

Analyse des systèmes techniques

Introduction

Benjamin Nowak

Analyse des systèmes techniques

Une question centrale

Rôle des nouvelles technologies de l'information et des communications dans le futur développement des systèmes agricoles?

Définition

Agriculture numérique

Axe 1

Agriculture connectée

Des échanges accrus qui favorisent l'émergence de nouveaux modes de fonctionnement

Axe 2

Agriculture de précision

Collecte et traitement des données pour l'analyse et la rationalisation des décisions

Optimisation des **informations disponibles** pour améliorer la performance des agrosystèmes

Définition

Agriculture numérique

Des exemples d'application?

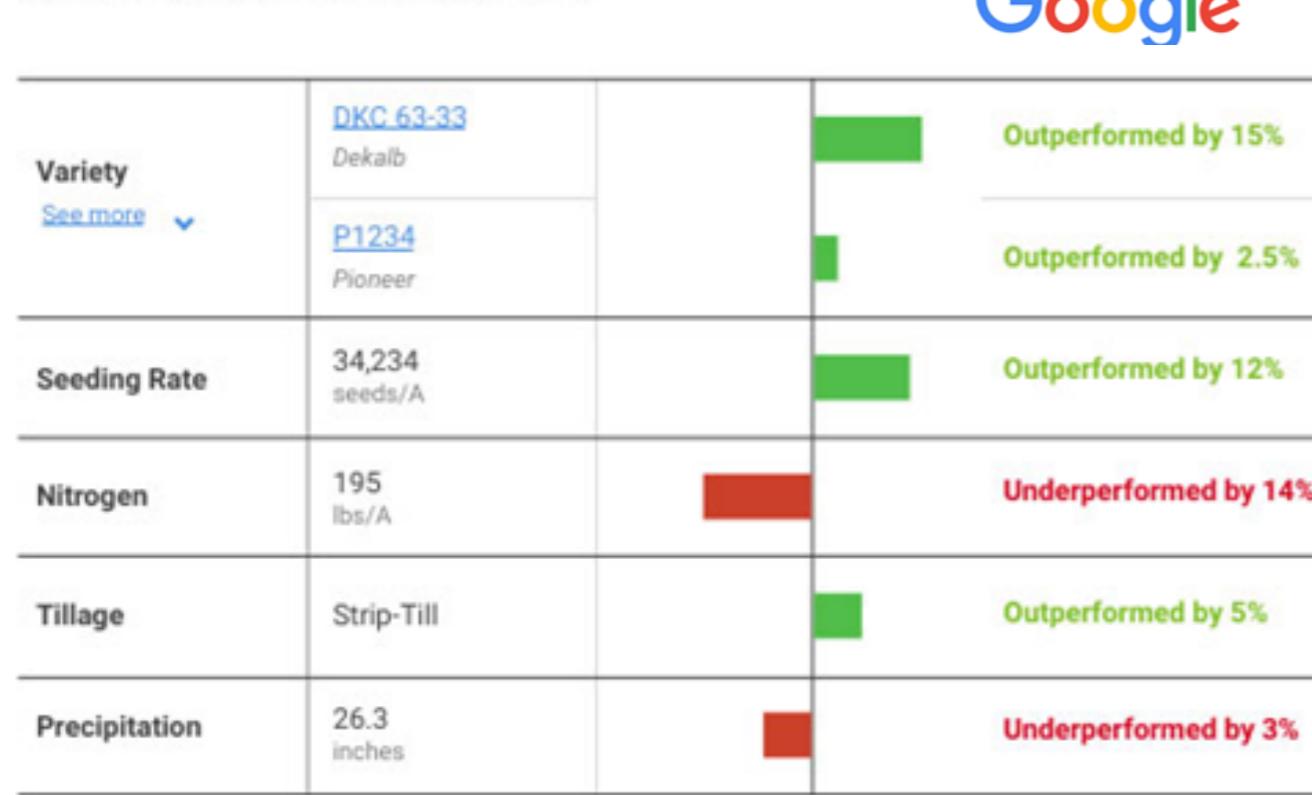
Définition

Agriculture numérique

Axe 1

Agriculture connectée

2015 Performance Details



farmersbusinessnetwork.com

Axe 2

Agriculture de précision



climatefieldview.fr

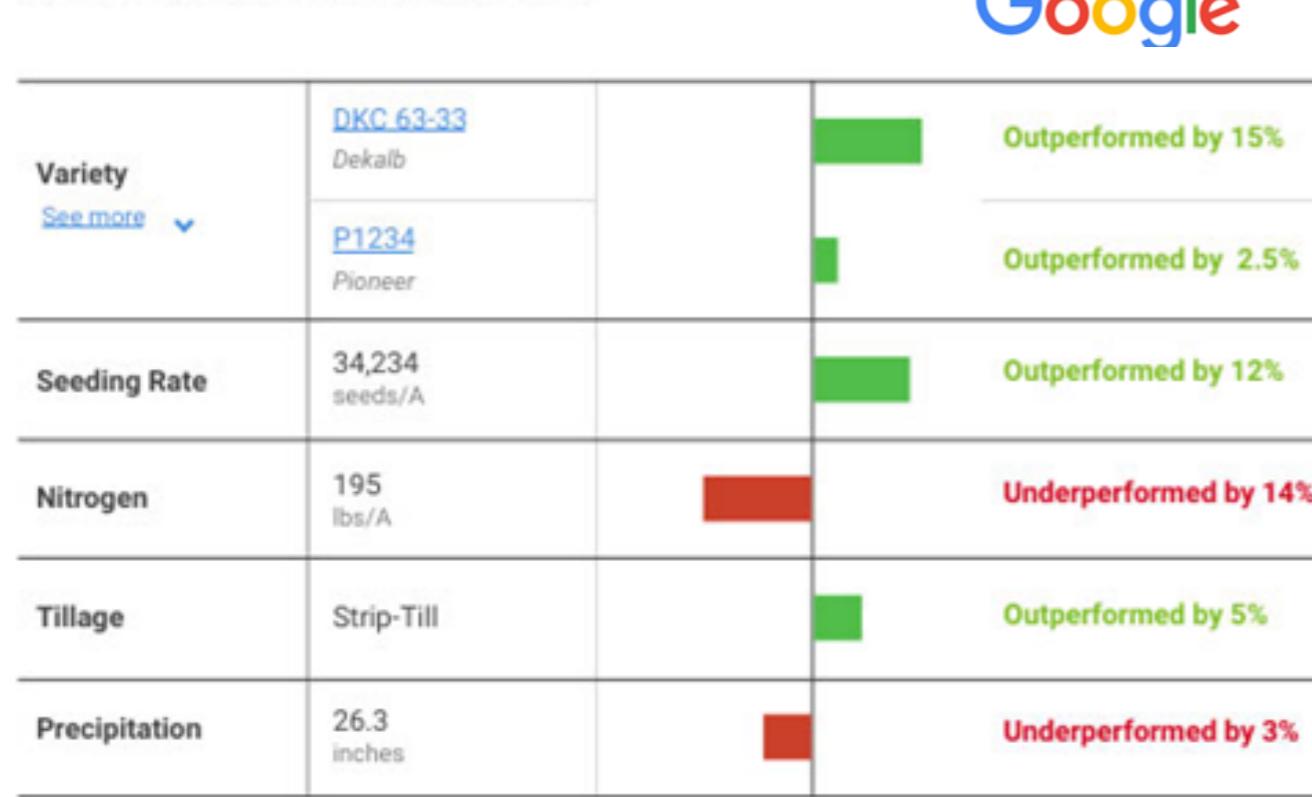
Définition

Agriculture numérique

Axe 1

Agriculture connectée

2015 Performance Details



Axe 2

Agriculture de précision



Approche empirique

Approche mécaniste

Définition

Agriculture numérique

Axe 1

Agriculture connectée

Récolte des fourrages ▾

Saint-Gènes-Champanelle, F

RECHERCHER LE MATERIEL

+ DE FILTRE

Location Presse à balle ronde Gallignani 2500SL
Catégorie : PRESSE À BALLE RONDE
botte de 1m60 de hauteur chambre fixe à courroies

Prestation Presse enrubanneuse Claas UNIWRAP 355
Catégorie : PRESSE ENRUBANNEUSE
ETA effectue pressage enrubbannage avec presse claas uniwrap 355. Toutes régions...

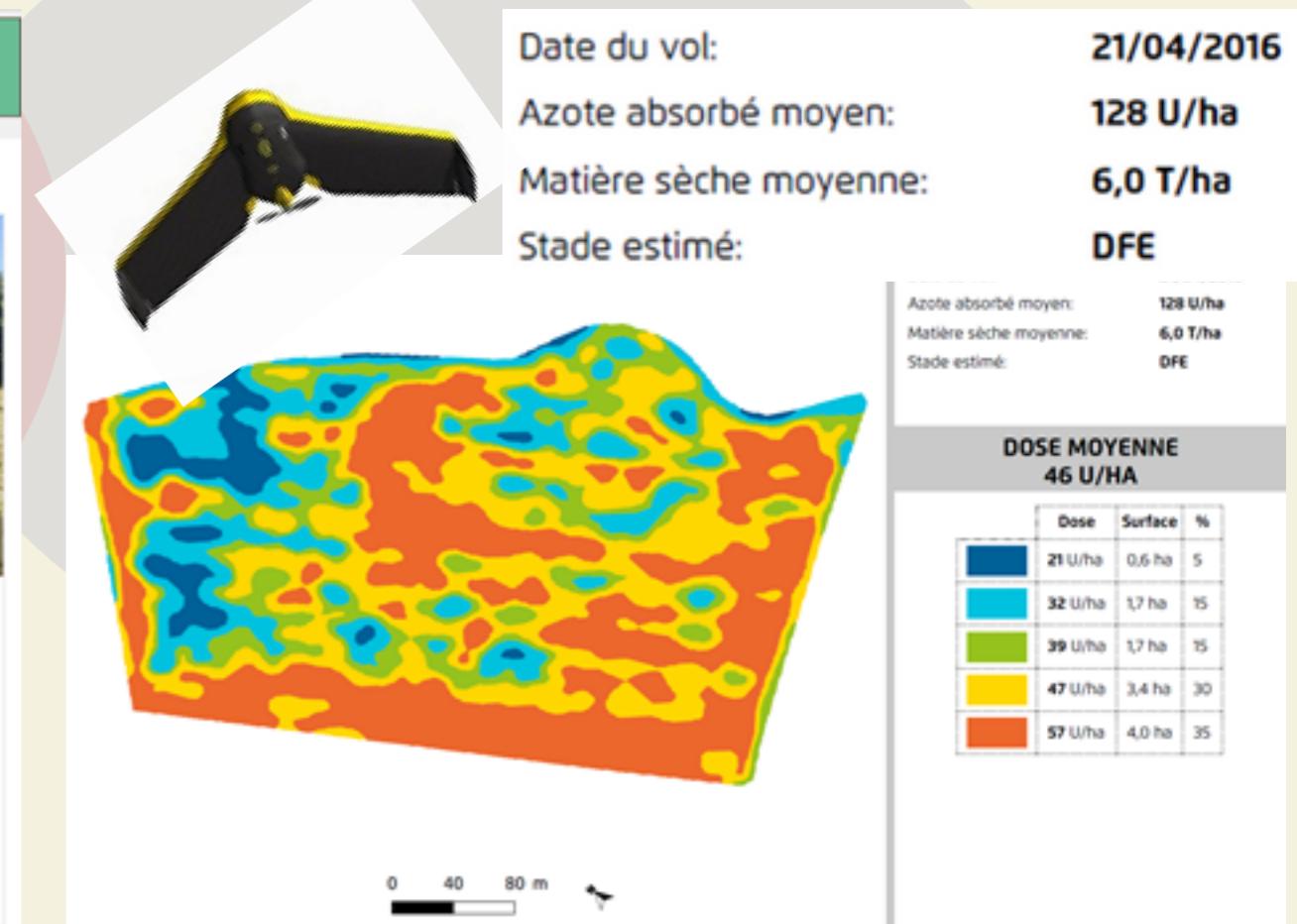
Location 50,00 € HT / Heure

Prestation 11,00 € HT / Botte

wefarmup.com

Axe 2

Agriculture de précision



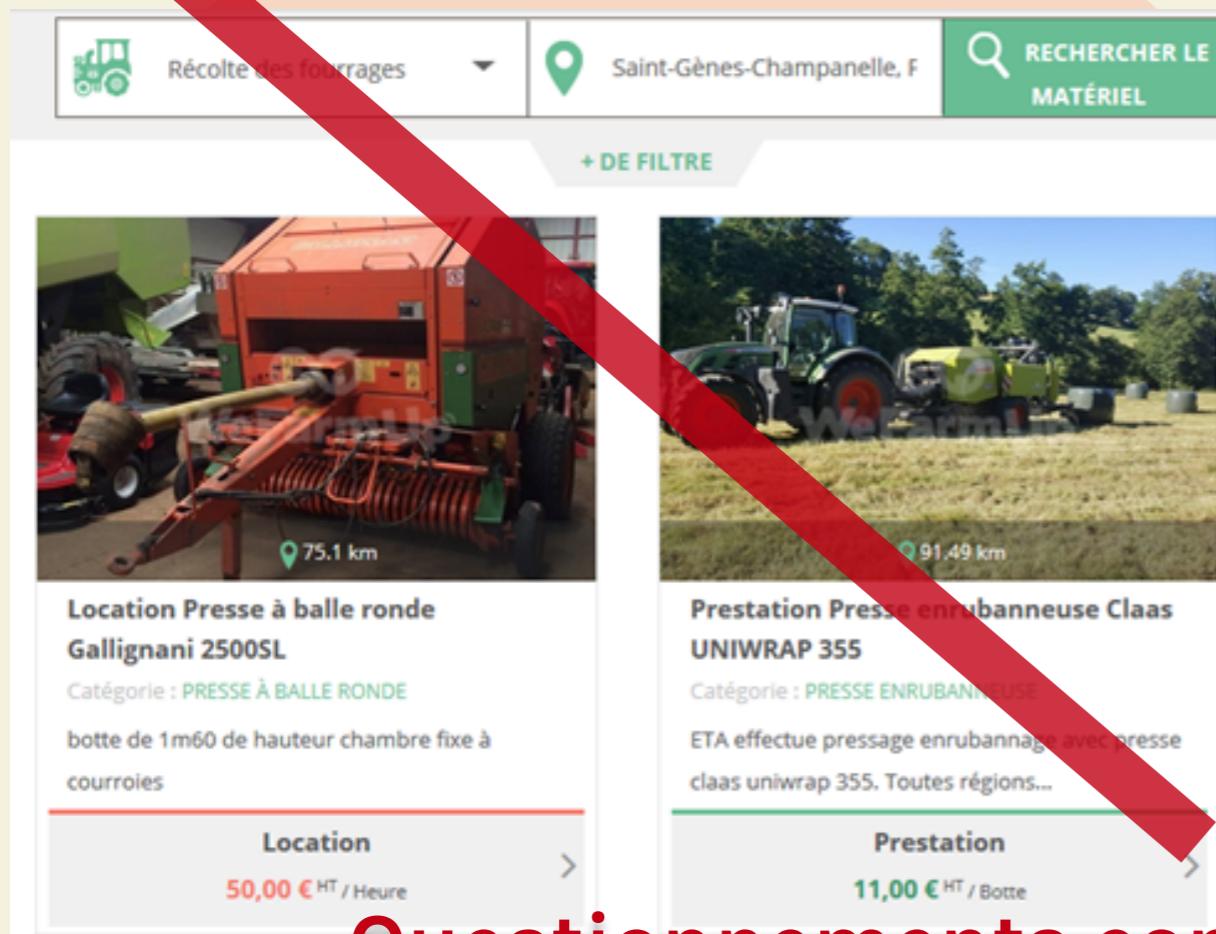
airinov.fr

Définition

Agriculture numérique

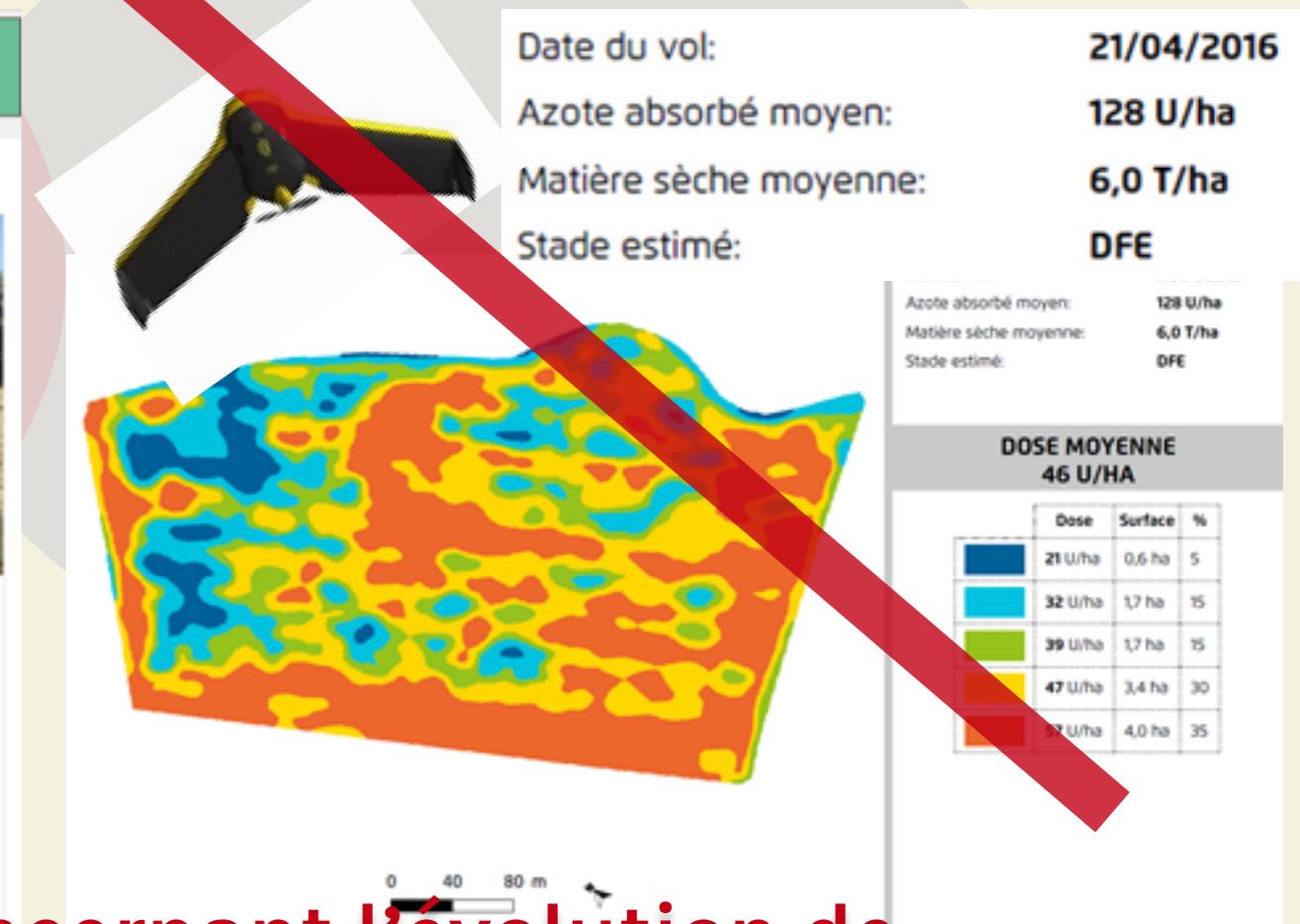
Axe 1

Agriculture connectée



Axe 2

Agriculture de précision



Questionnements concernant l'évolution de l'agriculture numérique

Définition

Agriculture numérique

- Diversité des applications de l'agriculture numérique
 - Essor avec la multiplication des données disponibles
 - Diversité d'usages et d'utilisateurs
- Importance réduite de l'intra-parcellaire
 - Poids du règlementaire dans l'adoption
 - Préférence pour les innovations liées au **confort de travail?**
- Evolution : monitoring sur de grandes échelles
 - Règlementaire : suivi des cultures intermédiaires
 - Exemple : Evolution des stocks de carbone



Suivi de la qualité des sols agricoles

Exemple des stocks de carbone en Limagne

Suivi des teneurs en carbone

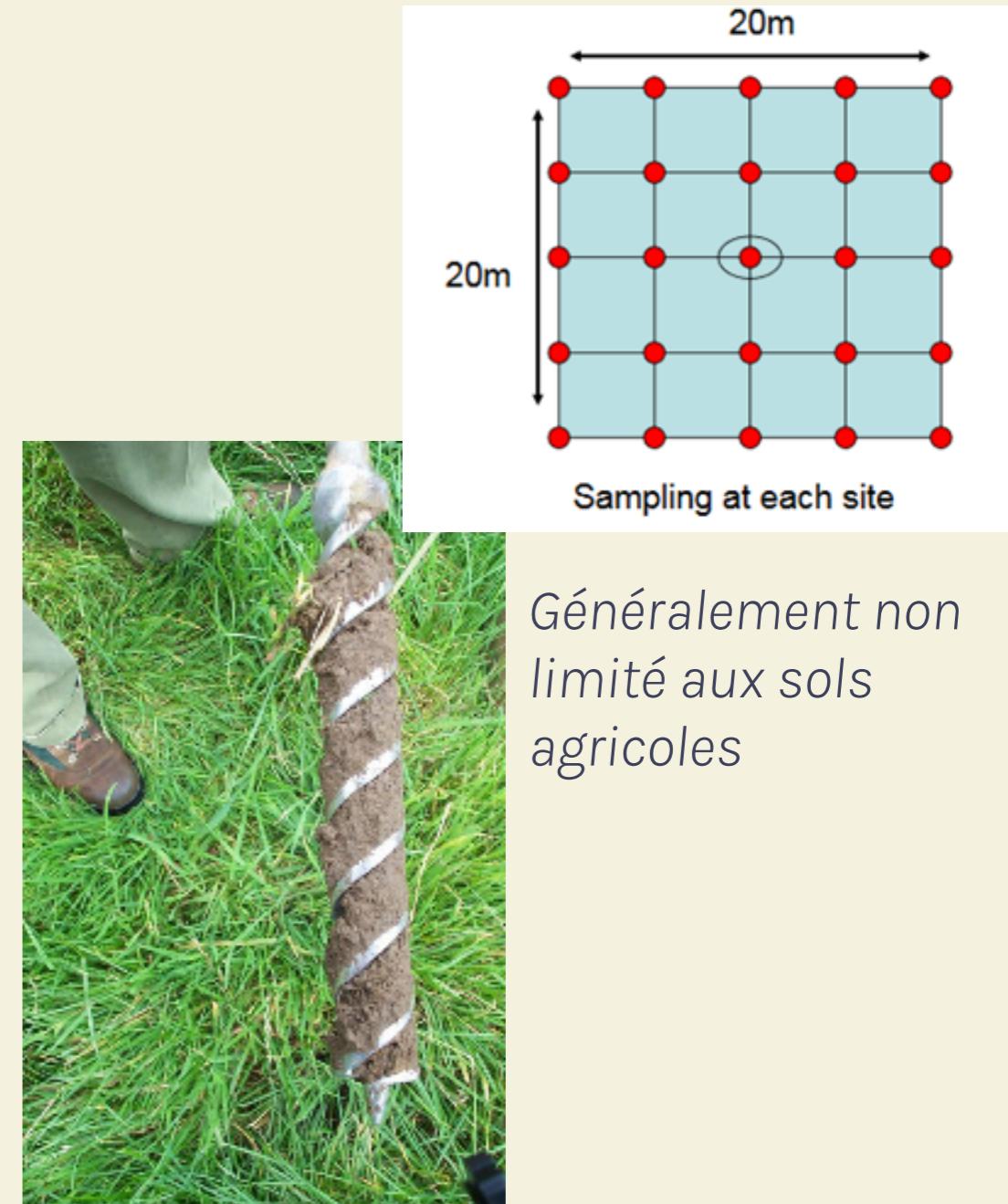
Votre avis?

Quelle méthode pour le suivi des teneurs en carbone organique du sol sur un territoire donné?

Suivi des teneurs en carbone

Méthode 1 : Réseaux longue durée

- Points de références définis à l'échelle du territoire étudié (pays...)
- Echantillonnage et analyses à intervalles réguliers (5 à 10 ans)
- Précis mais coûteux à entretenir, avec un temps de latence du à la fréquence des observations



Bellamy et al. 2005

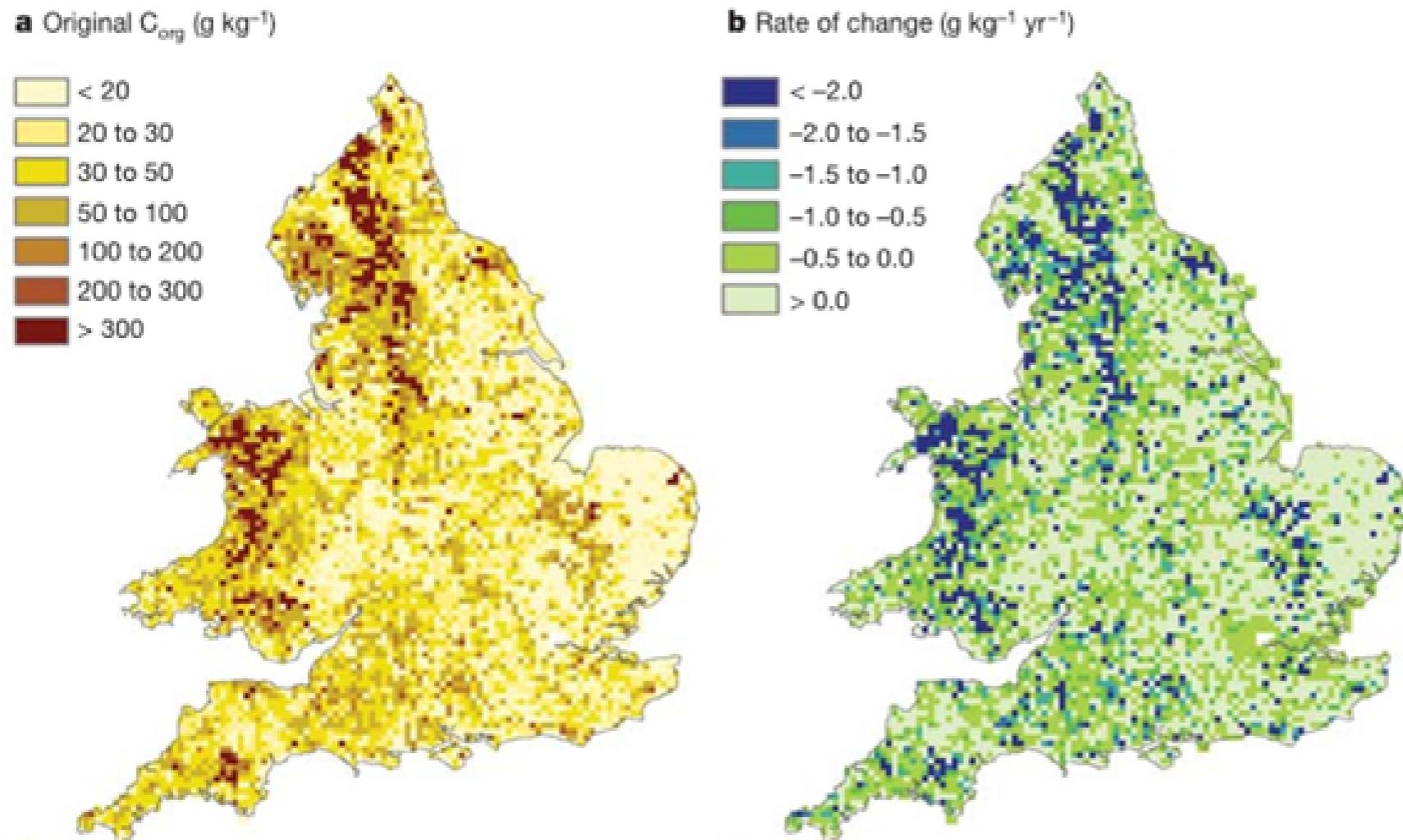
Généralement non limité aux sols agricoles

Suivi des teneurs en carbone

Méthode 1 : Réseaux longue durée

Carbon losses from all soils across England and Wales 1978-2003

Pat H. Bellamy¹, Peter J. Loveland¹, R. Ian Bradley¹, R. Murray Lark² & Guy J. D. Kirk¹



Baisse moyenne de 0.6 %
 C.an^{-1} du à un effet cumulé
pratiques*climat

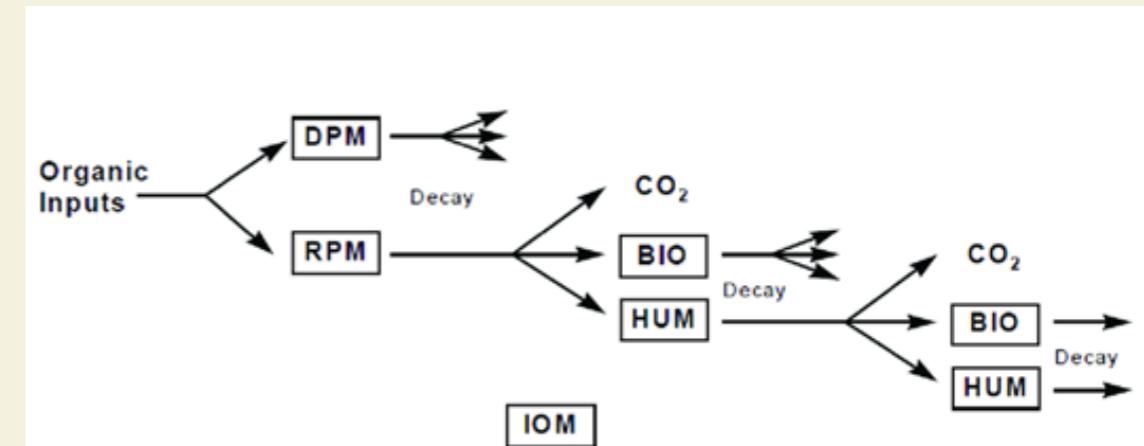
Figure 1 | Changes in soil organic carbon contents across England and Wales between 1978 and 2003.
a, Carbon contents in the original samplings, and **b**, rates of change calculated from the changes over the different sampling intervals. Values at sites that were not resampled were calculated from their original organic carbon contents using equation (1). The changes were negative in all but 8% of the sites.

Suivi des teneurs en carbone

Méthode 2 : Modélisation

- Répartition du stock de C_{org} en n compartiments
- Modélisation de l'évolution des stocks à partir d'équations définies expérimentalement
- Possibilité de hiérarchiser l'impact des pratiques mais **risque à utiliser hors des conditions de définition du modèle**

Exemple : modèle RothC



Suivi des teneurs en carbone

Méthode 2 : Modélisation

Critical carbon input to maintain current soil organic carbon stocks in global wheat systems

Guocheng Wang¹, Zhongkui Luo², Pengfei Han¹, Huansheng Chen¹ & Jingjing Xu¹

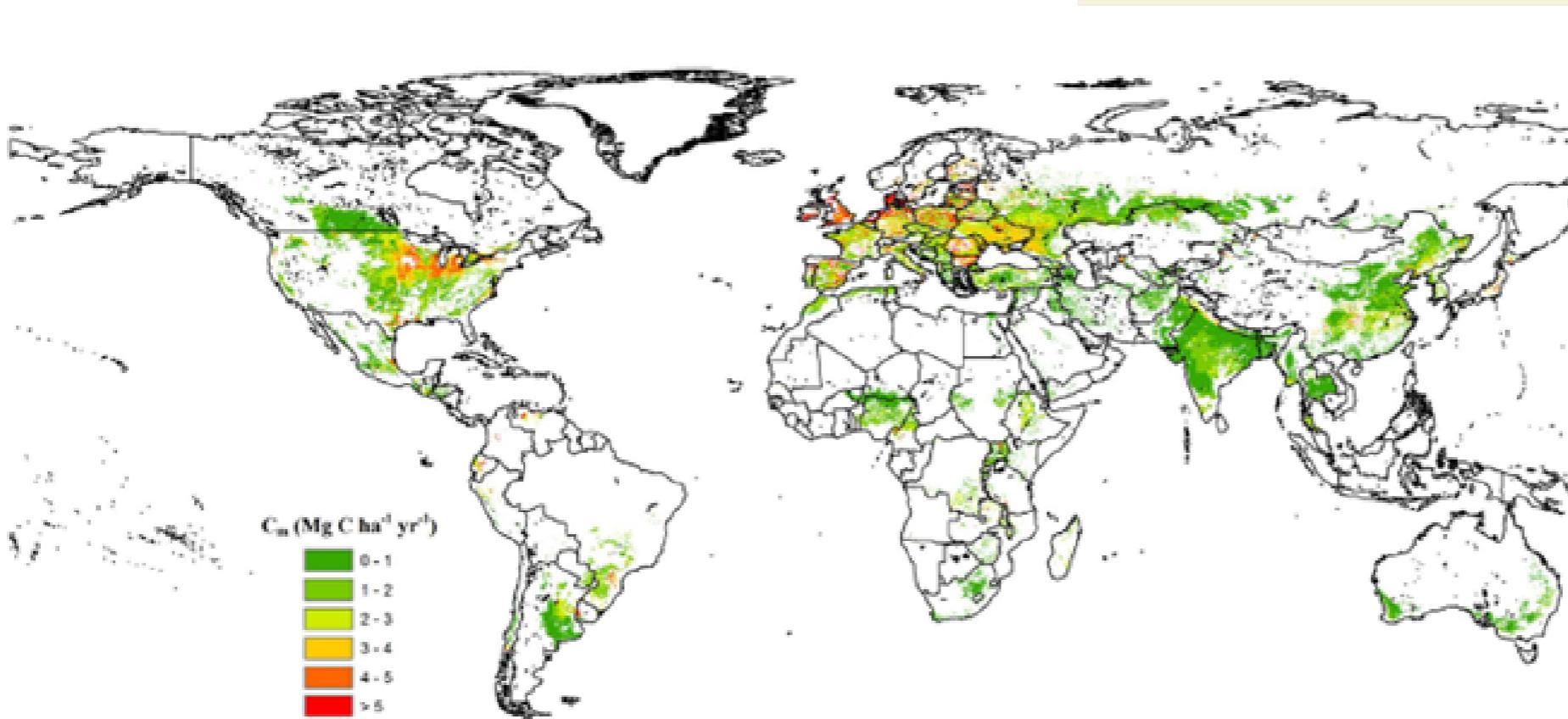


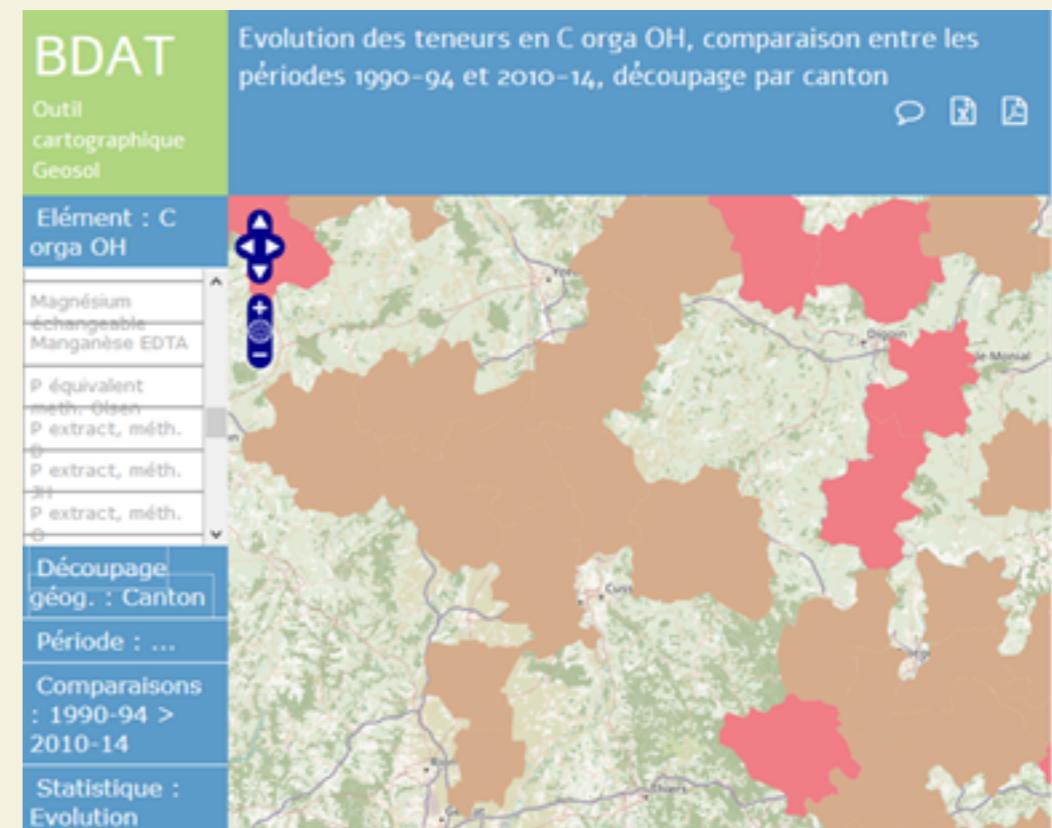
Figure 2. Critical carbon input rate to maintain current SOC level in world wheat systems. Map constructed in ESRI ArcMAP 10.1. Base image is obtained from the SEDAC database⁴⁴.

Utilisation de RothC pour définir la quantité de C à restituer aux sols pour maintenir les taux actuels

Suivi des teneurs en carbone

Méthode 3 : Utilisation de données existantes

- Chaque année en France : environ 250 000 analyses de terre réalisées
- Analyses regroupées au sein de la Base de Données d'Analyse de Sol (BDAT)
- Plus de 2 millions d'analyses prélevées en France entre 1990 et 2014



Visualisation en ligne ou téléchargement

Synthèse

Avantages et inconvénients

- Réseaux longue durée
 - + Précis
 - Coûteux à mettre en place, tendances longues à mettre en évidence
- Modélisation
 - + Compréhension déterminants et simulations scénarios
 - Adaptation au contexte local?
- Utilisation de données existantes
 - + Valorise analyses de sol existantes
 - Aggrégation de données hétérogènes, non prédictif

Définition

Agriculture numérique

Axe 1

Agriculture connectée

Réseaux longue
durée

Analyses de sol
agriculteurs

Axe 2

Agriculture de précision

Modélisation

Approche empirique

Approche mécaniste

Synthèse

Avantages et inconvénients

- Réseaux longue durée
 - + Précis
 - Coûteux à mettre en place, tendances longues à mettre en évidence

Combiner les 2 méthodes

- Modélisation
 - + Compréhension déterminants et simulations scénarios
 - Adaptation au contexte local?
- Utilisation de données existantes
 - + Valorise analyses de sol existantes
 - Aggrégation de données hétérogènes, non prédictif

Cas d'étude

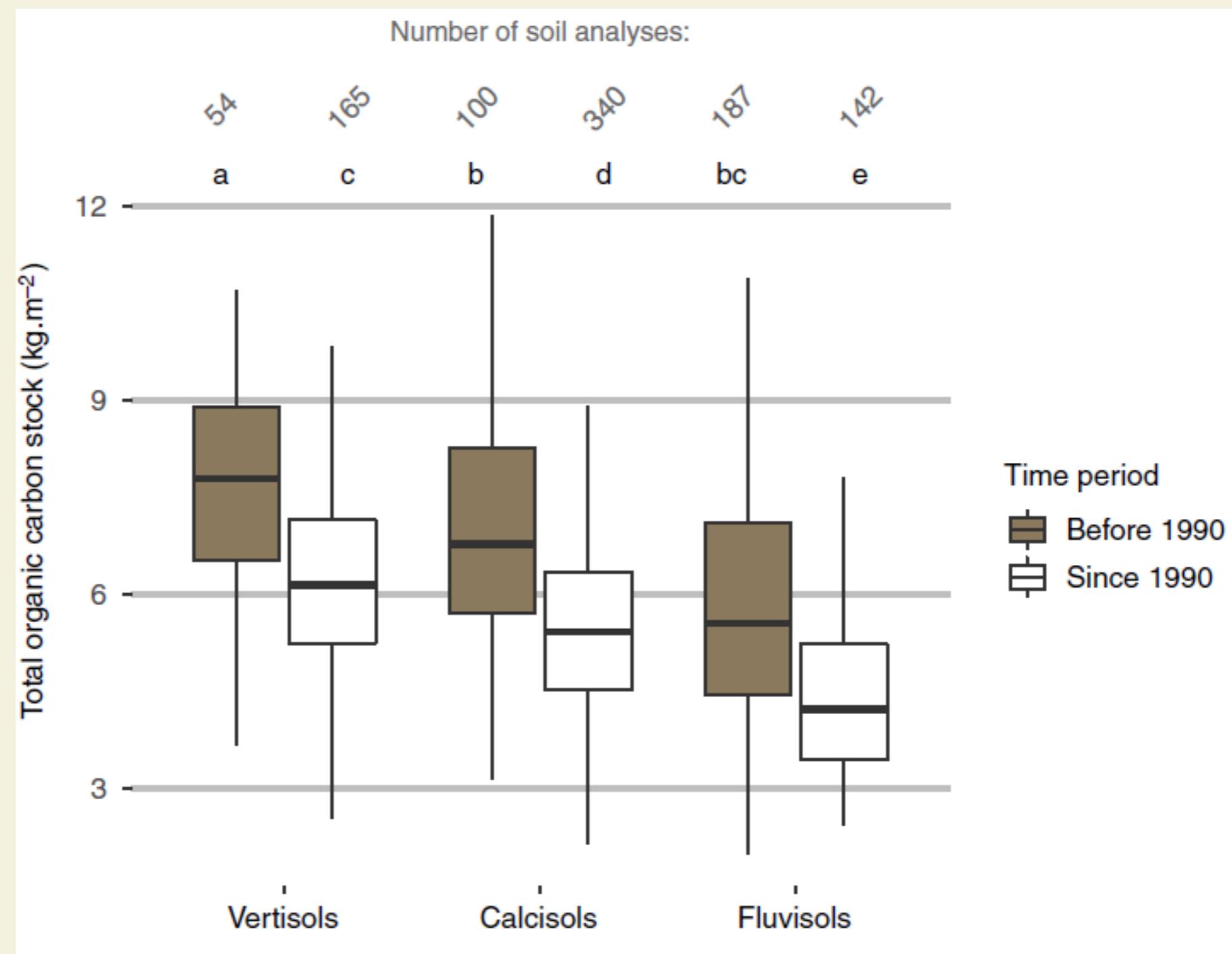
Stocks de C en Limagne de 1960 à 2050

~1000 analyses de sols géolocalisées (réparties par type de sol) récupérées chez les agriculteurs de Limagne

Résultats

Stocks de C en Limagne de 1960 à 2018

FIGURE 4 Results of organic carbon soil tests by sampling date and soil type. Boxplots show median and quartiles, while whiskers represent samples lying within 1.5 times the interquartile range. Outliers are not shown. Boxplots identified by a different letter are significantly different (ANOVA with Tukey's HSD post hoc test, $\alpha = 0.05$)



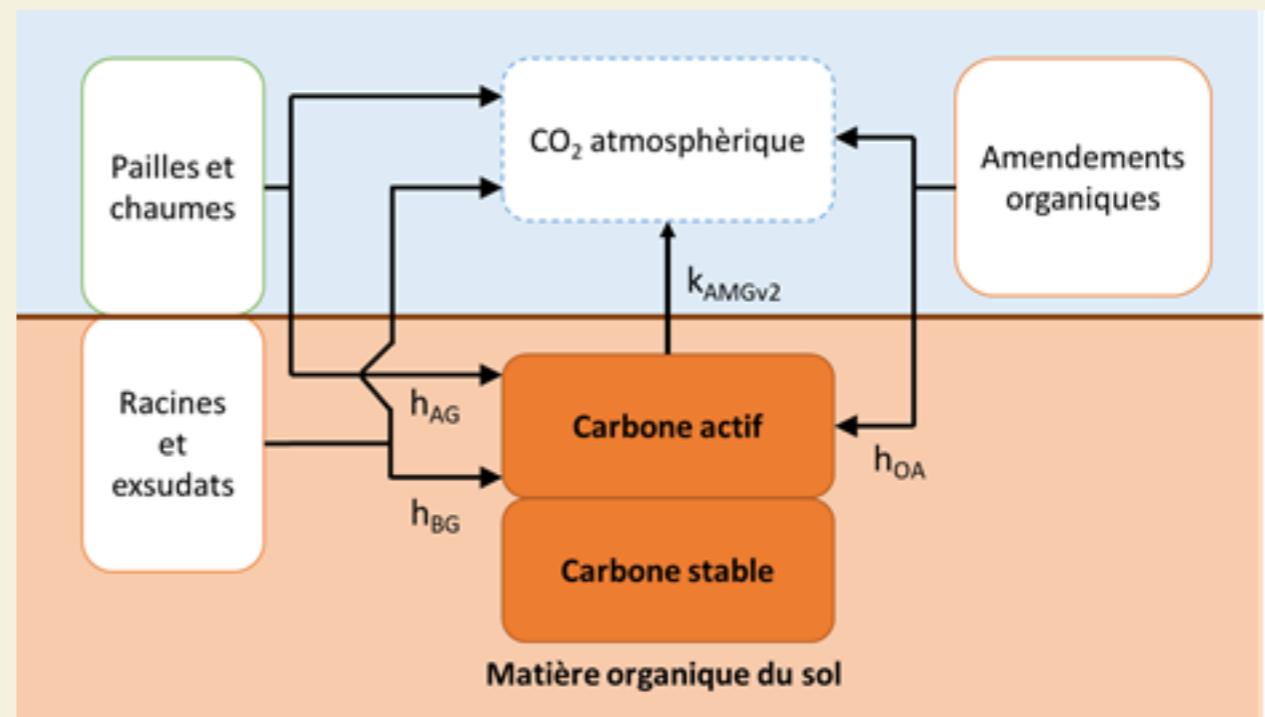
Cas d'étude

Stocks de C en Limagne de 1960 à 2050

~1000 analyses de sols géolocalisées (réparties par type de sol) récupérées chez les agriculteurs de Limagne

Adaptation aux conditions locales

Utilisation du modèle AMGv2



Méthode

Optimisation du modèle

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (QC_i^{AMGv2} - QC_i^{SoilTest})^2}{N}} \quad (3)$$

where $QC_i^{SoilTest}$ is the total SOC stock given by the soil analysis i, QC_i^{AMGv2} is the total SOC assessment simulated by the AMGv2 model for the year in which the soil analysis i was performed, and N is the total number of soil tests for a given soil type. The values of R_C selected were those that minimized the RMSE.

Résultats

Optimisation du ratio initial $C_{\text{Stable}}/C_{\text{Total}}$

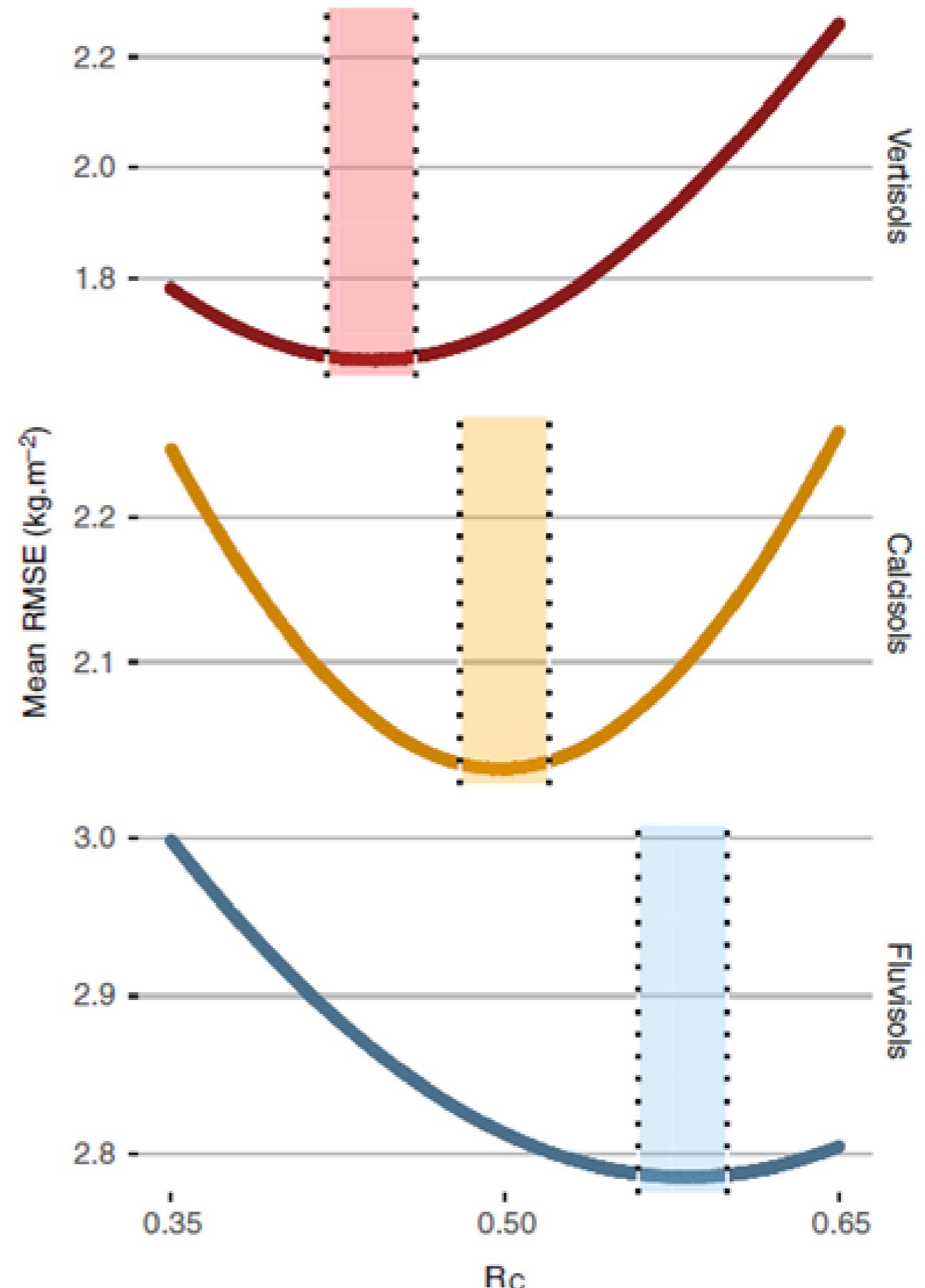


FIGURE 6 Optimization of the initial ratio of stable C over total C (RC) by comparing the values simulated by AMGv2 with results of the soil tests for the three main soil types of Limagne. For each soil type, the line shows the RMSE as a function of RC and the area in light colour corresponds to the RC range with the lowest RMSE values

Résultats

Analyse d'incertitude

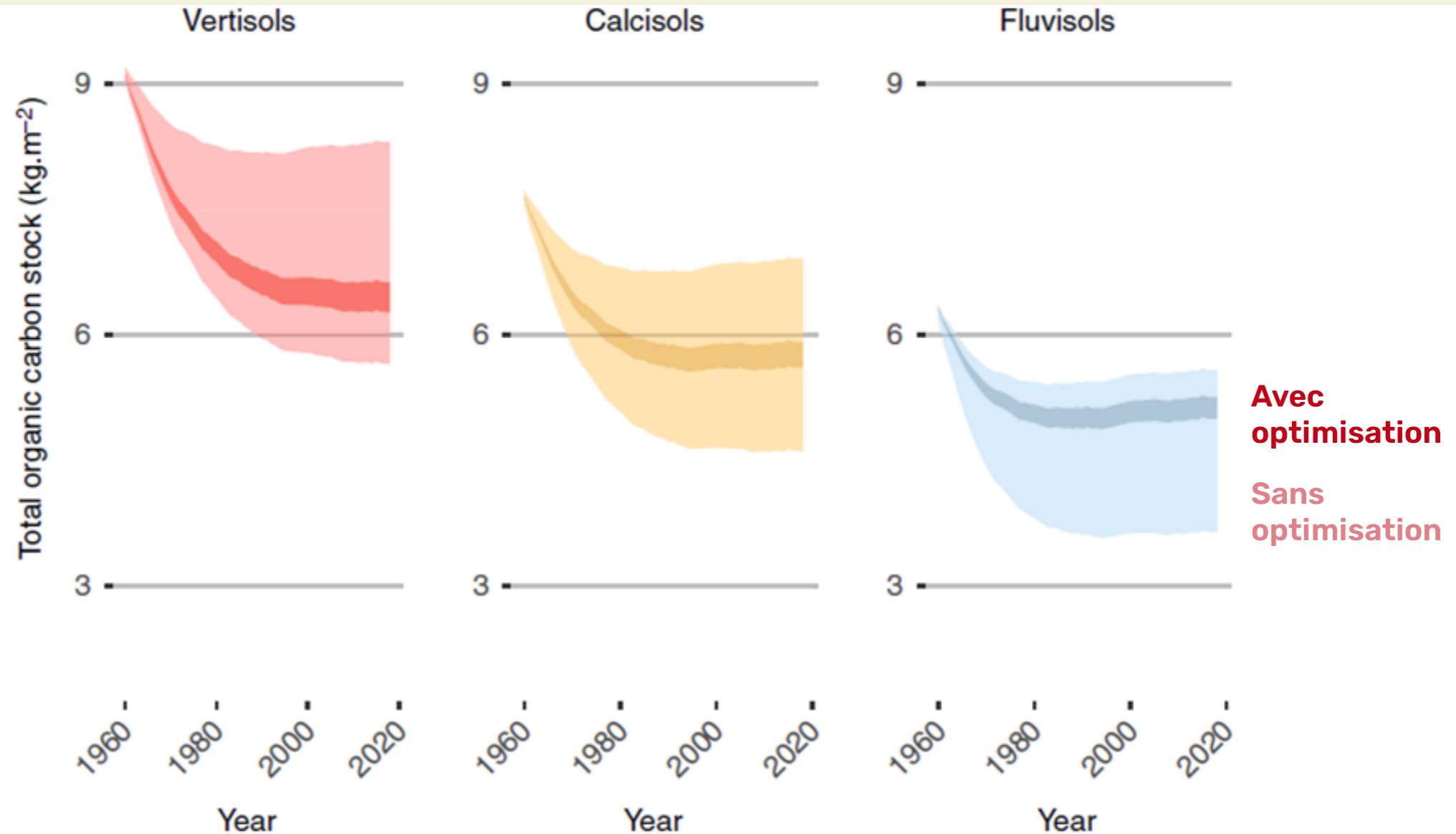


FIGURE 7 Simulation of the evolution of total organic carbon stocks between 1960 and 2018 for the three main soils of Limagne with AMGv2. Light-coloured areas correspond to simulations without optimization on the initial carbon stable over carbon total ratio (RC), with values that can vary between 0.35 and 0.65. Dark-coloured areas correspond to the range obtained with the optimal initial carbon stable over carbon total ratio (RC) values as defined in Figure 6

Méthode

Simulation de scénarios

- Une fois optimisé, le modèle peut être utilisé pour prédire l'évolution des stocks futures
- Pour cela, nécessité d'estimer l'évolution des variables d'entrée du modèle

Méthode

Evolution des variables climatiques

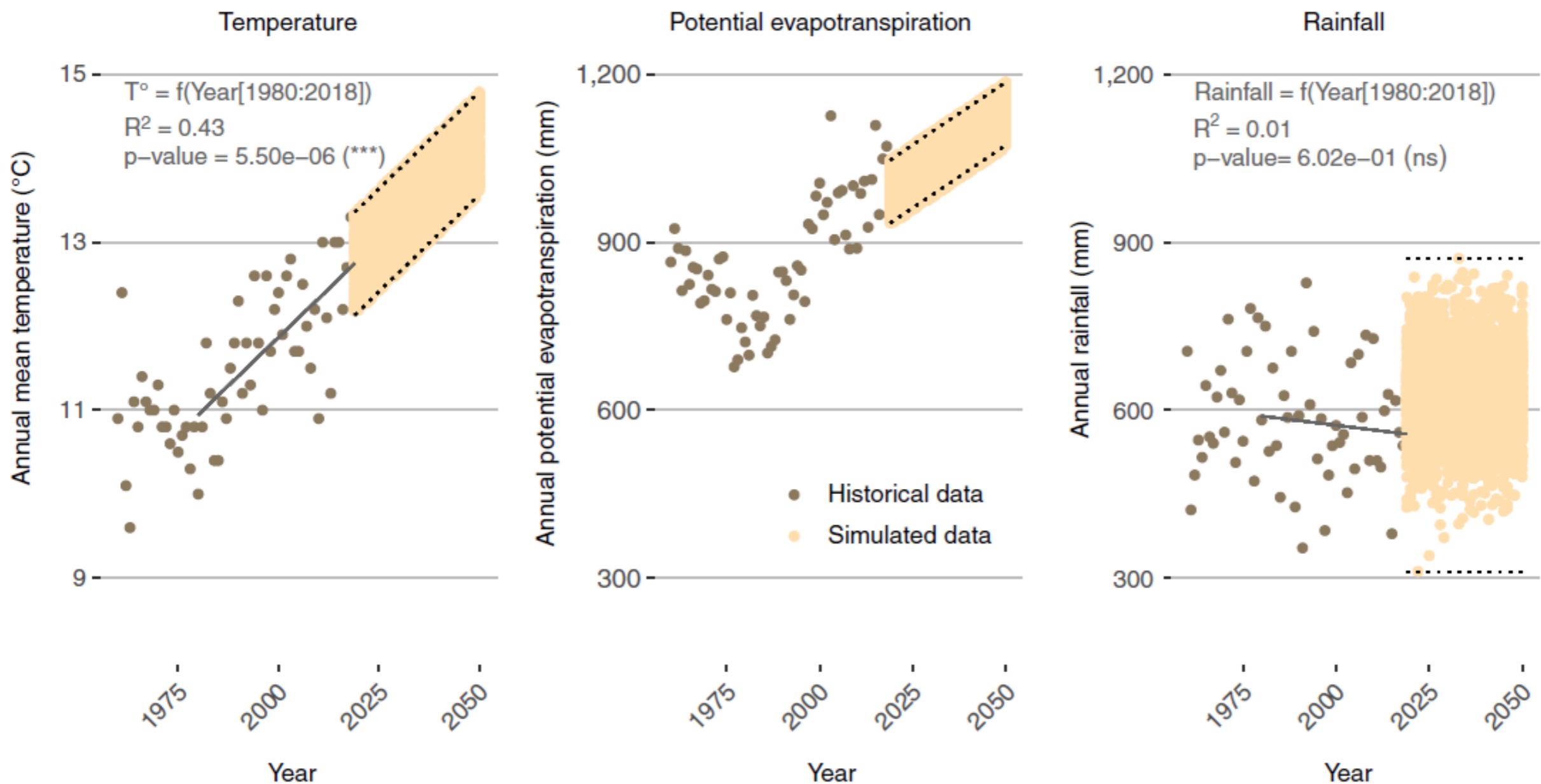
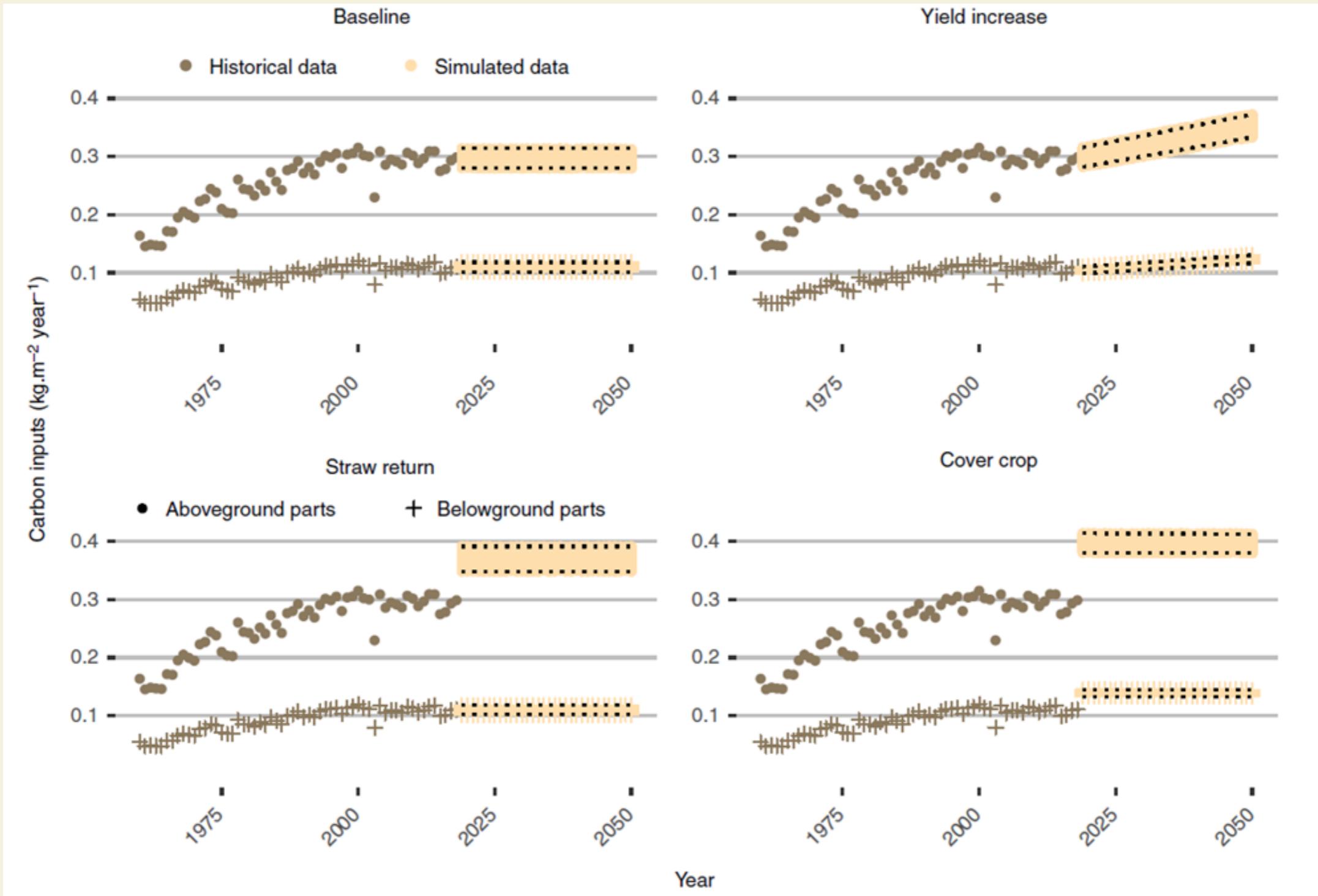


FIGURE 2 Historical climate change for the study area from 1960 to 2018 (dark dots) and range of values used to simulate changes in organic carbon stocks between 2019 and 2050 (light dots)

Méthode

4 scénarios d'évolution des pratiques



Résultats

Prévisions des stocks de carbone pour 2050

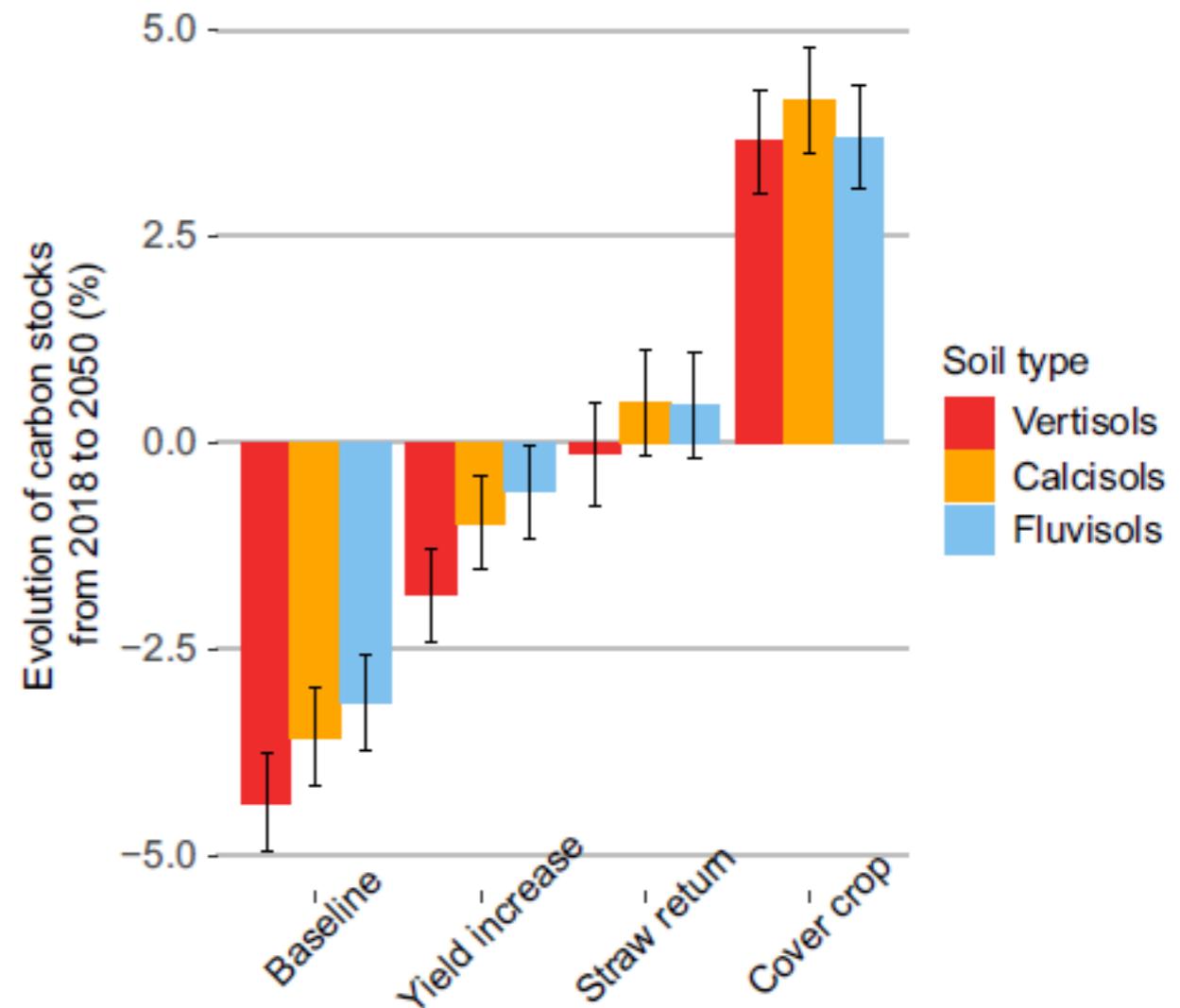


FIGURE 8 Simulation of the evolution of carbon stocks in the soils of Limagne between 2018 and 2050 according to four scenarios (Baseline scenario, with continuation of the same practices; 15% increase in yields; Straw always returned; Introduction of cover crops). Barplots correspond to evolution of C stocks calculated for an initial ratio of stable carbon to median total carbon (RC) and an increase in temperature following the same trend as that observed since 1980 for the study area. Error bars represent standard errors associated with estimation of RC (Figure 6) and predicting future temperature changes (Figure 2) and carbon inputs to the soil (Figure 5)

Conclusion

Mise en oeuvre de l'agriculture numérique

- Nouvelles possibilités offertes par les données
 - Nouvelles méthodes de traitement des données (random forest, réseaux de neurones...)
 - A adapter selon les applications
- ... mais importance de garder une connaissance experte du sujet
 - Pour le développement d'innovations pertinentes

Déroulé du module



Emploi du temps

Deux périodes

- Première période
 - Jeudi 13/09 au Vendredi 16/09 2022
- Deuxième période
 - Du Lundi 22/10 au Vendredi 24/10 2022

Emploi du temps

Semaine 1

lun. 12/09	mar. 13/09	mer. 14/09	jeu. 15/09	ven. 16/09
	<p>09:00 -12:00 Introduction thématique travail en production végétale - CM A:03A.CALICE_TOUS NOWAK Benjamin GRANGE Guylain COURNUT Sylvie A:09CAL@AnalEnj : 9-Cal-1-1 - Analyser les enjeux et les systèmes techniques en production végétale Salle 15</p>	<p>09:00 -12:00 Travail personnel - AUTO A:03A.CALICE_TOUS A:09CAL@AnalEnj : 9-Cal-1-1 - Analyser les enjeux et les systèmes techniques en production végétale Salle 15</p>	<p>09:00 -11:00 Evolution des pratiques d'agriculture de précision - CM - Nina LACHIA - En visio A:03A.CALICE_TOUS A:09CAL@AnalEnj : 9-Cal-1-1 - Analyser les enjeux et les systèmes techniques en production végétale Salle 15</p>	
<p>12:00 -13:15 Repas partagé entre option - A:03A.CALICE_TOUS A:09CAL@AnalEnj : 9-Cal-1-1 - Analyser les enjeux et les systèmes techniques en production végétale</p>				
<p>13:30 -17:00 Enjeux actuels et futurs des productions végétales - TD A:03A.CALICE_TOUS VASSAL-COURTAILLAC Nathalie A:09CAL@AnalEnj : 9-Cal-1-1 - Analyser les enjeux et les systèmes techniques en production végétale Salle 15</p>	<p>13:30 -14:30 Agriculture numérique - CM A:03A.CALICE_TOUS NOWAK Benjamin A:09CAL@AnalEnj : 9-Cal-1-1 - Analyser les enjeux et les systèmes techniques en production végétale Salle 15</p> <p>14:30 -16:30 Analyse des données avec R - TD A:03A.CALICE_TOUS NOWAK Benjamin A:09CAL@AnalEnj : 9-Cal-1-1 - Analyser les enjeux et les systèmes techniques en production végétale Salle 15</p>	<p>13:30 -16:30 Analyse de données avec R - TD A:03A.CALICE_TOUS NOWAK Benjamin A:09CAL@AnalEnj : 9-Cal-1-1 - Analyser les enjeux et les systèmes techniques en production végétale Salle 15</p>		<p>13:30 -17:00 - A:03A.CALICE_TOUS A:09CAL@AnalEnj : 9-Cal-1-1 - Analyser les enjeux et les systèmes techniques en production végétale Salle 15</p>

Emploi du temps

TD traitement des données

- Lien vers le TD :
 - https://bjnnowak.github.io/Lessons/introduction_R#1