

Variation phénotypique des traits fonctionnels le long d'un gradient climatique chez l'épinette blanche au Québec: Adaptation locale vs plasticité phénotypique

9^{ème} colloque annuel du CEF, UQAR, 30 avril et 1 mai 2015



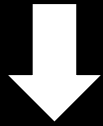
Lahcen Benomar, Université Laval
Mohammed S. Lamhamedi, MFFP
André Rainville, MFFP
Jean Beaulieu, Université Laval
Jean Bousquet, Université Laval
Hank A. Margolis, Université Laval
Lahcen.benomar.1@ulaval.ca

Introduction

- Le réchauffement du climat impliquera un mouvement latitudinal et altitudinal des niches climatiques optimales des espèces arborescentes de la forêt boréale.
- La communauté scientifique est d'avis que le rythme rapide des changements climatiques pourrait dépasser les capacités adaptatives (*in situ* et/ou par migration) des espèces forestières.
- Mésadaptation des populations locales au climat futur
- “Local is the best” n'est plus applicable
- Urgence d'agir de manière proactive

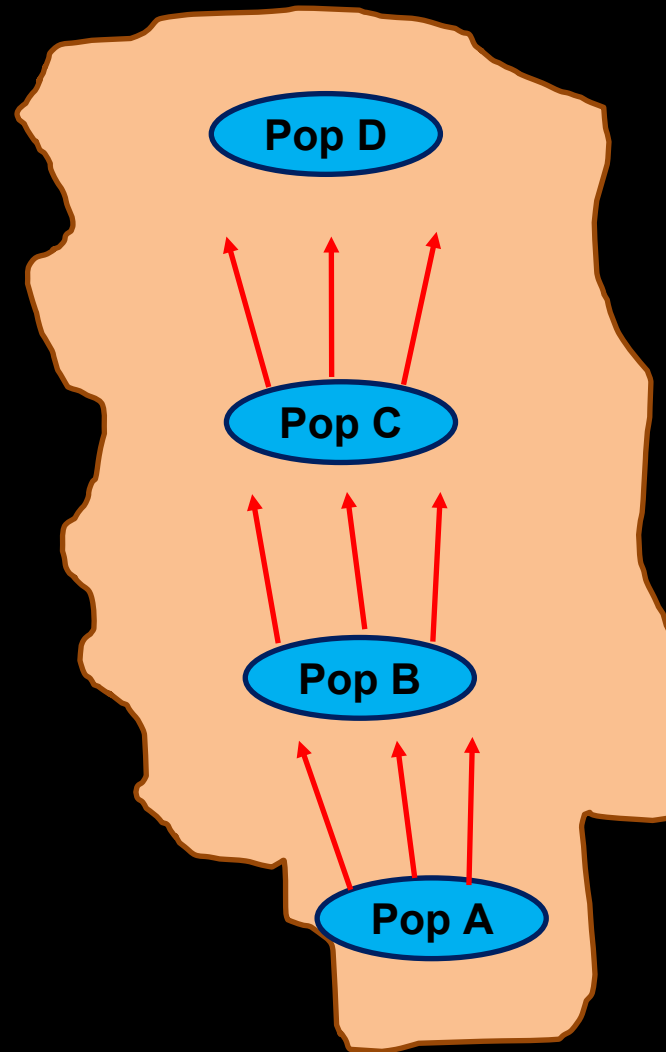
Introduction

Migration assistée de populations: Assortir les sources génétiques avec les conditions climatiques futures

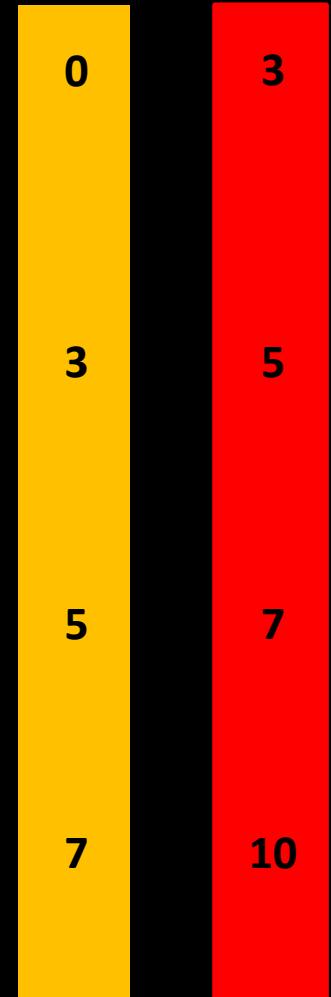


- ✓ **Maintenir la productivité forestière**
- ✓ **Réduire la vulnérabilité des écosystèmes forestiers**

➔ Mise en œuvre de la migration assistée ?



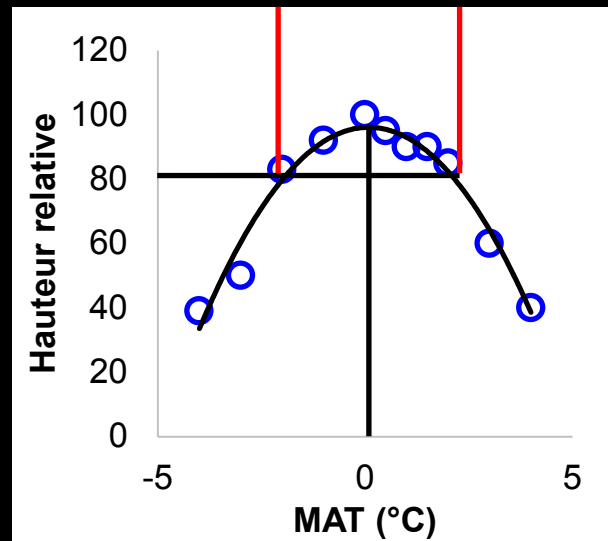
Présent
MAT °C



Problématique

Distance de migration: survivre et performer au présent et contrer les effets des changements climatiques

Distance empirique basée sur $H=f(MAT)$



Changements climatiques

- Augmentation de la température
- Augmentation de CO₂
- Augmentation des événements climatiques extrêmes
- Régime régional de précipitations imprédictible
- Fertilité et type de sol ??

Traits fonctionnels: transfert climatique basé sur une meilleure compréhension des processus biologiques

Objectifs

Global

La compréhension des processus écophysiologiques impliqués dans l'adaptation des arbres aux changements climatiques en vue de favoriser la migration assistée des essences commerciales

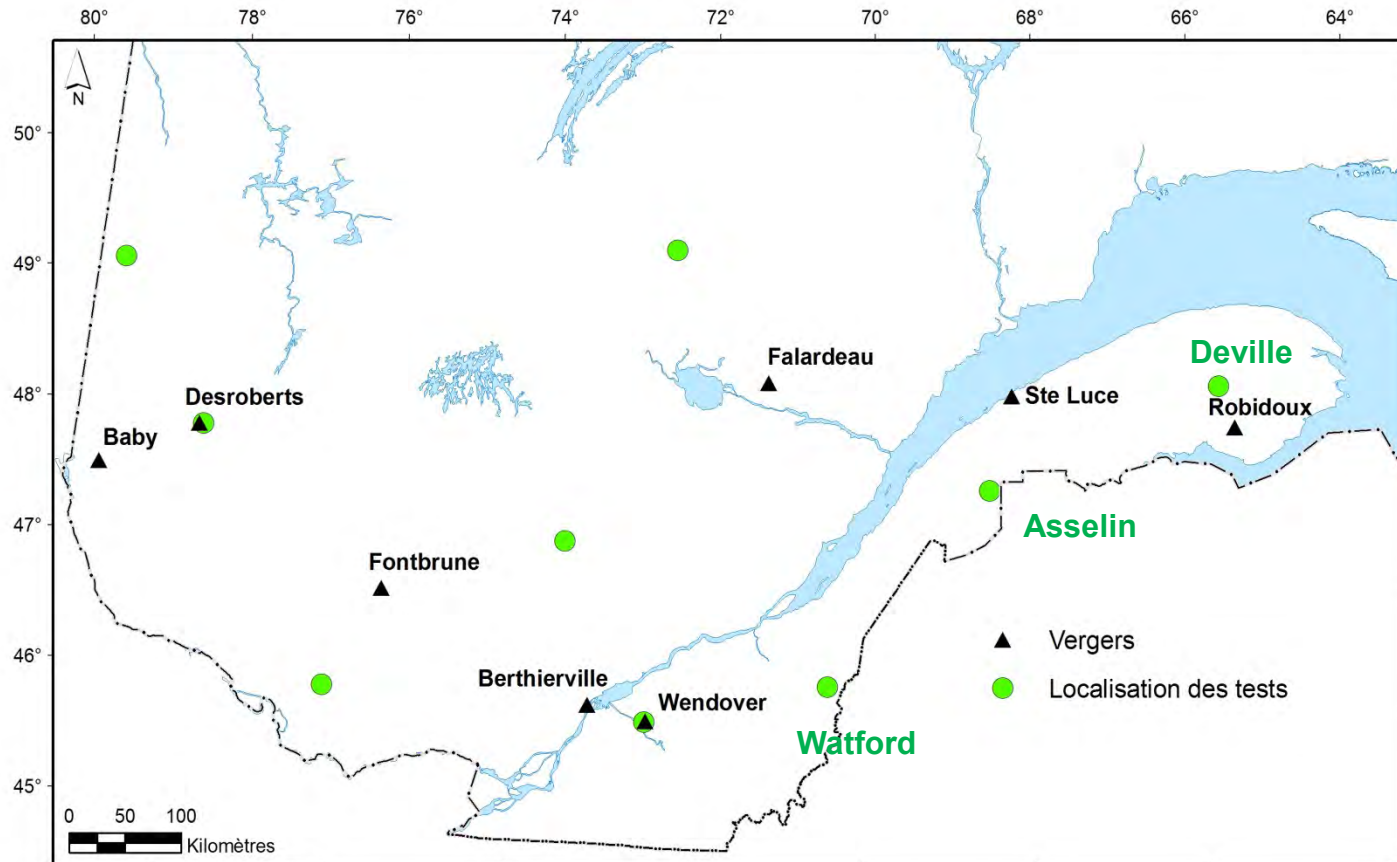
Spécifique

Contribution de l'adaptation locale et de la plasticité phénotypique des traits fonctionnels dans la réponse des sources génétiques de l'épinette blanche à la migration assistée.

Questions

1. Les traits fonctionnels sont-ils adaptés aux conditions climatiques d'origine des sources de semences.
2. Les traits fonctionnels sont-ils plastiques en réponse à un transfert climatique.
3. La plasticité phénotypique des traits fonctionnels dépend-elle des conditions climatiques d'origine des sources de semences.

Matériels et méthodes



Plantations établies en 2013.

Trois sites, six sources génétiques, blocs aléatoires de quatre répétitions ($3 \times 6 \times 4 \times 144 = 10368$ plants)

Matériels et méthodes

Traits fonctionnels (2^{ème} saison de croissance)

Performance:

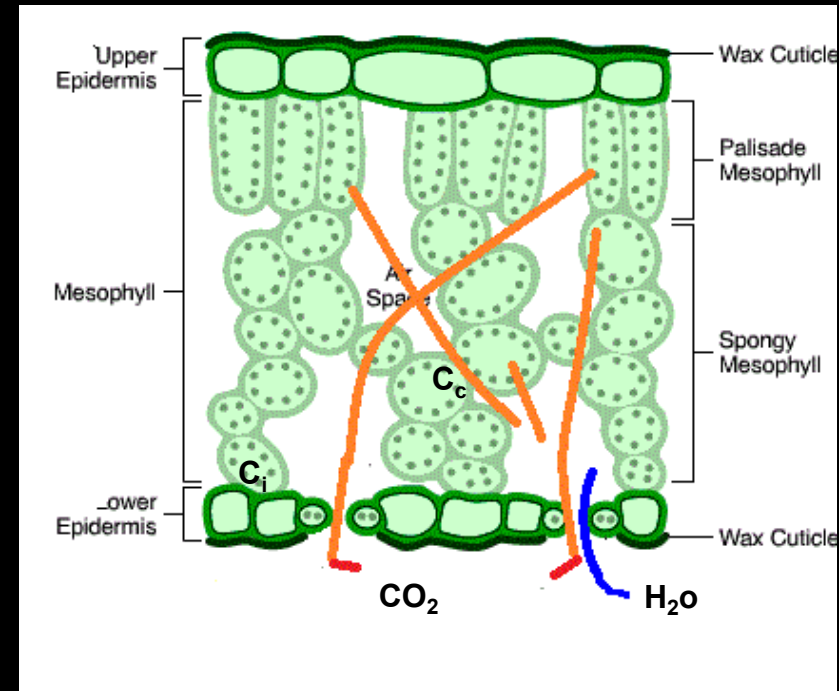
- ✓ croissance (H2014) & survie

Morphologie

- ✓ SLA: surface foliaire spécifique

Physiologie

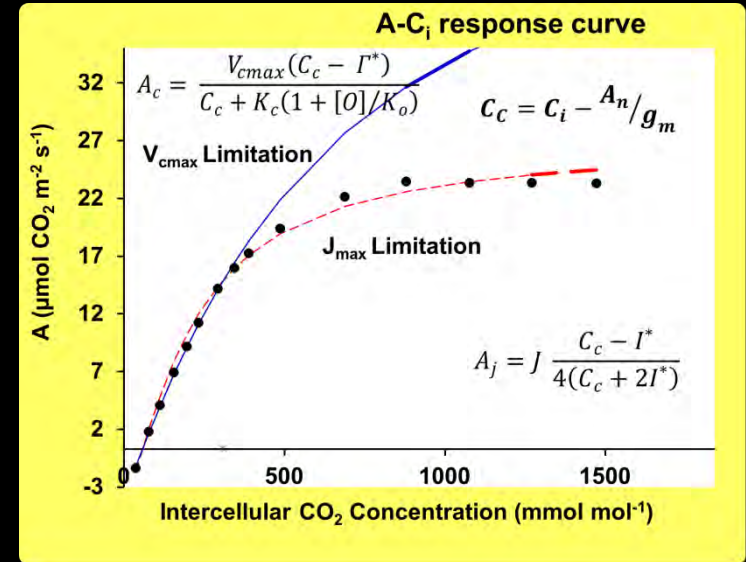
- ✓ A_{max} : Capacité photosynthétique
- ✓ R_d : Respiration mitochondriale
- ✓ g_s : Conductance stomatique
- ✓ g_m : Conductance mésophyllienne
- ✓ V_{cmax} : Vitesse maximale de carboxylation
- ✓ J_{max} : Vitesse maximale du transfert des électrons
- ✓ PNUE: Efficacité photosynthétique d'utilisation de l'azote
- ✓ WUE: Efficacité d'utilisation de l'eau
- ✓ N_{mass} : Azote foliaire
- ✓ $\Delta^{13}C$: Discrimination isotopique de carbone



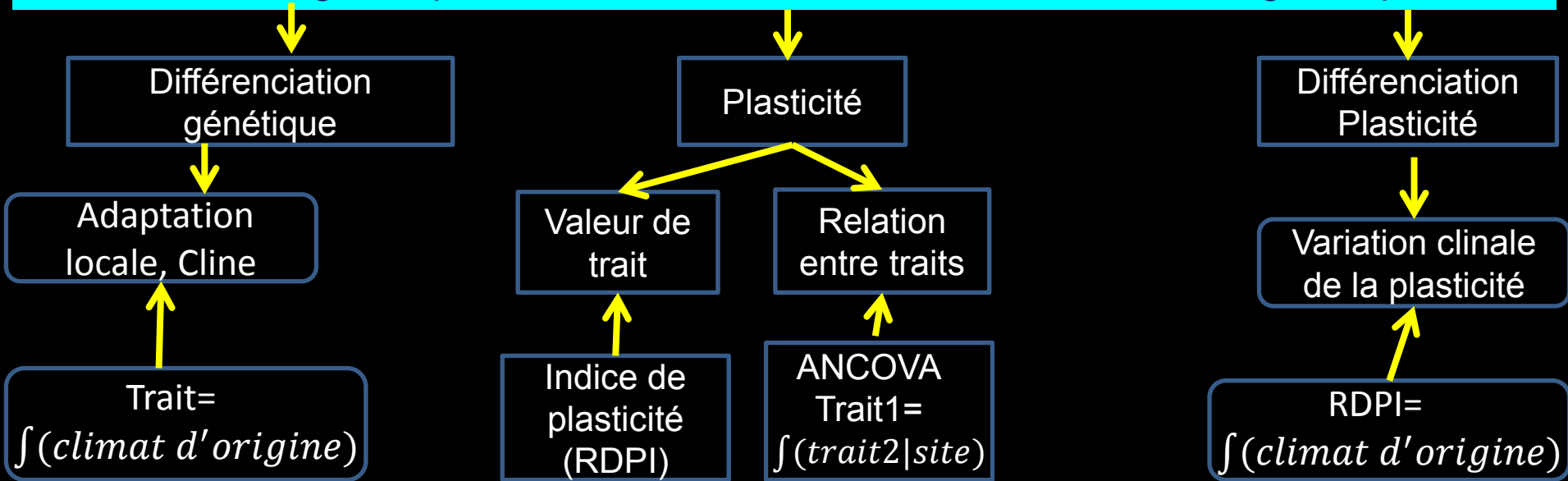
Matériels et méthodes

Courbe de réponse de la photosynthèse au CO_2 ($A-C_i$)

Itération par régression non linéaire de la version hyperbolique non rectangulaire du modèle de Farquhar (1980)



Trait = source génétique + site + source génétique * site



Résultats & discussion

Traits sous influence
génétique et
environnementale

Traits sous contrôle
environnemental

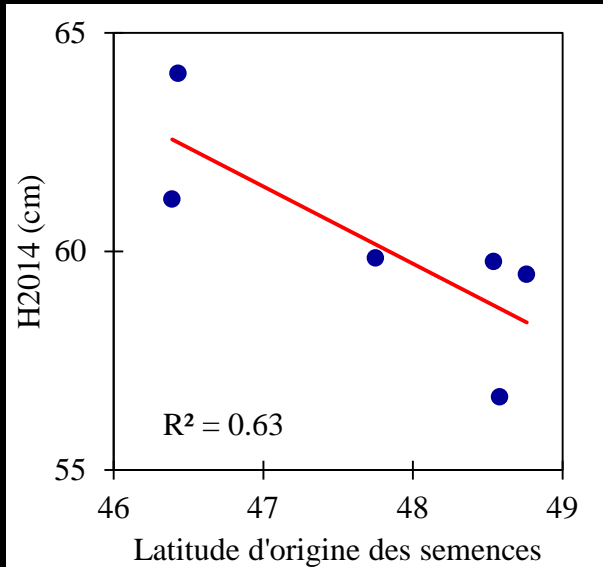
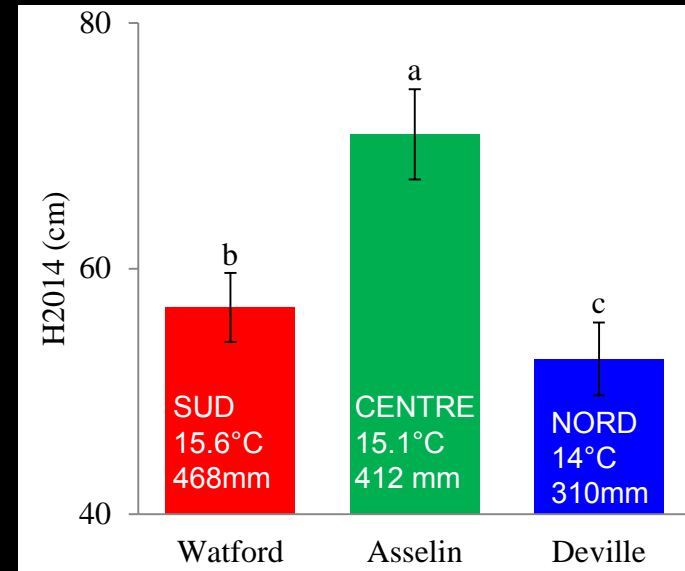
Niveau de plasticité
similaire pour les
sources génétiques

	Site		Source génétique		Site*SS	
df	2		5		10	
	F	P	F	P	F	P
Traits						
H2014	606.50	<.001	19.14	<.001	1.56	0.14
A_{max/area}	16.76	<.001	3.49	0.01	0.81	0.62
A_{max/mass}	11.67	0.01	2.76	0.03	0.55	0.84
g_s	19.74	0.001	4.05	0.003	0.86	0.57
g_m/g_s	5.8	<.001	2.17	0.07	1.71	0.11
WUE_i	10.62	<.001	3.26	0.008	1.16	0.33
PNUE	14.44	<.001	2.95	0.021	1.58	0.14
Rd	5.22	0.01	0.92	0.47	0.48	0.89
V_{cmax}	9.16	<.001	0.79	0.56	1.1	0.38
J_{max}	9.63	0.0004	0.4	0.84	1.11	0.37
g_m	5.46	0.008	1.22	0.32	1.04	0.43
N_{mass}	25.02	<.001	0.84	0.52	1.07	0.39
SLA	10.46	0.001	1.28	0.28	0.86	0.58
δ¹³C (‰)	33.16	<.001	0.56	0.73	0.88	0.56

Faible gradient climatique
CV climatique similaire

Résultats & discussion

- Le patron de croissance (H2014) des sources génétiques était similaire dans les trois sites
- La croissance des sources génétiques était meilleure au centre du Québec.
- La faible croissance observée au sud résultait fort probablement de la faible teneur en azote du sol.



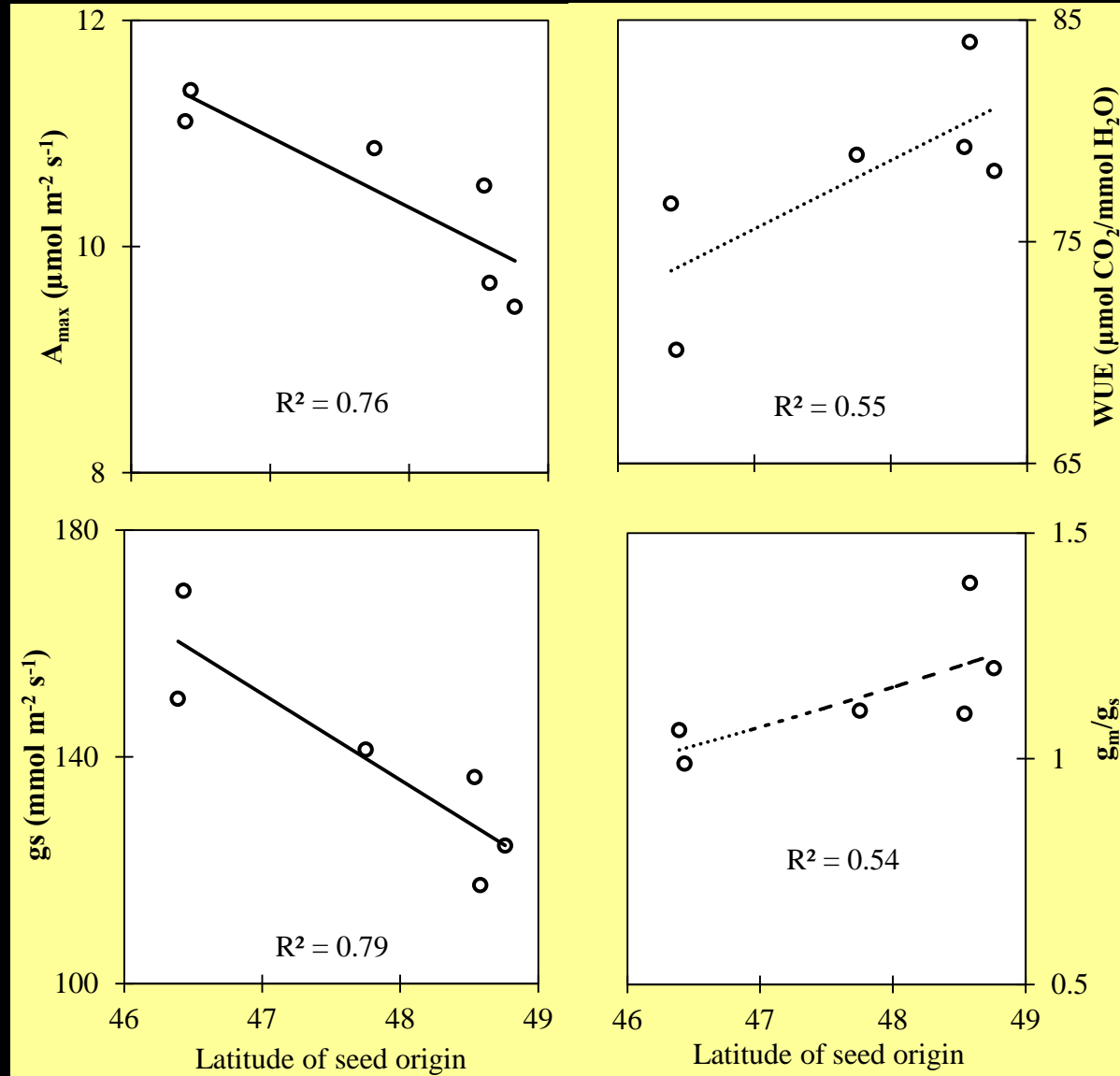
La croissance en hauteur suit un cline latitudinal.

Résultats & discussion

Le cline latitudinal de A_{\max} résultait de l'adaptation des processus biophysique (g_s , g_m et g_m/g_s) aux conditions locales

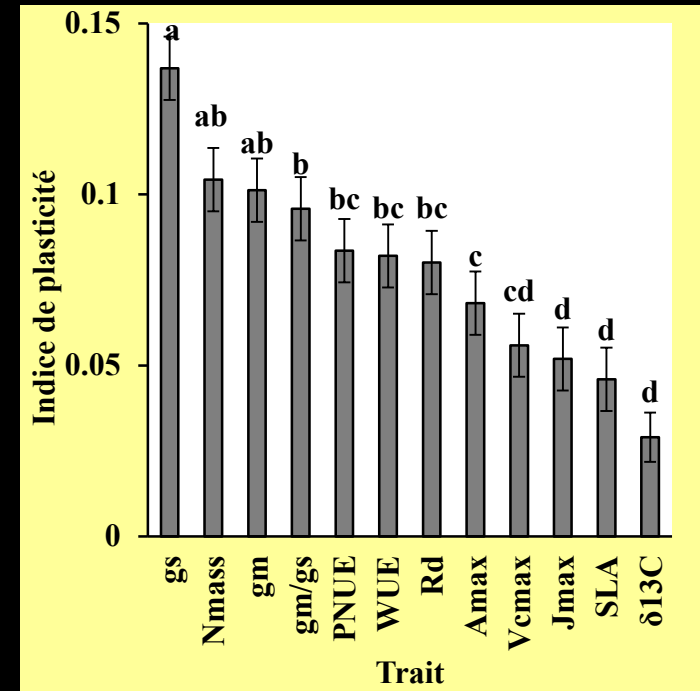
??

Densité des stomates ?
Température du sol ?
Conductance hydraulique ?



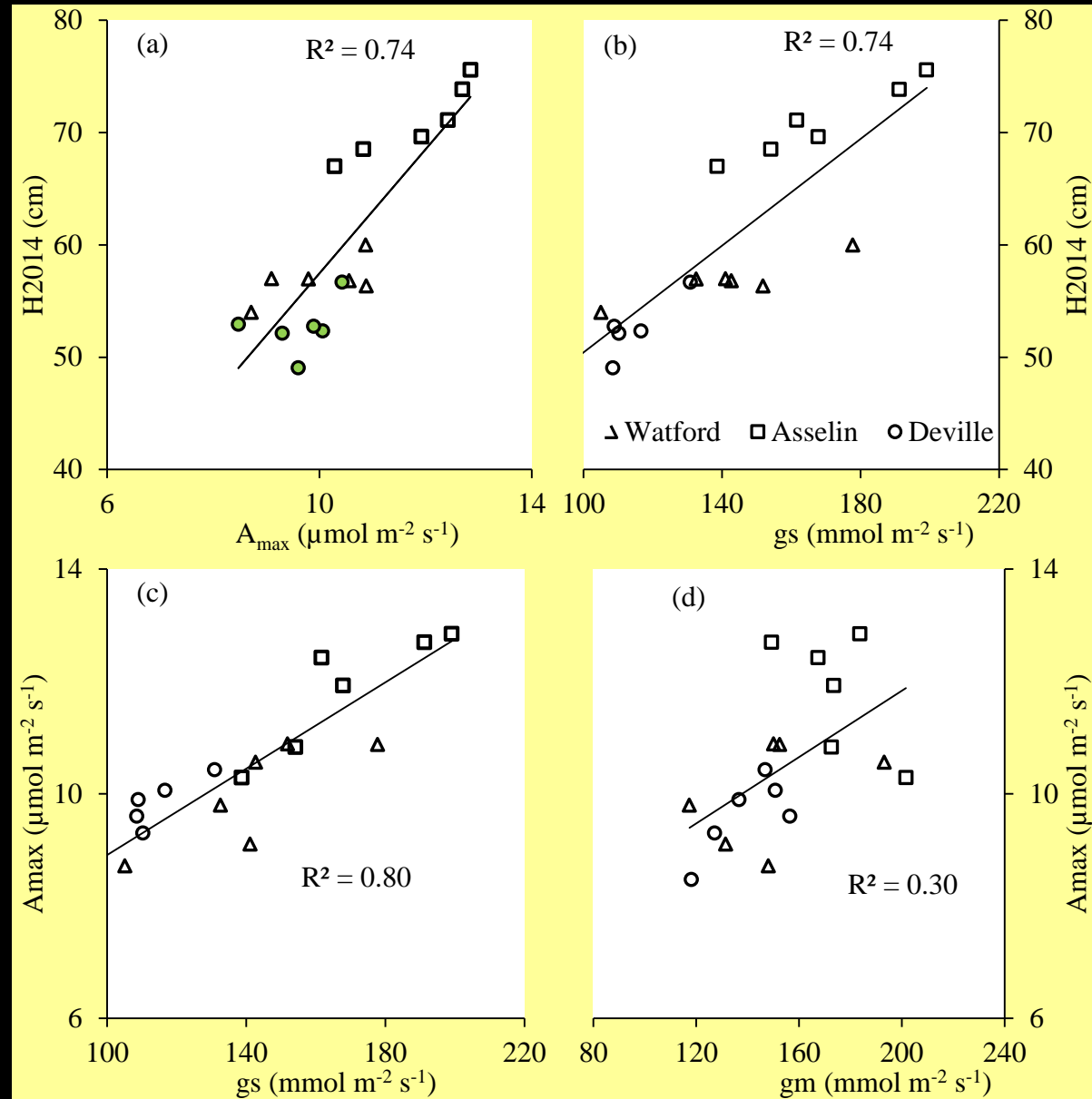
Résultats & discussion

Grande plasticité des processus biophysiques comparativement aux processus biochimiques

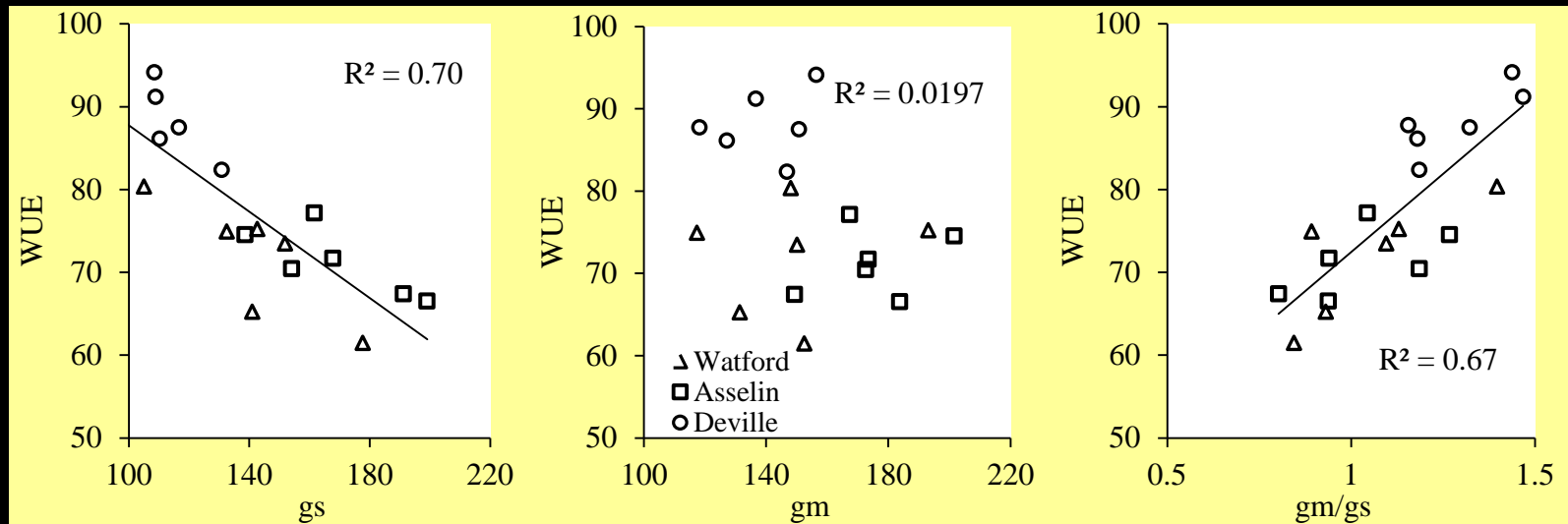


Résultats & discussion

La plasticité agit sur la valeur des traits et non pas sur la relation entre les traits



Résultats & discussion



WUE est influencée par le ratio g_m/g_s et non g_m elle-même.

Conclusion

- ✓ Les traits fonctionnels sont sous l'effet combiné de l'environnement et de l'hérédité.
- ✓ Les sources génétiques présentaient un niveau similaire de plasticité phénotypique.
- ✓ La plasticité phénotypique des traits fonctionnels pourrait probablement permettre aux populations locales d'épinette blanche de s'adapter aux nouvelles conditions climatiques pour un certain temps.
- ✓ Le recours à la migration assistée serait bénéfique pour augmenter la productivité et optimiser l'adaptation des variétés reboisées aux futures conditions climatiques locales.
- ✓ Vu le compromis entre la croissance et WUE, des déplacements climatiques vers des sites à faible probabilité d'occurrence des épisodes de sécheresse sont à privilégier

Perspectives

- ✓ Examiner le rôle de l'adaptation et de l'acclimatation dans la réponse thermique des processus physiologiques lors d'une migration assistée.
- ✓ Déterminer les distances maximales de déplacement des sources génétiques et les fonctions de transfert climatique permettant la réussite de la migration assistée.

Merci