



Conservation et santé des sols maraîchers du Québec

Jacynthe Dessureault-Rompré
Charlotte Giard-Laliberté
Samira Chbouki
Oussama Benslimane
Jacynthe Masse
Mirella Aoun



5e Congrès annuel du

RQRAD

Fonds
de recherche
Québec



RQRAD



Plan de la présentation

- 01 Pourquoi le projet santé des sols maraîchers
- 02 Diagnostic terrain: 50 fermes à travers le Qc
- 03 Les pratiques de conservation en maraîcher
- 04 Indicateurs prioritaires et courbes de notation
- 05 Transfert des connaissances
- 06 Conclusions et perspectives



1) Un secteur stratégique, mais vulnérable



Le Canada importe massivement des légumes : déficit commercial de 3,32 G\$ (2024) → dépendance et risque de sécurité alimentaire. Le Québec pèse ~30% de la production canadienne de fruits & légumes; les légumes de champ y sont la 1re source de revenus horticoles.

2) Un constat de dégradation qui s'accélère



La dégradation des sols (structure/compaction, baisse de MO, pollution) menace productivité, eau, biodiversité et climat; il faut accélérer l'adoption de pratiques durables.

3) Lacunes spécifiques au maraîcher



Intensité de la production
État de santé peu connu dans le contexte Québécois
Indicateurs peu connus et souvent calés sur les grandes cultures

4) Opportunités et retombées



Réduire la dépendance aux importations, améliorer la durabilité et la résilience du secteur
Outils transférables : indicateurs clés, seuils utiles, pratiques validées en ferme expérimentales

Projet Maraîcher :

Pour la santé des sols en production légumière



1. État des lieux de la santé des sols

Matériau Organique Structure du Sol Biodiversité

Établir des seuils à l'échelle provinciale

2. Tests en Ferme Expérimentale

- Conservation des sols
- Réduction des Intrants
 - Cultures de couverture
 - Travail réduit
 - Fertilisation innovante et biochar

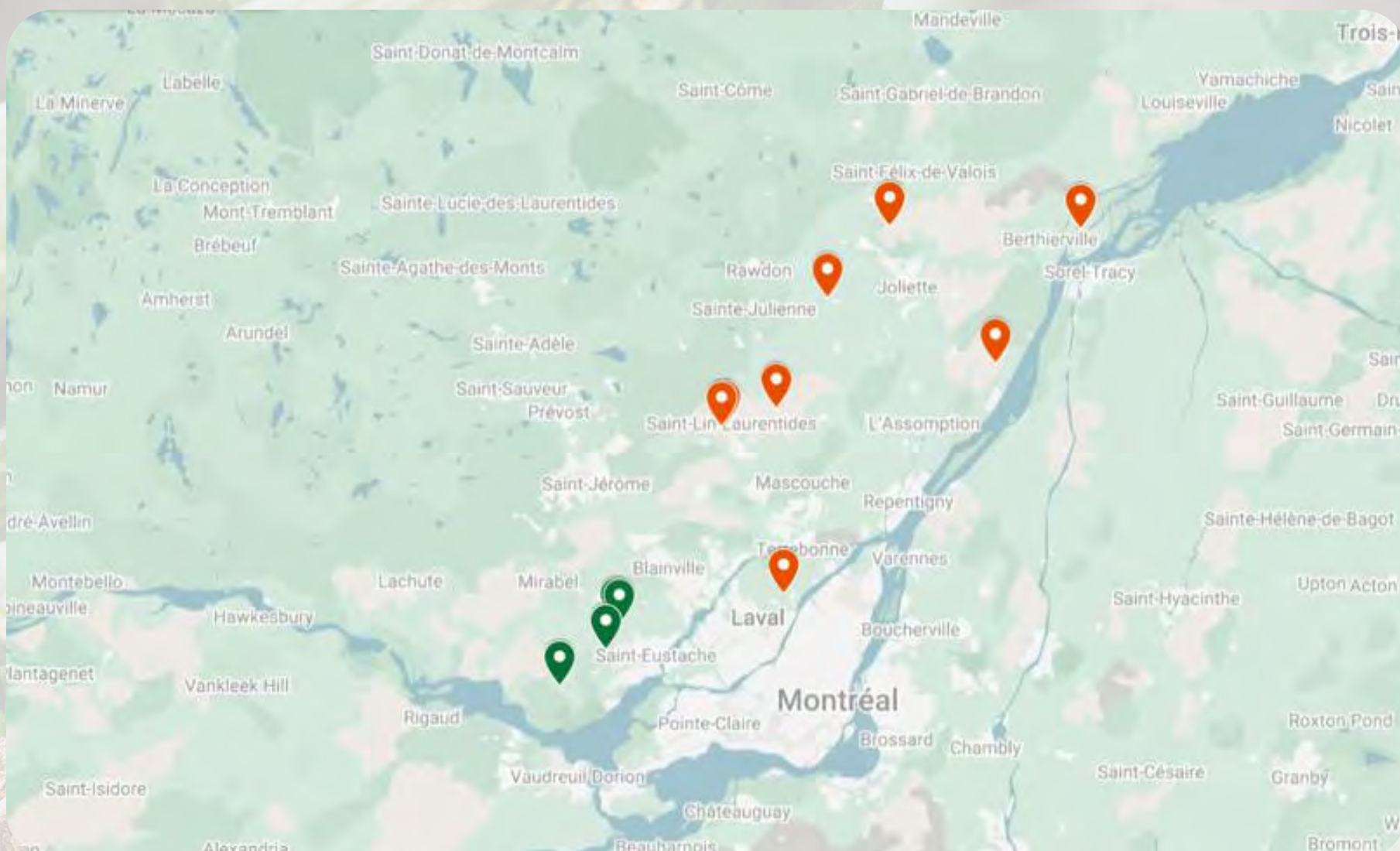
3. Rôle des Agronomes et Transfert

- Conseils et Formations
- Transfert des connaissances
- Adoption en Ferme

Protéger les sols, Cultiver autrement !



VOLET 1: Portrait des pratiques culturelles et de l'état de la santé des sols en cultures maraîchères conventionnelles dans les régions de Lanaudière et des Laurentides



Carte d'échantillonnage pour les régions des Laurentides et de Lanaudière 12 fermes



Identification des fermes (en collaboration avec les clubs conseil Pr'eau Maraîcher et Profiteausol)



Géolocalisation des points d'échantillonnage
Champ bon et moins bon



Description de la position du point d'échantillonnage

Prélèvements



Champs productifs



Champs moins productifs



0-10
cm

10-20 cm

30-50 cm

Stabilité des agrégats: 0-10cm

MVA : 2 profondeurs: 0-5 cm et 10-15 cm

Microbiologique : 2 profondeurs: 0-10 cm
et 10-20 cm

Physico-chimique :
3 profondeurs: 0-10 cm, 10-20 cm et 30-50
cm





Questionnaire aux producteurs



- Superficie et légumes cultivés
- Rotation typique sur 5 ans
- Description des champs
- Cultures de couverture des 5 dernières années et méthodes de destructions
- Types d'érosion affectant les champs
- Produits chaulant
- Fertilisation minérale et organique
- Pratiques de conservation employées
- Historique de nivellement, drainage, etc.
- Gestion de l'irrigation et systèmes



Les indicateurs analysés



Physique

- 01** Texture, stabilité des agrégats, diamètre moyen pondéré, masse volumique apparente

Chimiques

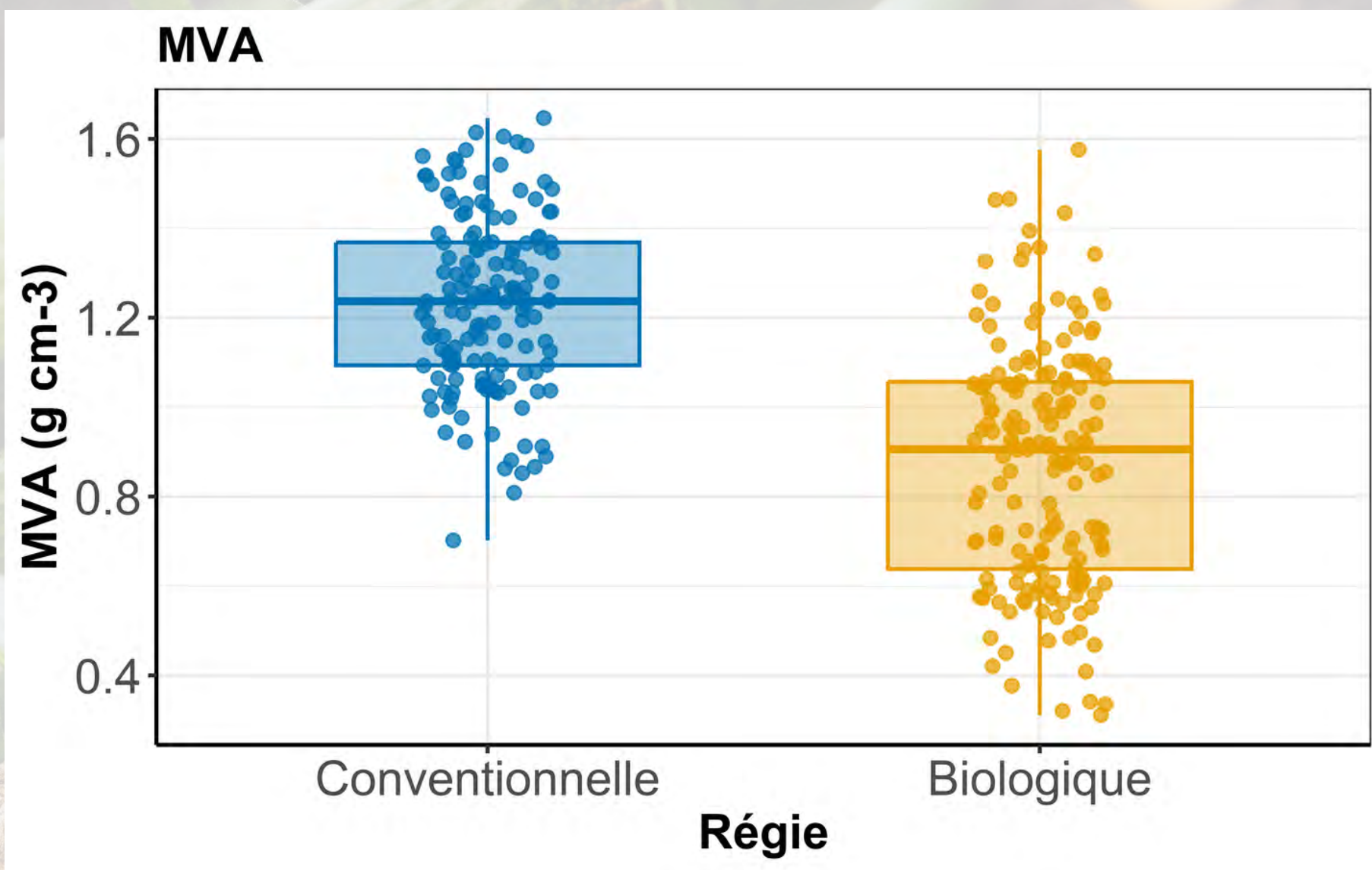
- 02** pH, CE, éléments M3, ISP, carbone et azote total

Biochimiques et microbiologiques

- 03** Matière organique, respiration microbienne, protéines ACE, activité microbienne total, bactéries et champignons totaux, Indices (Shannon, Chao et Pielou) pour les bactéries et les champignons



Les indicateurs PHYSIQUES



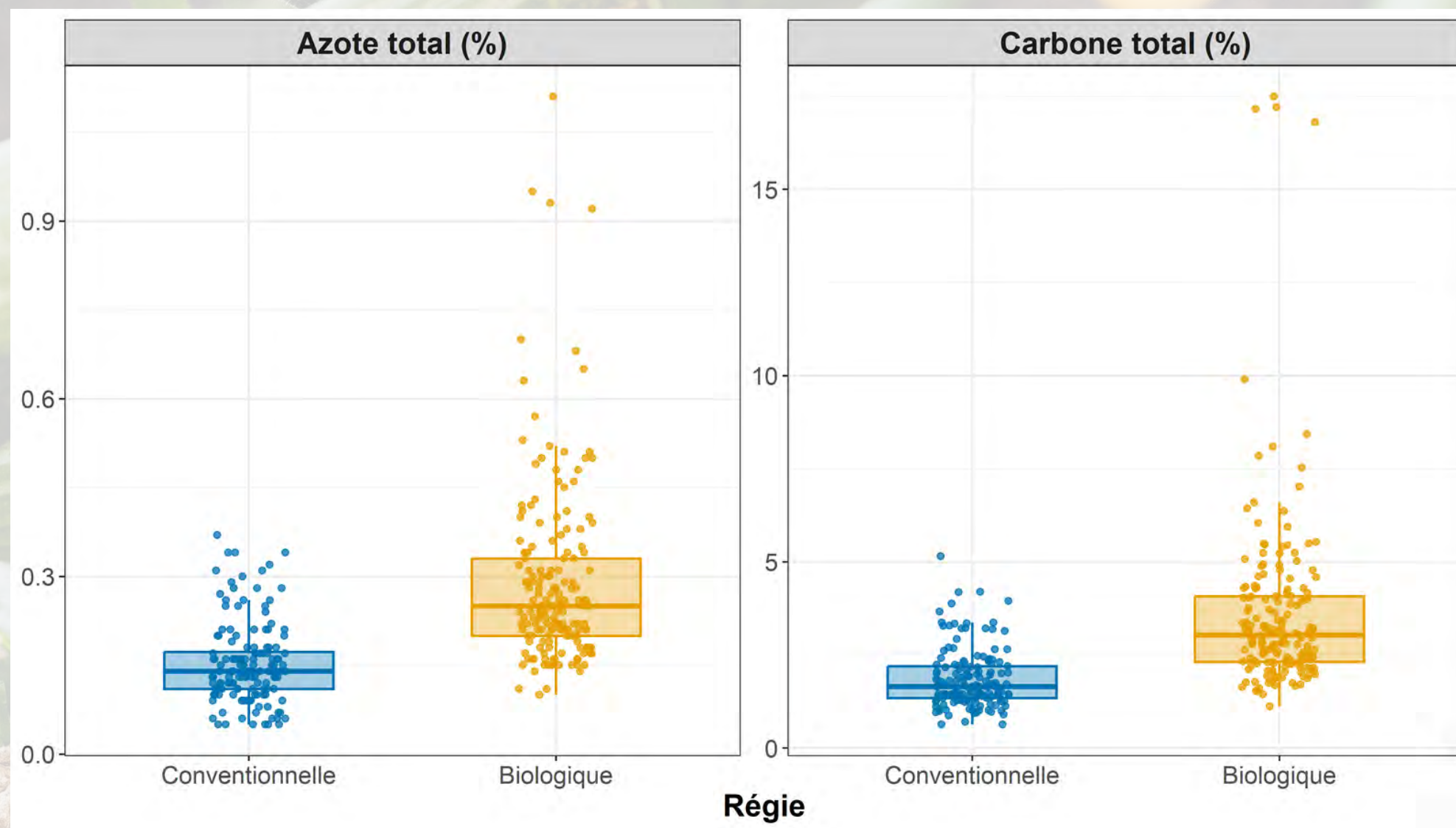
Physique

01

La **masse volumique apparente** est plus élevée en système conventionnel



Les indicateurs CHIMIQUES



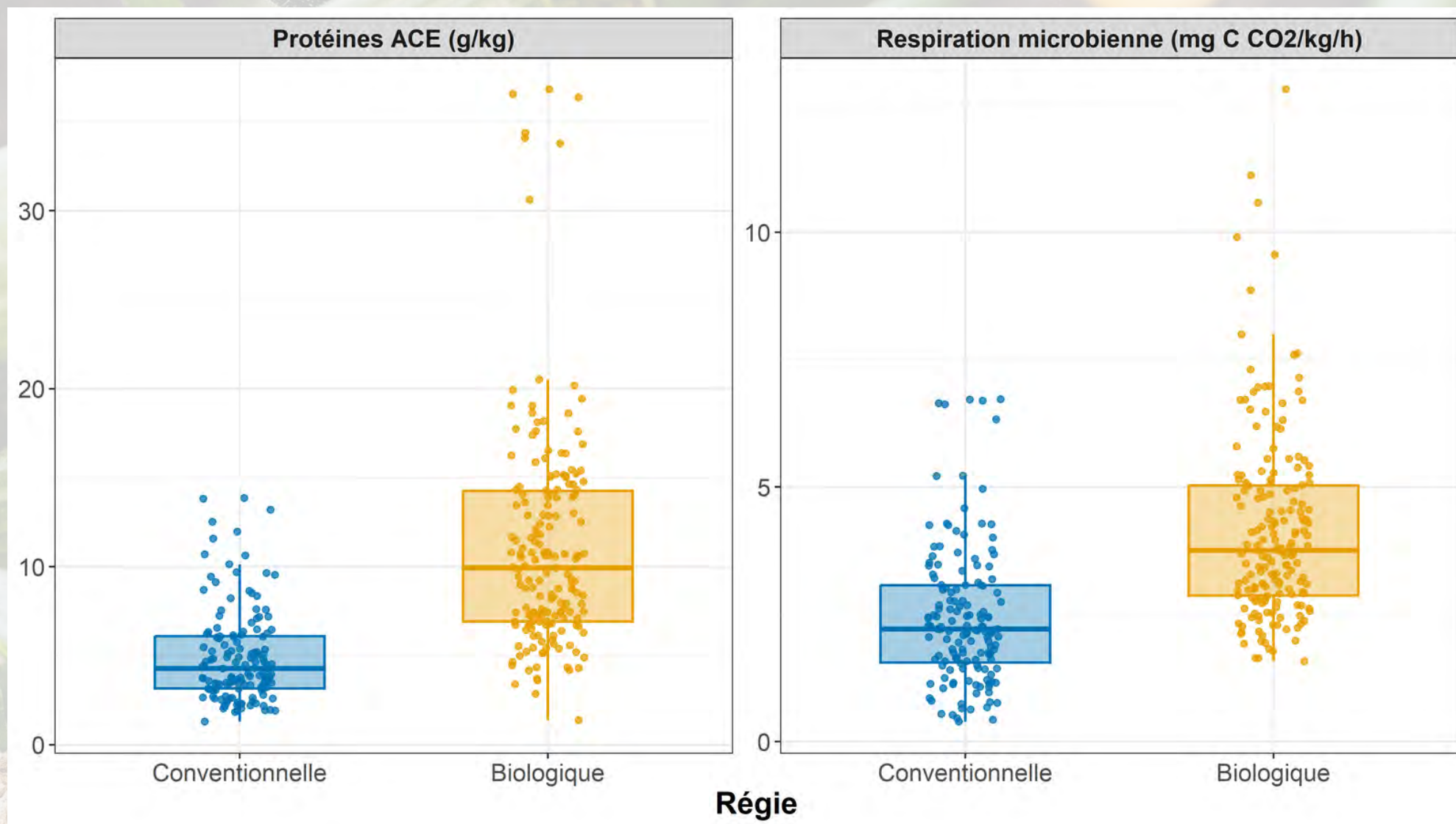
Chimiques

02

pH, CE, éléments M3, ISP, **carbone et azote total**



Les indicateurs BIOCHIMIQUES



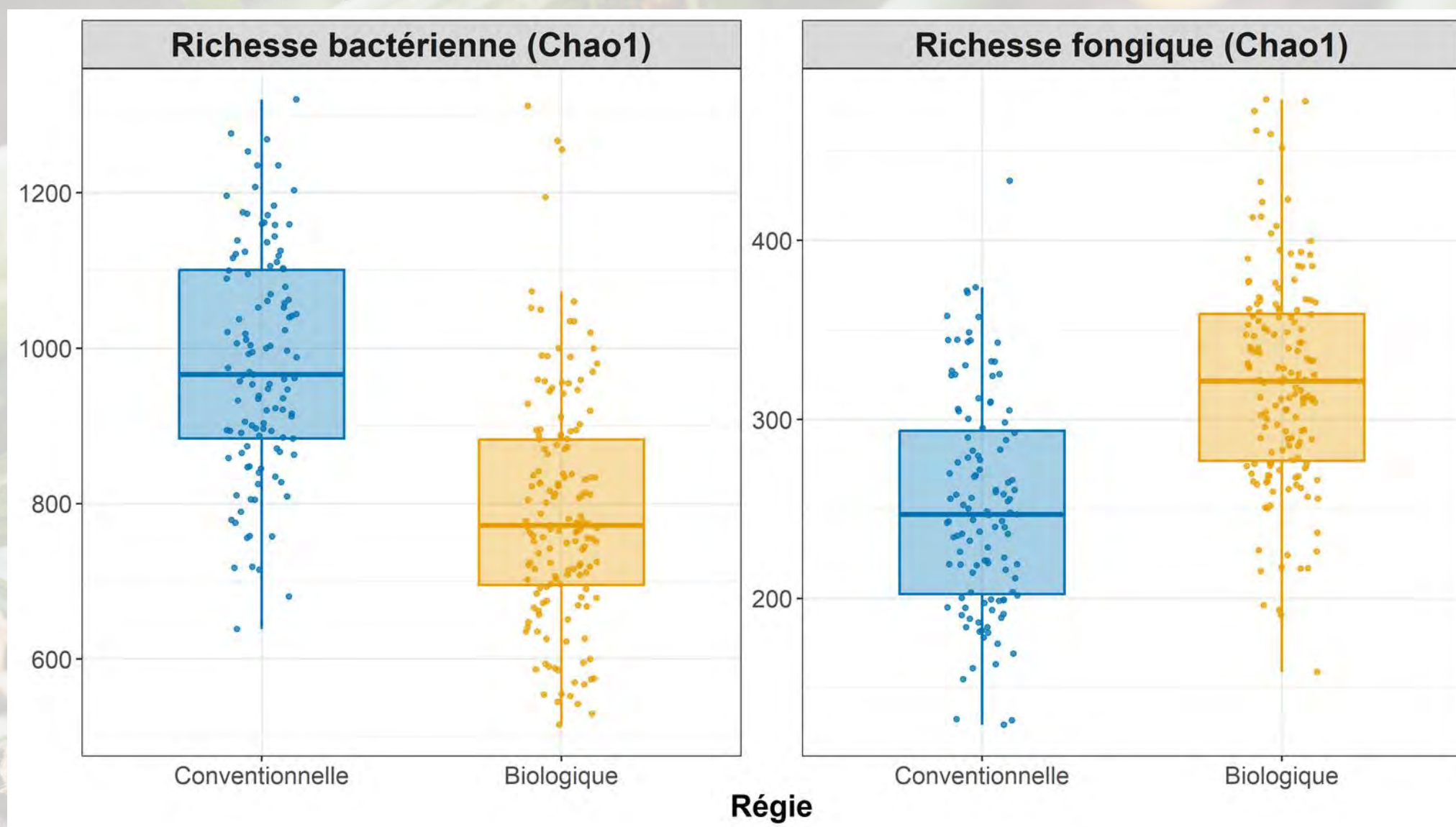
Biochimiques

03

Matière organique, **respiration microbienne**, **protéines ACE**, activité microbienne total



Les indicateurs MICROBIOLOGIQUES



Microbiologiques

03

Bactéries et champignons totaux, Indices (Shannon, **Chao** et Pielou) pour les bactéries et les champignons



Récapitulatif diagnostique terrain-L'effet d'héritage...

Éléments du questionnaire	Biologique	Conventionnel
Nombre de légumes cultivés	> 20 (61%)	≤ 5 (60%)
Diversité des culture de couverture	≥ 2 (88%)	1 (71%)
Utilisation des culture de couverture	100%	45%
Nombre de pratiques de conservation (ex: travail réduit)	≥ 2 (100%)	≤ 1 (70%)
Utilisation d'amendement organique	100%	20%

Physique

01

Signe léger de compaction en conventionnel mais pas de données sur la compaction en profondeur

Chimiques

02

Peu de différences observées, niveau de pH, fertilité et salinité dans les normes

Biochimiques et microbiologiques

03

Effets les plus significatifs sur l'ensemble des indicateurs biochimiques et plusieurs microbiologiques





De l'héritage aux impacts à court terme : 4 fermes expérimentales 5 grandes catégories de pratiques de conservation



Université Bishop's



L'Acadie (AAC)



CETAB+



Ferme Campus Uvalal

Paillis

Travail réduit

Biochar

Intercalaire

**Fertilisation
innovante**



De l'héritage aux impacts à court terme : La ferme Bishop's

Ferme éducative (≈140 acres) offrant une plateforme concrète pour tester et démontrer des approches d'agriculture durable, en combinant enseignement, projets terrain et collaboration avec les partenaires.



Université Bishop's



PRATIQUES DE CONSERVATION TESTÉES	ROTATION DE CULTURES
Paillis organique Paillis plastique Paillis vivant (intercalaire)	Haricot Carotte Zucchini Maïs sucré

Étudiante à la MSc: Marie-Eve Tanguay



De l'héritage aux impacts à court terme : Impact des pratiques sur la ferme Bishop's

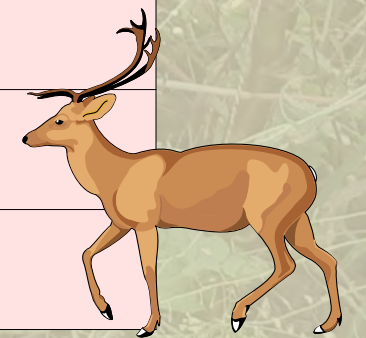
Impact des pratiques de conservation sur le rendement des cultures



Université Bishop's

- Paillis organique
- Paillis plastique
- Paillis vivant (intercalaire)

	2023	2024
Haricots		
Paillis organique	2.42a	2.39a
Paillis plastique	2.41a	3.45b
Paillis vivant	0.88b	4.76c
Carottes		
Paillis organique	29.43a	3.08a
Paillis plastique-sol nu	35.27a	7.1b
Paillis vivant (intercalaire)	6.723b	9.6c



*Black Plastic was not used for carrots, these plots will be covered with Black Plastic in crop rotation with the three other crops. Soil was left bare for

** living mulch species and management changed between 2023 and 2024

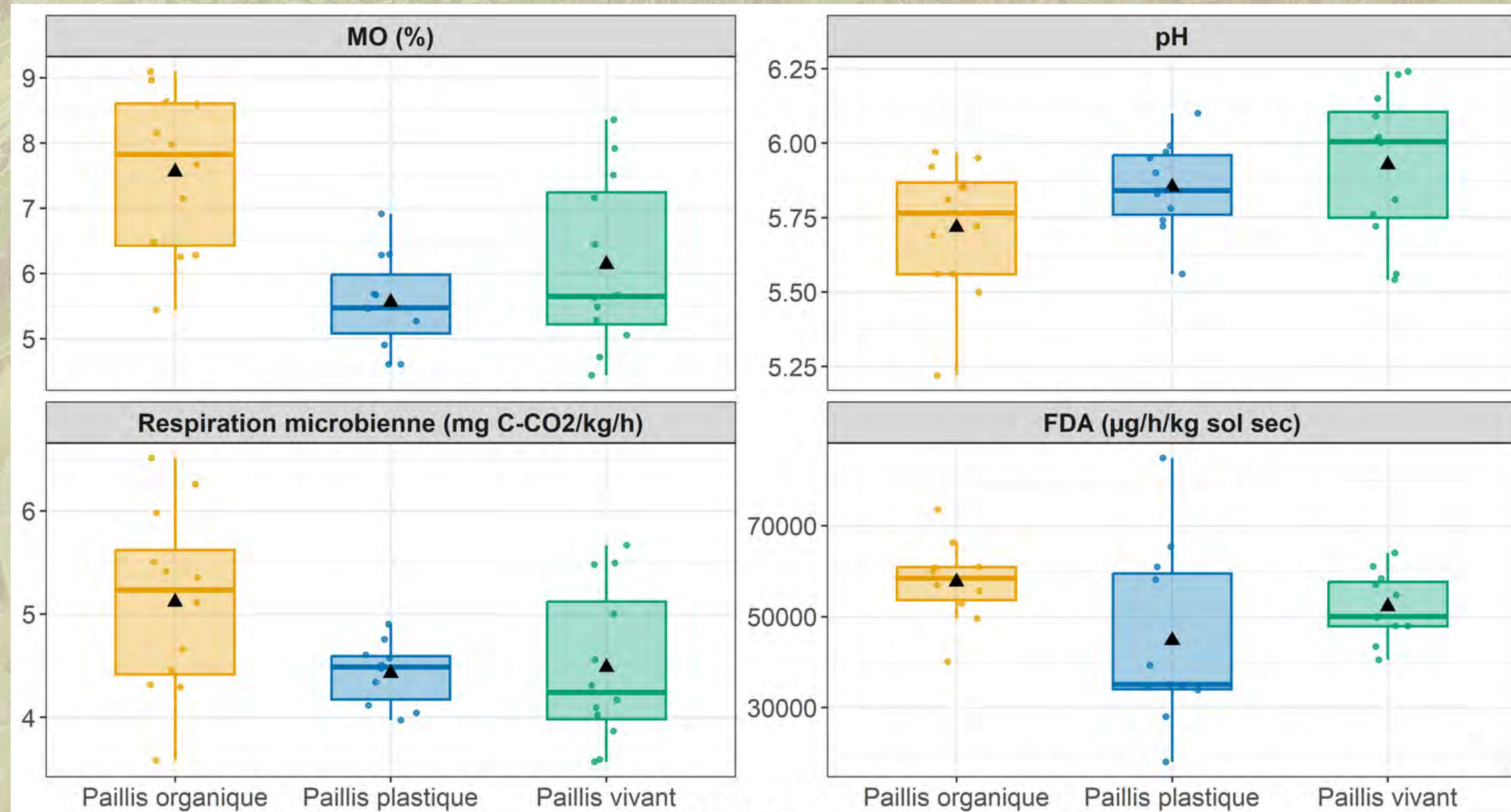


De l'héritage aux impacts à court terme : Impacts des pratiques sur la ferme Bishop's

Impact des pratiques de conservation sur certains indicateurs de santé des sols. Données 2023.



Université Bishop's





De l'héritage aux impacts à court terme : Impacts des pratiques sur la ferme Bishop's



Université Bishop's

RENDEMENTS:

- Après un ajustement de pratiques le paillis vivants se démarque

SOLS:

- Les indicateurs bio et chimiques se sont montrés sensibles aux pratiques, le paillis organiques est favorable aux indicateurs biochimiques.

A VENIR:

- Données de sol seront finalisées pour 2023-2025 inclusivement d'ici le printemps 2026.



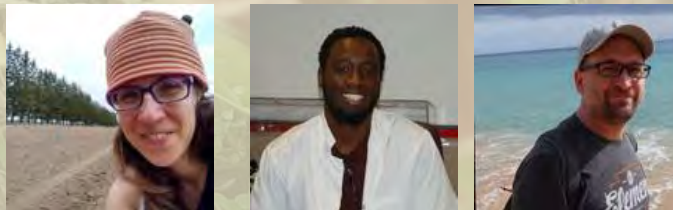
De l'héritage aux impacts à court terme : La ferme L'Acadie (AAC)

La Ferme expérimentale de L'Acadie (AAC), située à Saint-Jean-sur-Richelieu, est un site d'essais au champ où l'on met à l'épreuve des pratiques et innovations agricoles, notamment via des parcelles suivies à long terme.

Elle sert aussi de lieu de collaboration et de "laboratoire vivant" pour des projets visant, entre autres, la santé des sols, la biodiversité et la séquestration du carbone.



L'Acadie (AAC)



PRATIQUES DE CONSERVATION TESTÉES	ROTATION DE CULTURES
Paillis de bois Paillis de graminées Seigle roulé Intercalaire de festulolium	Haricot Brocoli Maïs sucré

Étudiant à la MSc: Guillaume Gauthier

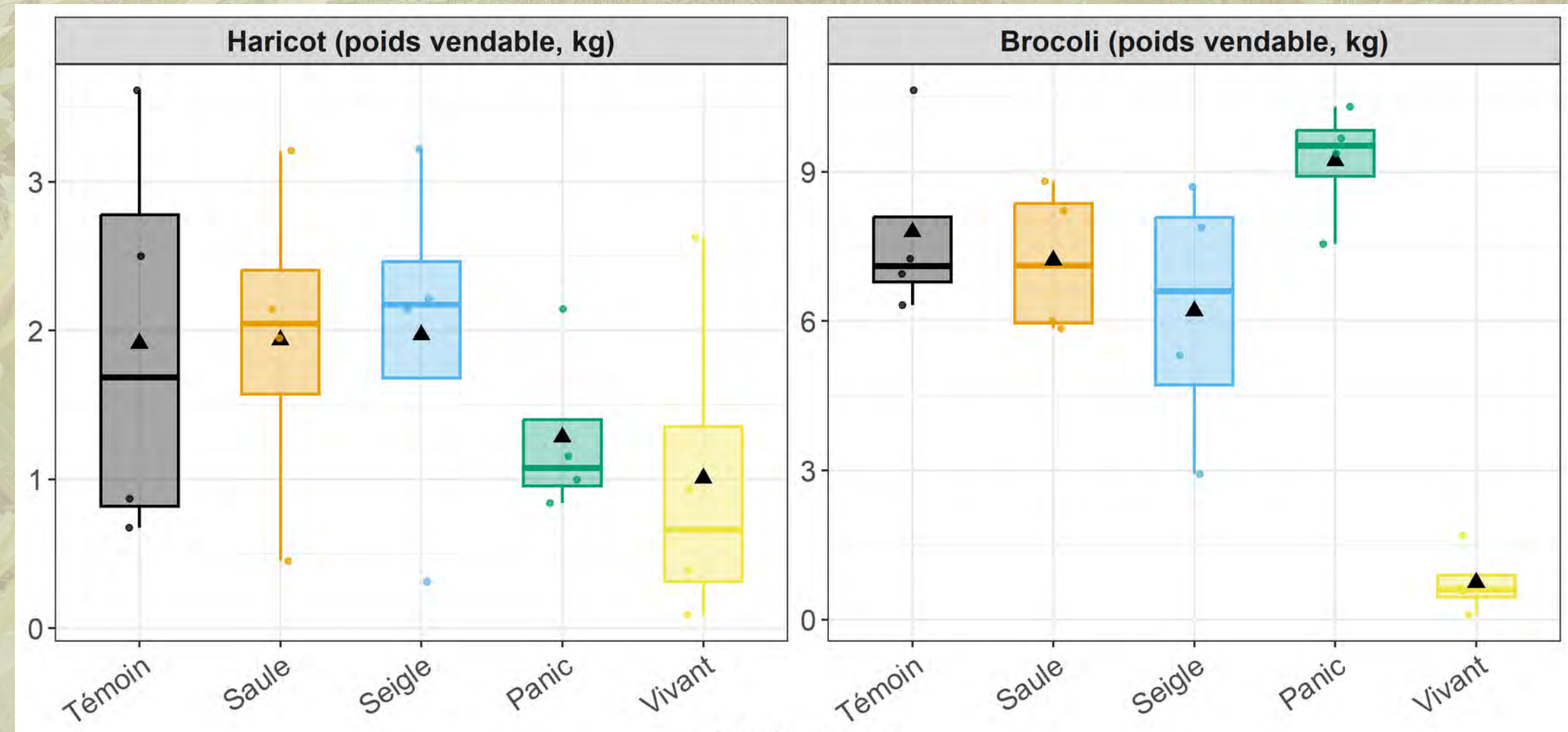


De l'héritage aux impacts à court terme : La ferme L'Acadie (AAC)

Impact des pratiques de conservation (type de paillis) sur le rendement des cultures



L'Acadie (AAC)





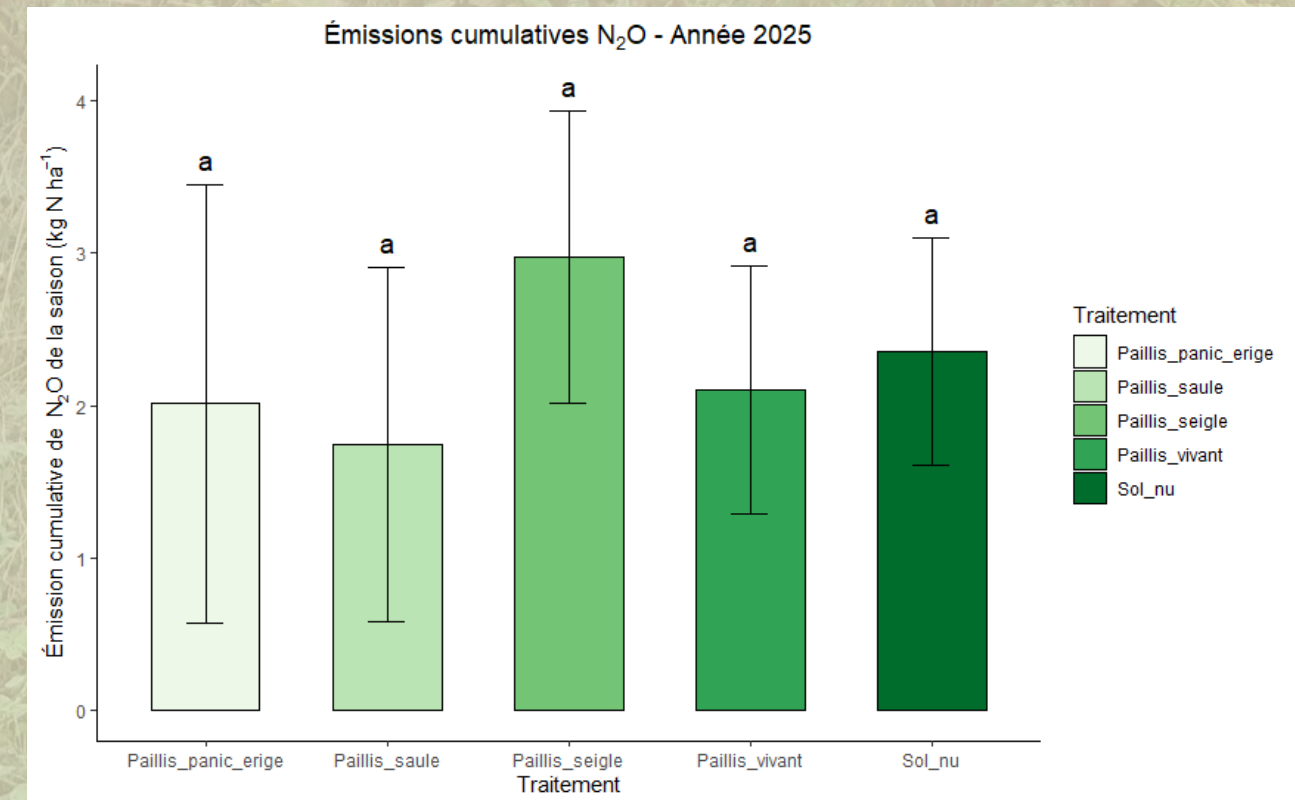
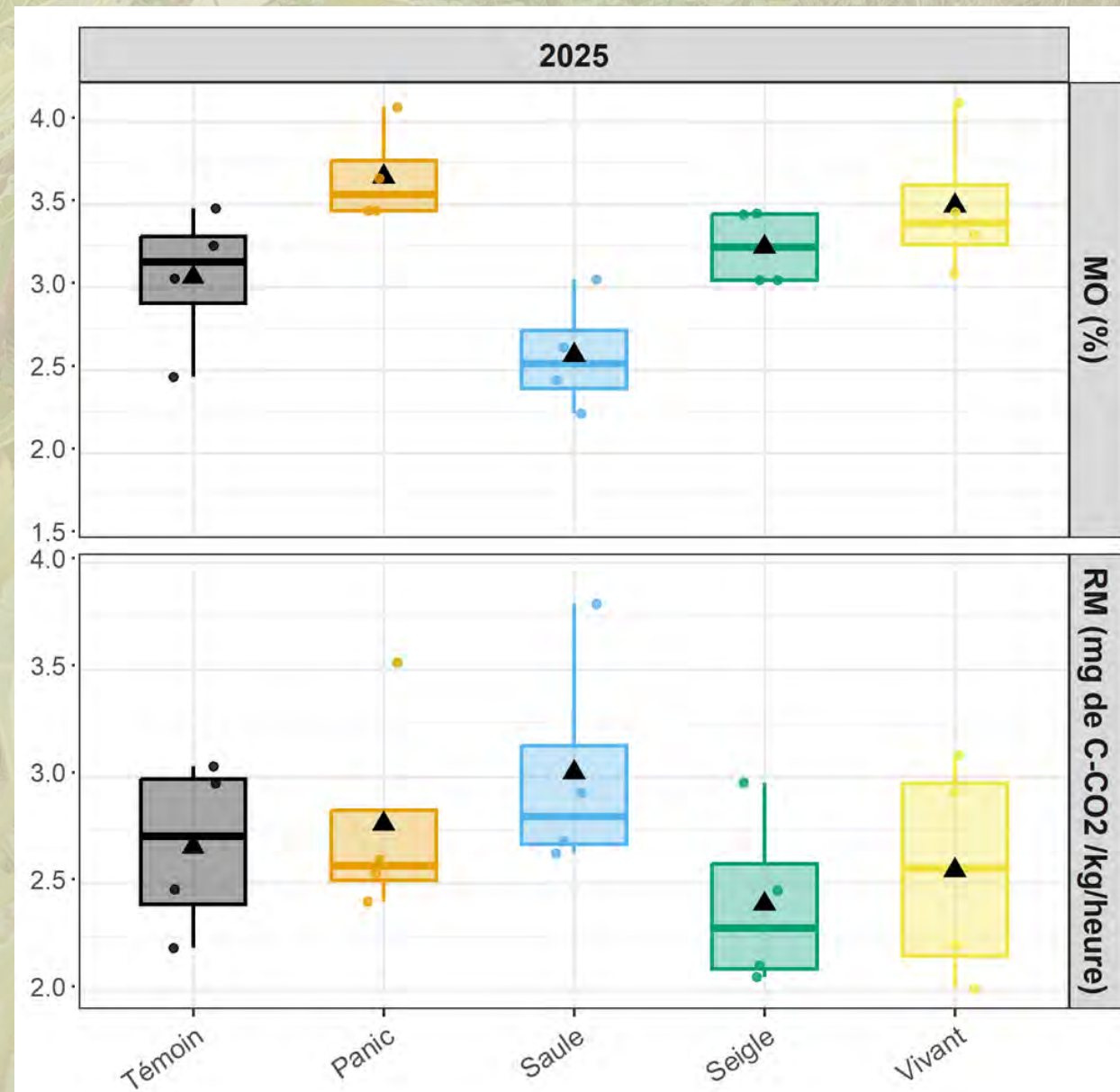
De l'héritage aux impacts à court terme : La ferme L'Acadie (AAC)

Impact des pratiques de conservation sur certains indicateurs de santé des sols.

Données 2025.



L'Acadie (AAC)

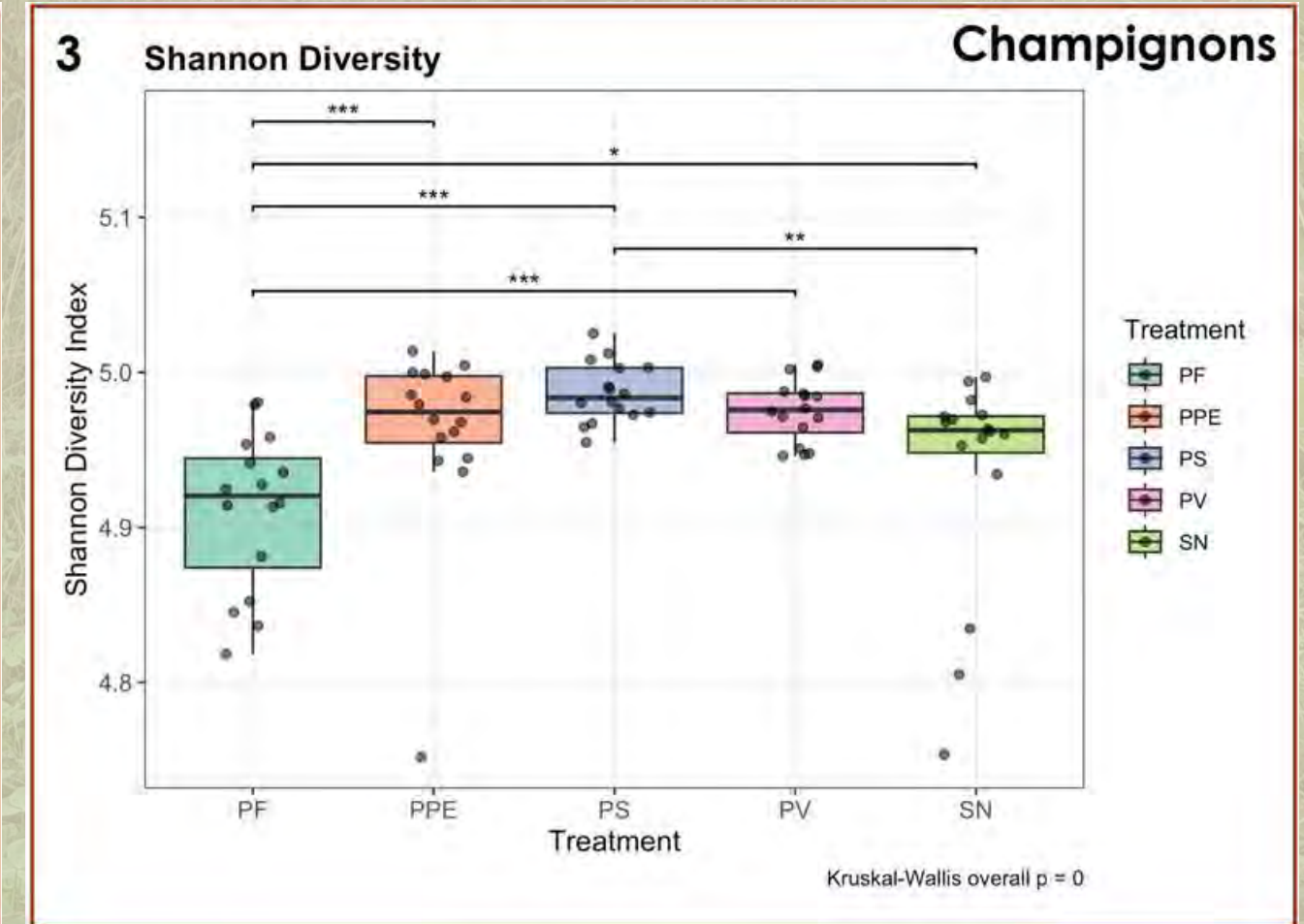
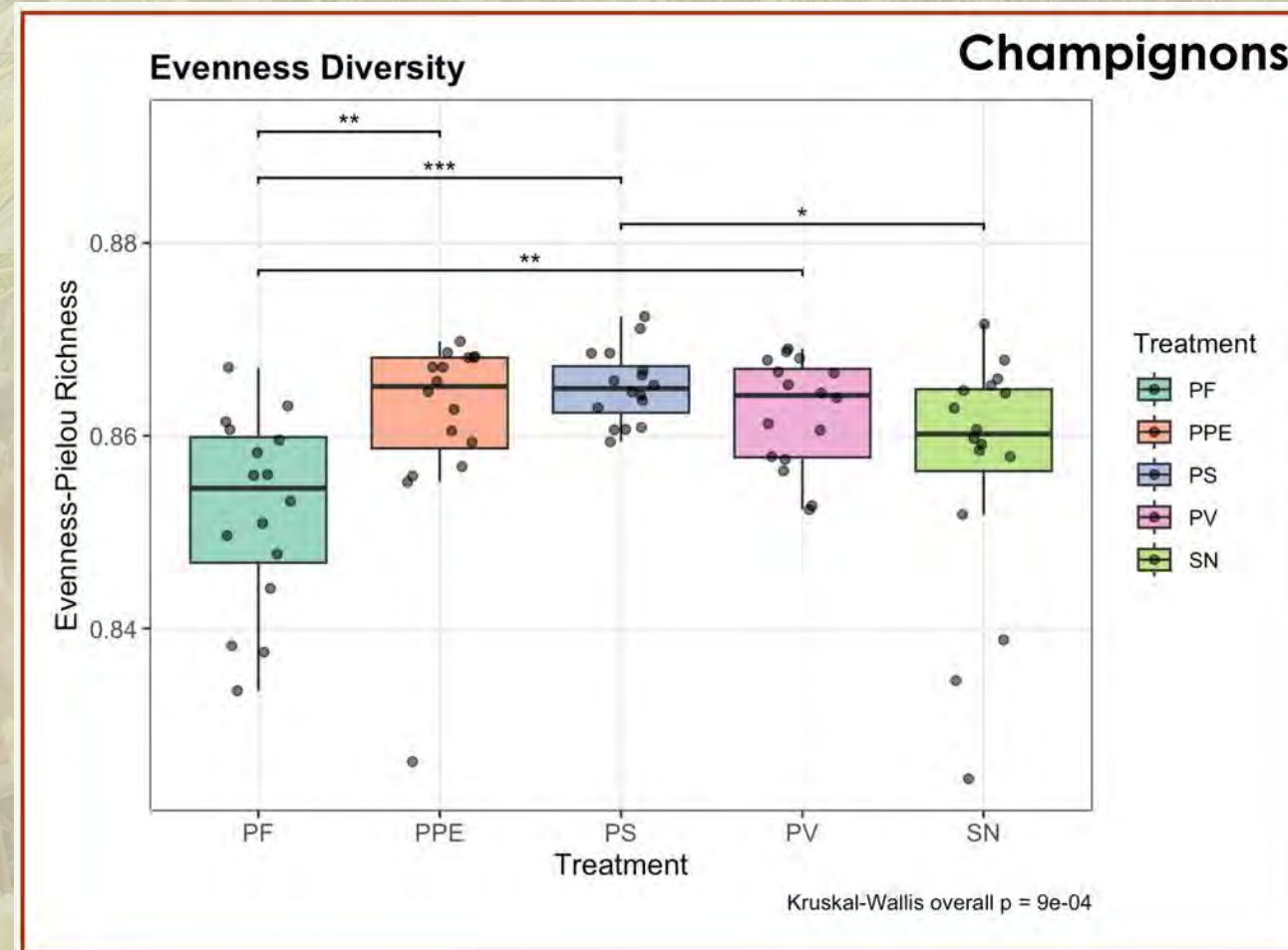


De l'héritage aux impacts à court terme : La ferme L'Acadie (AAC)

Impact des pratiques de conservation sur certains indicateurs de santé des sols.



L'Acadie (AAC)



Crédit pour les figures:Guillaume Gauthier



De l'héritage aux impacts à court terme : La ferme L'Acadie (AAC)



L'Acadie (AAC)

RENDEMENTS:

- Le paillis vivants a impacté négativement le rendement par rapport au témoin, contrairement aux autres type de paillis

SOLS:

- Les paillis ont eu peu d'impact sur MO et RM, le paillis forestier sélectionne certains taxons fongiques pouvant être bénéfique pour le cyclage de la MO, les émissions de N₂O sont dans l'échelle attendu.

A VENIR:

- Données de sol seront finalisées pour 2023-2025 inclusivement d'ici le printemps 2026.



De l'héritage aux impacts à court terme : La ferme CETAB+

La ferme expérimentale de l'INAB à Victoriaville, associée au CETAB+, sert de plateforme de recherche appliquée et de transfert en agriculture biologique. On y réalise des projets en grandes cultures, maraîchage, cultures fruitières, biodiversité et santé des sols, incluant des essais de longue durée visant des retombées directement utiles aux entreprises agricoles.



CETAB+



PRATIQUES DE CONSERVATION TESTÉES

Travail du sol (réduit vs conventionnel)
Amendement organique (d'origine végétale vs animale)

ROTATION DE CULTURES

Laitue
Courge
Brocoli

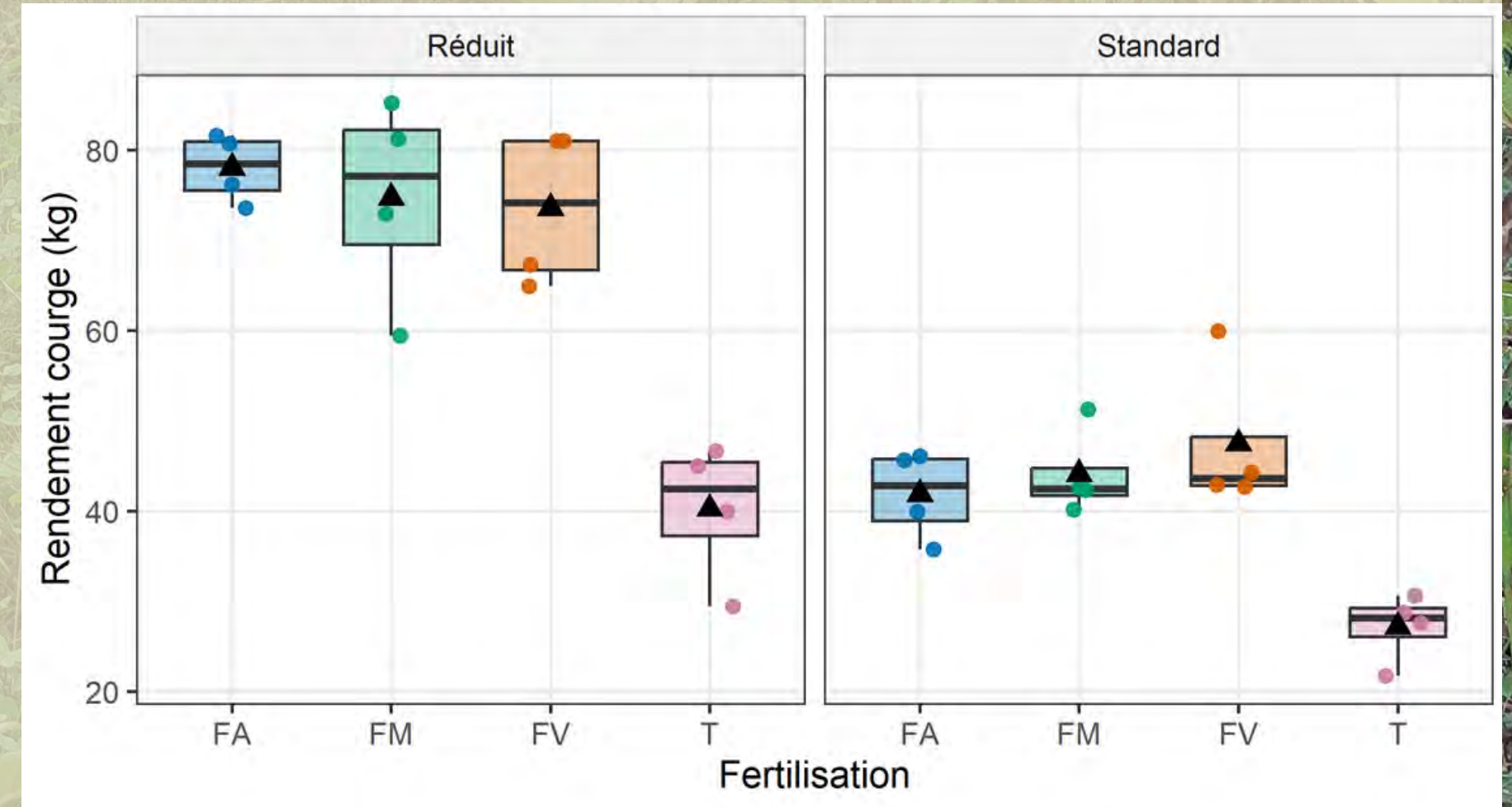
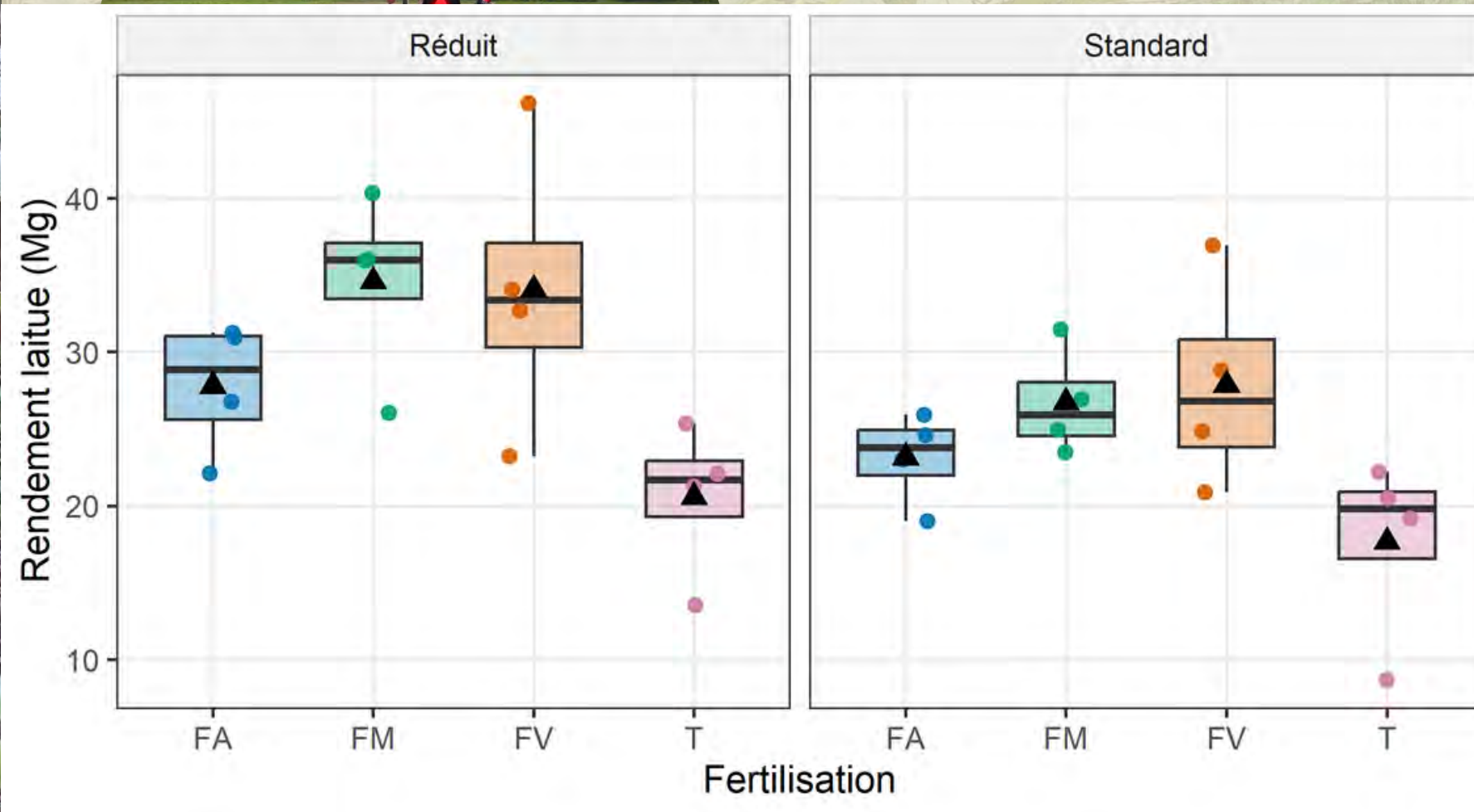
Étudiant au PhD: Krishna Poudel





De l'héritage aux impacts à court terme : La ferme CETAB+

Impact des pratiques de conservation sur le rendement des cultures



Laitue-2023

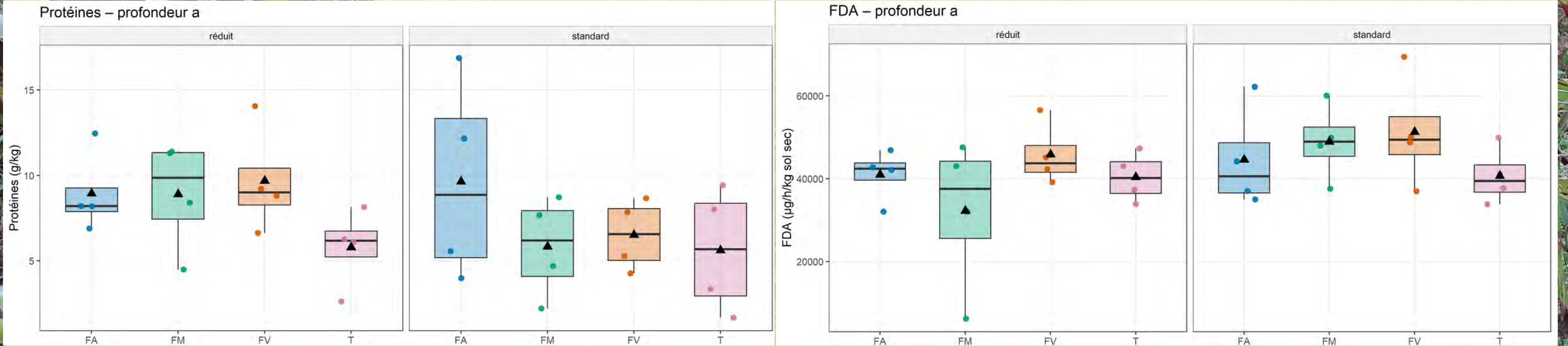
Courge-2024



De l'héritage aux impacts à court terme : La ferme CETAB+



Impact des pratiques de conservation sur certains indicateurs de santé des sols.
Données 2023



De l'héritage aux impacts à court terme : La ferme CETAB+



CETAB+

RENDEMENTS:

- Effet bénéfique du travail réduit sur les rendements.

SOLS:

- Effets court terme plus prononcés des pratiques de fertilisation comparativement au type de travail de sol. Protéines du sol fortement liée au rendement de la laitue en 2023.

A VENIR:

- Données de sol seront finalisées pour 2023-2025 inclusivement d'ici le printemps 2026.

De l'héritage aux impacts à court terme : La ferme CETAB+

Impact des engrais organiques végétales sur les services écosystémiques d'un agroécosystème serricole biologique (plein sol)

L'intégration d'EOV dans le régime de fertilisation a permis de:

Service écosystémique	FV	FM	FA
Production alimentaire	Orange	Vert	Vert
Régulation du climat	Vert	Vert	Rouge
Limitier la pollution de l'eau/l'air	Vert	Vert	Rouge
Régulation abiotique du sol (Nmin)	Rouge	Orange	Vert
Régulation abiotique du sol (C & N)	Vert	Vert	Orange
Régulation biotique du sol	Vert	Vert	Orange

- Augmenter la valorisation de la fixation biologique d'N dans les serres bio
- Maintenir des rendements similaires
- Diminuer les pertes azotées sous formes gazeuses
- Augmenter le stockage en C et N du sol (validation sur le long-terme nécessaire)
- Nourrir la *vie du sol*



De l'héritage aux impacts à court terme : La ferme Campus (ULaval)

La ferme du Campus est constituée de 12 hectares de terrains dédiés à la recherche. Les recherches effectuées sont principalement dédiées à l'horticulture ornementale, à l'amélioration génétique des céréales et aux pratiques de conservation des sols et de l'eau.



Ferme Campus Ulaval

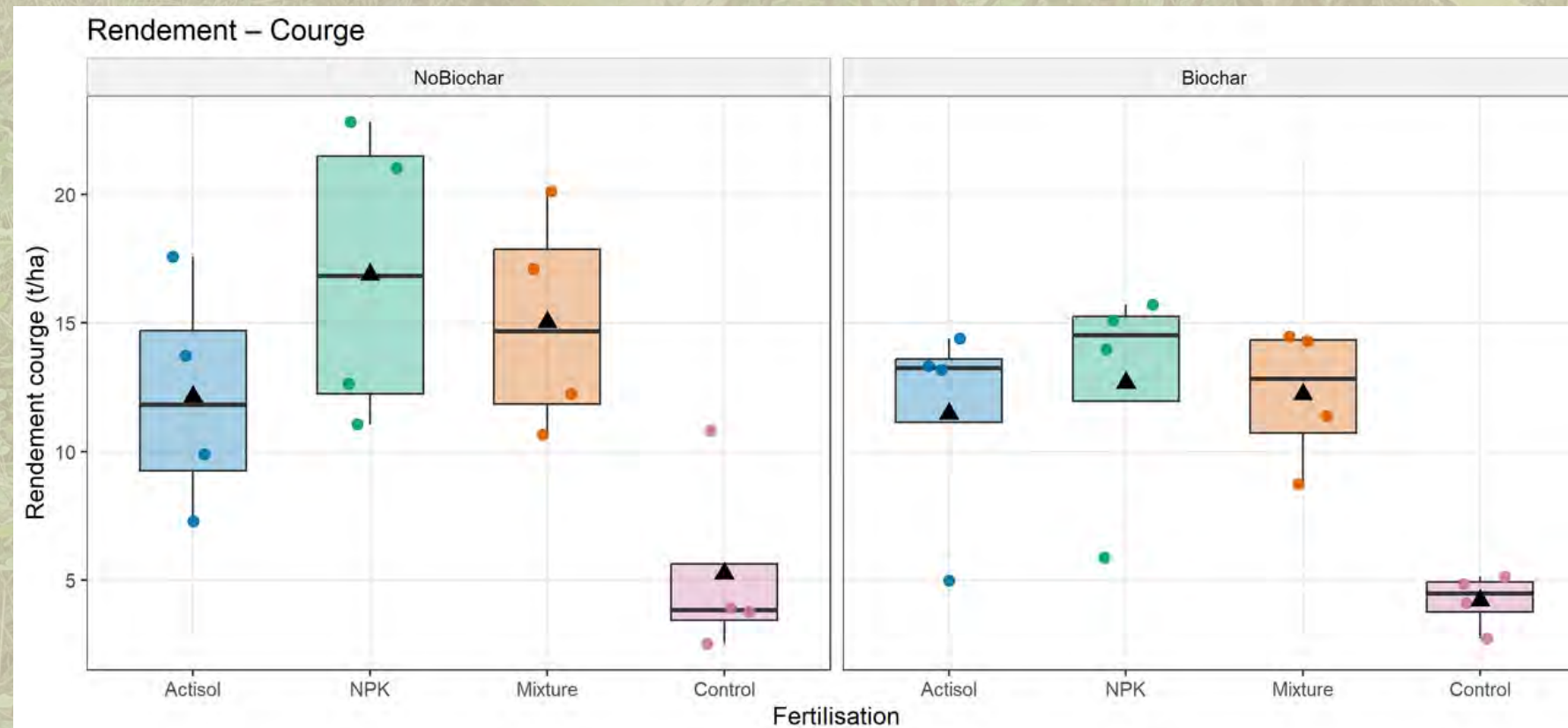
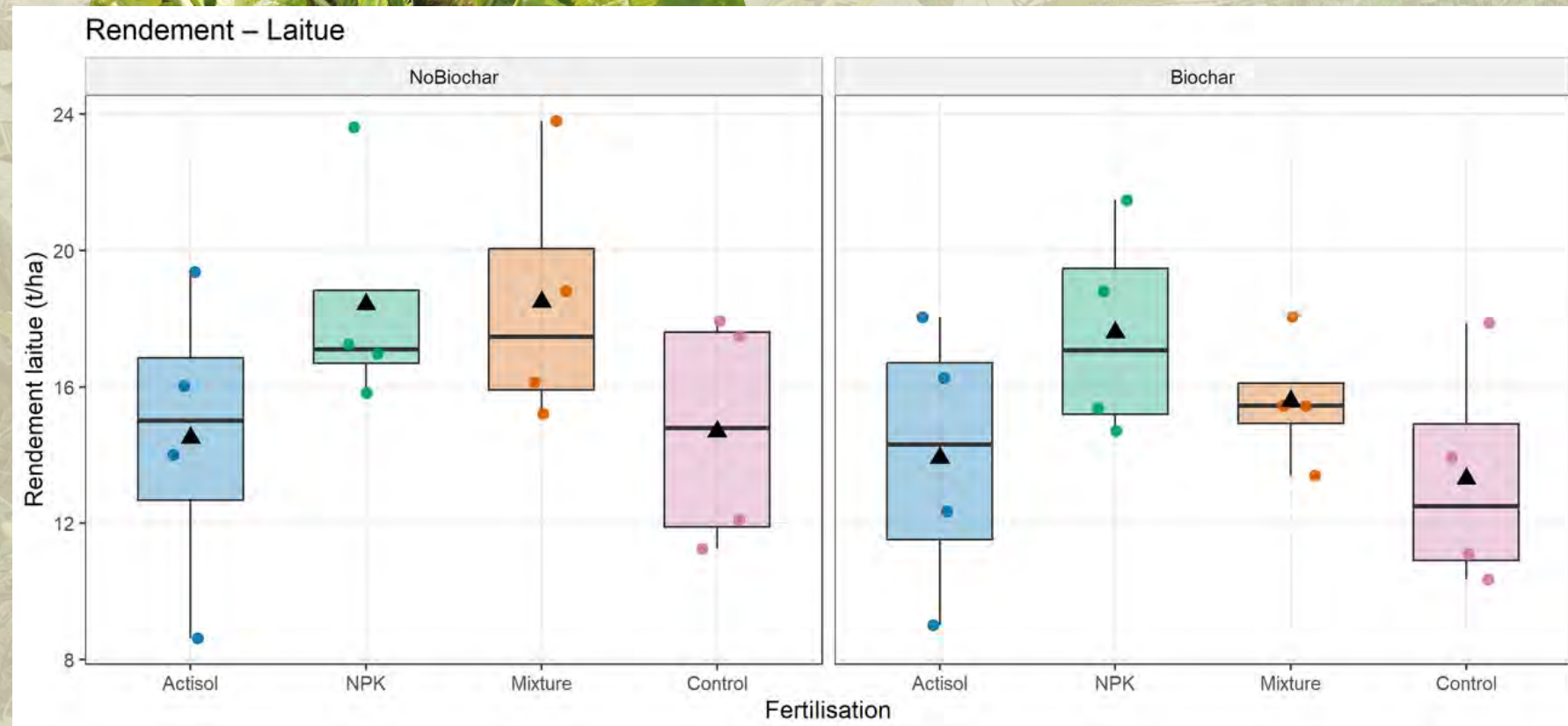
PRATIQUES DE CONSERVATION TESTÉES	ROTATION DE CULTURES
Culture de couverture Amendement organique (d'origine végétale vs animale vs minérale) Biochar	Laitue Courge Carotte

Étudiant au PhD: Krishna Poudel



De l'héritage aux impacts à court terme : La ferme Campus (ULaval)

Impact des pratiques de conservation sur le rendement des cultures.



Laitue-2023

Courge-2024

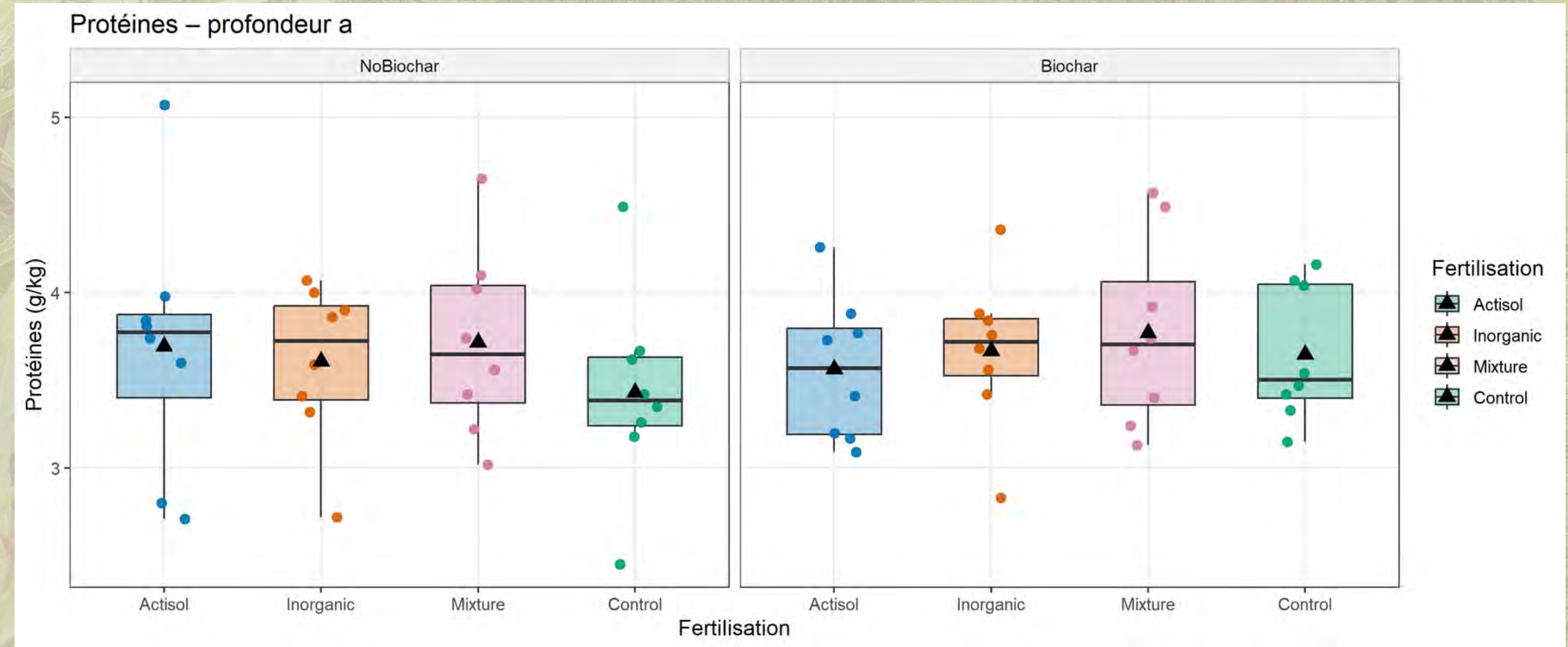
De l'héritage aux impacts à court terme : La ferme Campus (ULaval)

Impact des pratiques de conservation sur certains indicateurs de santé des sols.

Données 2023



Ferme Campus UlaVal



De l'héritage aux impacts à court terme : Récapitulatifs des 4 fermes



Paillis

Travail réduit

Intercalaire

Biochar

**Fertilisation
innovante**

Des effets rapides, mais contextuels:

- Des gains visibles à court terme, mais qui varient selon la culture, le site et l'année.
- Rendements maintenus – voire améliorés – si les pratiques sont ajustées (paillis, amendements, intensité du travail du sol).

Des sols qui répondent vite, surtout biologiquement:

- En début de transition, ce sont surtout les indicateurs biologiques et biochimiques qui détectent les changements.
- Les essais montrent qu'il faut combiner les pratiques, et soutenir la transition par du suivi terrain.

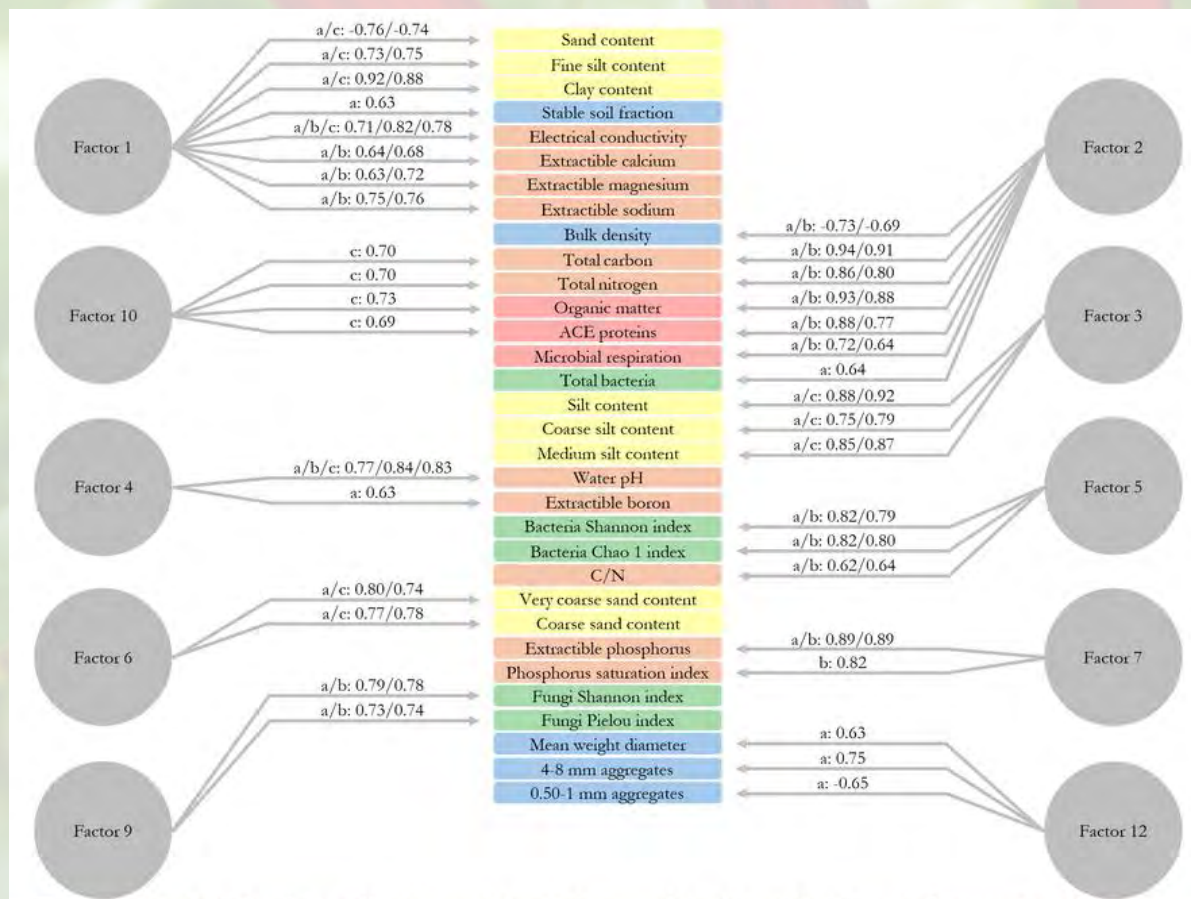
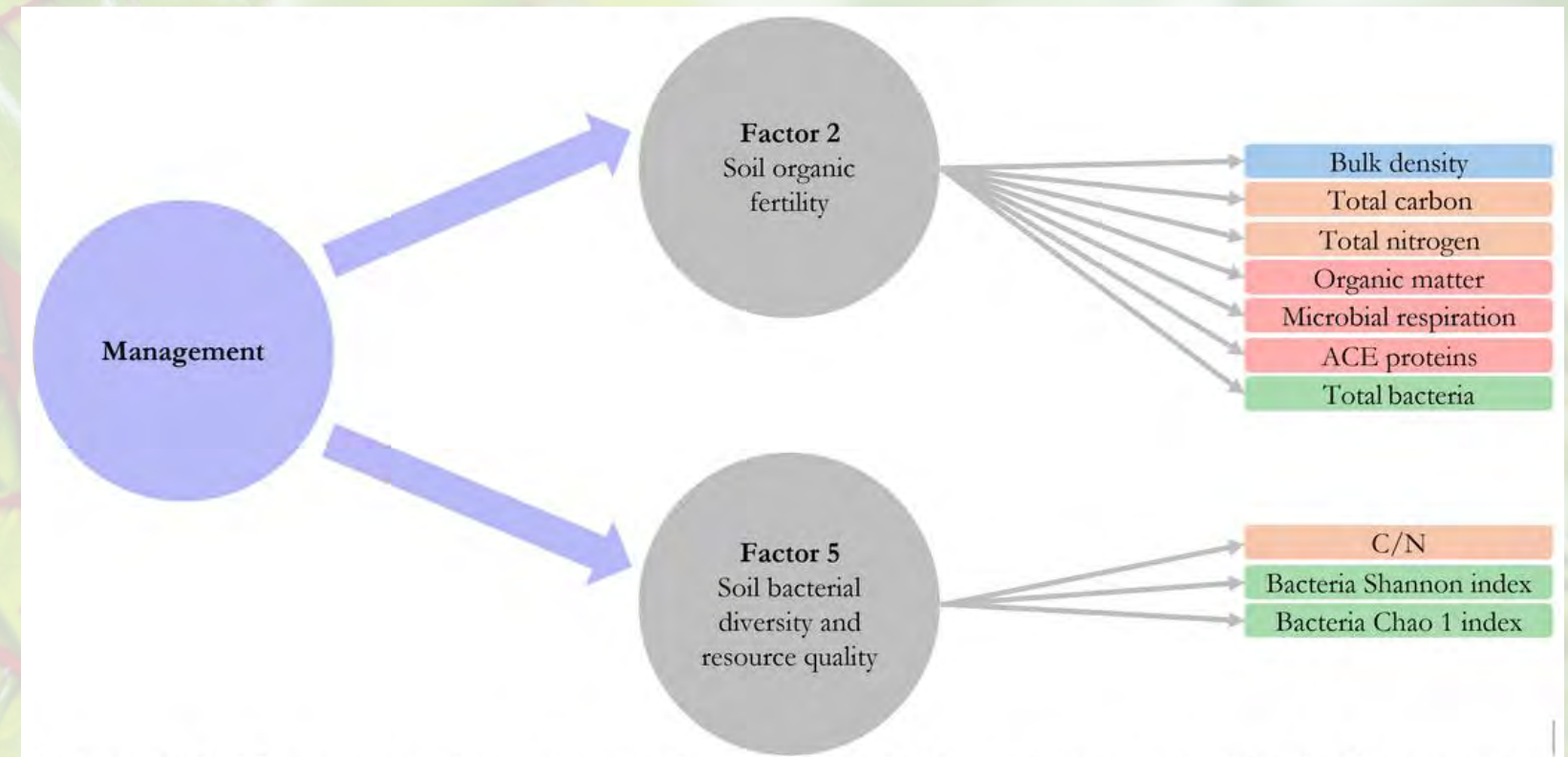


Données sols 2023–2025 : encore partielles.



Les indicateurs les plus sensibles aux pratiques: effet d'héritage

Les facteurs nous informent sur une dimension fonctionnelle du sol



Crédit pour les figures: Alexandra Bélanger

Réduction de la complexité des indicateurs
→ Analyse factorielle exploratoire (EFA) pour regrouper les indicateurs de santé des sols en facteurs latents non redondants.

Lien gestion ↔ facteurs clés de santé des sols
→ Modèles mixtes pour tester l'effet des régies et pratiques culturales sur les facteurs 2 et 5, représentés par des indicateurs prioritaires.



Anticipation des indicateurs les plus sensibles aux pratiques: effet à court terme

● Indicateurs les plus réactifs aux pratiques (1-3 ans)

- Biologiques & biochimiques
- Respiration microbienne
- Protéines du sol (ACE)
- Activité microbienne totale
- Richesse et structure microbienne

→ Réagissent rapidement aux changements de paillis, fertilisation, intercalaire, biochar

→ Bons signaux précoces de transition des sols

⚠ Limites et précautions d'interprétation

- Jeux de données encore incomplets sur 3 ans / 4 fermes
 - Effets contextuels (cultures et pedo-climat)
- Résultats à considérer comme tendances

→ Convergence inter-sites observée surtout pour les indicateurs biologiques

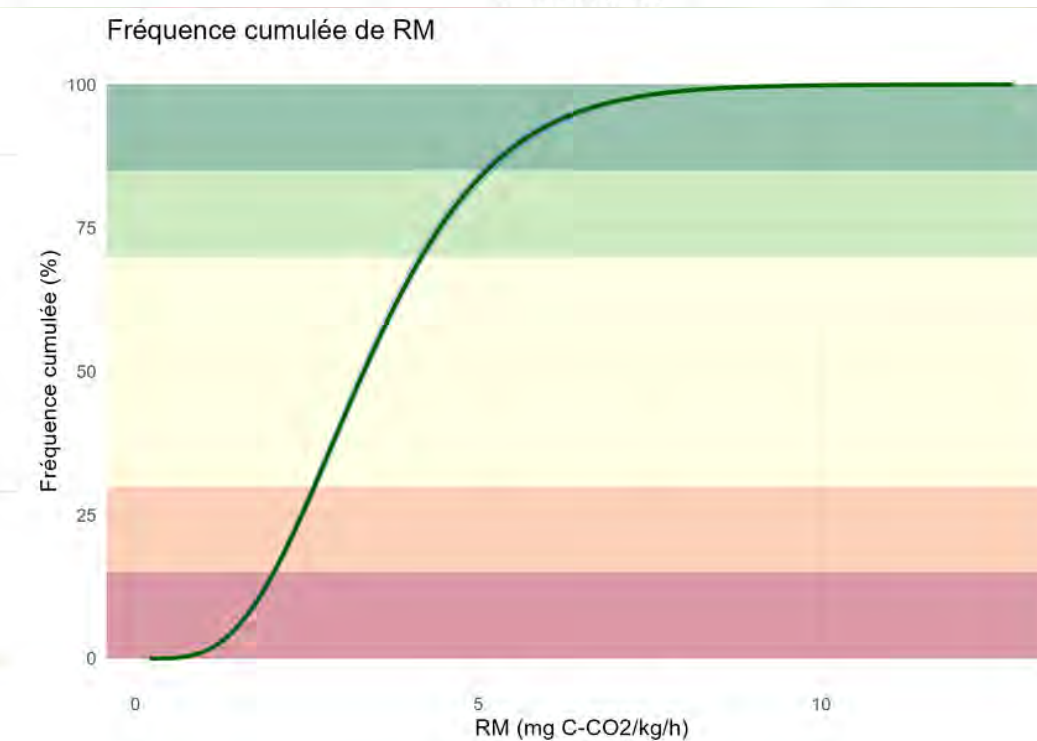
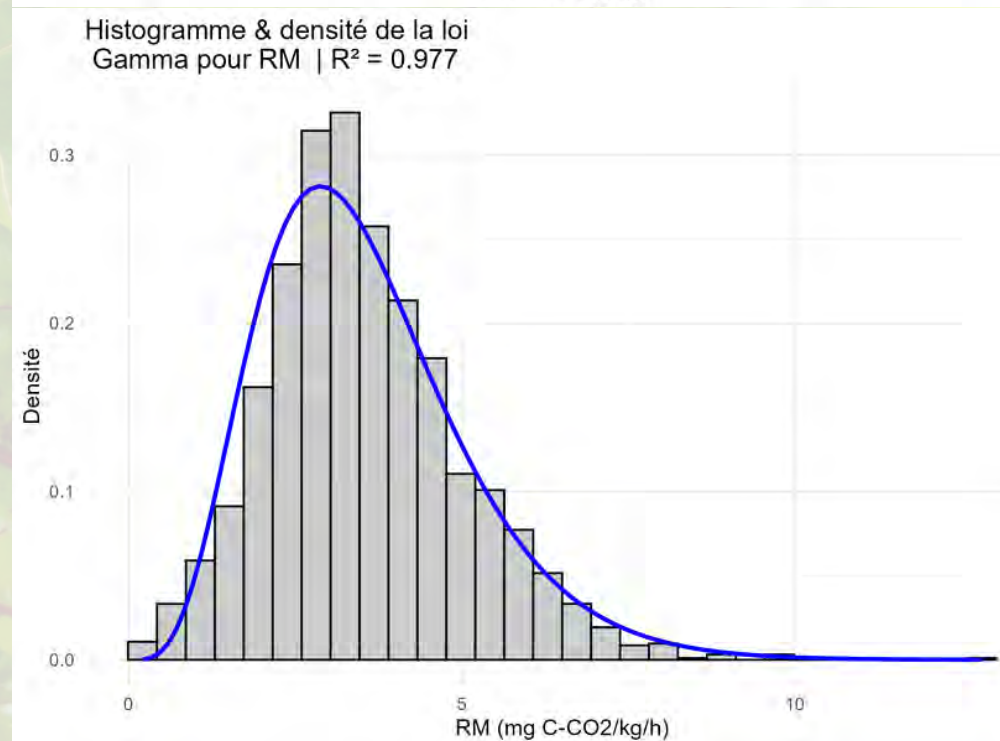
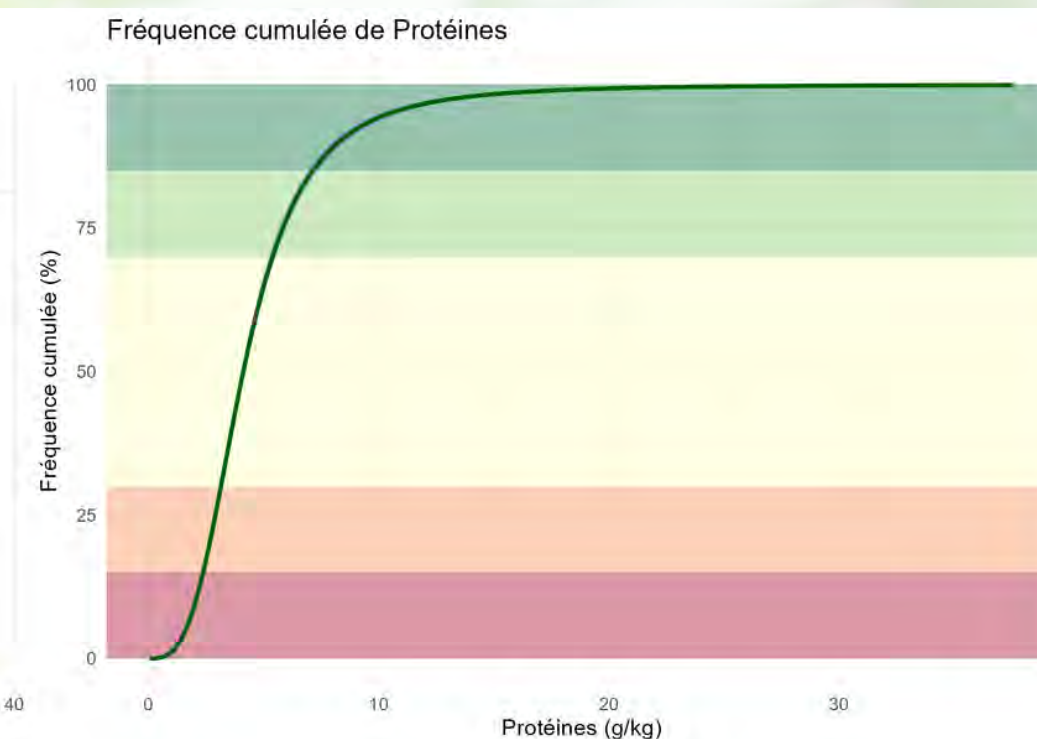
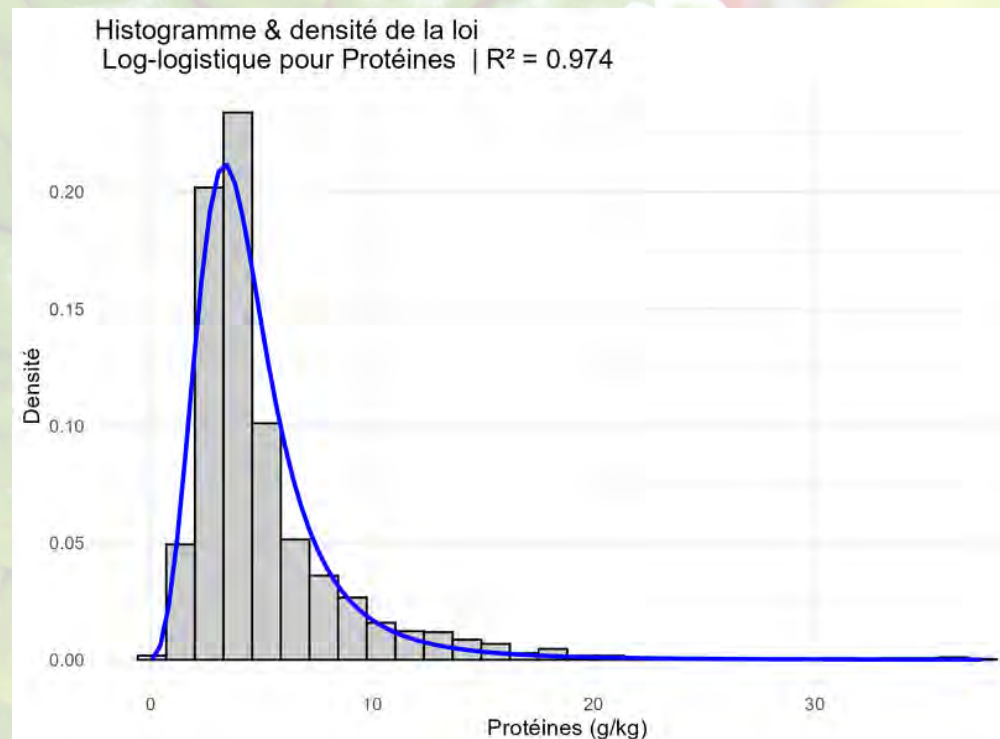
→ Justifie leur utilisation précoce, avec validation en cours



Les courbes de notations

Pourquoi des courbes?

La base de données générée a permis d'amorcer la construction de courbes de notation pour l'ensemble des indicateurs mesurés, notamment pour ceux dont les seuils de référence sont encore inconnus.



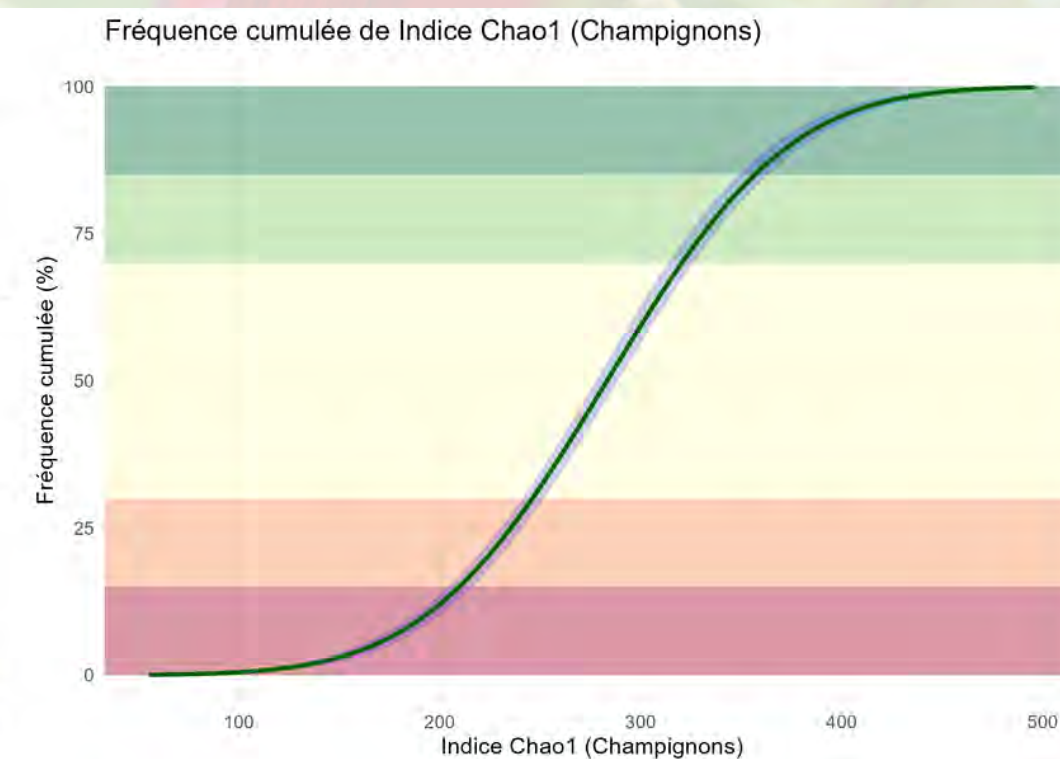
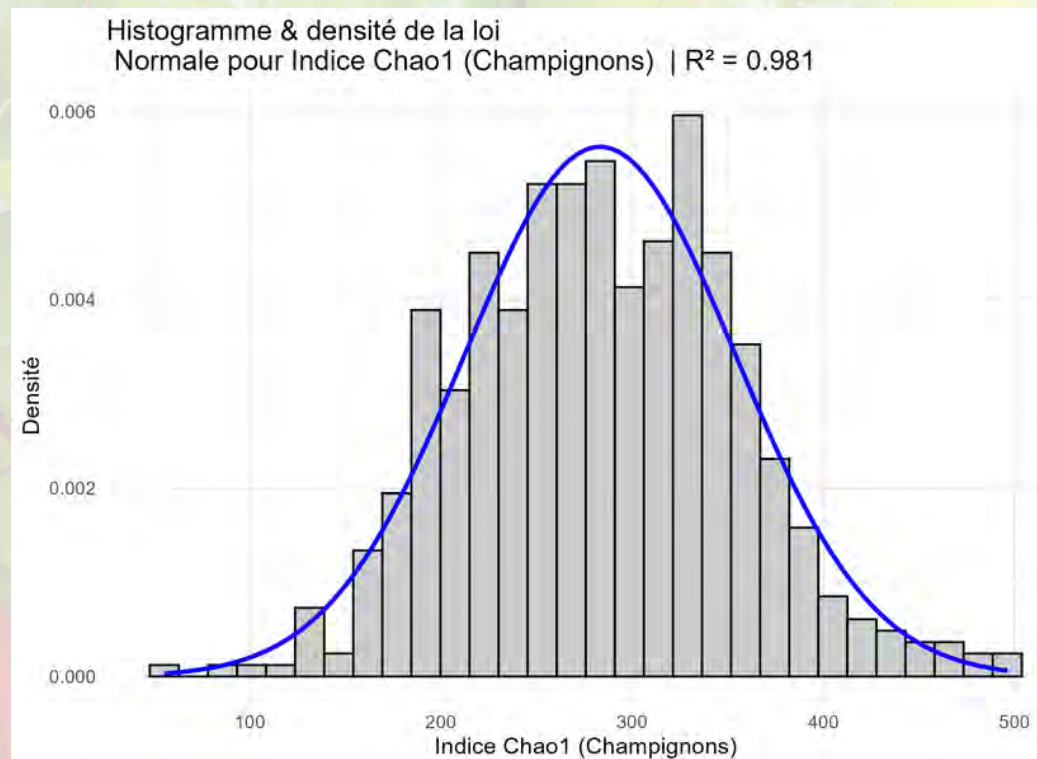
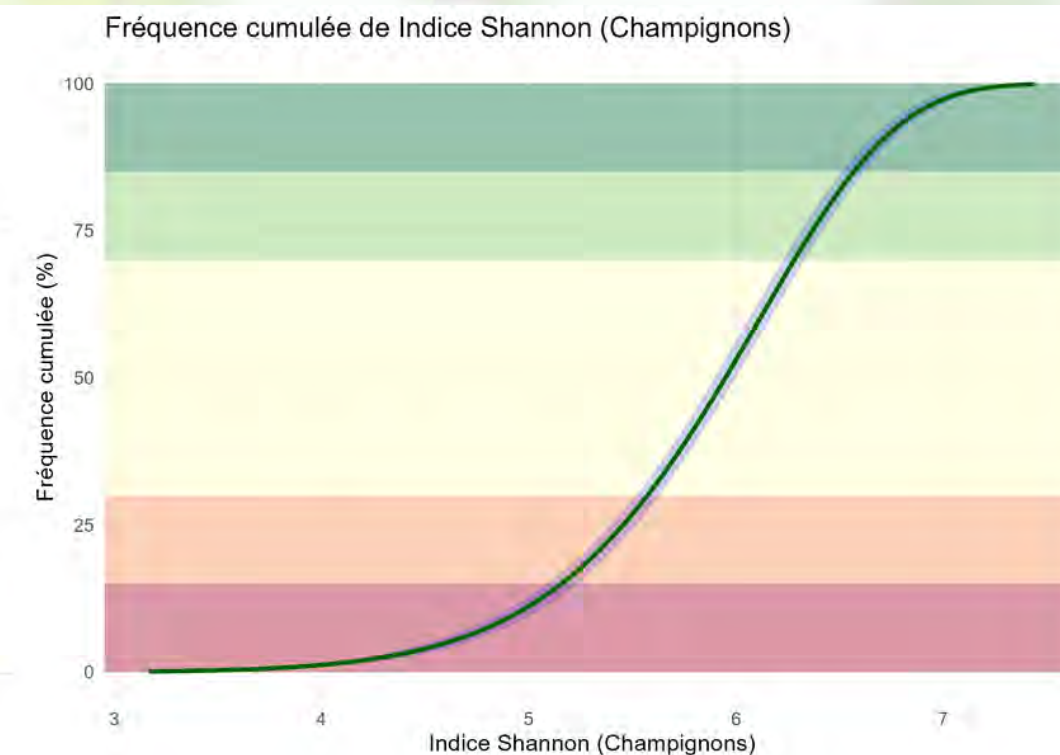
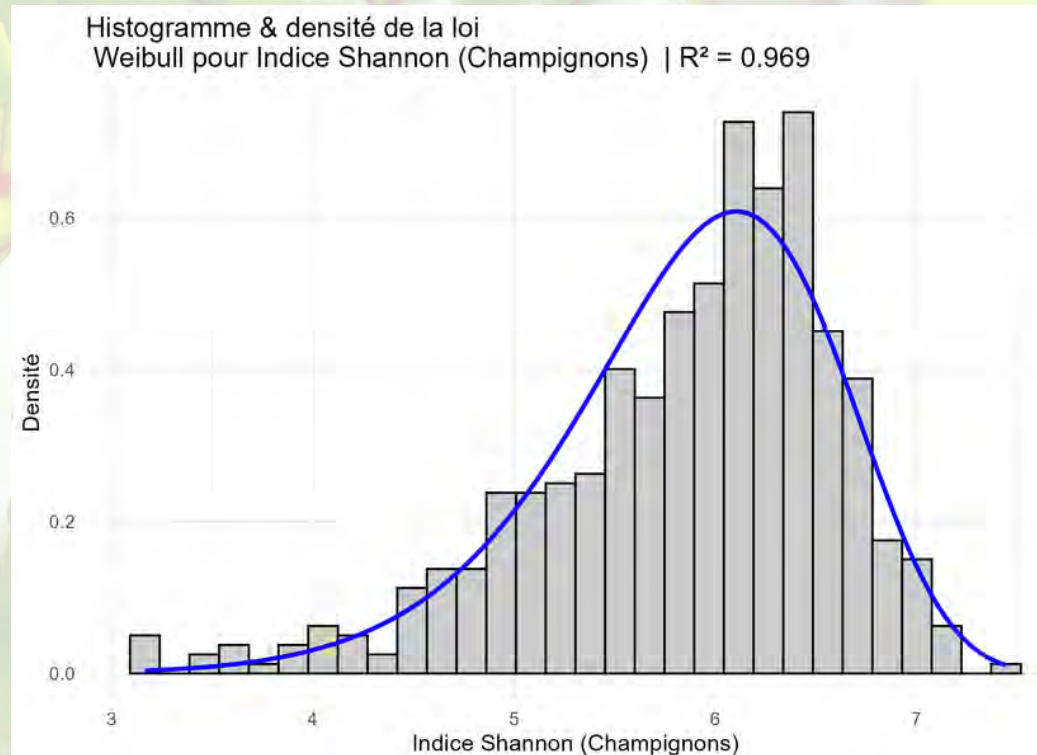
Crédit: Josselin Bontemps (idéation et création des courbes)



Les courbes de notations

Approche guidée par les données

Ces courbes ont été développées avec une approche "data-driven" : plutôt que d'imposer une loi normale, on laisse la distribution réelle des données déterminer la forme de la courbe et les classes d'interprétation.



Crédit: Josselin Bontemps (idéation et création des courbes)

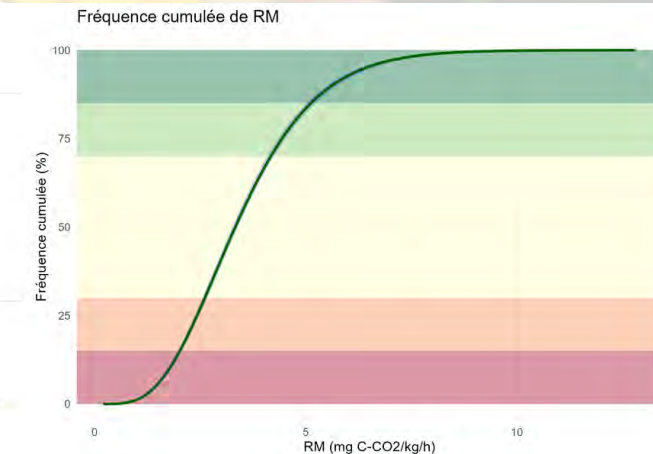
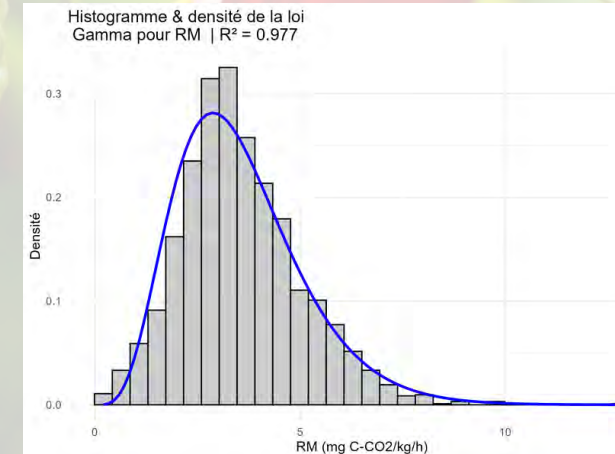
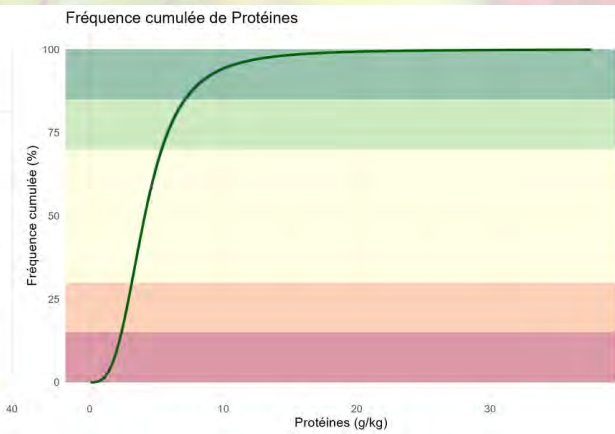
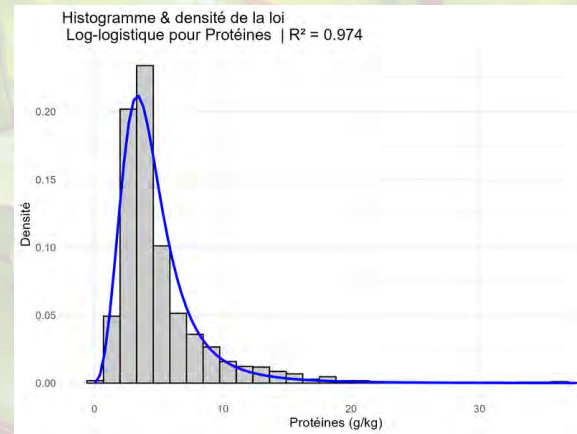
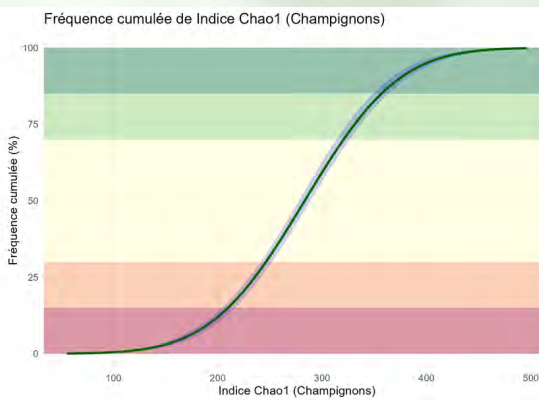
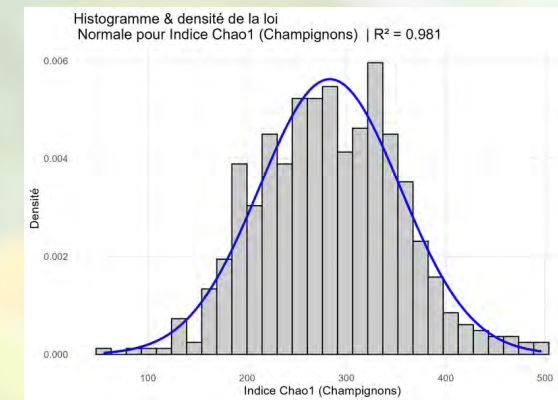
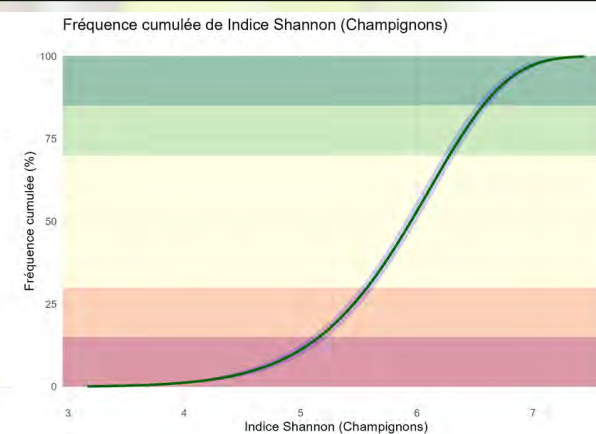
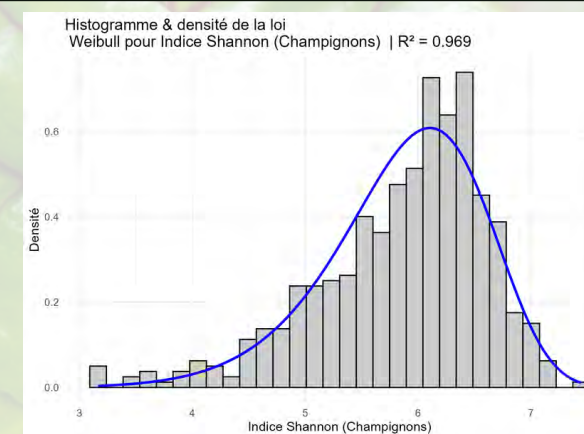


Les courbes de notations

Raffinement progressif des seuils

L'enjeu est maintenant de cumuler davantage de données dans le temps et au fil des projets. À ce stade, les courbes agrègent plusieurs textures; à terme, des courbes par grands groupes de sols pourront être développées, ce qui permettra de raffiner les seuils d'interprétation (de "mauvais" à "excellent"), en particulier pour les nouveaux indicateurs.

Crédit: Josselin Bontemps (idéation et création des courbes)



Les stratégies de transfert du projet santé des sols maraîchers

Articles de vulgarisation

- APMQ (Octobre 2025 et publications à venir planifiées (mars et juin 2026))
- Pour les producteurs du projet



Le biochar peut-il améliorer la qualité nutritionnelle des légumes?

Jacynthe Dessureault-Rompré, professeure agrégée Uval
Krishna Poudel, candidat au doctorat sol et environnement Uval
Financement du projet : Fonds de recherche du Québec-Nature et Technologie

Dans un contexte où les consommateurs sont de plus en plus soucieux de ce qu'ils mangent, la qualité nutritionnelle des légumes, notamment leur teneur en composés bénéfiques pour la santé humaine? Cette question reste encore peu explorée.



Mini rapport de résultats personnalisé

- Rappel du projet et de ses objectifs
- Résultats de la ferme
- Message sur l'effet des bonnes pratiques





Les stratégies de transfert du projet santé des sols maraîchers

L'appel de la pelle!

Collaboration avec l'équipe de l'IRDA:

Vidéo filmé en Octobre dernier-sera disponible printemps

2026-Youtube série

Incluant la présentation du projet maraîcher, la description d'un profil de sol et la discussion avec le producteur sur les bonnes pratiques.

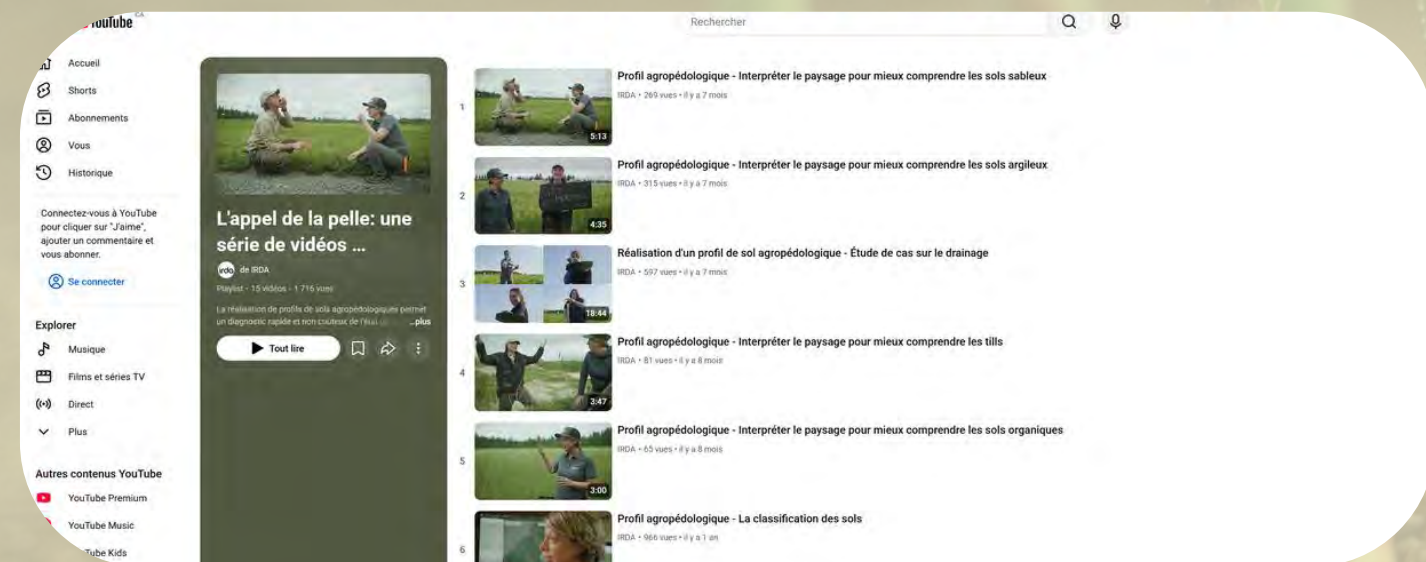
Conférences régionales et autres

2024: Lanaudiere (Présentation Journée Horticole MAPAQ)

2025: Journée Horticole de St-Rémi

2026: Webinaire Pleine Terre

Multple Présence dans les congrès provinciaux et nationaux





Les stratégies de transfert du projet santé des sols maraîchers

Cégep -activité et formation de la relève

Bio.Enviro.In

- Intégration des résultats dans les cours du programme de TPHA du Cégep: Santé des sols et Innovation et recherche appliquée.
- Formation de 10 étudiant.es impliqués au projet: sensibilisation des techniciens de demain aux défis liés à la santé des sols.
- Participation aux activités des clubs conseils partenaires pour un transfert auprès des agronomes et des producteurs agricoles de la région
- Transfert des résultats lors du colloque de la recherche au Cégep de Lanaudière, du Rendez-vous horticole du Cégep, etc.

Cégep -activité et formation de la relève

CETAB+

- Présentation des résultats dans 5 cohortes de producteurs maraîchers
- Présentation lors des Journées Horticoles de St-Rémi, du Colloque CRIV, du colloque CRAAQ maraîcher en serre, du colloque Bio pour Tous et du colloque Nord-Bio
- Présentation lors des congrès international GrenSys2025 et IFOAM2024
- Formation de plus de 5 étudiants collégiaux et 1 étudiant de 1er cycle



Les stratégies de transfert du projet santé des sols maraîchers

Universités-activités et formation de la relève

- Intégration directe des résultats du projet dans les cours notamment le cours obligatoire à la formation des agronomes de l'Université Laval (Conservation et santé des sols)
- Formation d'étudiants aux premier et cycles supérieurs
- Développement de compétences en :
 - diagnostic de la santé des sols
 - interprétation d'indicateurs

Et l'adoption dans tout ça?

*L'adoption ne repose pas sur une "bonne pratique universelle",
mais sur des indicateurs fiables, un
accompagnement continu
et une compréhension partagée des bénéfices et des
limites.*



Conclusion: Ce que le projet a permis de structurer

Un socle de connaissances...

- Base de données provinciale sur la santé des sols en productions légumières (50 fermes, >30 indicateurs)
- Effets d'héritage marqués : plusieurs indicateurs reflètent l'historique des régions, au-delà d'une seule saison
- Réduction de la complexité et identification statistique d'indicateurs non redondants et sensibles aux pratiques
- Traduction en action : la banque de données a permis d'initier des courbes de notation pour des indicateurs dont les seuils étaient inconnus



Conclusion: Des résultats applicables, mais contextualisés

Ce que confirment les fermes expérimentales

- 4 fermes expérimentales, représentant des contextes contrastés
- 4 grandes catégories de pratiques de conservation testées
- Mise en évidence d'effets mesurables à court terme sur certains indicateurs, particulièrement biologiques et biochimiques

⚠ Les réponses observées demeurent dépendantes du site, de la culture et de l'année, soulignant l'importance du suivi et de l'accompagnement



Perspectives...Et après?

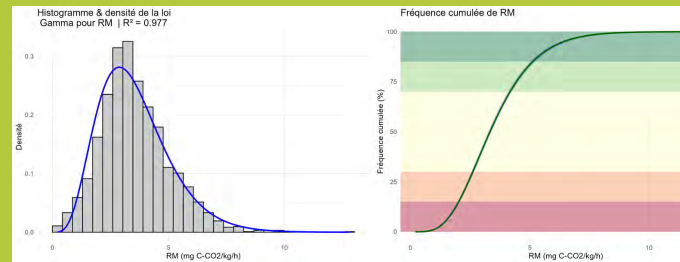
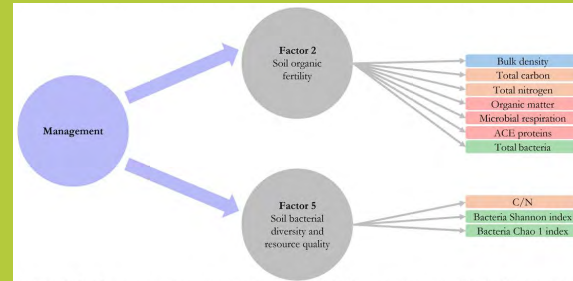
Un projet structurant... et générateur de suites....plusieurs projets ciblés, adaptés aux réalités des fermes

- Développement de :
 - suivis à plus long terme (on espère)
 - coubres de notations (oui)
 - projets spécifiques par pratique ou par indicateur (oui)

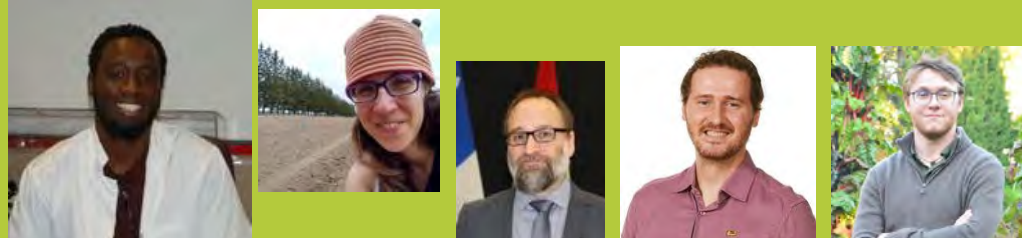
Adoption et collaborations

- L'adoption repose sur :
 - des indicateurs robustes mais simples
 - un dialogue continu avec les producteurs
 - une collaboration étroite avec les agronomes et conseillers

La santé des sols devient un objet partagé entre recherche, accompagnement et pratiques terrain



Service écosystémique	FV	FM	FA
Production alimentaire	Orange	Green	Green
Régulation du climat	Green	Green	Red
Limiter la pollution de l'eau/l'air	Green	Green	Red
Régulation abiotique du sol (Nmin)	Red	Orange	Green
Régulation abiotique du sol (C & N)	Green	Green	Orange
Régulation biotique du sol	Green	Green	Orange



Travail réduit Biochar
Fertilisation innovante
Intercalaire Paillis

Effets d'héritage et effets de court-terme

Merci

Questions?