

**COLLOQUE du CEF 2022**

**L'AUGMENTATION DE LA PRODUCTIVITÉ DU PEUPLIER HYBRIDE NE SE  
TRADUIT PAS PAR UNE AUGMENTATION LINÉAIRE DU CARBONE  
ORGANIQUE DU SOL**

Par **Jeri Rabearison**, étudiant en doctorat

Co-auteurs : Vincent Poirier, Adam Gillespie, Jérôme Laganière, Annie DesRochers

# 1-INTRODUCTION



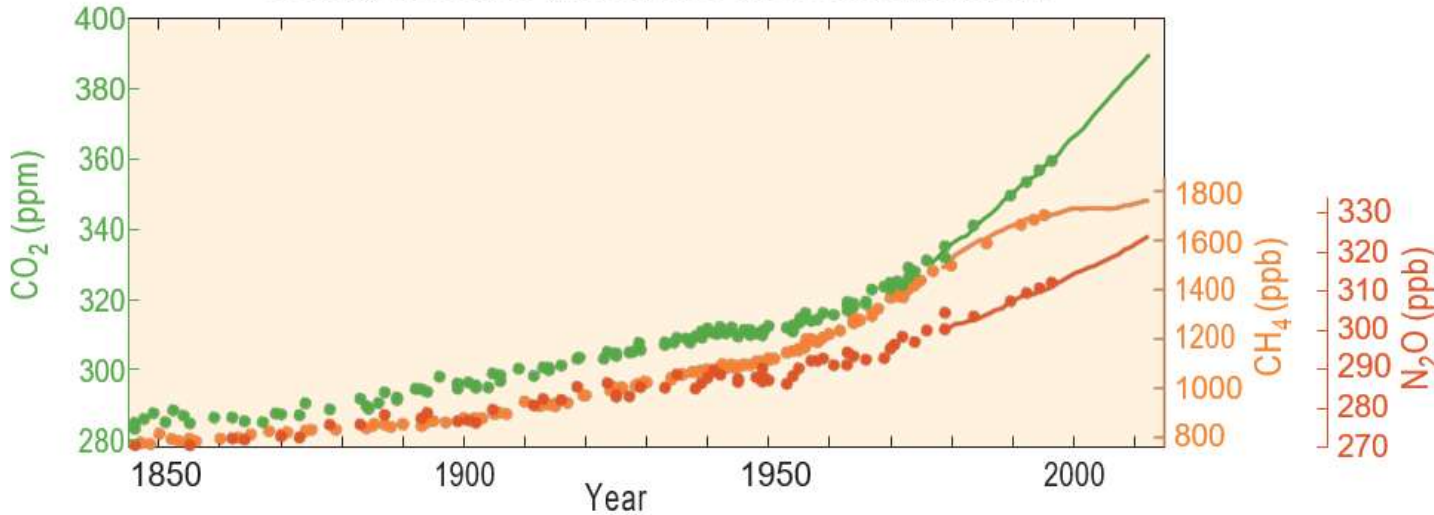
Changements climatiques:

- l'un des plus grands défis de l'humanité
- ont entraîné des feux de forêts et des épidémies d'insectes)

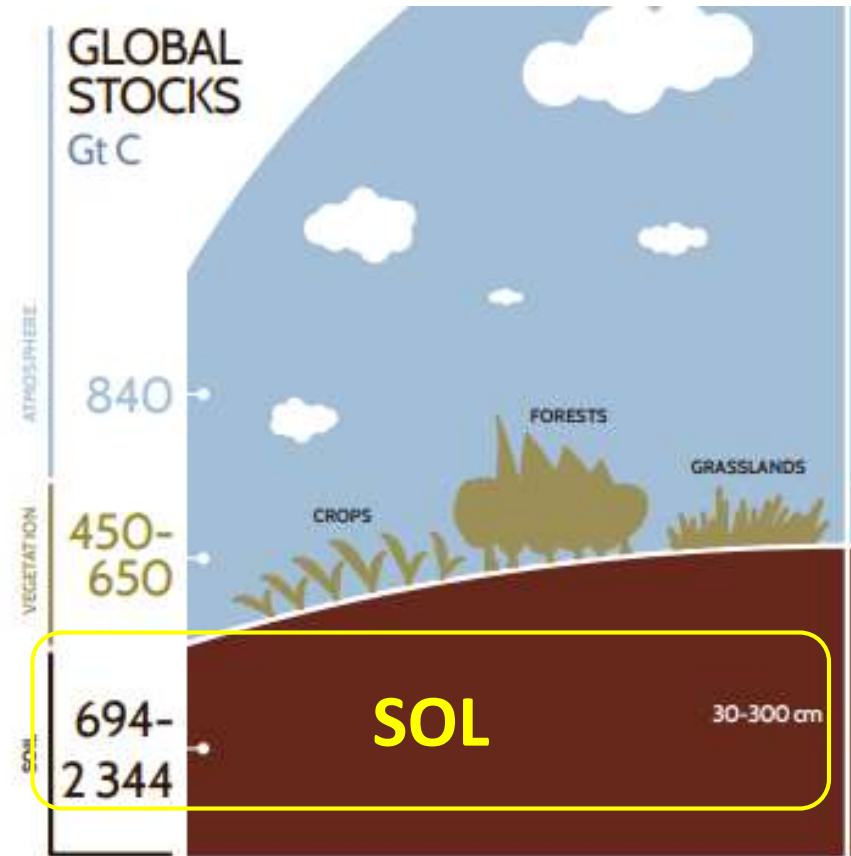
**Sol:** 2<sup>ème</sup> plus grand réservoir de carbone (C)  
**3 fois** plus de C que la végétation



Globally averaged greenhouse gas concentrations



(IPCC, 2014)

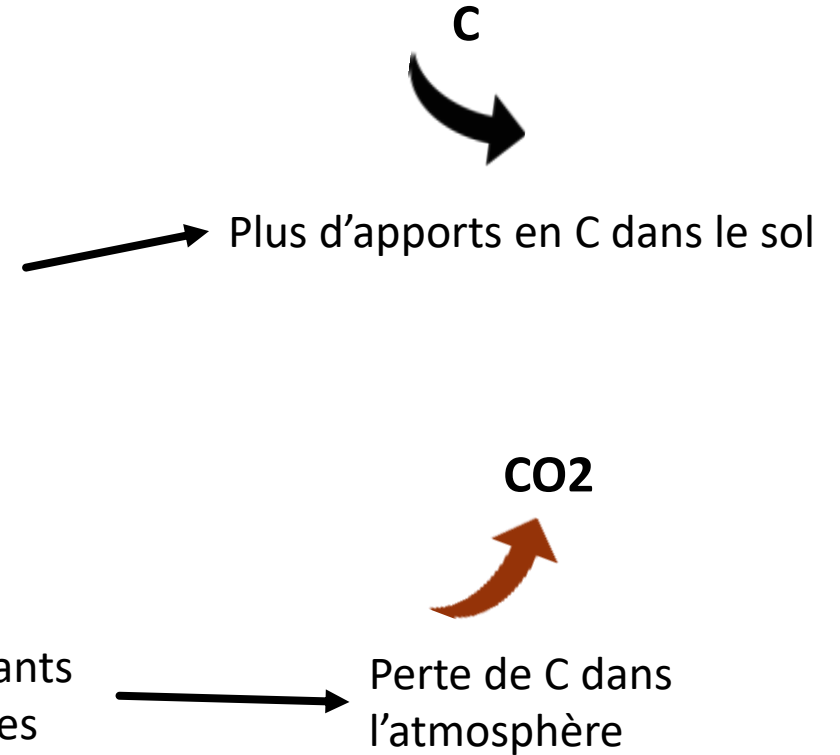


Stocks de carbone mondiaux (FAO, 2019)

# 1-INTRODUCTION



- Accumulation rapide de **biomasse et de litières**
- **Turnover racinaire** plus rapide
- Taux de **respiration** et de **décomposition** plus importants de leurs racines que celles des espèces à croissance lente



Piste de solution: Plantations à croissance rapide de **peuplier hybride**



Besoin d'études pour clarifier la relation entre **productivité et C du sol**

# 1-INTRODUCTION



**Objectif 1** : déterminer l'impact de la **productivité** du peuplier hybride sur le stock de **C organique du sol (COS)** dans différentes profondeurs

**H1** : les clones **plus productifs** de peupliers stockeraient **plus de C** dans le sol



# 1-INTRODUCTION

**Effet de la distance** par rapport aux arbres sur le **COS** ?



**COS** plus important **sous** la canopée des arbres dans des forêts de chênes.  
=> Plus d'apports de litière sous la canopée

**VS.**

**Les stocks COS** ne diffèrent pas en fonction de la distance aux arbres

(Howlett et al., 2011, Oelbermann & Voroney, 2007; Peichl et al., 2006)

# 1-INTRODUCTION



**Objectif 2** : déterminer l'effet de la **distance** par rapport aux arbres sur le stock de **COS**

**H2** : Le **COS** augmenterait avec la diminution de la distance d'échantillonnage par rapport aux troncs.

# 2-METHODOLOGIE

## Zone d'étude

Localisation de la zone d'étude

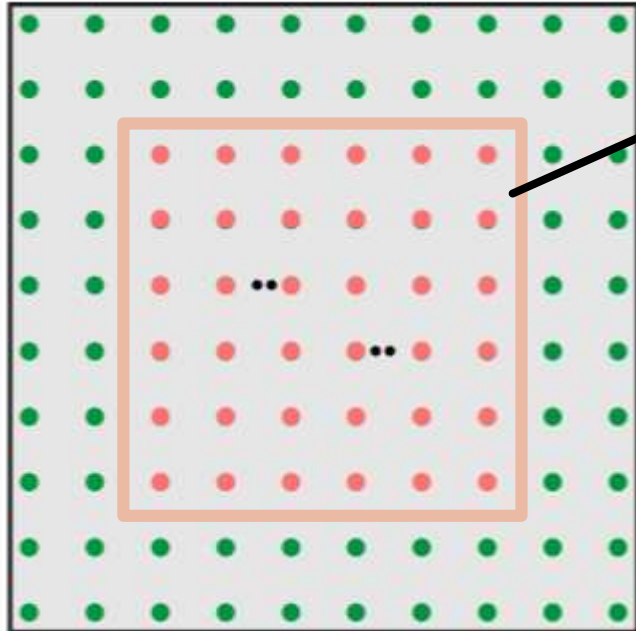


- Plantation de peuplier hybride de **14 ans**
- Dispositif constitué de **3 blocs** comprenant chacun des **parcelles monoclonales** (10 x 10 arbres)



# 2-METHODOLOGIE

## Mesures dendrométriques (été 2021)



Parcelle monoclonale

Quadrat de 6\*6 arbres (36):

- Diamètre à hauteur de poitrine (DBH)
- Hauteur des arbres



calcul de l'accroissement annuel moyen ( $m^3 ha^{-1} an^{-1}$ )

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



Sélection de **5 clones** ayant des productivités différentes :

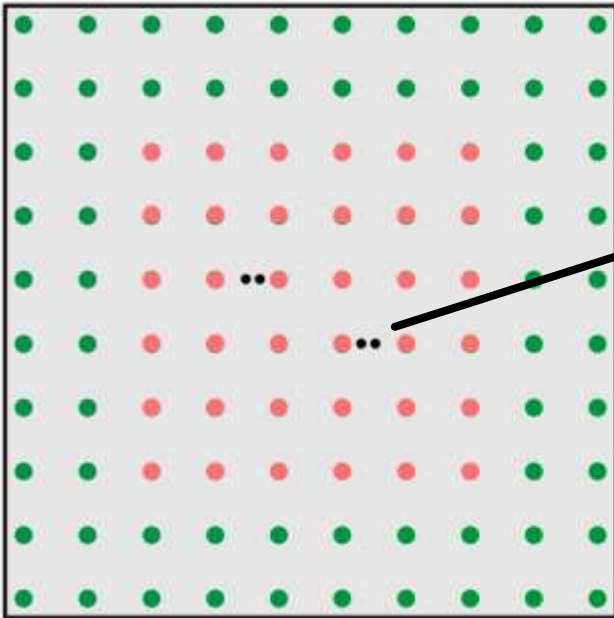
- **747210** (*P. balsamifera* x *P. trichocarpa*),
- **915005** (*P. maximowiczii* x *P. balsamifera*),
- **1079** (*Populus* x *jackii* (*P. balsamifera* x *P. deltoides*)),
- **915319** (*P. maximowiczii* x *P. balsamifera*) and
- **DN2** (*P. deltoides* x *P. nigra*).



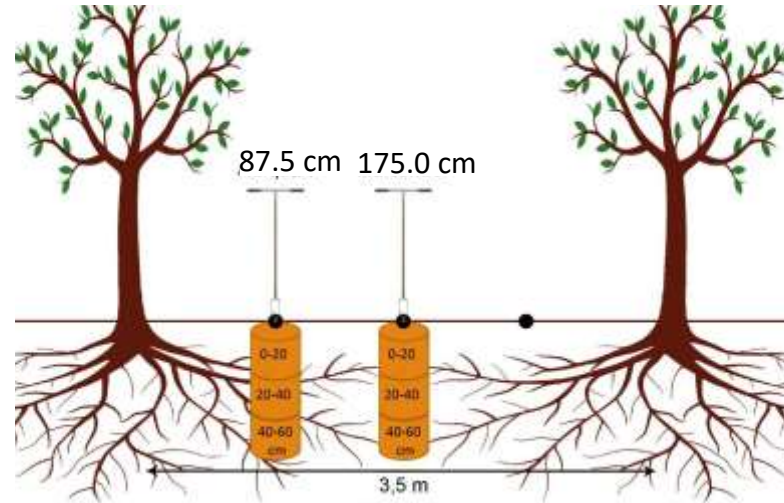


# 2-METHODOLOGIE

## Prélèvement de sols et analyse en laboratoire



Parcelle monoclonale



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**)



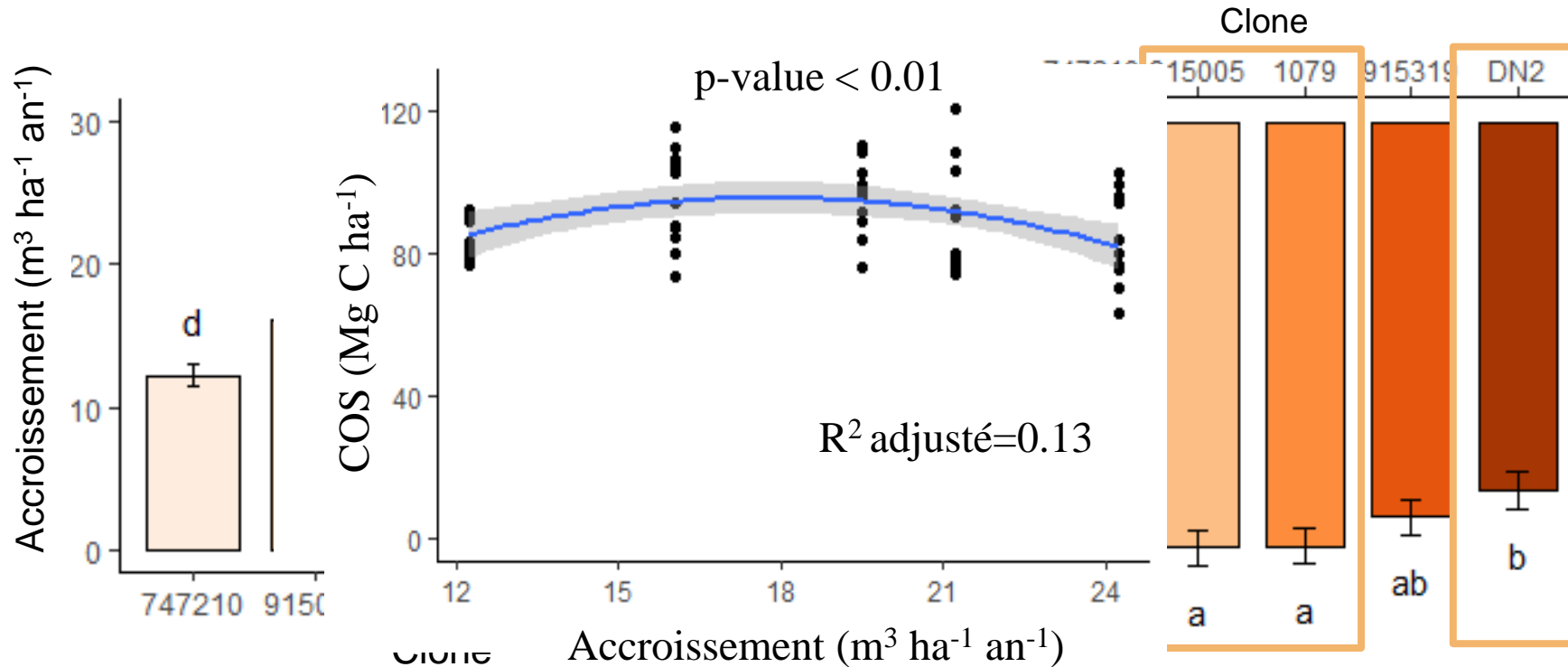
Analyse des concentrations **en C et en N** par combustion sèche (CNS-1000)

$$\text{Stock de COS} = [C] \times DA \times p \times 0.1$$

**Analyse statistique** : Modèles linéaires mixtes et méthode post hoc emmeans

# 3-RESULTATS

## Productivité et stock total de COS (0-60 cm)

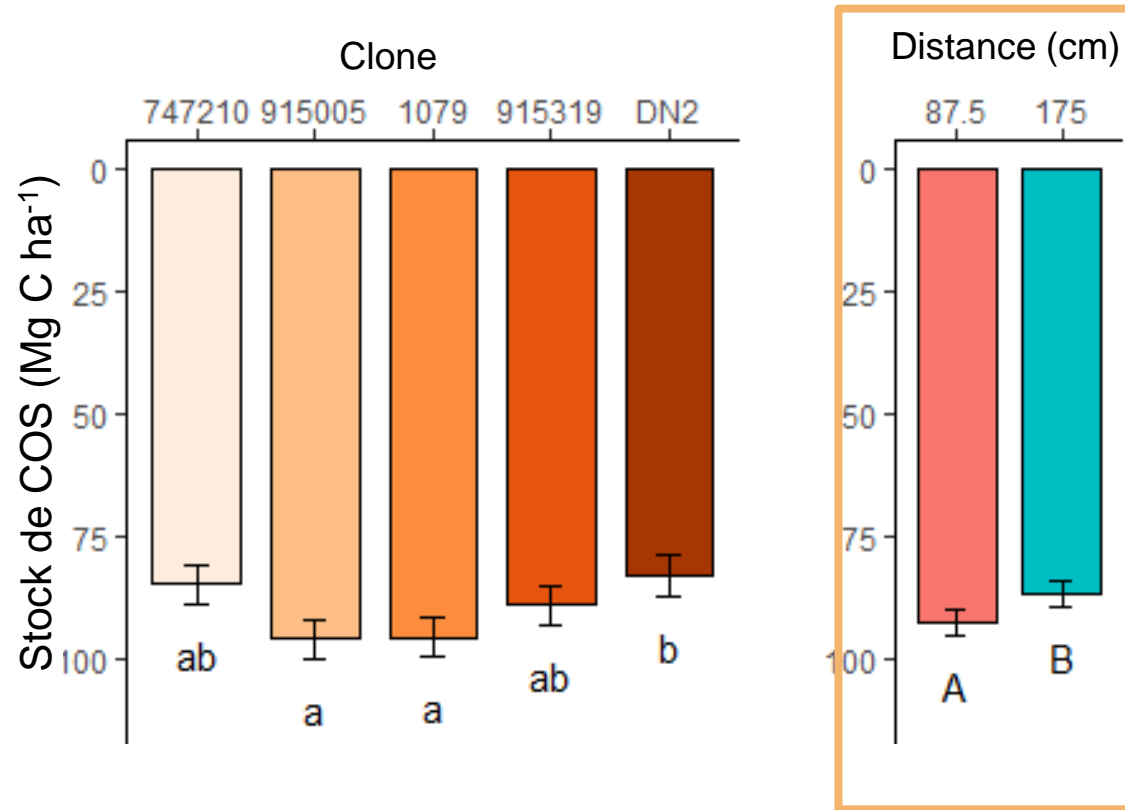


- Le clone le plus productif (**DN2**) a stocké **moins de COS** que les clones à productivité moyenne **1079 et 915005**.
- Le clone le moins productif (**747210**) a stocké **moins de COS** que les autres clones, mais pas de différence significative.

=>**Relation non linéaire** entre la productivité et le stock de COS

# 3-RESULTATS

## Effet de la distance

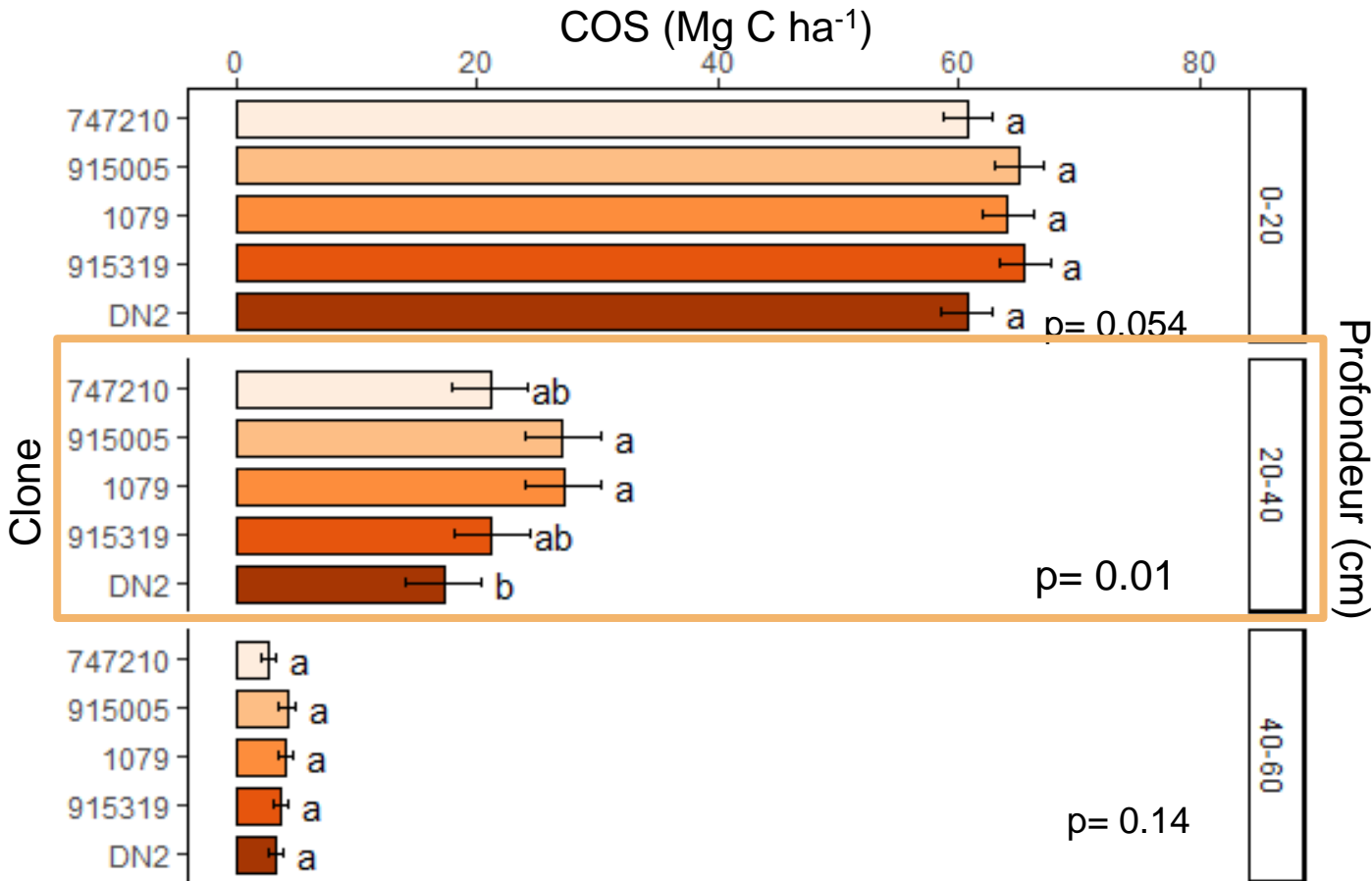


Les stocks totaux de **COS** ont augmenté de **6 %** lorsque la distance d'échantillonnage était **plus proche du tronc**.



# 3-RESULTATS

## Stock de COS dans chaque profondeur



-Les stocks de COS étaient plus importants dans les premières **20 cm du sol** et diminuaient rapidement **avec la profondeur**.

-Les différences de stock de **COS** entre les clones ont été principalement observées dans la **profondeur de 20-40 cm**.

-Dans la profondeur de **40-60 cm**, les stocks de SOC étaient significativement **faibles** pour tous les clones.

# 3-RESULTATS

## C/N et densité apparente

Profondeur (cm)	Clone	C/N	Densité apparente (g cm <sup>-3</sup> )
0-20	747210	11.32(±0.17) b	1.05(±0.02) a
	915005	11.61(±0.17) ab	1.00(±0.02) a
	1079	11.88(±0.17) a	1.00(±0.02) a
	915319	11.36(±0.17) b	1.05(±0.02) a
	DN2	11.66(±0.17) ab	1.01(±0.02) a
20-40	747210	10.06(±0.46) ab	1.22(±0.04) a
	915005	10.76(±0.46) a	1.22(±0.04) a
	1079	10.43(±0.46) ab	1.17(±0.04) a
	915319	9.61(±0.46) ab	1.25(±0.04) a
	DN2	9.46(±0.46) b	1.22(±0.04) a

- **0-20 cm** : Le clone le moins productif avait un **ratio C/N du sol plus faible** que le clone à productivité moyenne 1079
- **20-40 cm** : le clone le plus productif avait un **ratio C/N du sol plus faible** que le clone à productivité moyenne 915005
- Pas de différence significative de la densité apparente du sol

# 4-DISCUSSIONS

## Importance de la productivité sur le COS

**Le clone le plus productif (DN2) a stocké moins de COS :**

Non cohérent avec **notre 1ère hypothèse** et d'autres études qui ont prédit que l'augmentation de la productivité aérienne conduit à une augmentation de la séquestration du C du sol (Peichl et al., 2006 ; Weslien et al., 2009).

- ❑ le taux de **décomposition** de la MO pourrait être plus élevé (rapport C/N du sol plus faible) (Berg et al., 1998 ; Taylor et al., 1989 ; Yu et al., 2019)
- ❑ Il pourrait fournir plus de **MO labiles et de haute qualité**.
- ❑ Par l'ajout de nouveau C labile, plus de **priming effect** qui stimule la décomposition de **MO déjà stables** (Cheng et al., 2014 ; Jansson & Hofmockel, 2020).



# 4-DISCUSSIONS

## Importance de la productivité sur le COS

**Le clone le moins productif (747210) a également stocké moins de COS :**

Apport moins de MO dans l'horizon superficiel du sol ou **taux de décomposition plus élevé** de la MO (faible rapport C/N dans le 0-20 cm ) (Taylor et al., 1989 ; Yu et al., 2019).

- Bref, les clones les plus et les moins productifs fourniraient plus de **MO facilement décomposables**  
(=>moins de COS)
- La qualité** de la MO pourrait être un meilleur indicateur de la séquestration de COS que **la productivité** des arbres (Mueller et al., 2015).

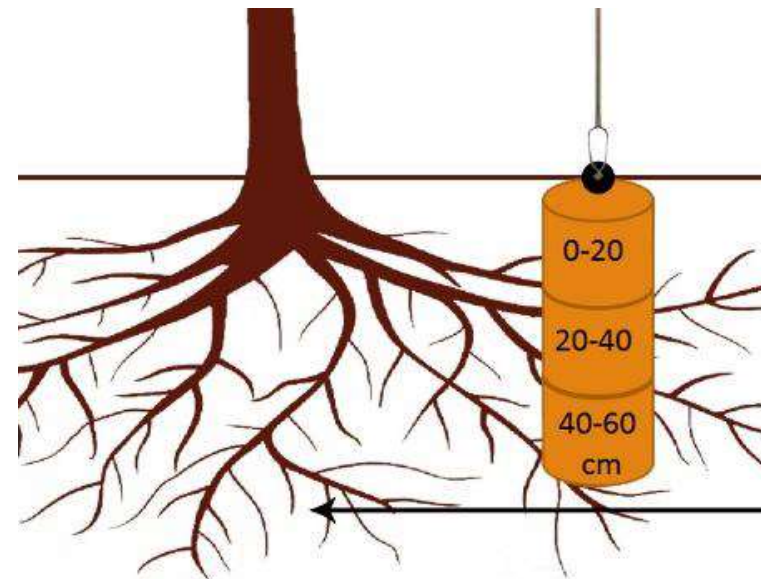
# 4-DISCUSSIONS

## Contribution des racines sur le COS

-La différence dans les COS entre les clones a été principalement observée dans l'horizon plus profond **20-40 cm**.

-**Les racines** peuvent être des sources importantes de MO dans l'horizon profond (Rumpel et Kögel-Knabner, 2011).

Différence dans les COS entre les clones a été due **aux racines**



# 4-DISCUSSIONS

## Contribution des racines sur le COS

- Pour **le clone le plus productif** (moins de COS) : **plus de racines fines** qui ont des **taux de respiration et de décomposition plus élevés** que les racines grossières (Desrochers et al., 2002, Roumet et al., 2016) ou qui ont de l'exsudation racinaire plus importante conduisant au **priming effect** (Dijkstra et al., 2006)
  - Pour **les clones à productivité moyenne** (plus de COS) : racines plus **résistantes à la décomposition** ou plus riches en **composés récalcitrants (lignine)** (de Boer et al., 2005 ; Zak et al., 2006).
- => **variation de traits racinaires** entre les clones, conduisant à des différences dans le COS



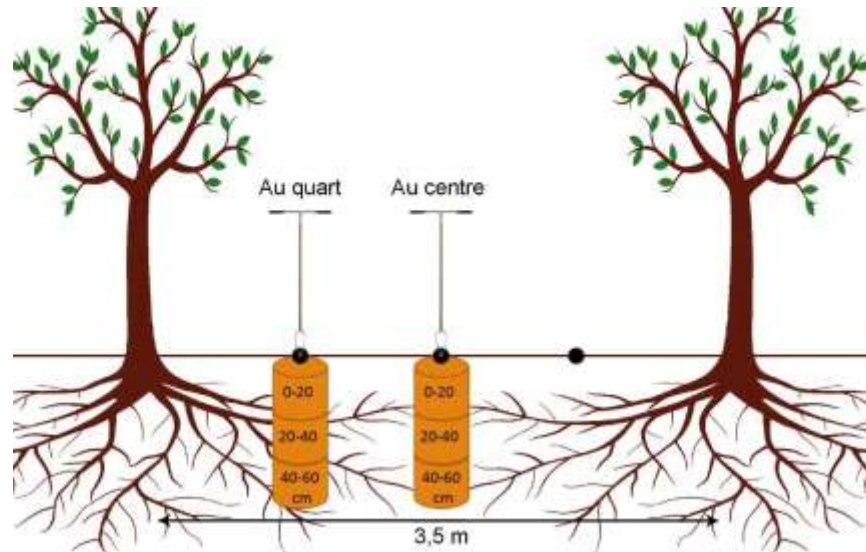
# 4-DISCUSSIONS

## Contribution des racines sur le COS

Les COS ont **augmenté** lorsque la distance d'échantillonnage était **plus proche du tronc**:

-conforme à notre **2ème hypothèse** et à l'étude de Howlett et al. (2011) en raison de la **canopée** qui augmente l'apport en litière.

- Confirme **la contribution des racines** sur le COS puisqu'elles sont plus abondantes près du tronc.



# 5-CONCLUSION

## 5 points à retenir

Pour nos arbres à croissance rapide :

1. La relation entre la productivité des arbres et le stock de COS **n'était pas linéaire**.
2. La **distance** par rapport aux arbres a eu un effet significatif sur le COS.
3. Les clones à productivité moyenne (1079 et 915005) ont **stocké plus de COS** car ils favoriseraient **un taux de décomposition plus faible** de la MO.
4. La séquestration du COS pourrait dépendre davantage **de la qualité de la MO** que de la productivité des arbres.
5. Nous suggérons que **les racines** ont contribué de manière significative à la séquestration du COS (horizon profond).

=> Prochaine étape: lien entre **traits racinaires** et la **séquestration du COS**

“

# MERCI DE VOTRE AIMABLE ATTENTION !

”

”

## CONTRIBUTEURS

### COMITÉ DE THÈSE

Annie Desrochers  
Vincent Poirier  
Jérôme Laganière  
Adam Gillespie

### STAGIAIRES

Élise Berthiaume  
Anne-Sophie Goyette  
Béatrice Dupuis  
Mathilde Joncas  
Patrice Blaney  
Michel Guimond  
Guillaume Tougas



# Références

- Comas L, Bouma T, Eissenstat D (2002) Linking root traits to potential growth rate in six temperate tree species. *Oecologia* 132:34–43. <https://doi.org/10.1007/s00442-002-0922-8>
- Derrien D, Dignac M-F, Basile-Doelsch I, et al (2016) Stocker du C dans les sols : Quels mécanismes, quelles pratiques agricoles, quels indicateurs ? *Etude Gest Sols* 32
- FAO (2019) Recarbonization of global soils
- Howlett DS, Moreno G, Mosquera Losada MR, et al (2011) Soil carbon storage as influenced by tree cover in the Dehesa cork oak silvopasture of central-western Spain. *J Environ Monit* 13:1897. <https://doi.org/10.1039/c1em10059a>
- IPCC (2014) *Climate Change 2014, Synthesis Report: Summary for Policymakers*
- Panchal P, Preece C, Peñuelas J, Giri J (2022) Soil carbon sequestration by root exudates. *Trends Plant Sci* S1360138522001303. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2022.04.009>
- Sokol NW, Kuebbing SaraE, Karlsen-Ayala E, Bradford MA (2019) Evidence for the primacy of living root inputs, not root or shoot litter, in forming soil organic carbon. *New Phytol* 221:233–246. <https://doi.org/10.1111/nph.15361>
- Teklay T, Chang SX (2008) Temporal changes in soil carbon and nitrogen storage in a hybrid poplar chronosequence in northern Alberta. *Geoderma* 144:613–619. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2008.01.023>

# Références

- Truax B, Gagnon D, Fortier J, Lambert F (2014) Biomass and Volume Yield in Mature Hybrid Poplar Plantations on Temperate Abandoned Farmland. *Forests* 5:3107–3130. <https://doi.org/10.3390/f5123107>
- Wang Y, Zhang C, Zhang G, et al (2019) Carbon input manipulations affecting microbial carbon metabolism in temperate forest soils – A comparative study between broadleaf and coniferous plantations. *Geoderma* 355:113914. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.113914>
- Weslien J, Finér L, Jónsson JÁ, et al (2009) Effects of increased forest productivity and warmer climates on carbon sequestration, run-off water quality and accumulation of dead wood in a boreal landscape: A modelling study. *Scand J For Res* 24:333–347. <https://doi.org/10.1080/02827580903085171>