



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

fonctions du Sol

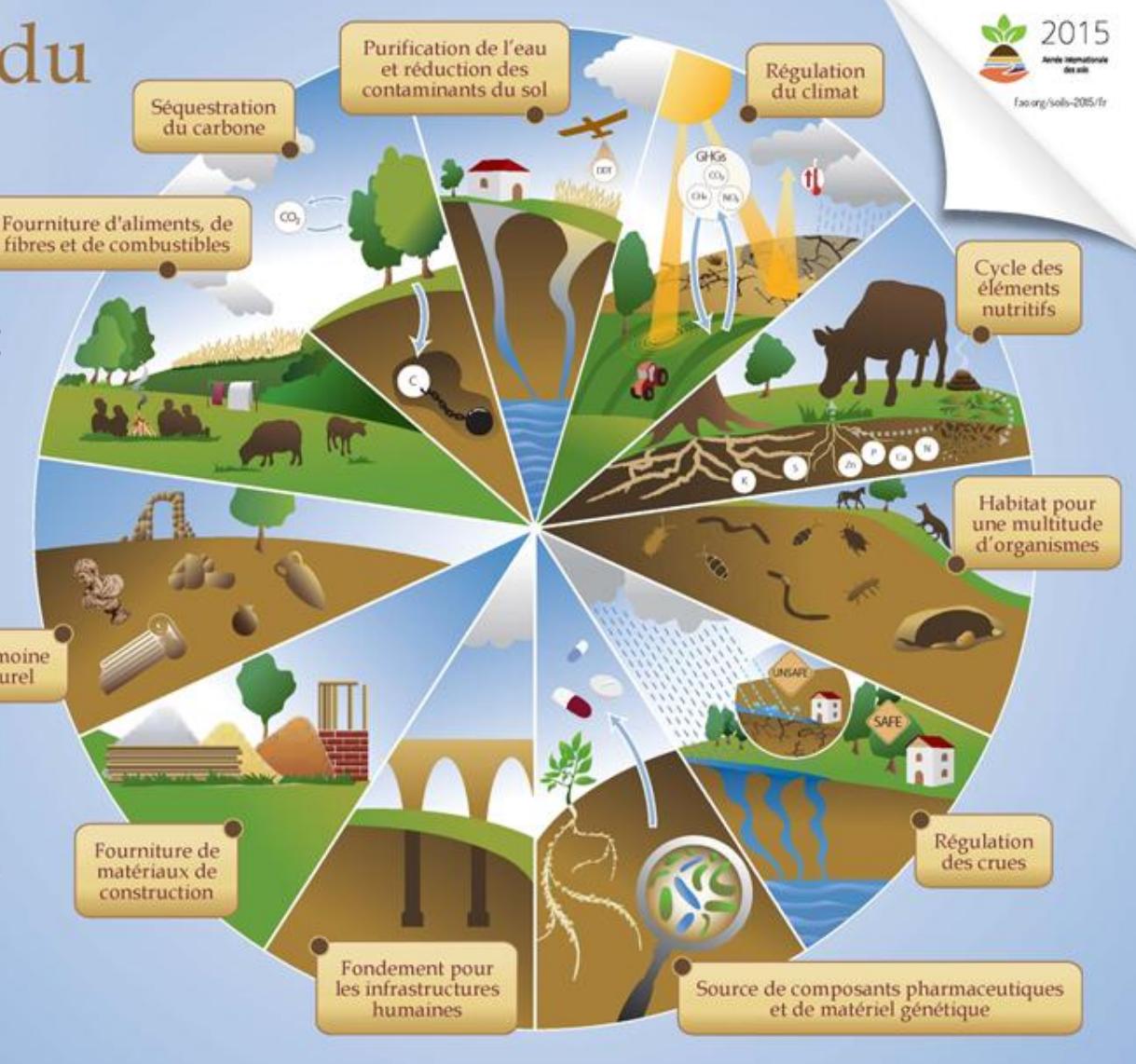
Les sols fournissent des services écosystémiques essentiels à la vie sur terre



Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

avec le soutien de
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederació suïça
Swiss Confederation

Federal Department of Economic Affairs,
Education and Research SAEK
Federal Office for Agriculture FOAG



fao.org/solso-2015/fr

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

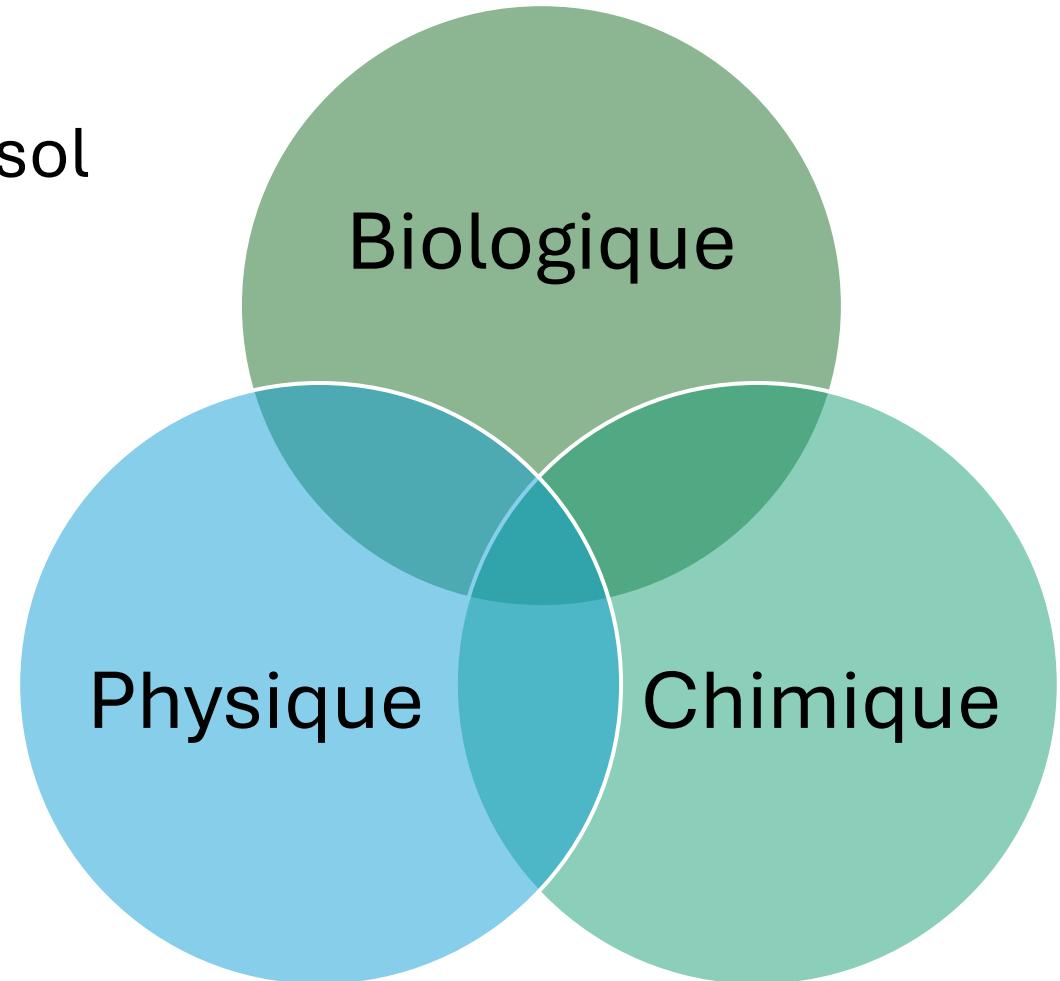


Photos Louis Robert, MAPAQ



Indicateurs de la santé des sols

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

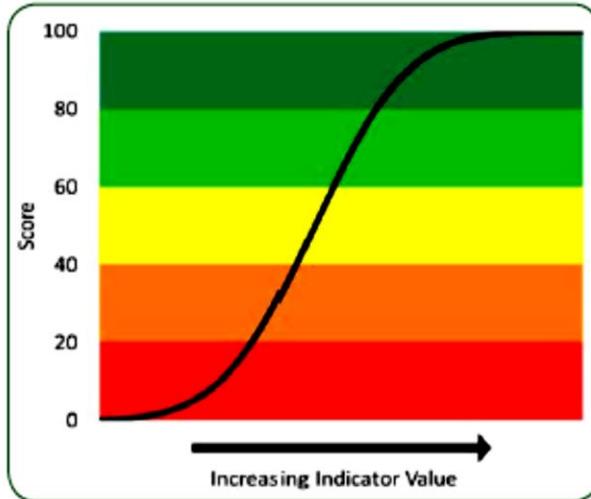


Le test de la santé des sols de Cornell

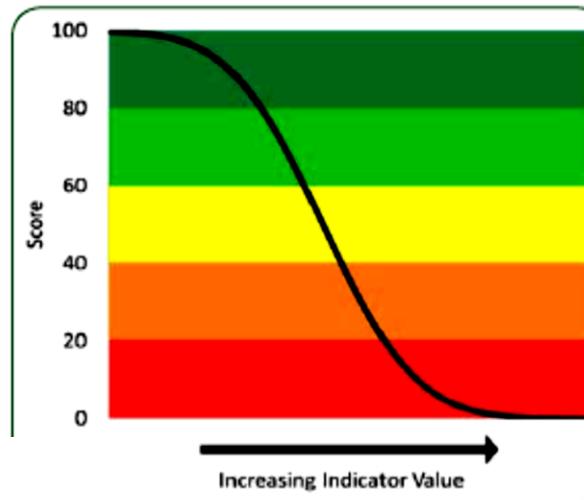
- Développé avec 1 500 échantillons de sol agricoles différents
- 39 paramètres physiques, chimiques et biologiques évalués
- 11 indicateurs retenus → temps, facilité, coûts, sensibilité, fonctions
 - 4 indicateurs physiques
 - 4 indicateurs biologiques
 - 7 indicateurs chimiques



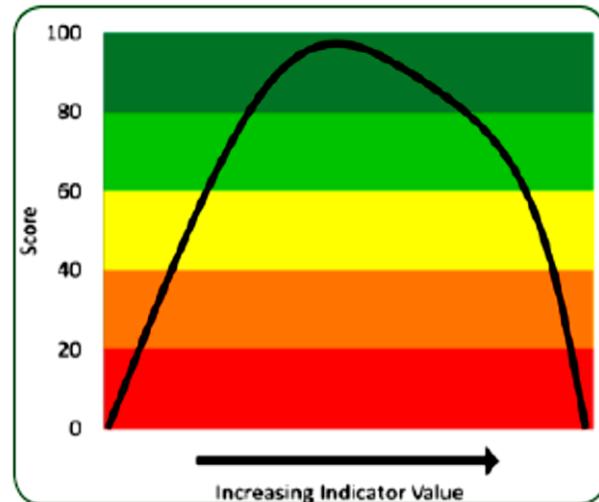
Le test de la santé des sols de Cornell



Le maximum
est le mieux



Le minimum
est le mieux



L'optimum
est le mieux



Adaptation du test de Cornell au Québec

 Canadian Journal of
Soil Science

OPEN ACCESS | Article

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

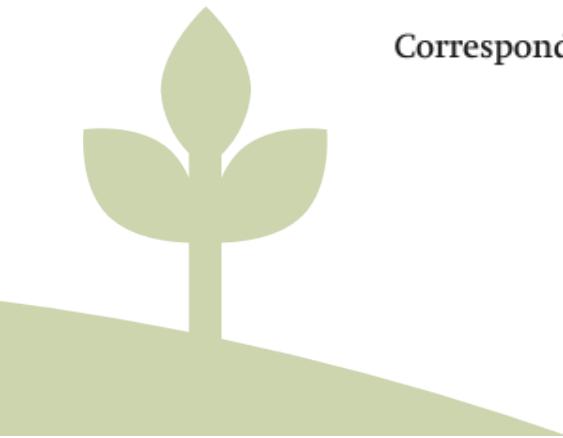
Mélanie Gauthier ^a, Richard Hogue^b, Joël D'Astous-Page^b, Michel Champagne^c, and Caroline Halde ^a

^aDépartement de phytologie, Pavillon Paul-Comtois, 2425 rue de l'Agriculture, Université Laval, Quebec City, QC G1V 0A6, Canada;

^bInstitut de recherche et de développement en agroenvironnement, 2700 rue Einstein, Quebec City, QC G1P 3W8, Canada;

^cAgroEnviroLab, 1642 rue de La Ferme, La Pocatière, QC G0R 1Z0, Canada

Corresponding author: Mélanie Gauthier (email: 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

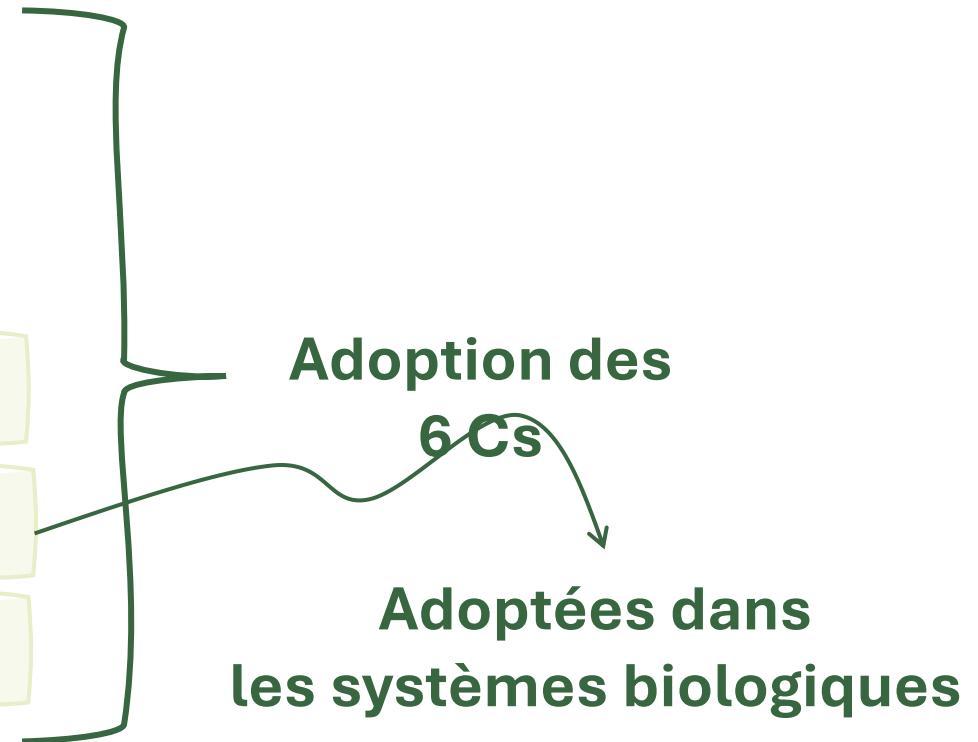
Écrire dans chacune des cellules brunes pour lesquelles vous avez un résultat

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-NH4+/l 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 **Compaction**
- + Travail du sol de **Conservation**
- + **Cultures pérennes**
- + **Composte et engrais organiques**
- + **Cultures de couverture**
- + **Diversité des Cultures**
- + Retour des résidus de **Cultures**



Effet des pratiques sur la santé des sols

+ Réduction de la **Compaction**

+ Travail du sol de **Conservation**

+ **Cultures pérennes**

+ **Compost et engrais organiques**

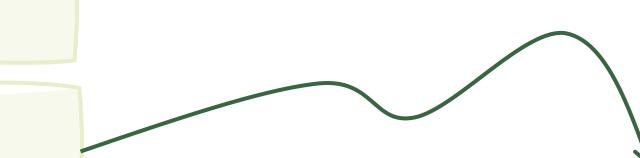
+ **Cultures de couverture**

+ **Diversité des Cultures**

+ Retour des résidus de **Cultures**



**Plus difficile dans
les systèmes biologiques**



**Adoptées dans
les systèmes biologiques**

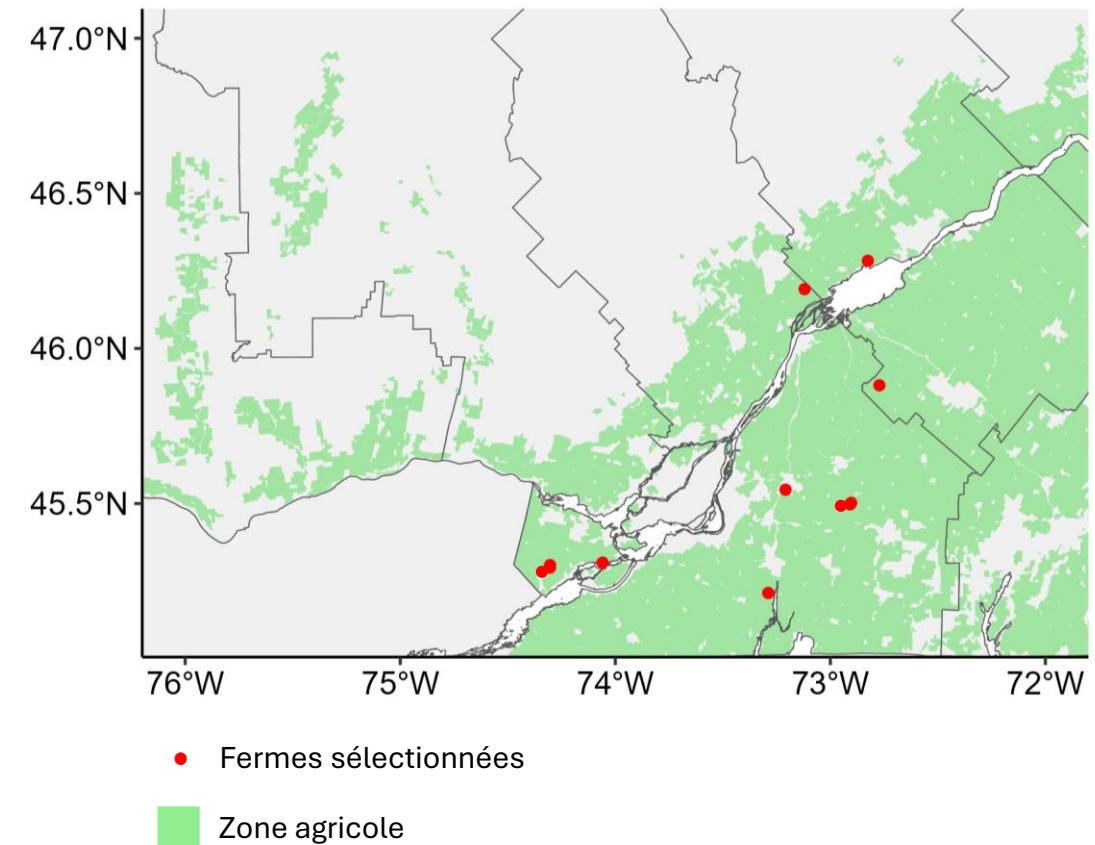


Quel est l'effet des pratiques en agriculture biologique sur la santé des sols?



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.

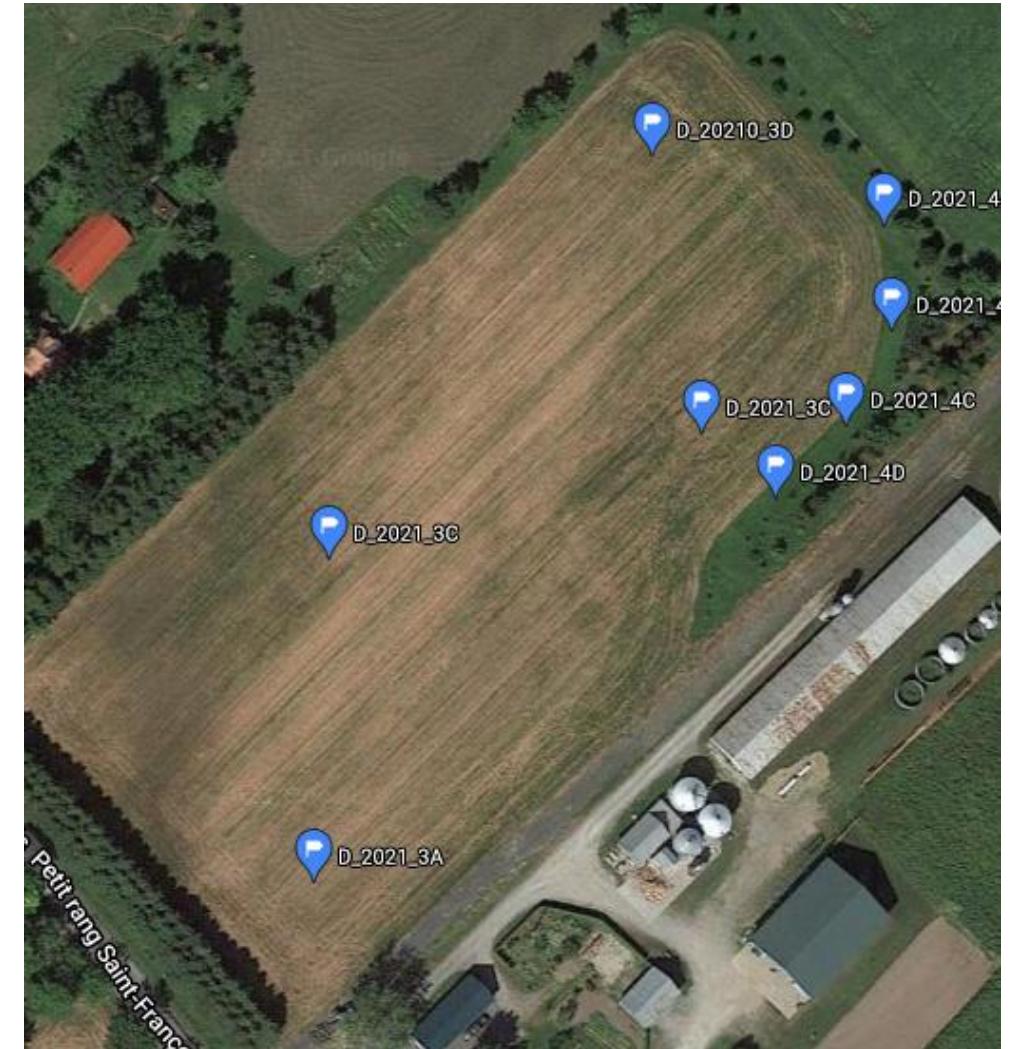
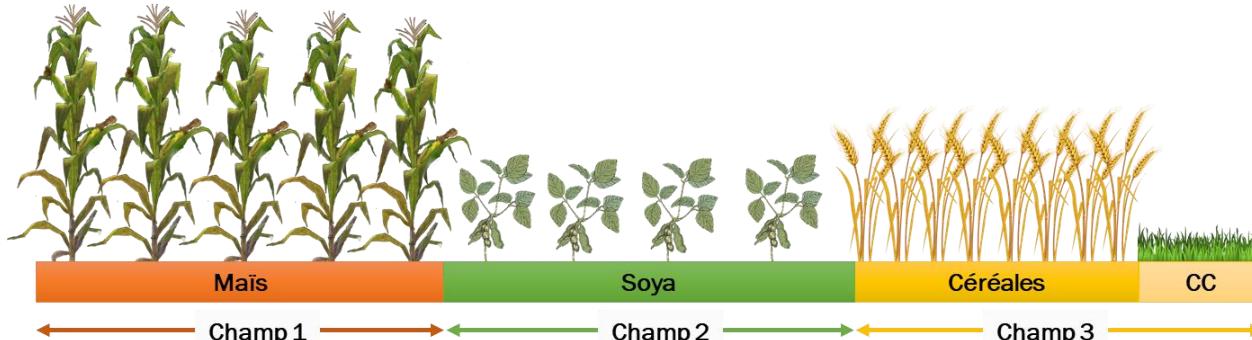


Étude québécoise - Méthodologie

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

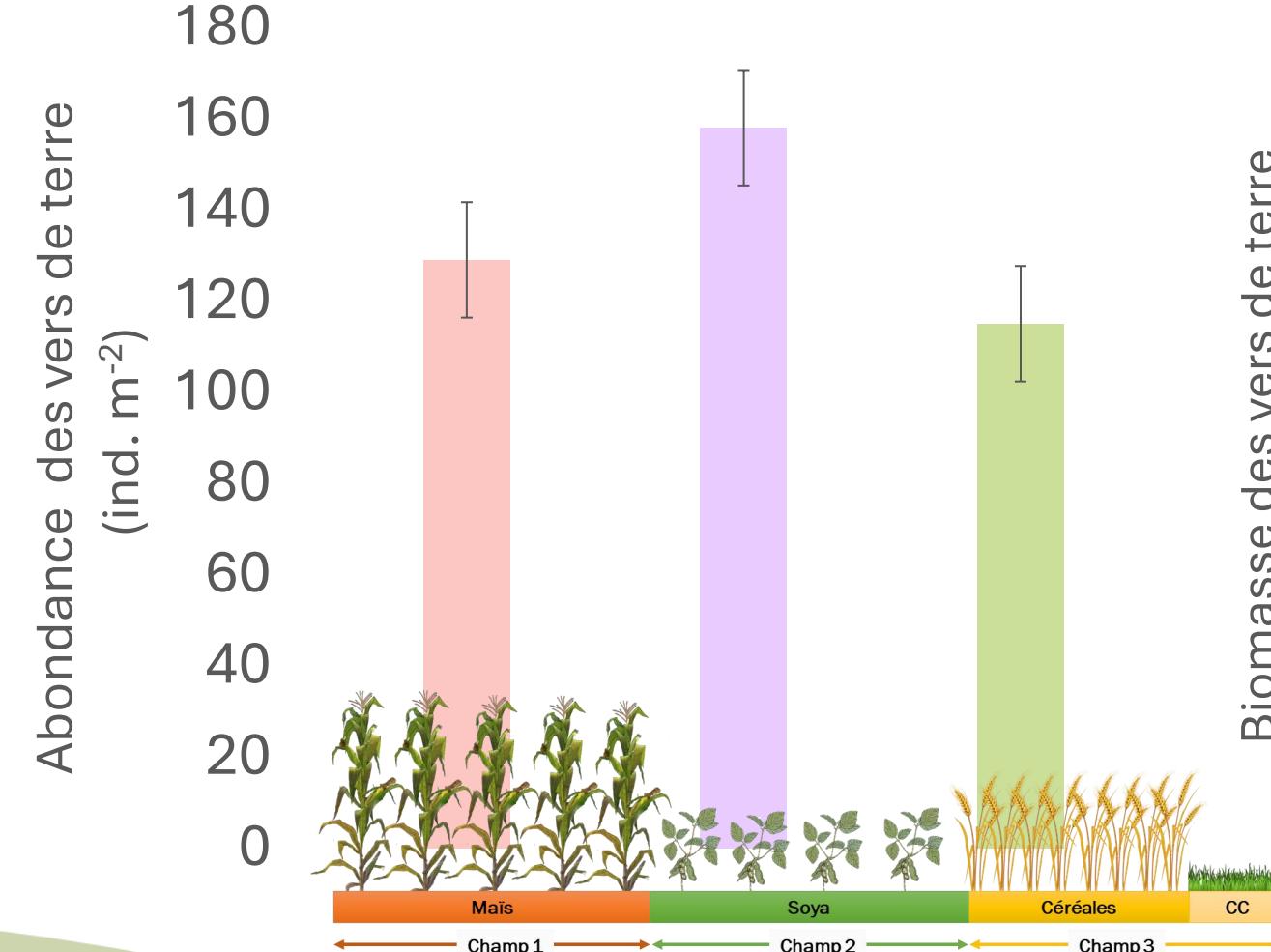


Calcul d'indice de pratiques agricoles :

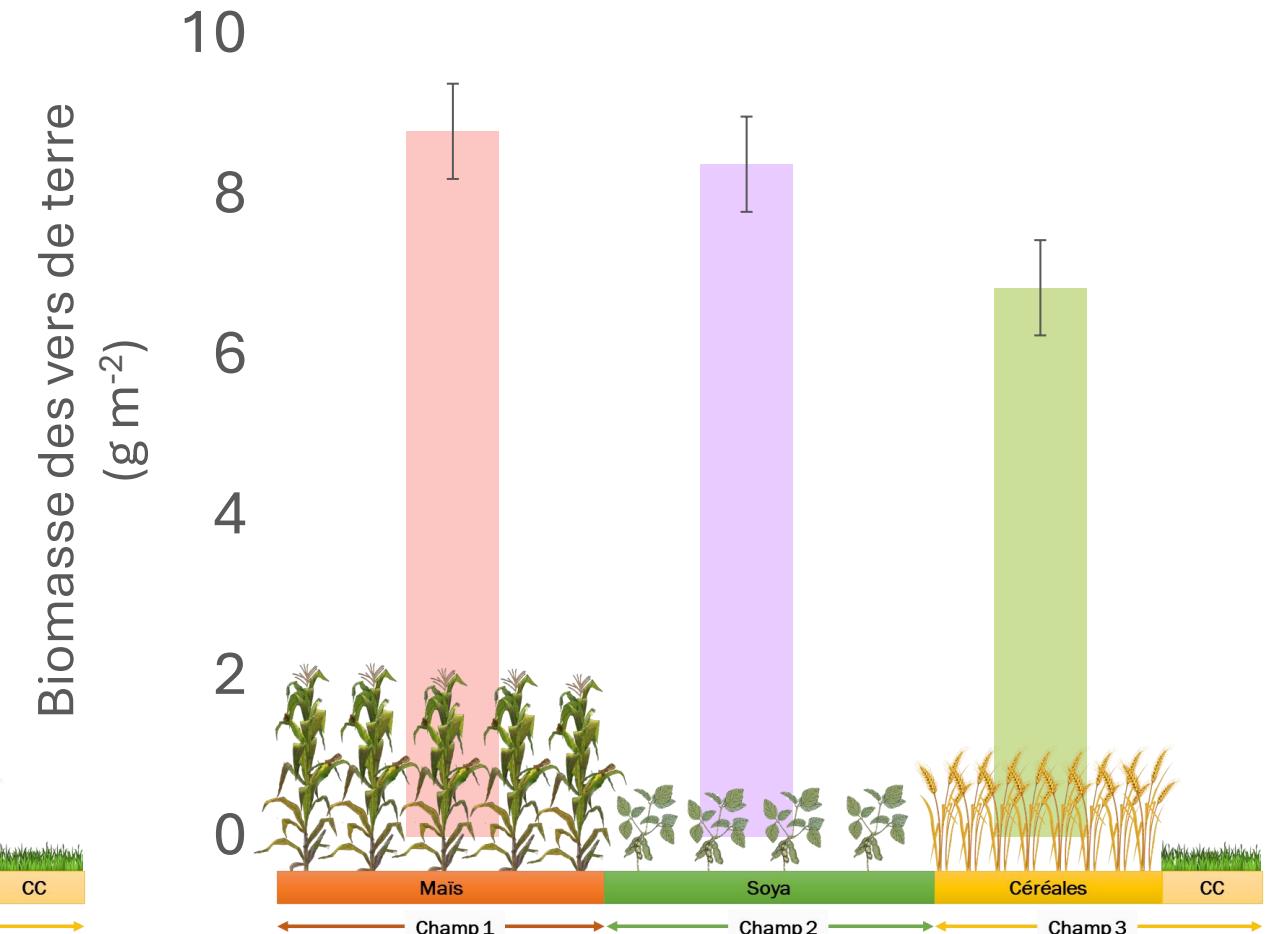
- CDI : Diversité des cultures
- STIR : Perturbation du sol (désherbage ou préparation du sol)
- OAI : Utilisation d'engrais organique

Étude québécoise - Résultats

$P = 0.194$

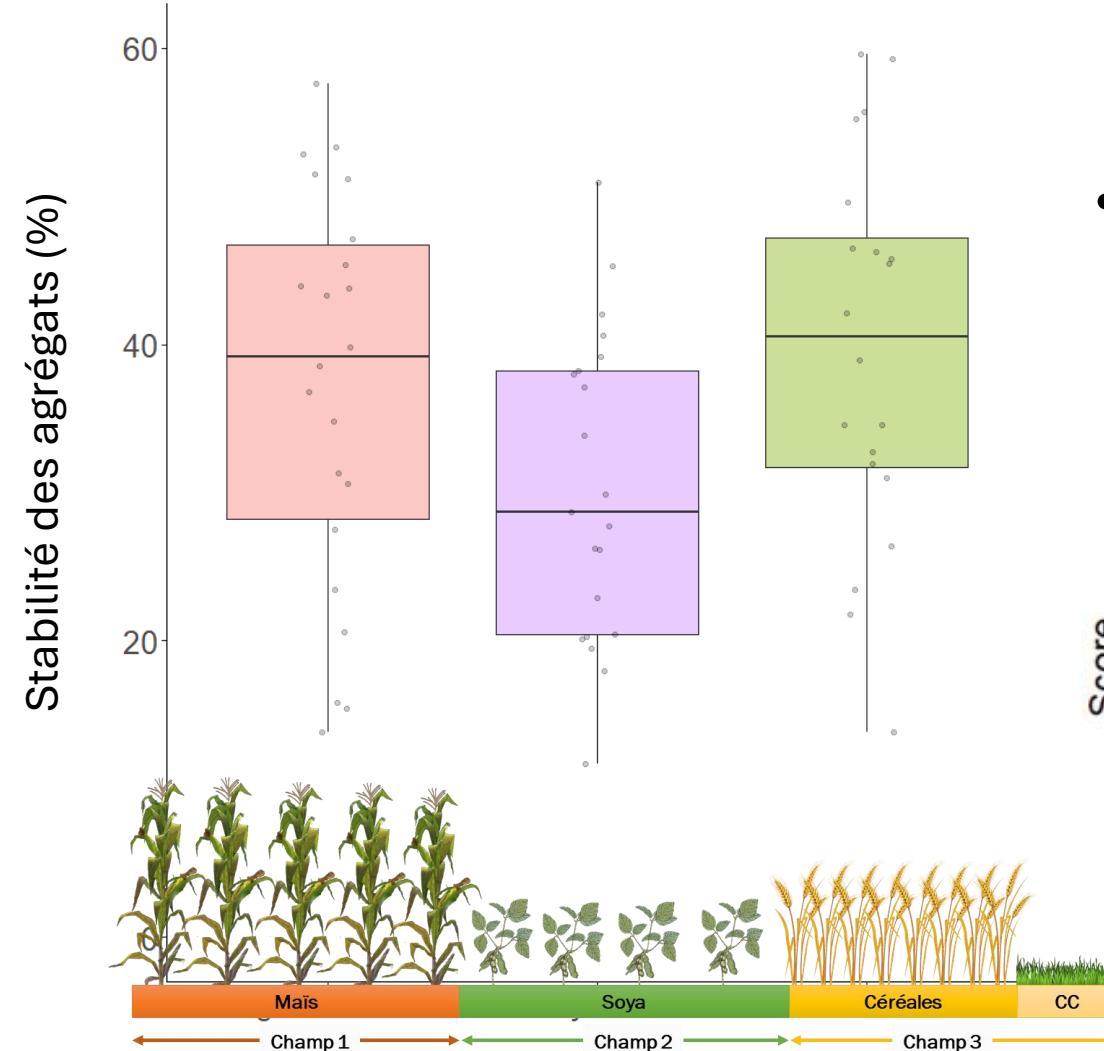
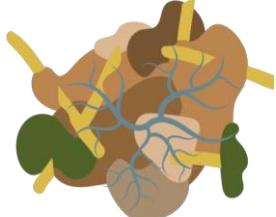


$P = 0.448$

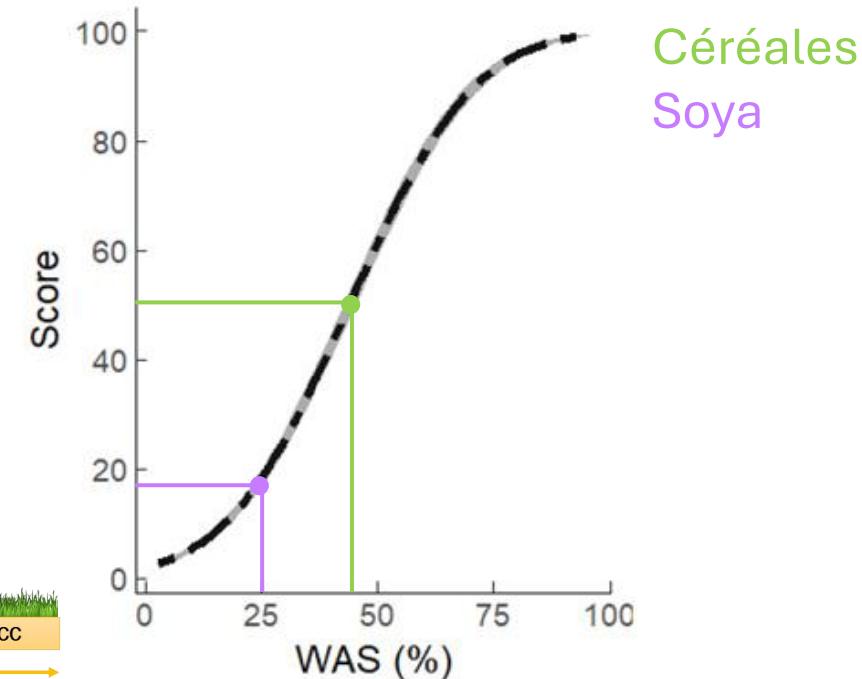


Étude québécoise - Résultats

P = 0.021



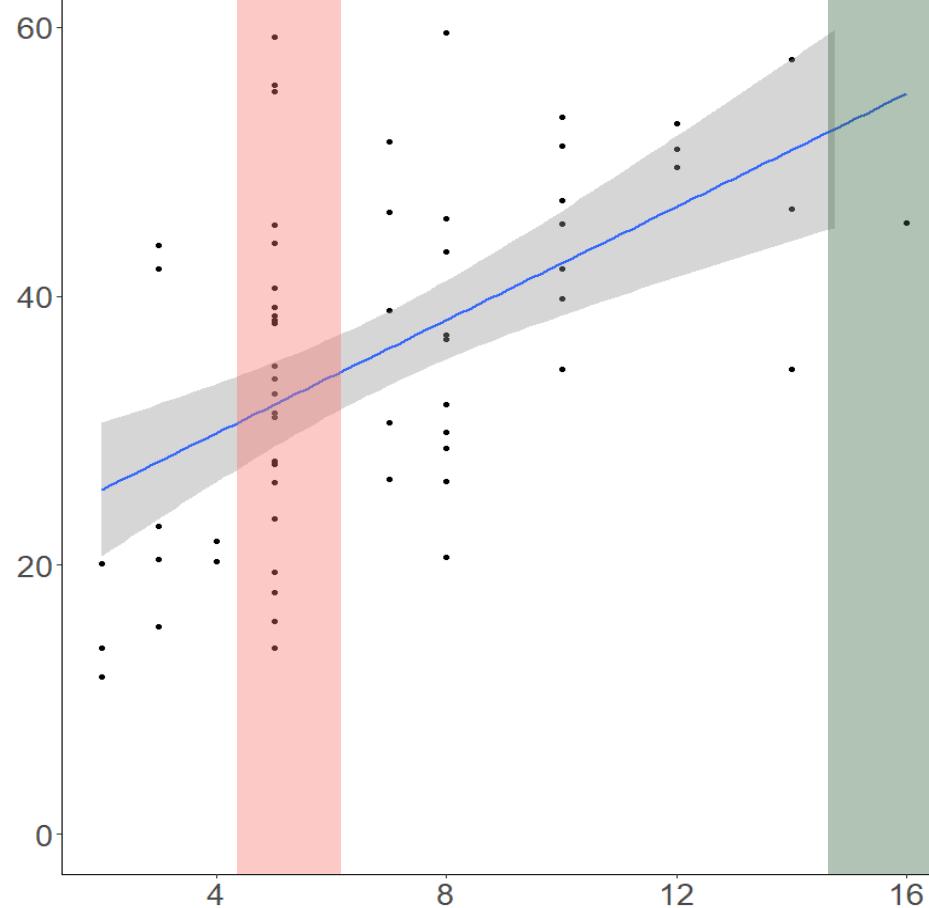
- Majorité des indicateurs, mêmes résultats que pour les vers
- Sauf pour la stabilité des agrégats



Étude québécoise - Résultats

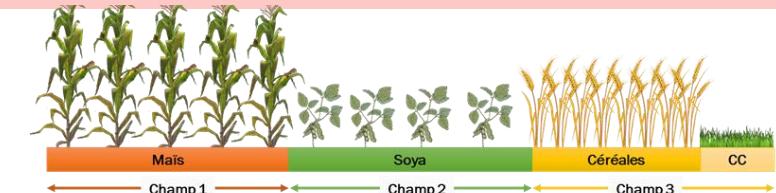
P = 0,015

Stabilité des agrégats (%)



CDI = indice de diversité des espèces

Maïs – Soya – Céréale de printemps + CC

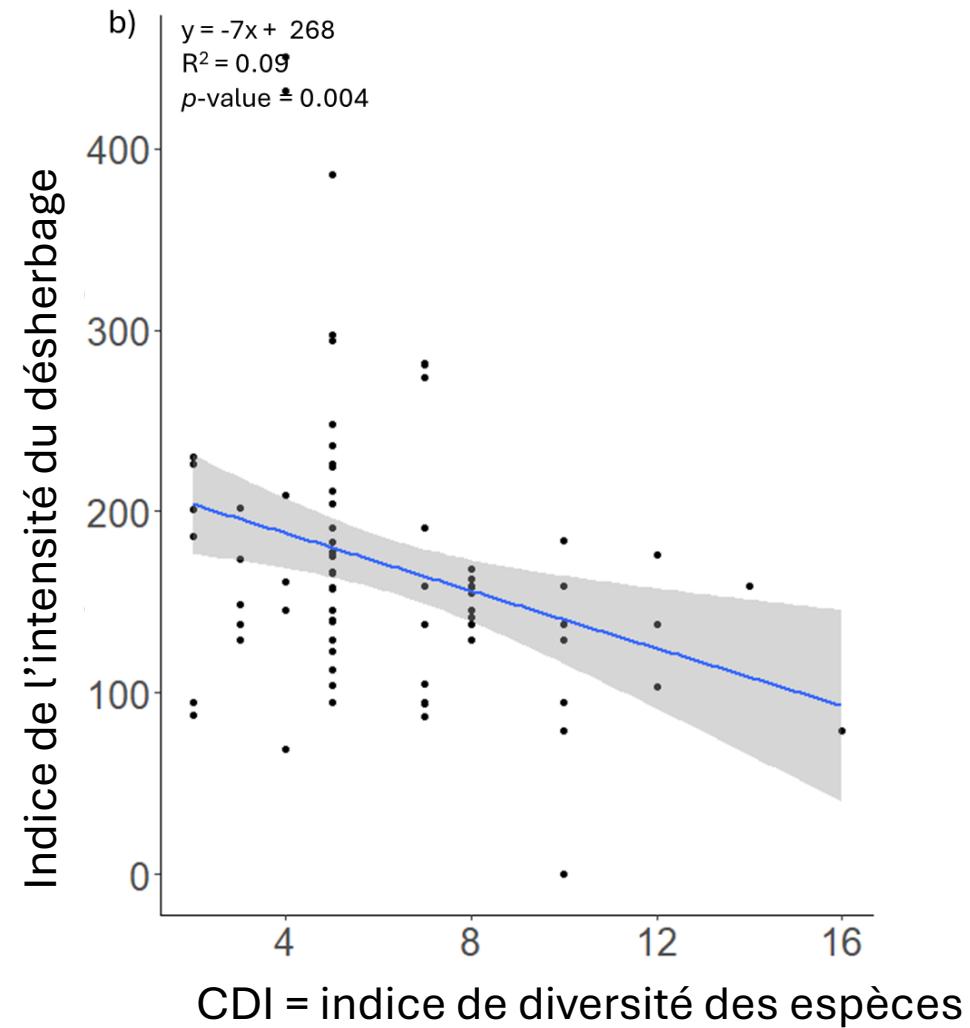
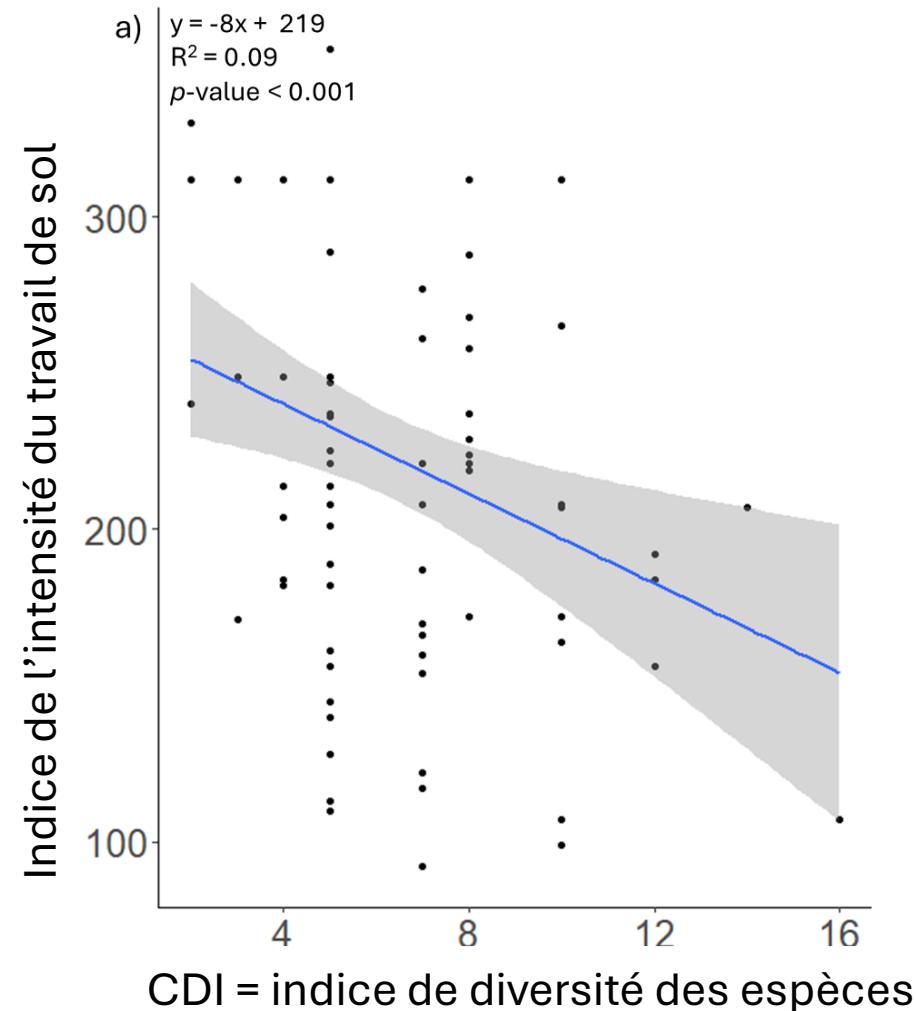


(Rotation de base)

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

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

Étude québécoise - Résultats

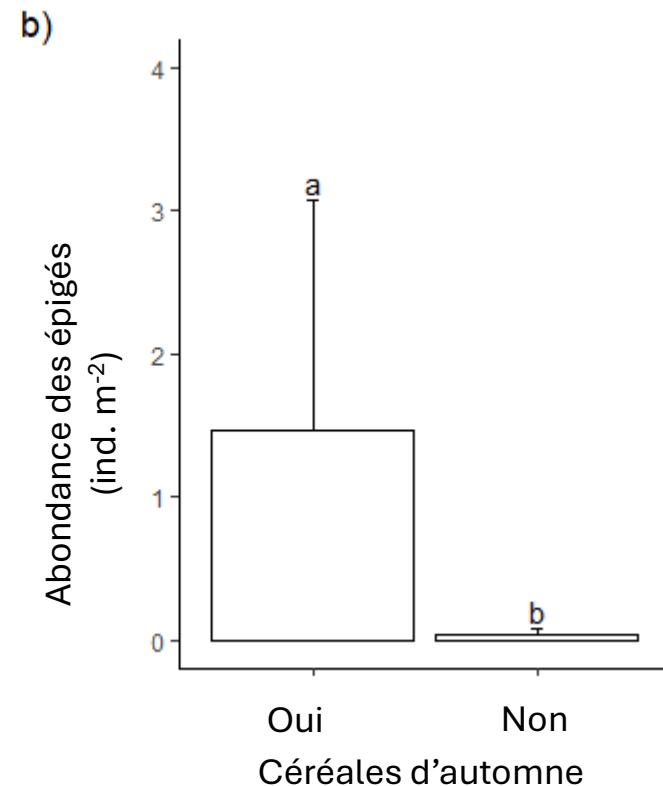
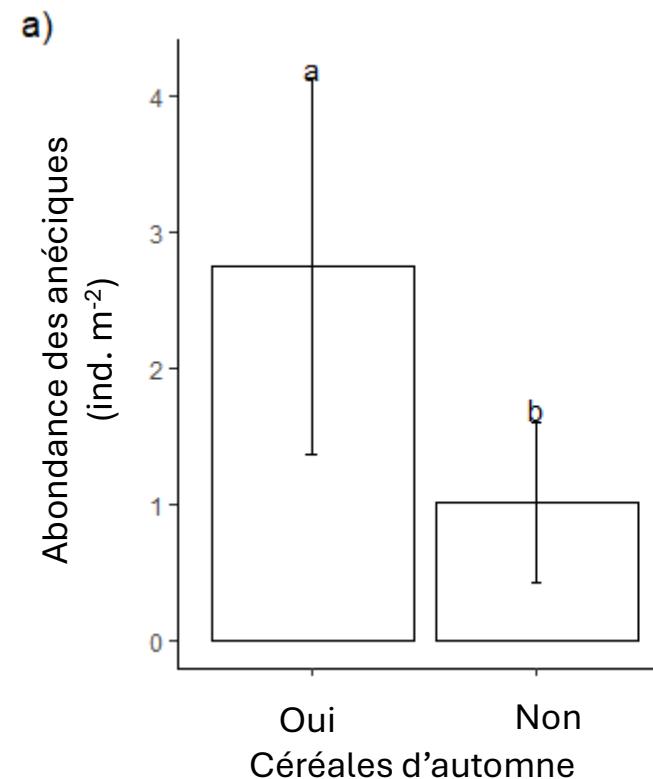


- Relation inverse entre la diversité des cultures et l'intensité du travail du sol

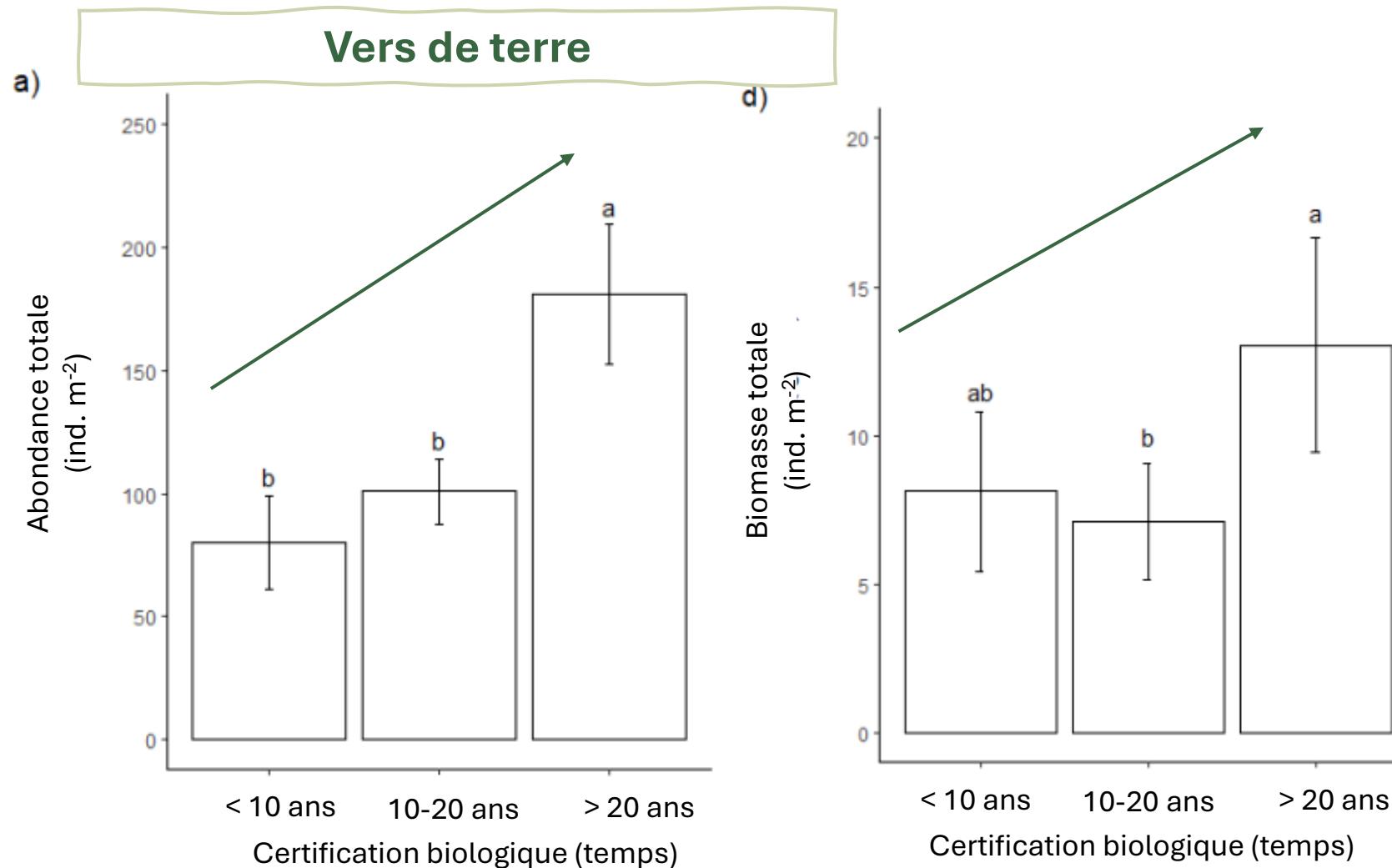
Étude québécoise - Résultats

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.

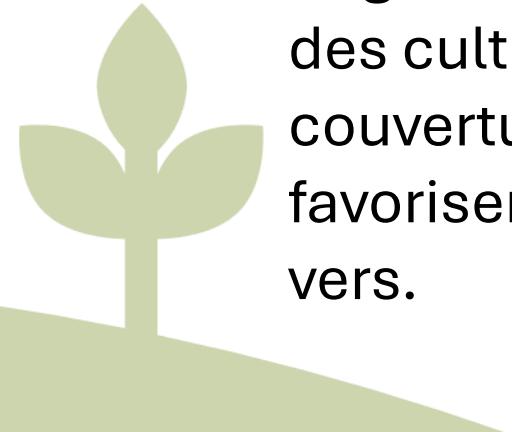
Étude québécoise - Résultats

- 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

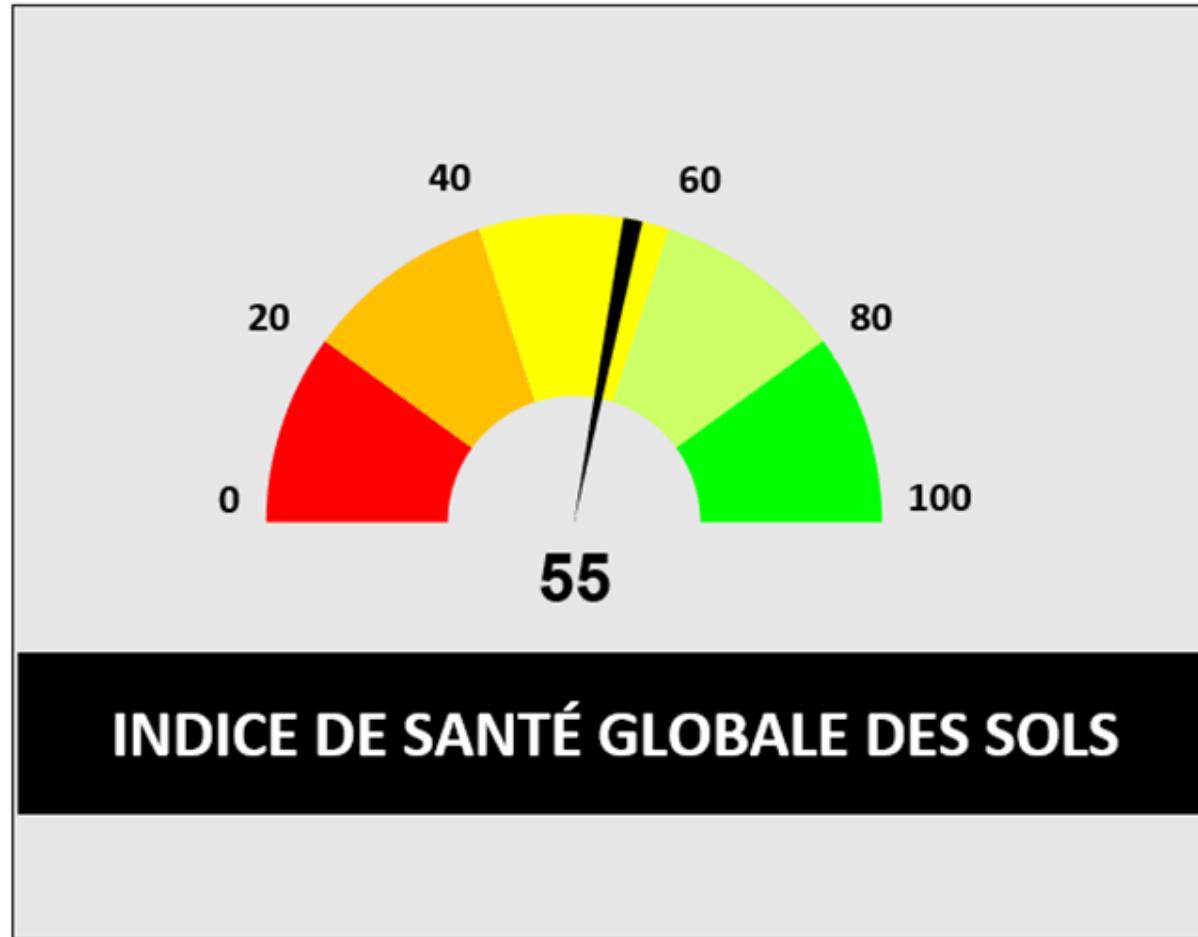
Inscrire les résultats des analyses obtenus au laboratoire

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-NH4+/l 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

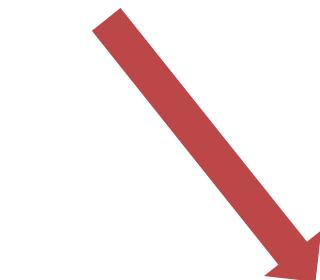
- + Réduction de la **Compaction**
- + Travail du sol de **Conservation**
- + **Cultures pérennes**
- + **Compost et engrais organiques**
- + **Cultures de couverture**
- + Diversité des **Cultures**
- + Retour des résidus de **Cultures**



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,
Solémne Skorupinski, William Savard et
Yatandi Djiguiba

Partenaires



Et les 10
entreprises du
Québec!



@UQAT

Stephanie.Lavergne2@uqat.ca



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



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



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