

# **Impact des pratiques culturales sur la résilience des cultures au changements climatiques : résultats d'essais de longue durée**

**Marie Bipfubusa, Ph. D.**

**Chercheuse en régie des cultures**

Journées horticoles et grandes cultures  
Centre communautaire de Saint-Rémi

25 novembre 2025



## **PLAN DE LA CONFÉRENCE**

- ❖ Changements climatiques et vulnérabilité du secteur agricole
- ❖ Comment renforcer la résilience de l'agriculture aux changements climatiques?
- ❖ Résultats issus de deux dispositifs expérimentaux de longue durée

## ❖ Changements climatiques et vulnérabilité du secteur agricole

≡ INFO

### Entre sécheresses et inondations, l'agriculture chamboulée

8 décembre 2023

#### 2023, *annus horribilis* au Québec

Les producteurs agricoles du Québec n'ont certes pas connu les événements météorologiques extrêmes de la Californie, mais l'été 2023 a fait vivre un véritable enfer à plusieurs d'entre eux.

« On y a goûté. Pendant 24 heures, on a eu jusqu'à 100 millimètres d'eau. Puis après ça, quasiment tous les deux jours, il tombait entre 20 et 30 millimètres de pluie. J'arrive à tout près de 50 ans, et je n'ai jamais vécu ça. »

— Daniel Pouliot, copropriétaire de la Ferme Onésime Pouliot

le journal de Québec

ACTUALITÉS > ENVIRONNEMENT

### 2023: une année de tous les records causés par les changements climatiques au Québec

Feux de forêt, pluies torrentielles, inondations et glissements de terrain ont sévi aux quatre coins du globe et le Québec n'y a pas échappé

le journal de montréal

ACTUALITÉS > ENVIRONNEMENT

### Le Québec est à sec: le manque d'eau cause des problèmes dans les villes, dans les champs et sur les lacs de la province cet automne

Des sécheresses plus fréquentes et plus intenses sont à prévoir ces prochaines années au Québec avec les changements climatiques

11 octobre 2025

- Les projections climatiques indiquent une augmentation autant des événements de précipitation extrêmes que des périodes de faible précipitation associées à des périodes de sécheresse (<https://www.ouranos.ca/fr/thematiques-interet/agriculture-impacts>)



Crédit photo CÉROM, 21 septembre 2022



Photo CÉROM, 20 juillet 2023



Crédit photo CÉROM, 15 novembre 2022



Photo CÉROM, 17 juillet 2023

## ❖ Comment renforcer la résilience de l'agriculture aux changements climatiques?



1. Maintenir et améliorer la santé des sols
2. Favoriser la survie à l'hiver des plantes fourragères, des céréales d'automne et autres cultures pérennes
3. Adapter la gestion des plantes fourragères
4. Lutter contre les ravageurs, les maladies et les mauvaises herbes
5. Optimiser l'irrigation en production maraîchère et fruitière
6. Adapter les serres et les bâtiments d'entreposage

### ▪ Santé du sol

- La santé du sol est un indicateur de la santé de l'environnement et, à l'instar de la santé humaine, donne une idée globale de l'état d'un grand nombre de propriétés et de processus. On peut utiliser indifféremment les expressions *santé des sols* et *qualité des sols*.
- La santé (ou qualité) du sol est sa capacité à soutenir la croissance de cultures sans se dégrader ou nuire autrement à l'environnement.

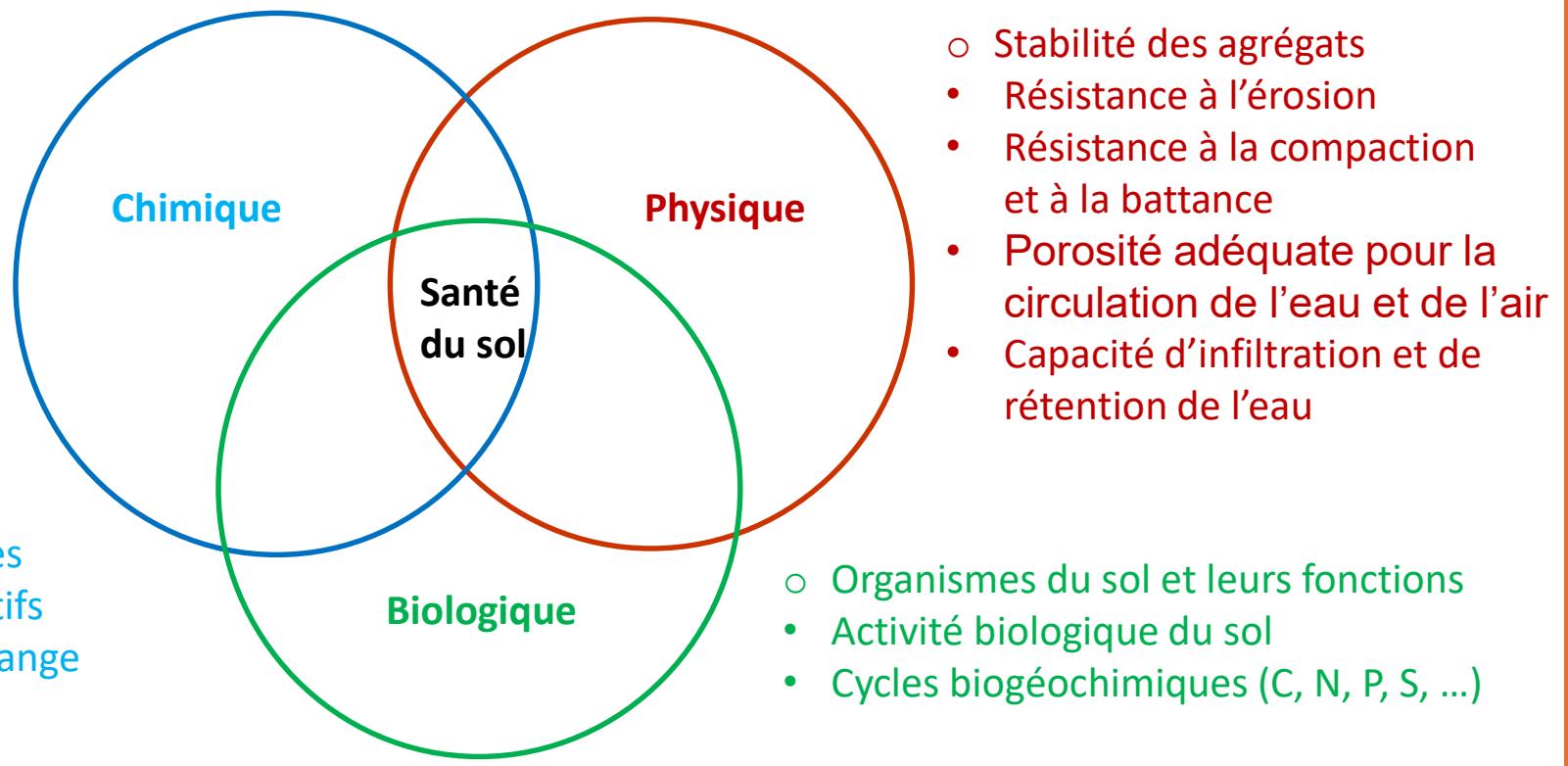
Acton et Gregorich (1995). La santé de nos sols : vers une agriculture durable au Canada. Agriculture et Agroalimentaire Canada.



Crédit Photo. CÉROM

## ❖ Comment renforcer la résilience de l'agriculture aux changements climatiques?

### ▪ Santé du sol



## ❖ Comment renforcer la résilience de l'agriculture aux changements climatiques?

- **Matière organique du sol, élément clé**
  - ✓ L'augmentation de la teneur en matière organique des sols est bénéfique pour la santé du sol et l'adaptation du secteur agricole aux changements climatiques
  - ✓ Parmi les solutions mises de l'avant :
    - Réduire l'intensité du travail du sol
    - Intégrer des cultures de couverture/plantes fourragères pérennes
    - Restituer les résidus des cultures au champ
    - Diversifier/allonger les rotations des cultures
    - Amendements organiques



Crédit Photo : CÉKOM

## ❖ **Essais de longue durée, une mine d'information sur l'impact des pratiques culturales**

- Les pratiques culturales ont un impact sur la durabilité des systèmes de productions agricoles, la santé des sols et l'environnement.
- Certains effets se manifestent généralement sur le long terme : santé et productivité des sols, empreinte environnementale (ex. émissions de gaz à effet de serre, qualité de l'eau, ...), pression des mauvaises herbes, des ravageurs ou d'agents pathogènes.
- Les activités de recherche en agriculture se limitent, bien souvent, à des essais au champ de courte durée.
- Cette situation limite la mesure des réels changements provoqués par l'adoption des pratiques agricoles et des conséquences sur la durabilité des systèmes de productions agricoles et sur l'environnement.
- Au Québec, il existe peu d'études de longue durée.

## ❖ Résultats issus de deux dispositifs expérimentaux de longue durée

### ▪ Parcilles de longue durée du CÉROM (depuis 2008)



- ✓ Argile limoneuse, série Saint-urbain
- ✓ Split-split-plots, 4 répétitions
- Parcilles principales : 2 types de travail du sol
  - Sous-parcilles : 4 Rotations des cultures
    - \* Sous-sous-parcilles : 3 traitements fertilisation × 2 modes de gestion des résidus
- ✓ 156 unités expérimentales ( $20 \text{ m} \times 6 \text{ m}$ ), 4 ha

| Facteur 1 : Type de travail de sol |   |
|------------------------------------|---|
| LA                                 | Labour  |
| SD                                 | Semis Direct  |
| Facteur 2 : Rotation des cultures  |   |
| R1                                 | Maïs - soya - blé de printemps  |
|                                    | 2008 à 2017 : Maïs - soya - blé de printemps - Fourrage - Fourrage - Fourrage                                       |
| R2                                 | 2018 à 2025 : Maïs - canola - blé de printemps<br>(après l'échec du blé d'automne - Maïs - soya - blé de printemps) |
| R3                                 | Maïs en continu   |
| R4                                 | Prairie   |
| Facteur 3 : Fertilisation          |   |
| A                                  | Aucune fertilisation  |
| M                                  | Fertilisation minérale  |
| O                                  | Fertilisation minérale + organique  |
| Facteur 4 : Gestion des résidus    |   |
| E                                  | Exportés  |
| R                                  | Restitués   |

## ❖ Résultats issus de deux dispositifs expérimentaux de longue durée

- **Parcelles de longue durée du CÉROM (depuis 2008)**

**Rotation des cultures<sup>1</sup>**

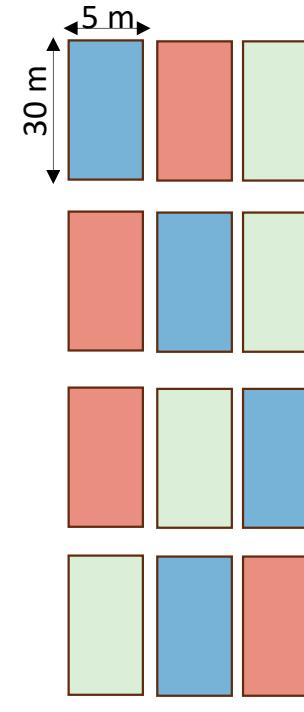
| Année | R1   | R2                           | R3   | R4      |
|-------|------|------------------------------|------|---------|
| 2008  | Maïs | Maïs                         | Maïs | Prairie |
| 2009  | Soya | Soya                         | Maïs | Prairie |
| 2010  | Blé  | Blé                          | Maïs | Prairie |
| 2011  | Maïs | Fourrage                     | Maïs | Prairie |
| 2012  | Soya | Fourrage                     | Maïs | Prairie |
| 2013  | Blé  | Fourrage                     | Maïs | Prairie |
| 2014  | Maïs | Maïs                         | Maïs | Prairie |
| 2015  | Soya | Soya                         | Maïs | Prairie |
| 2016  | Blé  | Blé                          | Maïs | Prairie |
| 2017  | Maïs | Fourrage                     | Maïs | Prairie |
| 2018  | Soya | Maïs                         | Maïs | Prairie |
| 2019  | Blé  | Canola                       | Maïs | Prairie |
| 2020  | Maïs | Blé d'automne + Engrais Vert | Maïs | Prairie |
| 2021  | Soya | Maïs                         | Maïs | Prairie |
| 2022  | Blé  | Soya                         | Maïs | Prairie |
| 2023  | Maïs | Blé printemps                | Maïs | Prairie |
| 2024  | Soya | Maïs                         | Maïs | Prairie |
| 2025  | Blé  | Canola                       | Maïs | Prairie |
| 2026  | Maïs | Blé d'automne + Engrais Vert | Maïs | Prairie |

<sup>1</sup> De 2003 à 2007 : maïs – soya – maïs-maïs-soya

<sup>2</sup>R2 en 2020: Blé de printemps (après échec du blé d'automne)

## ❖ Résultats issus de deux dispositifs expérimentaux de longue durée

### ▪ Dispositif expérimental du CDBQ, La Pocatière, QC (1987-2023)



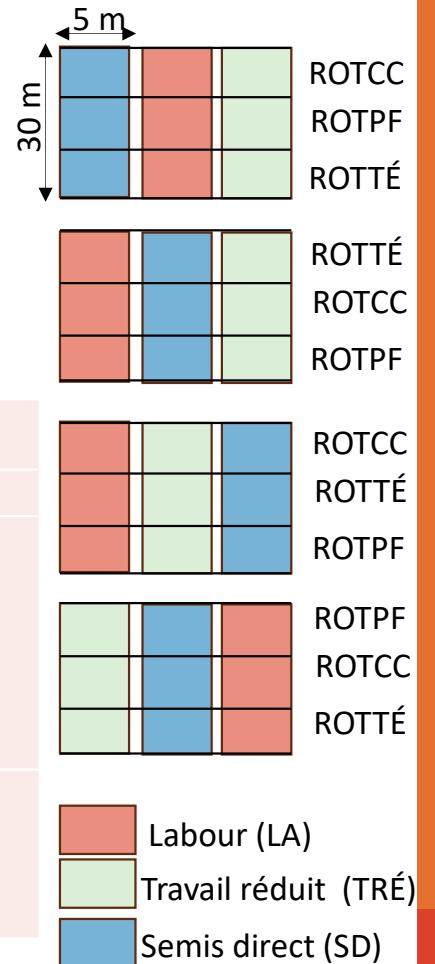
- ✓ Sol argileux, série de Kamouraska
- ✓ Facteur 1: Trois modes de travail du sol (1987 - 2023)
  - Blocs aléatoires complets, 4 répétitions

Labour (LA)  
 Travail réduit (TRÉ)  
 Semis direct (SD)

## ❖ Résultats issus de deux dispositifs expérimentaux de longue durée

- **Dispositif expérimental du CDBQ, La Pocatière, QC (1987-2023)**
- **Facteur 2 : Trois rotation des cultures (2020-2023)**
  - ✓ Rotation témoin (ROTTÉ)
  - ✓ Rotation avec cultures de couverture (ROTCC)
  - ✓ Rotation avec plantes fourragères (ROTPF)

| Rotation<br>1 | 2020  | 2021  | 2022   | 2023       |
|---------------|---|---|--|------------|
| ROTTÉ         | Blé de printemps  | Soya  | Blé de printemps   | Maïs-grain |
| ROTCC         | Blé de printemps (+<br>trèfle incarnat en<br>intercalaire) <sup>2</sup> suivi du<br>seigle d'automne (SA) | Semis du TR en intercalaire dans<br>le SA <sup>2</sup> ; Récolte du SA (fourrage)<br>+ semis du TR en rangs en<br>dérobée le 10 juin; semis du blé<br>d'automne (BA) après<br>destruction du TR | Récolte du BA ; semis<br>du mélange<br>radis/vesce<br>velue/pois fourrager<br>en dérobée | Maïs-grain |
| ROTPF         | Blé de printemps (+<br>semis du trèfle rouge<br>(TR) en intercalaire à<br>la volée) <sup>2</sup>          | Semis du TR à la volée le 20<br>mai <sup>2</sup> ; semis du TR en rangs le 10<br>juin   | Destruction du TR +<br>semis du blé de<br>printemps                                      | Maïs-grain |

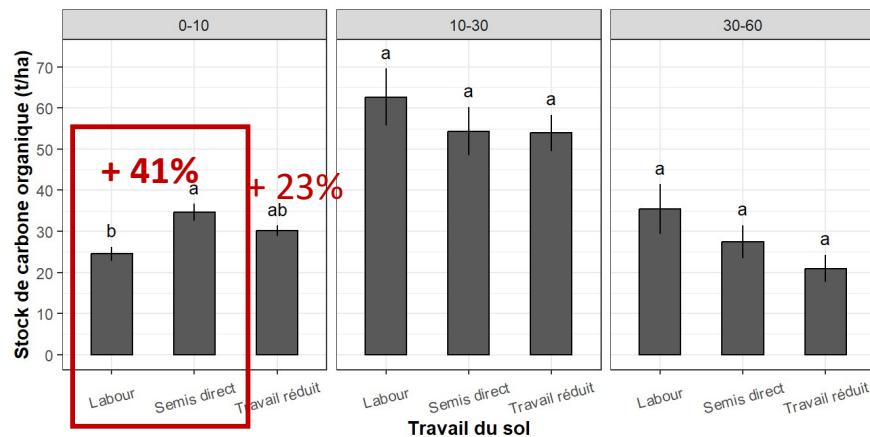


<sup>1</sup>De 2012 à 2019, une même rotation des cultures sur l'ensemble des parcelles : orge – orge – blé – blé – blé – soya

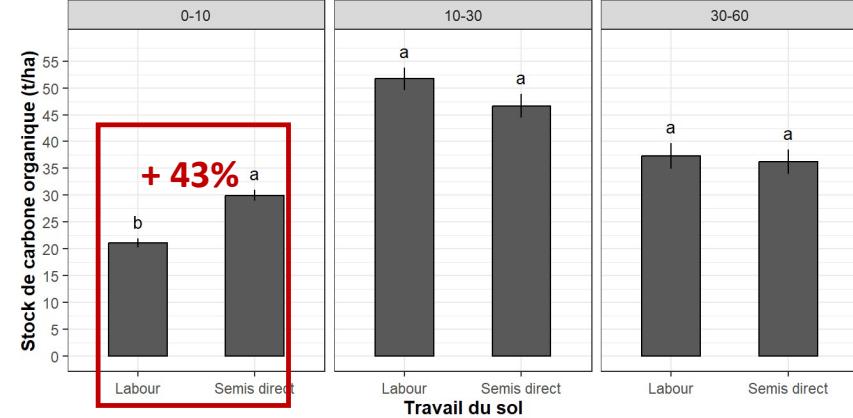
<sup>2</sup>Échec de l'implantation de la culture

## ■ Impact des pratiques agricoles sur la séquestration du carbone dans le sol<sup>(1,2)</sup>

### ○ Site du CDBQ (2023, 37 ans)



### ○ Site du CÉROM (2023, 16 ans)



- ✓ Impact positif du SD sur le stock de C organique dans la couche de surface (0-10 cm) par rapport au LA; aucun impact significatif sur le stockage du C organique dans les couches 10-30 et 30-60 cm
- ✓ Aucune différence si l'on considère l'ensemble du profil 0-60 cm du sol

➡ Effet limité du semis direct sur la séquestration du C dans le sol

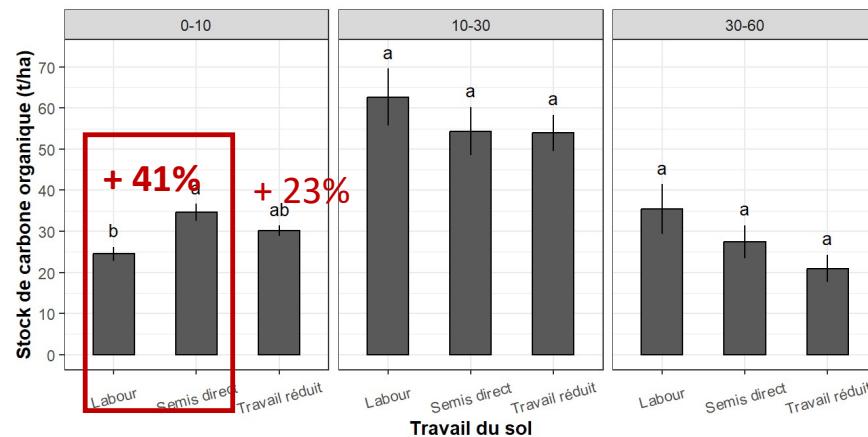
Réduction des émissions du CO<sub>2</sub> grâce à la réduction de la consommation de carburant

<sup>1</sup>Andraos E. (2024). Carbon stocks in clay soil and crop residue decomposition influenced by long-term tillage but not crop rotations in Québec, Canada. [Mémoire de maîtrise, McGill University], <https://escholarship.mcgill.ca/concern/theses/dn39x6871>

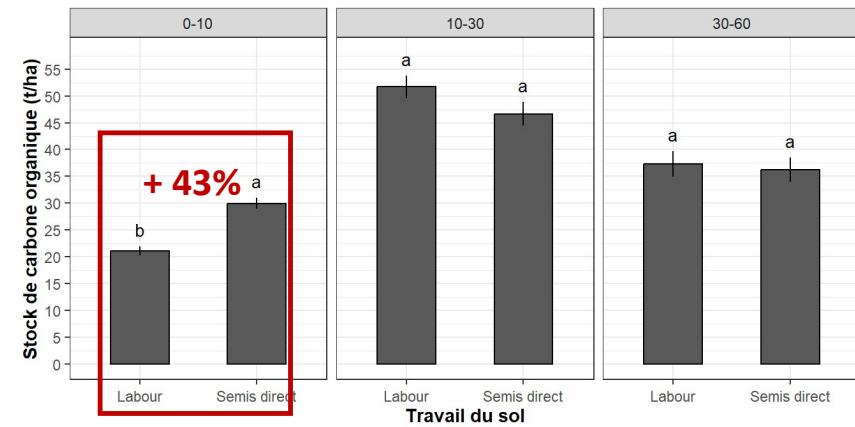
<sup>2</sup>Bipfubusa M, Andraos E., Whalen J., Akpakouma A. et Malenfant M. (2024). Évaluation de l'impact à long terme des pratiques culturales sur la dynamique du C organique et de l'azote dans le contexte de lutte contre le changement climatique. Rapport final. Projet GES-P3-003 (PALCCA 2021-2024).

## ■ Impact des pratiques agricoles sur la séquestration du carbone dans le sol<sup>(1,2)</sup>

### ○ Site du CDBQ (35 ans)



### ○ Site du CÉROM (15 ans)



- ✓ Même tendance pour la matière organique particulaire (MOP) ( $> 50 \mu\text{m}$ ) = fraction labile, rôle fondamental pour la santé des sols (réserve d'énergie pour les micro-organismes, activité biologique, recyclage des nutriments, et macro-agrégation du sol) ;
- Site du CDBQ : + 36 % stocks de POC (carbone organique particulaire) et + 46 % de stocks de PON (azote organique particulaire) en SD par rapport aux sols en travail réduit et aux sols labourés dans la couche 0-10 cm du sol
  - Site du CÉROM : + 78 % de stocks de POC et +71 % de stocks de PON en SD par rapport aux sols en travail réduit et aux sols labourés dans la couche 0-10 cm du sol

<sup>1</sup>Andraos E. (2024)

<sup>2</sup>Bipfubusa et al. (2024)

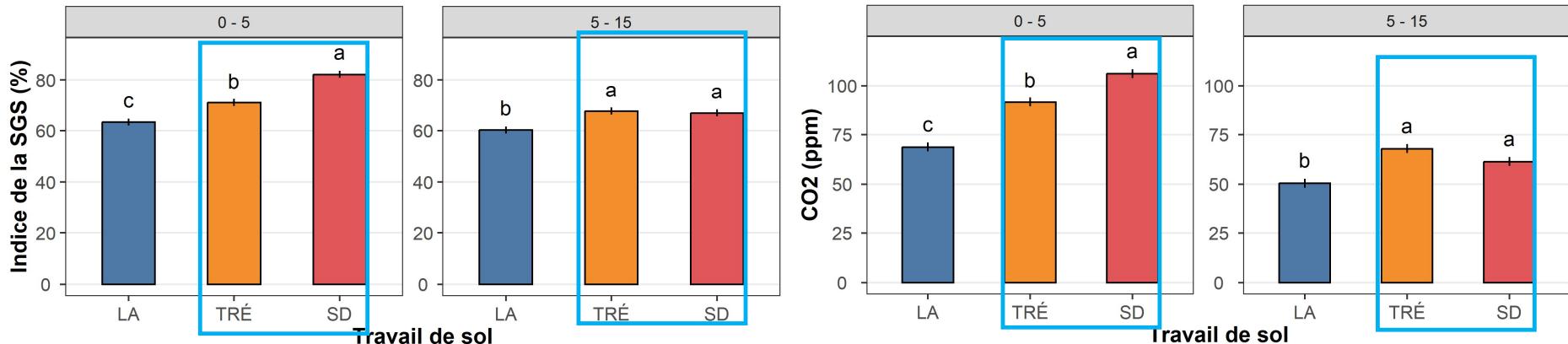
## ■ Impact des pratiques agricoles sur la santé du sol

- Site du CDBQ (2022)<sup>3</sup>

➤ Travail du sol (35 ans)

- Santé globale du sol

- Respiration du sol



Impact positif du SD et du TRÉ sur la santé du sol dans les premiers 15 cm du sol; l'effet du SD plus marqué que celui du TRÉ dans les premiers 5 cm du sol

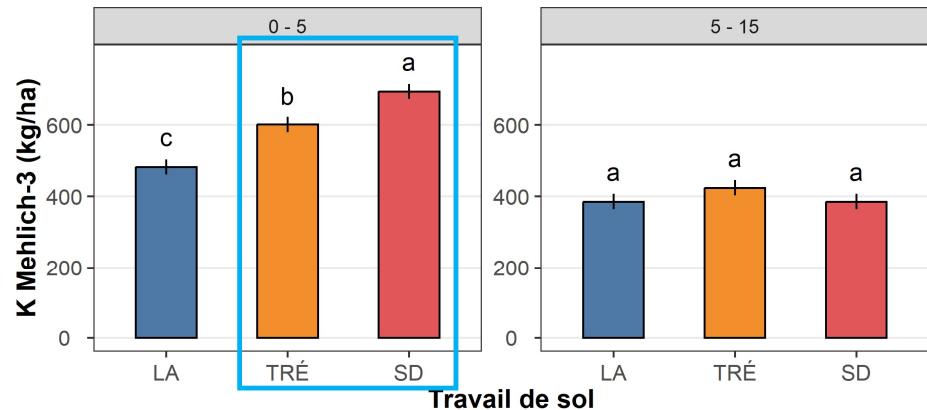
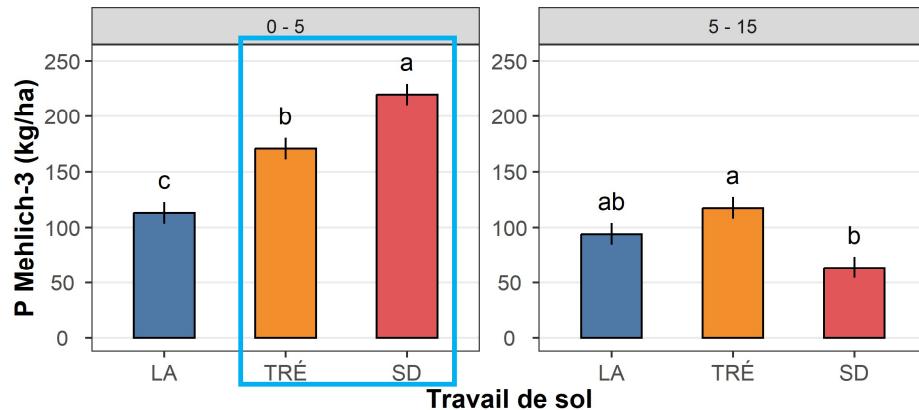
<sup>3</sup>Bipubusa M, Akpakouma A, Malenfant M., Gauthier M., Halde C., Martin A., Angers D. (2023). Impact des cultures de couverture et des plantes fourragères dans la rotation en région périphérique selon l'intensité du travail de sol (dispositif long terme) sur les paramètres de santé des sols et sur le stockage du carbone dans le sol. Rapport final. Projet 20-008-3.1-S-CDBQ

## ■ Impact des pratiques agricoles sur la santé du sol

- Site du CDBQ (2022)<sup>3</sup>

➤ Travail du sol (35 ans)

- Disponibilité des nutriments



Stratification du P en SD et sous TRÉ avec concentrations P très élevées dans la couche de surface (0-5 cm);  
Effet du SD plus prononcé que celui du TRÉ.

Risque de contamination des eaux lié à la perte de P par érosion ou par ruissellement

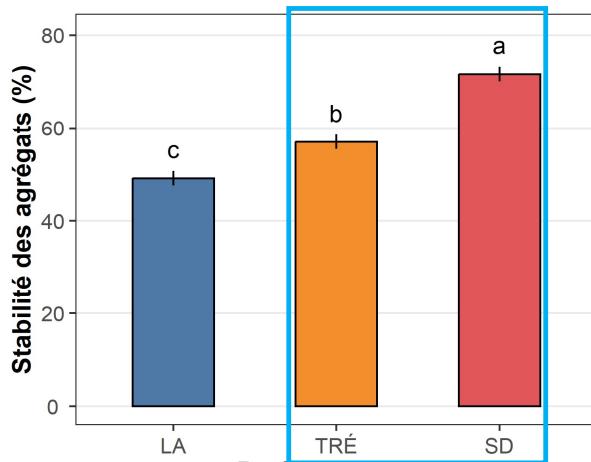
<sup>3</sup>Bipubusa M, Akpakouma A, Malenfant M., Gauthier M., Halde C., Martin A., Angers D. (2023). Impact des cultures de couverture et des plantes fourragères dans la rotation en région périphérique selon l'intensité du travail de sol (dispositif long terme) sur les paramètres de santé des sols et sur le stockage du carbone dans le sol. Rapport final. Projet 20-008-3.1-S-CDBQ

## ■ Impact des pratiques agricoles sur la santé du sol

### ○ Site du CDBQ (2022)<sup>3</sup>

#### ➤ Travail du sol (35 ans)

- Proportion des agrégats ( $> 0,25$  mm) stables à l'eau (profondeur du sol 0-15 cm)



Le SD et, dans une moindre mesure, le TRÉ accroît significativement la stabilité structurale du sol dans les premiers 15 cm du sol

La suppression du travail du sol réduit la susceptibilité du sol à l'érosion.

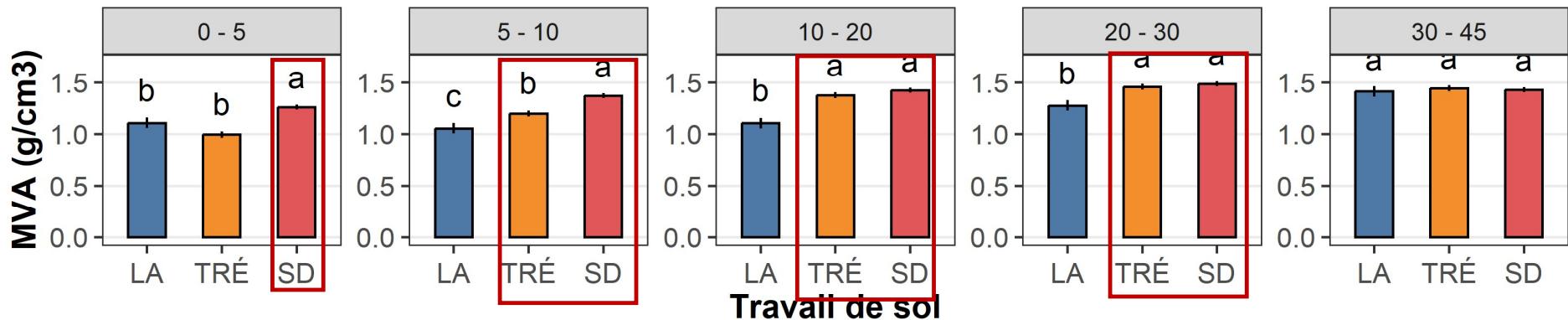
<sup>3</sup>Bipubusa M, Akpakouma A, Malenfant M., Gauthier M., Halde C., Martin A., Angers D. (2023). Impact des cultures de couverture et des plantes fourragères dans la rotation en région périphérique selon l'intensité du travail de sol (dispositif long terme) sur les paramètres de santé des sols et sur le stockage du carbone dans le sol. Rapport final. Projet 20-008-3.1-S-CDBQ

## ■ Impact des pratiques agricoles sur la santé du sol

- Site du CDBQ (2022)<sup>3</sup>

➤ Travail du sol (35 ans)

- Densité apparente du sol



À long terme, l'absence du travail du sol peut causer des défis liés à la compaction des sols argileux

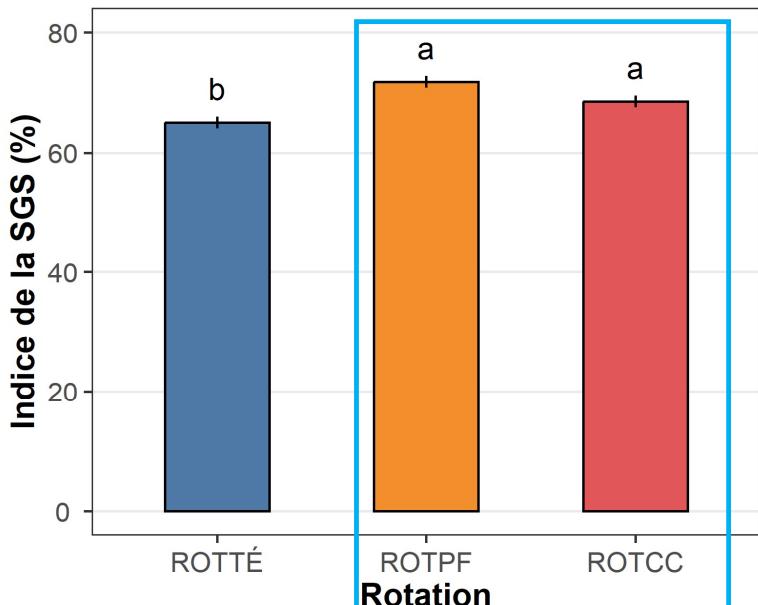
<sup>3</sup>Bipubusa M, Akpakouma A, Malenfant M., Gauthier M., Halde C., Martin A., Angers D. (2023). Impact des cultures de couverture et des plantes fourragères dans la rotation en région périphérique selon l'intensité du travail de sol (dispositif long terme) sur les paramètres de santé des sols et sur le stockage du carbone dans le sol. Rapport final. Projet 20-008-3.1-S-CDBQ

## ■ Impact des pratiques agricoles sur la santé du sol

### ○ Site du CDBQ (2022)<sup>3</sup>

#### ➤ Intégration des CC / PF dans les rotations de cultures annuelles (après 2 ans seulement)

- Santé globale du sol (SGS)



L'intégration des CC incluant des céréales d'automne (seigle et blé) et celle des PF (trèfle rouge à 2 coupes) dans la rotation des cultures a significativement amélioré la santé du sol (0-15 cm) après une courte durée (automne 2020 à automne 2022 pour les CC, et été 2021 à automne 2022, respectivement pour les PF).

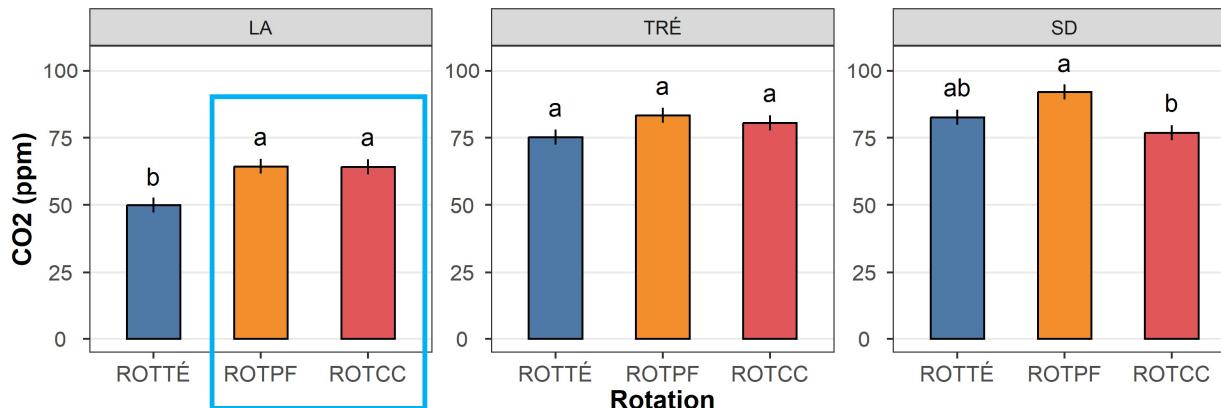
<sup>3</sup>Bipubusa M, Akpakouma A, Malenfant M., Gauthier M., Halde C., Martin A., Angers D. (2023). Impact des cultures de couverture et des plantes fourragères dans la rotation en région périphérique selon l'intensité du travail de sol (dispositif long terme) sur les paramètres de santé des sols et sur le stockage du carbone dans le sol. Rapport final.  
Projet 20-008-3.1-S-CDBQ

## ■ Impact des pratiques agricoles sur la santé du sol

- Site du CDBQ : (2022)<sup>3</sup>

➤ Intégration des CC / PF dans les rotations de cultures annuelles (après 2 ans seulement)

- Respiration du sol



- ✓ Les CC / PF ont rapidement accru l'activité biologique dans les sols labourés (0-15 cm)
- ✓ Les CC / PF n'ont pas eu d'influence significative sur l'activité biologique des sols en SD ou TRÉ où elle était déjà améliorée.

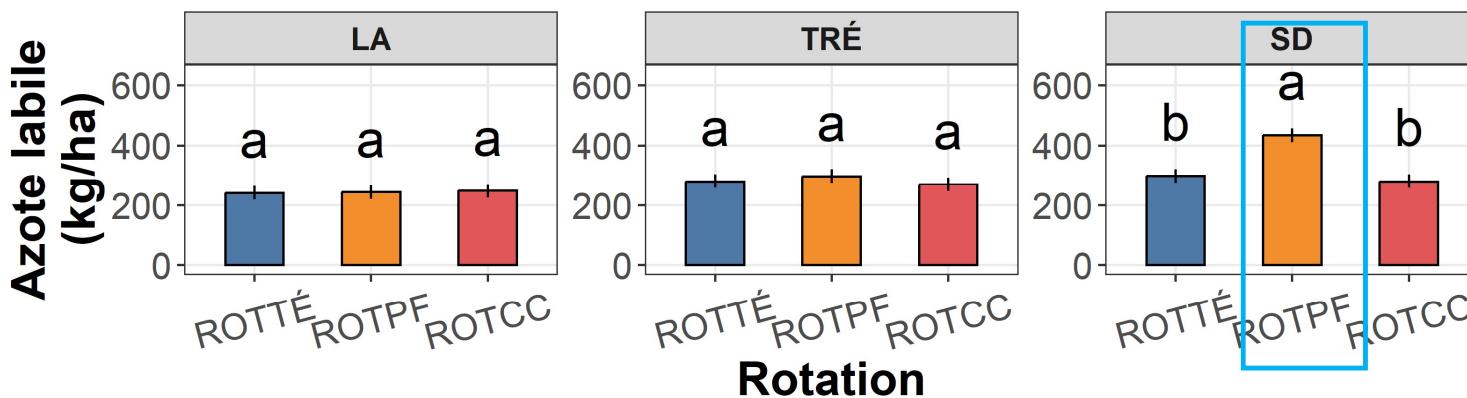
<sup>3</sup>Bipubusa M, Akpakouma A, Malenfant M., Gauthier M., Halde C., Martin A., Angers D. (2023). Impact des cultures de couverture et des plantes fourragères dans la rotation en région périphérique selon l'intensité du travail de sol (dispositif long terme) sur les paramètres de santé des sols et sur le stockage du carbone dans le sol. Rapport final. Projet 20-008-3.1-S-CDBQ

## ▪ Impact des pratiques agricoles sur la santé du sol

### ○ Site du CDBQ (2022, 35 ans)<sup>3</sup>

#### ➤ Intégration des CC / PF dans les rotations de cultures annuelles (après 2 ans seulement)

- Azote potentiellement minéralisable



- ✓ Effets synergiques entre SD et PF (trèfle rouge à 2 coupes) sur l'azote potentiellement minéralisable, ce qui pourrait réduire l'usage d'engrais azotés de synthèse
- ✓ Effet non significatif des PF dans LA ou TRÉ, ni des CC quel que soit le type de travail de sol

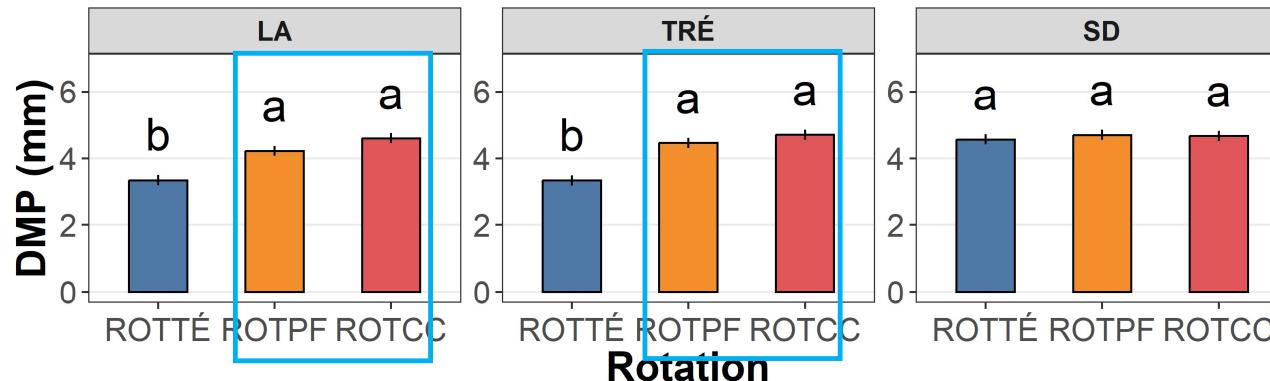
<sup>3</sup>Bipfubusa M, Akpakouma A, Malenfant M., Gauthier M., Halde C., Martin A., Angers D. (2023). Impact des cultures de couverture et des plantes fourragères dans la rotation en région périphérique selon l'intensité du travail de sol (dispositif long terme) sur les paramètres de santé des sols et sur le stockage du carbone dans le sol. Rapport final. Projet 20-008-3.1-S-CDBQ

## ■ Impact des pratiques agricoles sur la santé du sol

### ○ Site du CDBQ : (2022)<sup>3</sup>

➤ Intégration des CC / PF dans les rotations de cultures annuelles (après 2 ans seulement)

- Stabilité structurale du sol



- ✓ Les CC / PF ont rapidement accru la stabilité structurale des sols labourés et dans les sols en travail réduit;
- ✓ Les CC / PF n'ont pas eu d'influence significative sur la stabilité structurale des sols en SD où celle-ci était déjà améliorée.

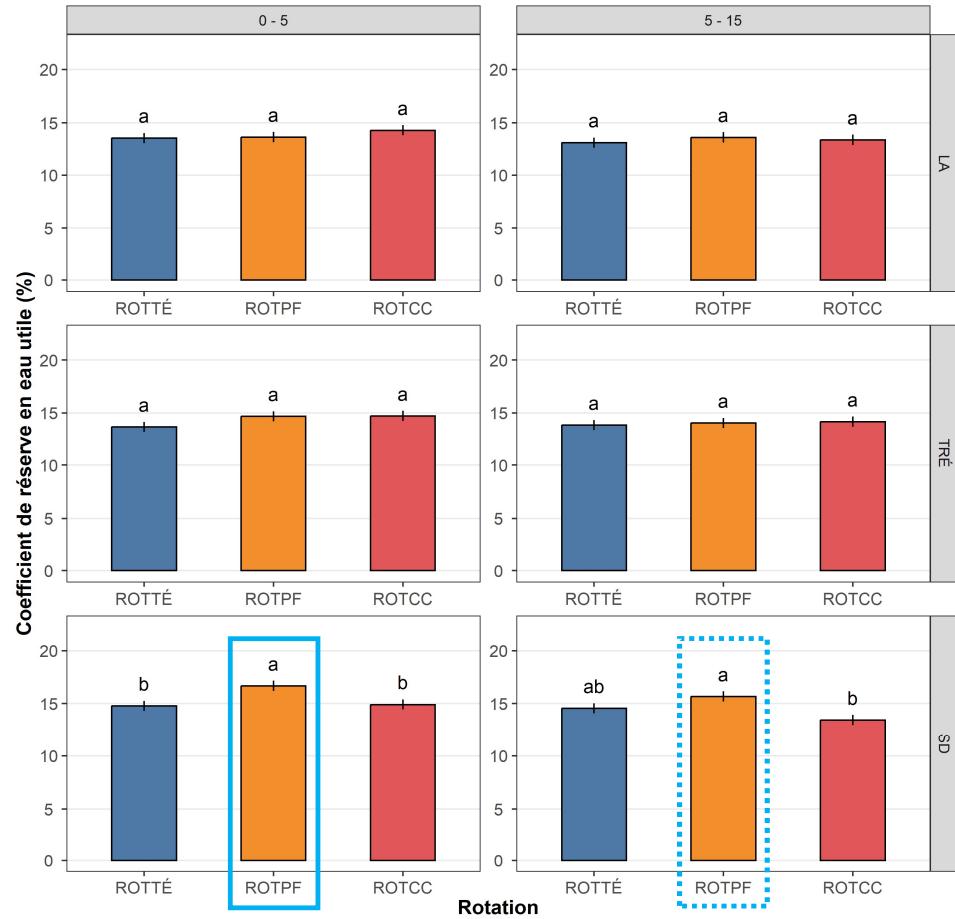
<sup>3</sup>Bipfubusa M, Akpakouma A, Malenfant M., Gauthier M., Halde C., Martin A., Angers D. (2023). Impact des cultures de couverture et des plantes fourragères dans la rotation en région périphérique selon l'intensité du travail de sol (dispositif long terme) sur les paramètres de santé des sols et sur le stockage du carbone dans le sol. Rapport final. Projet 20-008-3.1-S-CDBQ

## ■ Impact des pratiques agricoles sur la santé du sol

### ○ Site du CDBQ (2022, 35 ans)<sup>3</sup>

➤ dans les rotations de cultures annuelles  
(après 2 ans seulement)

✓ Effets synergiques entre SD et PF sur la réserve en eau utile dans les sols, ce qui pourrait favoriser la résilience des cultures face à la sécheresse.



<sup>3</sup>Bipfubusa M, Akpakouma A, Malenfant M., Gauthier M., Halde C., Martin A., Angers D. (2023). Impact des cultures de couverture et des plantes fourragères dans la rotation en région périphérique selon l'intensité du travail de sol (dispositif long terme) sur les paramètres de santé des sols et sur le stockage du carbone dans le sol. Rapport final. Projet 20-008-3.1-S-CDBQ

## ■ Impact des pratiques agricoles sur la santé du sol (0-10 cm)

### ○ Site du CÉROM (printemps 2018, 10 ans)<sup>4</sup>

|                       |                          | % C total | % N total | % agrégats stables | C actif | Respiration | Azote biologiquement disponible |
|-----------------------|--------------------------|-----------|-----------|--------------------|---------|-------------|---------------------------------|
| Travail du sol        | Semis direct             | 2,2 a     | 0,23 a    | 75 a               | 760 a   | 0,68 a      | 41.00a                          |
|                       | Labour                   | 1,9 b     | 0,19 b    | 65 b               | 638 b   | 0,63 b      | 27,45b                          |
| Rotation des cultures | R1 (3 ans)               | 2,00a     | 0,22a     | 70 ab              | 685     | 0,62 b      | 32,2                            |
|                       | R2 (6 ans)               | 2,04a     | 0,21a     | 73 a               | 683     | 0,69 a      | 36,25                           |
|                       | R3 (monoculture de maïs) | 2,09a     | 0,21a     | 67 b               | 725     | 0,65 ab     | 34,23                           |
| Gestion des résidus   | Exportés                 | 2,04a     | 0,21a     | 691                | 684     | 0,65        | 32,38                           |
|                       | Restitués                | 2,05a     | 0,21a     | 711                | 711     | 0,66        | 36,07 <sup>y</sup>              |

<sup>y</sup> effet significatif à  $p = 0,10$ .

✓ Le travail du sol est le facteur le plus déterminant, avec une meilleure santé du sol (0-10 cm) en SD par rapport au LA

- Augmentation des stocks de C organique et d'N total
- Amélioration de la structure du sol
- Amélioration de la santé biologique du sol (respiration, C actif et azote potentiellement minéralisable)

<sup>4</sup>Bipubusa M et Nyiraneza J. Effets à long terme du travail du sol, de la rotation des cultures et de la gestion des résidus de récolte sur la santé du sol.

- Impact des pratiques agricoles sur la santé du sol
- Site du CÉROM (début du printemps 2022)

Labour



Semis direct



Prairie



Photos CÉROM, 27 avril 2022

Des photos qui valent 1000 mots !

## ■ Impact des pratiques agricoles sur la santé du sol (0-10 cm)

### ○ Site du CÉROM (printemps 2018)<sup>4</sup>

|                                      |              | BG†  | CB     | PME  | LAP    | Pero        | NAG  | Pheno     |
|--------------------------------------|--------------|------|--------|------|--------|-------------|------|-----------|
| $\mu\text{mol h}^{-1} \text{g}^{-1}$ |              |      |        |      |        |             |      |           |
| Travail du sol                       | Semis direct | 83 a | 32 a   | 63 a | 20 a   | 1 220 008 a | 20 a | 870 363 a |
|                                      | Labour       | 46 b | 12 b   | 28 b | 16 b   | 1 083 118 b | 6 b  | 695 465 b |
| <hr/>                                |              |      |        |      |        |             |      |           |
| Gestion des résidus                  | Exportés     | 62 a | 20.44a | 43 a | 18 a   | 1 162 683 a | 12 a | 794,795a  |
|                                      | Restitués    | 67 a | 23.22a | 48 a | 17 a   | 1 140 444 a | 14 a | 870,363a  |
| <hr/>                                |              |      |        |      |        |             |      |           |
| Rotations                            | R1           | 61 a | 21 a   | 43 a | 16.13b | 1 118 148a  | 11 a | 737,645a  |
|                                      | R2           | 68 a | 24 a   | 45 a | 20.95a | 1 147 970a  | 14 a | 800,788a  |
|                                      | R3           | 65 a | 21 a   | 48 a | 16.09b | 1 188 571a  | 13 a | 810,310a  |

### Légende

† BG,  $\beta$ -glucosidase;  
 CB: cellobiohydrolase;  
 PME: phosphomonoesterase;  
 LAP: leucine aminopeptidase;  
 Pero:peroxidase;  
 NAG:N-acetyl- $\beta$ -d-glucosaminidase;  
 Pheno: phenol oxidase.

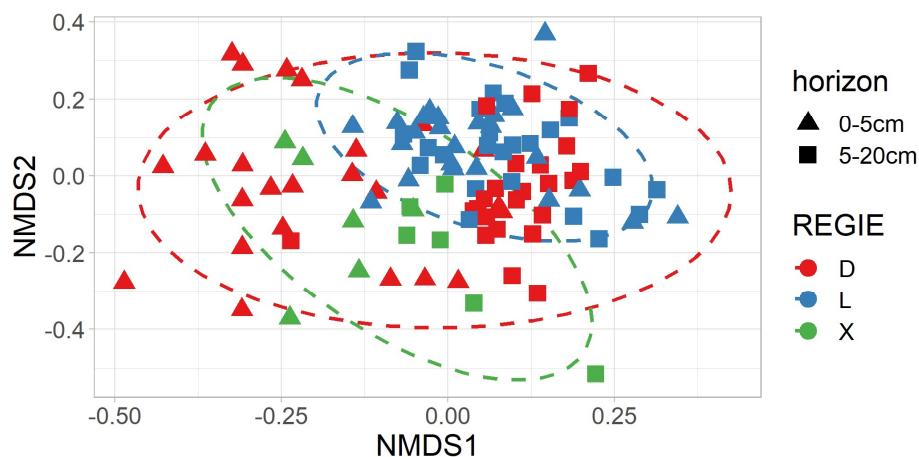
- ✓ Impact positif du SD sur les activités des enzymes impliquées dans les cycles du carbone, de l'azote et du phosphore par rapport au labour

<sup>4</sup>Bipubusa M et Nyiraneza J. Effets à long terme du travail du sol, de la rotation des cultures et de la gestion des résidus de récolte sur la santé du sol.

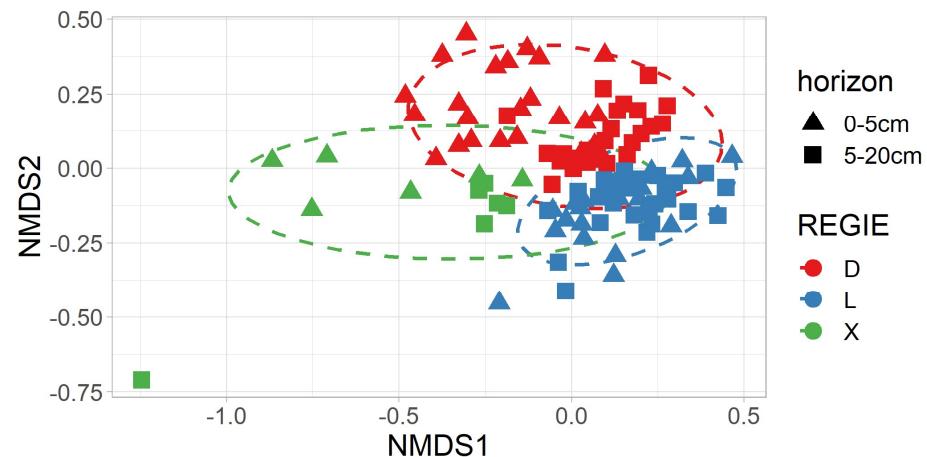
## ■ Impact des pratiques agricoles sur la santé du sol (0-10 cm)

- Site du CÉROM (2017, 10 ans)<sup>5</sup>

Ordination-NMDS-Bactéries



Ordination-NMDS-Eucaryotes



- ✓ Les analyses métagénomiques ont également montré un impact du travail du sol sur la composition des communautés bactériennes et eucaryotiques des sols (Hogue et al., 2019)

<sup>5</sup>Hogue R., Jeanne T., Tremblay G., Ziadi N., Parent S.-É., Bipfubusa M. (2019). Identifier des indicateurs biologiques de la santé des sols par l'analyse métagénomique de sols cultivés en grandes cultures sous diverses régies. Rapport final. Projet IA116650.

- Impact des pratiques agricoles sur la résilience des cultures
  - Site du CDBQ (2020)<sup>3</sup>



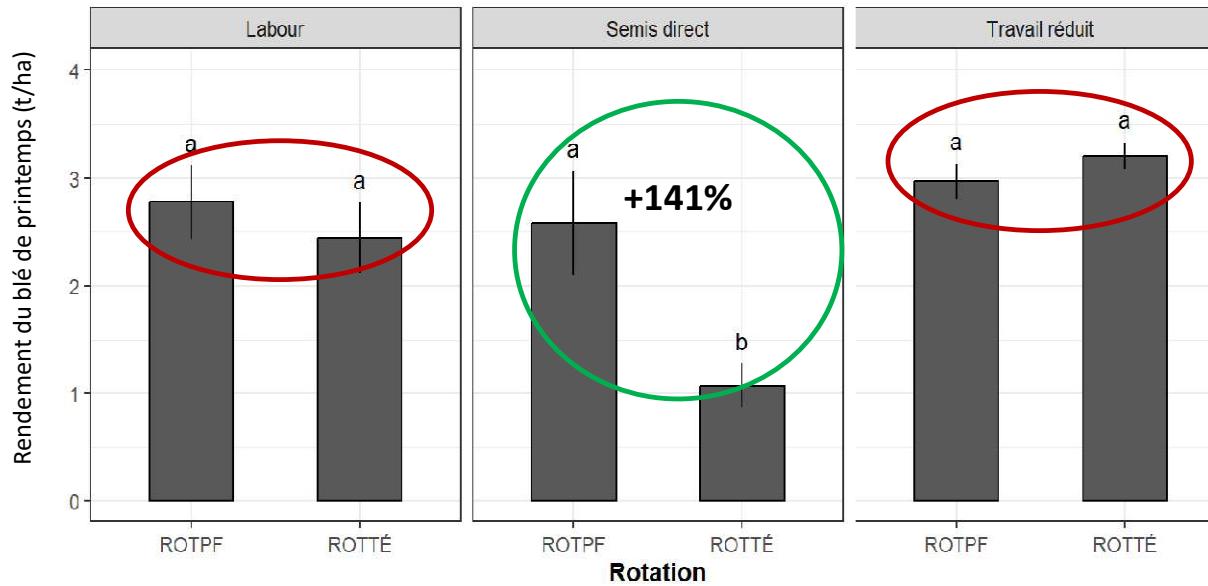
Travail réduit      Labour      Semis direct

- ✓ À long terme, le semis direct et le travail réduit ont favorisé le développement d'un système de cultures résiliant, capable d'affronter un stress hydrique grâce à une meilleure rétention en eau du sol

<sup>3</sup>Bipubusa M, Akpakouma A, Malenfant M., Gauthier M., Halde C., Martin A., Angers D. (2023). Impact des cultures de couverture et des plantes fourragères dans la rotation en région périphérique selon l'intensité du travail de sol (dispositif long terme) sur les paramètres de santé des sols et sur le stockage du carbone dans le sol. Rapport final. Projet 20-008-3.1-S-CDBQ.

## ■ Impact des pratiques agricoles sur la résilience des cultures

### ○ Site du CDBQ, 2022

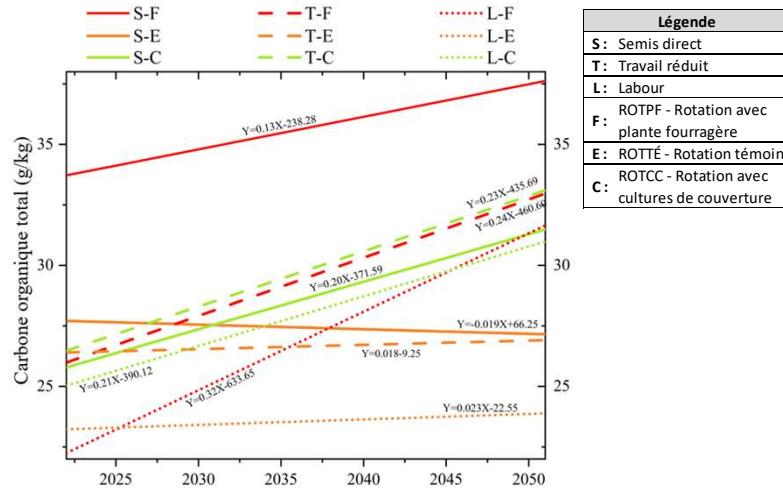


- ✓ L'introduction du trèfle rouge dans la rotation des cultures a permis d'atténuer certaines contraintes de la culture du blé de printemps qui étaient liées au SD dans la ROTTÉ;
- ✓ Effets synergiques entre SD et ROTPF notamment sur l'azote potentiellement minéralisable et la réserve en eau utile.

<sup>3</sup>Bipubusa M, Akpakouma A, Malenfant M., Gauthier M., Halde C., Martin A., Angers D. (2023). Impact des cultures de couverture et des plantes fourragères dans la rotation en région périphérique selon l'intensité du travail de sol (dispositif long terme) sur les paramètres de santé des sols et sur le stockage du carbone dans le sol. Rapport final. Projet 20-008-3.1-S-CDBQ.

- Évolution des stocks de carbone organique dans le sol de 2022 à 2051, tel que prédit par le modèle OGEMOS (Bipfubusa et al., 2024)

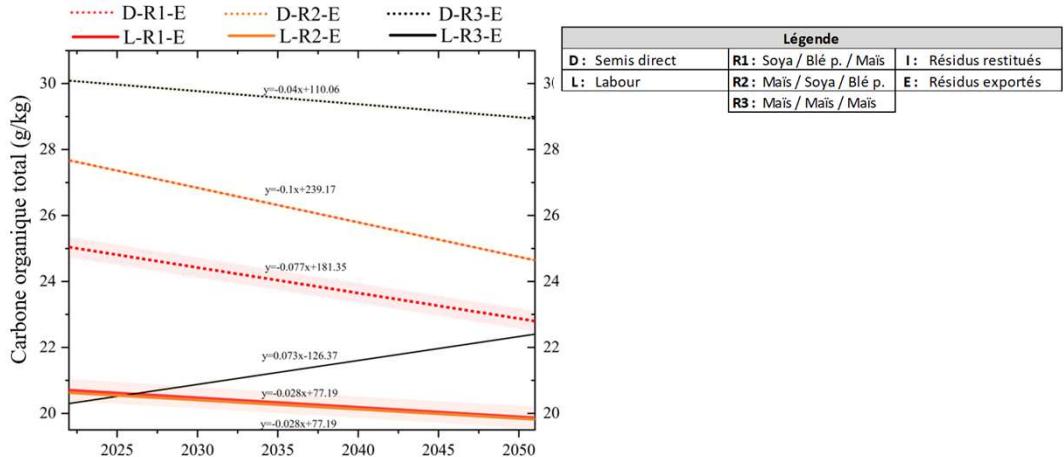
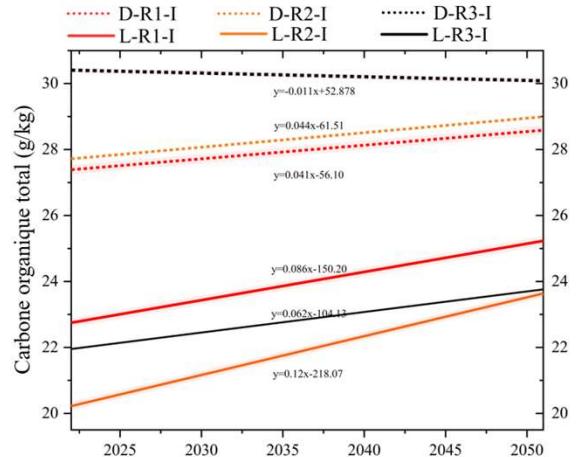
- Site du CDBQ



- ✓ Importance de l'inclusion des CC /PF pérennes dans les rotations de cultures annuelles pour augmenter les stocks de C organique.
- ✓ Accumulation du C organique plus rapide dans les sols labourés, permettant d'inverser la tendance de perte de matière organique.
- ✓ Les stocks de C organique demeureront plus importants dans les systèmes SD + PF.

- Évolution des stocks de carbone organique dans le sol de 2022 à 2051, tel que prédit par le modèle OGEMOS (Bipfubusa et al., 2024)

- Site du CÉROM



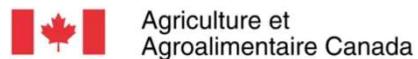
- ✓ L'exportation des résidus de cultures accentuera la perte de C organique, à une plus grande vitesse dans les sols labourés.
- ✓ Les stocks de C organique resteront plus importants dans les sols en SD que dans les sols labourés.
- ✓ Diversification des rotations des cultures et restitution des résidus favoriseront l'accumulation de matière organique dans les sols labourés, mais à un rythme lent.
- ✓ Solution: SD + restitution des résidus + diversification des rotations des cultures avec **intégration de CC /PF pérennes**

## ■ Comment renforcer la résilience de l'agriculture face aux changements climatiques ?

- ✓ Il est essentiel de mettre en place une approche intégrée combinant plusieurs des stratégies présentées.
- ✓ L'adoption du semis direct/la réduction du travail du sol, la restitution des résidus de culture et l'introduction de plantes fourragères et de cultures de couverture dans les rotations sont des stratégies complémentaires, chacune apportant des bénéfices en termes de stockage de carbone et de durabilité des sols.
- ✓ L'intégration de ces pratiques peut non seulement améliorer la résilience des exploitations agricoles face aux changements climatiques, mais aussi rendre les sols plus productifs et durables à long terme.

## *Remerciements*

- Nos collaborateurs



- Financements



*Merci à tous!*



**Questions?**