



Impact de l'incertitude des composantes des stocks de carbone des sols sur l'évaluation de leur variation temporelle.

Le cas du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS)

Léo Maciotta: M2 STE parcours SGE

Encadrants: Priscia Oliva, Line Boulonne, Manuel Martin

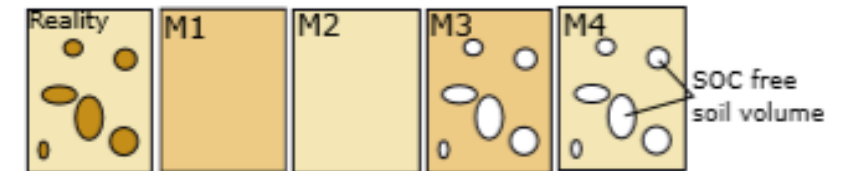
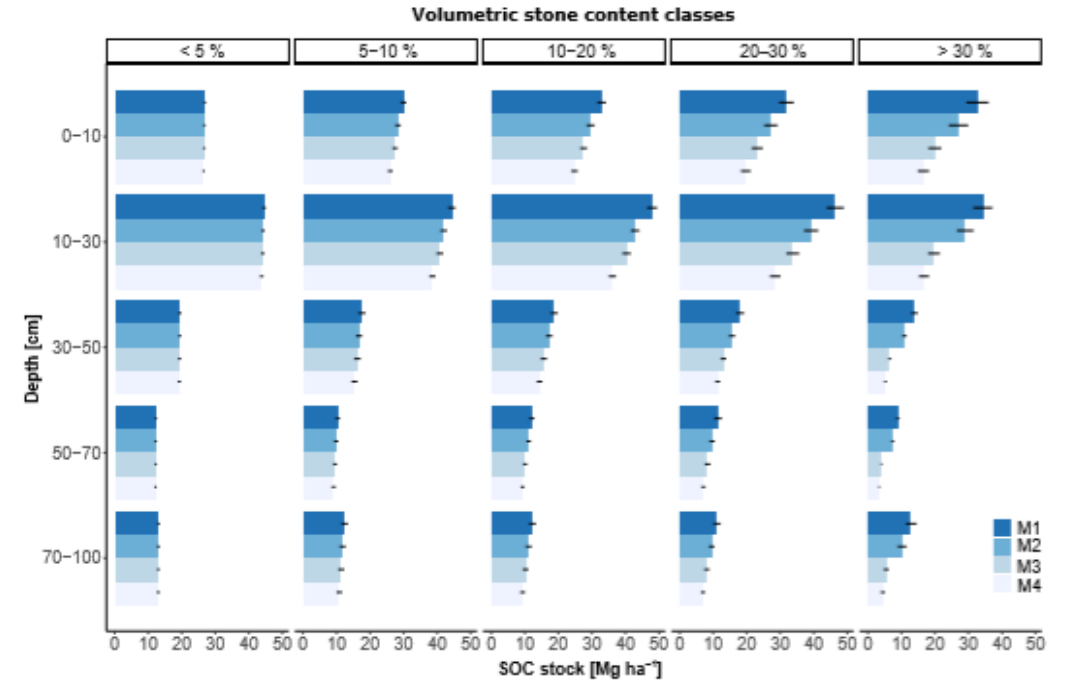
Comité de suivi: Nicolas Saby, Claudy Jolivet

Problématique de l'estimation des stocks de carbone organique

$$Stock_{carbone} =$$

$$\frac{Épaisseur * [Carbone_{terre\ fine}] * DA * (1 - teneur\ en\ EG)}{100}$$

- Difficulté d'estimation de la teneur en **éléments grossiers** (teneur en EG) et problématique de leur prise en compte dans les calculs.
- Impact des **méthodes de prélèvement** des échantillons et de **l'occupation des sols**.
- Impact du **traitement** et de **l'analyse** des échantillons en laboratoire.
- Erreur liée au **changement d'échelle** des résultats.
- Nécessité d'observer des **évolutions dans le temps**: puits/émissions de carbone (stockage/destockage).



Poeplau et al 2017.

- M1= calcul à partir de la masse de sol sans EG
- M2= calcul à partir du volume de sol avec la masse d'EG
- M3=calcul à partir de la masse de sol avec le volume d'EG
- M4= calcul à partir du volume de sol avec le volume d'EG

Site n° 2313
(Dorres)



Objectifs

- Constituer une base de données pour calculer et comparer **les stocks de carbone des deux campagnes**. Réaliser un inventaire.
- Analyser l'effet des **protocoles d'échantillonnage** sur les valeurs de **densité apparente (DA)**, teneur en **Eléments Grossiers** (teneur en EG) et de **stocks de carbone organique**.
- Evaluer l'impact de l'incertitude des données de DA et teneur EG sur l'évolution **entre les deux campagnes** des stocks.
- Proposer et discuter les premières estimations de stock de carbone organique **pour la deuxième campagne**.

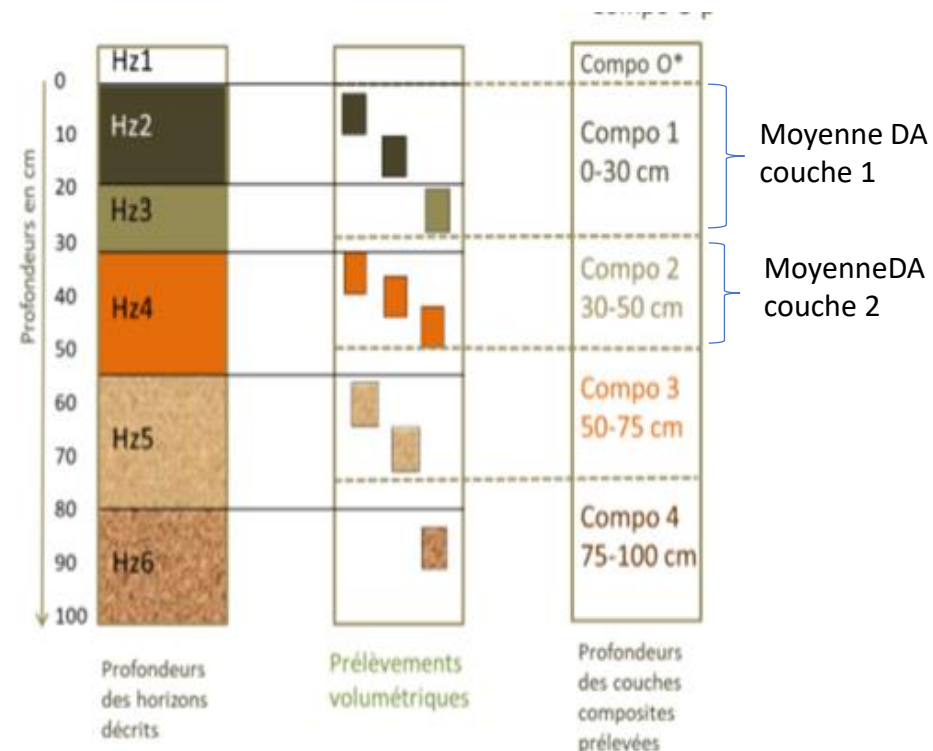
Source: P. Oliva, 2018, fosse du site RMQS de Dorres (66)

Méthode d'analyse des résultats



- **Analyse des données sur R** (avec l'interface R studio) par moyenne sur chaque couche.
- **Tests du student** (t.test) réalisés pour l'analyse statistique de données RMQS et les comparaisons par campagnes (**différence significative : $p_value < 0,05$**). Comparaison des données par des **t.test de données appariés**.

- Régression Linéaire pour observer la tendance des évolutions des données avec des R^2 .
- Observations et comparaisons des stocks de carbone entre les deux campagnes
- Analyses plus précises en référence aux sites en Occitanie (possibilité de considérer d'autres paramètres).



Les différents jeux de données

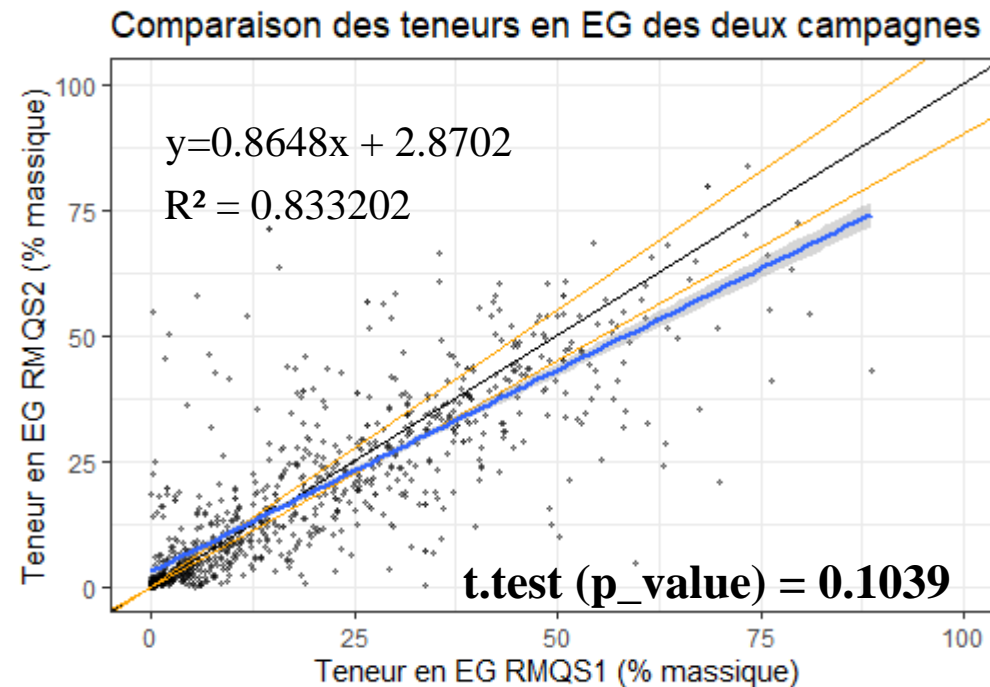
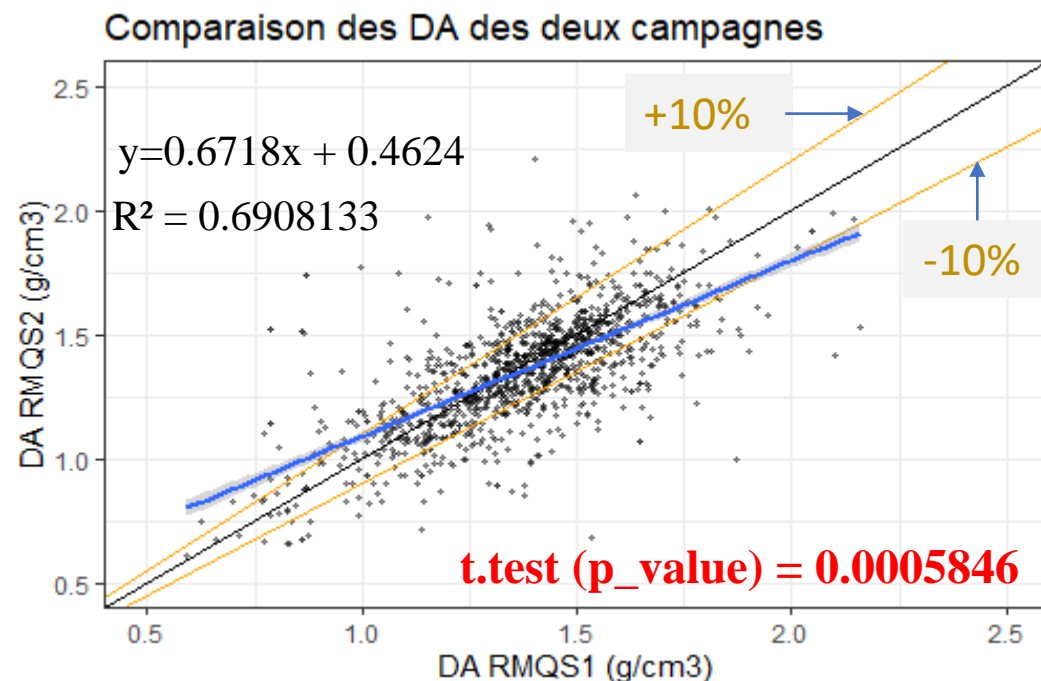
- **A** : Sites et échantillons pour lesquels les données volumétriques sont disponibles en deuxième campagne (de 2016 jusqu'à Août 2020).
- **B** : Sites et échantillons pour lesquels les données de teneur en carbone organique sont disponibles en deuxième campagne. (sites de l'année 2016)
- **F** : Sites et échantillons pour lesquels des données volumétriques sont disponibles en deuxième campagne et des données de teneur en carbone en première campagne.

Données	Nombre de site	Nombre de couche
A	690	1164
B	132	231
F	680	1094

Résultats des données volumétriques

t.test positif -> p_value < 0,05 (différence significative)

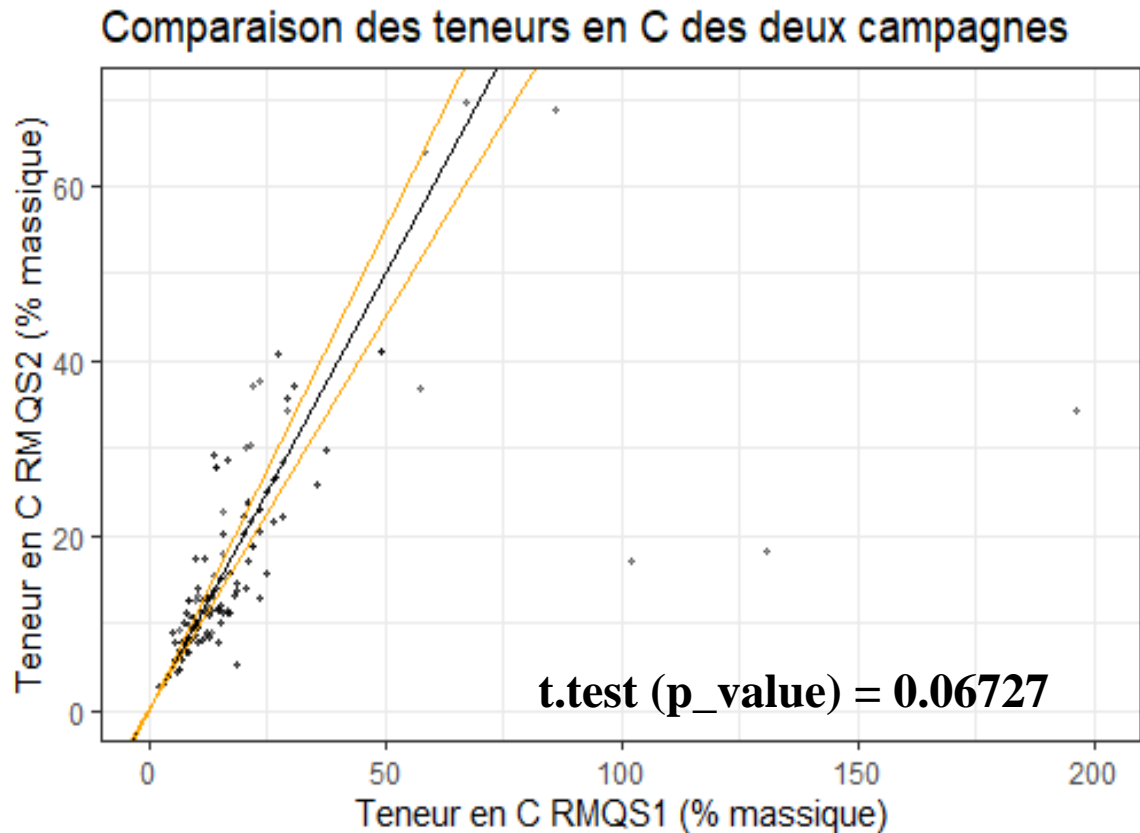
t.test négatif -> p_value > 0,05 (pas de différence significative)



(Données A). 690 sites et 1164 couches

- Légère diminution des valeurs de DA en deuxième campagne (0,02 g/cm³ de diminution en moyenne).
- Pas de différences significatives entre les deux campagnes des teneurs en EG sur l'ensemble des sites échantillonnés pour le moment en deuxième campagne. Un grand nombre de valeurs proches de zéro.

Résultats des teneurs en carbone organique

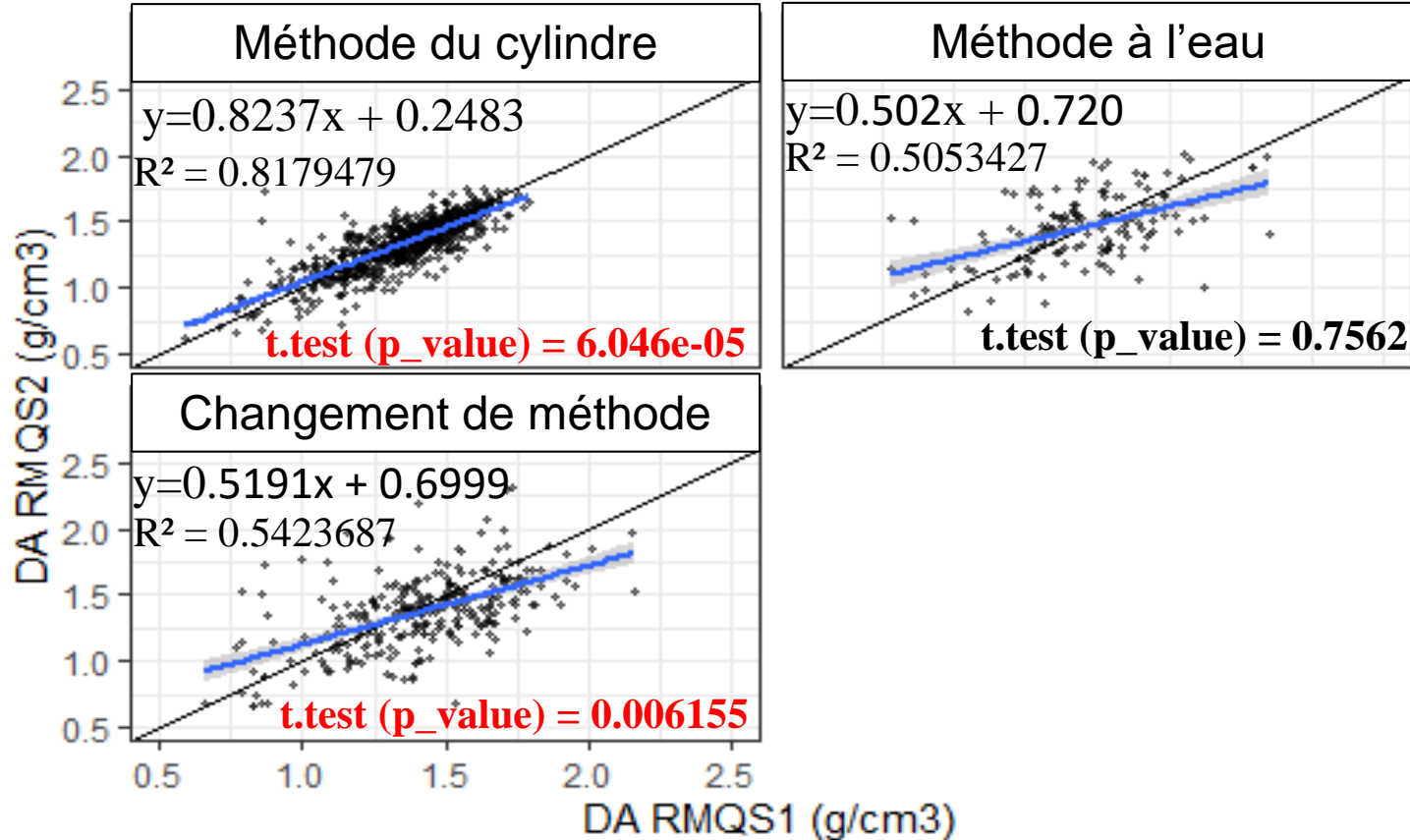


(Données B). **132** sites et **231** couches

- Il n'y a **pas de différence significative** entre les deux campagnes
- Quelques cas avec de fortes variations
- **Pas suffisamment d'échantillons** pour évaluer précisément l'**évolution** des teneurs en carbone organique.

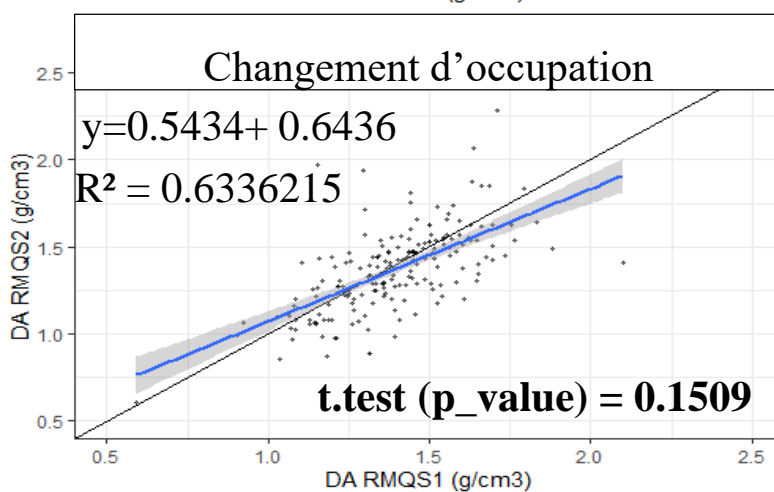
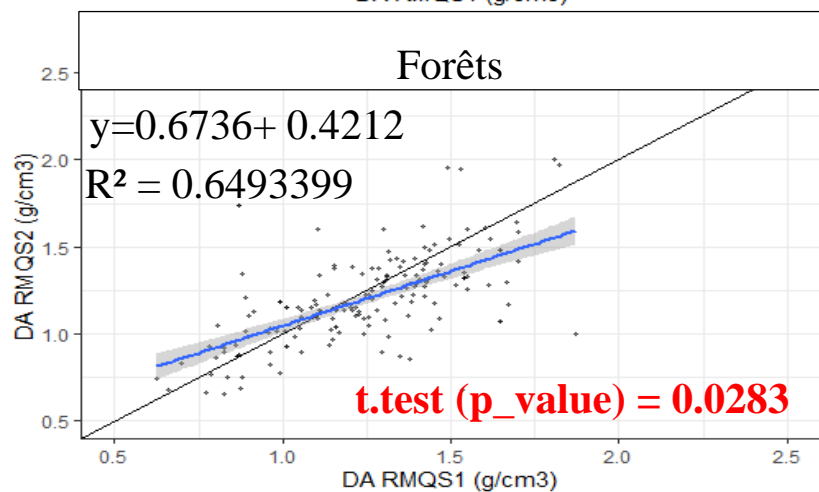
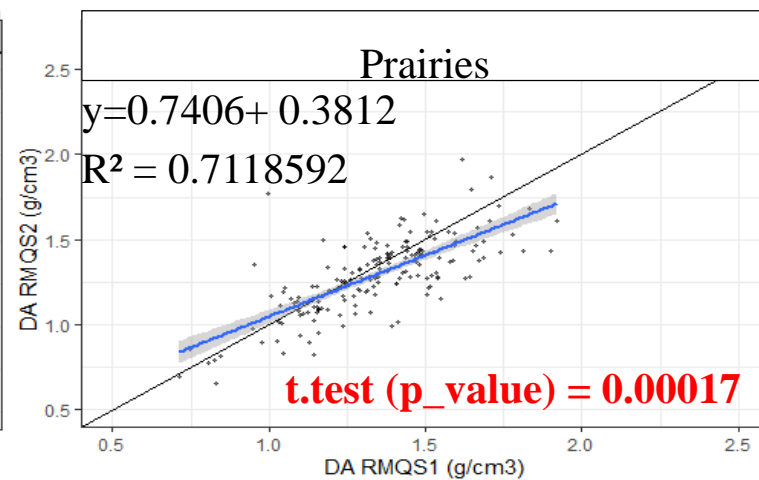
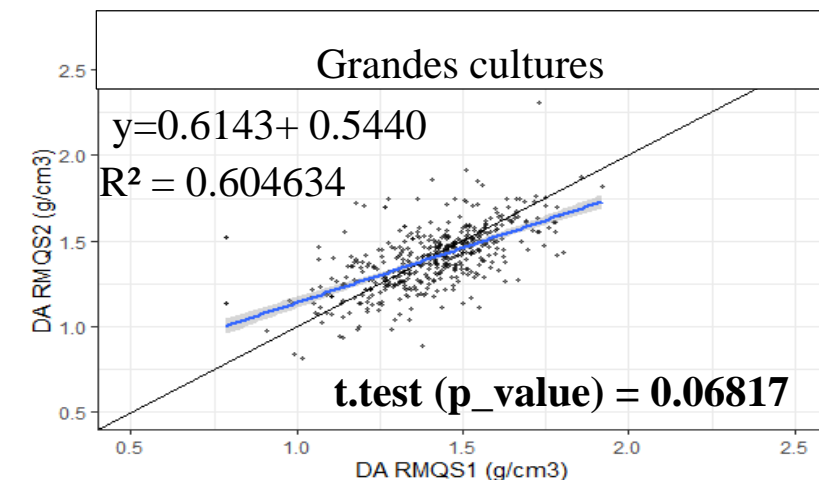
Impact de la méthode de prélèvement

Comparaison des DA des deux campagnes



- La méthode du cylindre donne des **valeurs plus reproductibles** ($R^2=0,8$) que les autres méthodes pour les valeurs de DA. On observe graphiquement une **plus grande variabilité avec la méthode à l'eau et un changement de méthode.**
- La méthode du cylindre et un changement de méthode montrent statistiquement une **différence de DA.**
- **Conserver la méthode au cylindre** lorsque celle-ci a été utilisée pour la campagne précédente et lorsqu'il y a la possibilité de le faire.

Impact de l'occupation des sols



- Les sites en prairies semblent donner **des valeurs de DA plus reproductibles** que les sites forestiers ou ceux ayant vécu un changement d'occupation.
- Les sites sous prairies et forestiers montrent une **diminution des DA entre les deux campagnes**, visible graphiquement également pour ces deux occupations.

Cas de l'Occitanie



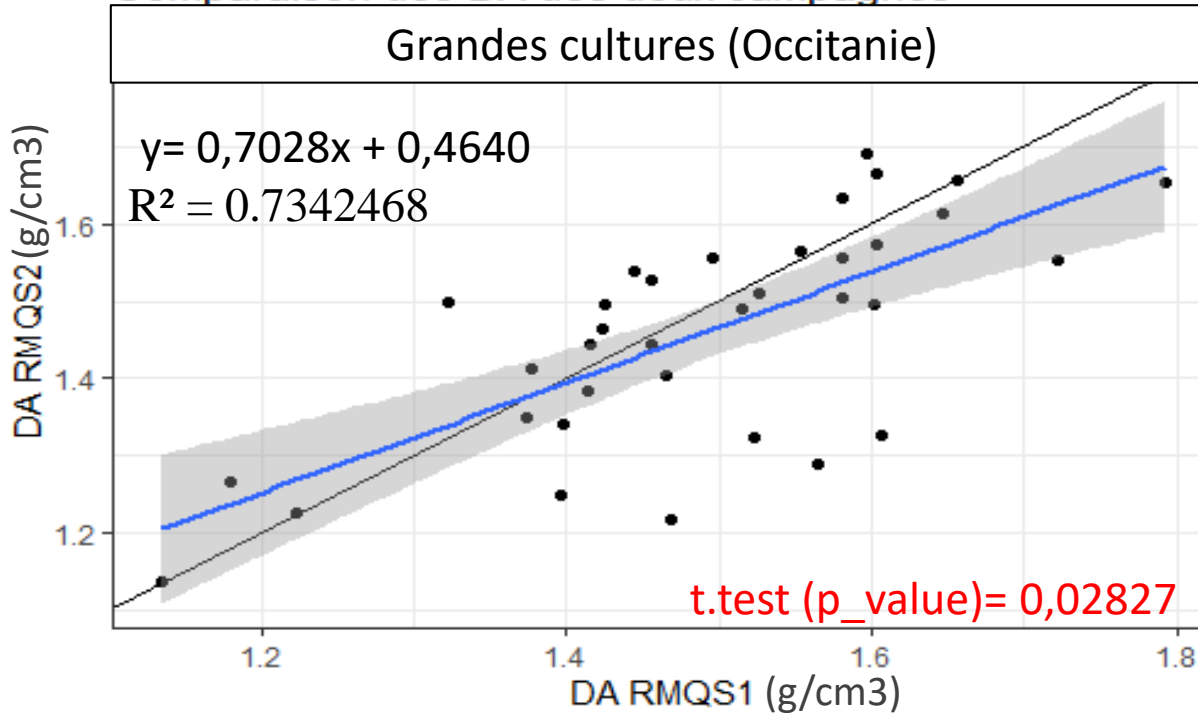
Site 1876



- Baisse des DA en **grandes cultures** en Occitanie
- Observation plus précise site par site
- Une majorité de sites avec une baisse de DA ont été prélevés après un **travail du sol récent** en RMQS2

Comparaison des DA des deux campagnes

Grandes cultures (Occitanie)



20 sites et 35 échantillons en grande culture en Occitanie.

⇒ **Importance de la prise en compte du travail du sol!**

Calculs des stocks de carbone (tC/ha): Différences des données volumétriques et de carbone des 2 campagnes

- 3 calculs différents réalisés:

- Calcul du stock de la première campagne avec les données carbone et volumétriques RMQS1 (Données F) correspondant au stock 1:

$$\text{Stock 1} = \frac{\text{Epaisseur} * [\text{Carbone terre fine RMQS1}] * DA_{\text{RMQS1}} * (1 - \text{teneur en EG}_{\text{RMQS1}})}{100}$$

- Calcul du stock de la 1^{ère} campagne avec les données carbone de la 1^{ère} campagne et volumétriques de la 2^{ème} campagne (Données F) correspondant au stock 2

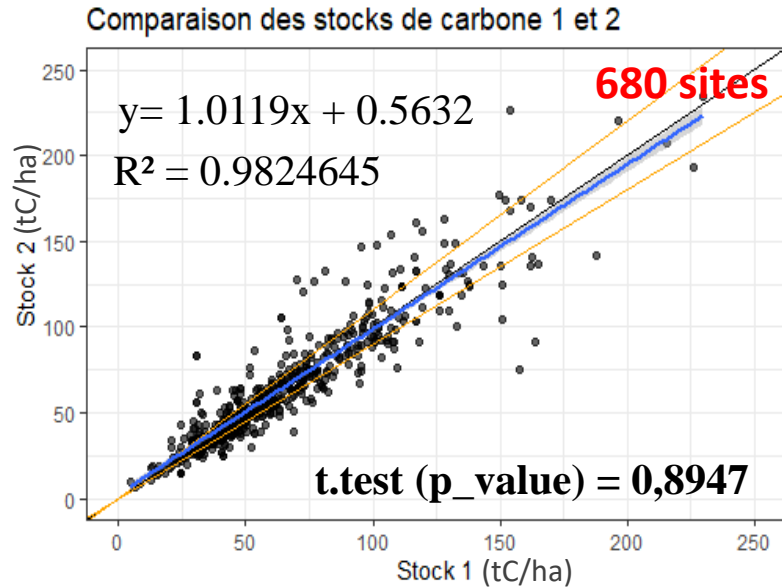
Calcul du stock de la 1^{ère} campagne avec les données carbone 1^{ère} campagne et volumétrique RMQS2 (Données B) correspondant au stock 2:

$$\text{Stock 2} = \frac{\text{Epaisseur} * [\text{Carbone terre fine RMQS1}] * DA_{\text{RMQS2}} * (1 - \text{teneur en EG}_{\text{RMQS2}})}{100}$$

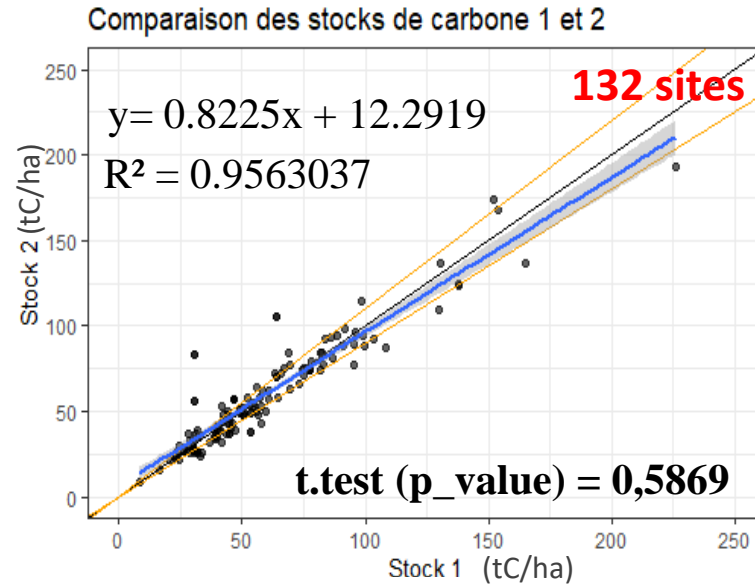
- Calcul du stock de la 2^{ème} campagne avec les données carbone et volumétriques de la 2^{ème} campagne (Données B) correspondant au stock 3:

$$\text{Stock 3} = \frac{\text{Epaisseur} * [\text{Carbone terre fine RMQS2}] * DA_{\text{RMQS2}} * (1 - \text{teneur en EG}_{\text{RMQS2}})}{100}$$

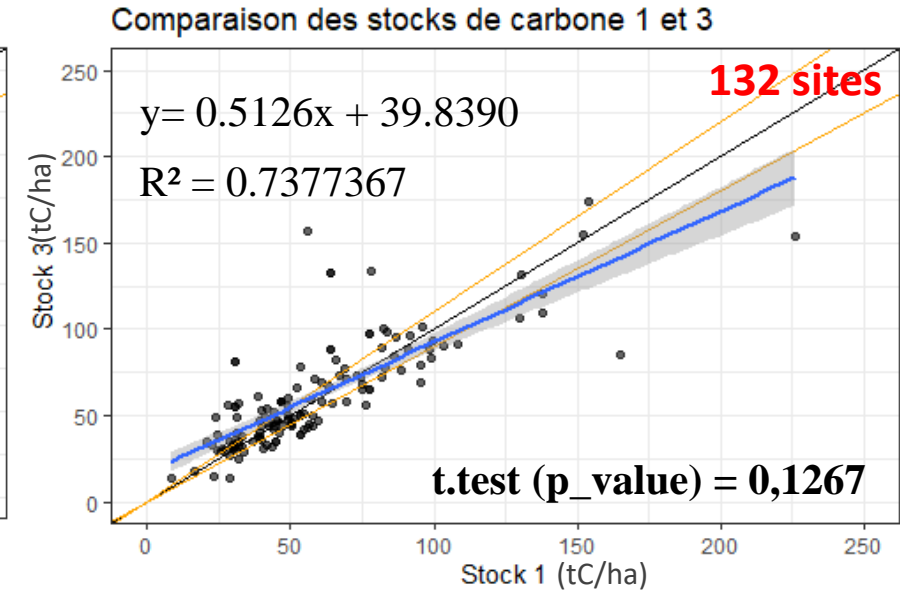
Résultats des stocks de carbone organique



(Données F). 680 sites et 1094 couches sont concernés ici.



(Données B). 132 sites et 231 couches sont concernés ici.



(Données B). 132 sites et 231 couches sont concernés ici.

- Plus forte variabilité entre les deux campagnes avec le troisième calcul de stock.
- Pas de différence significative observée entre les deux campagnes (quelque soient les calculs).
- Les résultats restent préliminaires compte tenu du faible nombre d'échantillons analysés pour les valeurs de teneur en carbone organique en RMQS2.

Cas des sites BIOSOIL

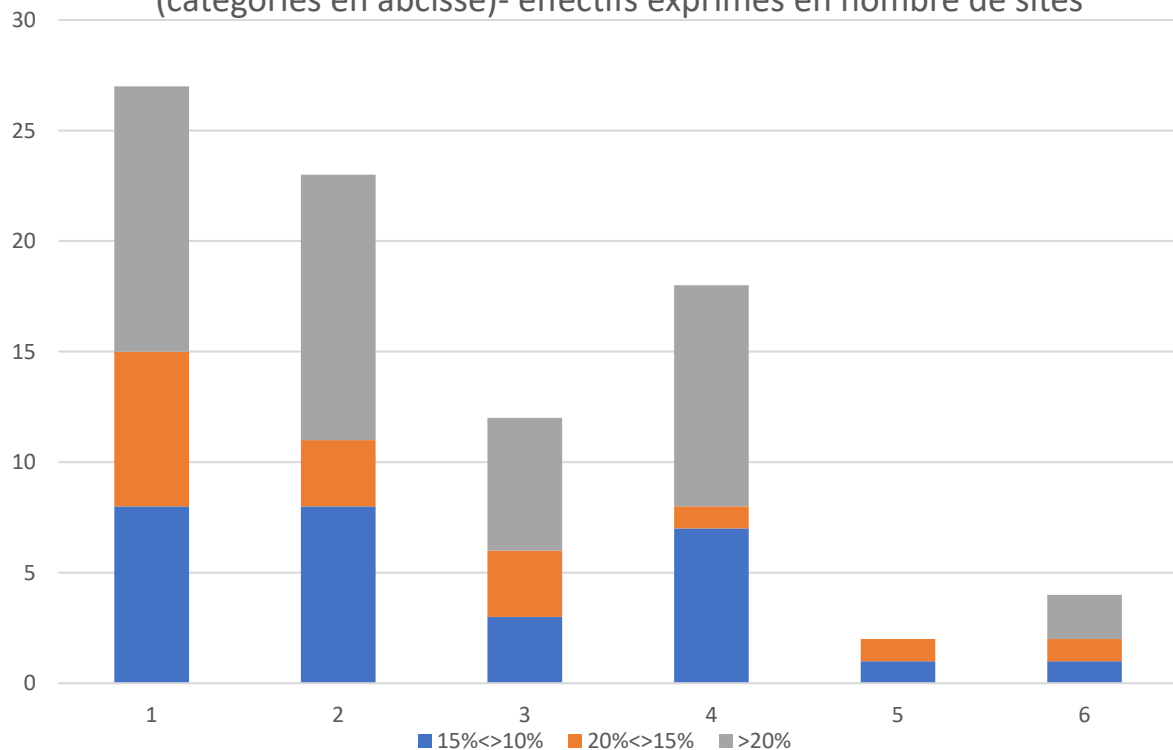


- Différents cas de réimplantations observés
- Réimplantations avec bornes RMQS, piquets BIOSOILS, arbres repères et sans : incertitude sur la réimplantation avec parfois des sites déplacés.
- Pas de différences significatives lorsque la réimplantation du site n'est pas identique entre les deux campagnes.

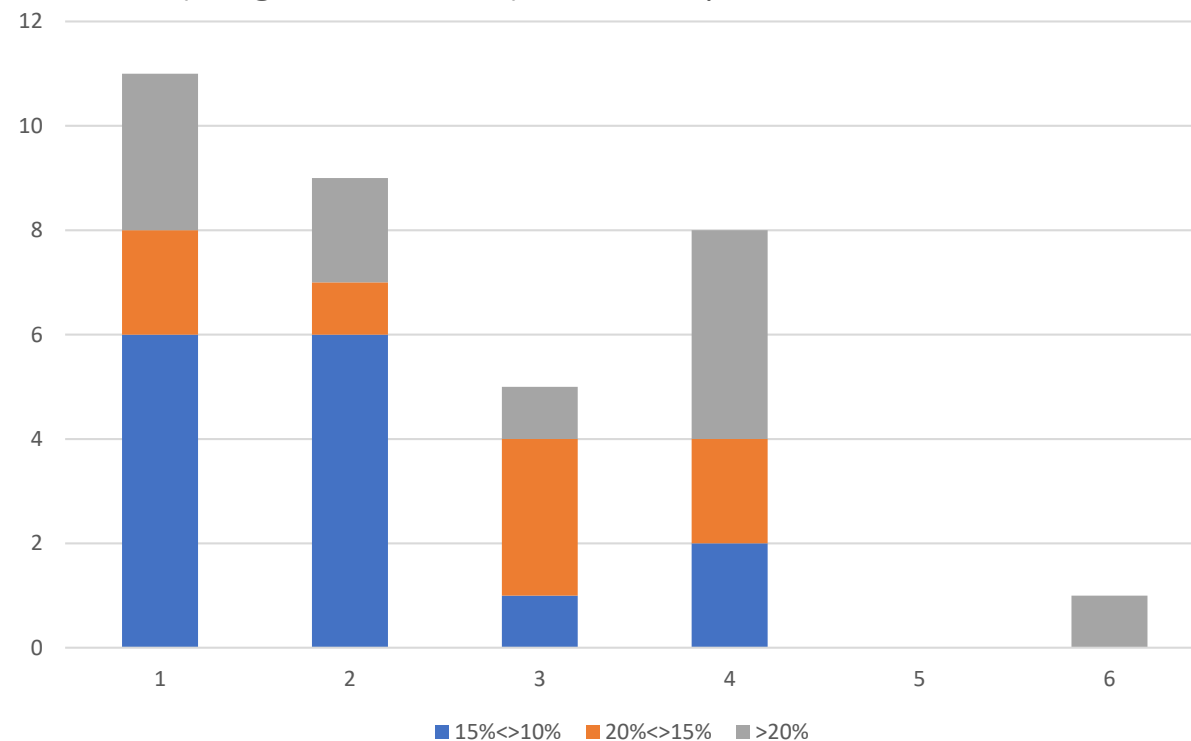


Cas des sites BIOSOILS

Répartition des écarts de DA entre couches 0-30 cm RMQS1 et couches 0-30 cm RMQS2 (séries de couleurs) des sites RMQS-BIOSOIL selon les catégories de ré-implantation (catégories en abscisse)- effectifs exprimés en nombre de sites



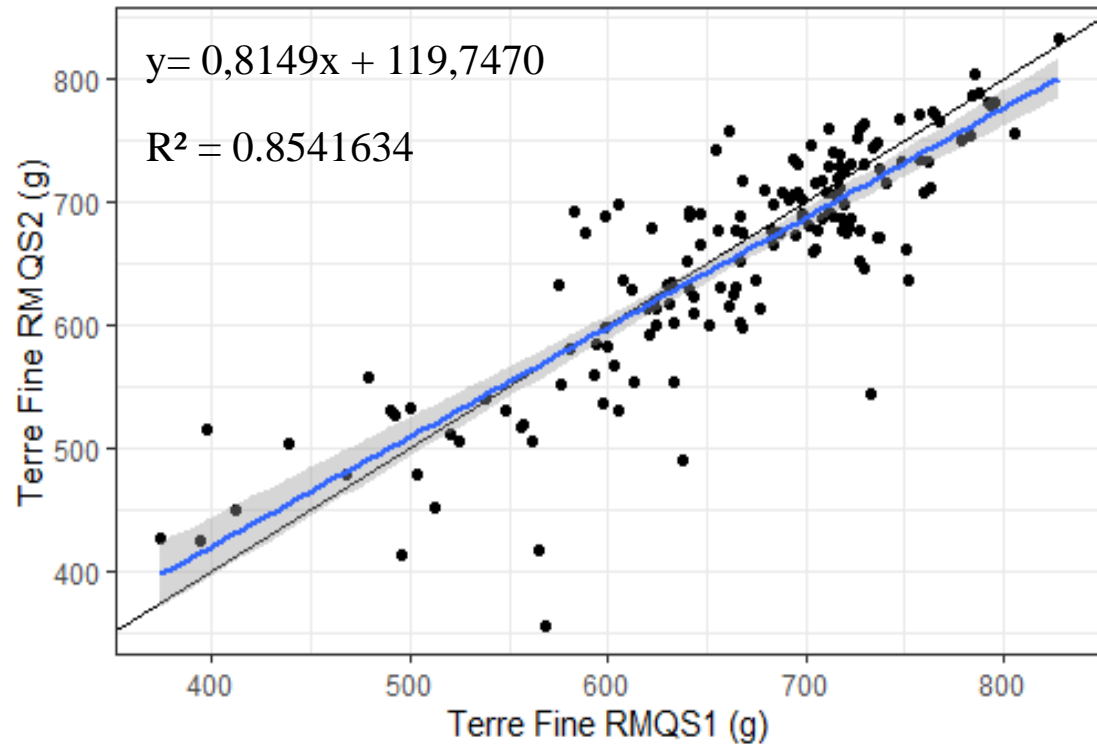
Répartition des écarts de teneur en EG entre couches 0-30 cm RMQS1 et couches 0-30 cm RMQS2 (séries de couleurs) des sites RMQS-BIOSOIL selon les catégories de ré-implantation (catégories en abscisse)- effectifs exprimés en nombre de sites



Répartition des écarts des données de DA et de teneur en EG entre les deux campagnes par type de réimplantation (1 réimplantation la plus précise entre les deux campagnes et 5 déplacement du site en RMQS2)

Impact de l'absence de mesure des EG en RMQS2

Comparaison des masses de terre fine



- **Masse EG RMQS1 < 50g** : pas de mesure de la teneur en EG en RMQS2 quand il n'y a pas de changement d'occupation, de changement de méthode ou de re-description du site/fosse.
- 86 sites (158 couches) dont les EG n'ont pas été mesurés en RMQS2.
- Quelques sites avec une **forte variation de masse de terre fine (>20%)**, sites: 51, 413, 918, 1652, 1958.

Conclusions

- **Faible diminution des DA en deuxième campagne**, statistiquement significative avec la méthode du cylindre et un changement de méthode.
- En revanche **Pas de différence** significative des teneurs en EG et de teneur en carbone. Influence des faibles teneurs en EG.
- **Pas de différence** significative observée des stocks de carbone sur les sites analysés disponibles en campagne 2 pour le moment.
- Essayer de conserver au maximum la méthode au cylindre lorsqu'il est possible de le faire.

- Importance de **signaler** et de spécifier les **changements d'utilisation et d'état** du sol par rapport à la 1ère campagne et donner une estimation visuelle des EG le cas échéant.
- Ne pas hésiter à **redécrire la fosse** lorsque les informations obtenues en RMQS1 ne correspondent pas en RMQS2 (ex: EG)



Manuel RMQS2 (2018)



Hypothèses, ouvertures

- La diminution de la DA peut être due à différents facteurs:
 - Travail du sol différent entre les 2 campagnes
 - Variabilité spatiale de la DA (changement de l'emplacement de la fosse)
 - Facteur humain/opérateur
- Compensation de la baisse de DA par une faible augmentation des teneurs en EG? en carbone organique?

RMQS1



RMQS2



Site n° 2020
(Masnau Massugues)

**Merci pour votre
attention!
Et merci pour votre accueil.**

DES QUESTIONS?