

# ➤ Le Carbone organique des sols

Le RMQS, quelles avancées scientifiques ? Quelles applications

Manuel Martin, Dominique Arrouays, Pierre Barré, Line Boulonne, Lauric Cécillon, Claire Chenu, Thomas Eglin, Bertrand Guenet, Jeroen Meersmans, Nicolas Saby

*(INRAE Infosol, ECOSYS, LSCE, ENS, ADEME)*

## ➤ A l'origine du RMQS

- Les problématiques carbone, dans l'ADN du RMQS, dès la mise en place du dispositif de prélèvement
- Conséquences du protocole de Kyoto, nécessité pour les états de se doter de dispositifs pour pouvoir suivre des variations de stock de carbone dans les sols
- Déjà, en début de première campagne, support de modélisations pour tester l'effet de changements de pratiques (Etude INRA 2002)



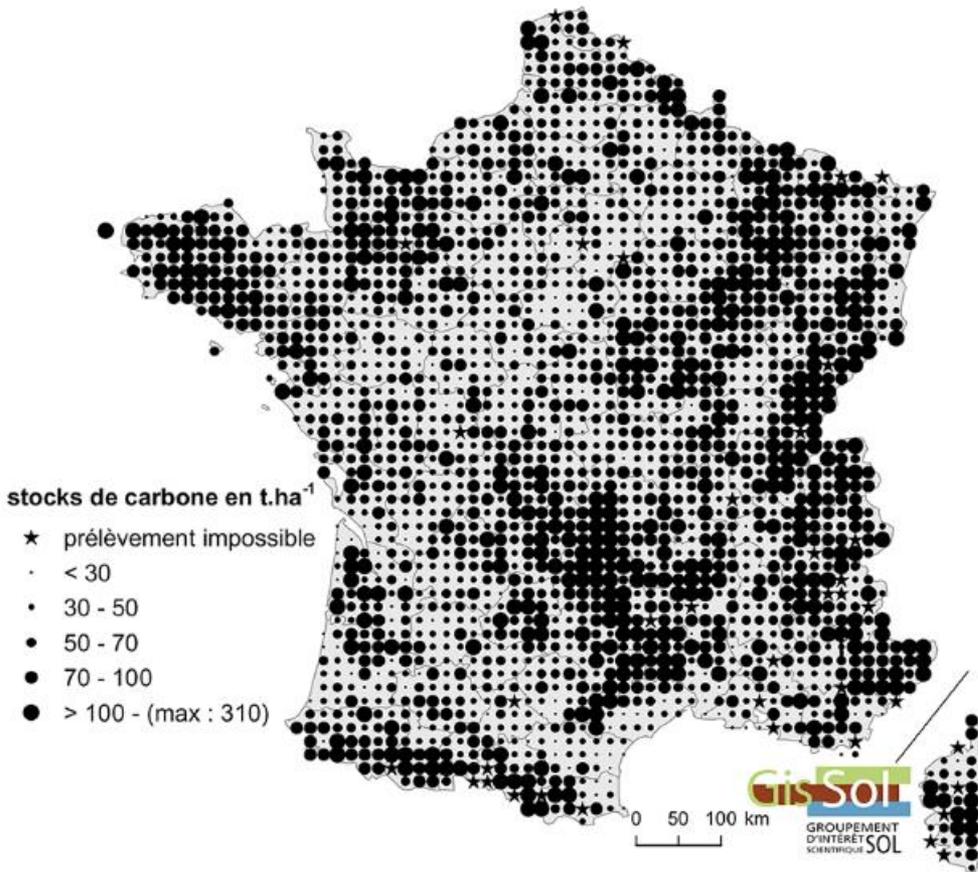
**INRAE**

RMQS, 20 ans, le Carbone Organique des Sols  
6 février 2020



# ➤ Campagne 1 : décrire l'existant

- Composites
  - Mesure des teneurs
  - Mesure des densités apparentes
- Fosses
  - Teneurs sur les horizons
- Informations sur la gestion des sols (grandes cultures et prairies)



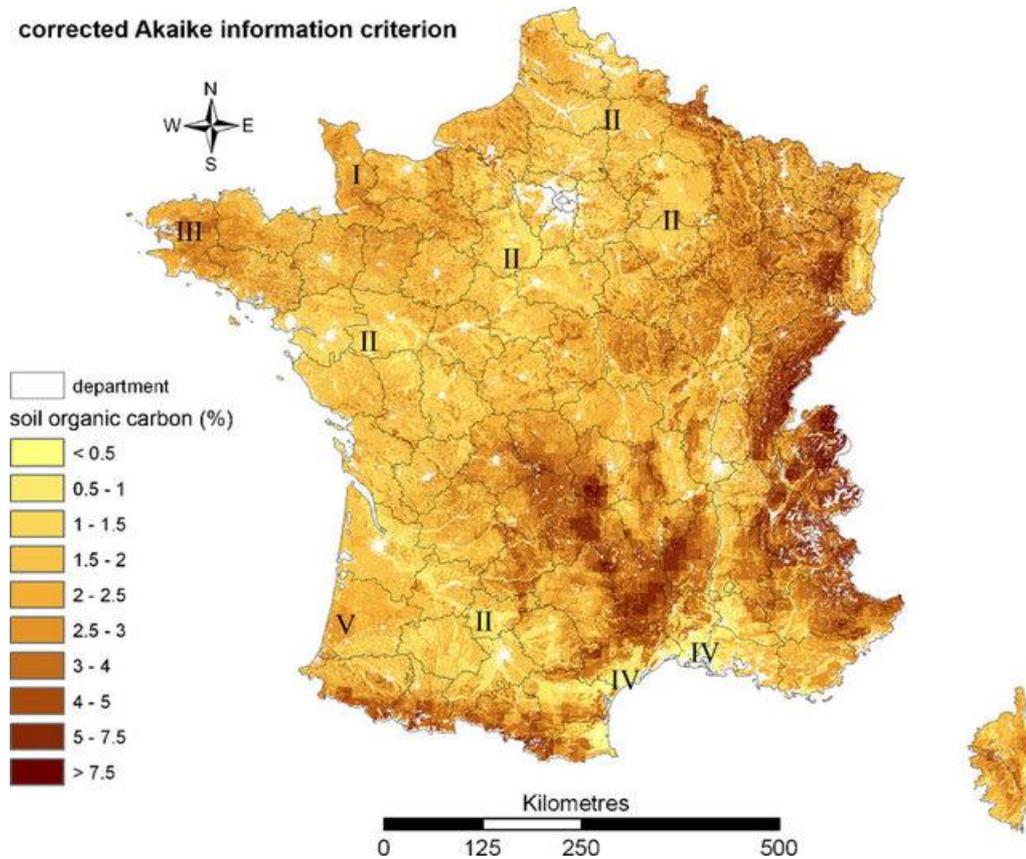
Source : Gis Sol, RMQS, 2010 ; IGN, Geofla®, 2006.

INRAE

RMQS, 20 ans, le Carbone Organique des Sols  
6 février 2020



# ➤ Premiers travaux de cartographie numérique



Martin et al. 2011, biogeosciences; Meersmans et al. 2012, Martin et al. 2014

# ➤ Etat comptable des stocks de COS

## Valorisation de la première campagne

- Puissance statistique du RMQS : utilisation d'une grille systématique, qui permet d'estimer de façon non biaisée les stocks en place
- Stocks de carbone totaux : **3,58** milliards de tonnes
- Stocks par grand type d'occupation du sol, par région, etc..

	Stock moyen de C 0-30 cm en t/ha	Ecart-type
Prairies permanentes	84,6	35,0
Terres arables	51,6	16,2
Forêts	81,0	35,4
Autres	79,0	nd



# ➤ De nombreuses applications

Valorisation de la première campagne

Outils d'aide à la décision territoriaux (rapport OMINEA, outil ALDO, ...) et plans d'action réalisés dans le cadre de la planification territoriale, en particulier des PCAET (ex: outil Climagri sur l'agriculture, outil GES Urba sur l'urbanisme ...).



Inventaires d'émissions de GES nationaux, l'évaluation de la stratégie nationale bas carbone (SNBC)



**INRAE**

RMQS, 20 ans, le Carbone Organique des Sols  
6 février 2020

Stockage de carbone dans d'autres travaux prospectifs climat-énergie (scénario AFTerres 2050, scénario TYFA de l'IDDRI, vision ADEME 2030-2050).

**Philippe Méresse** @Philoulyon · Jan 11  
Et voici après une petite recherche, les résultats de l'étude de l'@INRAE\_France sur le stockage du C dans les sols français [territoires-climat.ademe.fr/download/8-res...](https://territoires-climat.ademe.fr/download/8-res...)

**Valeur des stocks de carbone des sols sous différents modes d'occupation**

Le Tableau 1 et la Figure 2 présentent les stocks moyens de carbone des sols sous différents modes d'occupation, hors surfaces artificialisées. Les sols forestiers représentent 38% du stock total, ceux sous prairies permanentes 22%. Malgré un stock par hectare plus faible qu'en prairie permanente, les stocks sous grandes cultures et prairies temporaires représentent 26,5% du stock total du fait de l'importance des surfaces correspondantes.

	Stock de C Horizon 0-30 cm (tC/ha)	Surface (Mha)	Stock total Horizon 0-30 cm (MtC)
Prairie permanente	84,6 ± 35,0	9,3	790
Terres arables (grandes cultures et prairies temporaires)	51,6 ± 16,2	18,4	950
Forêts	81,0 ± 35,4	16,9	1 370
Autres	79,0	6,0	475
<b>TOTAL</b>		<b>50,6</b>	<b>3 585</b>

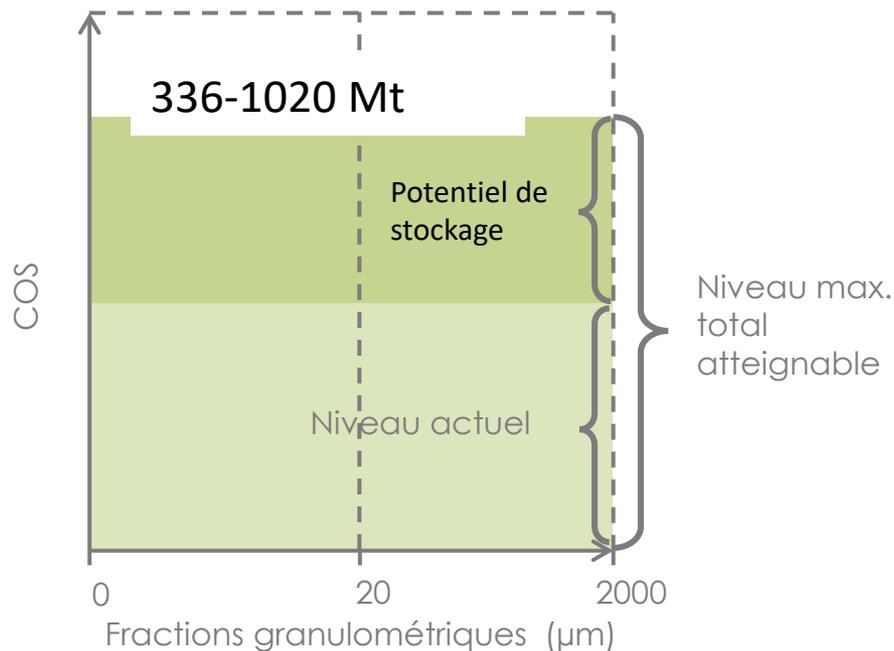
Tableau 1. Stock de carbone par mode d'occupation du sol pour l'horizon 0-30 cm (données RMQS - GIS Sol)



# ➤ Le COS, une propriété complexe qui évolue dans le temps

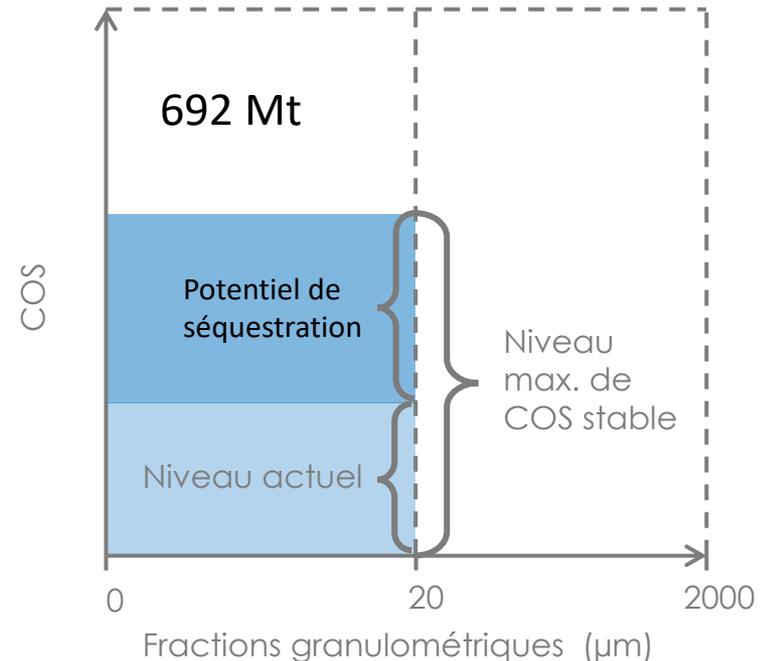
Valorisation de la première campagne

Potentiel de stockage



Chen et al., 2019. Sci. Tot. Env.

Potentiel de séquestration (notion de durée)



Chen et al., 2018. Sci. Tot. Env.

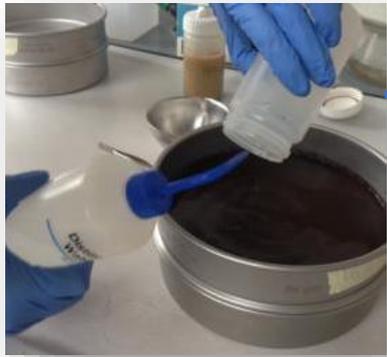
**INRAE**

RMQS, 20 ans, le Carbone Organique des Sols  
6 février 2020

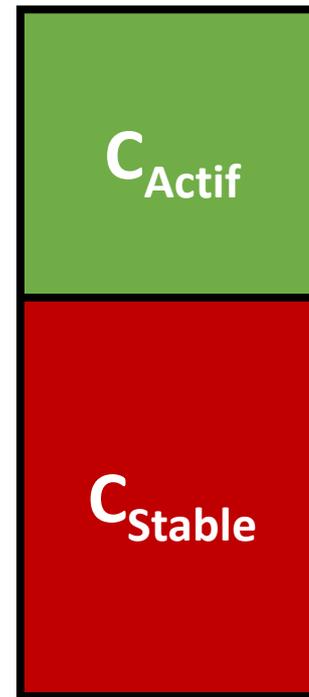
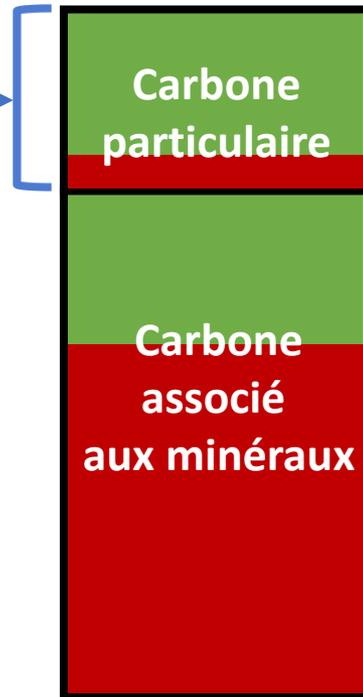


# ➤ Perspectives Concernant la stabilité du carbone

Valorisation de la première campagne



Fractionnement  
granulométrique  
sur 1200 sites



Rock-Eval®  
Tous sites RMQS



■  $C_{\text{Stable}}$  : carbone organique stable à l'échelle du siècle (sensu modèle AMG; Clivot et al., 2019)

■  $C_{\text{Actif}}$  : carbone organique actif à l'échelle du siècle (sensu modèle AMG ; Clivot et al., 2019)

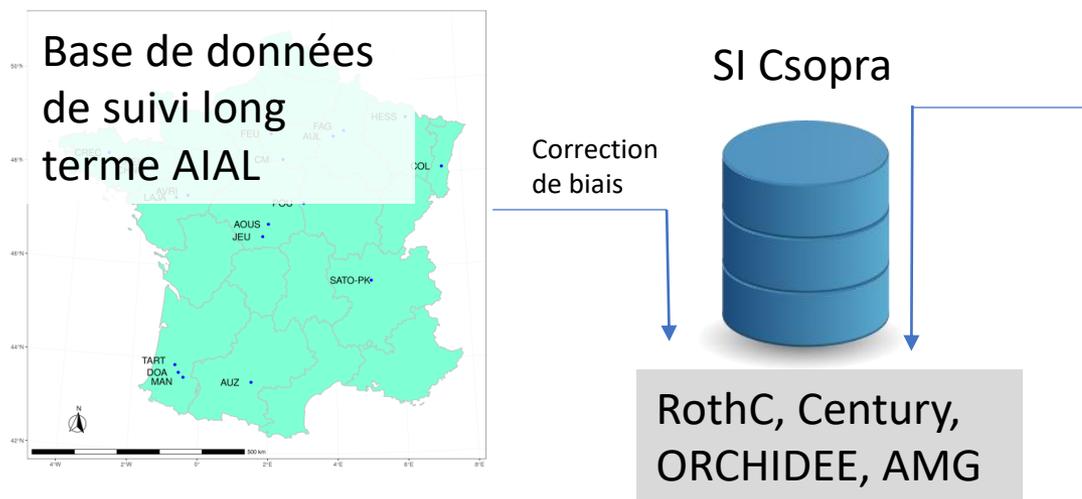
INRAE

RMQS, 20 ans, le Carbone Organique des Sols  
6 février 2020



# Utilisation de modèles de la dynamique du COS

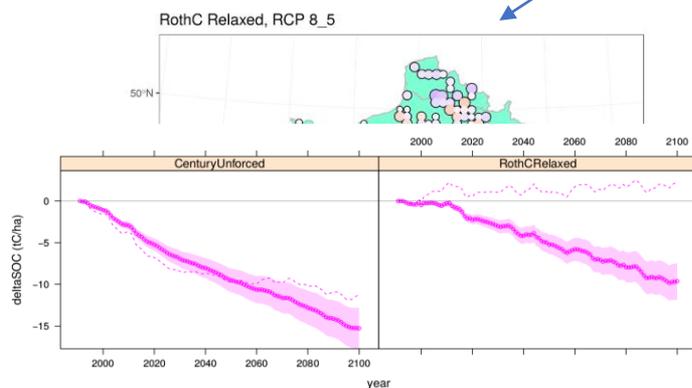
Valorisation de la première campagne



Données RMQS

- Sol
- Successions culturales + pratiques

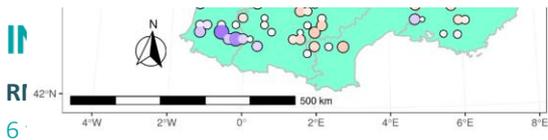
Enquêtes pratiques agricoles + Teruti



## Evaluation ?

Mesure de variations de stock

$$\Delta COS = COS_{rmqs2} - COS_{rmqs1}$$



## ➤ Variations du COS : la deuxième campagne

- Pourquoi ces données sont attendues :
  - Il n'existe actuellement aucune source permettant d'établir de façon robuste des statistiques sur les variations de COS pour les forêts et les prairies (étude INRA 4p1000)
  - Les sources pour les grandes cultures sont incomplètes et leur biais est inconnu (BDAT)
- Elles ne suffiront vraisemblablement pas à expliquer les tendances observées, mais :
  - L'analyse statistique des variations conjointes entre variations de COS et variations des facteurs liés au sol, au climat et à la gestion donneront des éléments de réponse
  - Sous réserve de pouvoir renseigner la gestion des sites RMQS, l'application de modèles de dynamique du C permettra
    - De valider les modèles pour des applications locales et globales
    - D'améliorer notre compréhension des mécanismes et de se projeter dans le futur

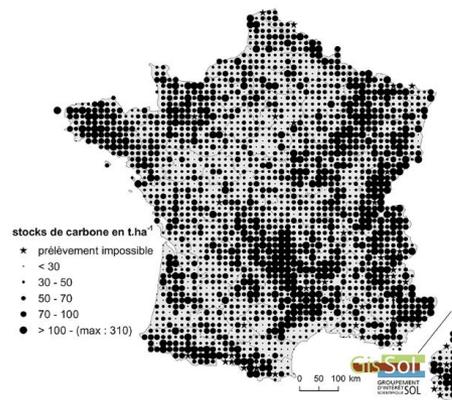


# ➤ En matière de suivi carbone, le RMQS est unique!



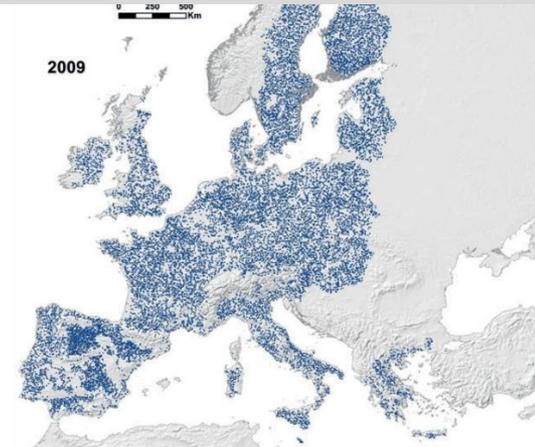
Détail de l'information

Robustesse du dispositif



Source : Gis Sol, RMQS, 2010 ; IGN, Geofa®, 2006.

LUCAS Soil (2009, 2015, 2018)



- Puissance statistique
- Données qui portent sur plusieurs composantes des écosystèmes
  - gestion des sites (à maintenir, voire renforcer)
  - composante biologique (notamment microbiologique)
- Le RMQS, un attracteur de projets, entre autres sur la matière organique

**INRAE**

RMQS, 20 ans, le Carbone Organique des Sols  
6 février 2020



**INRAE**

➤ **MERCI aux équipes du RMQS  
et du conservatoire**

manuel.martin@inrae.fr



**INRAE**

➤ **MERCI à vous pour votre attention!**

manuel.martin@inrae.fr



INRAE



INRAE

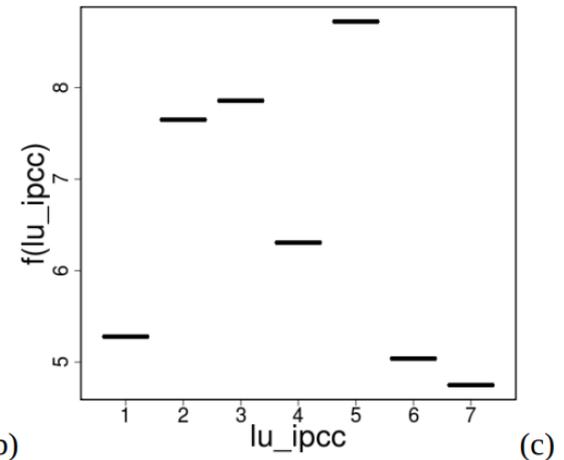
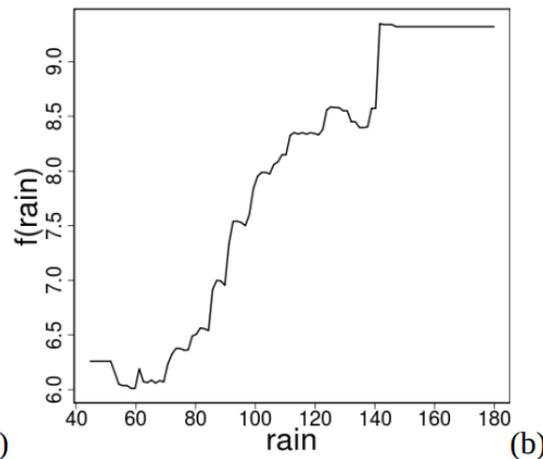
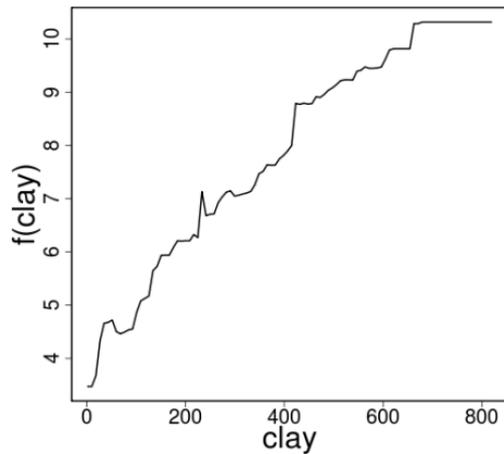


INRAE



# ➤ Comprendre l'effet des déterminants du COS

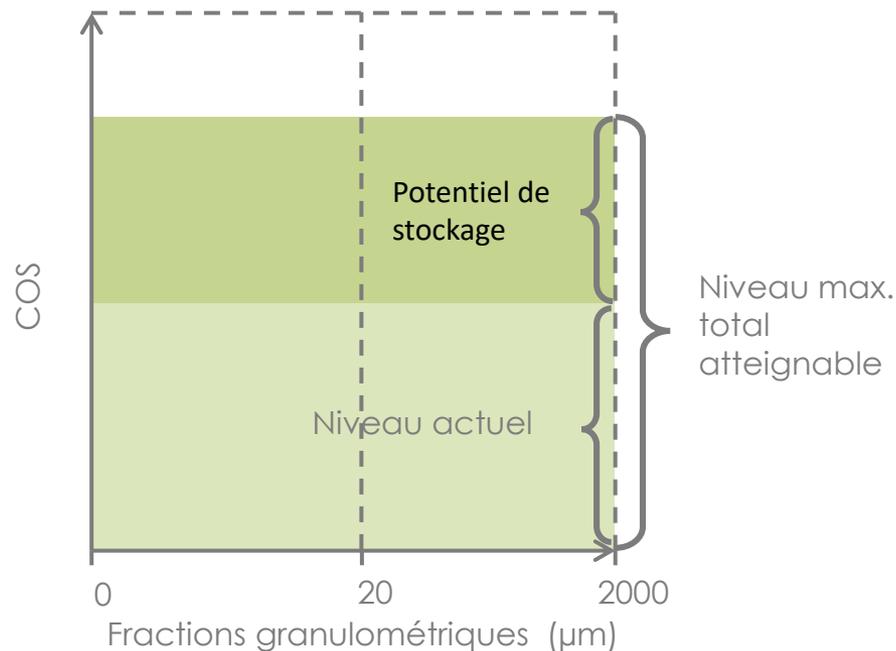
- Intérêt de la grande variabilité des situation pour mettre en évidence les relations entre le carbone organique et :
  - les autres propriétés pédologiques
  - les déterminants climatiques
  - la gestion des sols.



# ➤ Le COS, une propriété complexe qui évolue dans le temps

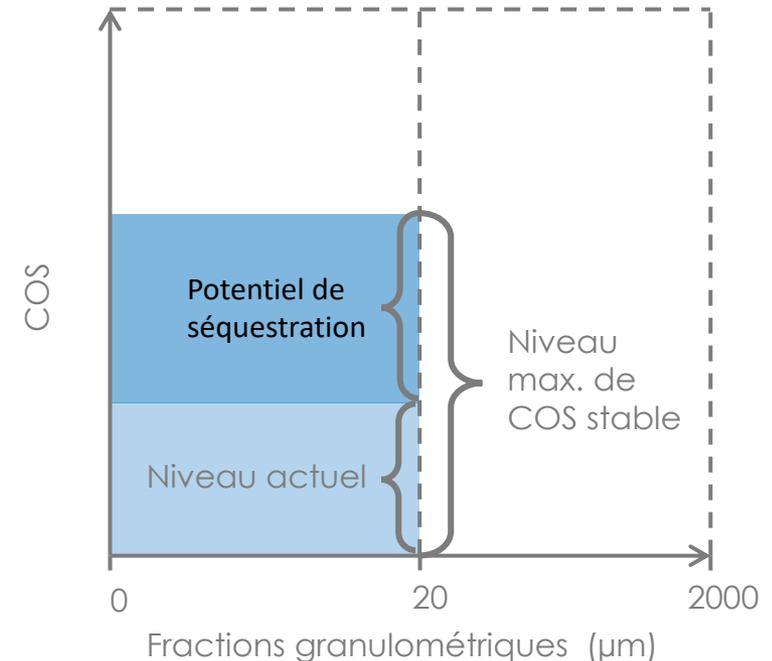
Valorisation de la première campagne

Potentiel de stockage



Chen et al., 2019. Sci. Tot. Env.

Potentiel de séquestration (notion de durée)



Chen et al., 2018. Sci. Tot. Env.



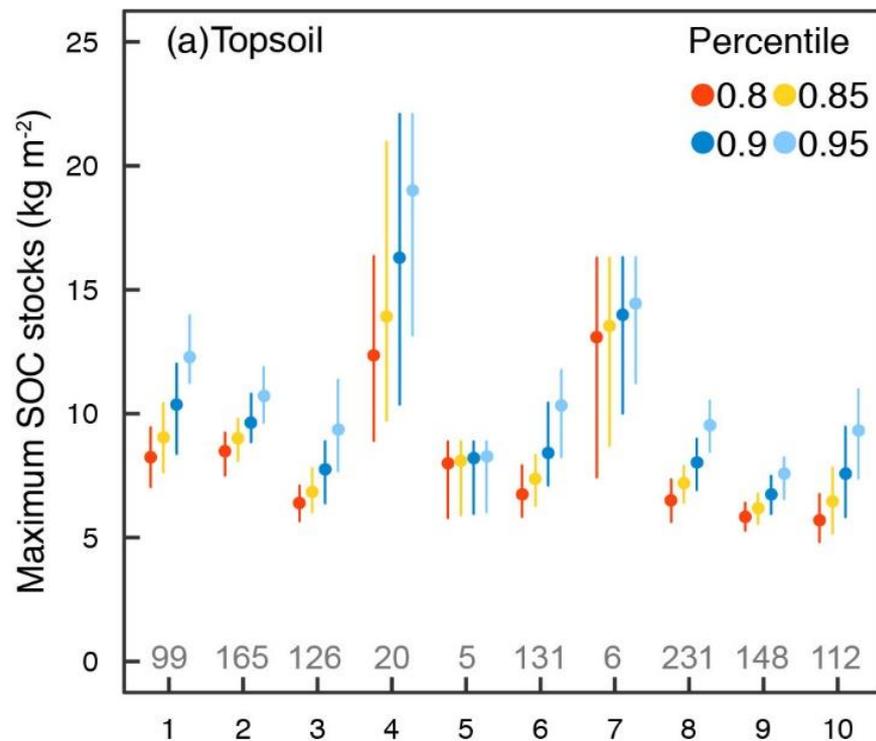
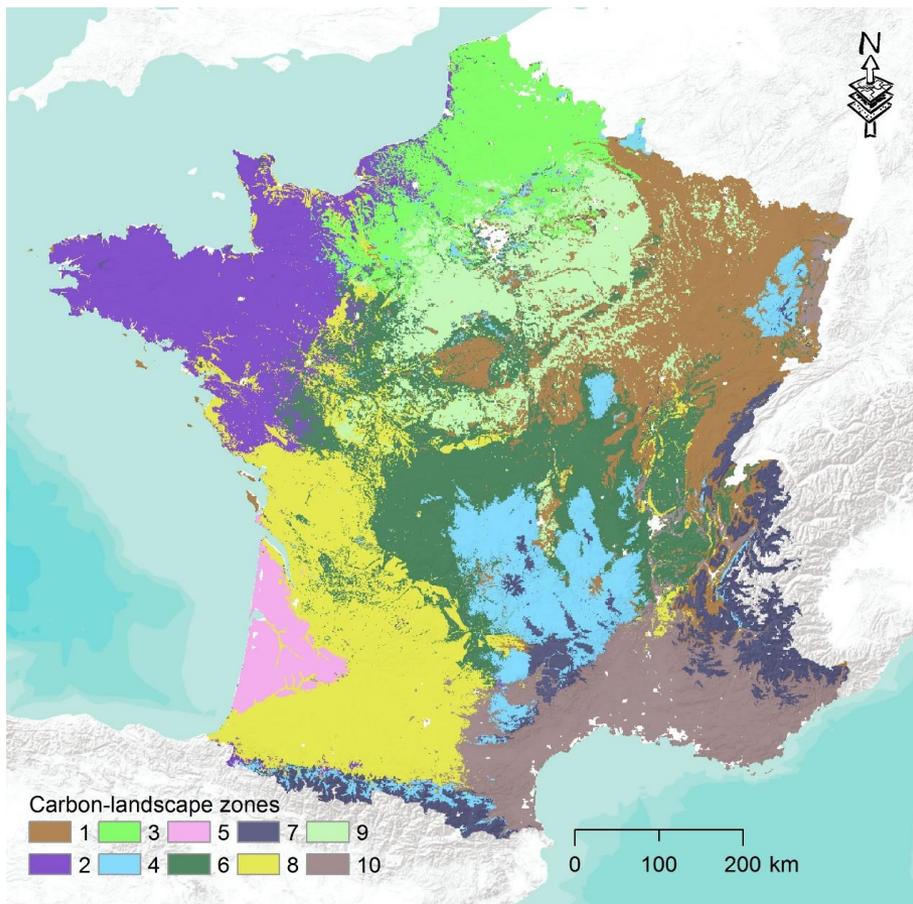
**INRAE**

RMQS, 20 ans, le Carbone Organique des Sols  
6 février 2020



# ➤ Estimation du potentiel de stockage

Valorisation de la première campagne

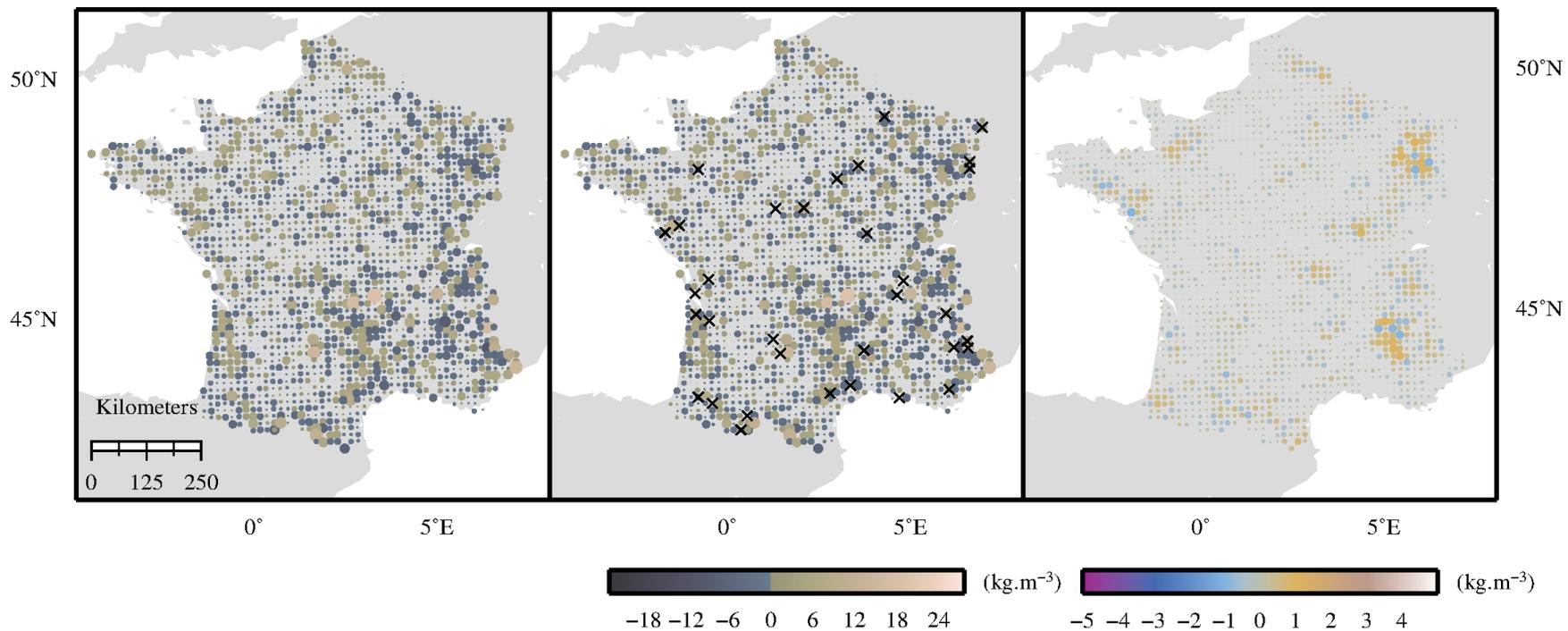


INRAE

RMQS, 20 ans, le Carbone Organique des Sols  
6 février 2020

Chen et al., 2019. Sci. Tot. Env.





**INRAE**

RMQS, 20 ans, le Carbone Organique des Sols  
6 février 2020

