



UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté de foresterie, de géographie
et de géomatique

UQAT
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

cef
Centre d'étude de la forêt

Forêts, Faune
et Parcs

Québec

PROJET DE MAITRISE

Programme d'écologie forestière

La croissance, la phénologie automnale, la tolérance au gel et la dynamique des sucres solubles de différentes sources génétiques de l'épinette blanche le long d'un gradient climatique au Québec : Implication pour la migration assistée.

Présenté publiquement par :
Chafik ANALY

Comité d'encadrement:

Pr. Mebarek Lamara
Pr. Yves Bergeron
Pr. Jean Bousquet

Directeur principal
Codirecteur
Codirecteur

(UQAT, Rouyn-Noranda)
(UQAT, Rouyn-Noranda)
(ULaval, Québec city)

22 Novembre 2022

1 Contexte général

2

3

4



Utilisée pour la fabrication de la pâte à papier et le bois d'œuvre de qualité.

Source de nourriture pour la faune : Cerfs, lapins, petits rongeurs et oiseaux (écorce, branches, bourgeons et graines).

Meilleure pour la séquestration du carbone sur des friches agricoles, Carbone boréal (Villeneuve & al., 2021)

Dotée d'une grande diversité génétique permettant son adaptation à plusieurs environnement.

Figure 1 : Aire de distribution naturelle de l'épinette blanche au Canada (Ressources naturelles Canada, 2015)

1 2 **Changement climatique** 3 4

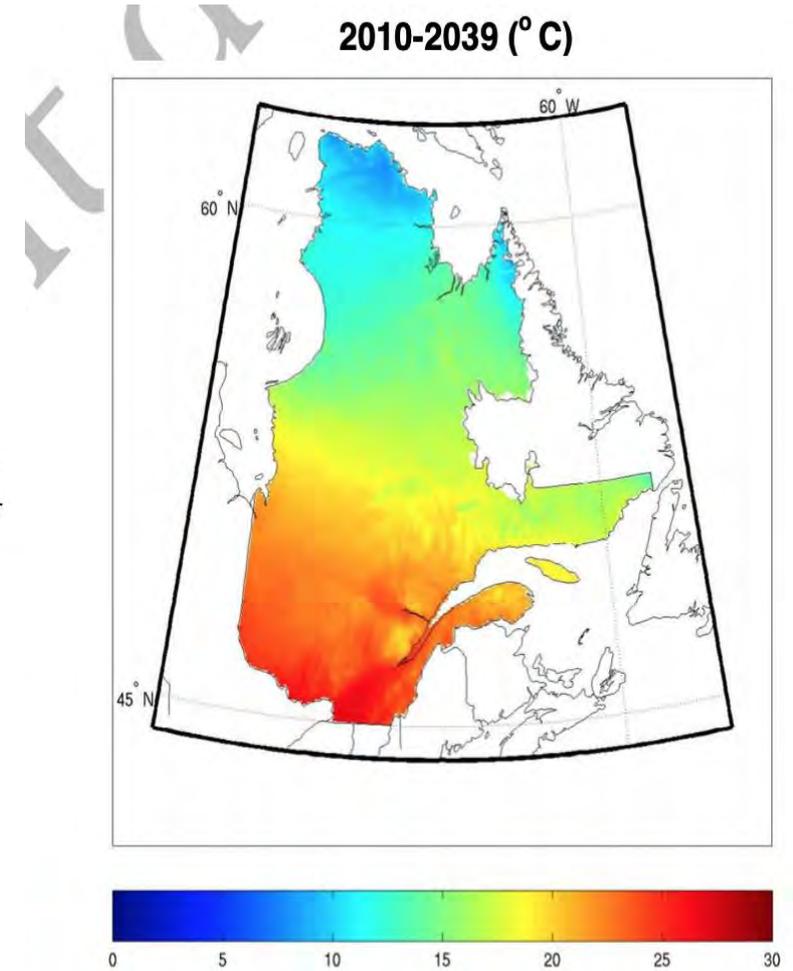
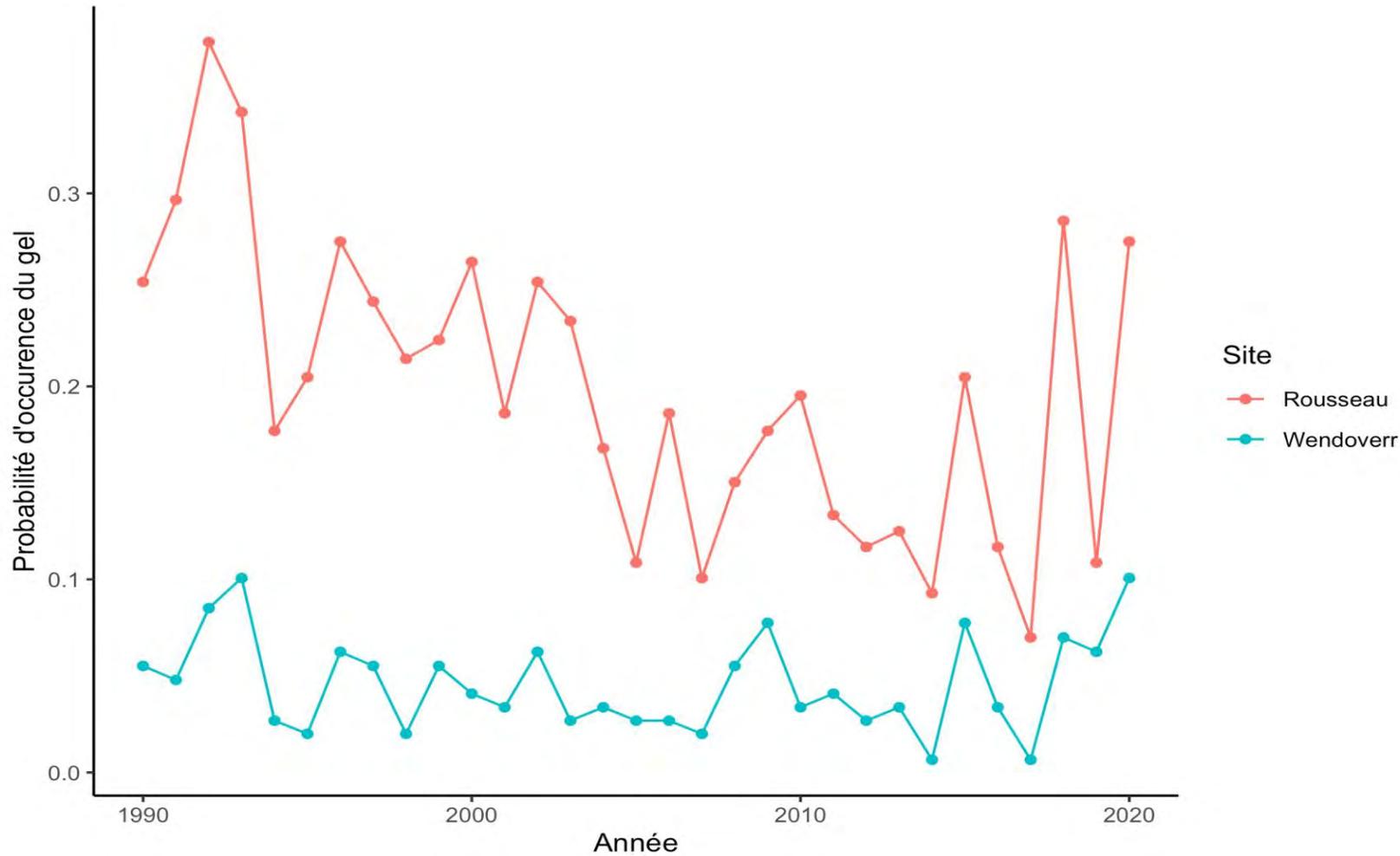
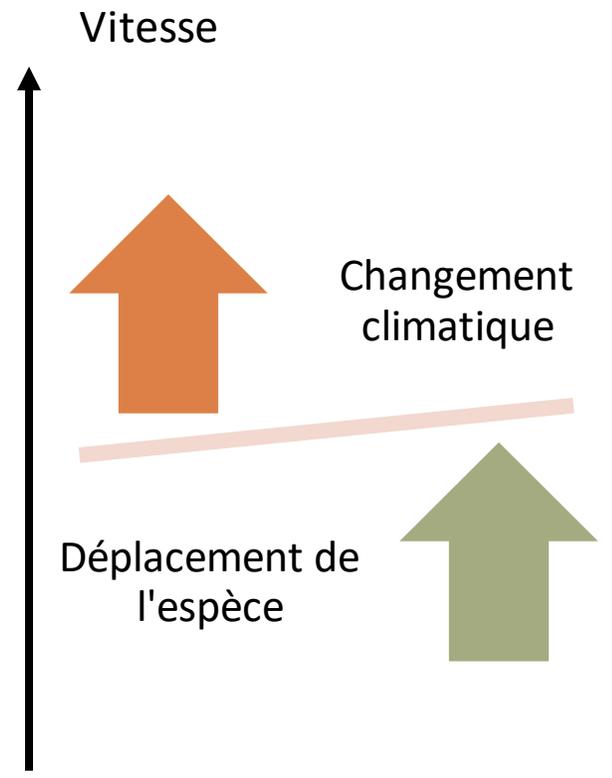
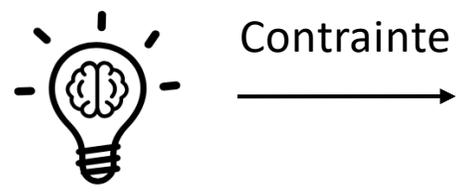
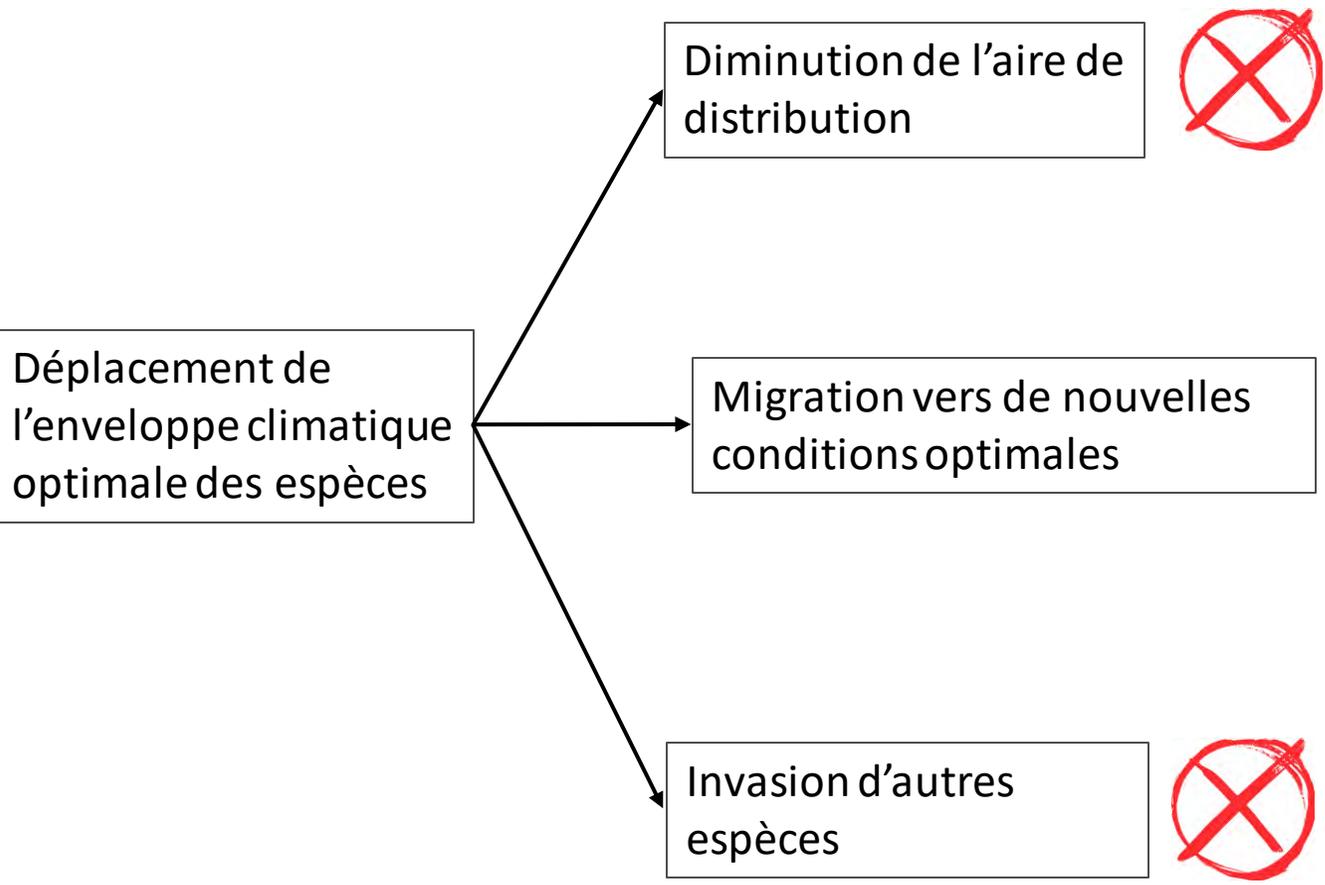
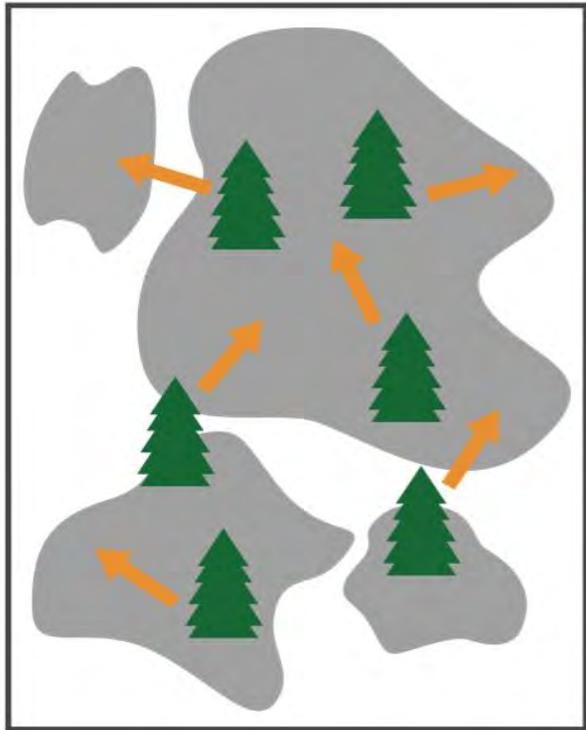


Figure 2 : Cartographie des températures maximales en été au Québec : Historique et future (Corporation d'hébergement du Québec ,2011)

1 2 **Changement climatique** 3 4

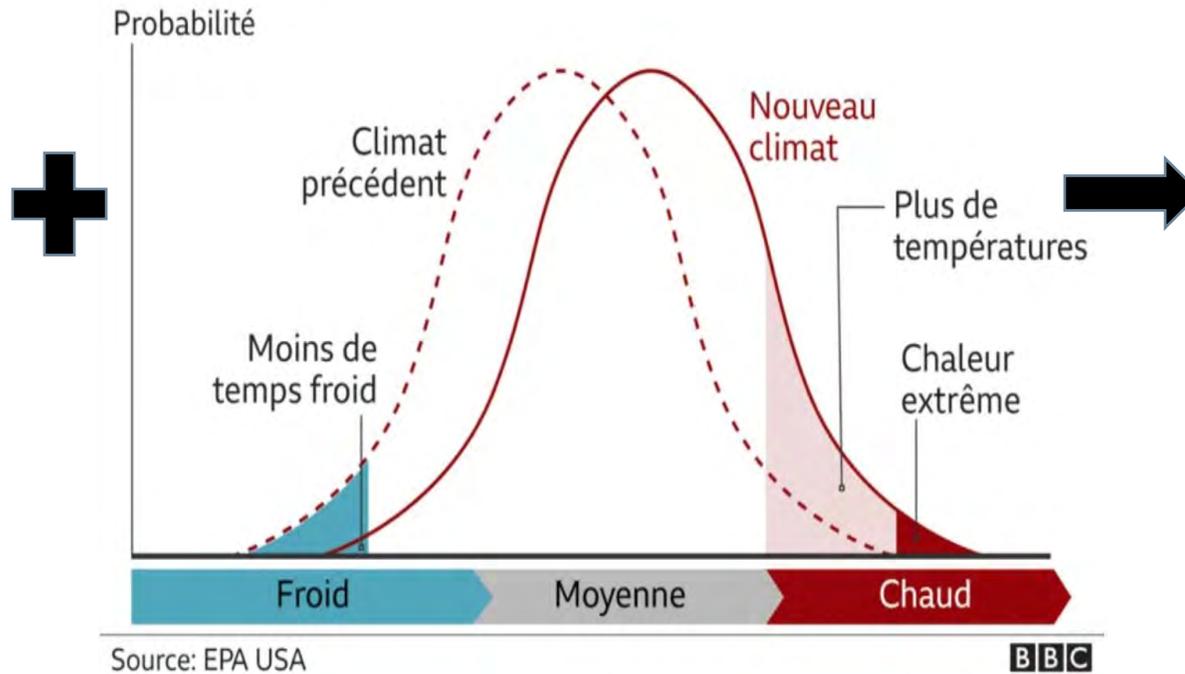


1 2 3 Problématique 4



Migration assistée des populations (USDA, Consulté en 2022)

Un petit changement fait une grande différence



L'occurrence des extrêmes climatiques

Risque d'occurrence de gel:

Perte économique importante via des taux de mortalité élevés et une chute de productivité de bois au future.

1

2

3

4

Objectifs de l'étude

Afin de réduire les risques de la migration assistée, Il est nécessaire de :

1. Comparer la croissance, les phases de formation de bourgeon, la tolérance au gel et la dynamique des sucres de résistance au froid de différentes source génétiques d'épinette blanche suivant un gradient climatique Sud-Nord.

2. Évaluer l'effet du climat d'origine (des sources génétiques) et le climat actuel (des sites de plantation) sur la tolérance et la vulnérabilité au gel.

1 Caractérisation de la zone d'étude

2

3

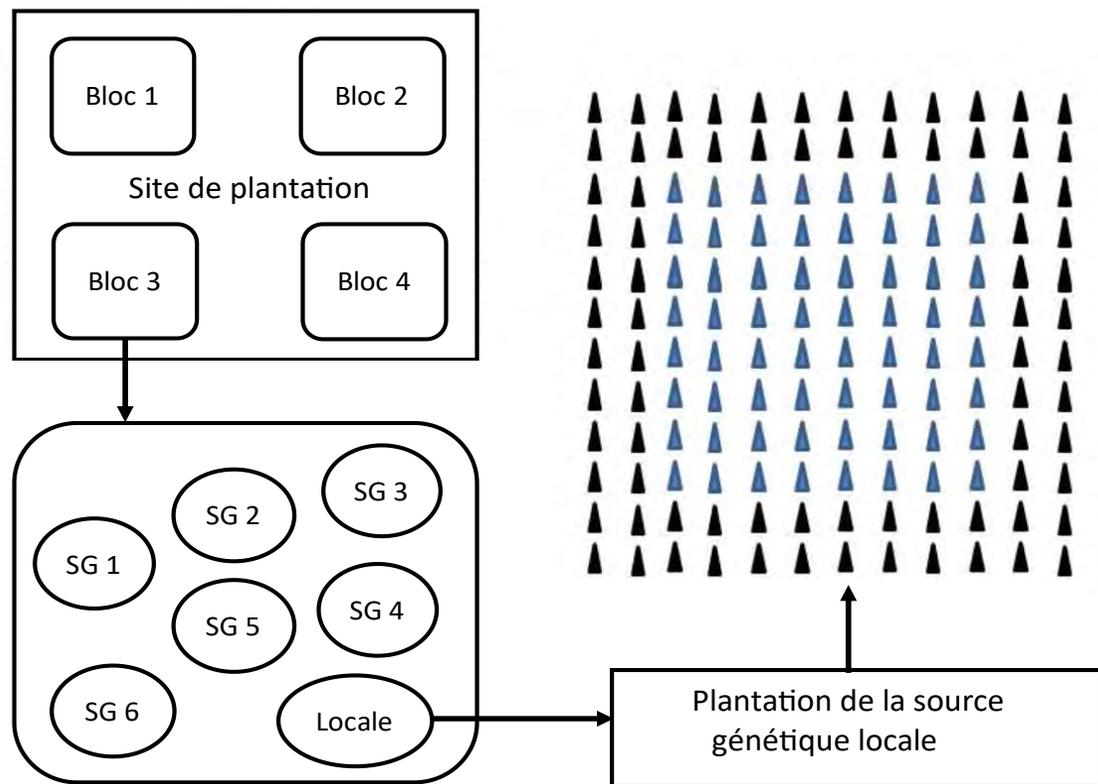
4

5



Figure 3: Localisation géographique des sites de plantation et les sources génétiques étudiées

1 2 Dispositif expérimental 3 4 5



Légende :

-  : Site de plantation
-  : Bloc
-  : Seed source
-  : Parcelle

Dispositif : Bloc aléatoire complet

Traitement : Les 6 sources génétiques

Control : Source génétique locale

Nombre de blocs : 4

Nombre de parcelles par bloc : 7

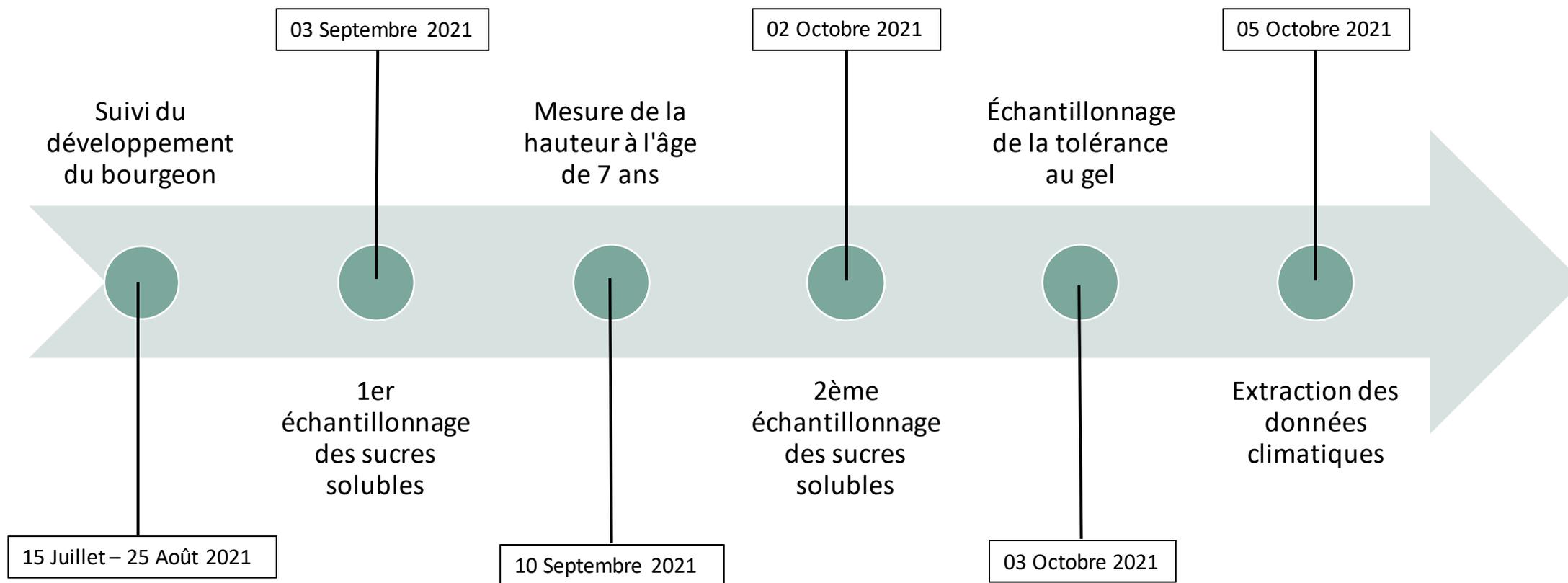
Nombre d'arbre par parcelle : 144

Espacement : 2.25m * 2.25m

Effet de bordure : Les deux lignes (côté bordure) ne sont pas considérées dans l'étude.

Figure 4: Schéma représentatif du dispositif expérimental

1 **2** **3** Chronologie de la collecte des données **4** **5**



01. INTRODUCTION

02. MATÉRIEL ET MÉTHODES

03. RÉSULTATS ET DISCUSSION

04. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

1 2 3 4 Méthode de collecte des données 5

STAGE 0	STAGE 1	STAGE 2	STAGE 3	STAGE 4	STAGE 5
ABSENCE OF BUD	WHITE BUD	BEIGE BUD	BROWNISH BUD	BROWN BUD	SPREAD NEEDLES
					
					

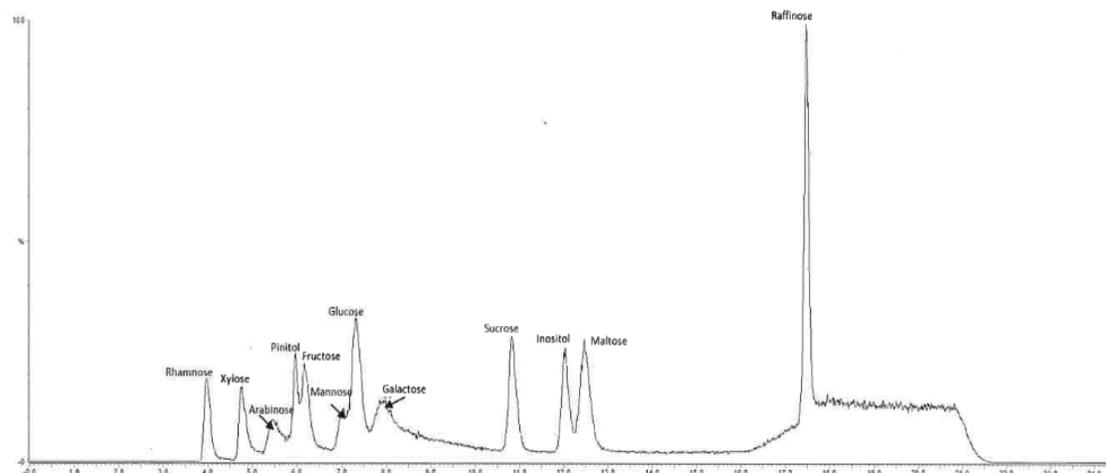
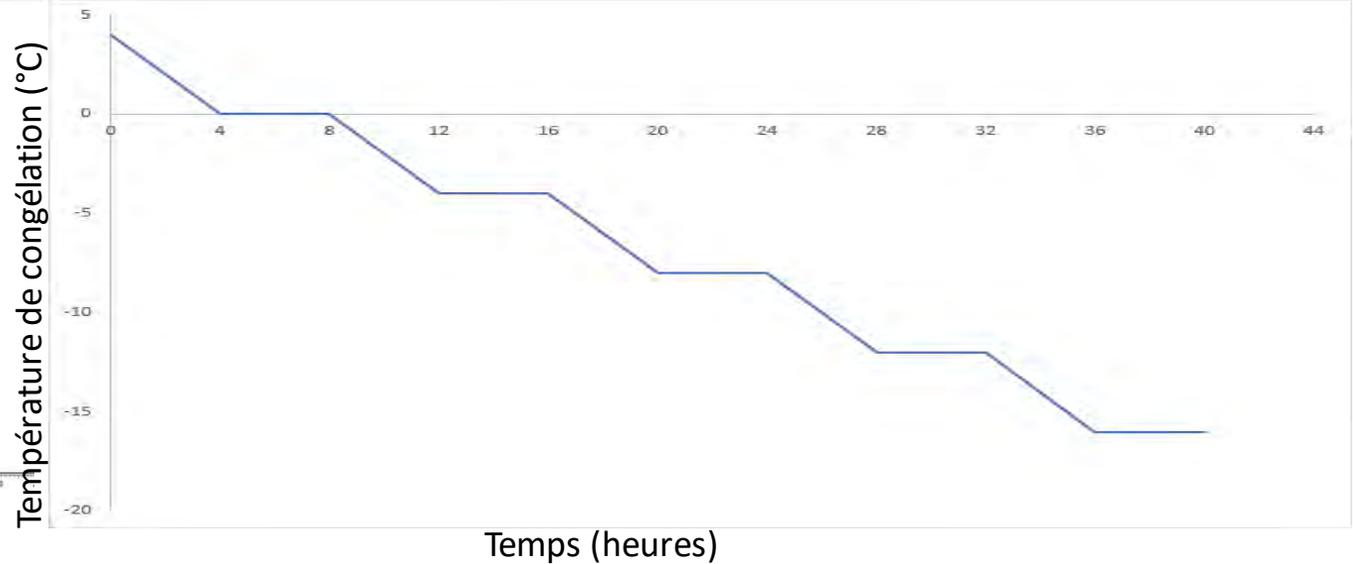
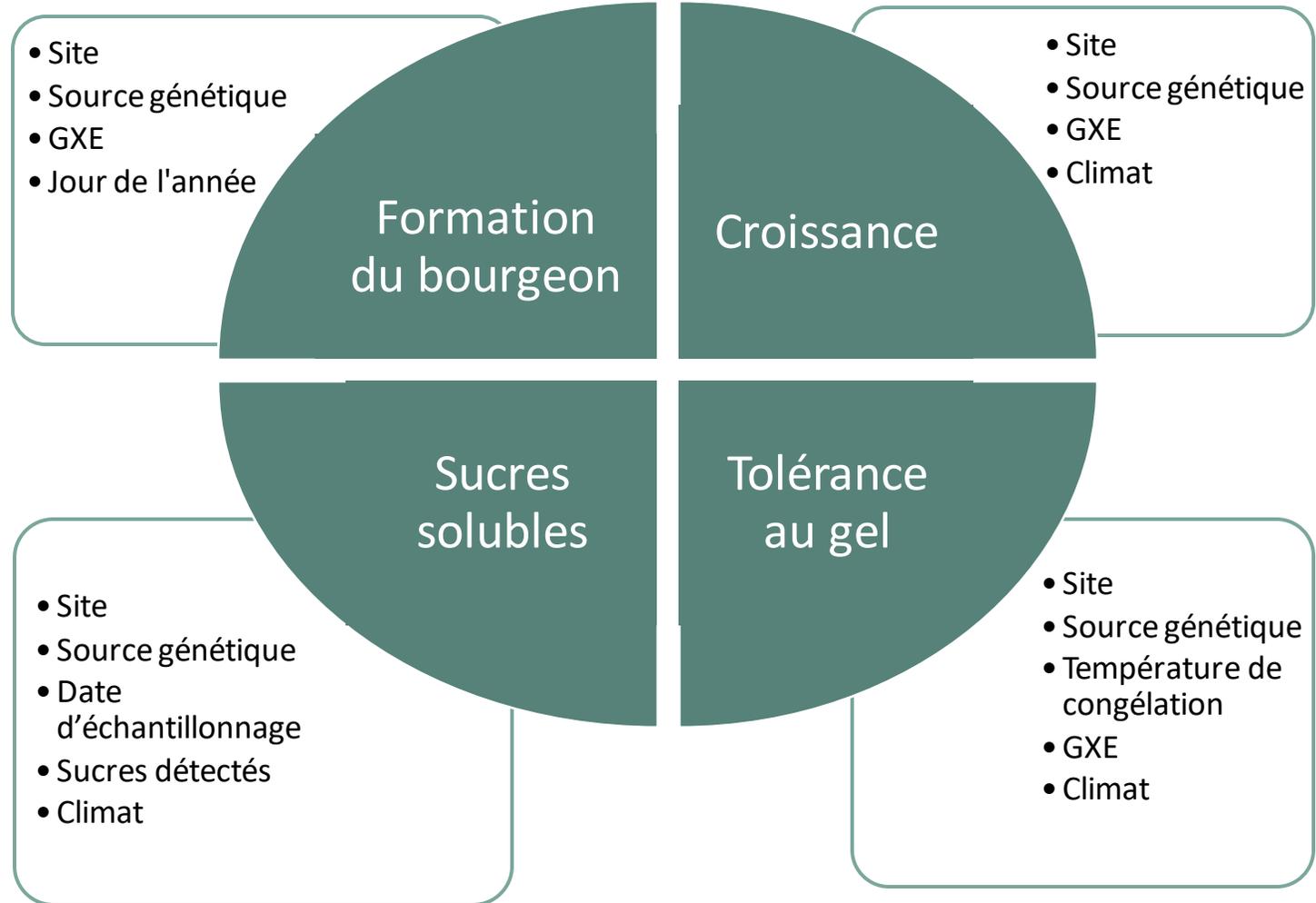


Figure 1: Chromatogramme obtenu des standards analytiques



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Analyse des données



1 Saison de croissance & probabilité de gel

2

3

4

5

6

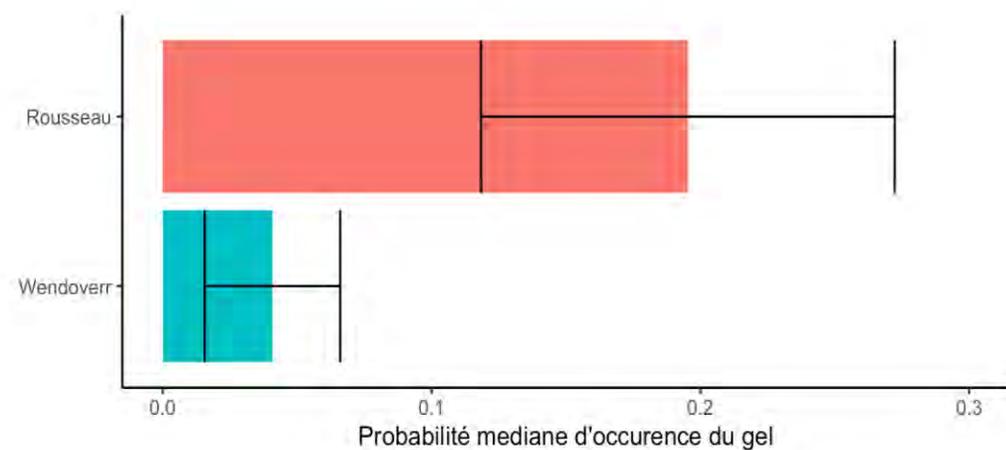
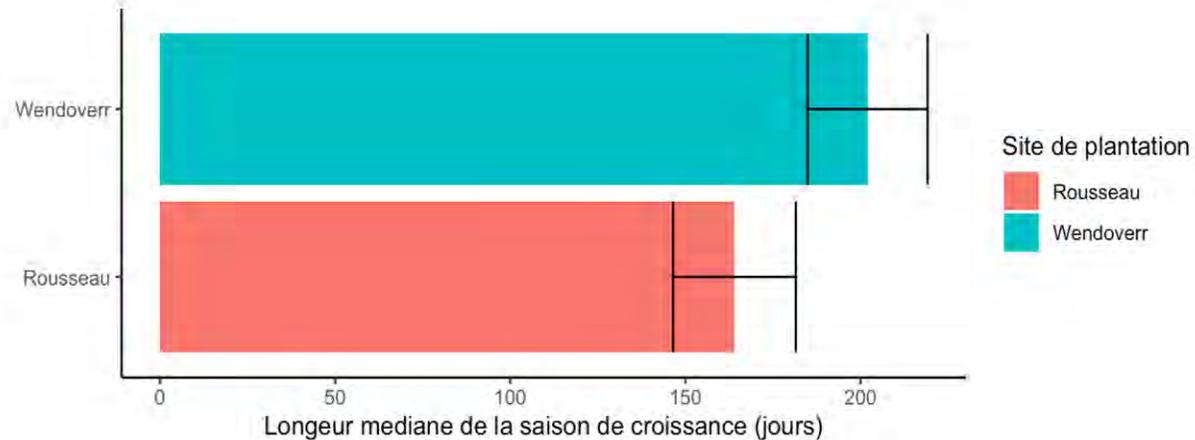
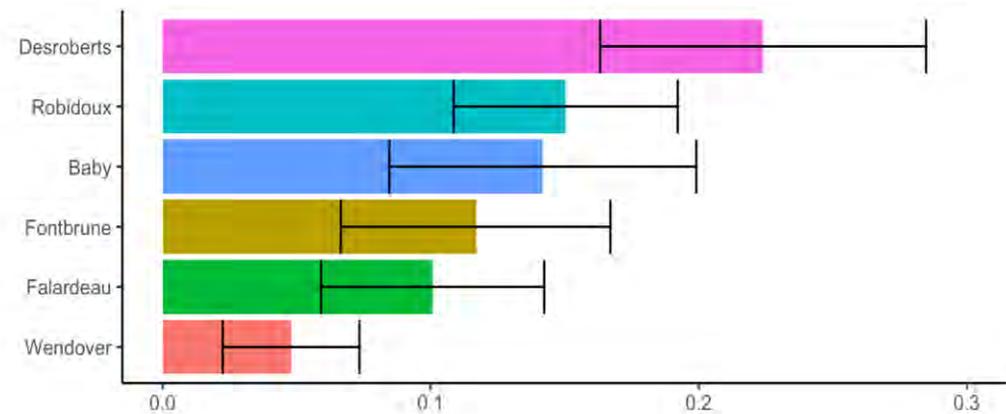
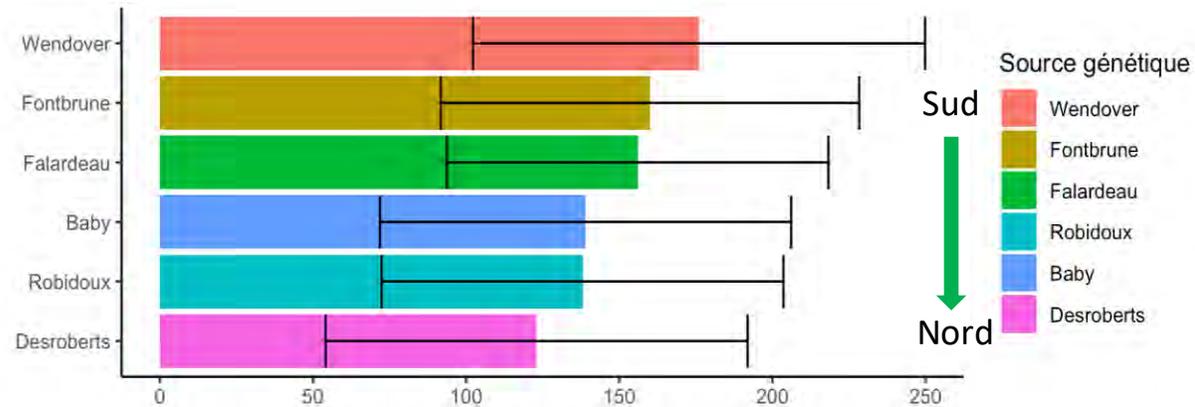


Figure 5: Distribution de la médiane et l'écart-type de la longueur de la saison de croissance et la probabilité d'occurrence de gel des source génétiques (climat d'origine : 1980-2010) et sites de plantation (climat actuel : 1990-2020)

1 2 Croissance des sources génétiques par site 3 4 5 6

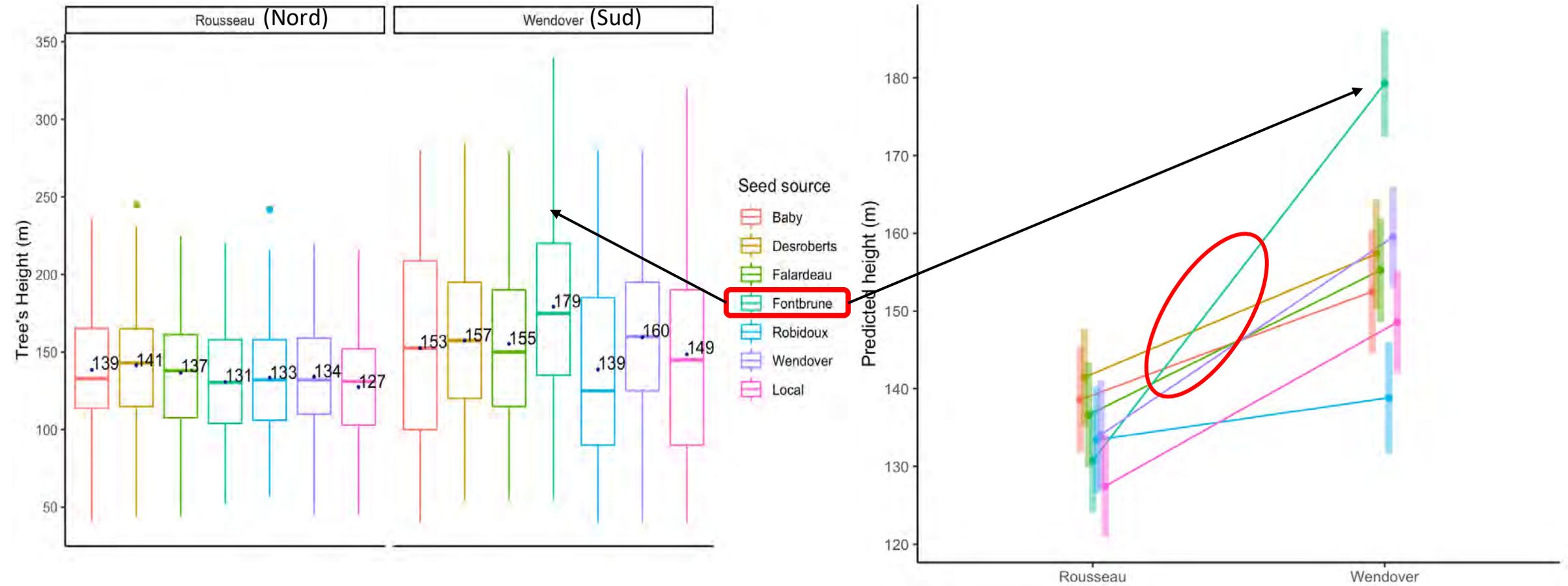


Figure 6: Distribution de la hauteur des arbres (à 7ans) et ses effets d'interaction entre sites et sources génétiques

1

2

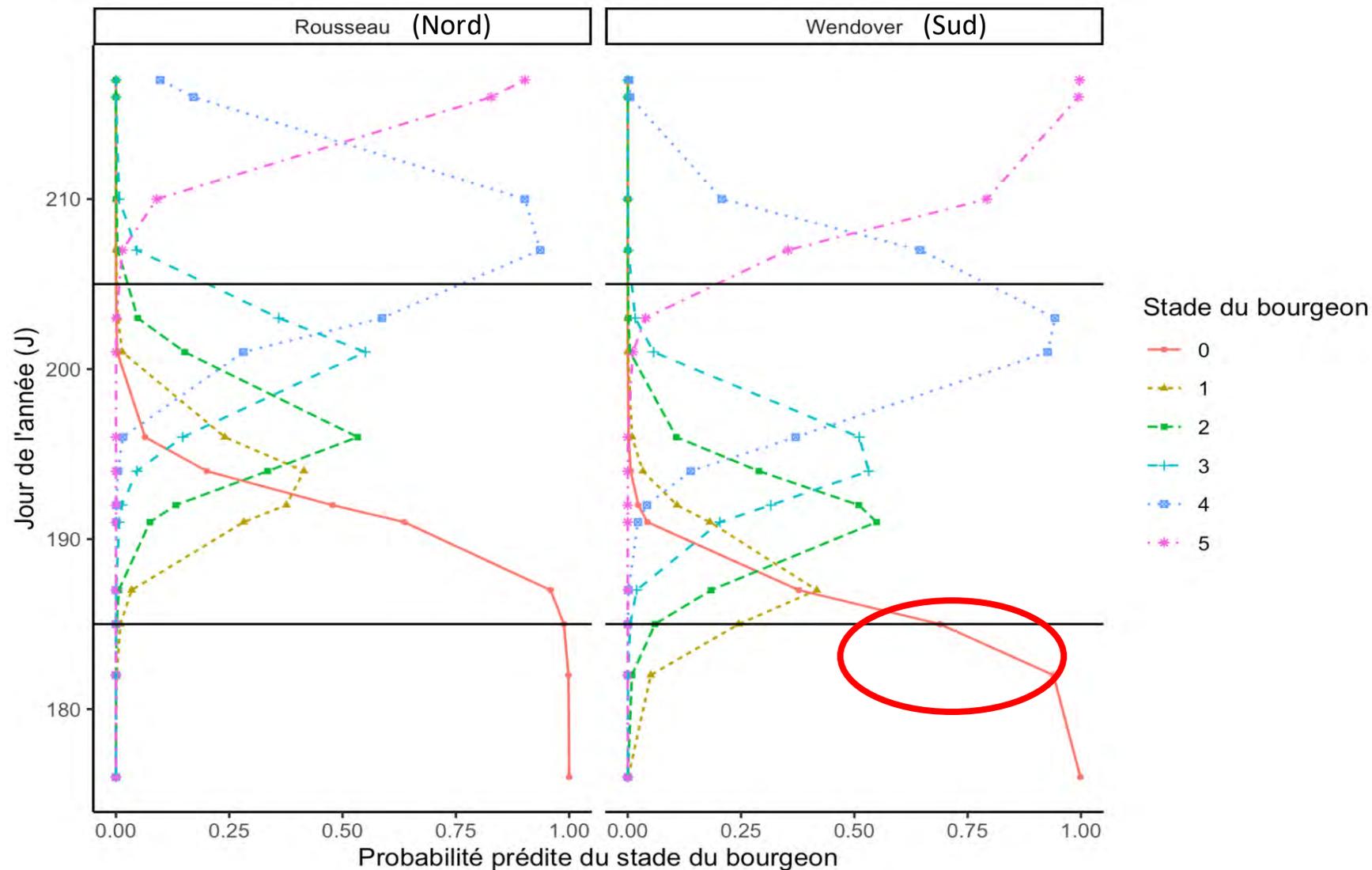
3

Chronologie de la formation du bourgeon

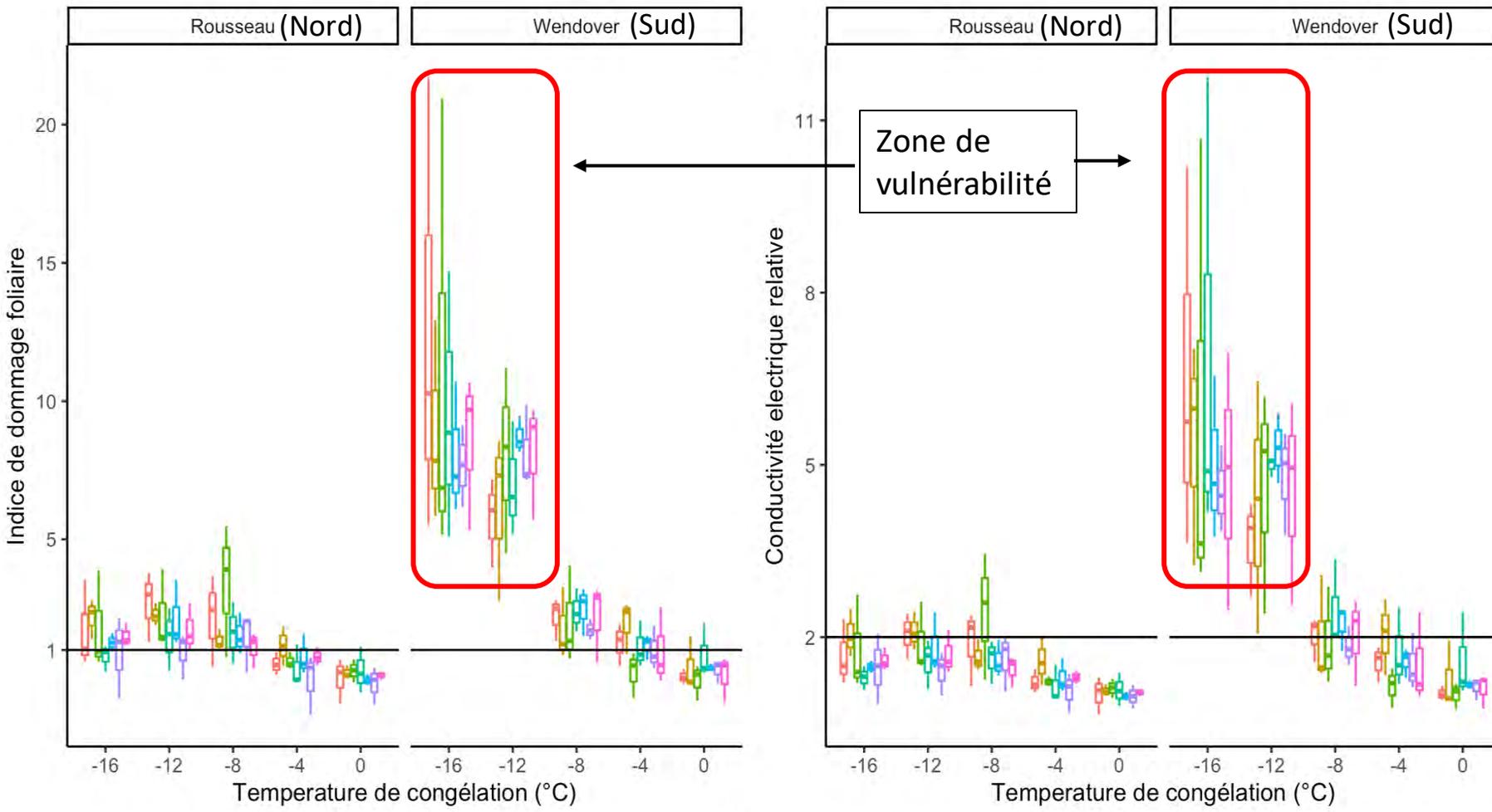
4

5

6



1 2 3 4 Tolérance et vulnérabilité au gel 5 6



Source génétique

- Wendover
- Falardeau
- Baby
- Local
- Fontbrune
- Robidoux
- Desroberts

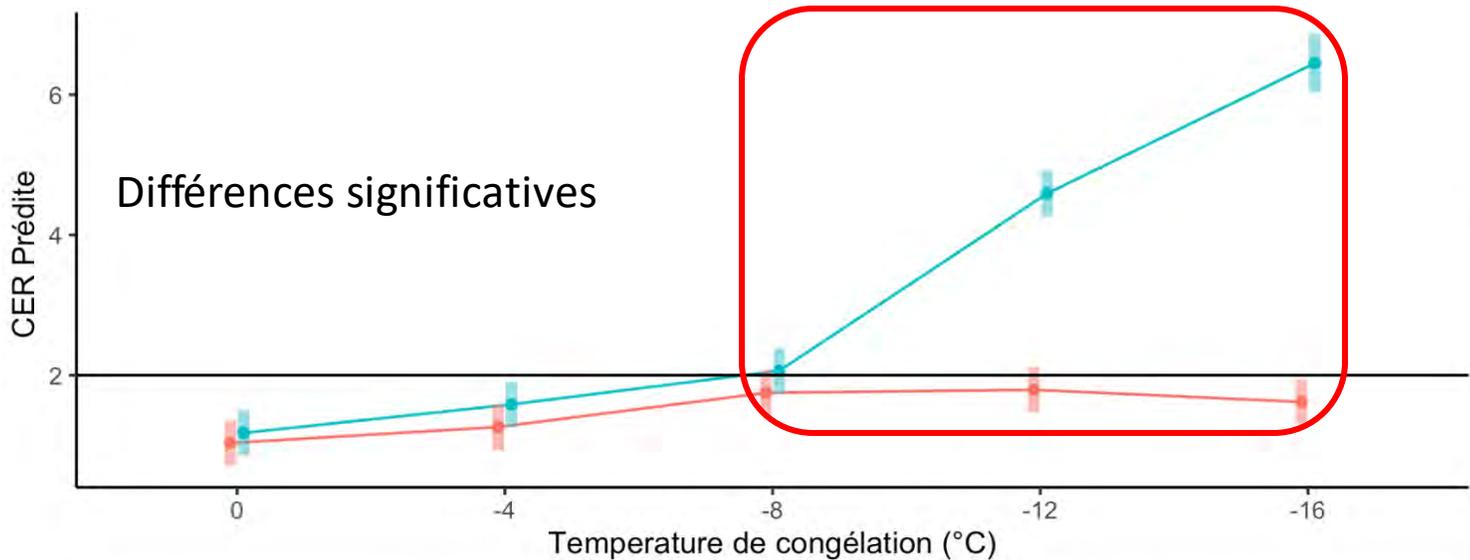
La tolérance au gel a été évaluée via deux indices :

- CER (conductivité électrique relative)= $CER/CER_0 * 100$
- Indice de dommage foliaire = $(CER_{\text{échantillon}} - CER_{\text{témoin}}) / (1 - CER_{\text{témoin}}) / 100$

Note :

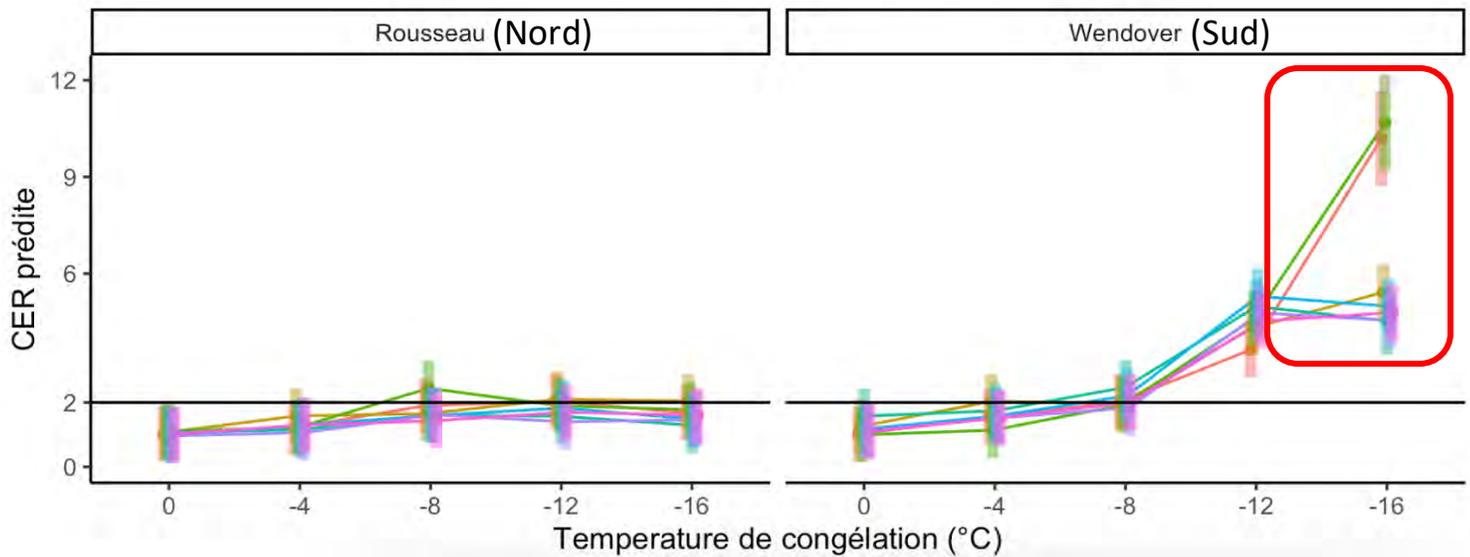
- CER=1/Tolérance au gel
- CER₀= CER à Température = 4°C.

1 2 3 4 Tolérance au gel 5 6



CER > 2 reflète une faible tolérance au gel

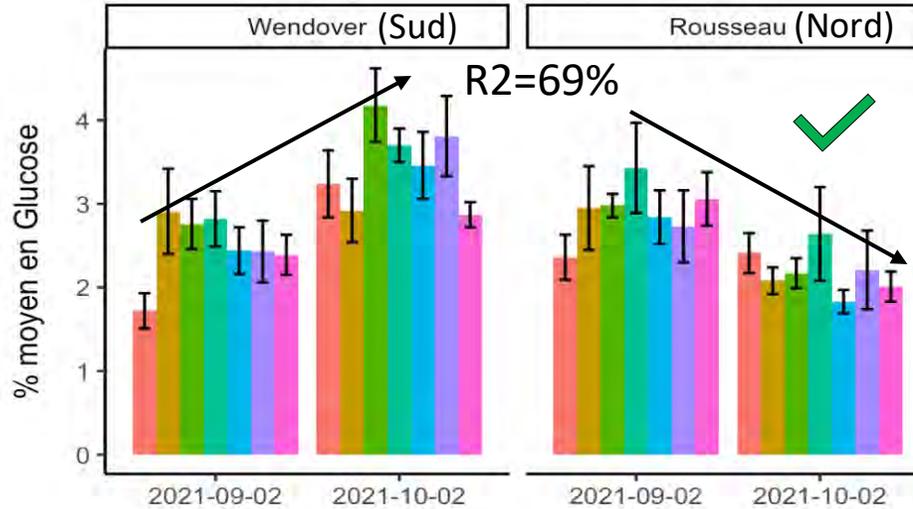
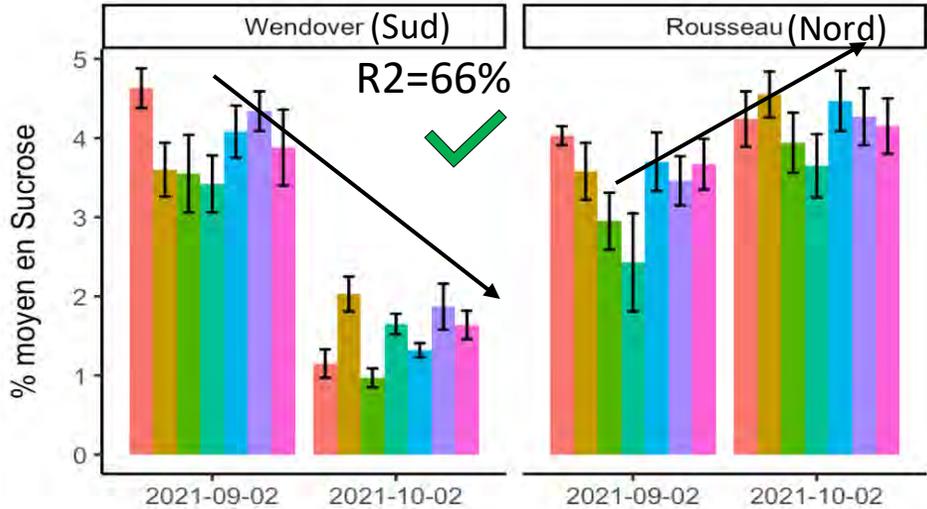
- Site de plantation
- Rousseau
 - Wendover



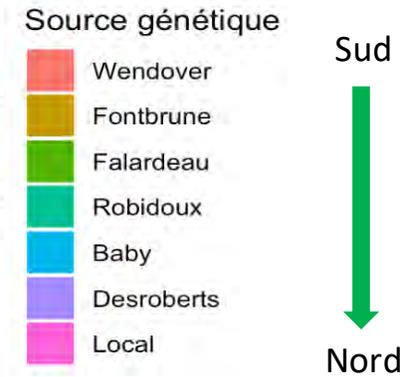
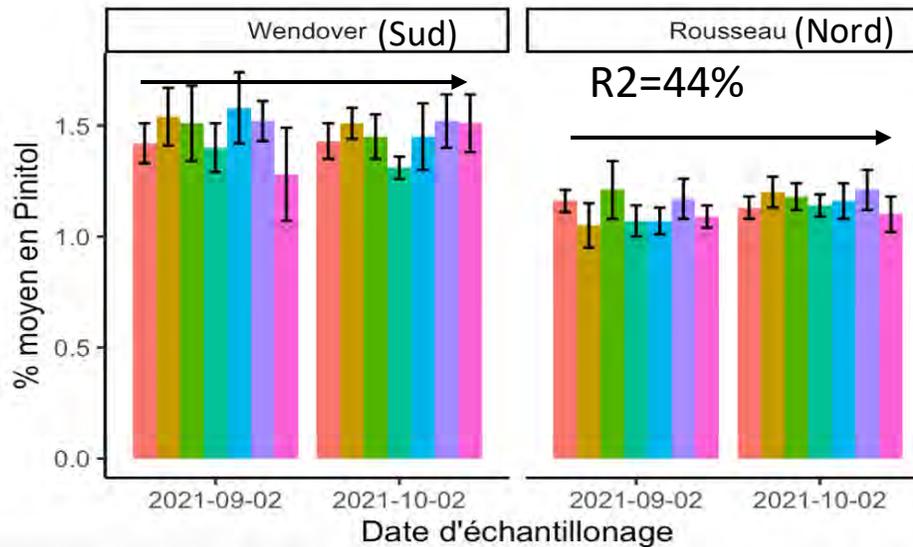
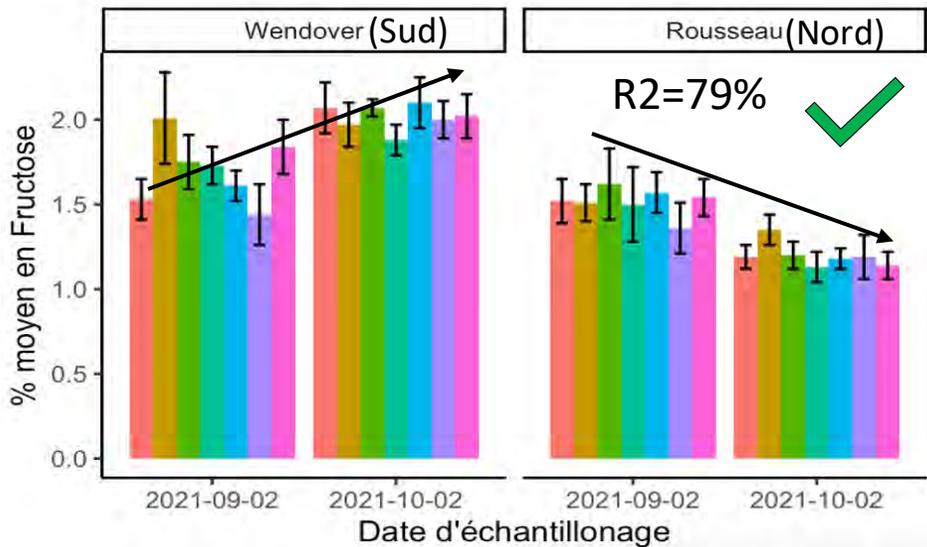
Les plus vulnérables sous les conditions climatiques futures

- Source génétique
- Wendover
 - Fontbrune
 - Falardeau
 - Robidoux
 - Baby
 - Desroberts
 - Local

1 2 3 4 5 **Dynamique des sucres solubles** 6



Effet significatif du site et la date d'échantillonnage



Effet significatif de source génétique (Robidoux et Desroberts)

1

2

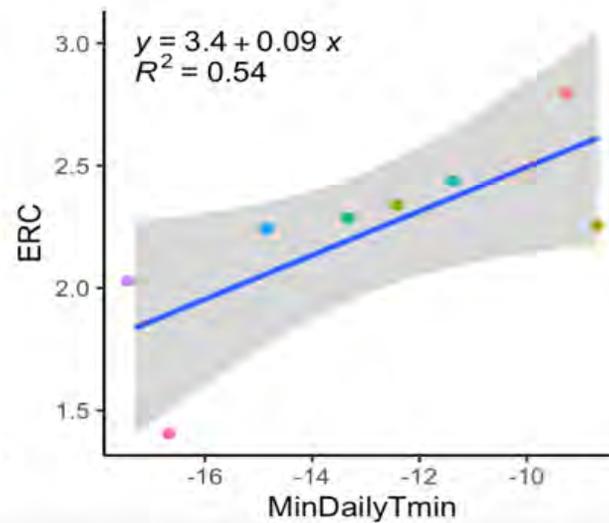
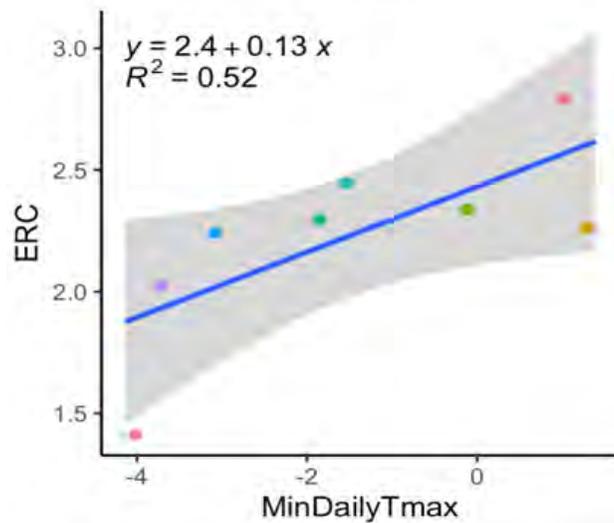
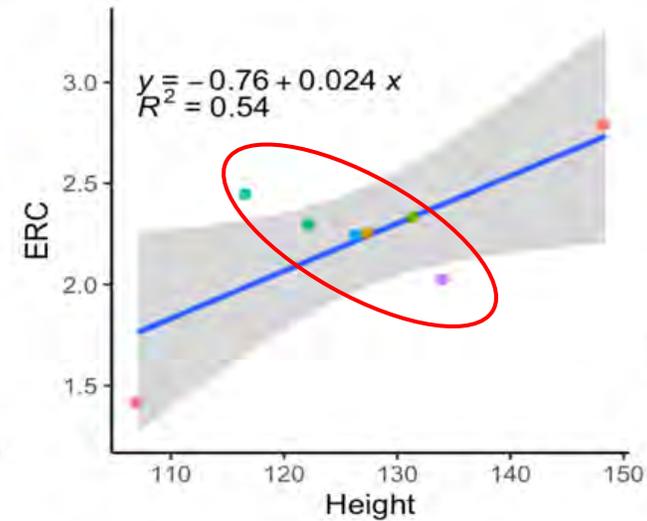
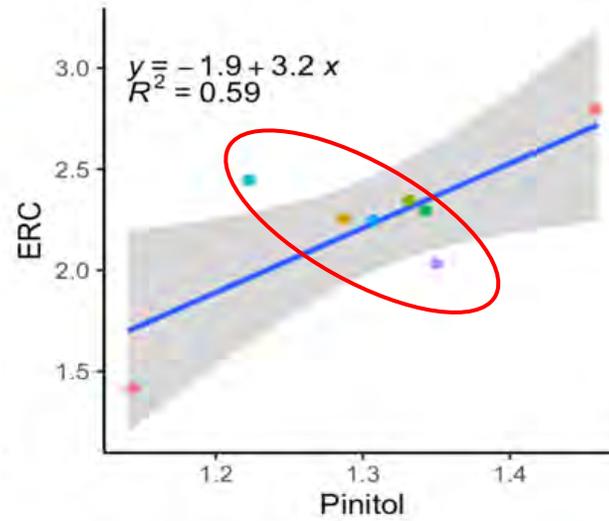
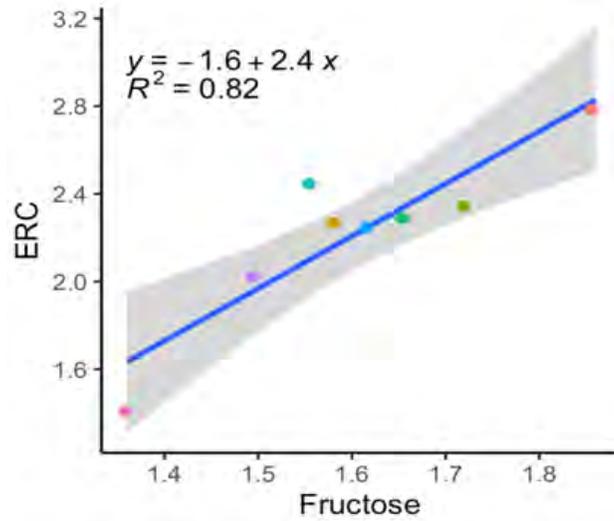
3

4

5

6

Tolérance au gel vs [climat (d'origine/actuel), croissance, Sucres]



Location

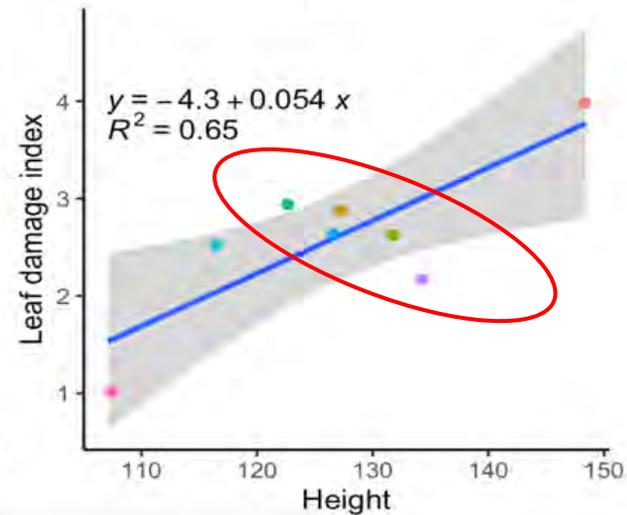
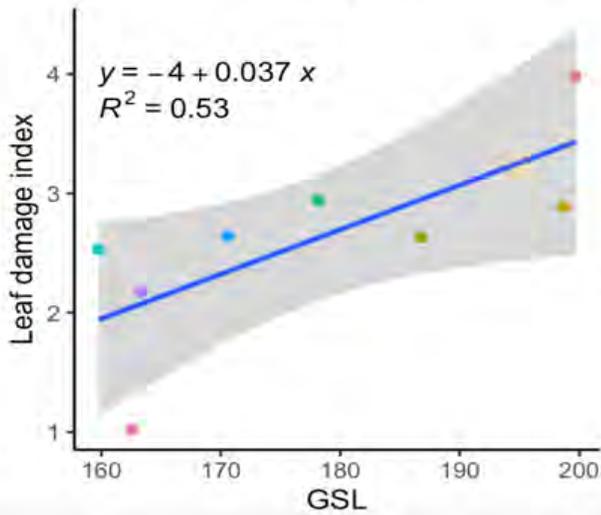
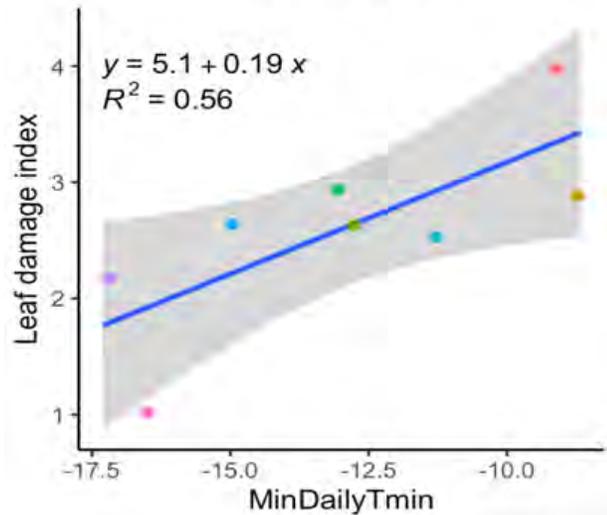
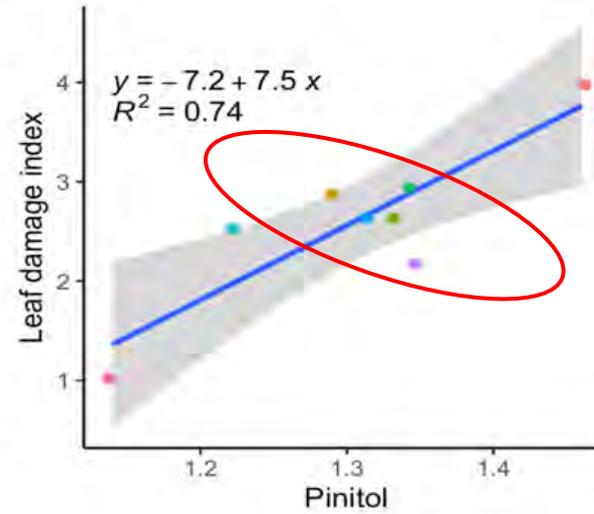
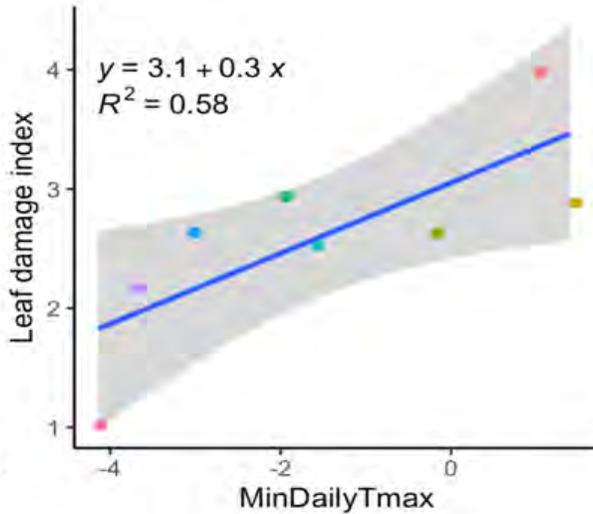
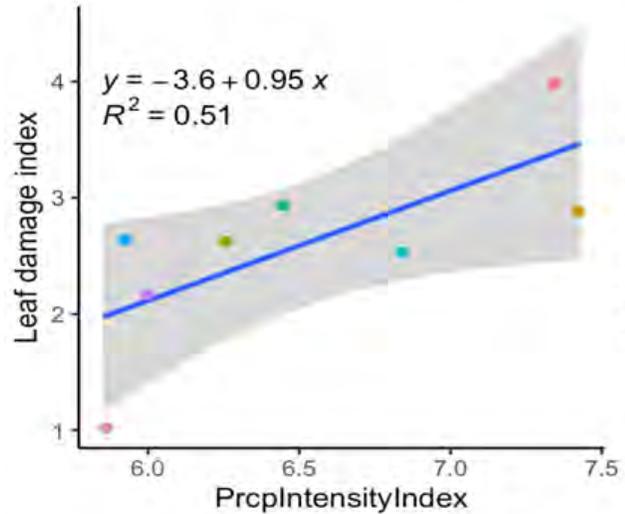
- Wendover.S
- Wendover
- Fontbrune
- Falardeau
- Robidoux
- Baby
- Desroberts
- Rousseau.S

Sud



Nord

1 2 3 4 5 6 Dégâts du gel vs [climat (d'origine/actuel), croissance, Sucres]



Location

- Wendover.S
- Wendover
- Fontbrune
- Falardeau
- Robidoux
- Baby
- Desroberts
- Rousseau.S



1

2

3

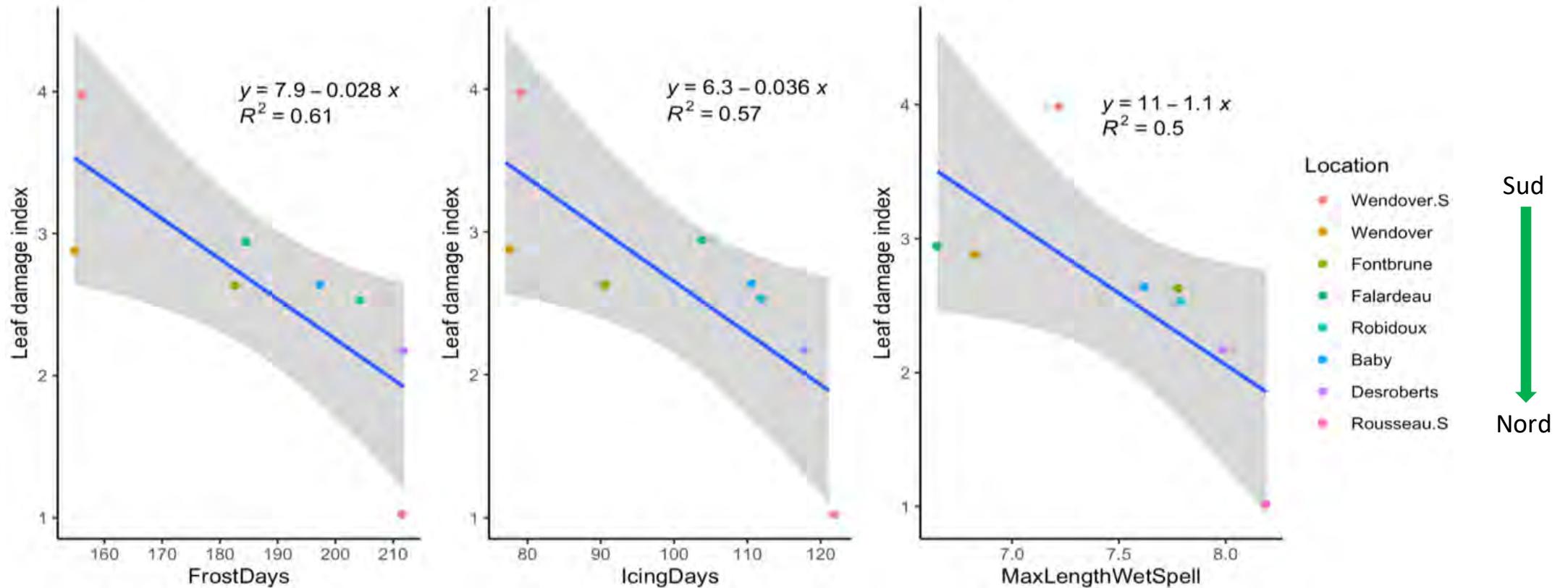
4

5

6

7

Dégâts du gel vs climat (d'origine/actuel)



1 Conclusion générale 2

1. La croissance de l'épinette blanche après 7 ans de plantation a enregistré des effets significatifs du site, de la source génétique et de leur interaction. Fontbrune (Sud ouest) a montré la meilleure performance. Il est fort probable qu'elle donne de bons rendements de croissance en tenant compte de sa tolérance au gel (élevée à -8°C et modérée à -16°C).

2. L'initiation de la formation du bourgeon a été plus tôt au Sud. L'effet du site, de la source génétique et du jour de l'année était significatif. Les sources génétiques Baby et Desroberts (Nord ouest) et Locale changent de réponse en changeant leur environnement.

3. Les sources génétiques Falardeau et Wendover (Sud est) sont les plus vulnérables sous -12°C et -16°C . Elles seront plus vulnérables sous les conditions futures avec l'occurrence de quelques jours de gel pendant la saison de croissance.

4. L'effet du climat sur la tolérance au gel est résumé comme suit : L'indice de dommage foliaire était positivement corrélé à l'indice de l'intensité de précipitation, la longueur de la saison de croissance et le minimum journalier de la température minimale et maximale. Alors qu'il était négativement corrélé avec le nombre de jours de froid et de gel.

5. Les sucres solubles détectés sont : Le Fructose, le Glucose, le Sucrose et le Pinitol. Les effets significatifs du site, de la source génétique et la date d'échantillonnage soulignent la dynamique et le rôle qu'ils jouent dans l'acquisition de la résistance au froid.

1

2

Recommandations

1. Cartographier l'aire potentielle de l'épinette blanche en considérant les liens identifiés dans cette étude (phénologie, croissance, tolérance au gel et dynamique des sucres solubles en relation avec le climat) afin de déterminer les meilleurs spots de transfert favorisant l'adaptation des sources génétique étudiées.

2. Élargir l'échelle spatiale et temporelle de l'étude, surtout pour la fréquence d'échantillonnage de la tolérance au gel et la dynamique des sucres solubles et augmenter le nombre de provenance, permettrait d'établir des distances de transfert plus réalistes.

Merci de votre attention





UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté de foresterie, de géographie
et de géomatique

UQAT
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

cef
Centre d'étude de la forêt

Forêts, Faune
et Parcs

Québec

PROJET DE MAITRISE

Programme d'écologie forestière

La croissance, la phénologie automnale, la tolérance au gel et la dynamique des sucres solubles de différentes sources génétiques de l'épinette blanche le long d'un gradient climatique au Québec : Implication pour la migration assistée.

Présenté publiquement par :
Chafik ANALY

Comité d'encadrement:

Pr. Mebarek Lamara
Pr. Yves Bergeron
Pr. Jean Bousquet

Directeur principal
Codirecteur
Codirecteur

(UQAT, Rouyn-Noranda)
(UQAT, Rouyn-Noranda)
(ULAVAL, Québec city)

22 Novembre 2022