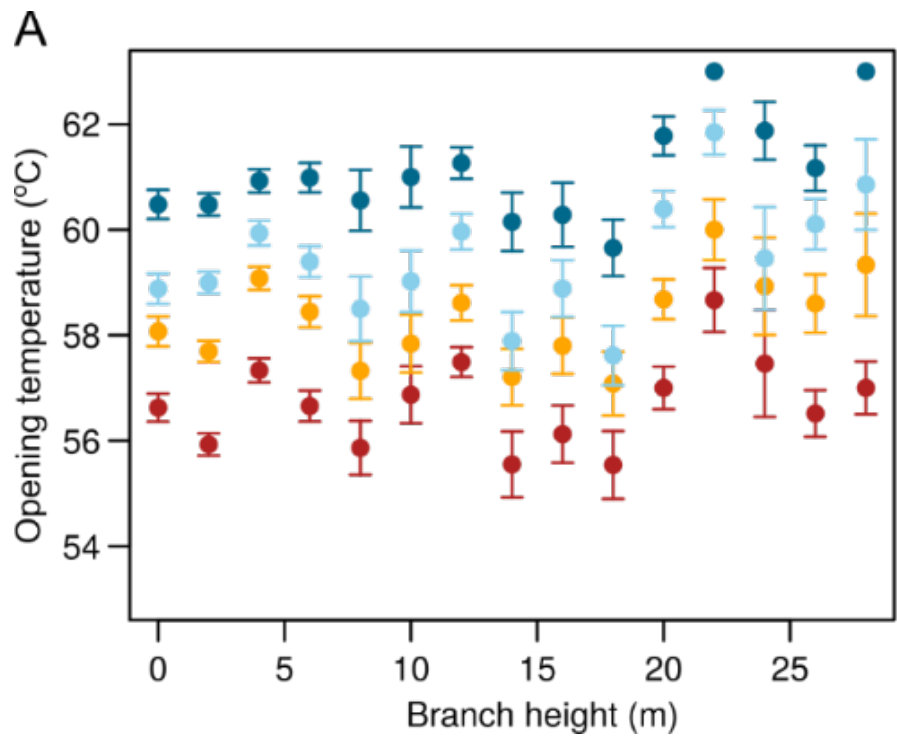
Tests en laboratoire

- Température d'ouverture des cônes
- Tests de germination

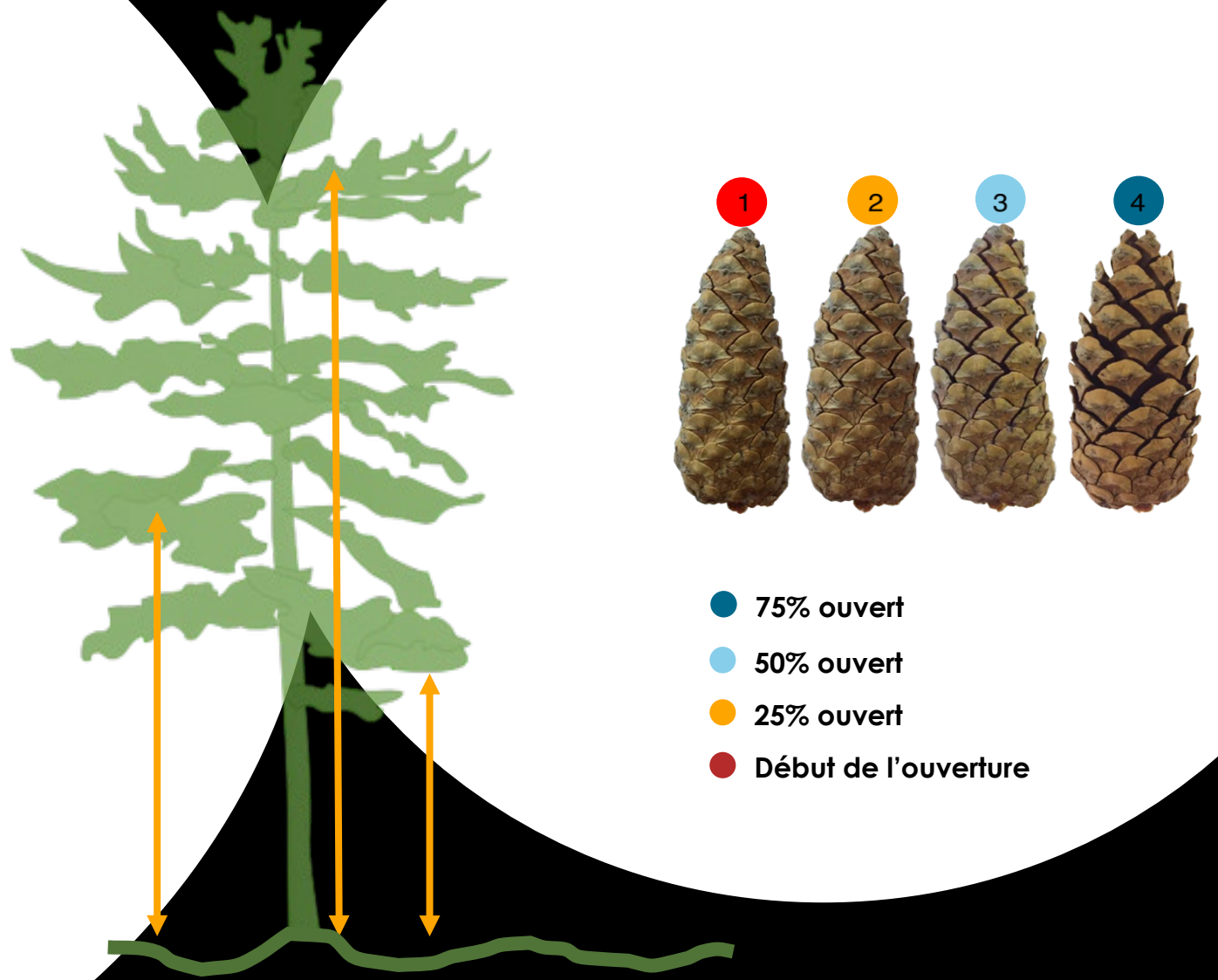


- 75% ouvert
- 50% ouvert
- 25% ouvert
- Début de l'ouverture

La température d'ouverture au laboratoire varie en fonction du sérotinisme observé en milieu naturel



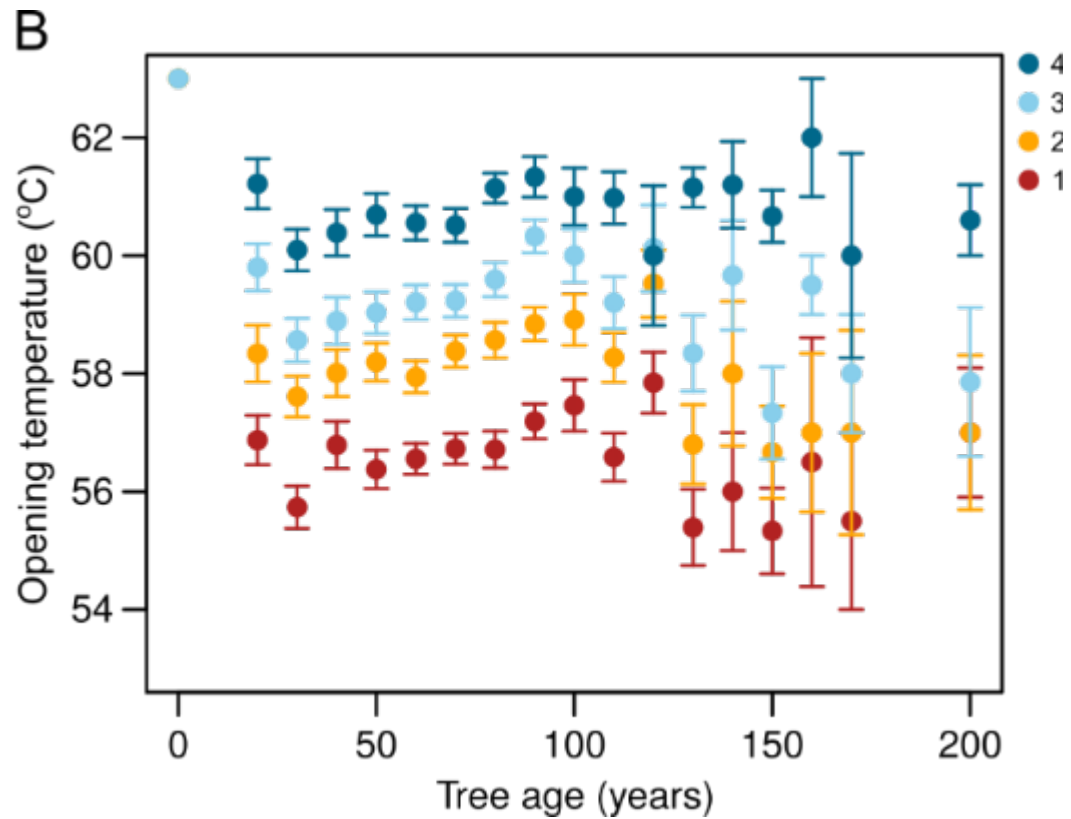
Pelletier et de Lafontaine. 2023 Am J Bot



- 75% ouvert
- 50% ouvert
- 25% ouvert
- Début de l'ouverture

*Pas d'effet* de la hauteur de la branche

*Pas de lien* avec la chaleur radiative



Pelletier et de Lafontaine. 2023 Am J Bot

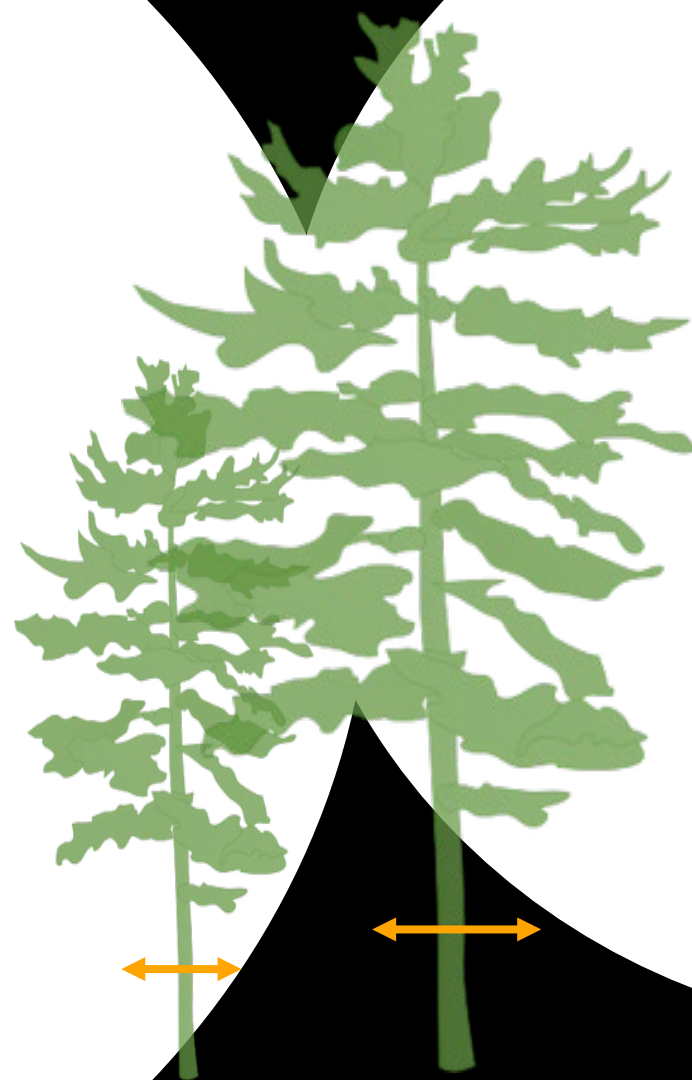
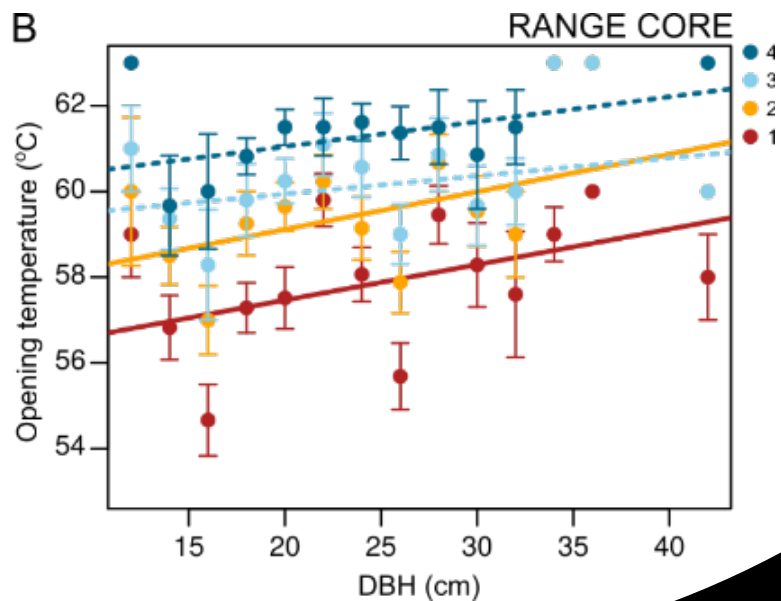
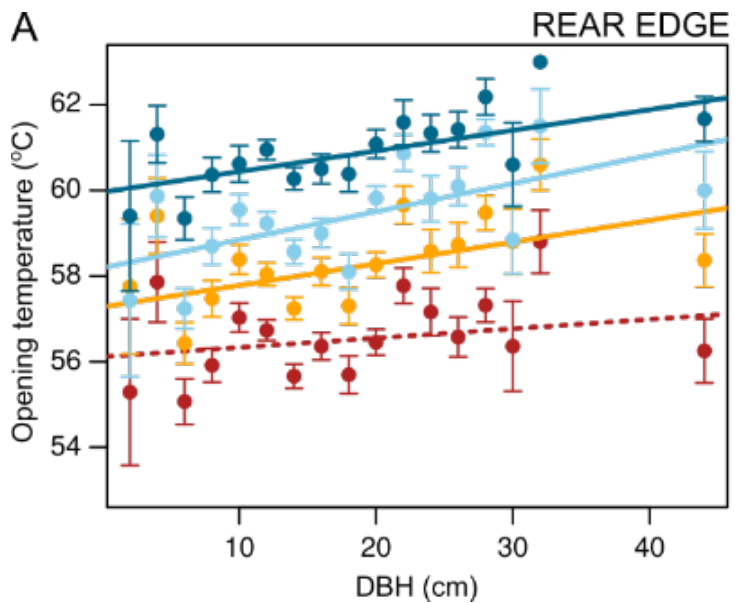


- 75% ouvert
- 50% ouvert
- 25% ouvert
- Début de l'ouverture

***Pas d'effet*** de l'âge de l'arbre

***Pas de lien*** avec la maturité

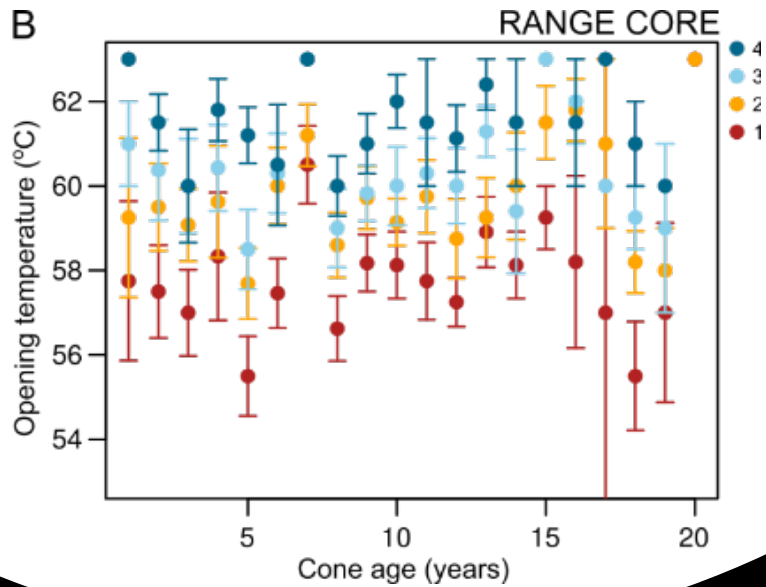
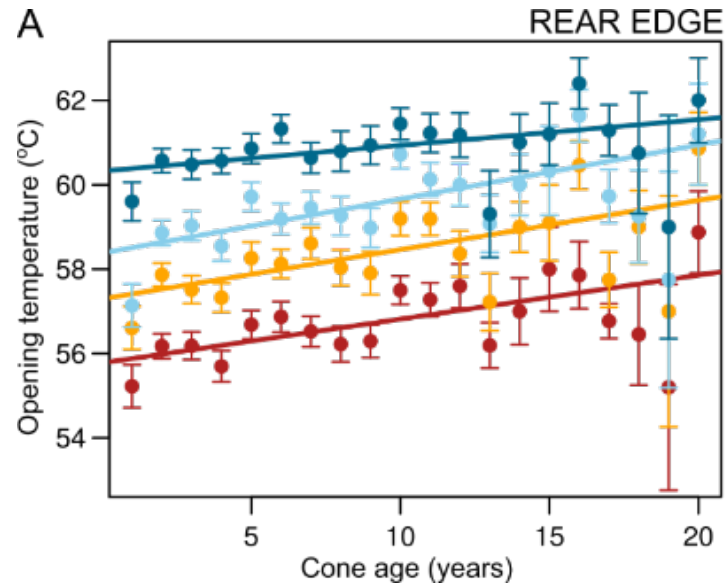




- 75% ouvert
- 50% ouvert
- 25% ouvert
- Début de l'ouverture

Effet de la **taille de l'arbre** (indépendant de l'âge)

Effet de la **disponibilité des ressources**  
(moins chez les petits arbres pour un même âge) ?



- 75% ouvert
- 50% ouvert
- 25% ouvert
- Début de l'ouverture

Effet de *l'âge du cône*

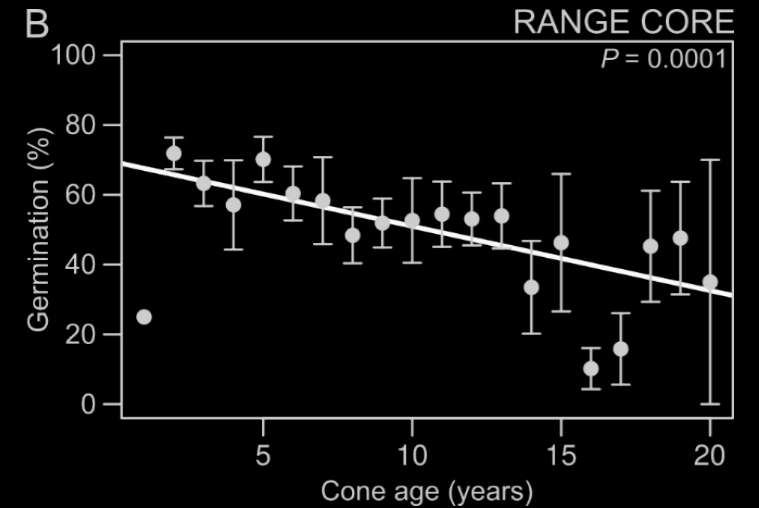
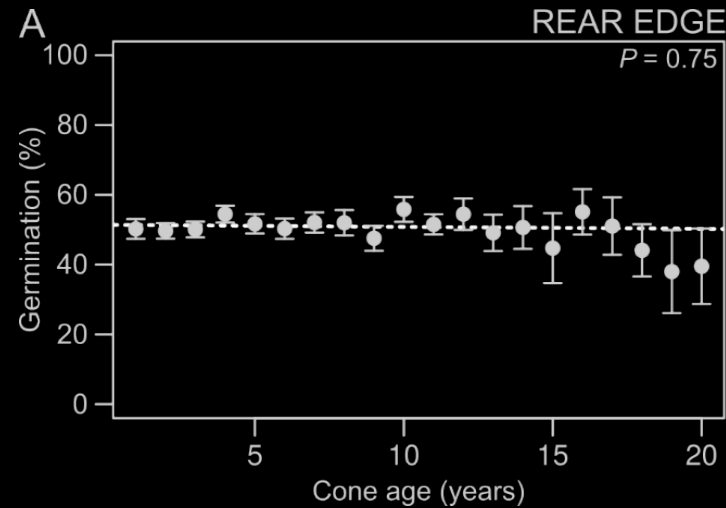
→ Énergie nécessaire pour ouvrir le cône augmente avec l'âge du cône ... mais seulement à la limite sud

## Autres facteurs écophysiologicals ?



### Limite sud

- + Graines par cônes
- Graines avortées par cône
- Graines plus légères



Taux de germination ↓ avec l'âge du cône → *seulement dans le biome boréal*

Biome boréal → viabilité : 70% → 30% en 20 ans

Marge → viabilité : 50%

2 régions → viabilité : moyenne 50% = même investissement

À la *limite sud*, il n'y a *pas de perte de viabilité des graines avec l'âge du cône*

## Minimisation des risques à la limite sud



*Aucune perte de viabilité des graines avec l'âge du cône*

- Libération des graines pleinement viables en cas de feux



*Plus de graines par cônes, moins de graines avortées, graines plus légères*

Optimise l'exploration du milieu  
(les microsites favorables sont rares en forêt mature)



*Lien entre l'âge du cône et le sérotinisme*

- Grande variabilité du sérotinisme au sein de chaque individu
- Régénération avec ou sans feu

# Une *double stratégie adaptative* permettant le maintien du pin gris dans un régime de feux rares et incertains ?

Stratégie de minimisation des risques



Valeur adaptative à long terme → régime de feux rares et incertains

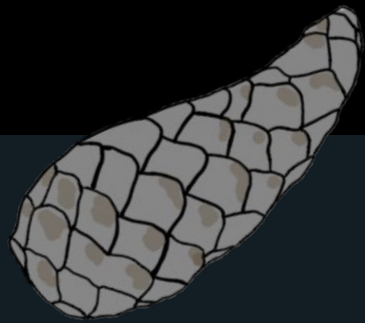


Banque de graines → sacrifice de la valeur adaptative moyenne

*Marge sud → 2 polices d'assurance = compromis*

Les populations marginales de  
pin gris à la limite sud semblent  
bien

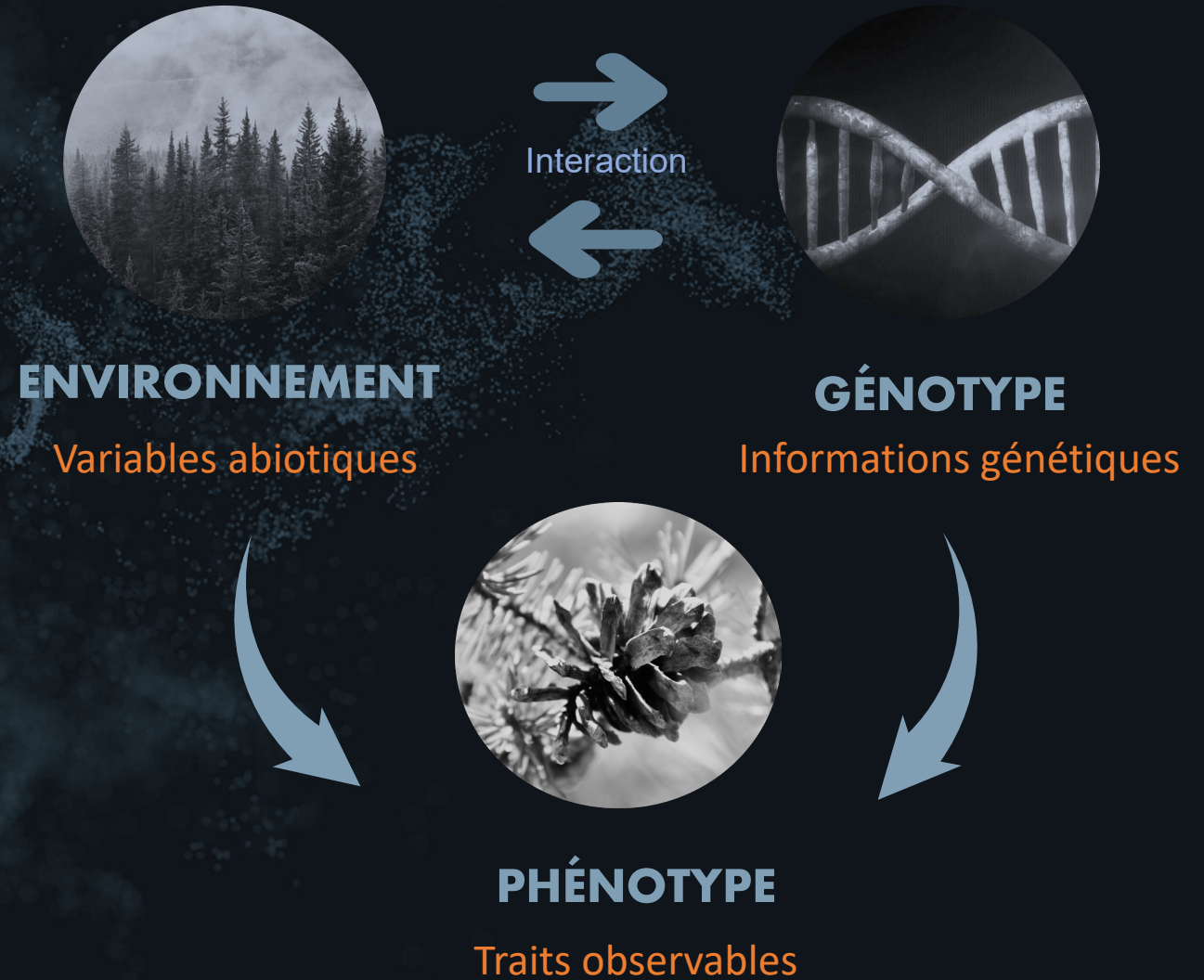
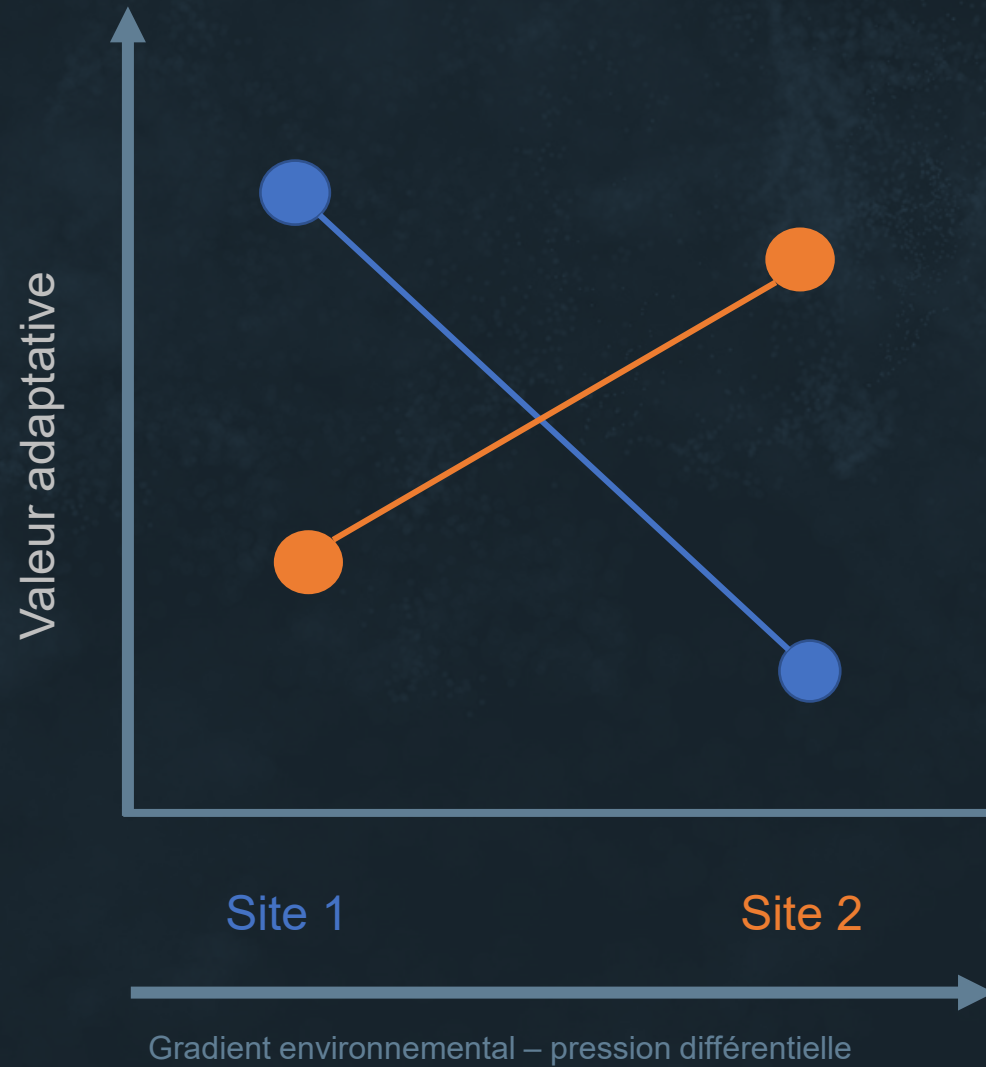
*adaptées localement*  
aux conditions particulières ...



... mais cette hypothèse devra être  
corroborée par l'étude de la  
génomique des populations de pin gris

→ *processus adaptatifs*

## Adaptation locale?



## Adaptation locale, peut-être pas ?

?

PLASTICITÉ  
PHÉNOTYPIQUE



?

ADAPTATION  
LOCALE



## Identité

Structure et diversité génétique



Patrimoine génétique  
*potentiellement unique* des  
populations de la *marge sud*



Capacité de migration



Principaux processus  
évolutifs démographique

## Milieu naturel

Analyse d'association  
génotype-environnement-phénotype



*Deux* régimes de feux contrastés



Phénotypes



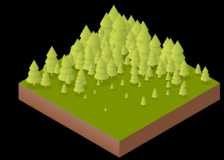
1. *Niveau de sérotoninisme*
2. *Germination*
3. *Coloration des graines*

## Milieu contrôlé

Valider les *associations* et  
*l'identification des régions  
génomiques* potentiellement  
sous sélection



En jardin commun



L'effet de l'environnement  
=  
plasticité phénotypique



Kuujuarapik

- Sites boréaux
- Sites marginaux
- ★ Jardins communs initiaux
- ★ Jardin alternatif

Chisasibi

Caniapiscau

Fermont

Matagami

Chibougamau

1

Godbout

Val d'Or

2

Trois-Rivières

## Clin d'œil méthodologique

Sites échantillonnés (≈ 800 individus)

19 sites marginaux au Bas-Saint-Laurent

33 sites boréaux

Jardin commun → Verger à graines Latour (1992)

160 familles – différentes provenances



# Merci pour votre écoute active



**Muriel Deslauriers**, étudiante au doctorat  
Chaire de recherche du Canada en biologie intégrative de la flore nordique  
Université du Québec à Rimouski

**Julie Godbout**, collaboratrice  
Ministère des ressources naturelles et des forêts  
Direction de la recherche forestière

**Guillaume de Lafontaine**, professeur  
Chaire de recherche du Canada en biologie intégrative de la flore nordique  
Université du Québec à Rimouski