



Photo S. Lavergne, 2020

# Étude de la santé des sols en grandes cultures biologiques

**Stéphanie Lavergne, agr., Ph. D.**

Professeure en grandes cultures biologiques  
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT)

Journées horticoles Saint-Rémi  
Grandes cultures bio : entre science, terrain et innovation  
27 novembre 2025

# Fonctions du sol



# Définition de la santé des sols



*« La capacité continue du sol à fonctionner comme un système vivant vital, dans les limites de l'écosystème et de l'utilisation des terres, pour soutenir la productivité biologique, maintenir la qualité de l'air et de l'eau, et promouvoir la santé des plantes, des animaux et des humains. »*

Traduction libre - Doran et al., 1996



# Diagnostic au champ

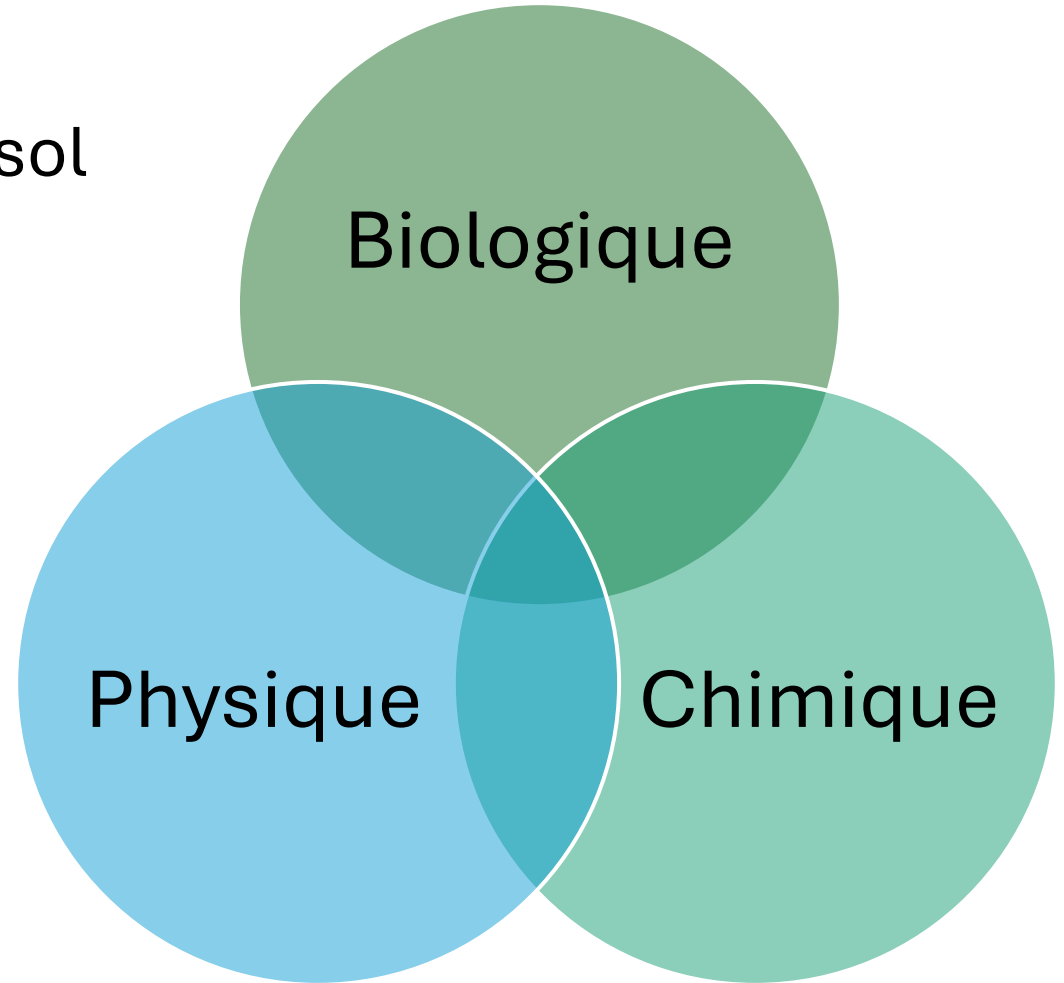


Photos Louis Robert, MAPAQ



# Indicateurs de la santé des sols

- Associés à des fonctions du sol
- Sensibles aux pratiques
- Répétables
- Reproductibles
- Faciles à mesurer

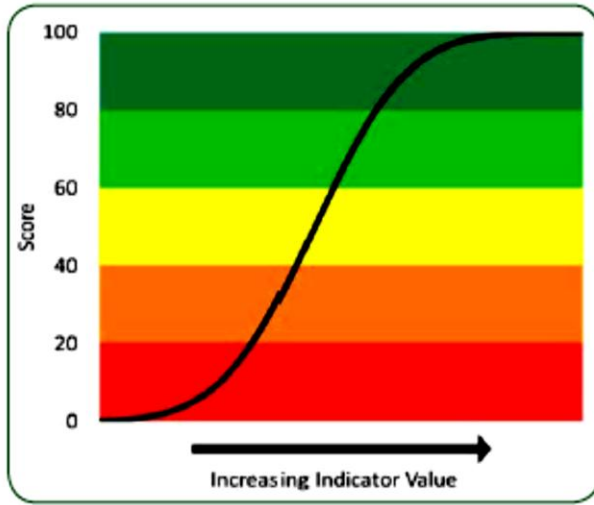


# Le test de la santé des sols de Cornell

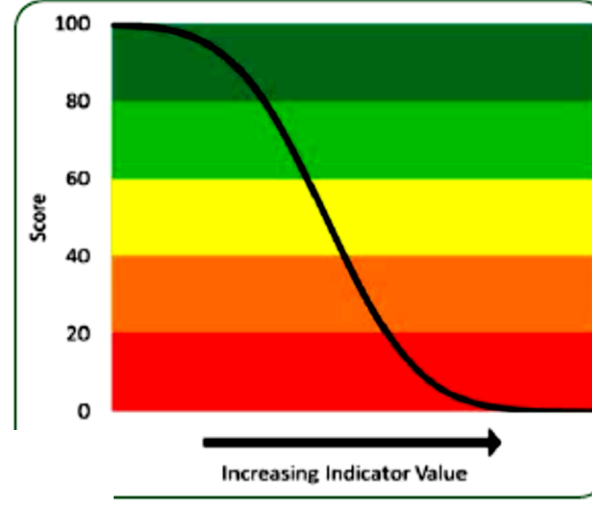
- Développé avec 1 500 échantillons de sol agricoles différents
- 39 paramètres physiques, chimiques et biologiques évalués
- 11 indicateurs retenus → temps, facilité, coûts, sensibilité, fonctions
  - 4 indicateurs physiques
  - 4 indicateurs biologiques
  - 7 indicateurs chimiques



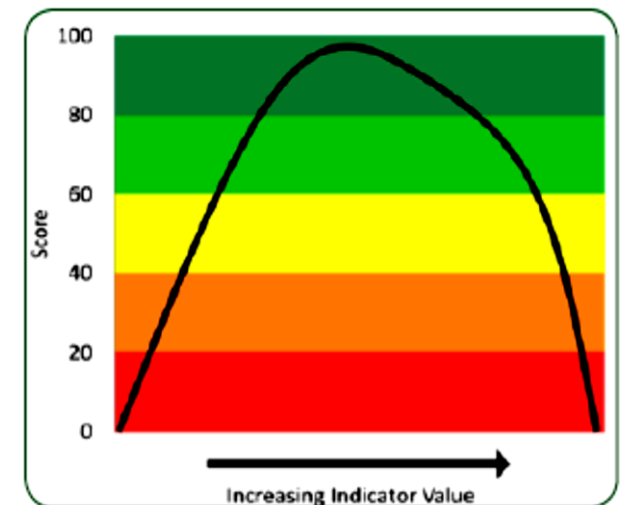
# Le test de la santé des sols de Cornell



Le maximum  
est le mieux



Le minimum  
est le mieux



L'optimum  
est le mieux



# Adaptation du test de Cornell au Québec



OPEN ACCESS | Article

## Developing scoring functions based on soil texture to assess agricultural soil health in Quebec, Canada

Mélanie Gauthier <sup>a</sup>, Richard Hogue<sup>b</sup>, Joël D'Astous-Pagé<sup>b</sup>, Michel Champagne<sup>c</sup>, and Caroline Halde <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Département de phytologie, Pavillon Paul-Comtois, 2425 rue de l'Agriculture, Université Laval, Quebec City, QC G1V 0A6, Canada;

<sup>b</sup>Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, 2700 rue Einstein, Quebec City, QC G1P 3W8, Canada;

<sup>c</sup>AgroEnviroLab, 1642 rue de La Ferme, La Pocatière, QC G0R 1Z0, Canada

Corresponding author: **Mélanie Gauthier** (email: [melanie.gauthier.8@ulaval.ca](mailto:melanie.gauthier.8@ulaval.ca))



# Adaptation du test de Cornell au Québec

B C D E F G H I J K L M N O P Q R

## CALCULATEUR - SANTÉ DES SOLS

Inscrire les résultats des analyses obtenus au laboratoire

Écrire dans chacune des cellules brunes pour lesquelles vous avez un résultat

Texture du sol: (Lourde, G1; Moyenne, G2; Grossière, G3)

Propriétés physiques				Propriétés biologiques				Propriétés chimiques						
Stabilité des agrégats (%)	Réserve en eau utile (%)	Résistance à la pénétration 15 cm (psi)	Résistance à la pénétration 45 cm (psi)	Respiration (ppm)	Azote potentiellement minéralisable (ppm N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> / semaine)	Matière organique (%)	Carbone actif (POXC) (ppm)	pH	Phosphore (P) (kg/ha)	Potassium (K) (kg/ha)	Magnésium (Mg) (kg/ha)	Manganèse (Mn) (ppm)	Zinc (Zn) (ppm)	Fer (Fe) (ppm)

# Effet des pratiques sur la santé des sols

- + Réduction de la **C**ompaction
  - + Travail du sol de **C**onservation
  - + **C**ultures pérennes
  - + **C**omposte et engrais organiques
  - + **C**ultures de couverture
  - + **C**ultures Diversité des **C**ultures
- + Retour des résidus de **C**ultures

Adoption des  
6 **Cs**

Adoptées dans  
les systèmes biologiques



# Effet des pratiques sur la santé des sols

- + Réduction de la **C**ompaction
- + Travail du sol de **C**onservation
- + **C**ultures pérennes
- + **C**ompost et engrais organiques
- + **C**ultures de couverture
- + Diversité des **C**ultures

**Plus difficile dans  
les systèmes biologiques**

**Adoptées dans  
les systèmes biologiques**

- + Retour des résidus de **C**ultures

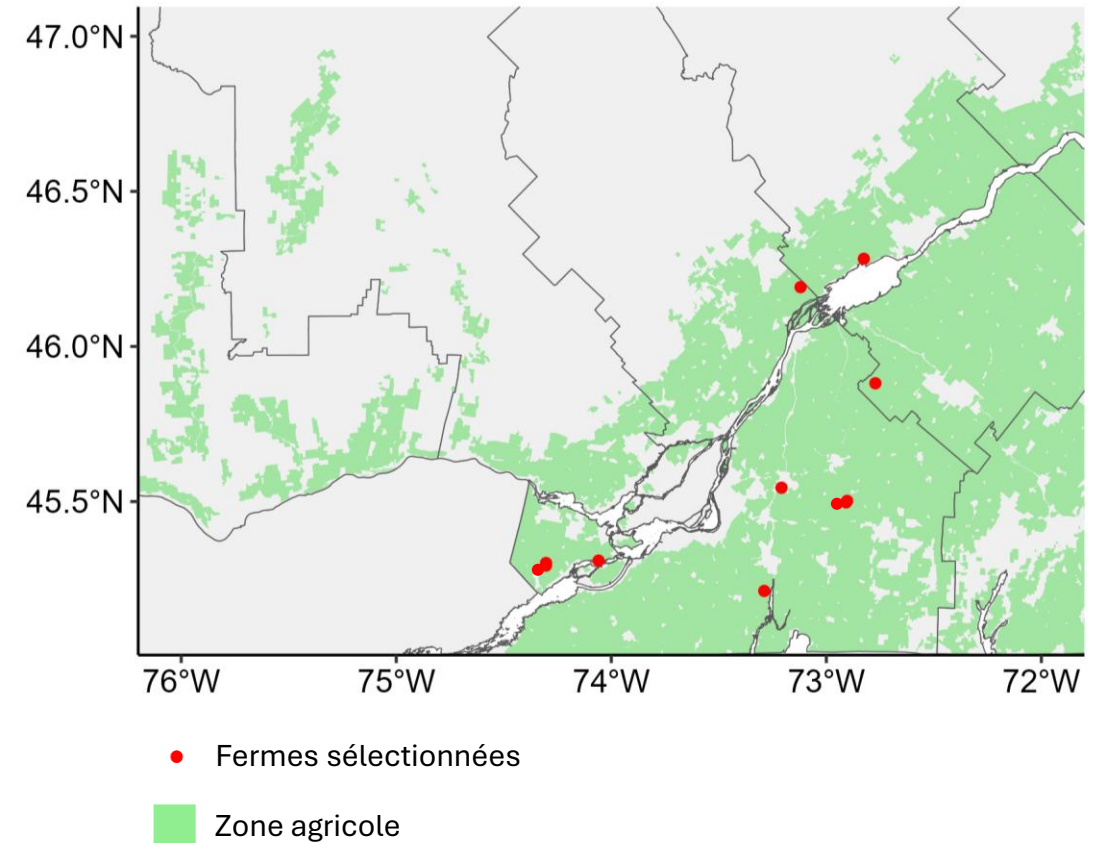


**Quel est l'effet des pratiques en agriculture biologique sur la santé des sols?**



# Étude québécoise - Méthodologie

- 1) Certifiées depuis 10 ans;
- 2) Production de maïs-grain et de soya;
- 3) Rotation intensive sur 3 ans;
- 4) Absence de plantes pérennes dans la rotation.

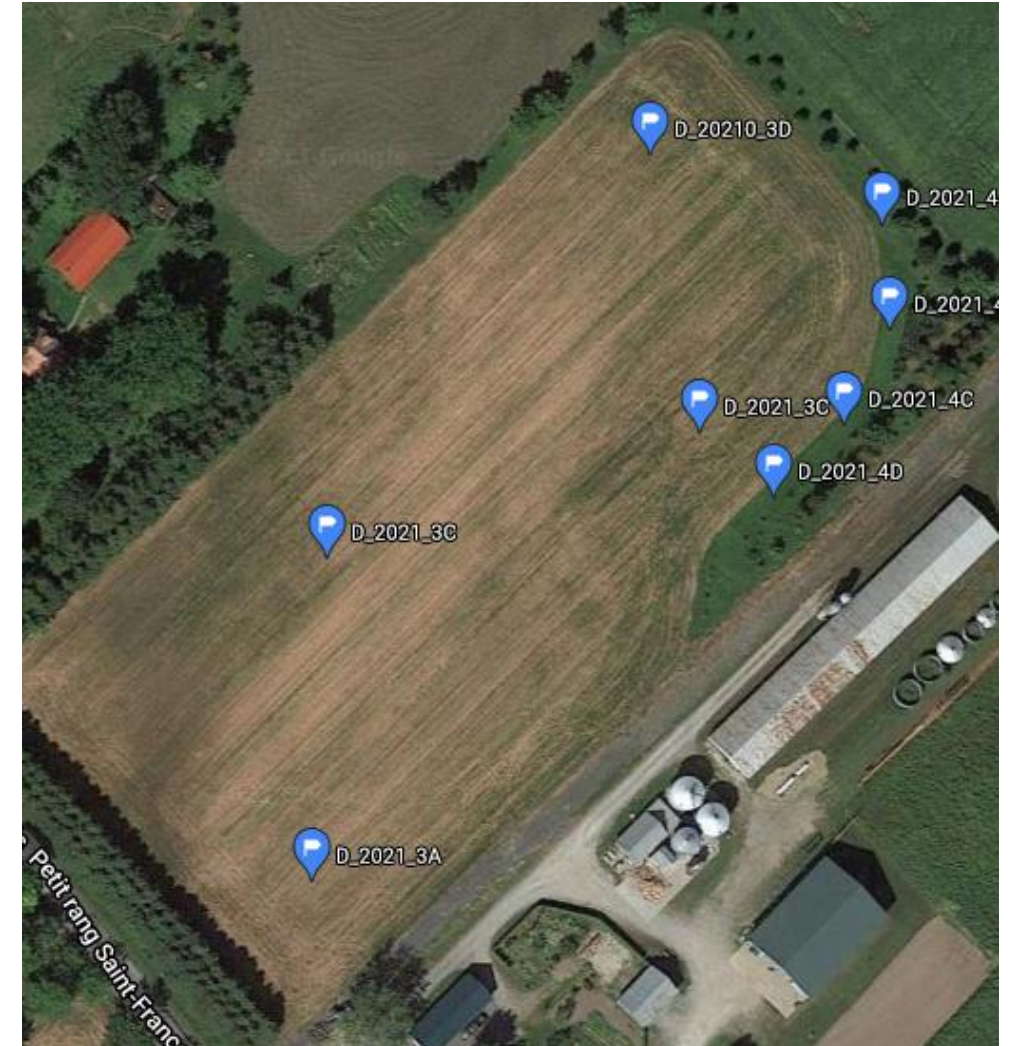
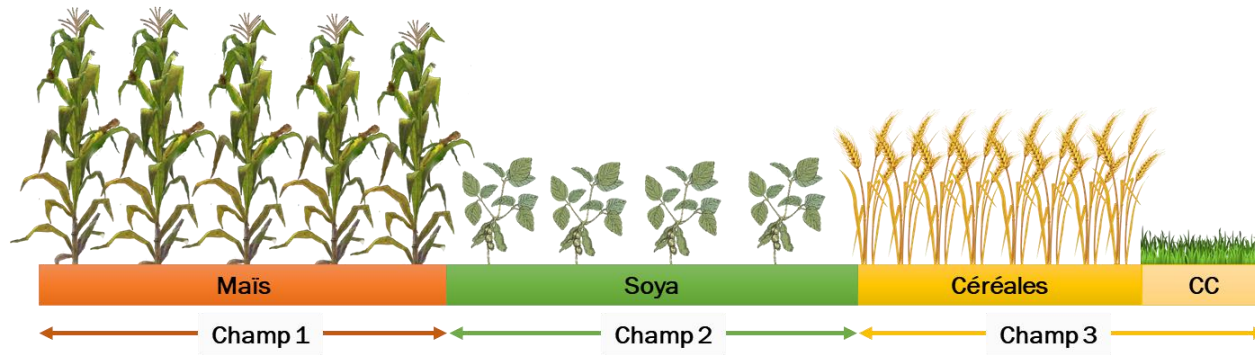


# Étude québécoise - Méthodologie

10 fermes x 3 champs x 3 ans

+

10 fermes x 1 bordure de champ x 2 ans



# Étude québécoise - Méthodologie

Printemps



Automne



# Étude québécoise - Méthodologie

## Printemps



Bloc de sol (25 x 25 x 20 cm)

Extraction à la moutarde

Identification des vers au laboratoire

(Abondance, biomasse, diversité)

# Étude québécoise - Méthodologie

## Automne



Échantillon composite (~ 2 kg)  
0-15 cm

Résistance à l'enfoncement  
0-45 cm

(Capacité de rétention en eau, densité  
apparente, stabilité des agrégats,  
respiration du sol, carbone du sol, POXC,  
azote résiduel, pH)

# Étude québécoise - Méthodologie

## Sondage en ligne

- Rotation des cultures
- Engrais organiques
- Travail du sol
- Cultures de couverture
- Désherbage mécanique



### Calcul d'indice de pratiques agricoles :

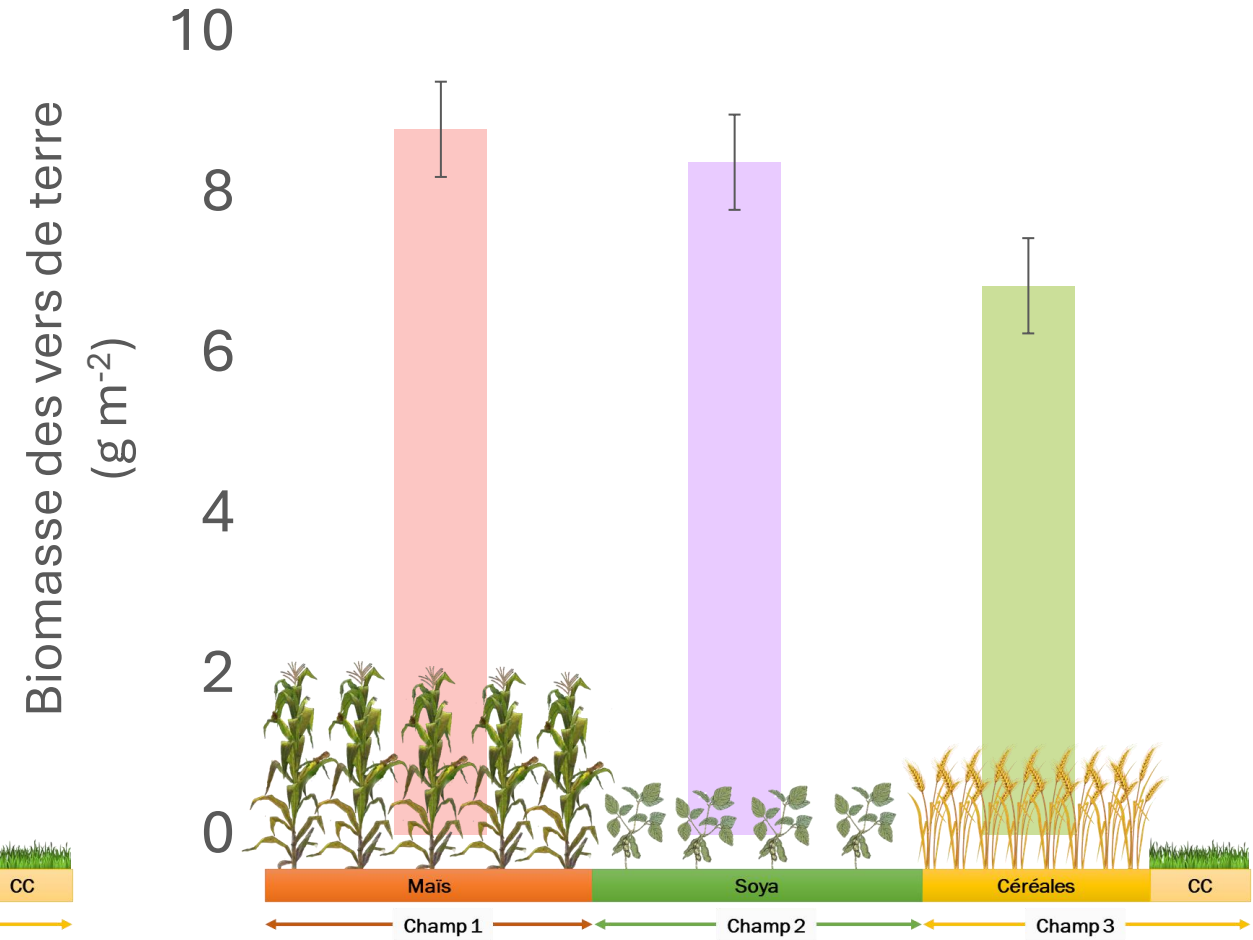
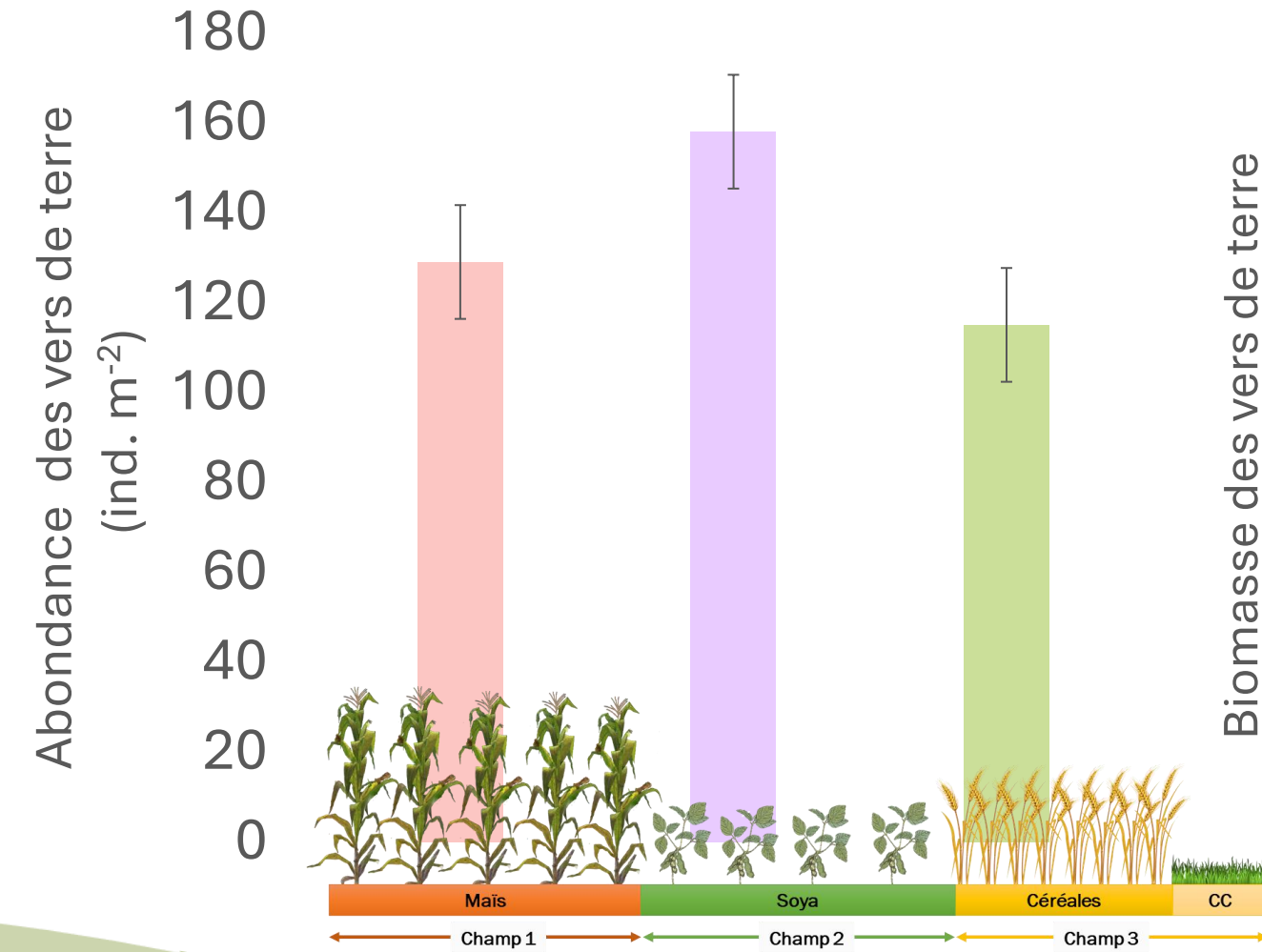
- CDI : Diversité des cultures
- STIR : Perturbation du sol (désherbage ou préparation du sol)
- OAI : Utilisation d'engrais organique



# Étude québécoise - Résultats

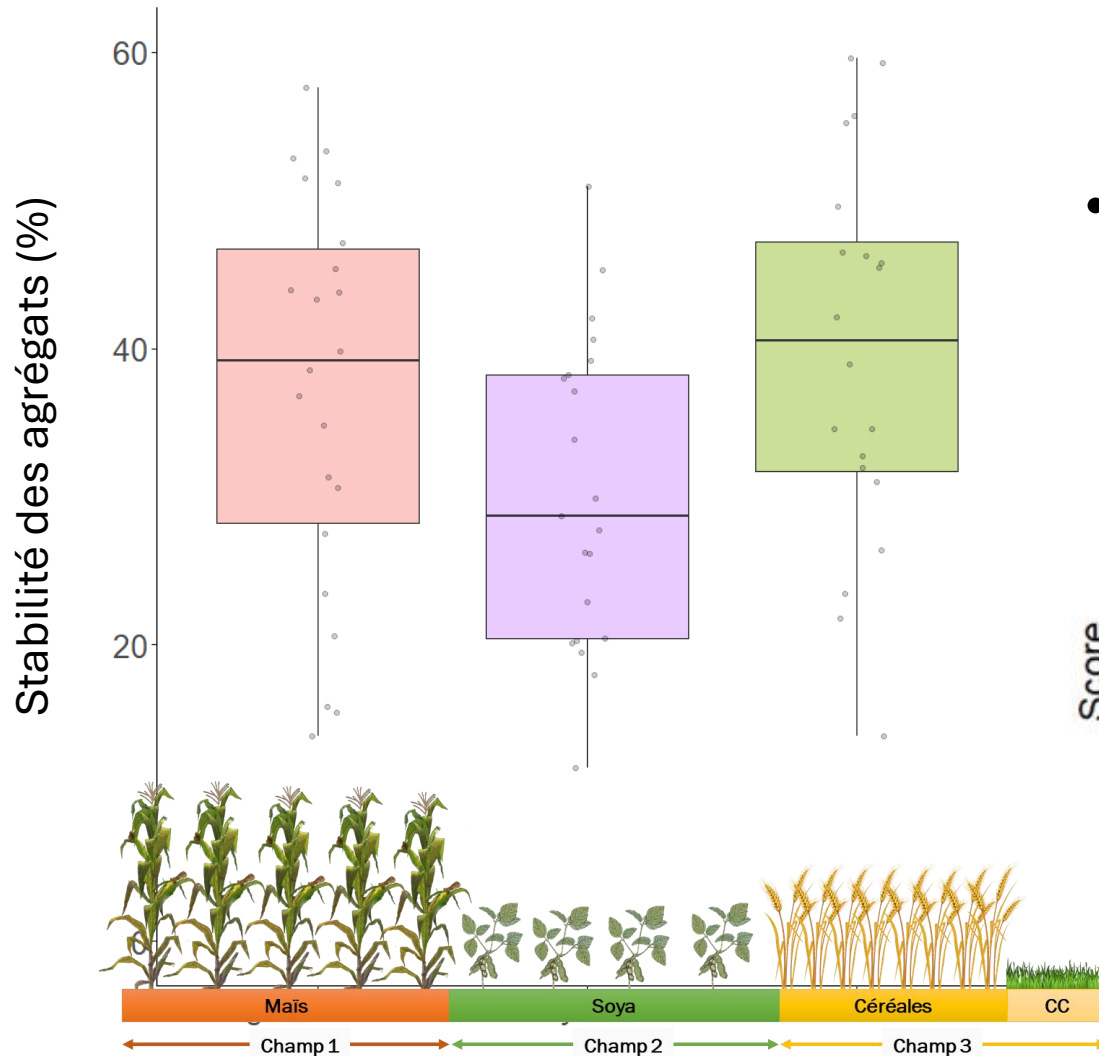
$P = 0.194$

$P = 0.448$

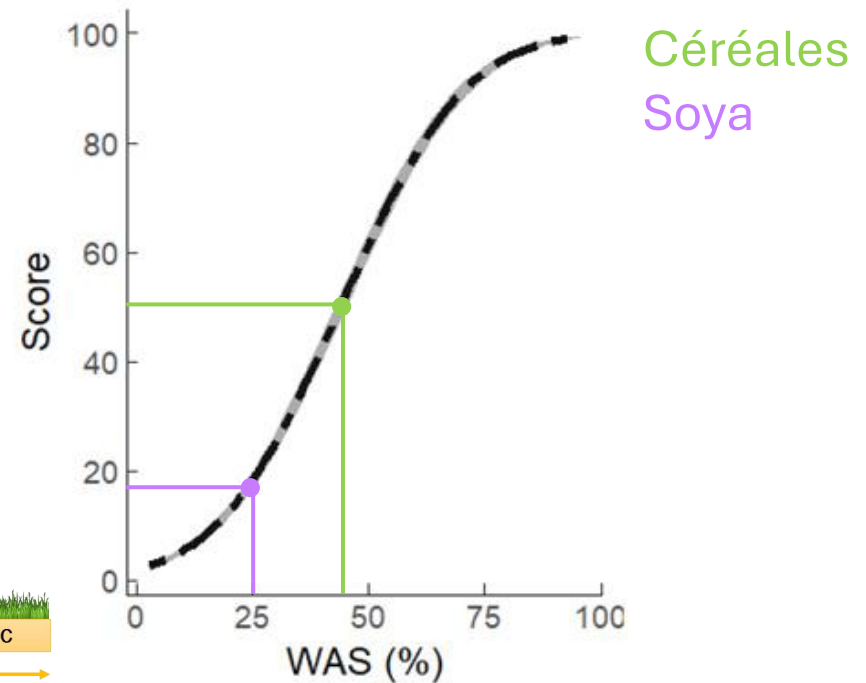


# Étude québécoise - Résultats

$P = 0.021$

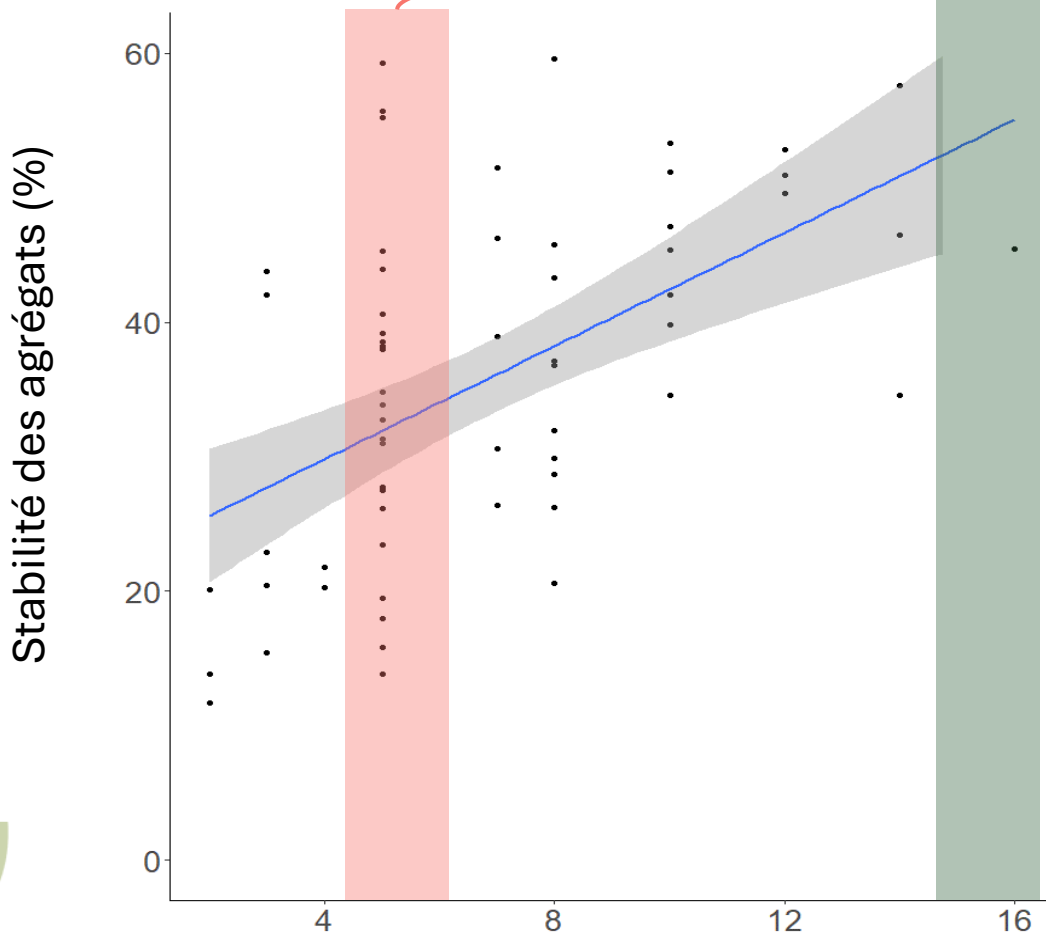


- Majorité des indicateurs, mêmes résultats que pour les vers
- Sauf pour la stabilité des agrégats

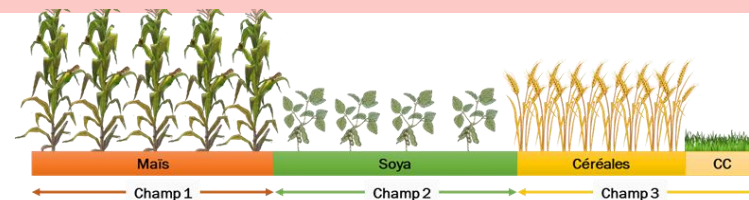


# Étude québécoise - Résultats

$P = 0,015$



Maïs – Soya – Céréale de printemps + CC

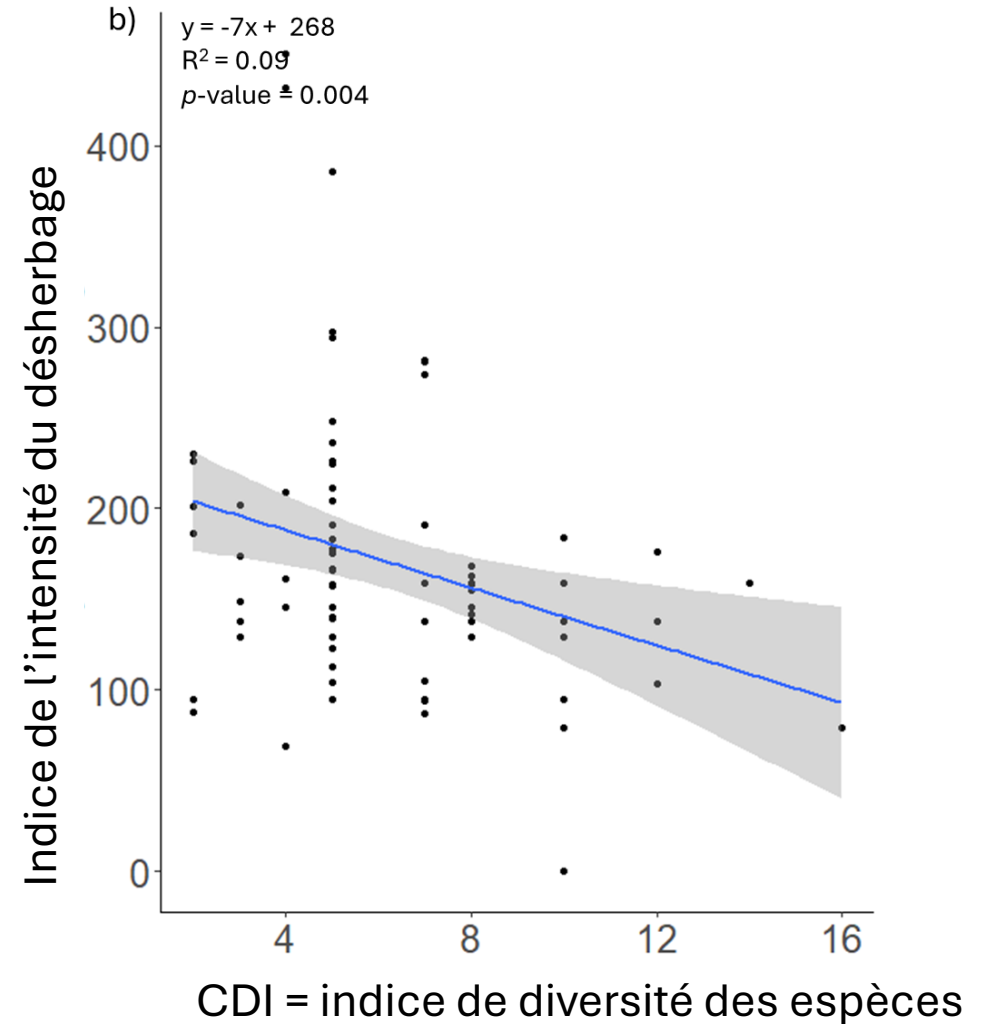
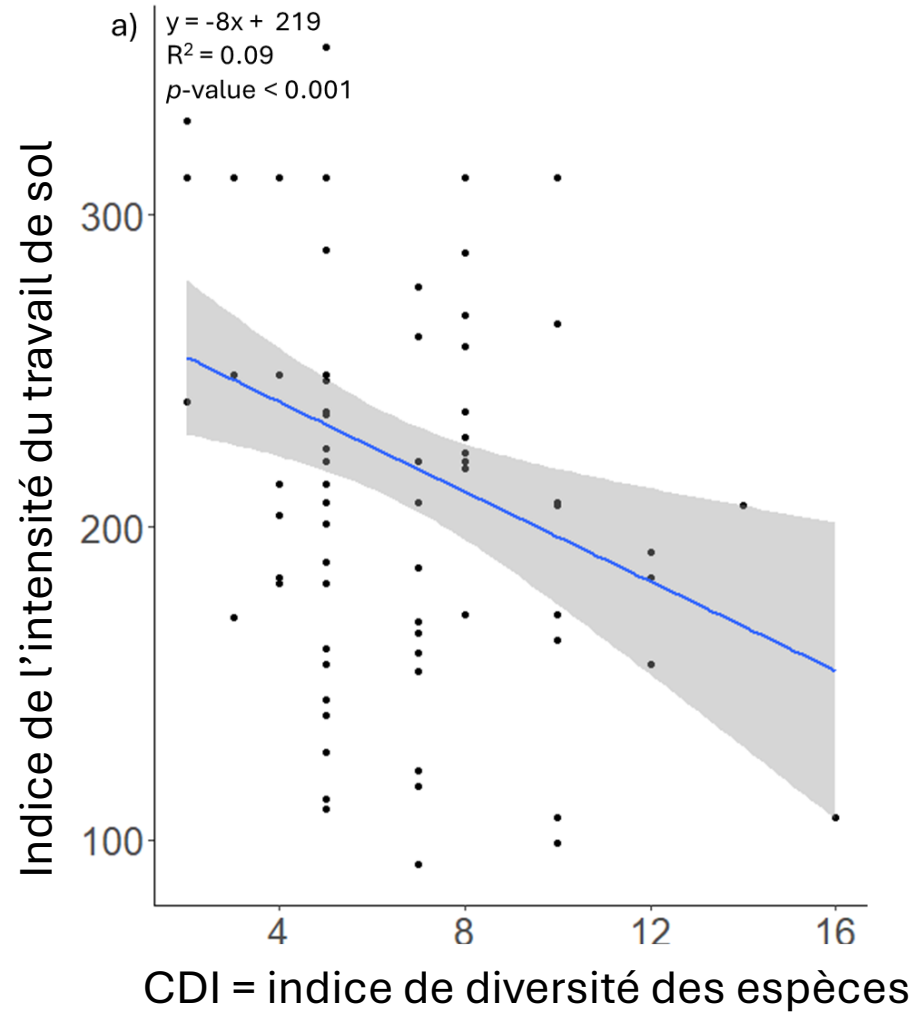


(Rotation de base)

La stabilité des agrégats répond à la diversité de la rotation.

Maïs + CC – Soya + CC – Céréale d'automne + CC

# Étude québécoise - Résultats



- Relation inverse entre la diversité des cultures et l'intensité du travail du sol

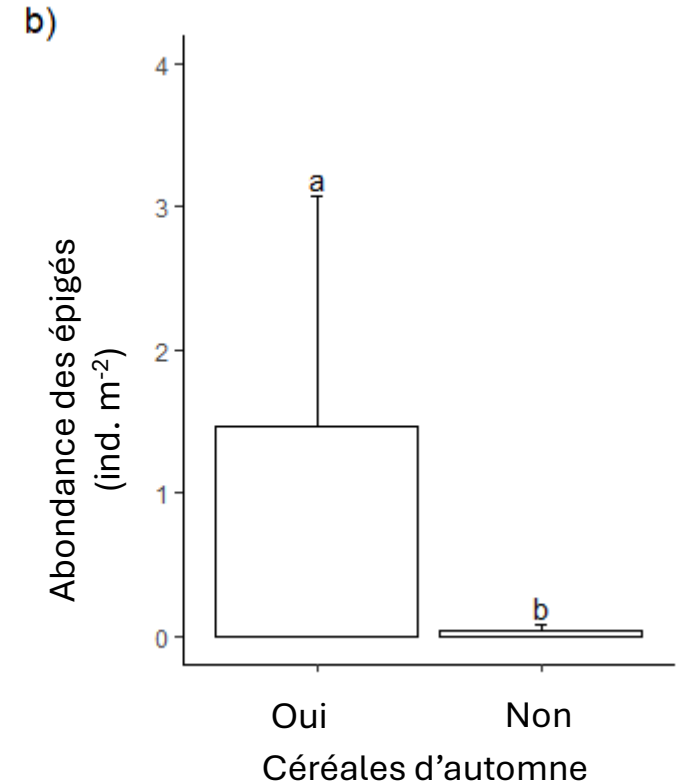
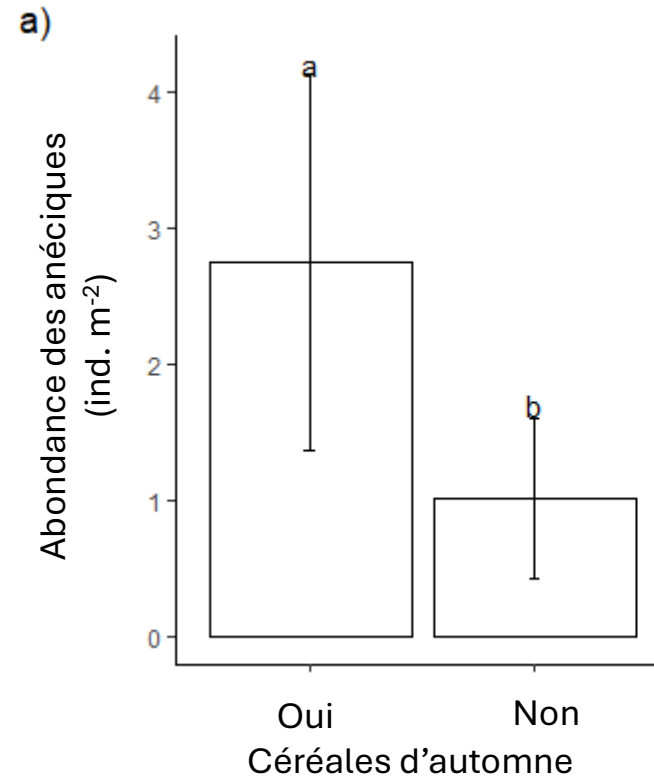
# Étude québécoise - Résultats

## Vers de terre

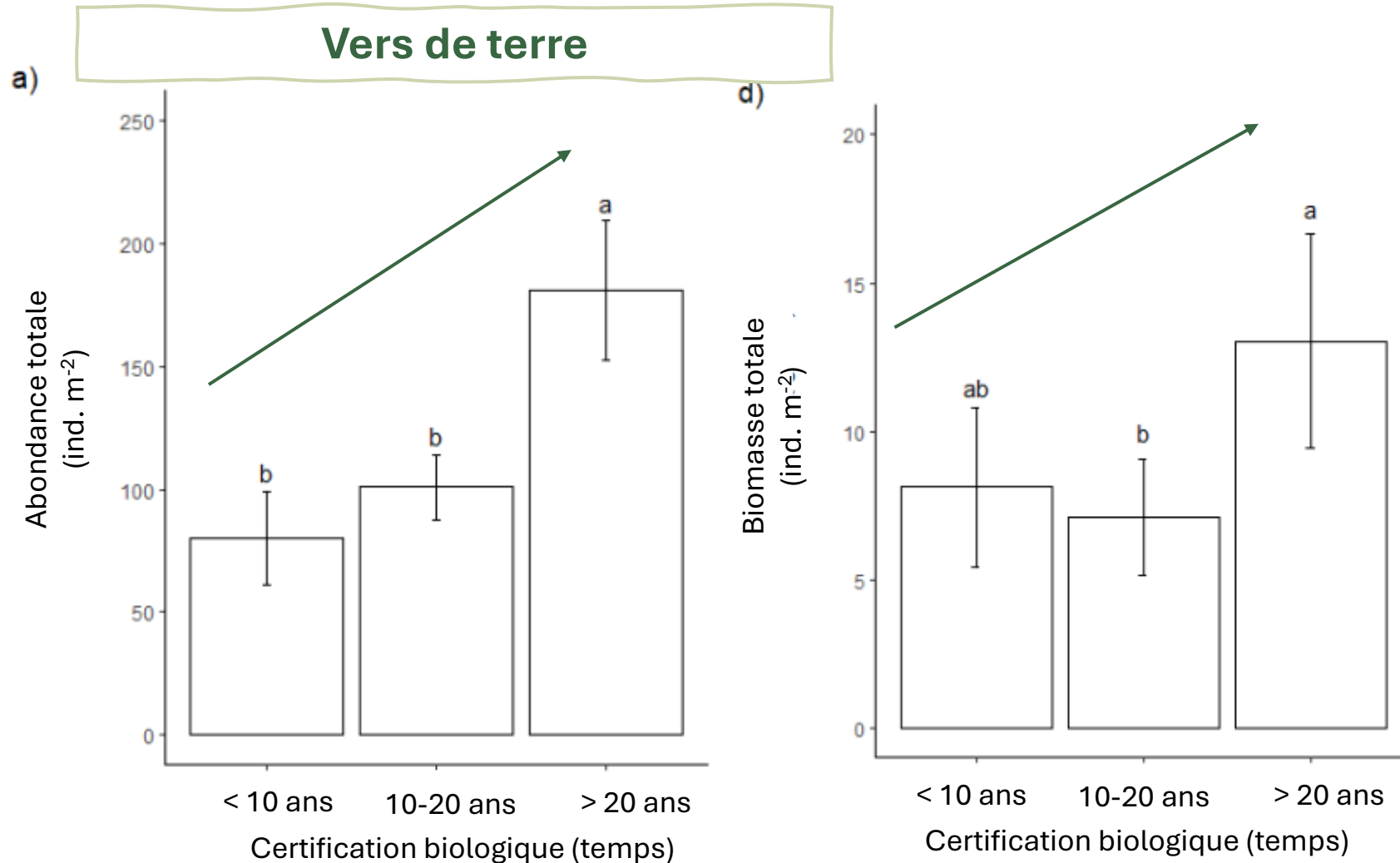
- Pas de mesure de diversité des cultures (CDI)
- Pas d'effet des cultures de couverture sur l'ensemble des paramètres étudiés (abondance, biomasse et diversité)

Cultures de couverture utilisées au moins une  
1x tous les 3 ans 100 % des champs!

- Céréale d'automne utilisée sur le 1/3 des champs
- Effet positif des céréales d'automne sur 2 groupes de vers de terre
  - Anéciques
  - Épigés



# Étude québécoise - Résultats



Effet positif à long terme de la régie biologique sur l'abondance et la biomasse des vers de terre.

# Étude québécoise - Résultats

- Effet marqué sur les endogés représentant 80 % de la population de vers de terre étudiés dans le cadre de l'étude.
- La régie biologique influence les vers de terre :
  - Amendement, biomasse et le travail du sol : Endogés
  - Diminution du travail du sol et couverture du sol : Anéciques et épigés

# Étude québécoise - Conclusion

## Vers de terre

- Pas d'effet du type de culture;
- Populations vers influencées par les pratiques culturales;
- Augmentation de la diversité des cultures et de la couverture du sol favoriserait la diversité des vers.

## Santé des sols

- Pas d'effet du type de culture;
- Stabilité des agrégats très sensible à la diversité des cultures;
- Augmentation de la diversité des cultures et de la couverture du sol favorise la santé du sol.



# Étude québécoise - Conclusion

B C D E F G H I J K L M N O P Q R

## CALCULATEUR - SANTÉ DES SOLS

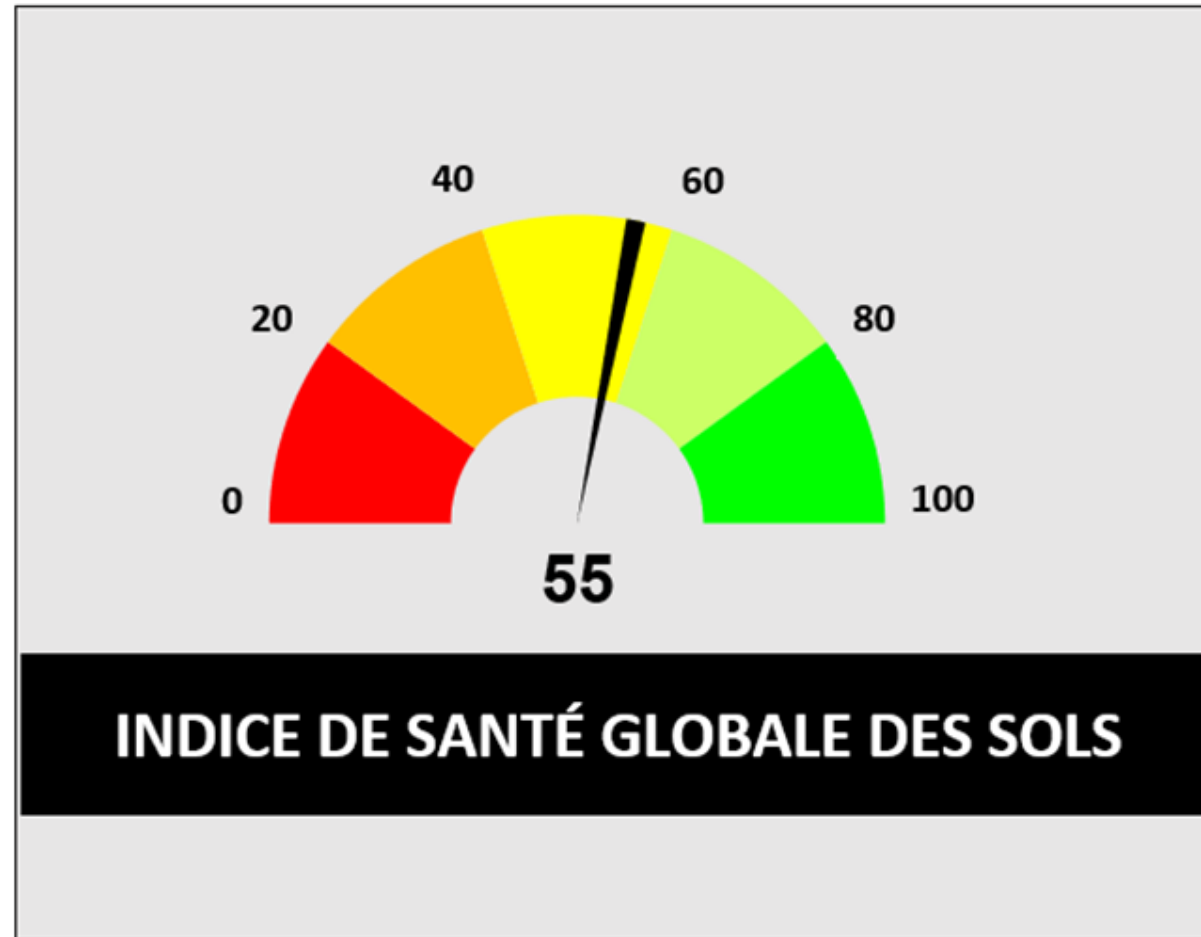
Inscrire les résultats des analyses obtenus au laboratoire

Écrire dans chacune des cellules brunes pour lesquelles vous avez un résultat

Texture du sol: (Lourde, G1; Moyenne, G2; Grossière, G3)

Propriétés physiques				Propriétés biologiques				Propriétés chimiques						
Stabilité des agrégats (%)	Réserve en eau utile (%)	Résistance à la pénétration 15 cm (psi)	Résistance à la pénétration 45 cm (psi)	Respiration (ppm)	Azote potentiellement minéralisable (ppm N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> / semaine)	Matière organique (%)	Carbone actif (POXC) (ppm)	pH	Phosphore (P) (kg/ha)	Potassium (K) (kg/ha)	Magnésium (Mg) (kg/ha)	Manganèse (Mn) (ppm)	Zinc (Zn) (ppm)	Fer (Fe) (ppm)

# Étude québécoise - Conclusion



# Étude québécoise - Conclusion

- + Réduction de la **C**ompaction
- + Travail du sol de **C**onservation
- + **C**ultures pérennes
- + **C**ompost et engrais organiques
- + **C**ultures de couverture
- + Diversité des **C**ultures
- + Retour des résidus de **C**ultures

**Adoption des 7 Cs :**

**L'ajout de cultures qui permettent de couvrir le sol et de réduire la fréquence et l'intensité du travail du sol.**

**Cultures de couverture**

**Céréales d'automne**



# Merci

## Superviseurs de la thèse

Derek H. Lynch, Université Dalhousie  
Caroline Halde, Université Laval

## Comité de supervision

David Burton, Université Dalhousie  
Dalhousie Andy Hammermeister, Université Dalhousie

## Équipe de réalisation

Mohammed Zahidul Alam, Université Dalhousie  
Erin Didychuk, Université Dalhousie  
Héloïse Henry, Université Laval  
Vincent Grégoire, Université Laval  
Samuel Gagné, Université Laval

## Assistants de recherche

Ana Maria Quiroga Arcila, Aurélie Demers,  
Camille Belzile-Quévy, Colline Chih, Emile  
Trifiro-Riendeau, Florence Vachon-Laberge,  
Michaël Brière, Nathan Rondeau, Paul Mottier,  
Solèmne Skorupinski, William Savard et  
Yatandi Djiguiba

## Partenaires



Et les 10  
entreprises du  
Québec!



@UQAT

[Stephanie.Laverne2@uqat.ca](mailto:Stephanie.Laverne2@uqat.ca)



**Laverne et al., 2025 – Geoderma  
(Santé des sols – tests Cornell)**



**Laverne et al., 2025 - Applied Soil Ecology  
(Vers de terre)**



**Gauthier et al., 2022 – Can. J. Soil Sci.  
(Adaptation test Cornell pour le Québec)**