

La génomique comme outil de traçabilité pour une meilleure gestion des forêts : le cas du pin tordu

Pauline Hessenauer, Postdoc

Service Canadien des Forêts, Centre de Foresterie des Laurentides

Équipe Nathalie Isabel

08.05.23

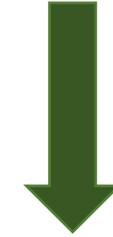
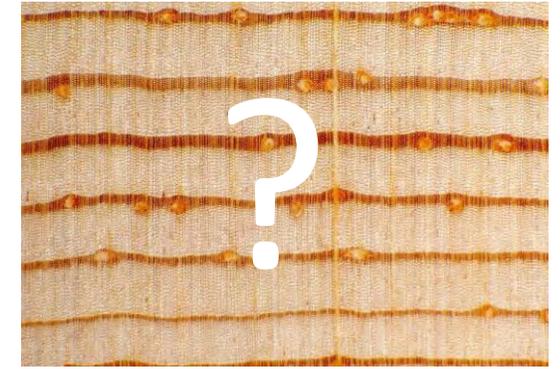


Pourquoi la traçabilité ?



Traçabilité : identifier l'origine taxonomique ou géographique d'un individu

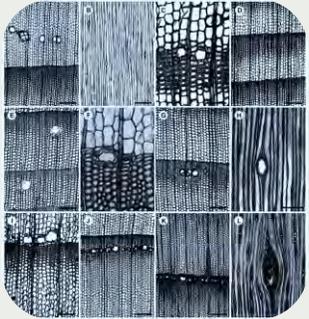
- Import de bois illégal au Canada : comment contrôler la provenance ?
- Certification (FSC, FSI) facile à falsifier
- Tracer les plants pour savoir ce qui est planté et où : utile dans contexte de changement climatique et migration assistée



Méthodes de traçabilité



Anatomie



Résolution : Genre

Complexité : ★★★★★

Outil : Xylotron

Signature chimique



Résolution : Espèce

Complexité : ★

Outil : DART-MS

Signature génomique

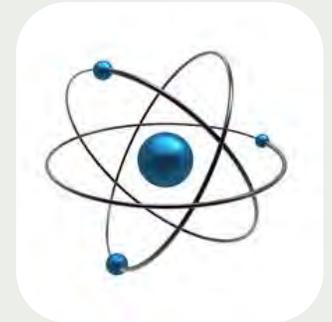


Résolution : Espèce

Complexité : ★★

Outil : En cours

Signature isotopique



Résolution : Géo

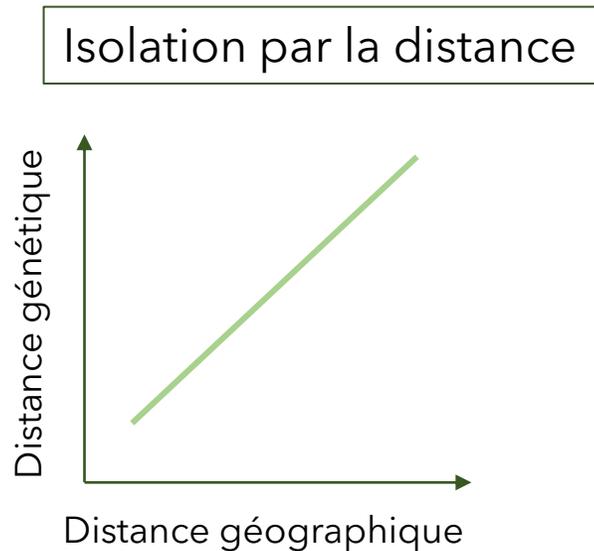
Complexité : ★★

Outil : En cours

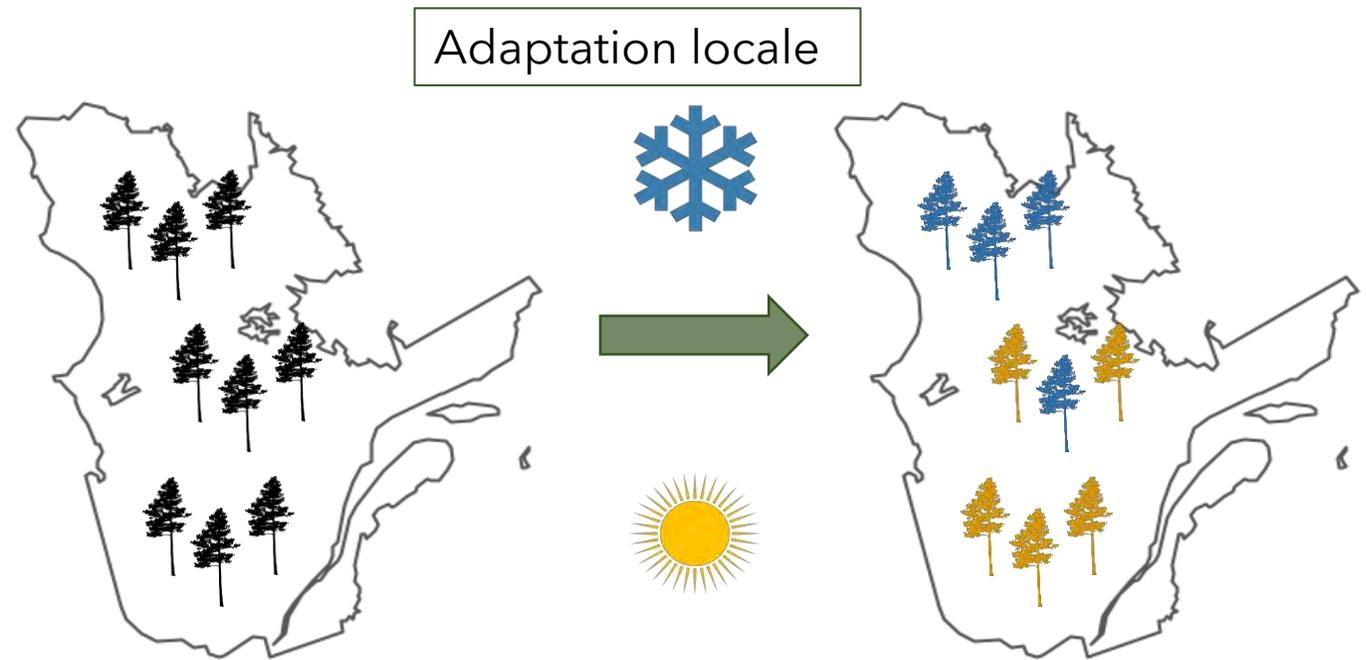
La signature génomique



- Infalsifiable
- Coût moyen et relativement facile à appliquer
- Précision des résultats (niveau taxonomique, origine géographique)



Processus neutre



Processus sélectif

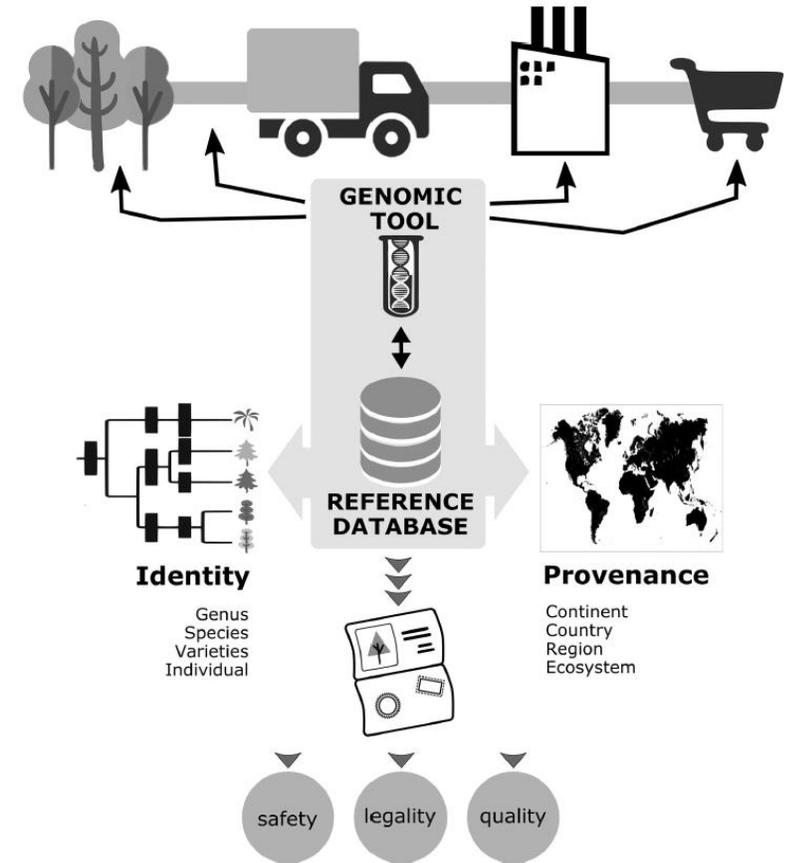
Prérequis pour un assignement précis

- Connaissance de la taxonomie

➔ Informe sur l'identité

- Base de données avec individus d'origine géographique connue

➔ Informe sur la provenance

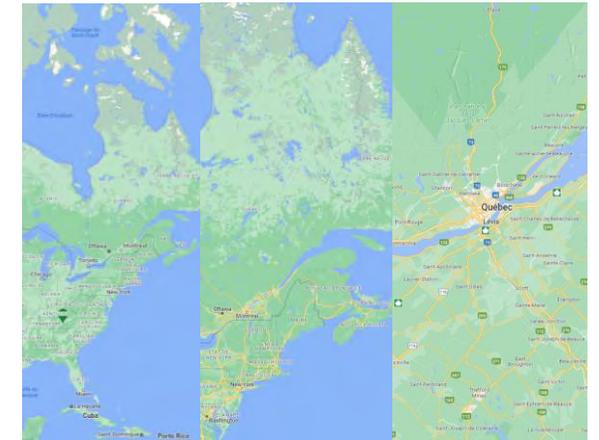
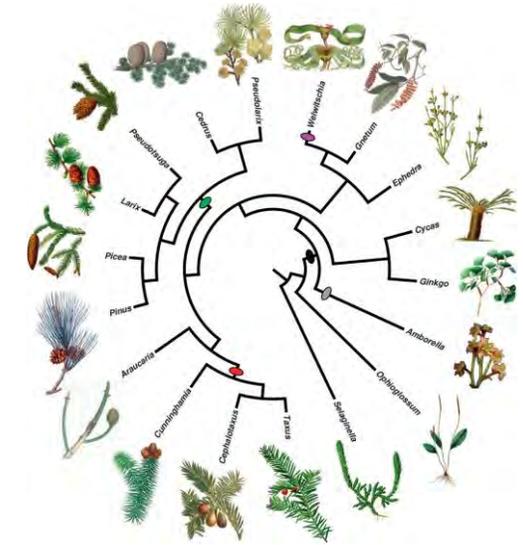


Paramètres à prendre en compte

Résolution taxonomique: assigner un individu à un genre, une espèce, une population...

Échelle géographique : dépendamment du jeu de données et de la biologie de l'espèce, assignement plus ou moins précis : continent, pays, province, région...

Hybridation inter spécifique : les espèces ne rentrent pas toujours dans leur boîte



Géolocalisation chez *A. macrophyllum*



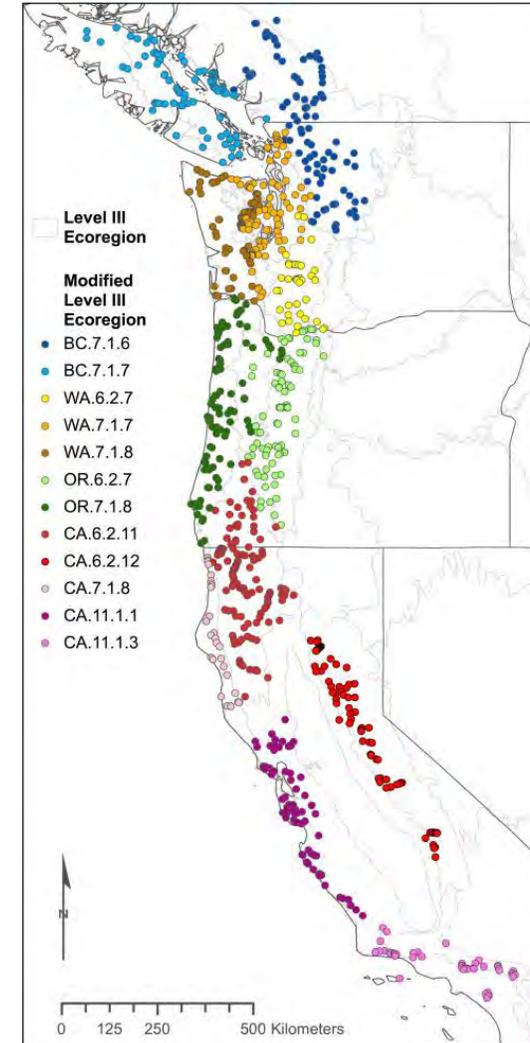
Acer macrophyllum

Sujet au braconnage

Instruments de musique

Différentiation des populations faible

Espèce	<i>Acer macrophyllum</i>
Nb individus	1142
Nb marqueurs	113 SNPs
Précision	50%



Origine géographique de *C. odorata*



From arboretum.ufm.edu

Cedrela odorata

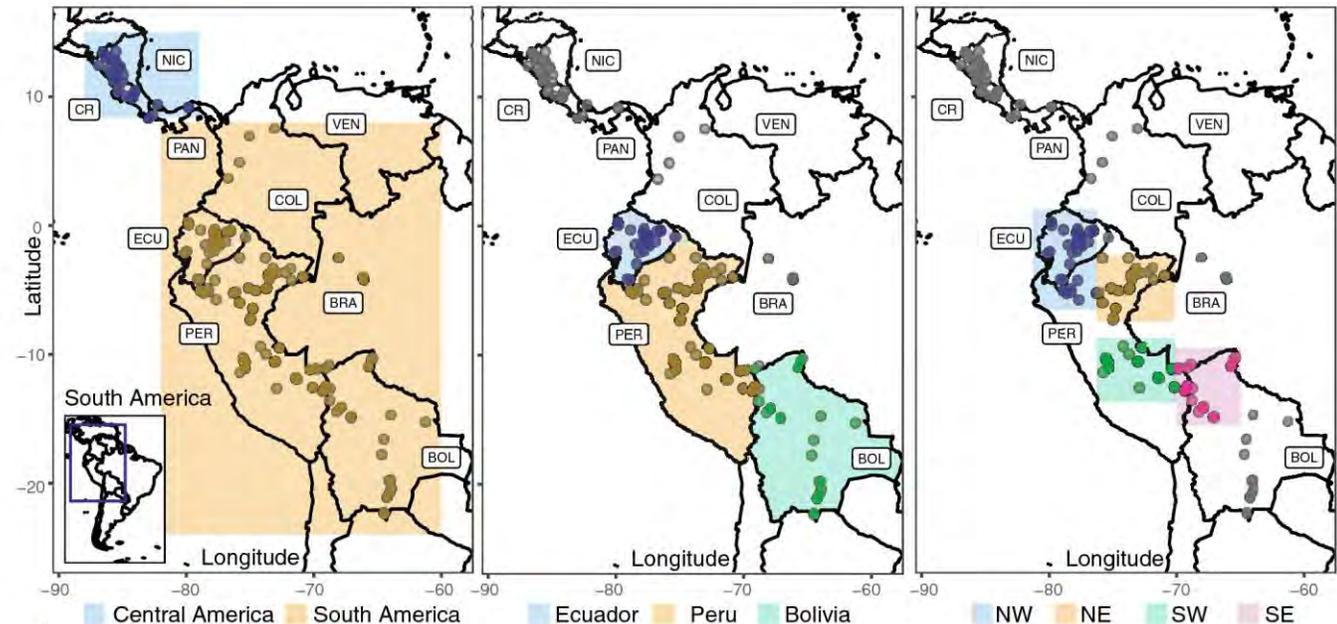
Espèce CITES

Analyses chimiques ne prédisent pas l'origine géographique

Distribution totale
5% ER

Pays
34% ER

Région
35% ER



Espèce	<i>Cedrela odorata</i>
Nb individus	190 specimens
Nb marqueurs	116 SNPs
Précision	65%

Le modèle : *Pinus contorta*



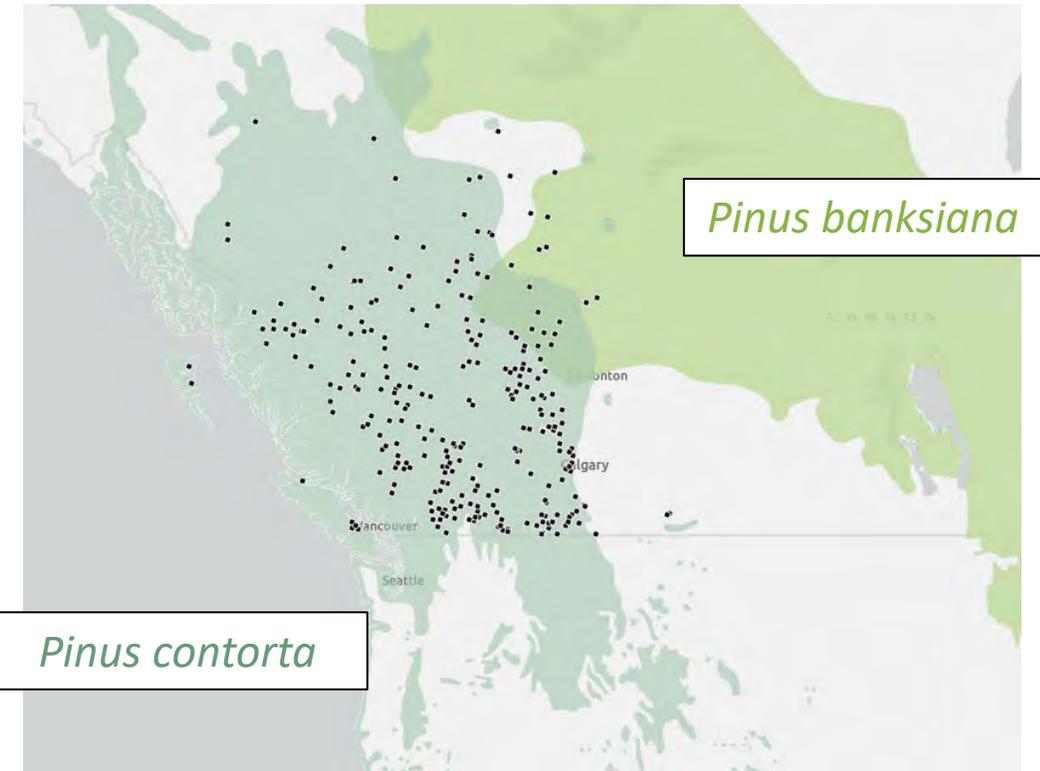
- Possède 4 ssp
- Régénération après feu
- Grande aire de distribution



Jeu de données
280 provenances
3 500 individus
32 000 SNPs

Défis :

- Histoire évolutive post-glaciation complexe
- Hybridation avec le pin gris *P. banksiana*



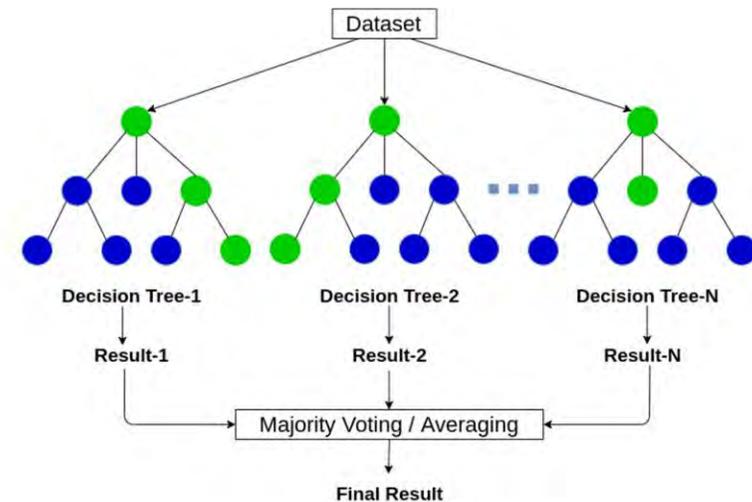
La méthode : random forest



- Modèle d'apprentissage automatique (machine learning)
- Forêt d'arbres décisionnels
- Permet de faire des prédictions
- Utilisable en assignation

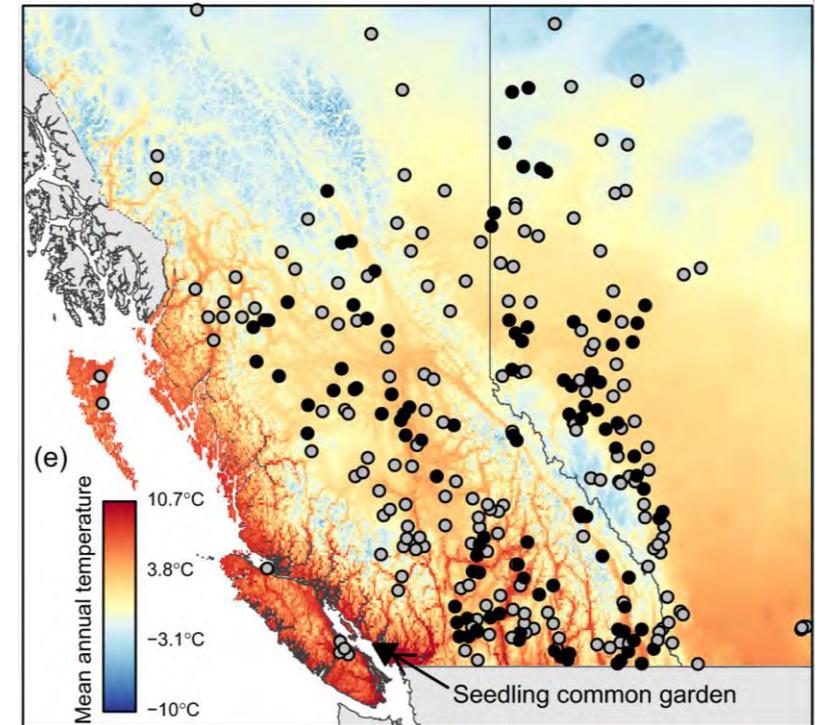
Provenance \sim SNP₁ + SNP₂ + SNP₃ ... + SNP_n

Random Forest



Effet du nombre de marqueurs

- 5 000 SNPs aléatoires : 56%
- 860 SNPs impliqués dans l'adaptation environnementale : 61%
- 32 000 SNPs (jeu de données complet) : 63%
- 350 SNPs sélectionnés par un modèle d'intelligence artificielle : 67%



Mahony et al. 2019

Effet du nombre de populations

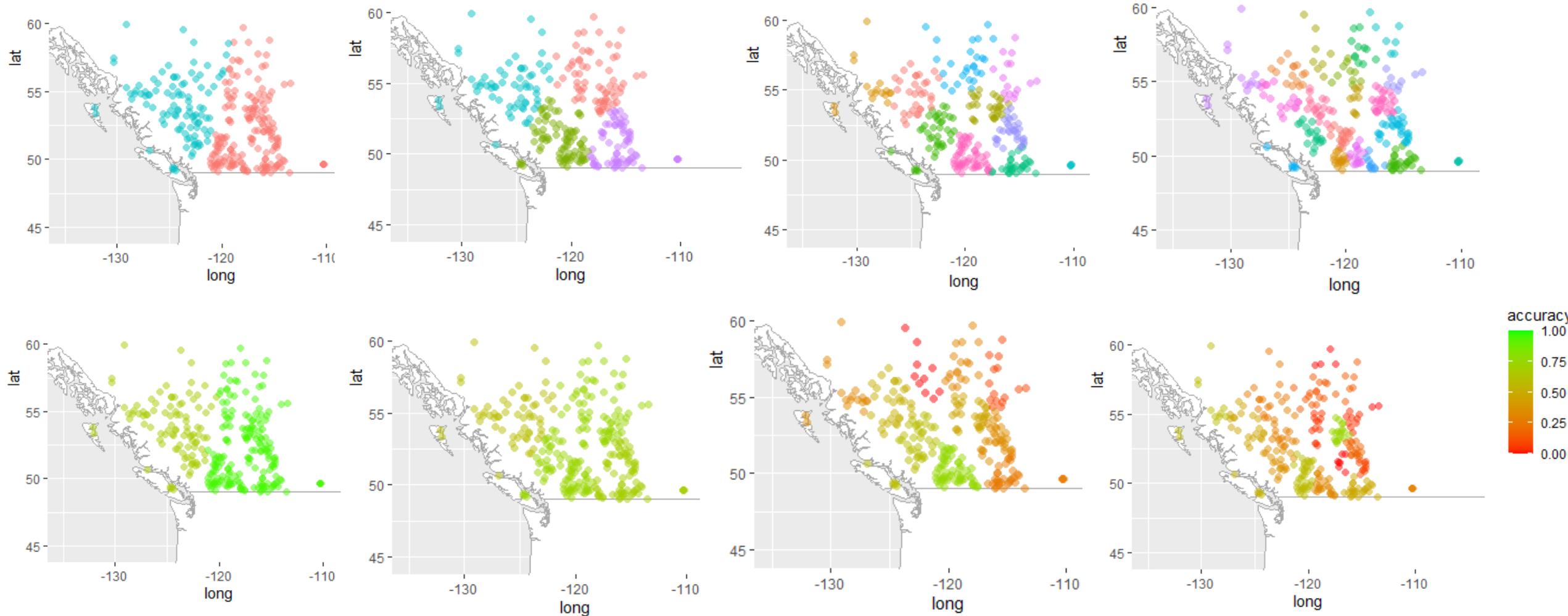


$n = 2$

$n = 4$

$n = 10$

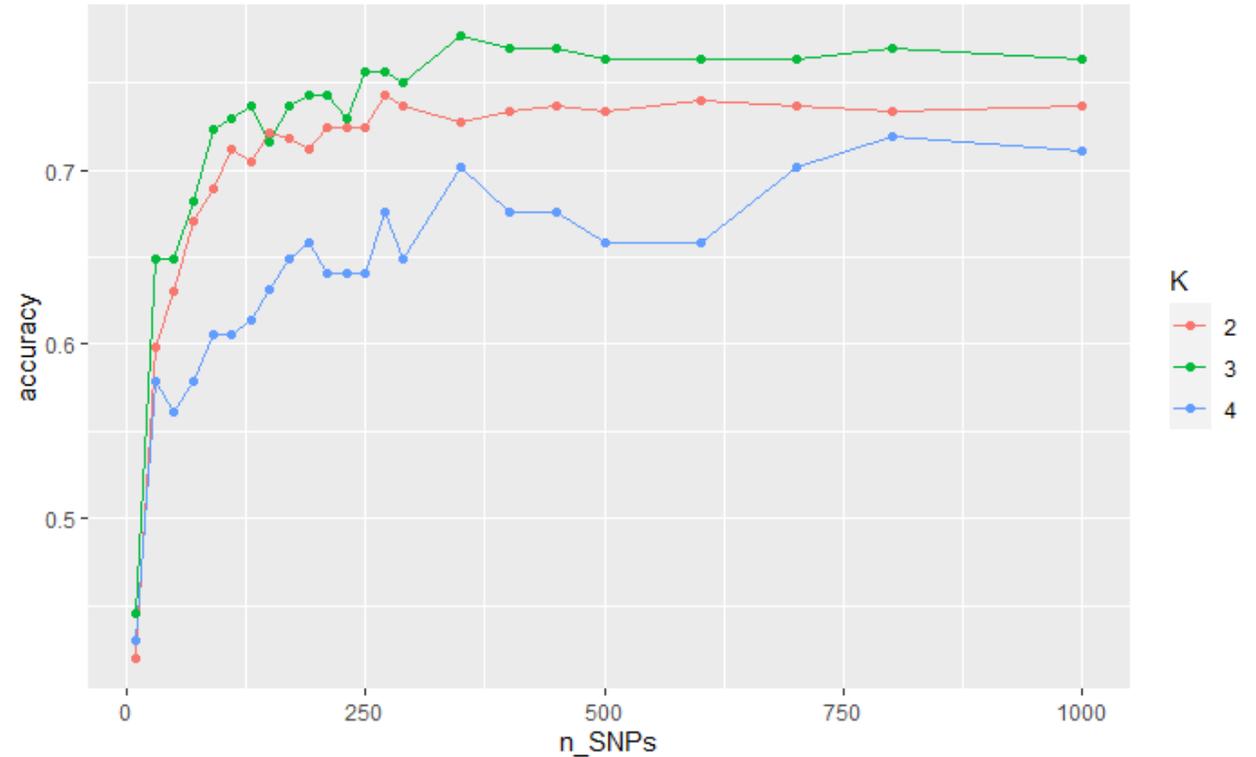
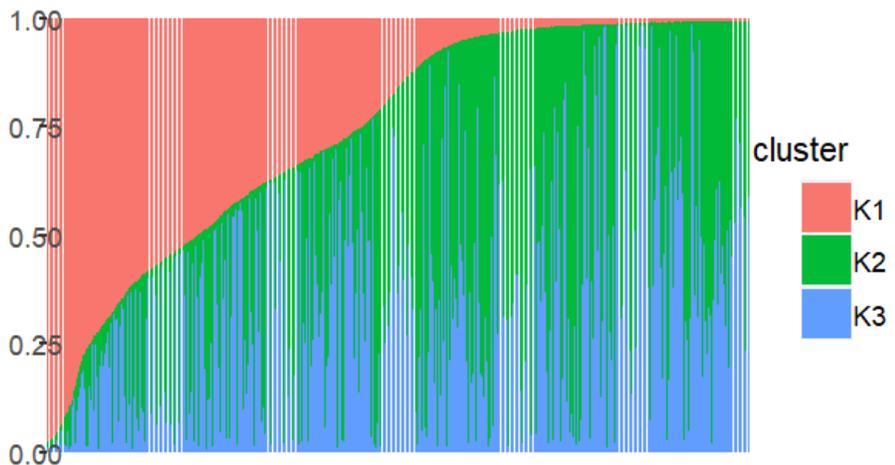
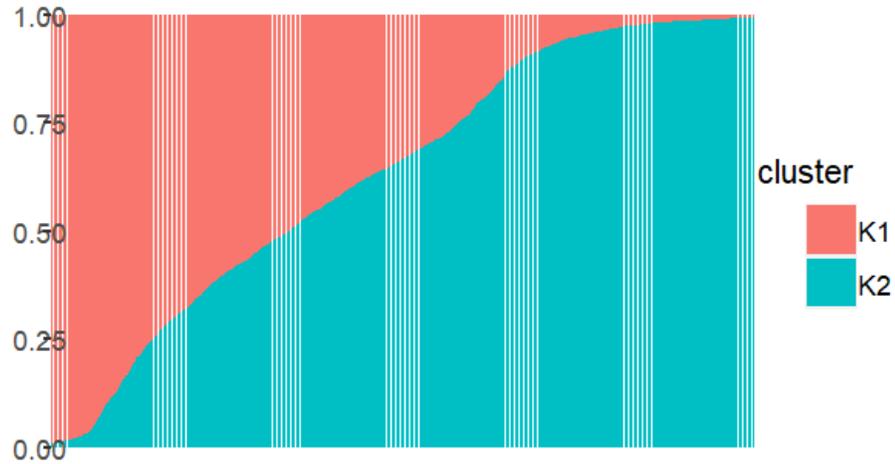
$n = 20$



Effet de l'hybridation



Structure des populations



- Individus plus « purs » : gain de précision
- Perte de trop d'individus : chute de précision

Cas du pin blanc

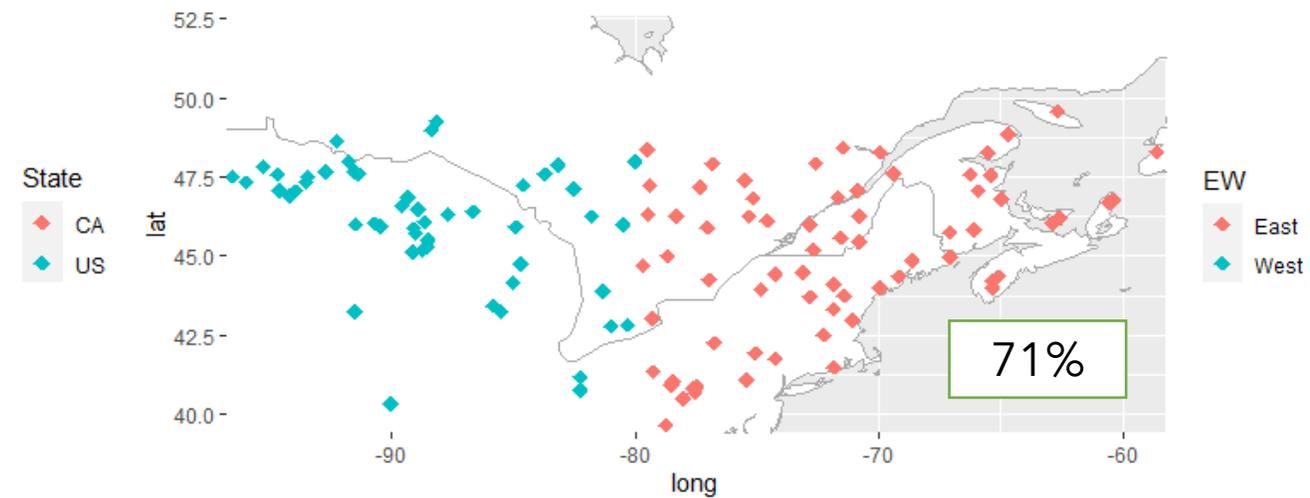
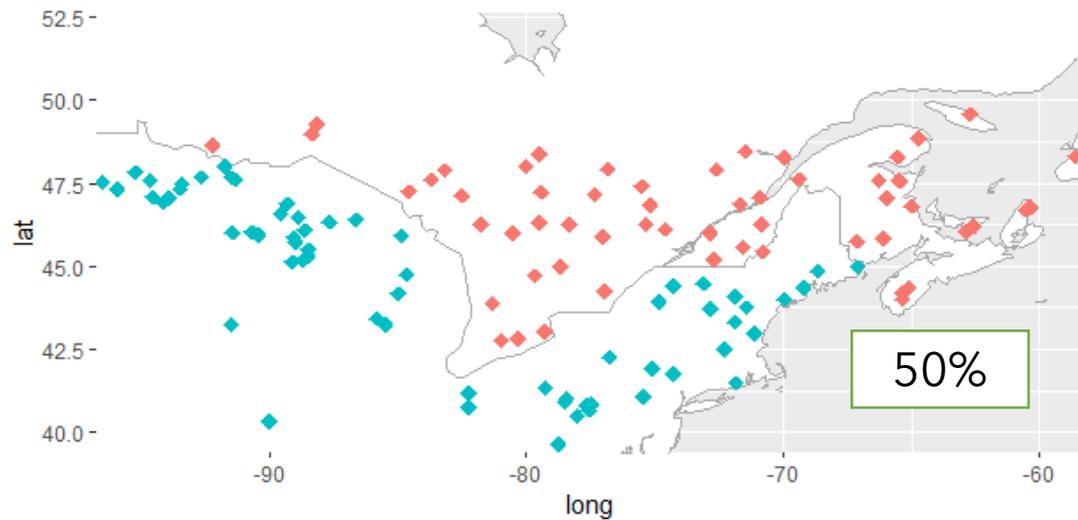


Appliquer à d'autres espèces ?

Exemple du pin blanc peu structuré : semble difficile, besoin de conjuguer avec d'autres méthodes



Pinus strobus



Conclusion



- Plusieurs facteurs influencent la **précision** de l'assignation
- La précision requise dépend de **l'objectif**
- Les résultats dépendent de **l'histoire évolutive de l'espèce** (diversité génétique, structuration des populations...)
- Conjuguer la génomique avec les **autres méthodes**

Merci de votre attention !

 Natural Resources Canada Ressources naturelles Canada

Canada 

 **CFS** CANADIAN FOREST SERVICE

