




**Relation étroite entre les traits fonctionnels des racines fines et la productivité aérienne dans les plantations à croissance rapide**

Par **Jeri Rabearison**, candidat au doctorat  
Superviseurs: Annie DesRochers et Vincent Poirier

# Contexte

 taux de croissance



Forêt tempérée

# Contexte

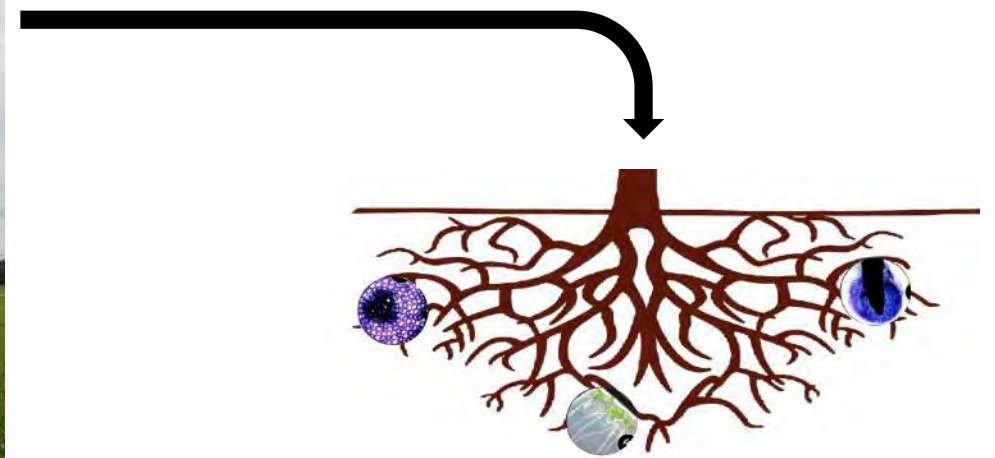
≠ taux de croissance



(© Rabearison)

Plantation (peuplier hybride)

→ ≠ production de bois



Racines fines (<2 mm) : fonction d'acquisition des ressources

(McCormack et al., 2015, Peichl et al., 2006, Truax et al., 2014, 2012)

# Contexte et problématique

Comment comprendre les effets des racines fines sur le taux de croissance des arbres ?



1

Approche basée sur les traits fonctionnels

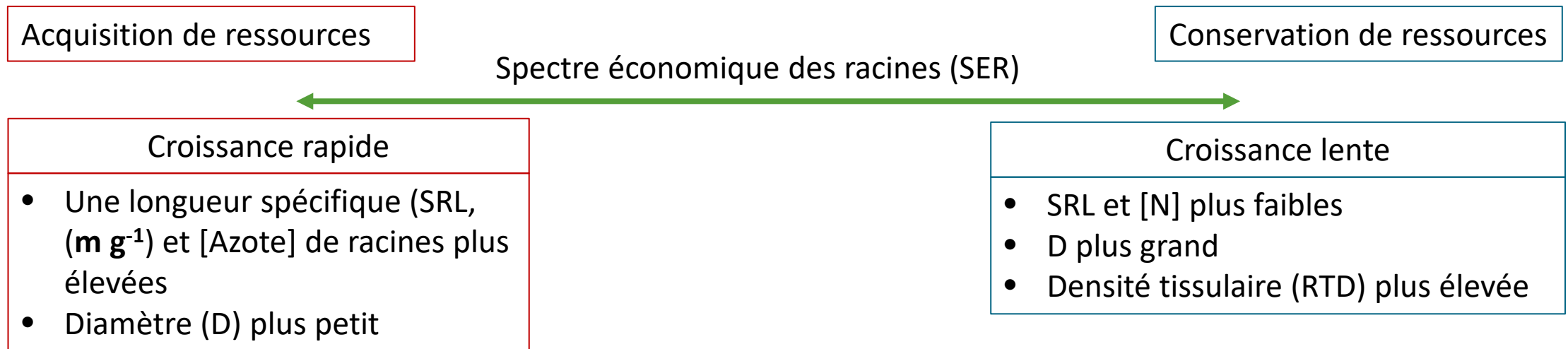
2

Approche basée sur la taille des racines

# Contexte et problématique

## 1 Approche basée sur les traits fonctionnels

- ▶ Selon l'hypothèse sur le spectre économique des racines : variation de **traits morphologiques et chimiques** des racines fines en fonction de la stratégie de la plante.



# Contexte et problématique

## 1 Approche basée sur les traits fonctionnels



Plusieurs études en contradiction avec le SER

SRL, D et RTD des racines n'ont pas été corrélés avec les taux de croissance

Pas de coordination entre traits morphologiques et chimiques (SRL n'ayant pas corrélation avec [N])

Variations expliquées par des différences génétiques entre les ordres ou groupes d'espèces



Notre étude: uniquement sur des arbres à croissance rapide de même genre (*Populus*) avec des taux de croissance différents

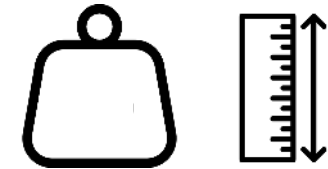
# Contexte et problématique

1

Approche basée sur les traits fonctionnels

## Traits architecturaux

Densité en masse (**RMD**) ou en longueur (**RLD**) des racines: (**mg ou cm par volume du sol** ( $\text{cm}^{-3}$ )) : **compétitivité face aux ressources**



Biomasse élevée de racines fines: améliore l'absorption de nutriments et la croissance de l'arbre

D'après Weemstra et al. (2020) : les taux de croissance élevés correspondaient plus à des RMD élevées, mais pas à des SRL élevées

Traits d'acquisition des ressources



Traits qui favorisent la compétitivité face aux ressources

# Contexte et problématique

Racines  
< 2 mm

2

Approche basée sur la taille des racines

Pour étude sur les semis:  
classées dans les **2 ou 3 premiers ordres**

**Pas encore de consensus**  
sur la définition de la  
taille

Racines < 2 mm: plusieurs  
**ramifications** et diffèrent en termes  
de **morphologie et de fonction**



Division en trois classes de tailles des racines: 0-0.2 mm, 0.2-1 mm et 1-2 mm  
(Roumet et al., 2008)

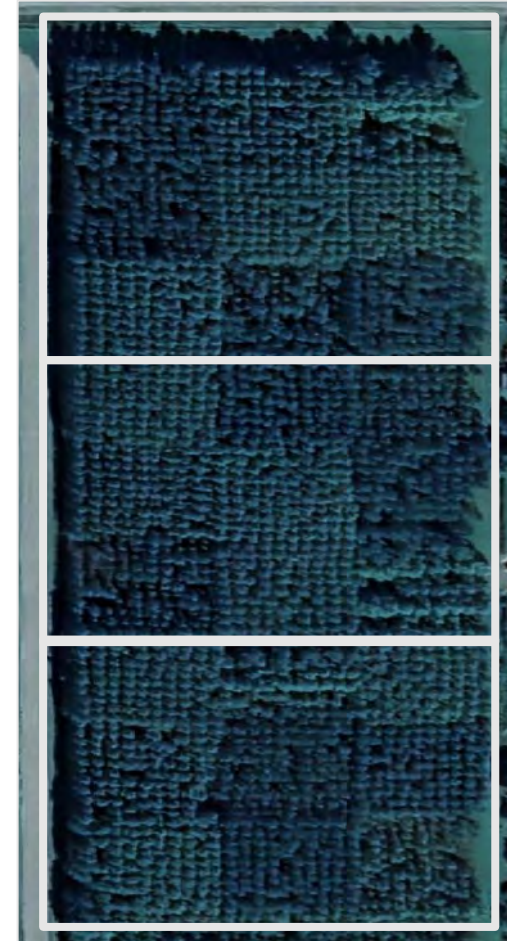
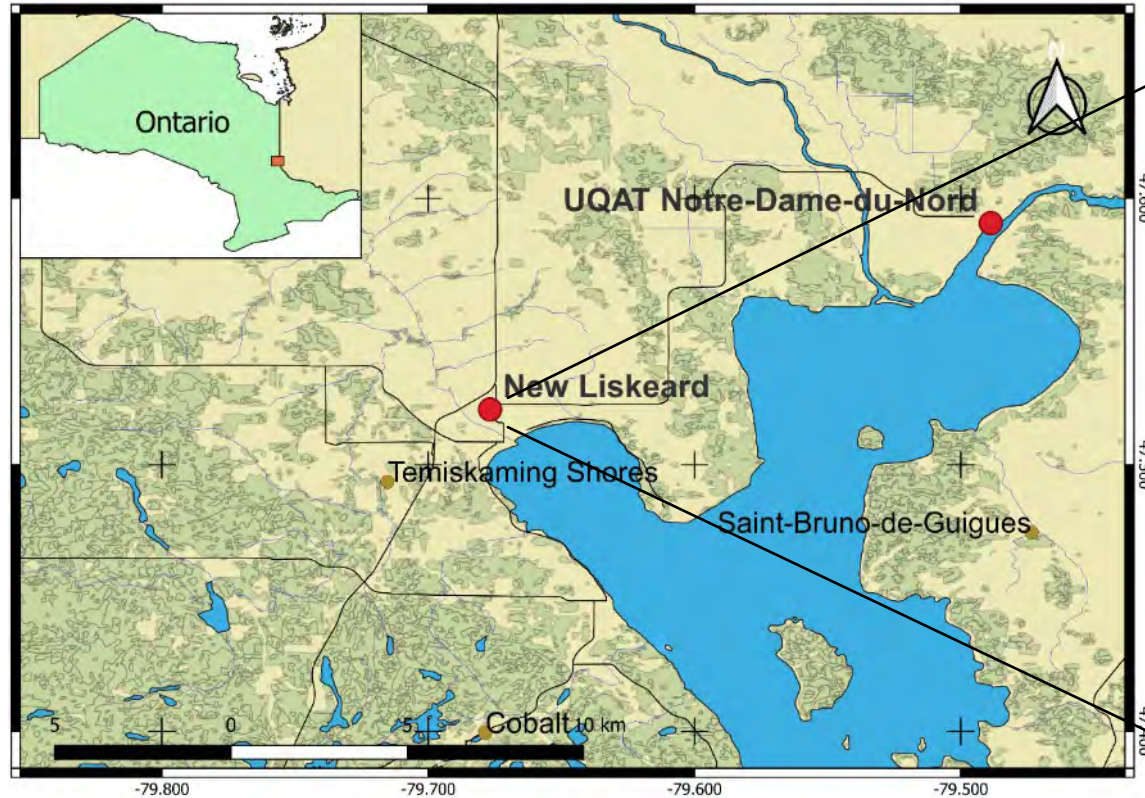


# Objectifs et hypothèses

**Objectif:** déterminer les relations explicites **entre les taux de croissance** et les **traits fonctionnels** des racines fines chez les clones de peupliers hybrides.

- SRL, [N] et [composés solubles] devraient être positivement corrélés au taux de croissance des arbres, tandis que D racine et [lignine] auraient des corrélations négatives (SER)
- Les RLD et le RMD donnent aux arbres une forte compétitivité face aux ressources du sol et devraient donc augmenter le taux de croissance des arbres.
- Les différentes classes de diamètre des racines fines n'auraient pas les mêmes effets sur la croissance des arbres

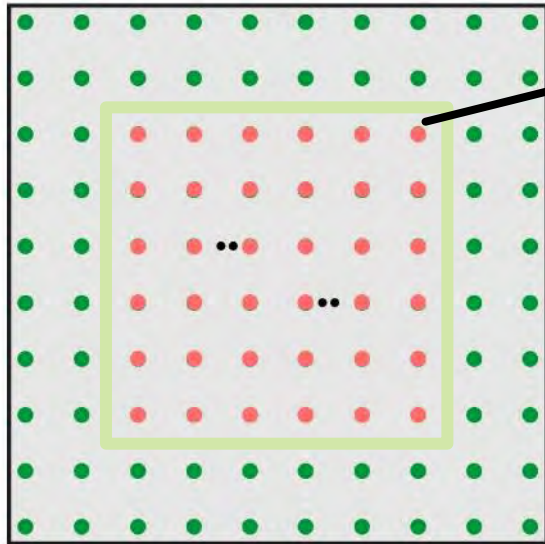
# Méthodologie : description du site



- Plantation de peuplier hybride de **14 ans**
- Dispositif constitué de **3 blocs** comprenant chacun des **parcelles monoclonales** (10 x 10 arbres)

Vue aérienne

# Méthodologie : mesure des arbres (2021)



Parcelle monoclonale

Mesure du DHP dans un quadrat de 6\*6 arbres

Calcul du taux de croissance

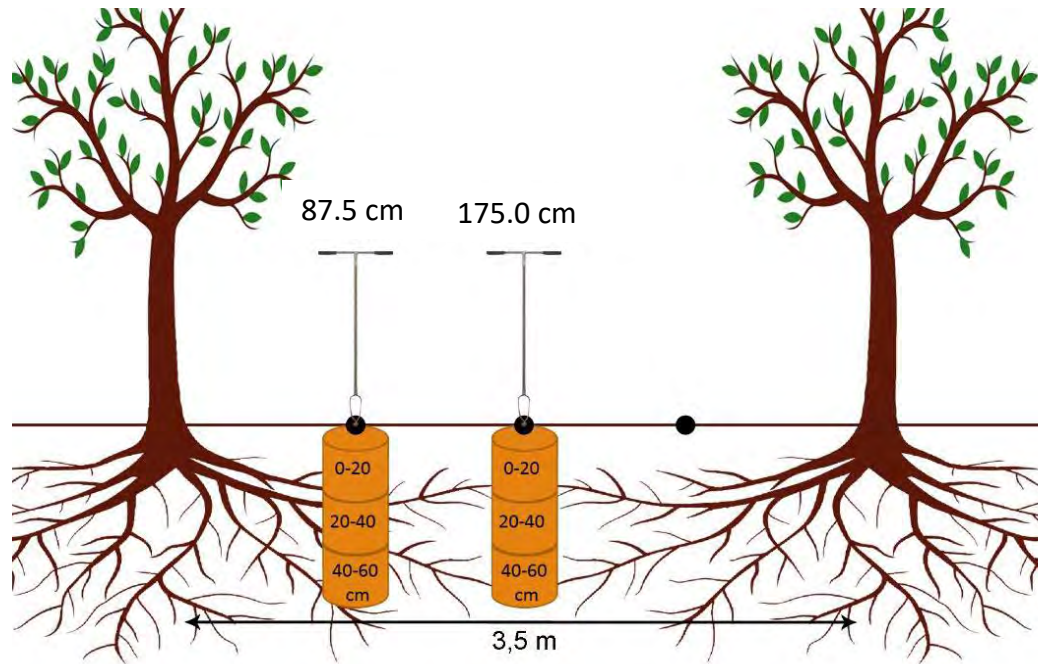
$$T = \frac{V \text{ total}}{\text{surface du quadrat} * \text{age}}$$

Sélection des clones



- **747210** (*P. balsamifera* x *P. trichocarpa*),
- **915005** (*P. balsamifera* x *P. maximowiczii*),
- **1079** (*Populus* x *jackii* (*P. balsamifera* x *P. deltoides*)),
- **915319** (*P. maximowiczii* x *P. balsamifera*) and
- **DN2** (*P. deltoides* x *P. nigra*).

# Méthodologie : prélèvement et lavage des racines



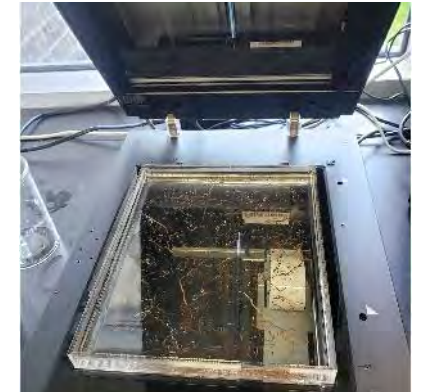
Prélèvement à 2 distances du tronc (**87.5 cm et 175.0 cm**)  
et dans 3 profondeurs du sol ( **0-20, 20-40 et 40-60 cm**)

- Lavage et rinçage des racines à l'aide d'un 'root washer'
- Les **racines vivantes et fines ( $\leq 2$  mm)** ont été triées et sélectionnées



# Méthodologie: traits racinaires étudiés

	Traits de racines fines	Matériel
<b>T. morphologiques</b>	Longueur spécifique (SRL)	
	Diamètre moyen (D)	Epson Expression avec
	Densité tissulaire (RTD)	Winrhizo
<b>T. architecturaux</b>	Densité en longueur (RLD)	
	Densité en masse (RMD)	Four
<b>T. chimiques</b>	Carbone (C) et Azote (N)	Combustion sèche, Vario MAX cube
	Composé soluble, hémicellulose, cellulose et Lignine	Fibersac 24; Ankom

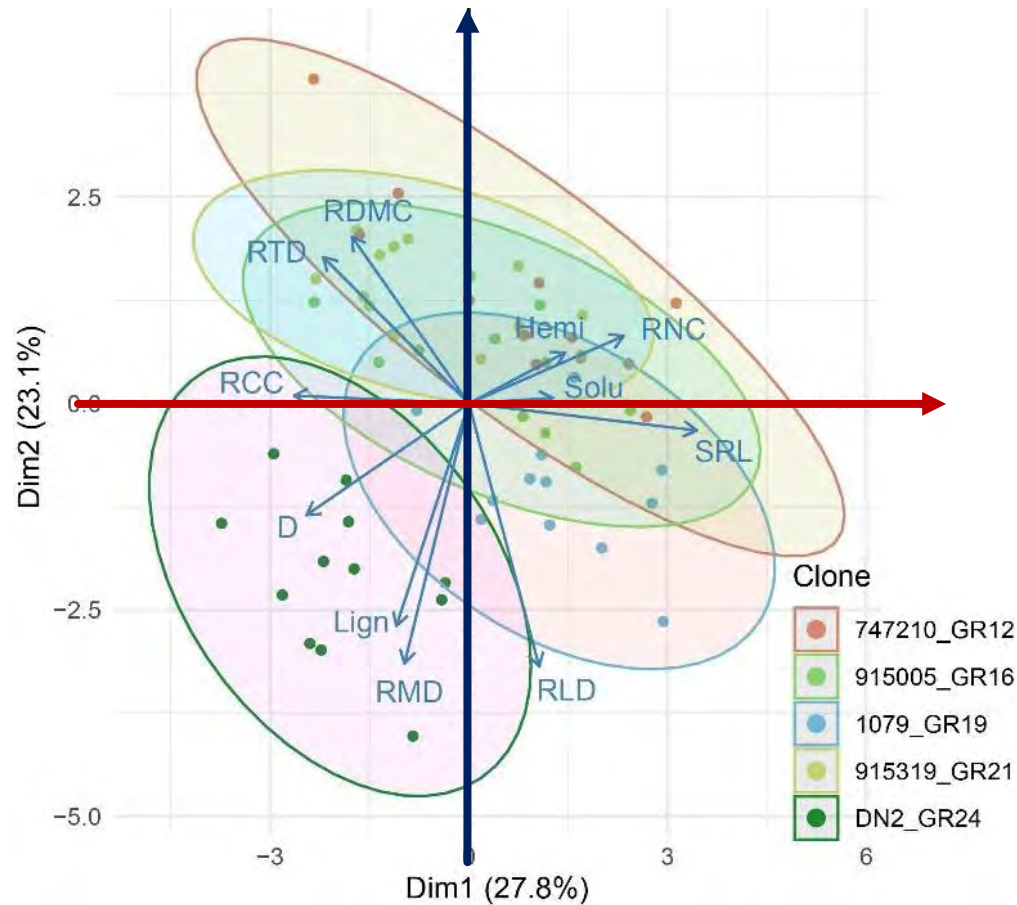




## RÉSULTATS



# Variations de traits racinaires



ACP dans la profondeur 0 à 20 cm

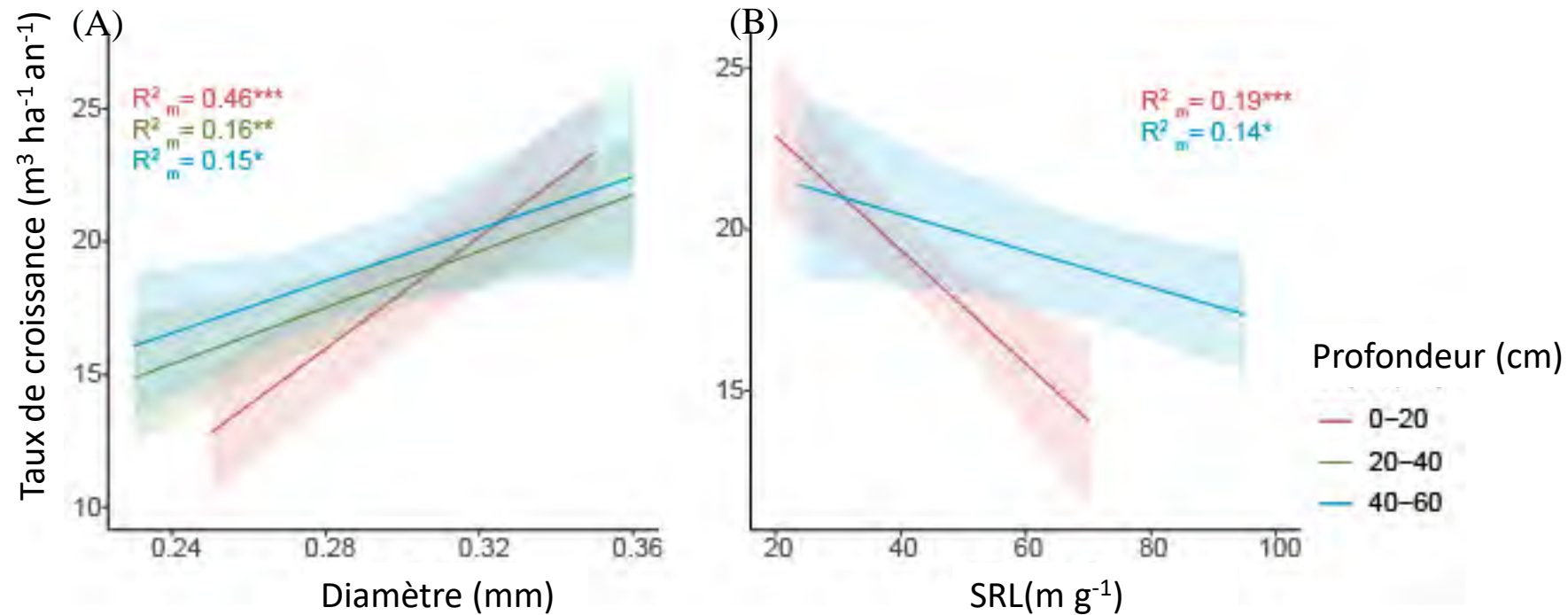
1<sup>er</sup> axe (27,8 %):

-Clone le **plus productif** (DN2) était caractérisé par un D et [C] plus élevés et une SRL plus petite par rapport au clone le **moins productif** (747210)

2<sup>e</sup> axe (23,1%)

-A séparé les racines du clone le plus productif (RMD, RLD et [lignine] élevées) de celles du clone le moins productif (747210)

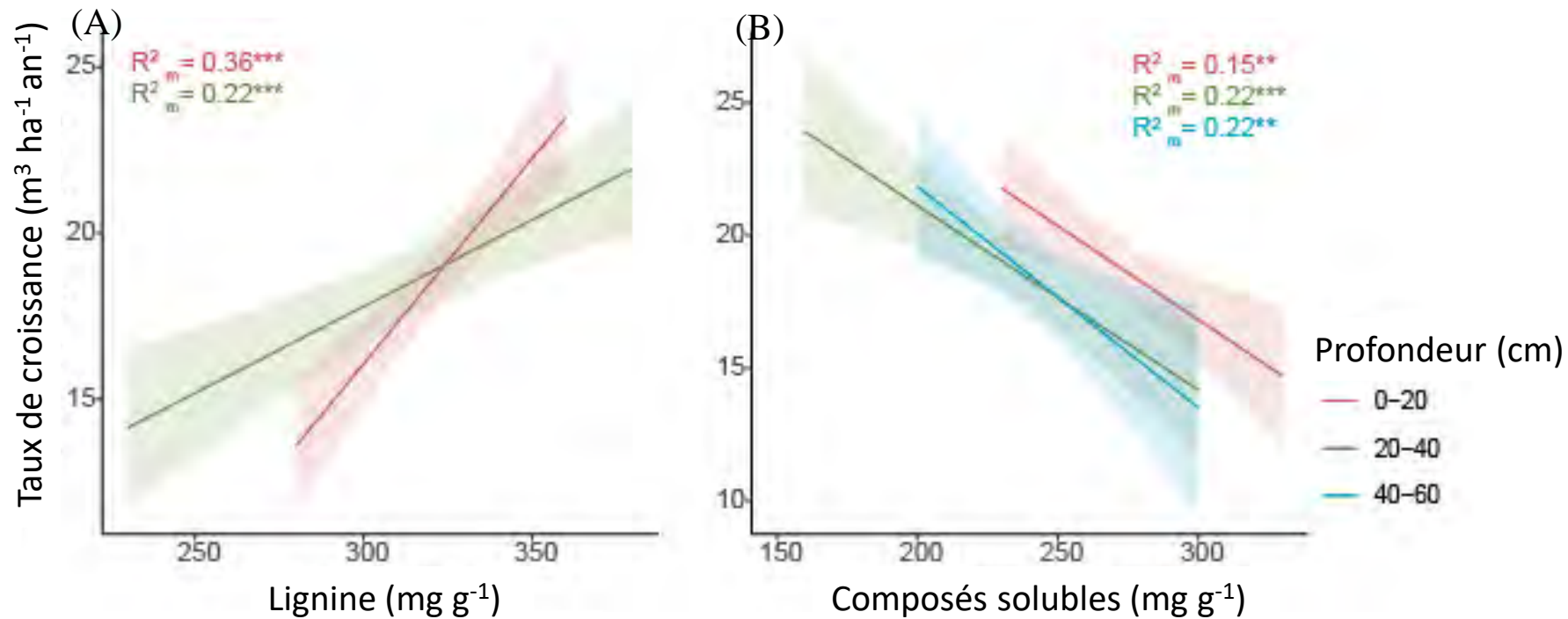
# Traits morphologiques & taux de croissance



- D des racines : **positivement liés** au taux de croissance, avec une forte relation dans l'horizon superficiel.
- SRL: **corrélation négative** dans 0-20 et 40-60 cm

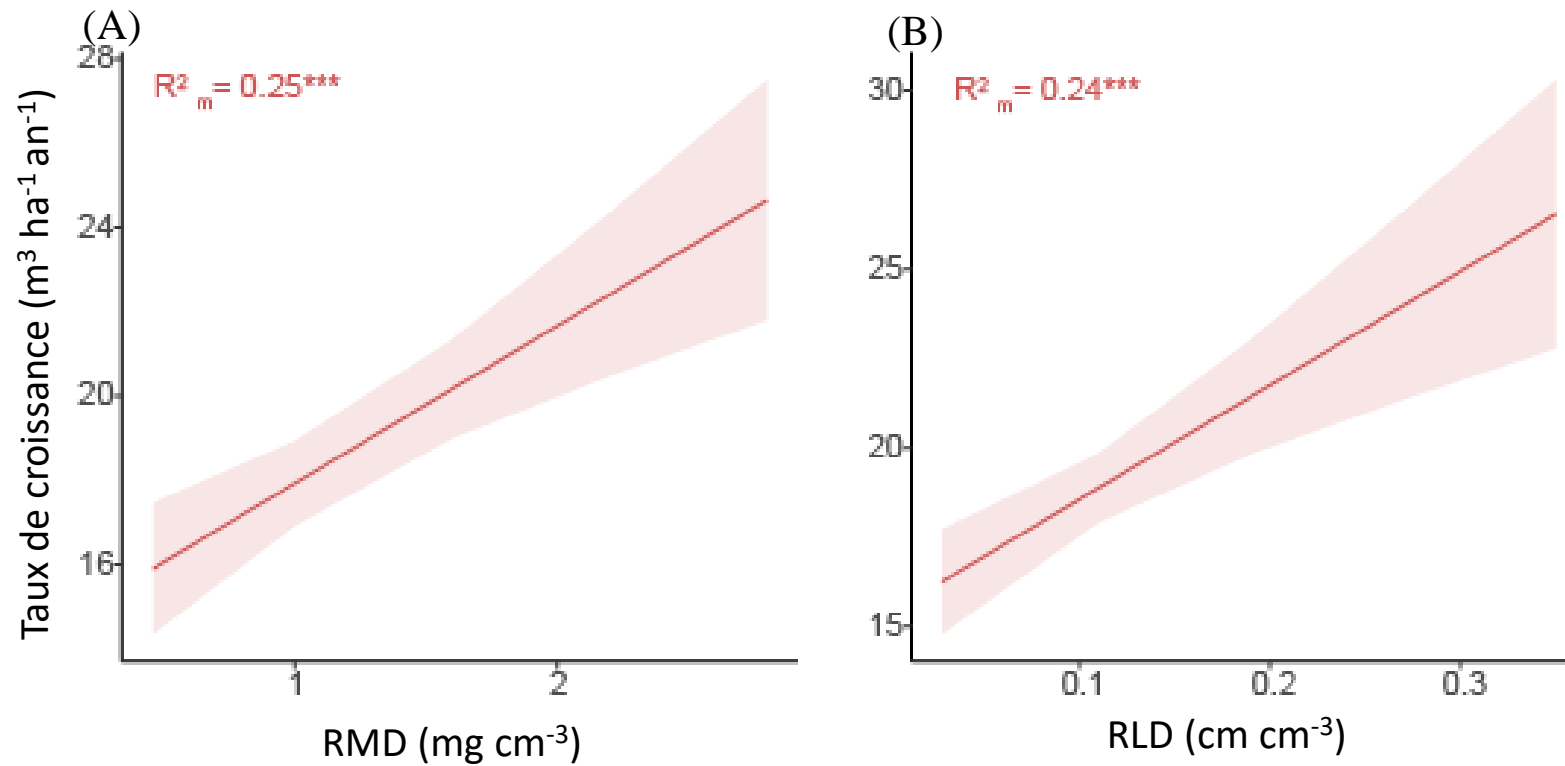


# Traits chimiques & taux de croissance



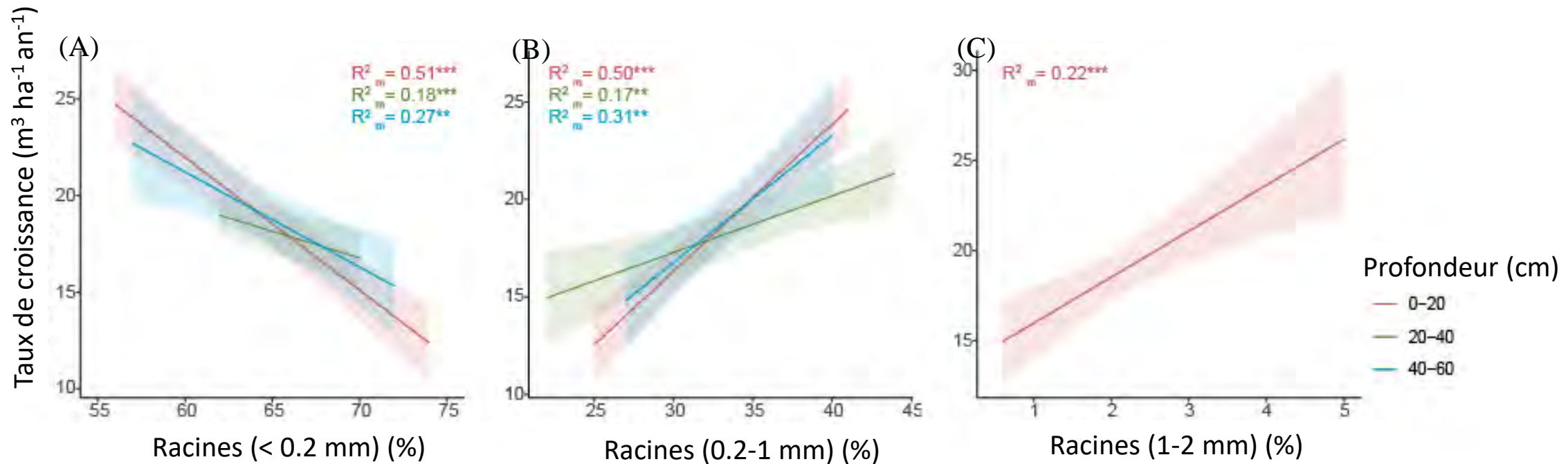
- [Lignine] dans la profondeur 0-20 cm: **la relation positive la plus forte** avec les taux de croissance
- En revanche, **relation négative** pour [composés solubles]

# Traits architecturaux & taux de croissance



RMD et RLD dans la profondeur 0-20 cm : **corrélation positive** avec les taux de croissance des clones

# Taux de croissance & classes de tailles de racines



- ▶ Corrélation **négative** pour les racines < 0.2 mm
- ▶ Corrélation **positive** pour les racines (0.2-1 mm) dans toutes les profondeurs et pour (1-2 mm) dans 0-20 cm.
- ▶ Différentes corrélations pour les 3 classes.

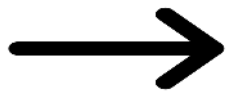
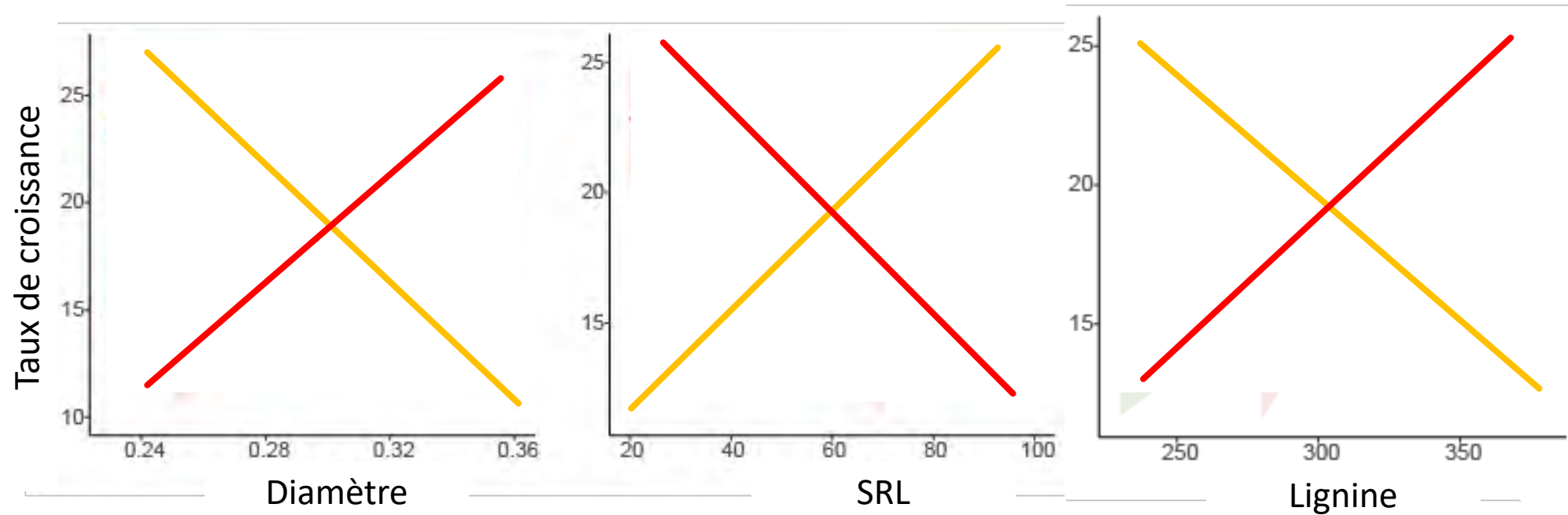


## DISCUSSIONS

# Discussions : Spectre économique des racines

Selon l'hypothèse sur la SER

Selon nos résultats



Notre étude ne concorde pas avec cette hypothèse sur le SER

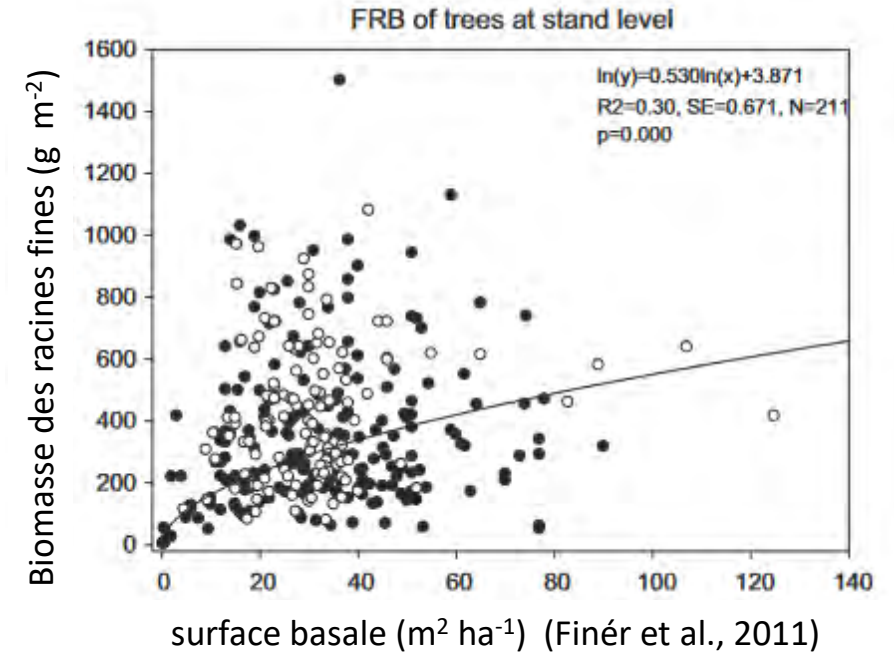
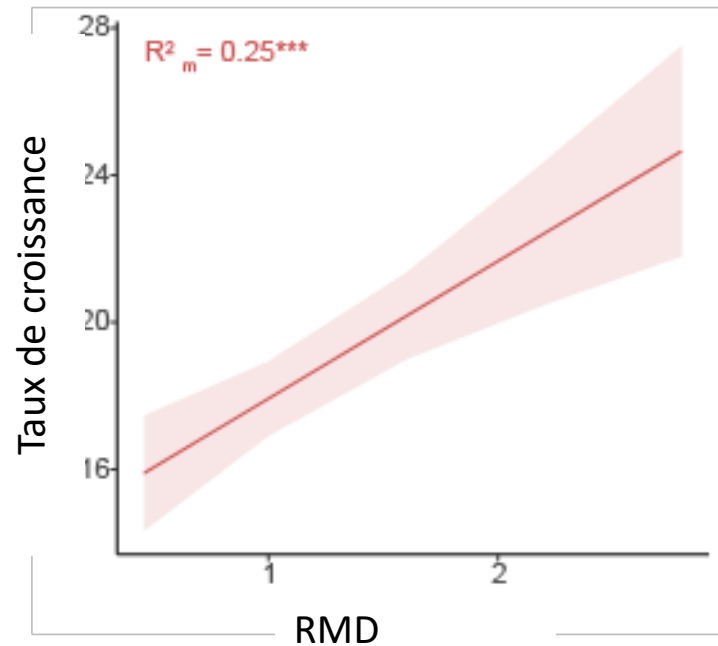
# Discussions : Spectre économique des racines



- Corrélation négative entre SRL et taux de croissance (Ros et al., 2018 ; Weemstra et al., 2020)
- Besoin de racines de plus large D pour pénétrer dans les sols compacts (Hodge et al., 2009 ; Materechera et al., 1992) (Notre étude: sols argileux compacts)

- SRL plus élevée: pour l'acquisition des nutriments dans **des sols peu fertiles** (Kramer-Walter et al., 2016 ; Laliberté et al., 2015), mais pas le taux de croissance.
- (Sol fertile après application de NPK)

# Discussions : Traits architecturaux



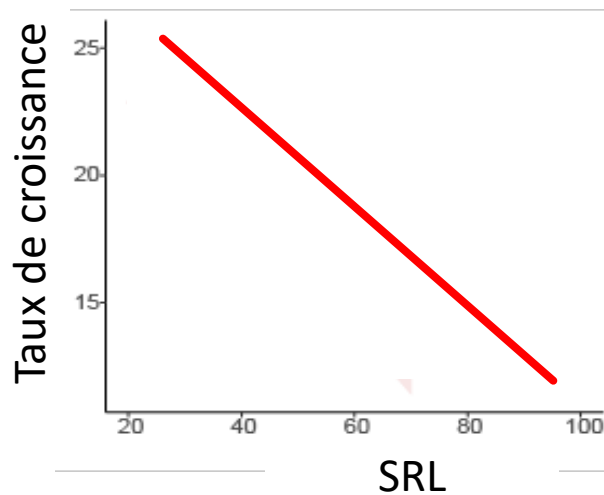
**Hypothèse vérifiée** : forte compétitivité face aux ressources

-Supportée par plusieurs études : Bauhus and Messier, 1999; Finér et al., 2011; Hansson et al., 2013; Weemstra et al., 2020

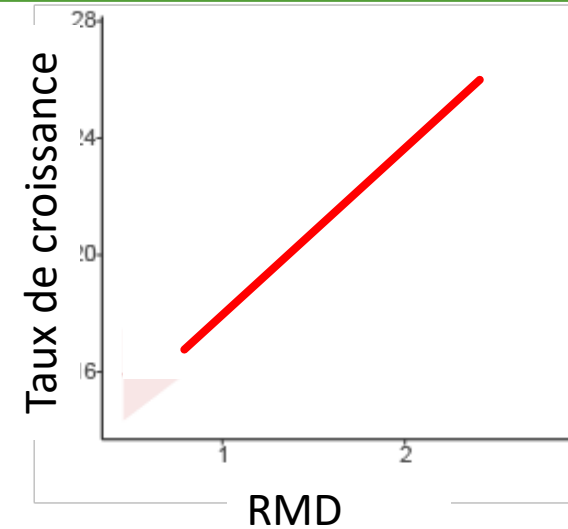
# Discussions : Traits plus importants ?



Traits d'acquisition des ressources



Traits qui favorisent la compétitivité face aux ressources



Arbres à croissance rapide (peuplier)

## Compromis entre la SRL et la RMD

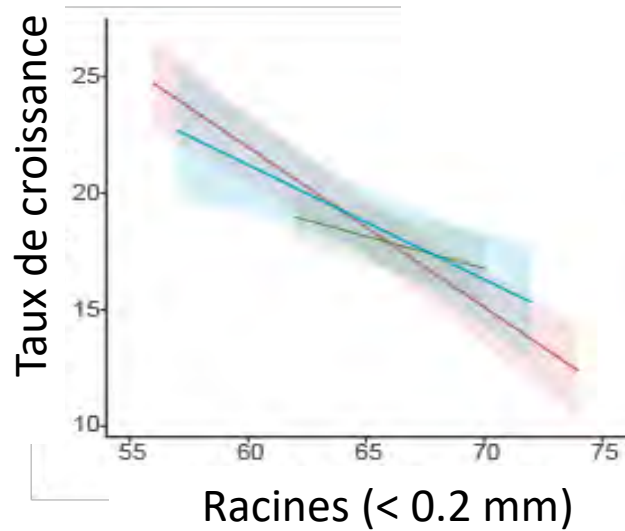
Les racines à faible SRL ont tendance à avoir une RMD élevée pour maintenir une exploration importante du sol (absorption de nutriments) (Ros et al., 2018, Weemstra et al., 2020)



# Discussions : classes de diamètre des racines

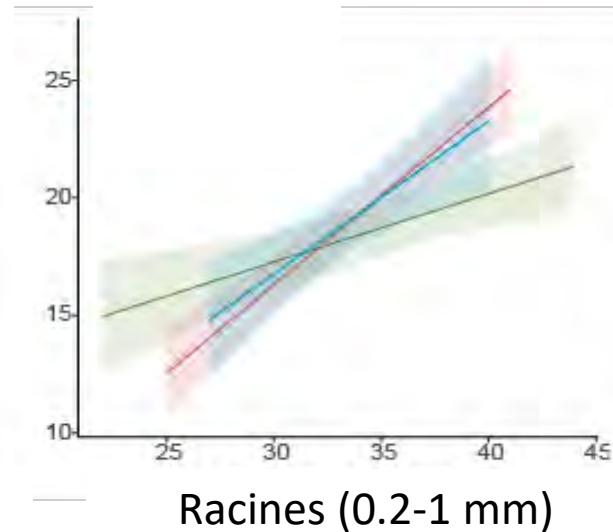


**Hypothèse vérifiée** : corrélations différentes pour chaque classe (pas les mêmes effets sur la croissance)



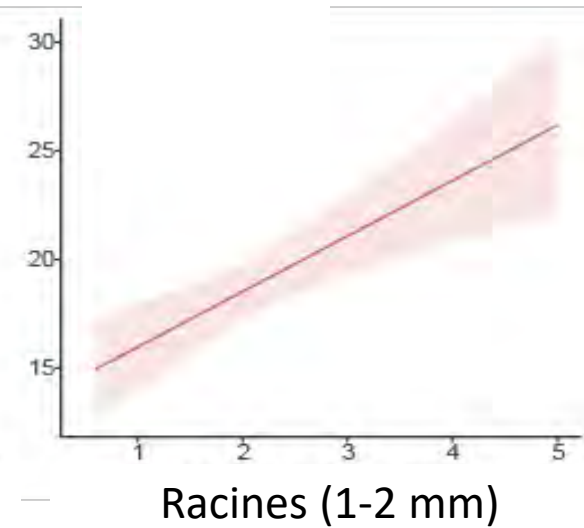
Corrélation négative

Pas favorable à la pénétration des racines dans le sol



Corrélation positive

Assurer la fonction d'acquisition des ressources



# Conclusions : points à retenir

Chez les plantations à croissance rapide :

- Les traits d'acquisition de ressources (SRL élevée , D plus petit) **n'étaient pas associés** aux clones les plus productifs
- la relation entre le taux de croissance et traits de racines fines ne suivait pas l'hypothèse sur **SER**.
- Les clones les plus productifs optaient plus pour **une RMD élevée** (pas sur la SRL) afin d'augmenter l'absorption de nutriments dans le sol.
- Les différentes classes de taille de racines fines auraient **différentes fonctions** sur le taux de croissance des arbres
- Études ultérieures : études sur traits symbiotiques (mycorhizes)

# MERCI DE VOTRE AIMABLE ATTENTION !

