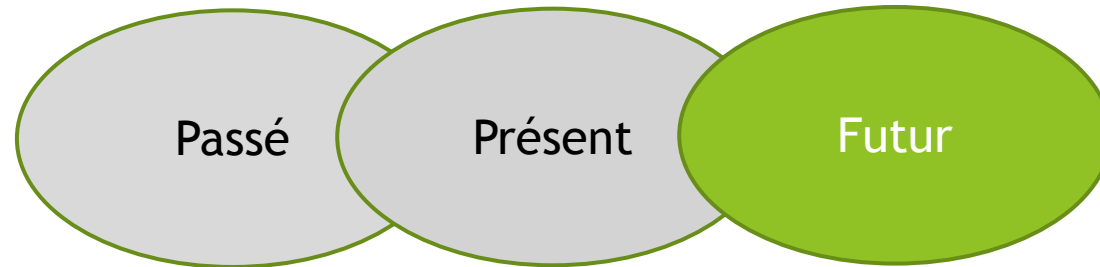


# Érablières nordiques et changements climatiques: passé, présent et futur



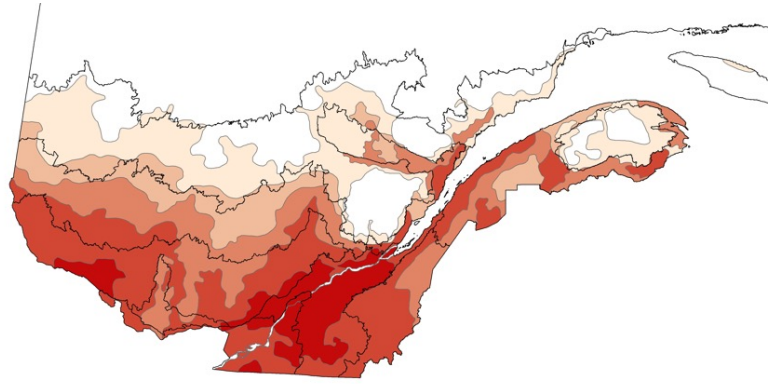
Volet futur: Les dynamiques de croissance et de compétition permettent aux feuillus tempérés de s'établir au nord de leur limite de répartition

**Maxence Soubeyrand (UQAT): [maxence.soubeyrand@uqat.ca](mailto:maxence.soubeyrand@uqat.ca)**

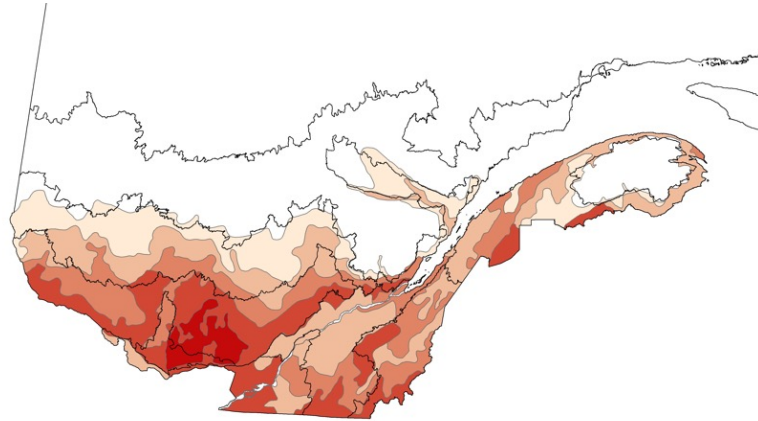
Superviseurs: Philippe Marchand (UQAT), Fabio Gennaretti (UQAT), Olivier Blarquez (UdeM)

Collaborateurs: Anthony Taylor (UNB), Loïc d'Orangeville (UNB), Yves Bergeron (UQAT, UQAM)

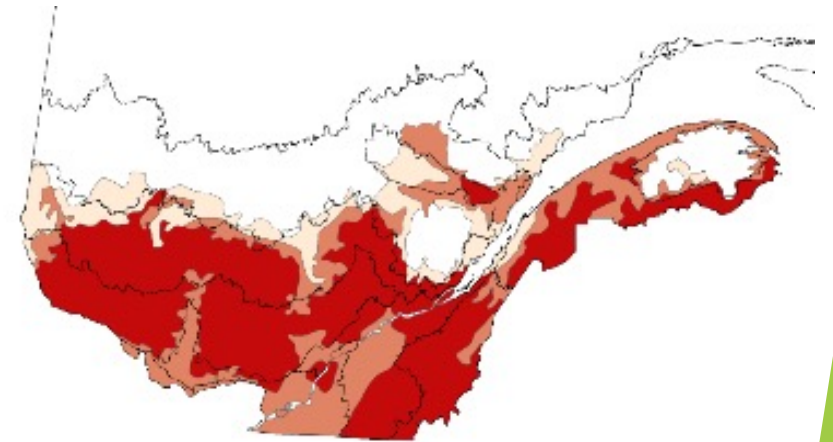
# Contexte forestier au Québec



Érable rouge



Érable à sucre

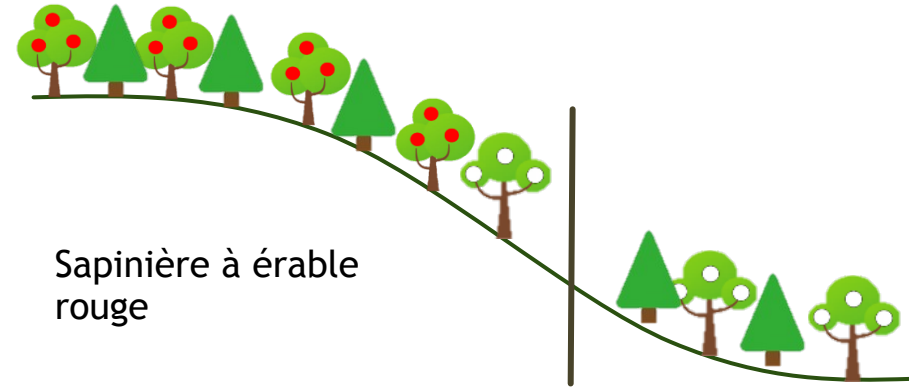
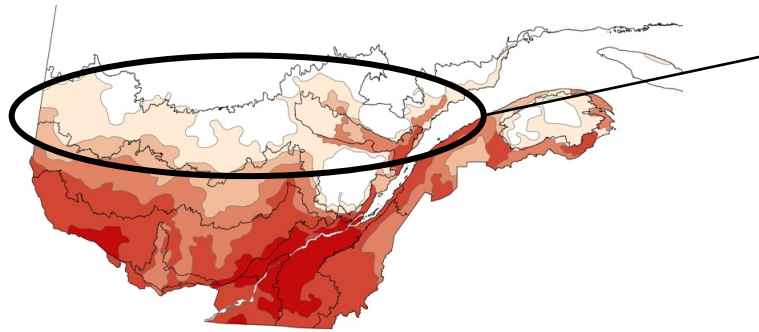


Bouleau jaune

Cartes: Claude Morneau (DIF)

# Est-ce que les feuillus tempérés peuvent s'établir au nord de leur limite de répartition ?

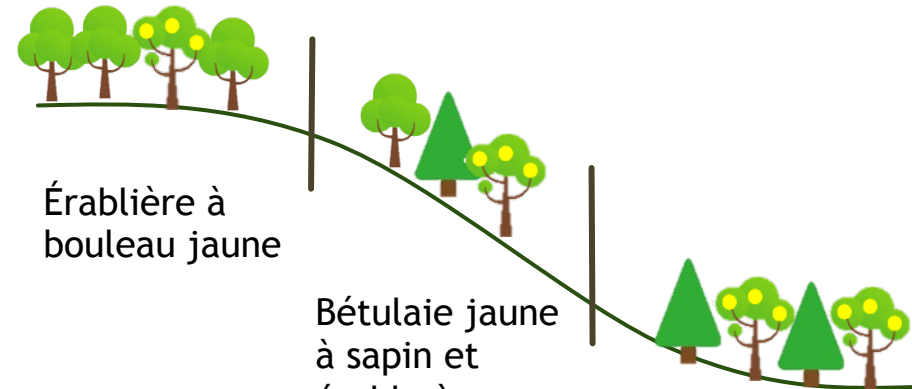
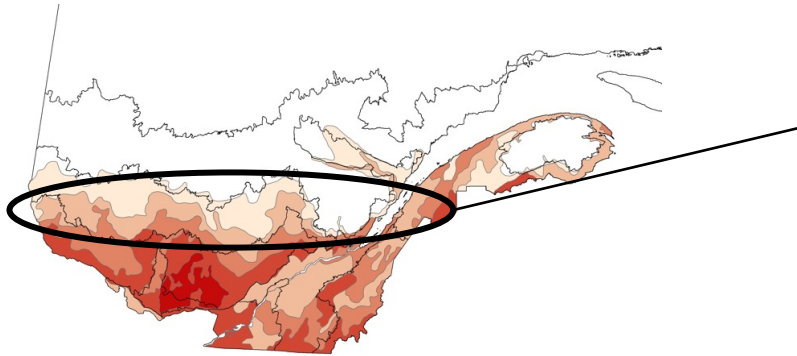
Érable rouge  
dans le sous  
domaine de la  
sapinière à  
bouleau blanc



Sapinière à érable  
rouge

Sapinière à bouleau blanc

Érable à sucre  
dans le sous  
domaine de la  
sapinière à  
bouleau jaune



Érablière à  
bouleau jaune

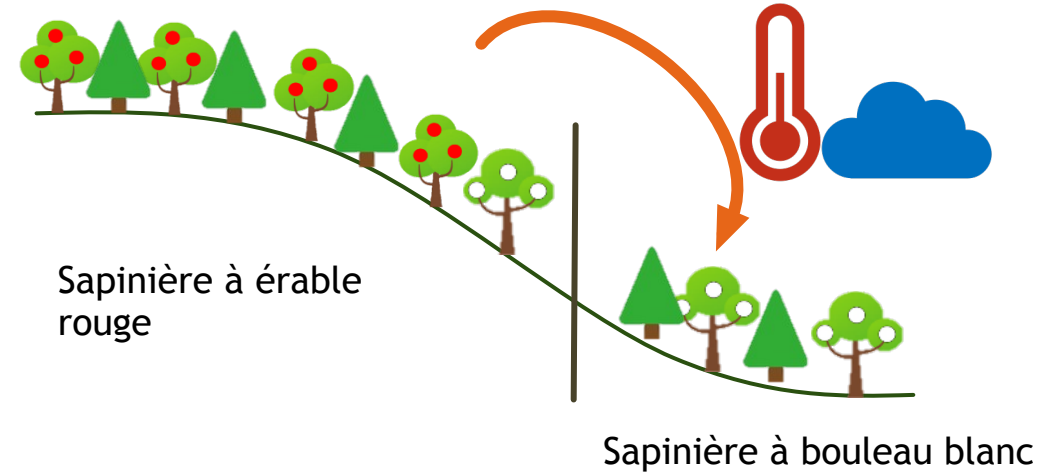
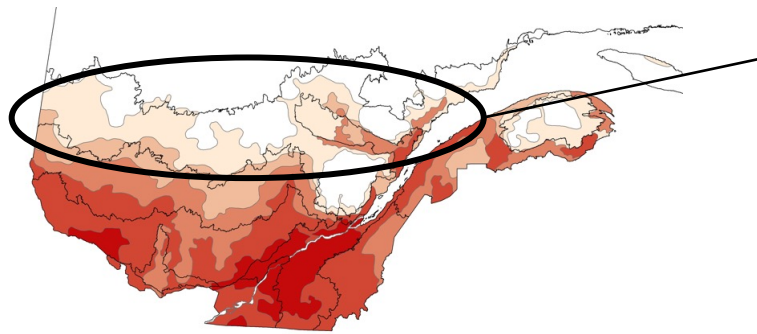
Bétulaie jaune  
à sapin et  
érable à sucre

Bétulaie jaune  
à sapin

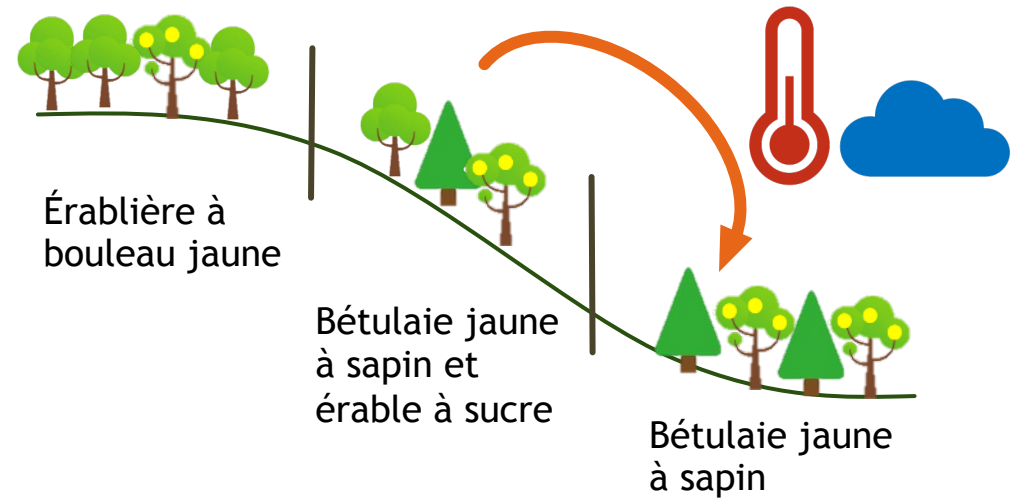
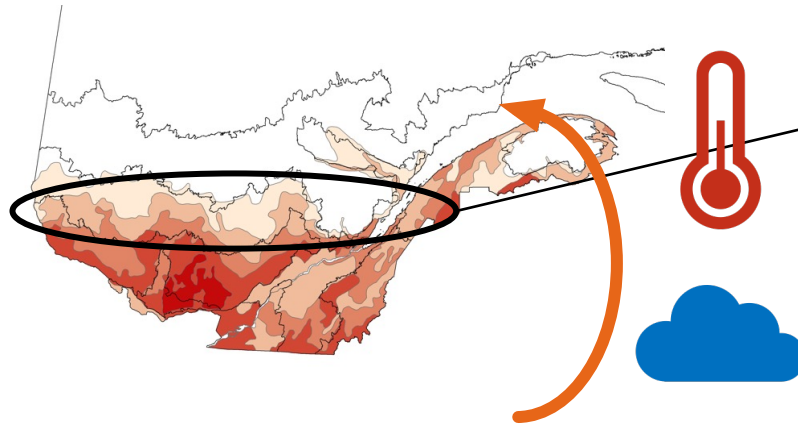
- Érable rouge
- Érable à sucre
- Bouleau blanc
- Bouleau jaune
- Sapin baumier

# Est-ce que les feuillus tempérés peuvent s'établir au nord de leur limite de répartition ?

Érable rouge dans le sous domaine de la sapinière à bouleau blanc

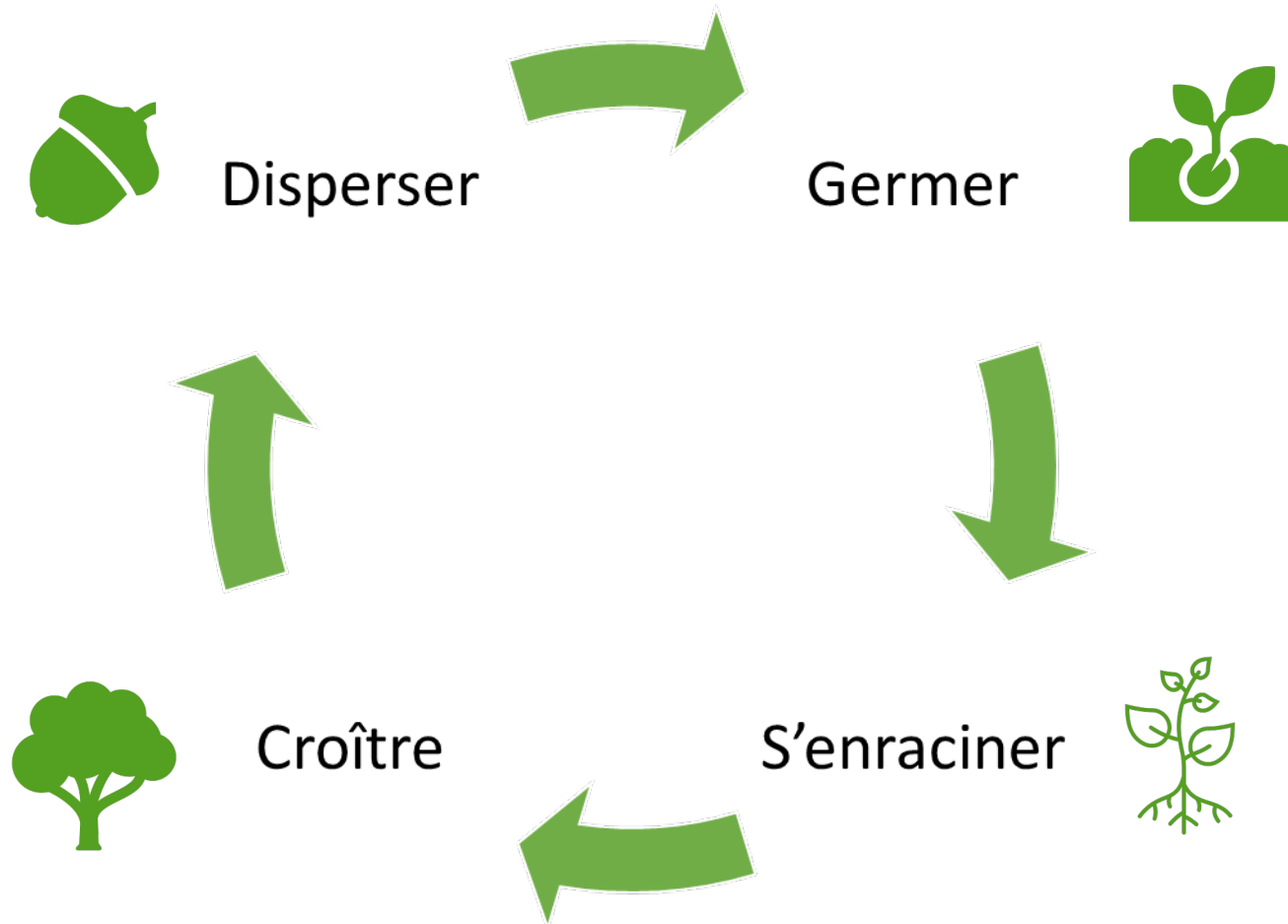


Érable à sucre dans le sous domaine de la sapinière à bouleau jaune



- Érable rouge
- Érable à sucre
- Bouleau blanc
- Bouleau jaune
- Sapin baumier

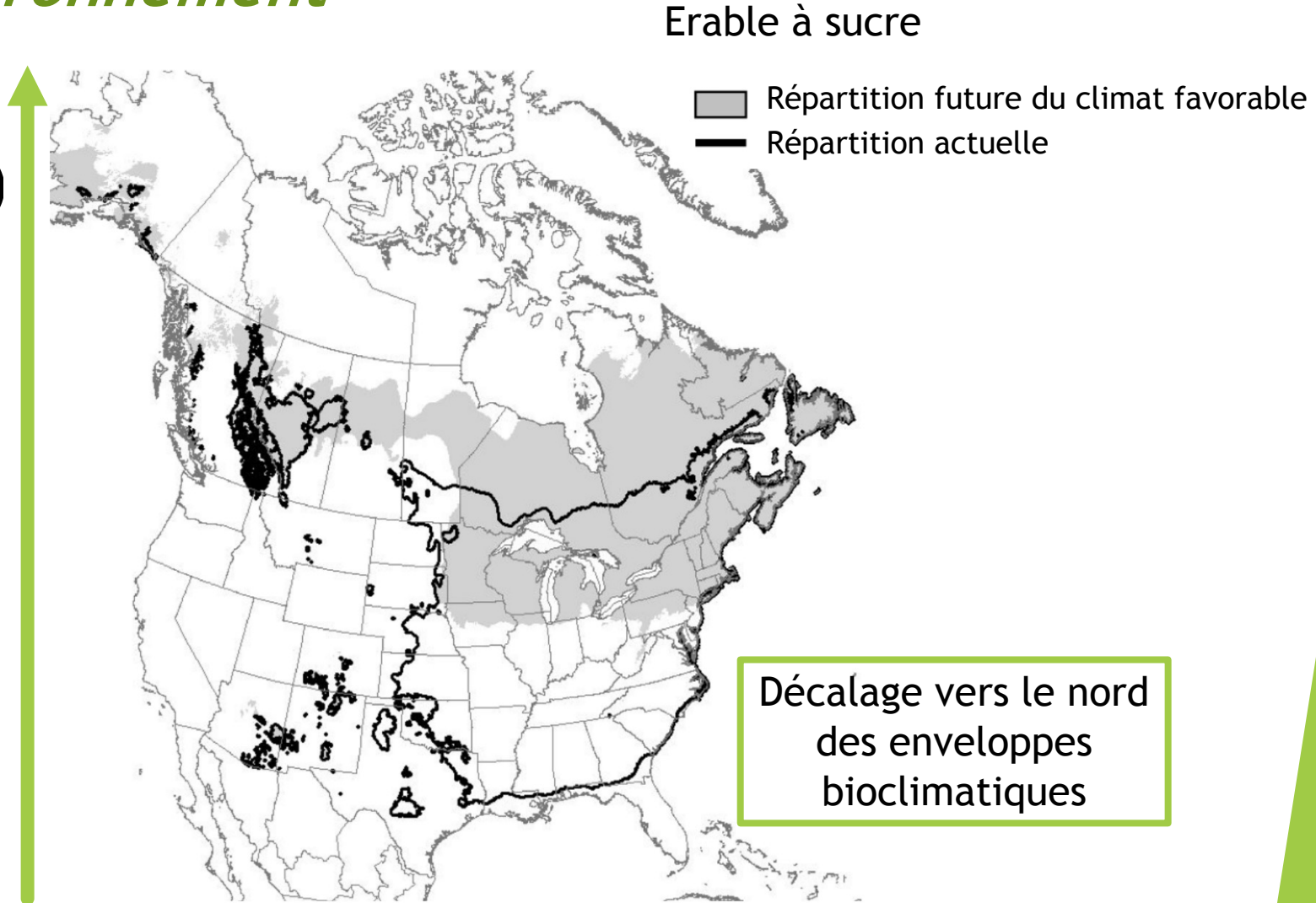
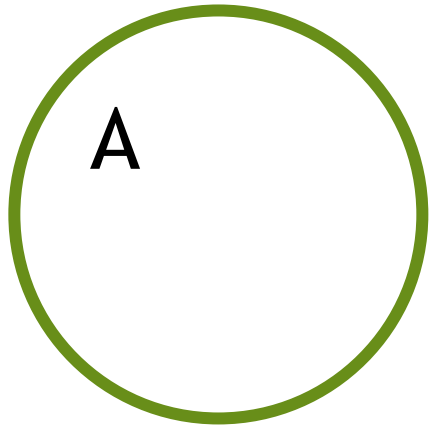
*Pour s'établir sur un nouveau site, les espèces doivent franchir une série d'étapes dans leur développement*



# Trois facteurs conditionnent la distribution des espèces dans un nouvel environnement

Trois facteurs:

- Facteurs abiotiques (A)
  - Climat

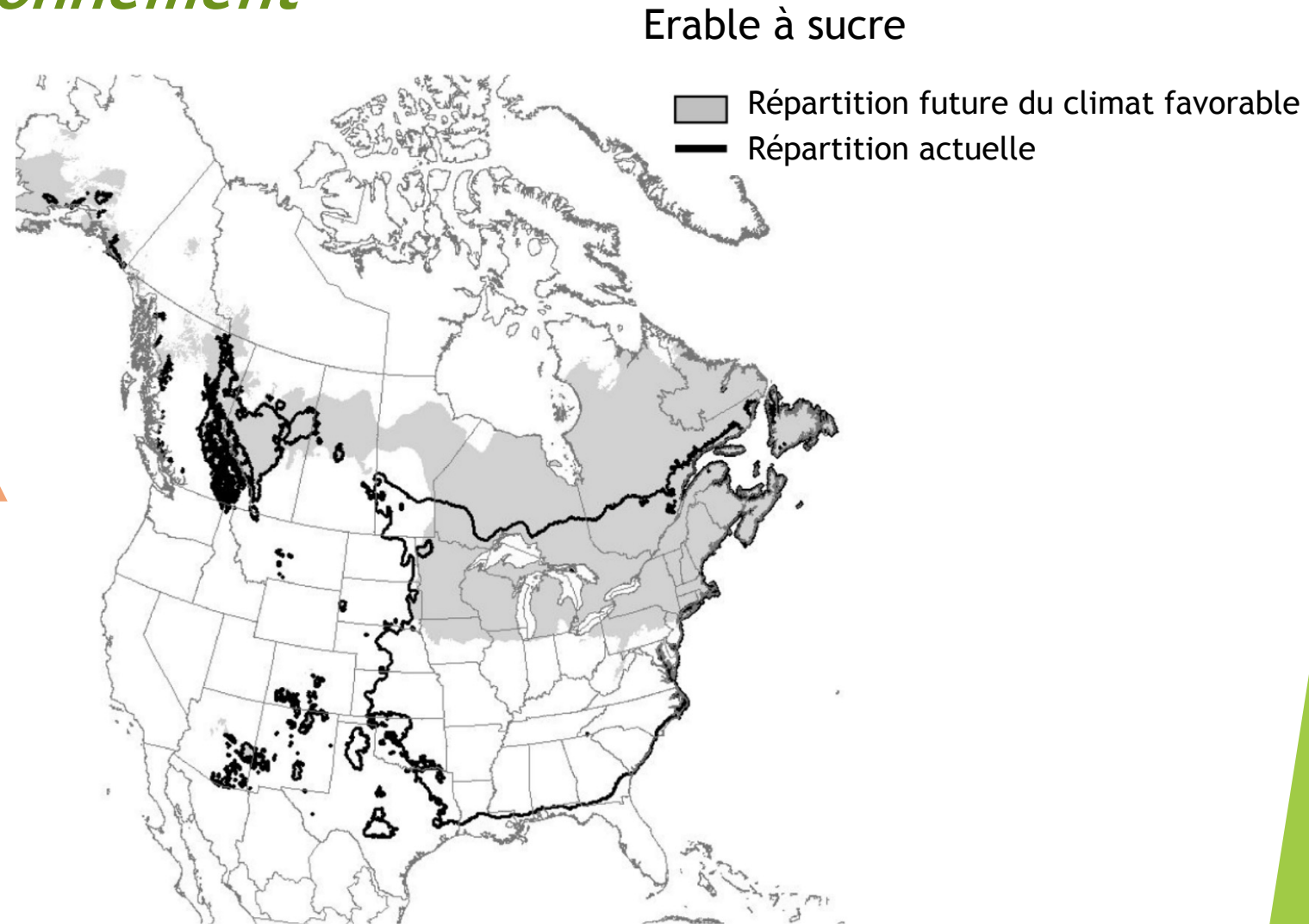
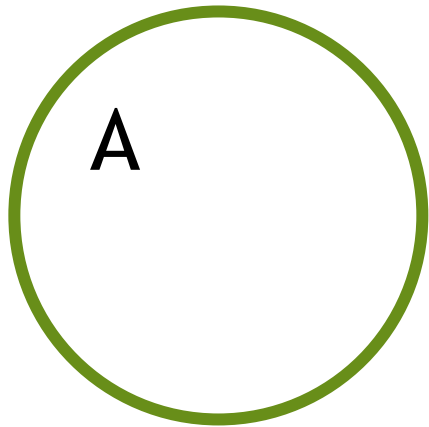




# Trois facteurs conditionnent la distribution des espèces dans un nouvel environnement

## Trois facteurs:

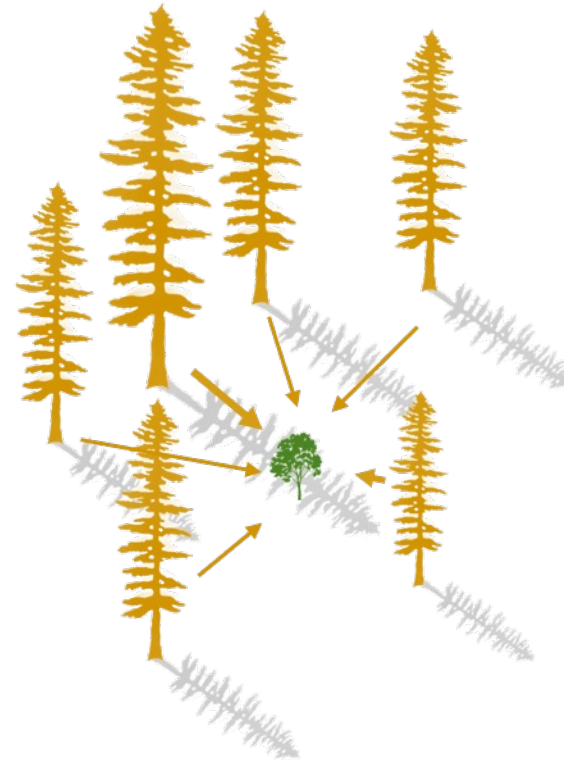
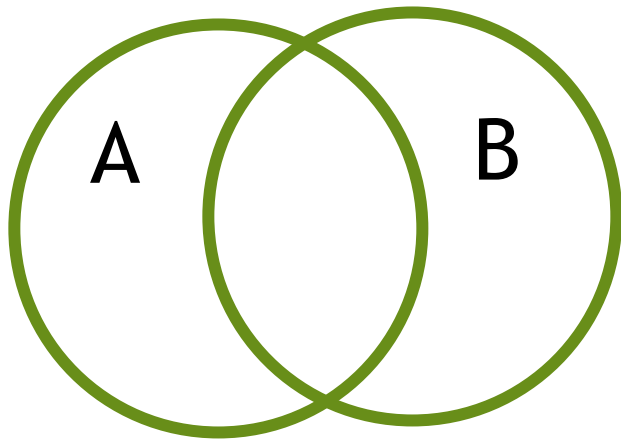
- Facteurs abiotiques (A)
  - Climat
  - Sol
  - Topographie



# *Trois facteurs conditionnent la distribution des espèces dans un nouvel environnement*

## Trois facteurs:

- Facteurs abiotiques (A)
- Facteurs biotiques (B)
  - Compétition
  - Prédation de graines
  - Perturbations naturelles

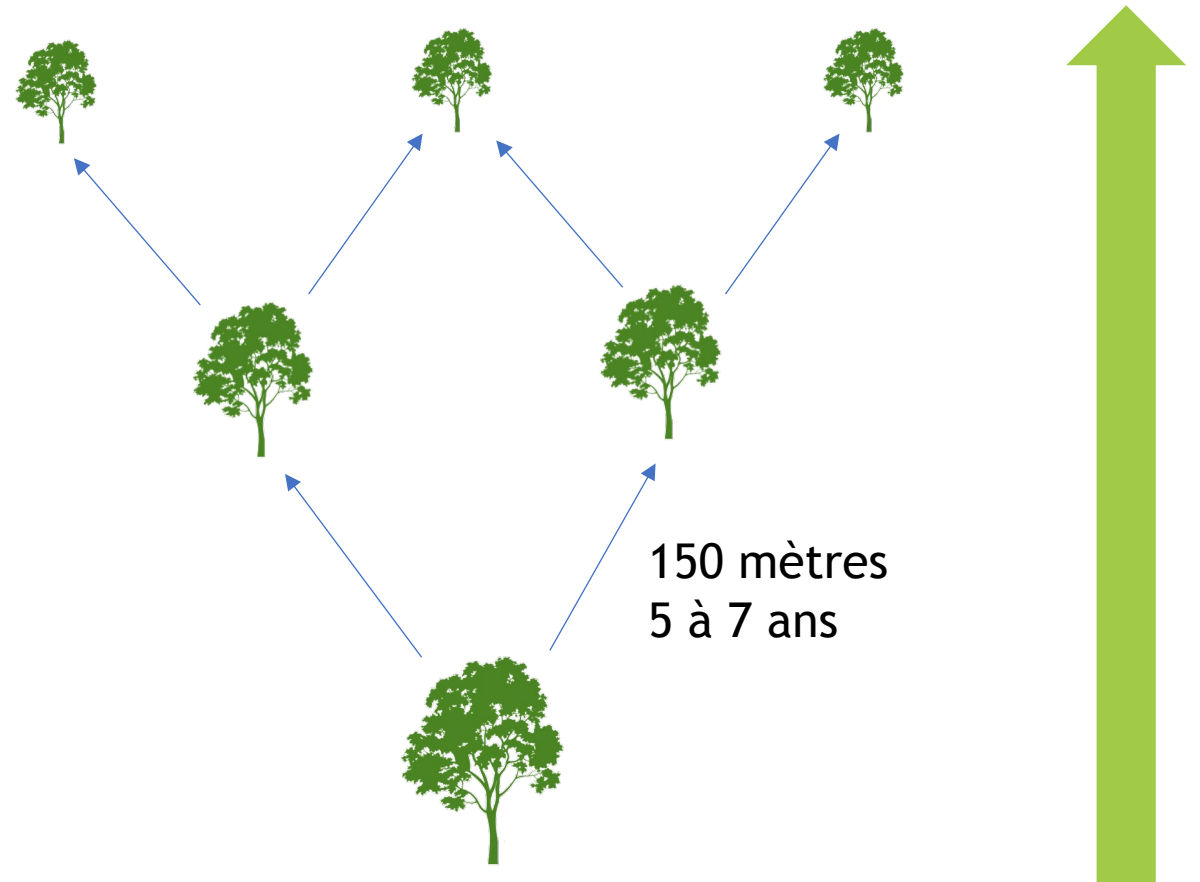
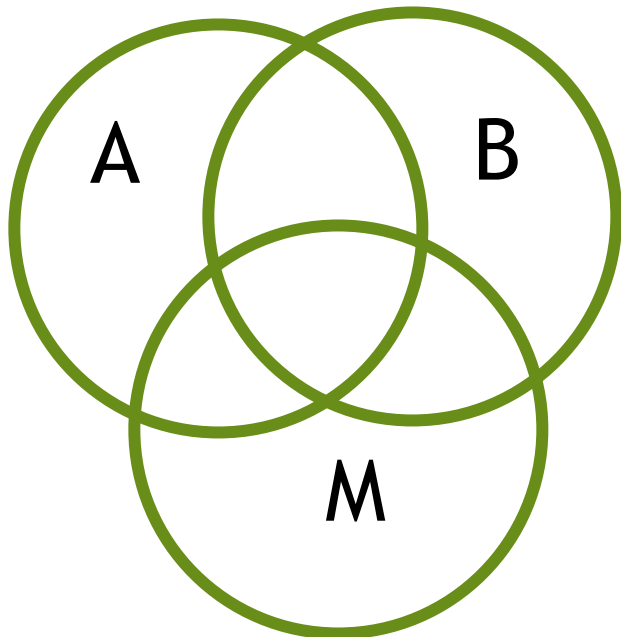




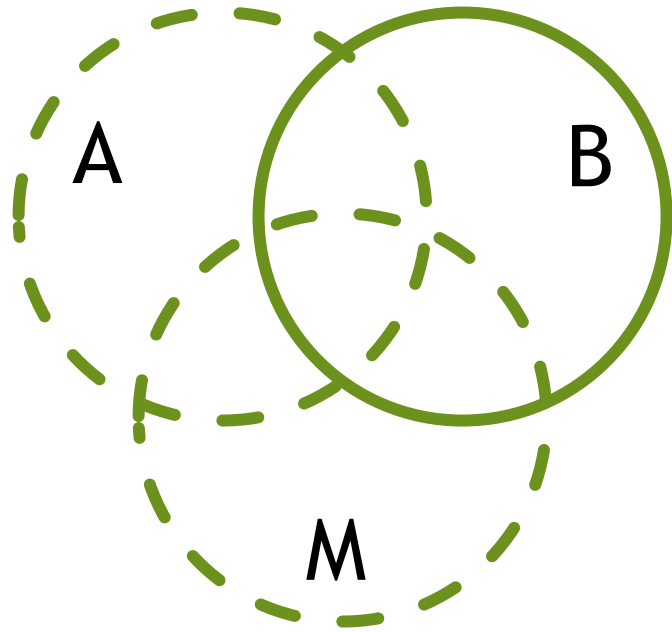
# Trois facteurs conditionnent la distribution des espèces dans un nouvel environnement

## Trois facteurs:

- Facteurs abiotiques (A)
- Facteurs biotiques (B)
- Facteurs de migration (M)
  - Barrières géographiques
  - Facteurs démographiques



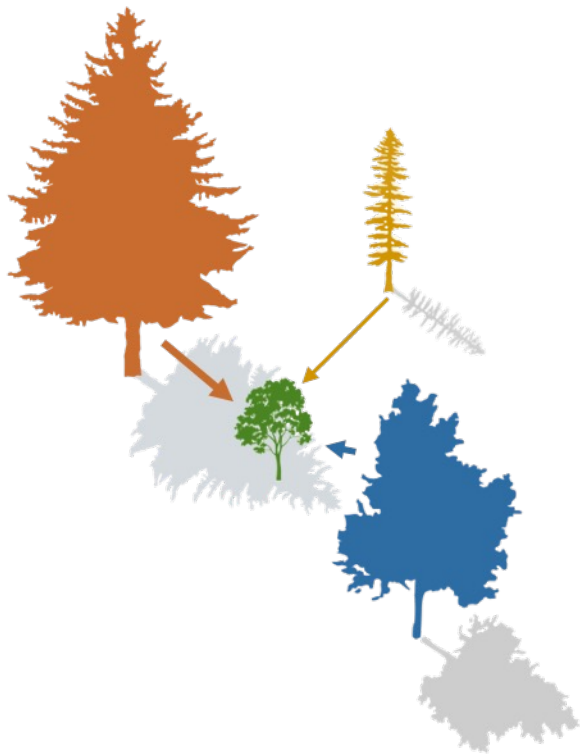
# Modélisation de la distribution des espèces: modèle individu centré



- ✓ Modélise la dynamique forestière et les interactions de compétition pour la lumière et les ressources
- ✓ Les arbres produisent des graines et peuvent se disperser.
- ✓ Les arbres peuvent mourir

Echelle locale → peuplement

# *Modélisation de la distribution des espèces: modèle SORTIE-ND*



**Croissance** de chaque arbre dépend de son diamètre, de la **lumière reçue**, de la **densité** autour de chaque arbre et leur **capacité à supporter ces conditions de lumières et de densité.**

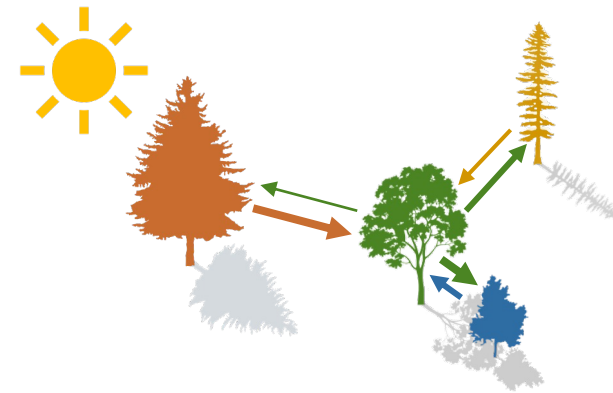
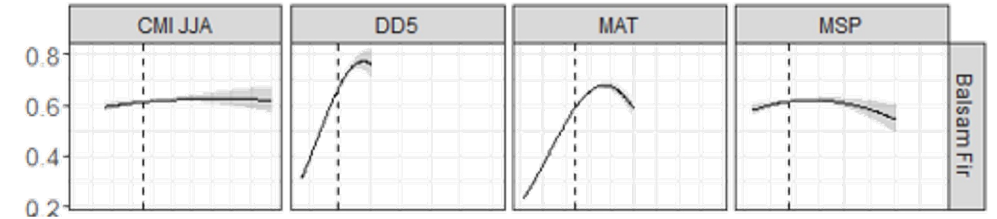
# Modélisation de la distribution des espèces: modèle SORTIE-ND

Pas de temps

Calcul de la  
croissance

- Croissance potentielle maximum
- Effet DHP
- Effet ombre
- Effet densité

Dépend du climat



# Modélisation de la distribution des espèces: modèle SORTIE-ND

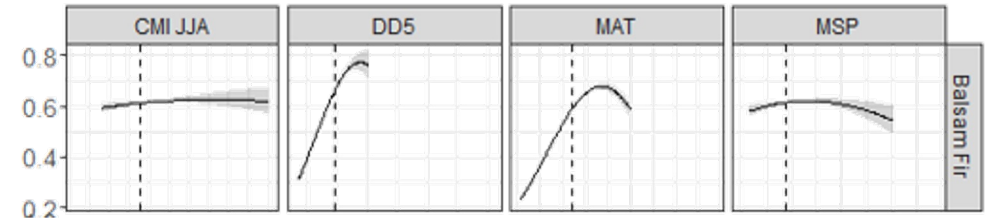
## SORTIE-ND

Pas de temps

Calcul de la croissance

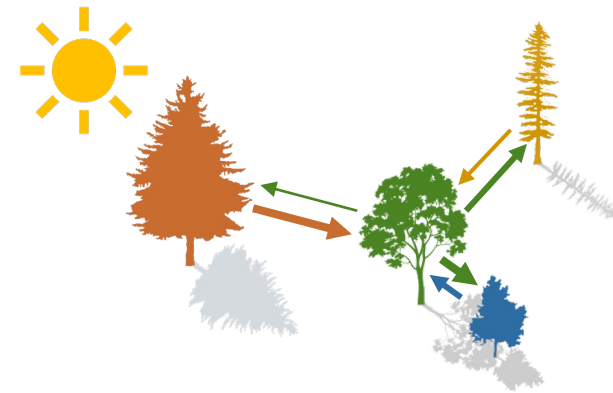
- Croissance potentielle maximum
- Effet DHP
- Effet ombre
- Effet densité

Dépend du climat



Mortalité

- Compétition
- Sénescence
- Aléatoire



# Modélisation de la distribution des espèces: modèle SORTIE-ND

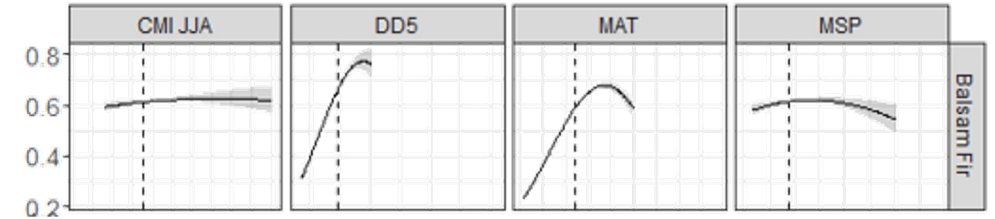
## SORTIE-ND

Pas de temps

Calcul de la croissance

- Croissance potentielle maximum
- Effet DHP
- Effet ombre
- Effet densité

Dépend du climat



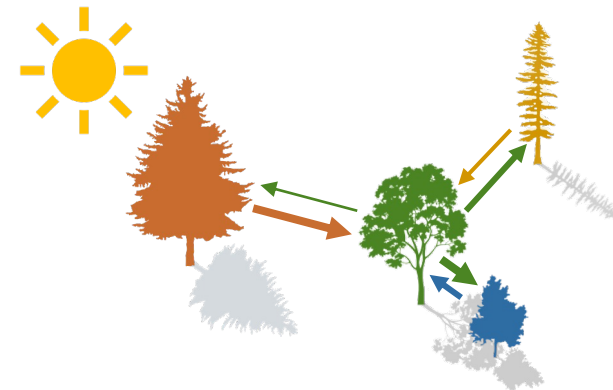
Mortalité

- Compétition
- Sénescence
- Aléatoire



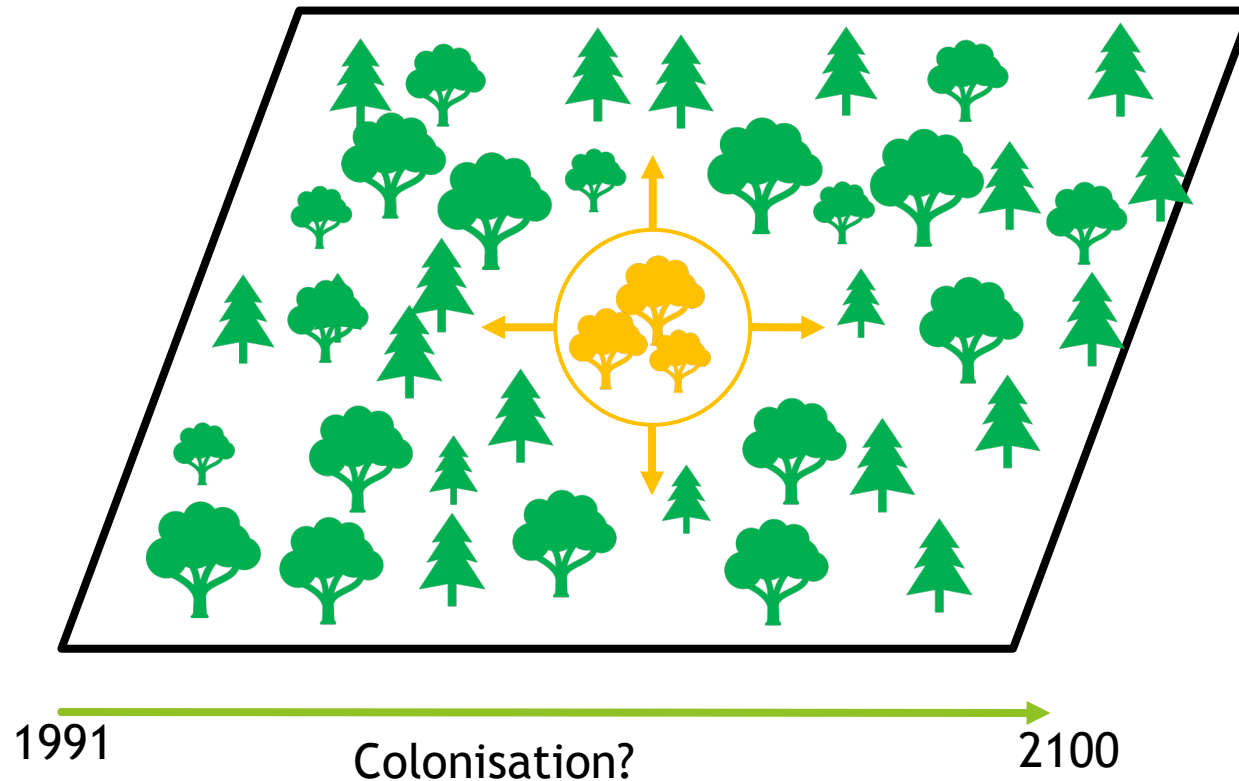
Dispersion

- Maturité sexuelle
- Capacité de dispersion
- Probabilité de germination



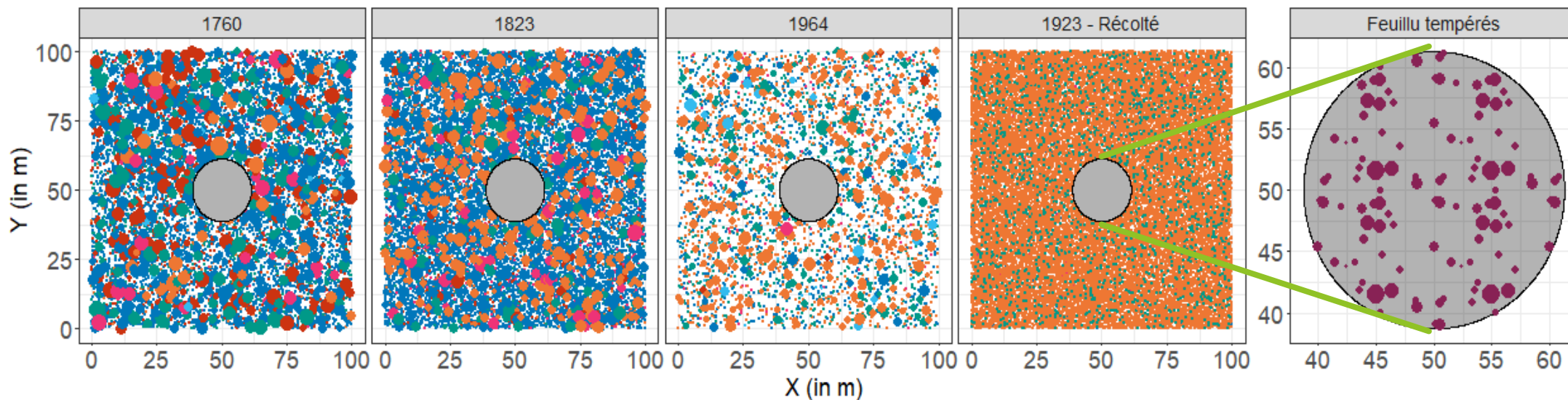


*Objectif: Quantifier l'effet de l'introduction d'espèces tempérées en forêt boréale: suivi par modélisation de 1991 à 2100 de la croissance et de la dynamique forestière*



Introduction de feuillus tempérés dans divers types de forêts, matures et récoltés et selon divers scénarios climatiques

# Conditions initiales des peuplements



Sapinière à thuya



Sapinière à bouleau à papier et peuplier faux-tremble



Jeune bétulaie blanche à peuplier faux-tremble










Peuplement datant de 1923 et récemment récolté

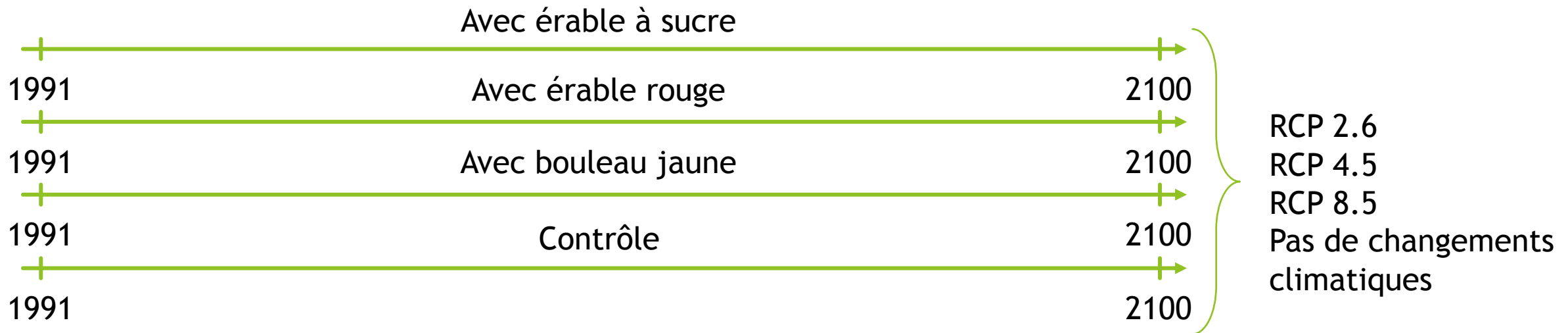


ERS ERR BOJ BOP EPx SAB PIB PET THO

Espèces

 Sapin baumier	 Bouleau à papier	 Thuya occidentale	 Feuillu tempéré
 Pin gris	 Peuplier faux-tremble	 Epinette blanche	

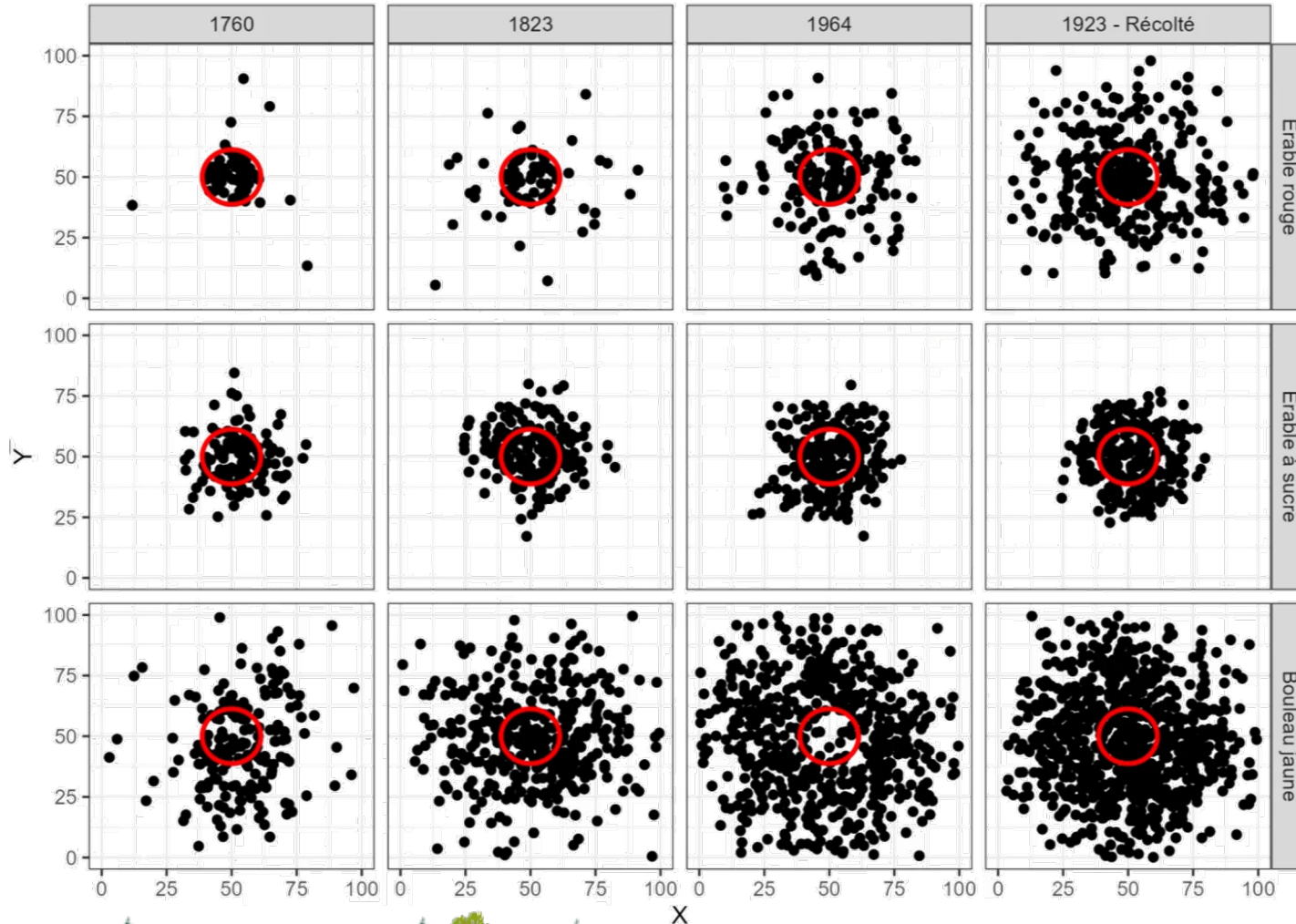
# Modélisation de 1991 à 2100 des espèces tempérées selon divers scénarios climatiques



Sorties  Assemblages d'espèces, position des arbres, DHP, croissance et la lumière reçue

# Modélisation de 1991 à 2100 selon le RCP 4.5

2100



## Erable rouge

Faible capacité à survivre dans les peuplements les plus vieux

## Erable à sucre

Capacité de dispersion faible

## Bouleau jaune

Capacité de dispersion élevée



Sapinière à thuya



Sapinière à bouleau à papier et peuplier faux-tremble



Jeune bétulaie blanche à peuplier faux-tremble

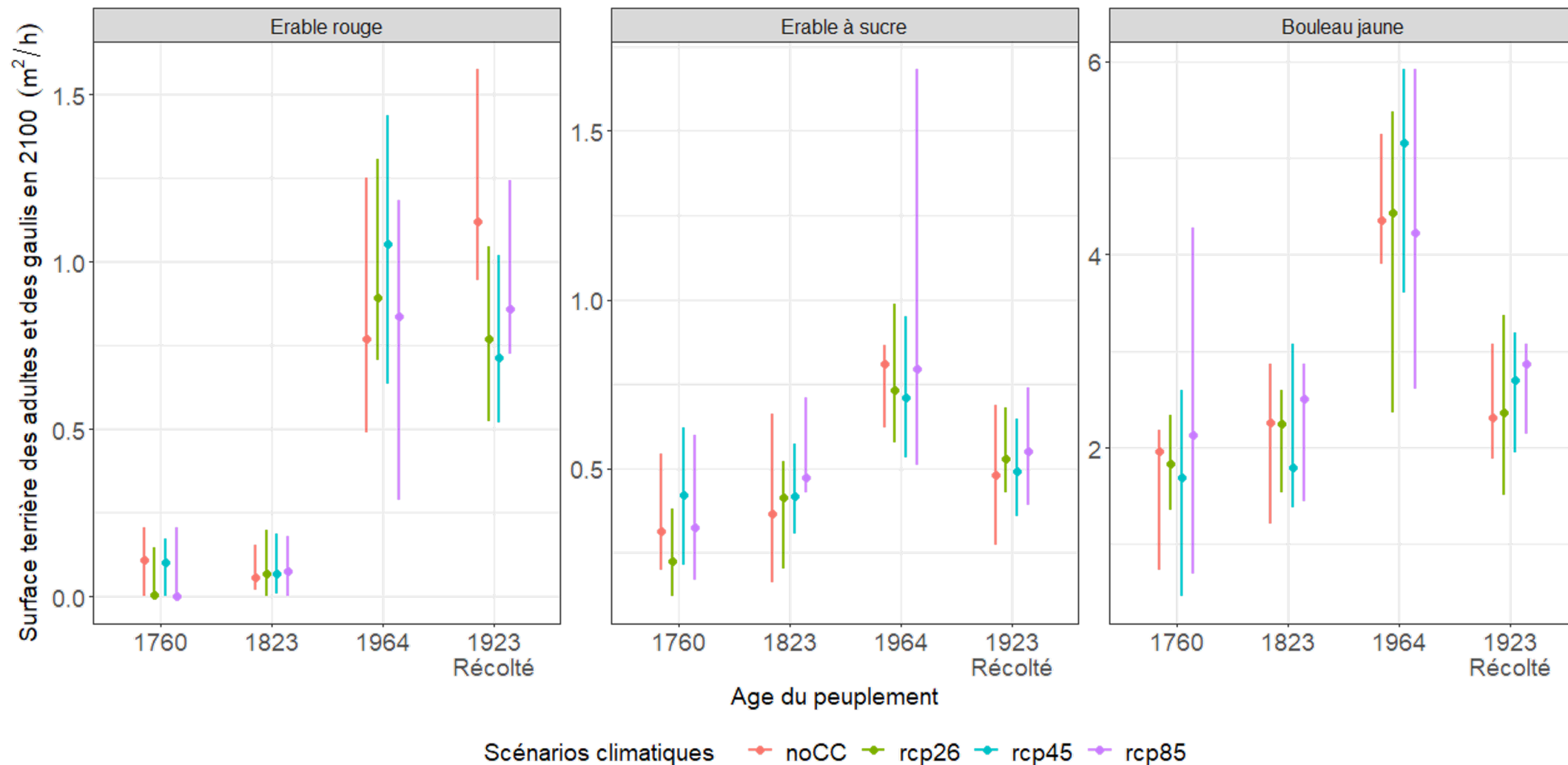


Peuplement datant de 1923 et récemment récolté

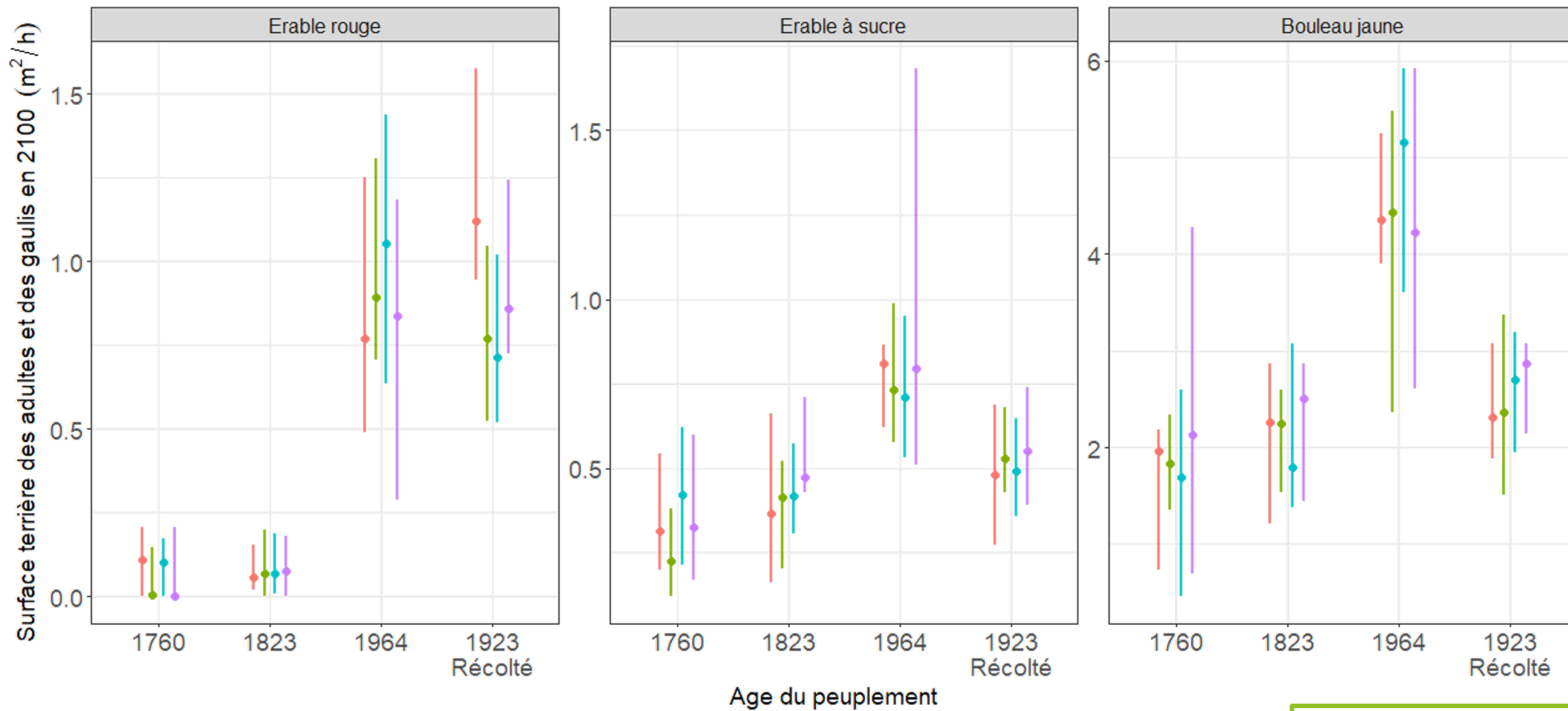


ERS ERR BOJ BOP EPx SAB PIB PET THO

# Capacité de colonisation et croissance des feuillus tempérés en 2100



# Capacité de colonisation et croissance des feuillus tempérés en 2100

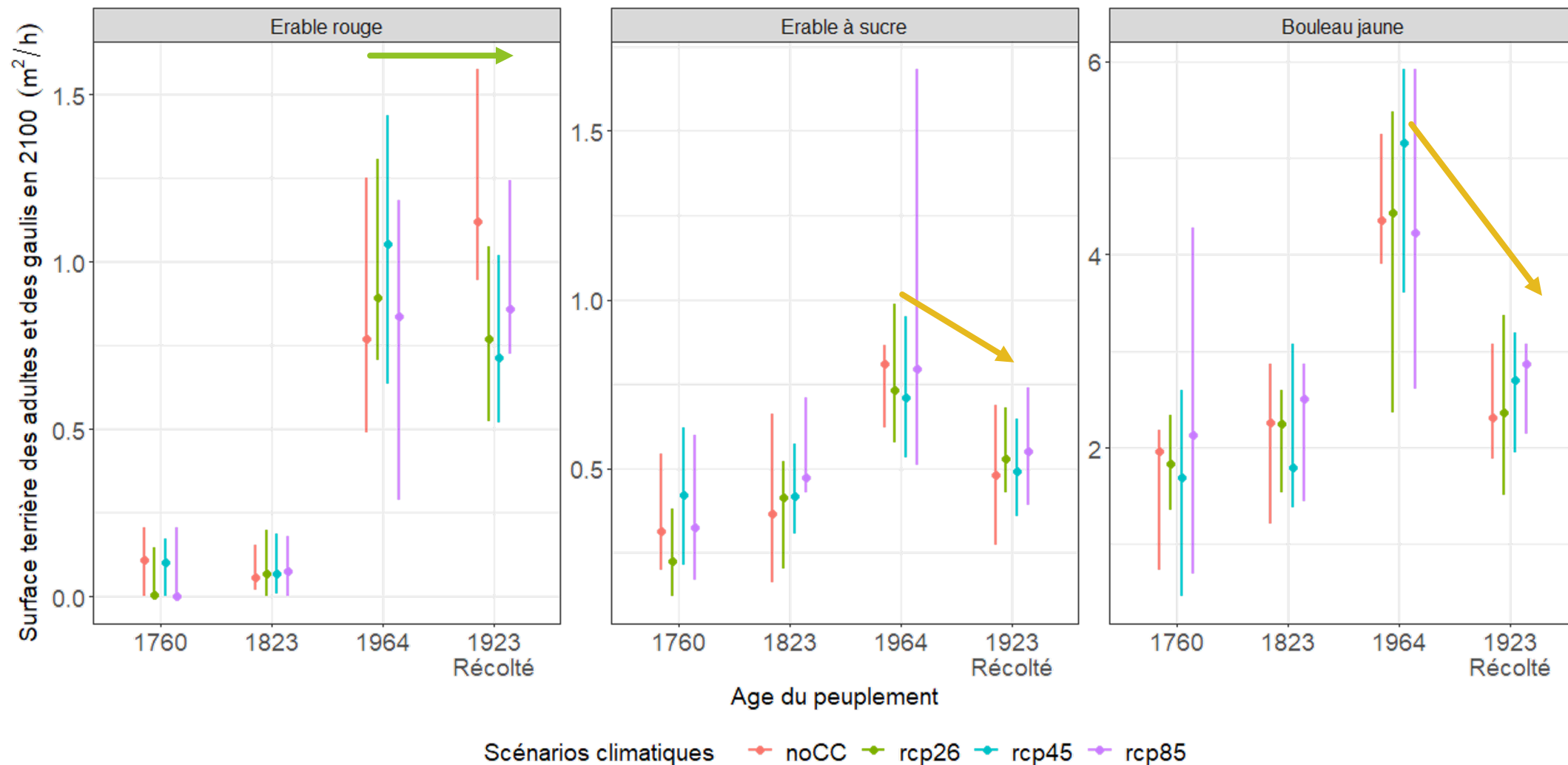


Scénarios climatiques noCC rcp26 rcp45 rcp85

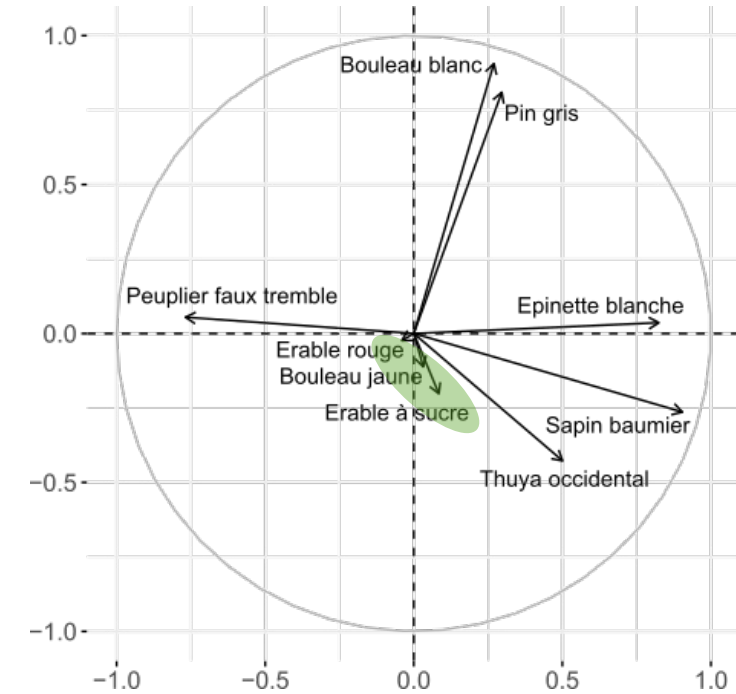
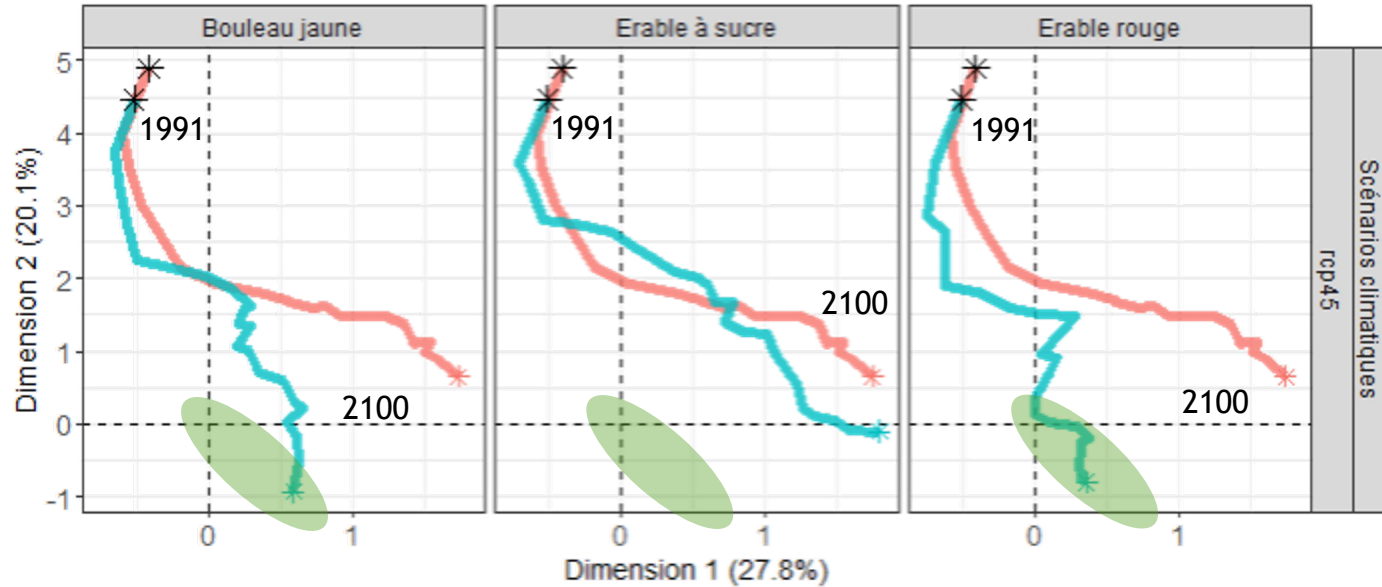
Pas ou peu d'effets des changements climatiques



# Capacité de colonisation et croissance des feuillus tempérés en 2100



# Effet de la colonisation des feuillus tempérés sur la composition des communautés naturelles. Exemple de la forêt de 1964



Témoin

Dynamique avec espèces tempérées

La jeune forêt de 1964 évolue vers une sapinière à thuya

La jeune forêt de 1964 s'enrichit en érable rouge et bouleau jaune

Peuplement d'érable rouge et de bouleau jaune



## *Croissance et traits démographiques des espèces tempérées dans les simulations*

	Erable rouge	Erable à sucre	Bouleau jaune
Croissance (cm.an <sup>-1</sup> )	0.147	0.148	0.288
Dispersion	Moyenne	Faible	Elevée
Mortalité	Elevée	Moyenne	Faible

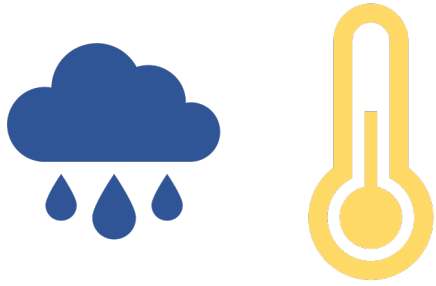
# *Croissance et traits démographiques des espèces tempérées dans les simulations*

	Erable rouge	Erable à sucre	Bouleau jaune
Croissance (cm.an <sup>-1</sup> )	0.147	0.148	0.288
Dispersion	Moyenne	Faible	Elevée
Mortalité	Elevée	Moyenne	Faible

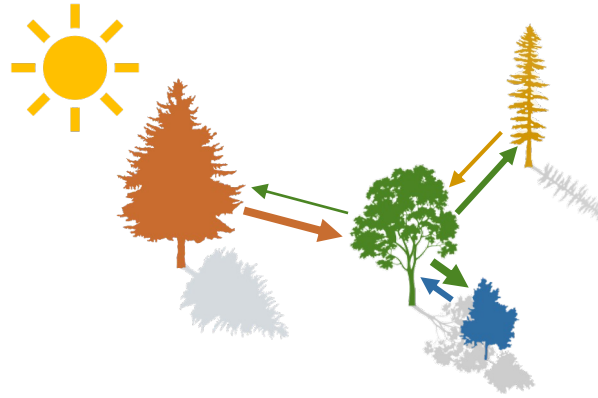
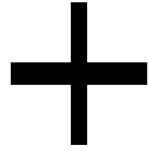


Le bouleau jaune a une meilleure capacité à s'établir vers le nord que l'érable rouge et l'érable à sucre.

# *Facteurs limitant la colonisation des feuillus tempérés?*



Climat futur et présent  
sur la croissance

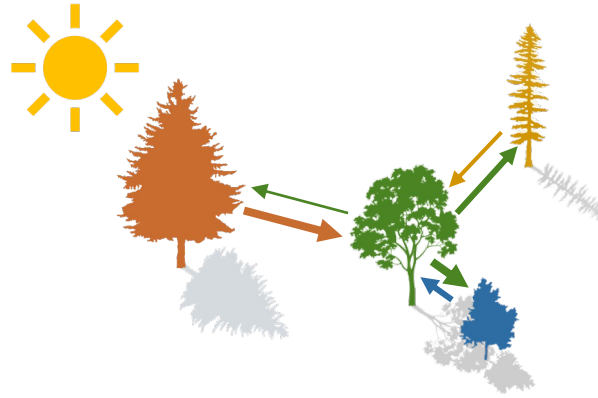
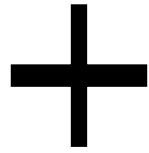


Nos résultats suggèrent que  
les espèces tempérées  
peuvent s'établir même sans  
la facilitation du changement  
climatique.

# Facteurs limitant la colonisation des feuillus tempérés?



Climat futur et présent  
sur la croissance



Nos résultats suggèrent que  
les espèces tempérées  
peuvent s'établir même sans  
la facilitation du changement  
climatique.

## Sol

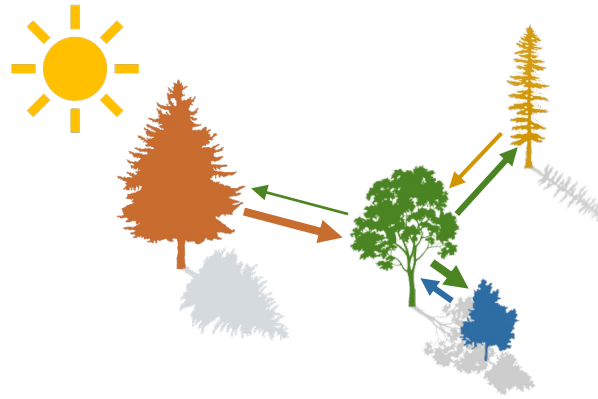
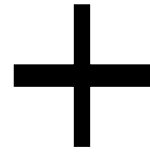
- Type, drainage, granulométrie etc
- Mycorhize



# Facteurs limitant la colonisation des feuillus tempérés?



Climat futur et présent  
sur la croissance



Nos résultats suggèrent que  
les espèces tempérées  
peuvent s'établir même sans  
la facilitation du changement  
climatique.

## Sol

- Type, drainage, granulométrie etc
- Mycorhize

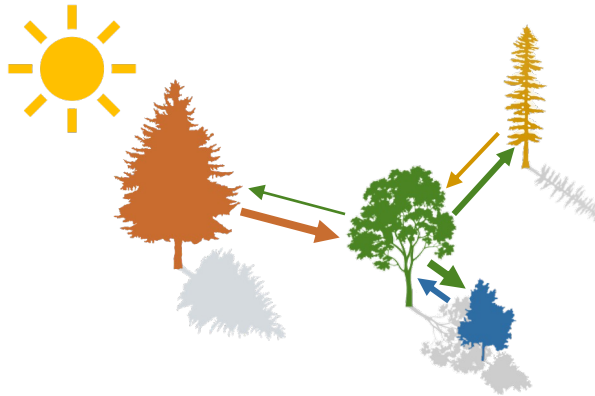
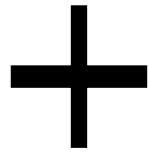
## Stochasticité climatique

- Gelée tardive
- Sécheresse
- Inondation

# Facteurs limitant la colonisation des feuillus tempérés?



Climat futur et présent  
sur la croissance



Nos résultats suggèrent que  
les espèces tempérées  
peuvent s'établir même sans  
la facilitation du changement  
climatique.

## Sol

- Type, drainage, granulométrie etc
- Mycorhize

## Stochasticité climatique

- Gelée tardive
- Sécheresse
- Inondation

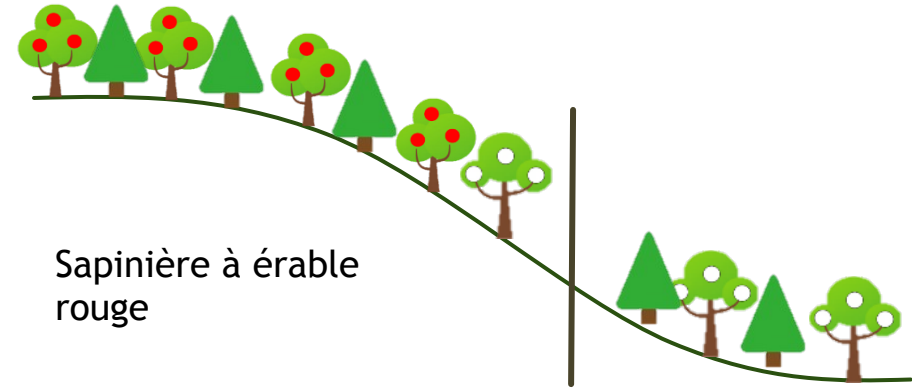
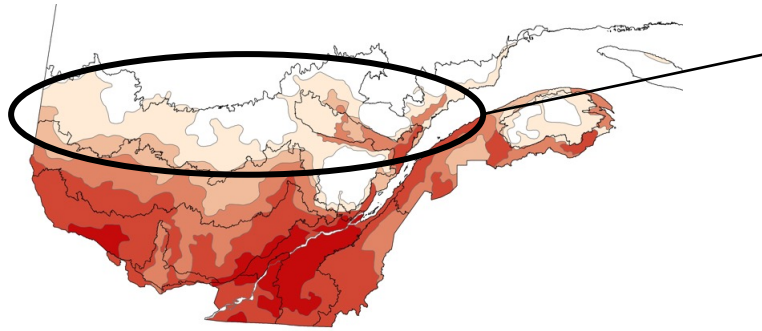
## Perturbations naturelles

- Epidémies d'insectes
- Régimes de feu (intensité et fréquence)

Influence la  
probabilité de  
germination, la  
croissance et la  
mortalité des arbres

# Conclusion

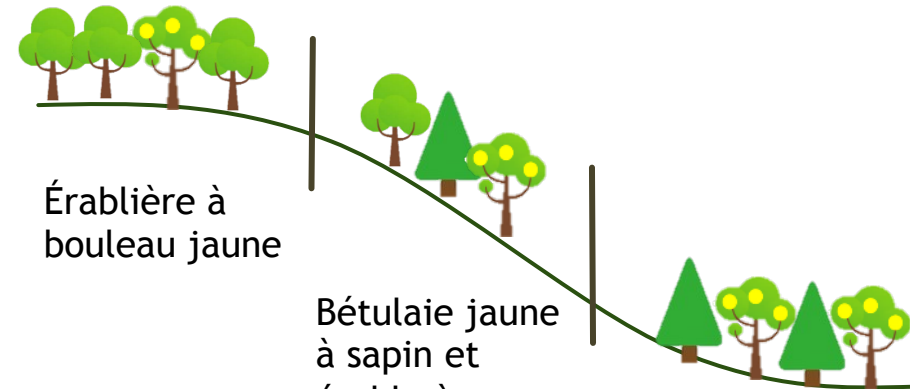
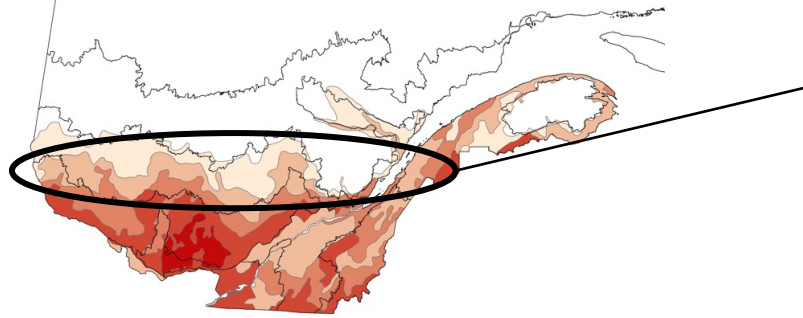
Érable rouge  
dans le sous  
domaine de la  
sapinière à  
bouleau blanc



Sapinière à érable  
rouge

Sapinière à bouleau blanc

Érable à sucre  
dans le sous  
domaine de la  
sapinière à  
bouleau jaune



Érablière à  
bouleau jaune

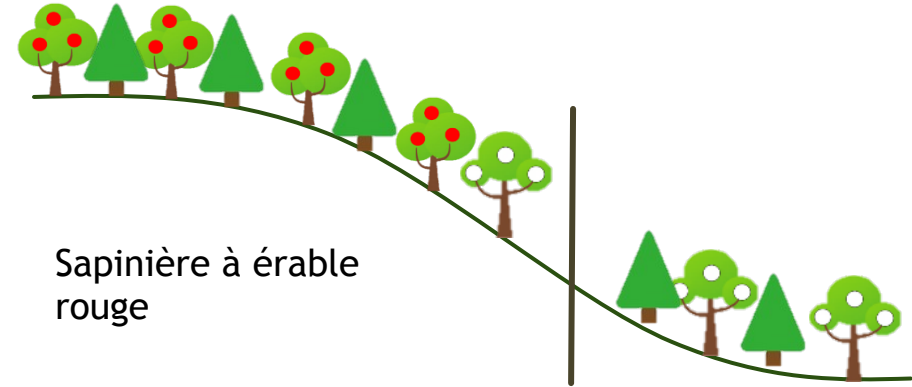
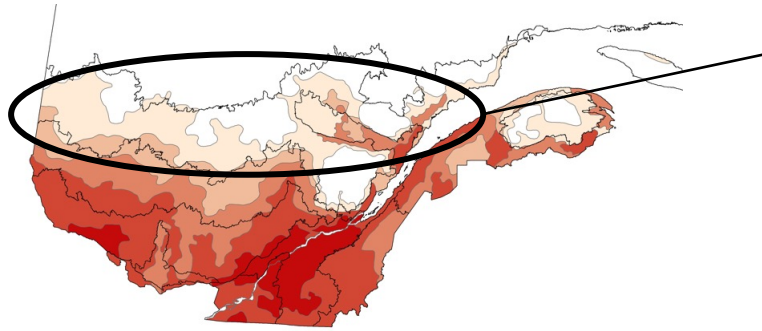
Bétulaie jaune  
à sapin et  
érable à sucre

Bétulaie jaune  
à sapin

- Érable rouge
- Érable à sucre
- Bouleau blanc
- Bouleau jaune
- Sapin baumier

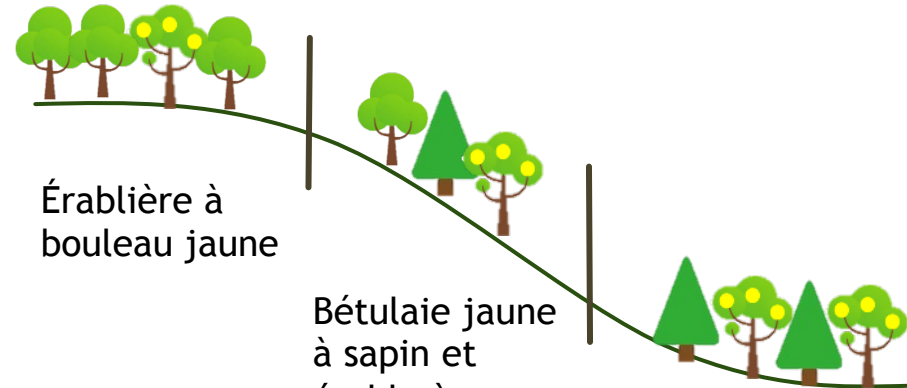
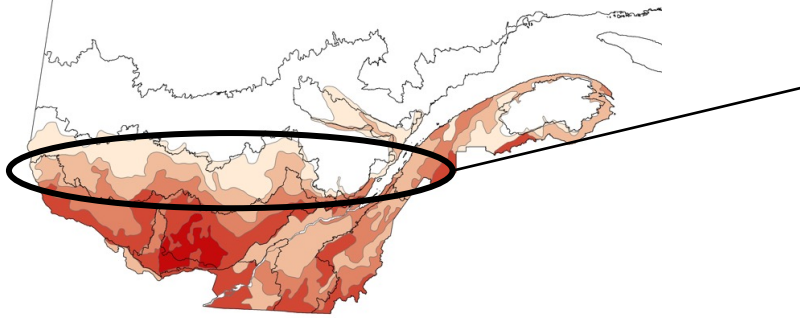
# Conclusion

Érable rouge  
dans le sous  
domaine de la  
sapinière à  
bouleau blanc



Sapinière à bouleau blanc

Érable à sucre  
dans le sous  
domaine de la  
sapinière à  
bouleau jaune



Bétulaie jaune  
à sapin et  
érable à sucre

Bétulaie jaune  
à sapin

- Érable rouge
- Érable à sucre
- Bouleau blanc
- Bouleau jaune
- Sapin baumier

Aménagement forestier favorise la colonisation des feuillus tempérés  
Changements des cycles de perturbations