

JOURNÉES HORTICOLES DE ST-RÉMI 2025

**Conservation et santé des sols  
maraîchers du Québec: *Vers des sols  
maraîchers en santé : pratiques de conservation  
et indicateurs adaptés au contexte québécois***

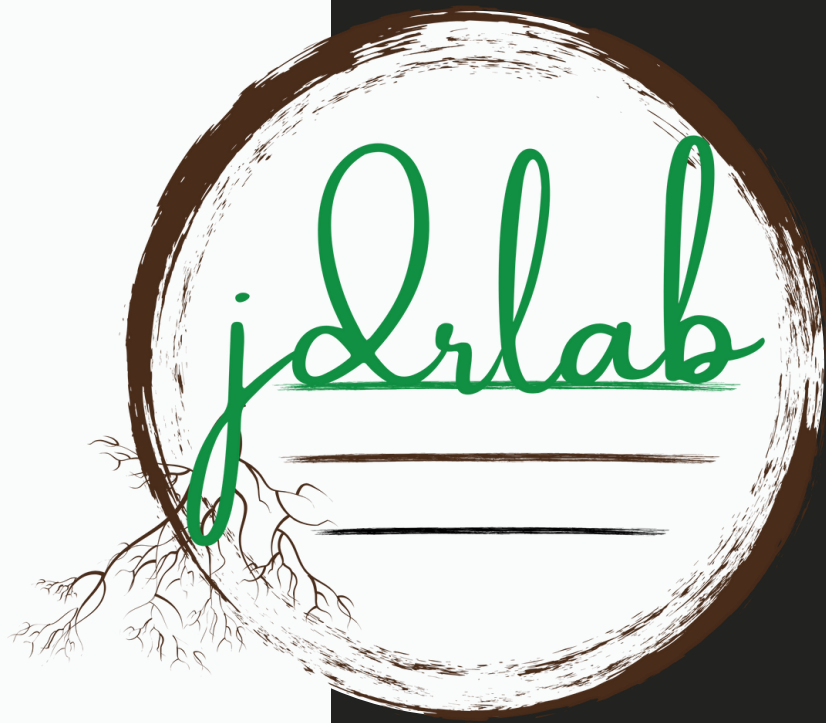


Jacynthe Dessureault-Rompré, PhD, Professeure agrégée ULaval



# Plan de la présentation

---



- Principe et concept de la santé des sols-retour sur les bases
- Le projet Conservation et Santé des Sols Maraîchers du Québec
- Principaux résultats: état des lieux
- Principaux résultats: pratiques de conservation
- Conclusions et perspectives



Un sol en santé, c'est plus de  
rendement aujourd'hui et  
moins de problèmes demain.







# Pourquoi parler de santé des sols ?

**PARCE QUE NOTRE CAPITAL SOL — NON RENOUVELABLE — SE DÉGRADE ET MET EN JEU LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE.**

- 🌍 MONDE : ENVIRON 33 % DES SOLS DÉJÀ DÉGRADÉS; L'ÉQUIVALENT D'UN TERRAIN DE SOCCER S'ÉRODE TOUTES LES 5 SECONDES; L'ÉROSION PEUT FAIRE -50 % DE RENDEMENT.
- 🇨🇦 CANADA : À PEINE 6,7 % DU TERRITOIRE EST APTE À L'AGRICULTURE; MALGRÉ DES PROGRÈS AGRONOMIQUES, LA DÉGRADATION DES SOLS ET LA PERTE DE TERRES AGRICOLES TOUCHENT TOUTES LES RÉGIONS; LE SOL EST UNE RESSOURCE NON RENOUVELABLE (FORMATION TRÈS LENTE).
- 🇧🇪 QUÉBEC : PROBLÈMES RÉCURRENTS DE STRUCTURE DÉTÉRIORÉE, COMPACTION, BAISSÉ DE MO ET POLLUTION, D'OÙ L'URGENCE D'ACCÉLÉRER L'ADOPTION DE PRATIQUES DURABLES.
- 🔍 INDICATEUR CLÉ (CANADA) : EN 2021, > 50 % DES TERRES CULTIVÉES DU CENTRE ET DE L'ATLANTIQUE ÉTAIENT À HAUT RISQUE DE DÉGRADATION DU CARBONE ORGANIQUE.

**PAD: Améliorer la santé  
et la conservation des  
sols**





# Santé des sols

---

LA SANTÉ DES SOLS, C'EST LA CAPACITÉ D'UN SOL — GRÂCE À SES PROPRIÉTÉS — À ASSURER DURABLEMENT SES FONCTIONS DANS UN CONTEXTE DE CULTURE ET DE GESTION DONNÉ.

Un sol en santé transforme ses propriétés en fonctions utiles à la ferme :

- ✓ rendement fiable
- ✓ fertilité efficace
- ✓ portance
- ✓ résilience hydrique et climatique





# Santé des sols

## PROPRIÉTÉS DU SOL ≠ FONCTIONS DU SOL

Message-clé : Les propriétés sont ce qu'on mesure; les fonctions sont ce que le sol fait pour la production et l'agroécosystème.

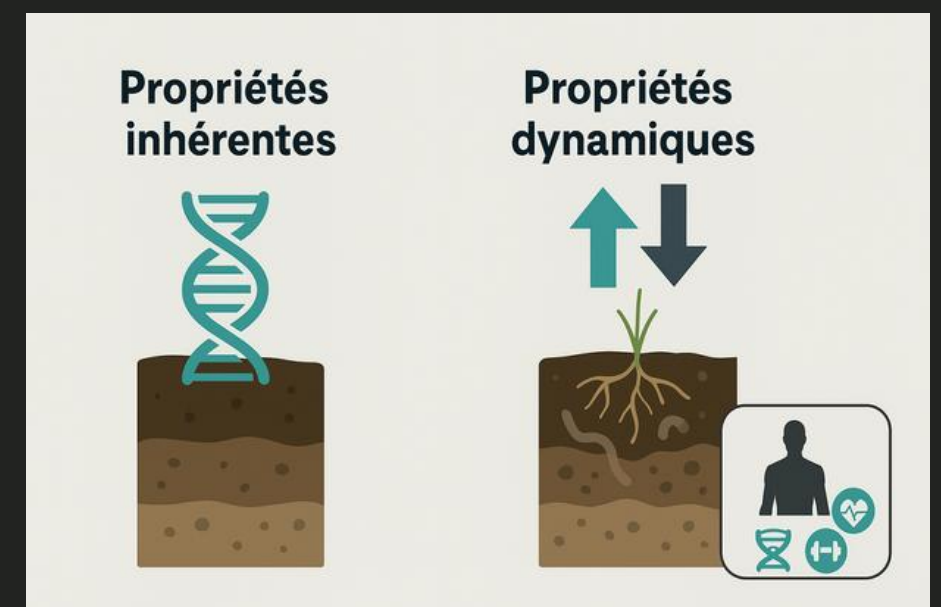
Propriété (mesurable)	Fonctions au champ impactées
Porosité & densité apparente (compaction)	Portance, infiltration, croissance racinaire, rendement
Carbone/MO (quantité & qualité)	Fertilité efficace, stabilité structurale, résilience hydrique, stockage de C
Nutriments disponibles (N-P-K, S, micronutriments)	Production/stabilité du rendement, qualité des récoltes



# Santé des sols

UN SOL A DES **PROPRIÉTÉS INHÉRENTES** (DONNÉES À LA "NAISSANCE") QUI FIXENT UNE PARTIE DU POTENTIEL, ET DES PROPRIÉTÉS **DYNAMIQUES** QUE LA GESTION PEUT DÉGRADER... OU AMÉLIORER.

Comme un corps humain : la génétique (taille, ossature) = inhérente; la forme physique (muscle, cardio) = dynamique, façonnée par l'entraînement et l'alimentation.





On ne choisit pas la texture, mais on choisit la trajectoire de la santé du sol : la gestion peut transformer les propriétés dynamiques pour le meilleur...ou pour le pire!

# Santé des sols

*squelettique*  
tills **limon** argile  
**texture**  
*minéralogie* *profondeur de sol*  
**sable**

*Les inhérentes*

*Les dynamiques*

*richesse du microbiome*  
*protéine du sol*  
*drainage* **azote** *structure*  
*respiration microbienne* *ratio champignon/bactérie* *infiltration*  
**matière organique** *salinité*  
*pH* *diversité du microbiome* *réserve en eau*  
**nutriments** *biomasse microbienne*  
*densité du sol* **carbone** *carbone POX-C*  
*stabilité des agrégats*  
*activité enzymatique*

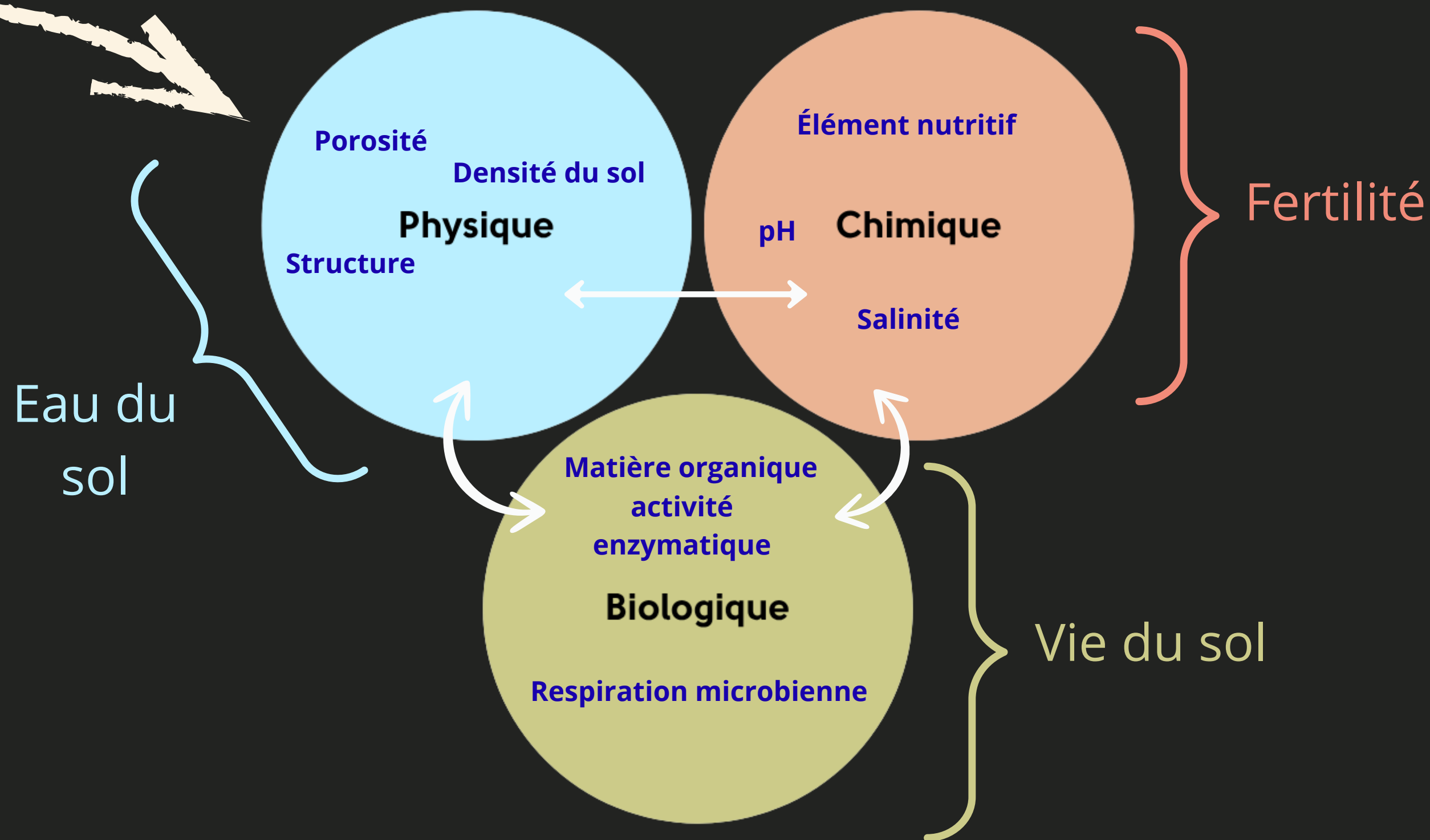




*squelettique*  
tills **limon** argile  
**texture**  
*minéralogie*  
**sable** *profondeur de sol*

*richesse du microbiome*  
*protéine du sol*  
*drainage* **azote** *structure*  
*respiration microbienne* *ratio champignon/bactérie* *infiltration*  
**matière organique** *salinité*  
*diversité du microbiome* *réserve en eau*  
**nutriments** *biomasse microbienne*  
*densité du sol* **carbone** *carbone POX-C*  
*activité enzymatique* *stabilité des agrégats*

# Santé des sols-Les indicateurs





# Pourquoi un projet « Santé des sols maraîchers » au Québec?

## 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 la 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





# LE PROJET: CONSERVATION ET SANTÉ DES SOLS MARAÎCHERS DU QUÉBEC



1) Dresser un état des lieux provincial de la santé des sols en production de légume de champs, en établissant des indicateurs et des seuils

2) Valider en fermes expérimentales des pratiques de conservation qui améliorent les fonctions du sol et réduisent les intrants.



# État des lieux provincial de la santé des sols en production de légume

---



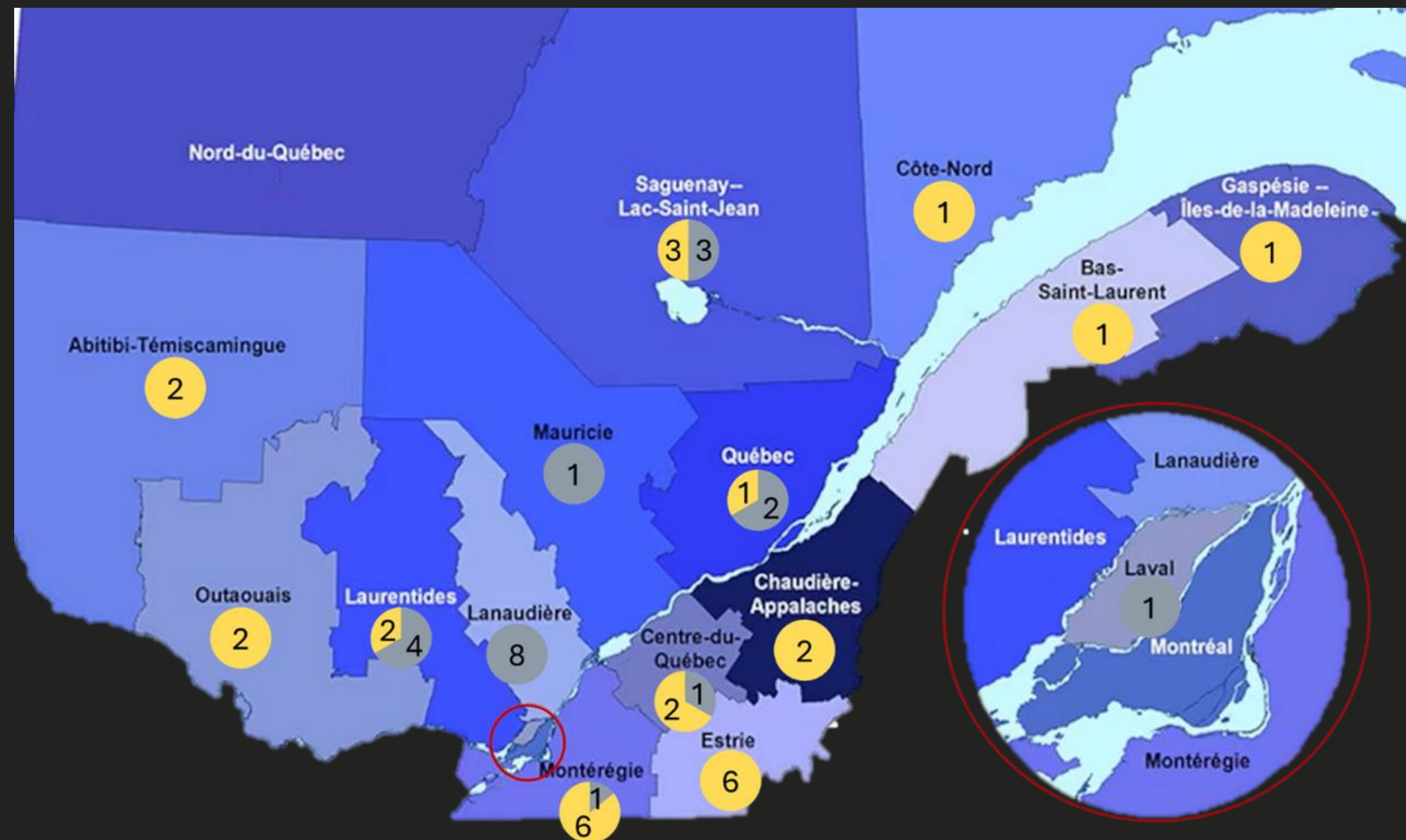
ÉTUDIANTS À LA MAÎTRISE: ALEXANDRA BÉLANGER ET THOMAS  
BERNÈCHE





# État des lieux

## 50 FERMES ÉCHANTILLONNÉES À TRAVERS LE QC

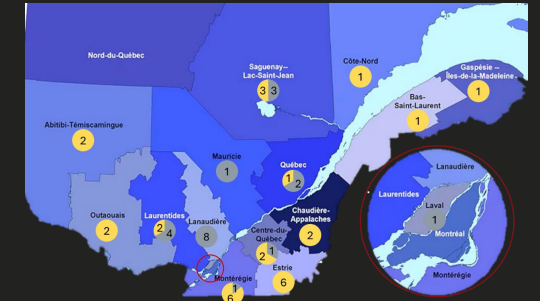


Nombre de fermes biologiques (jaune) et conventionnelles (gris) échantillonnées dans chaque région administrative du Québec. Crédit photo: Alexandra Bélanger





# État des lieux



**50 FERMES ÉCHANTILLONNÉES À TRAVERS LE QC**

ENVIRON 1000 ÉCHANTILLONS DE SOL PRÉLEVÉS

2 champs par ferme/ 3-6 échantillon par champs à trois profondeurs

UN QUESTIONNAIRE SUR LES PRATIQUES

Travail du sol, culture de couverture, rotations, fertilisation/amendements





# État des lieux



## LE QUESTIONNAIRE (UN BREF APERCU)

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

Crédit : Alexandra Bélanger





# État des lieux



## LES INDICATEURS MESURÉS (PRÈS DE 15 000 ANALYSES DE SOL)

Densité

Texture

### Physique

Stabilité des agrégats

Rapport C/N

Éléments disponibles MIII

Carbone total

Azote total

### Chimique

Indice saturation P

CE

pH

Fractions du carbone

Respiration microbienne

Diversité bactéries et champignons

Potentiel d'activité microbiologique totale

Protéines

ACE

### Biologique

Ratio Bactérie/champignon

Matière organique du sol

Activité enzymatique

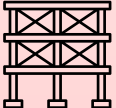

(6)





# Santé des sols

## Les indicateurs de santé des sols présentés aujourd’hui

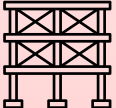



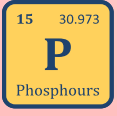
Indicateurs physiques	Indicateurs chimiques	Indicateur biologiques
 Structure		
 Compaction		





# Santé des sols

## Les indicateurs de santé des sols présentés aujourd’hui

Indicateurs physiques	Indicateurs chimiques	Indicateur biologiques
 Structure	 Carbone	
 Compaction	 Azote	
	 Indice de saturation en phosphore	

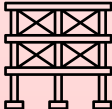




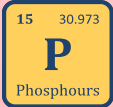





tills *squelettique* limon argile  
texture  
minéralogie *profondeur de sol* sable

*richesse du microbiome* protéine du sol  
drainage *azote* structure  
respiration microbienne *ratio champignon/bactérie* infiltration  
pH *diversité du microbiome* matière organique *salinité*  
nutriments *densité du sol* biomasse microbienne *carbone POX-C*  
carbone *stabilité des agrégats* *activité enzymatique*

# Santé des sols

## Les indicateurs de santé des sols présentés aujourd'hui

Indicateurs physiques	Indicateurs chimiques	Indicateurs biologiques
 Structure	 Carbone	 Matière organique du sol
 Compaction	 Azote	 Protéine du sol
	 Indice de saturation en phosphore	 Respiration microbienne
		 Potentiel d'activité biologique totale
		 Richesse en bactéries et champignons





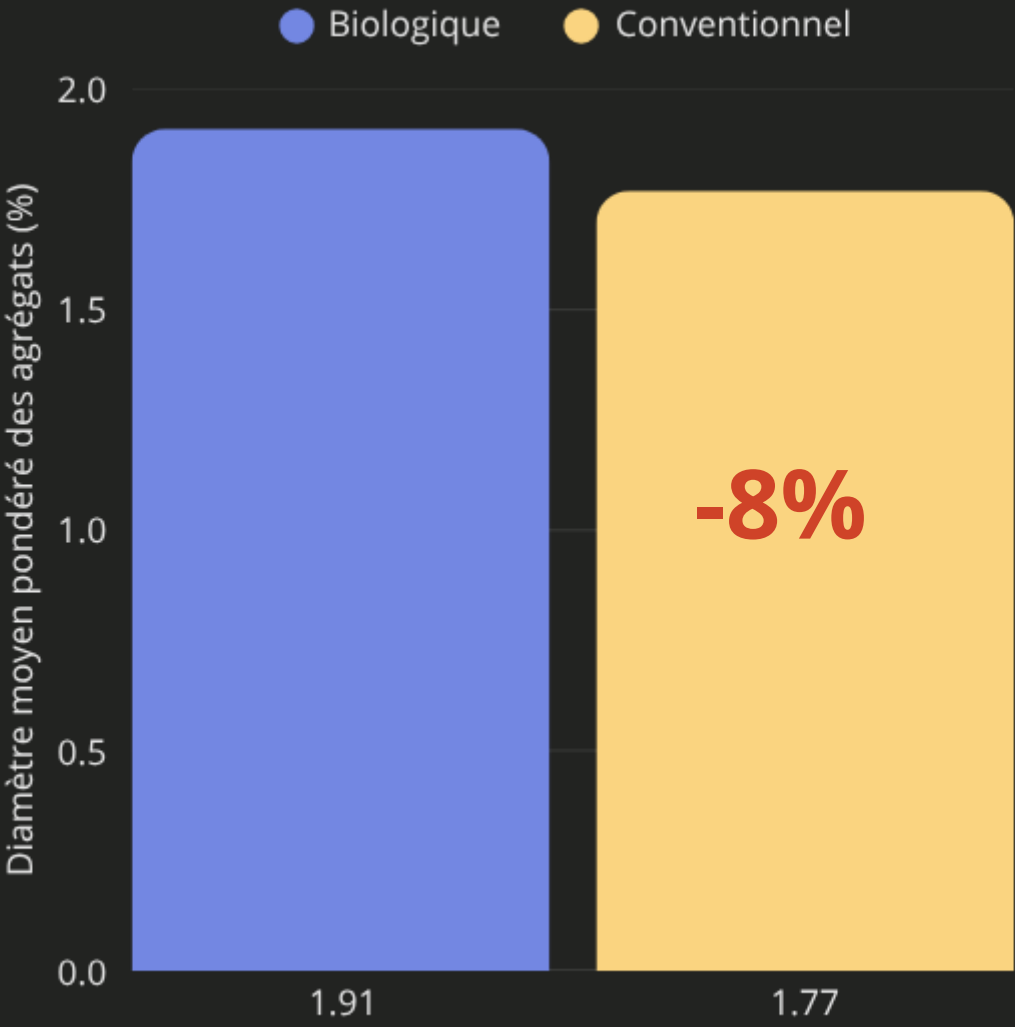
Texture	
G1	40%
G2	17%
G3	43%



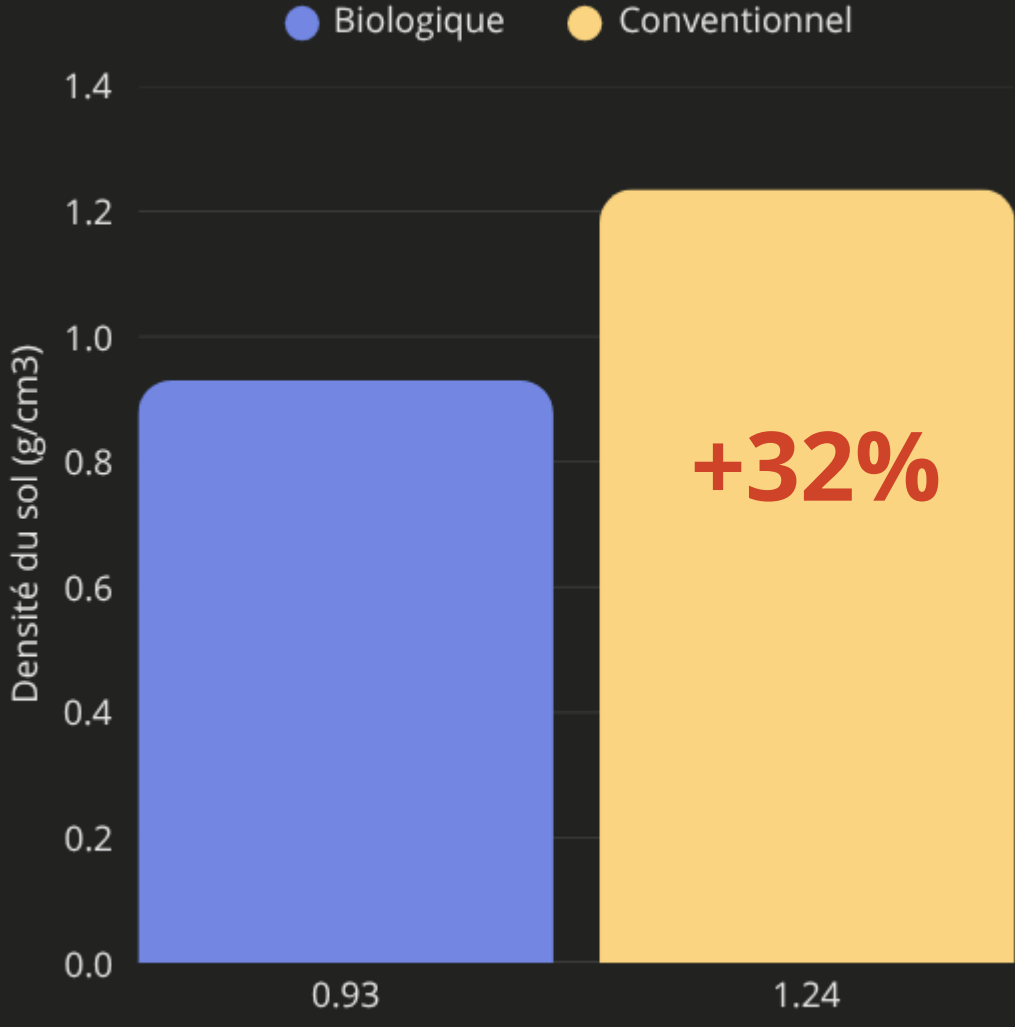
# État des lieux



## INDICATEURS PHYSIQUES



Structure



Compaction

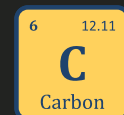
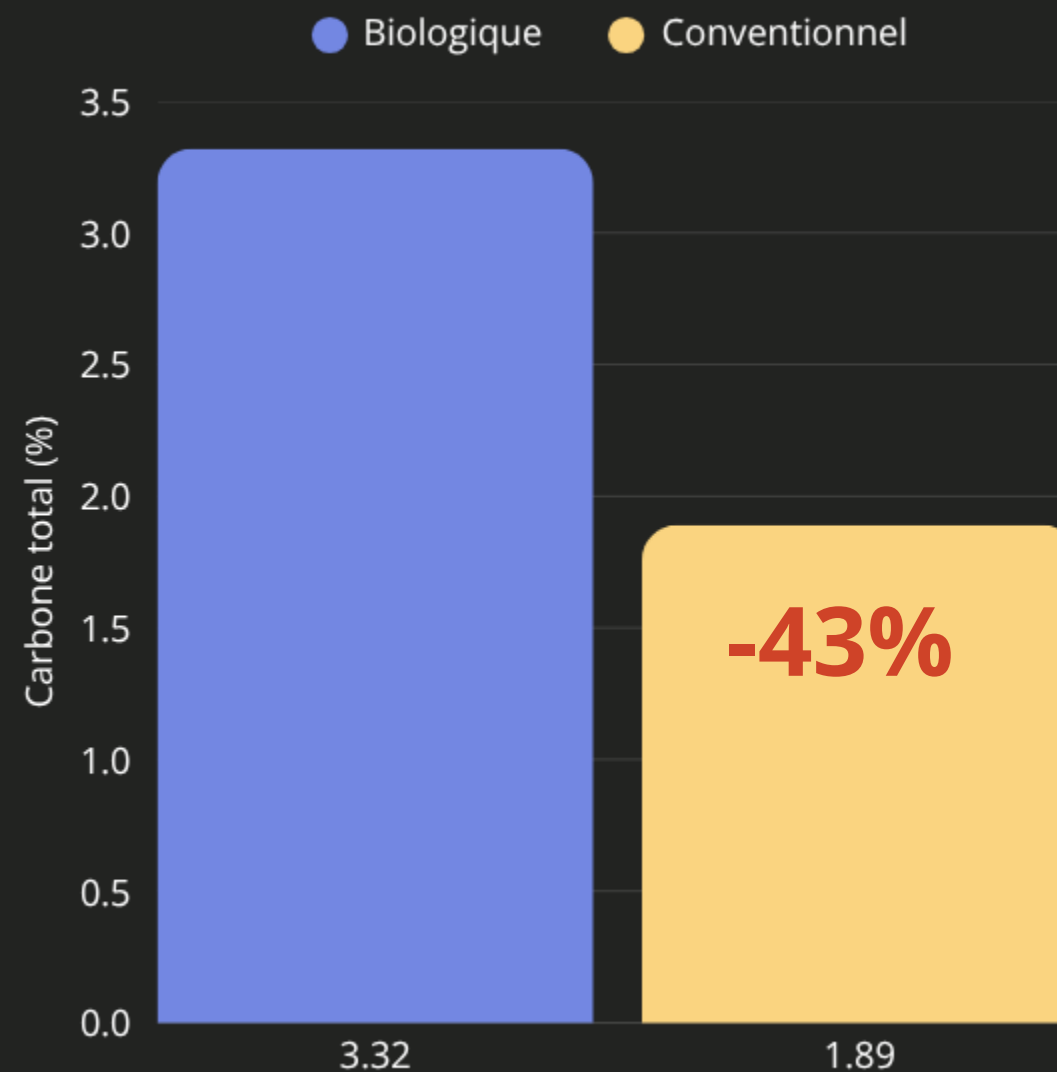




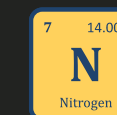
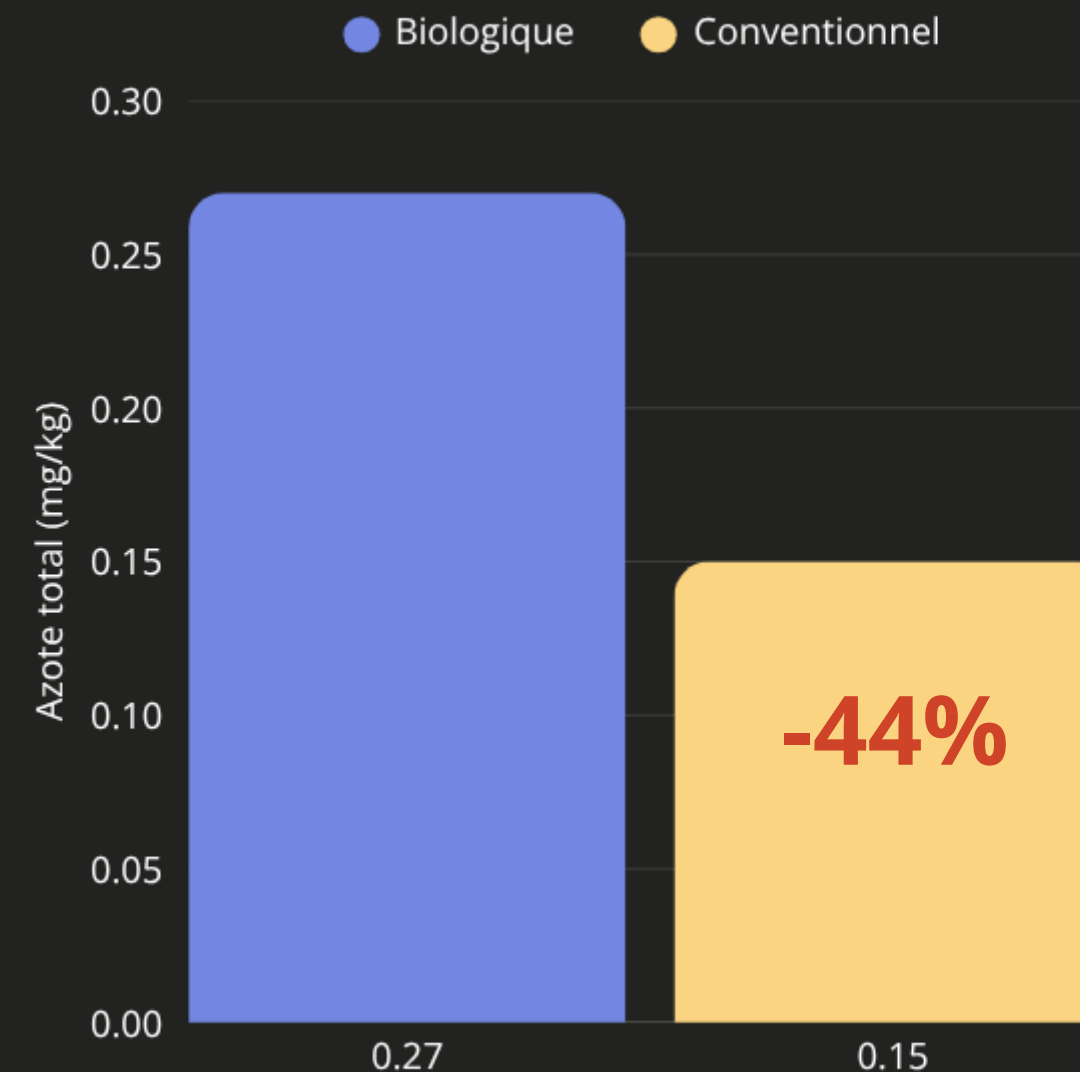
# État des lieux



## INDICATEURS CHIMIQUES



Carbone



Azote





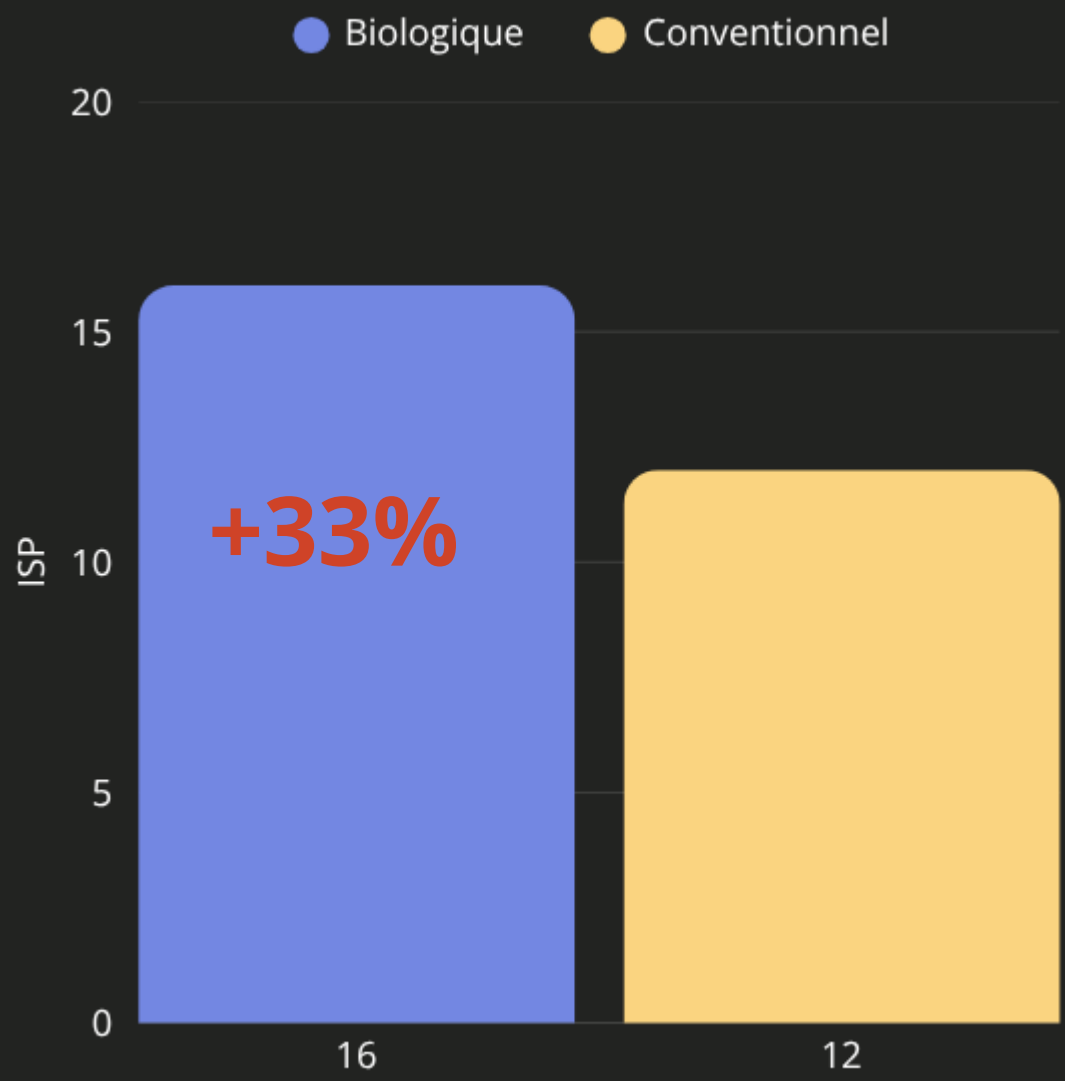
ISP	
G1	14%
G2	7%
G3	11%



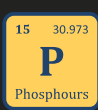
# État des lieux



## INDICATEURS CHIMIQUES



Nutriments  
extractibles, pH,  
Salinité: très  
similaires entre  
les systèmes



Saturation en phosphore (0-10 cm)

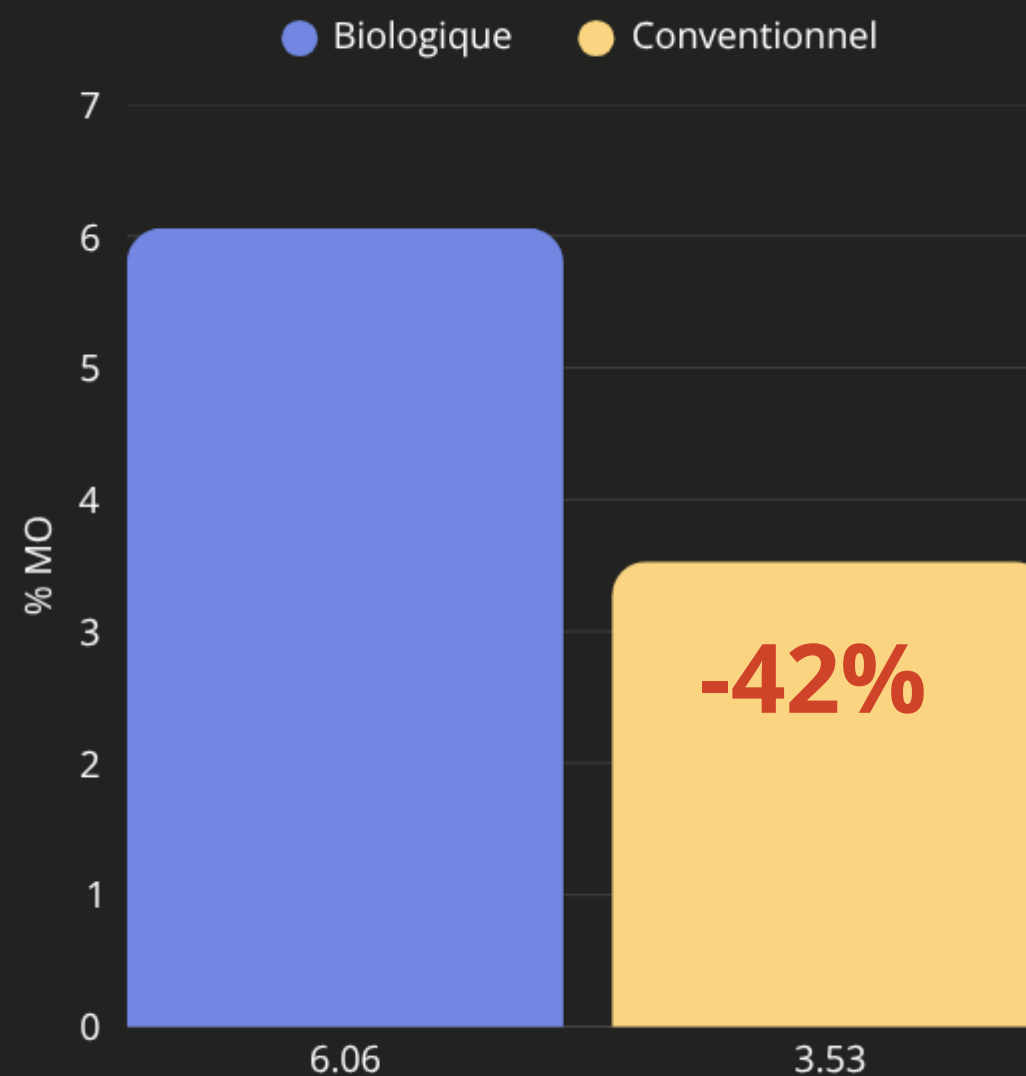




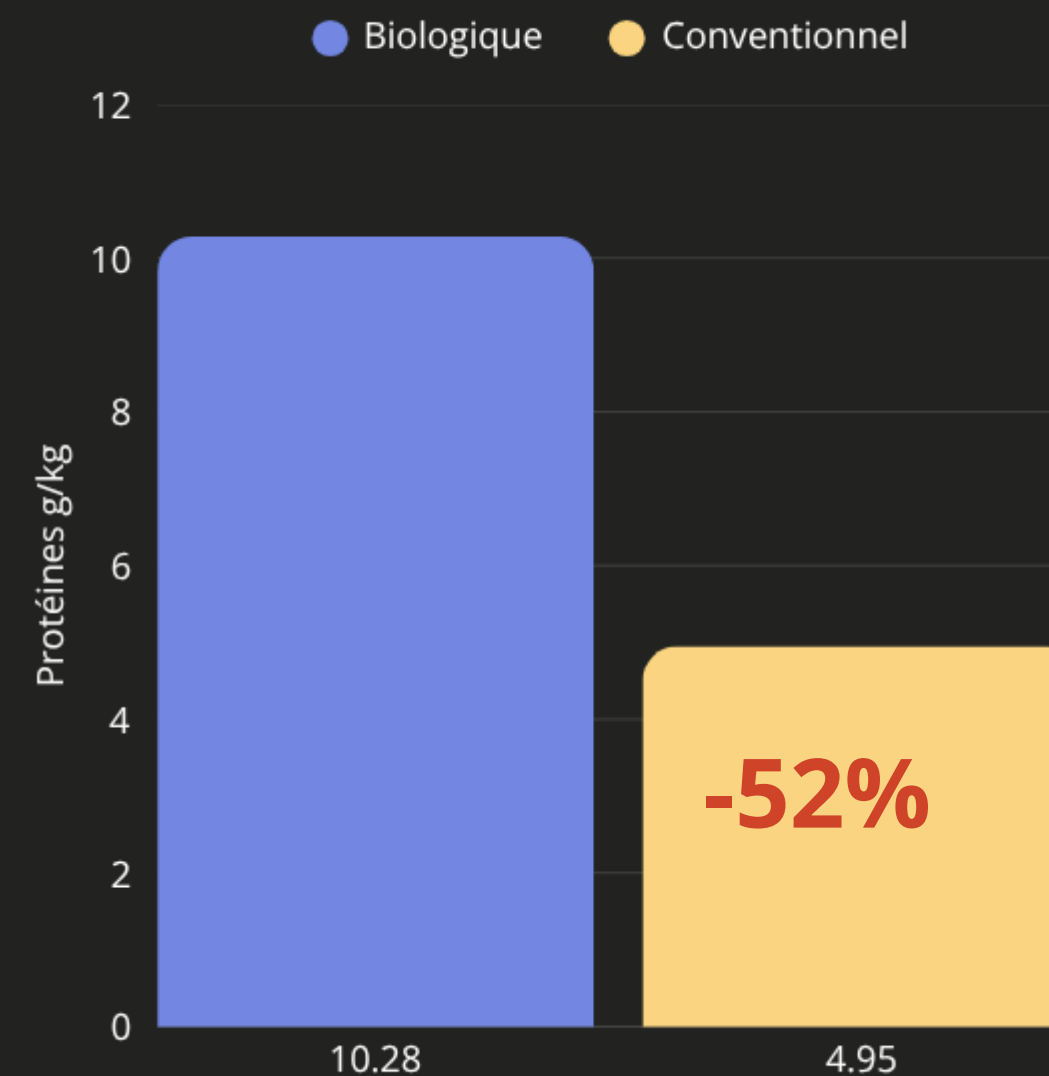
# État des lieux



## INDICATEURS BIOLOGIQUES



Matière organique



Protéines du sol

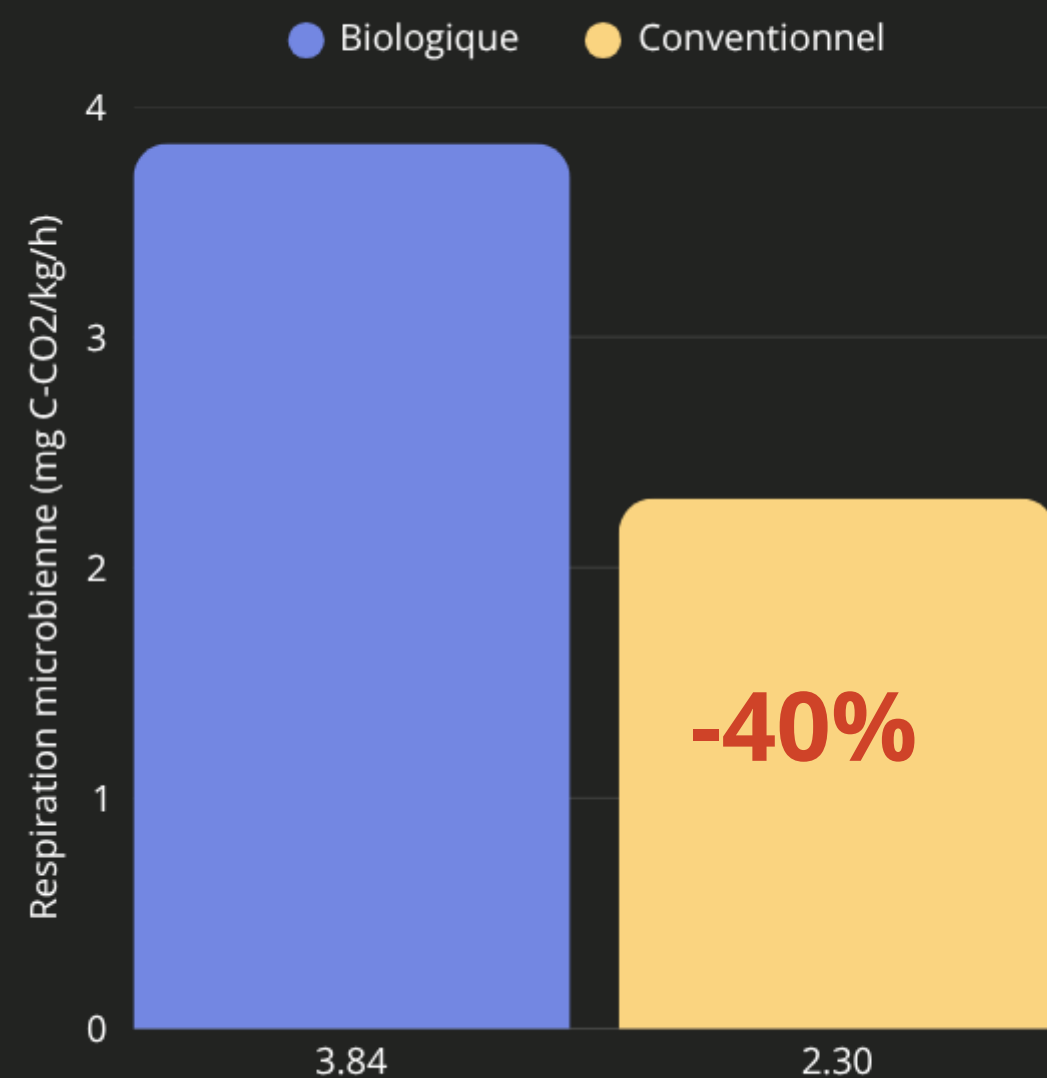




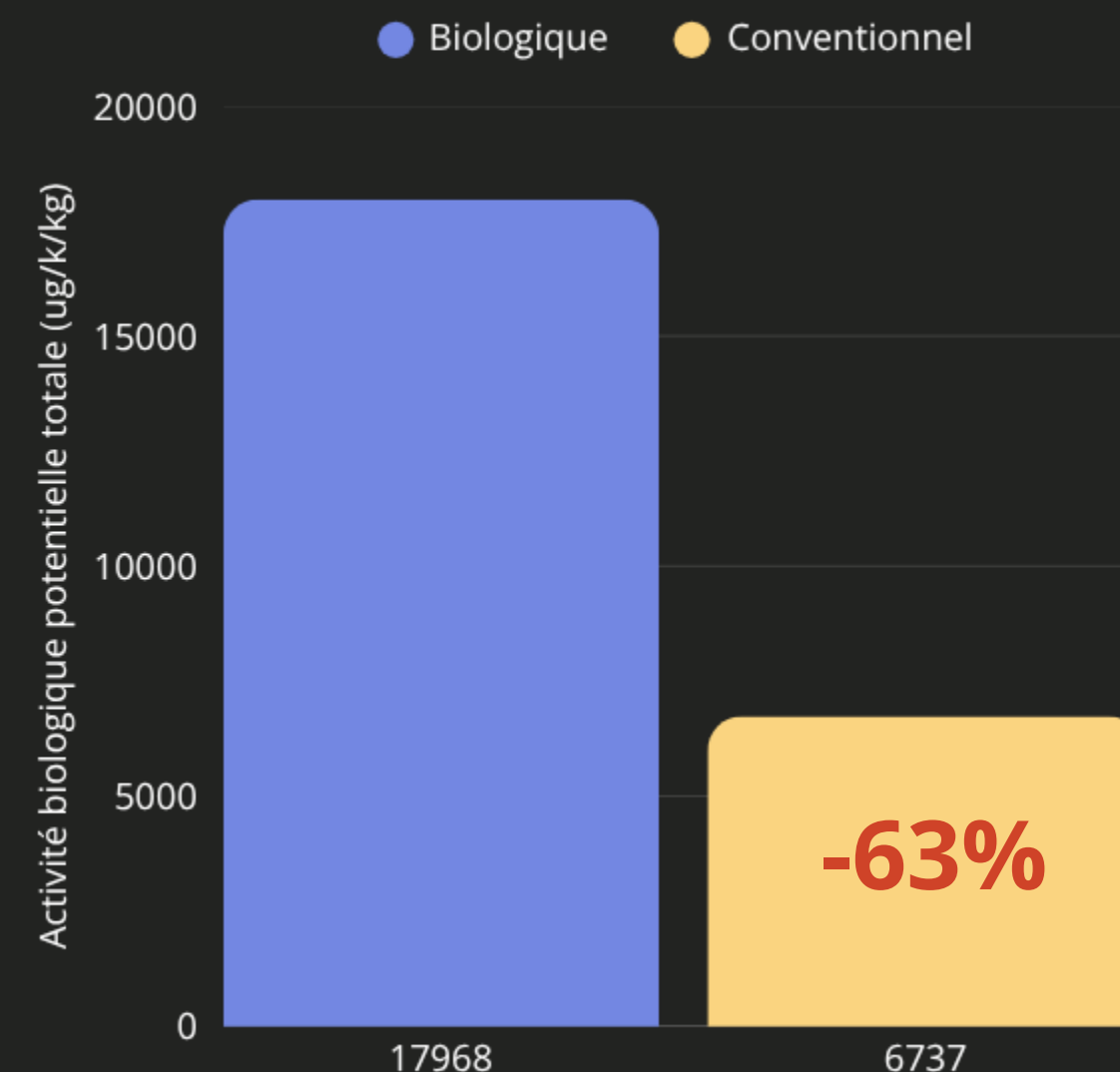
# État des lieux



## INDICATEURS BIOLOGIQUES



**Respiration  
microbienne**



**Activité biologique  
potentielle**

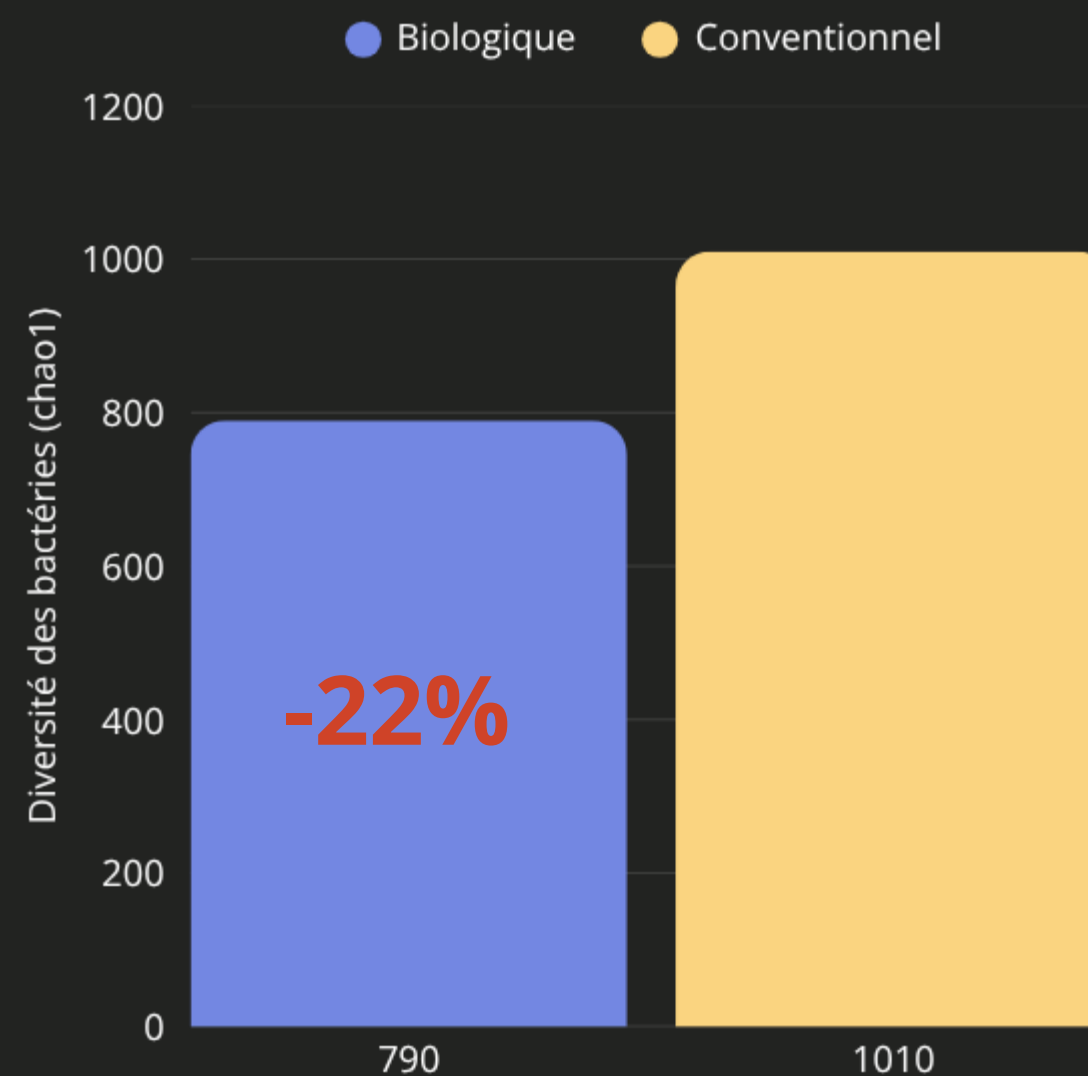




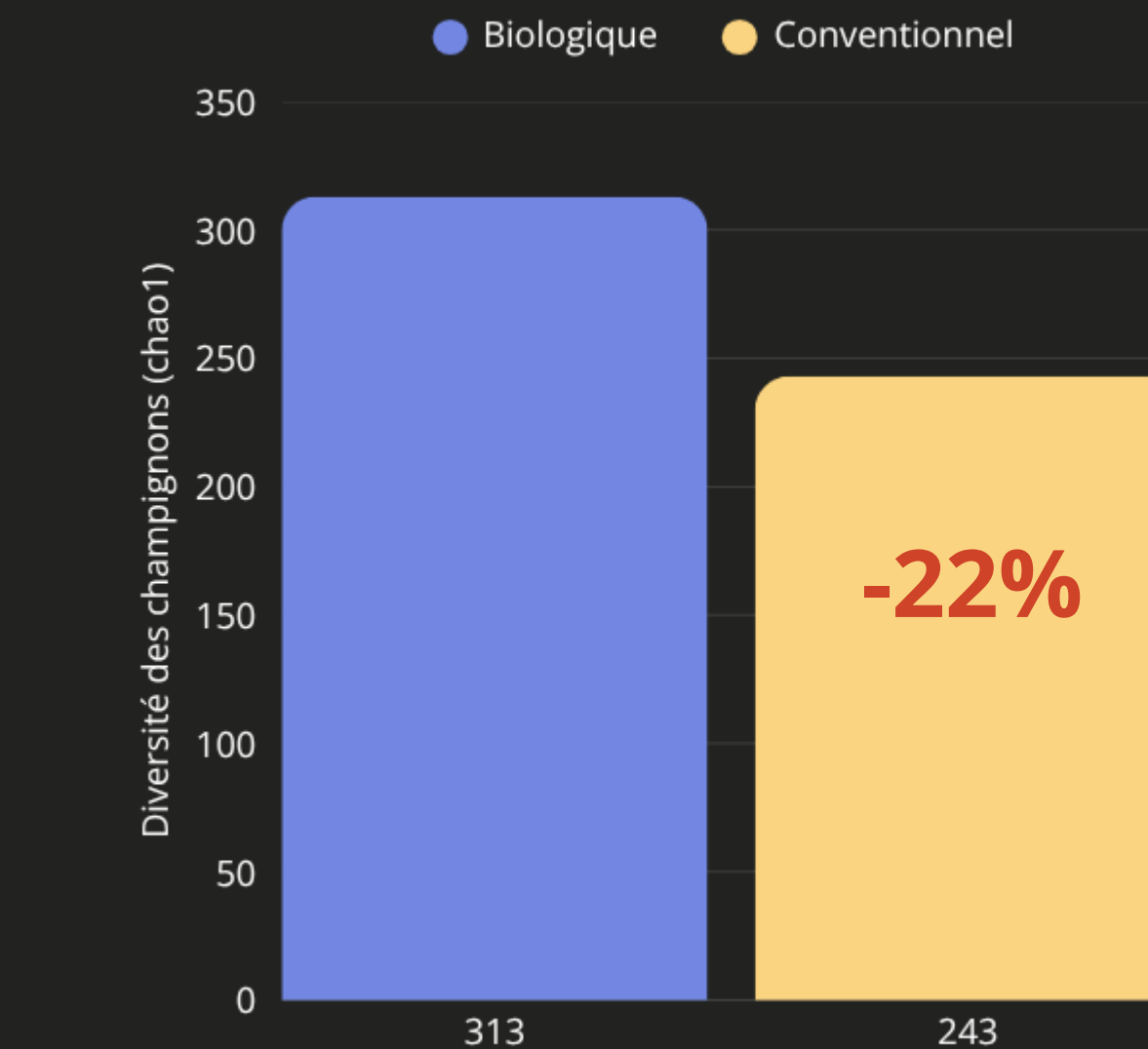
# État des lieux



## INDICATEURS MICROBIOLOGIQUES



Richesse des  
bactéries



Richesse des  
champignons





On ne choisit pas la texture, mais on choisit la trajectoire de la santé du sol : la gestion peut transformer les propriétés dynamiques pour le meilleur...ou pour le pire!



# État des lieux



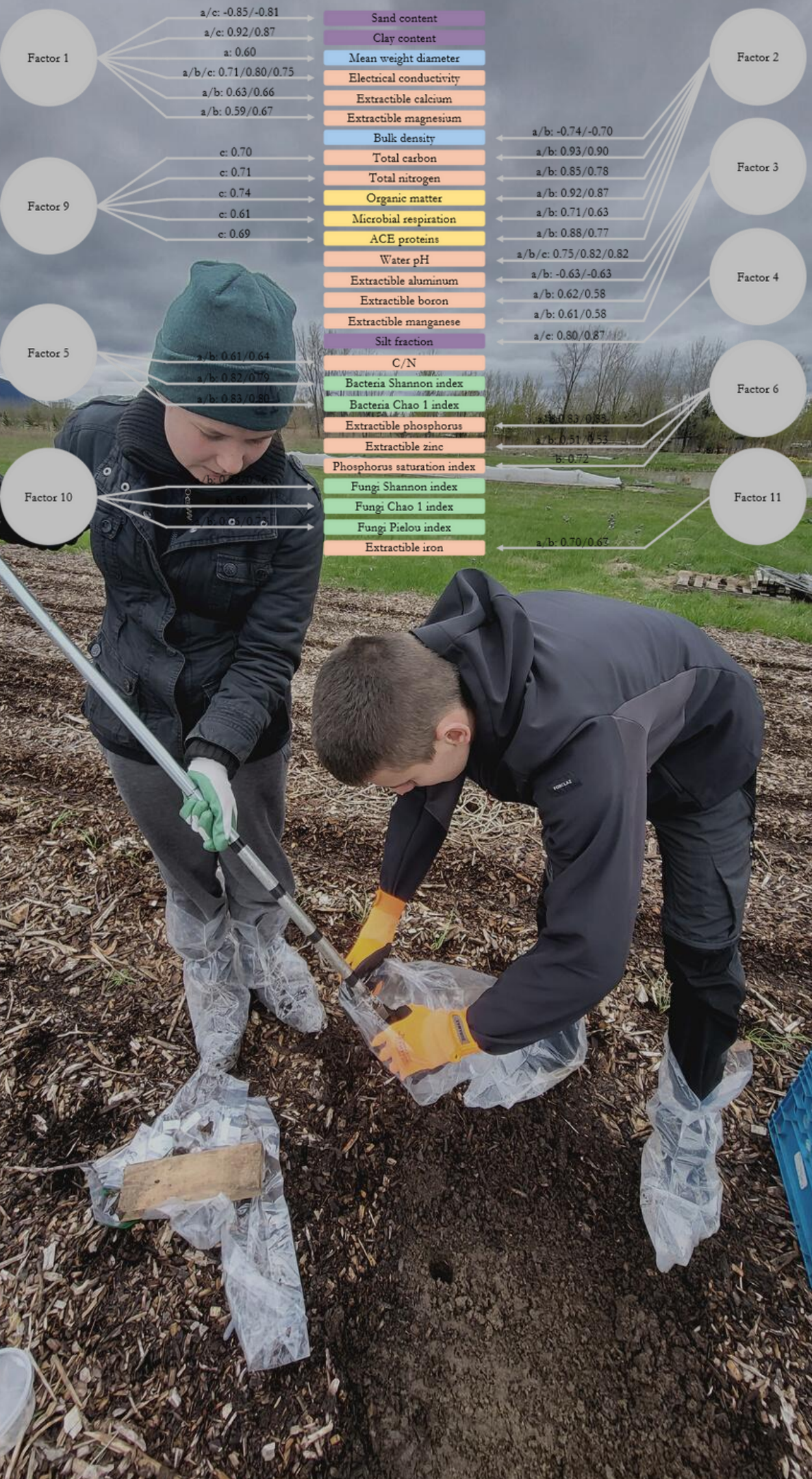
## CONSTAT EN LIEN AVEC LES PRATIQUES

Characteristiques	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%

Les fermes bio appliquent plus de bonnes pratiques et ça se voit dans les données : la santé des sols répond.

Pour les fermes en conventionnel: ajouter des pratiques adaptées à chaque réalité, même à petite échelle, peut déjà changer la donne



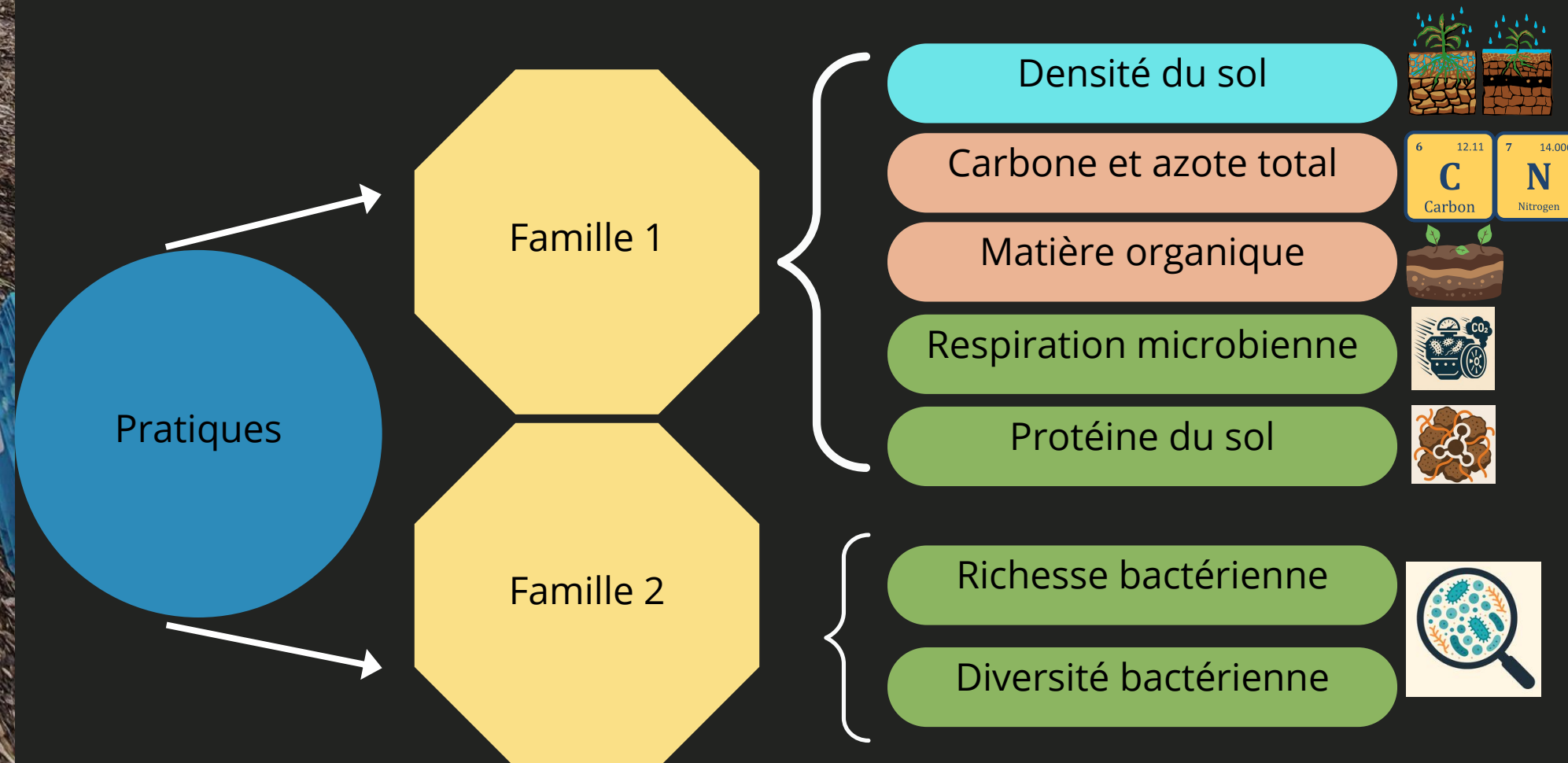


# État des lieux



## LES INDICATEURS LES PLUS SENSIBLES AUX PRATIQUES

Avec une méthode statistique, on a laissé les données s'organiser en **familles** (comme trier un panier de fruits par ressemblances) et on a choisi certains fruits "représentants" par famille : ce sont nos indicateurs clés.







# Pratiques de conservation en production légumières

---

ÉTUDIANTS À LA MAÎTRISE: GUILLAUME GAUTHIER ET MARIE-EVE  
TANGUAY, ÉTUDIANT AU DOCTORAT: KRISHNA POUDEL

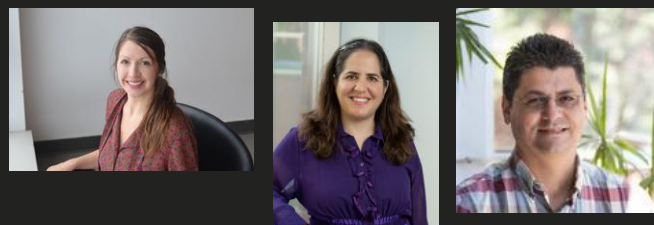


# Les fermes expérimentales et les pratiques testées



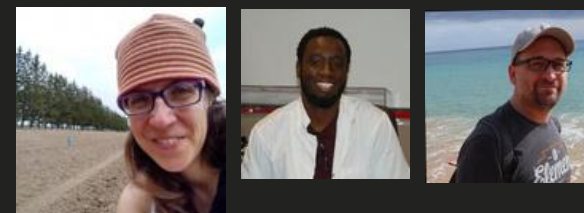
## BISHOP'S

Paillis organique  
Paillis plastique  
Paillis vivant  
Bandes fleuries



## L'ACADIE (AAC)

Paillis de bois  
Paillis de graminées  
Seigle roulé  
Intercalaire de festulolium



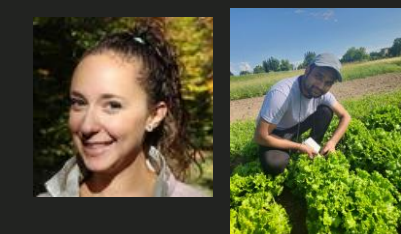
## CETAB+

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



## FERME CAMPUS (ULVAL)

Fertilisation (minérale, actisol, mélange)  
Biochar  
Culture de couverture



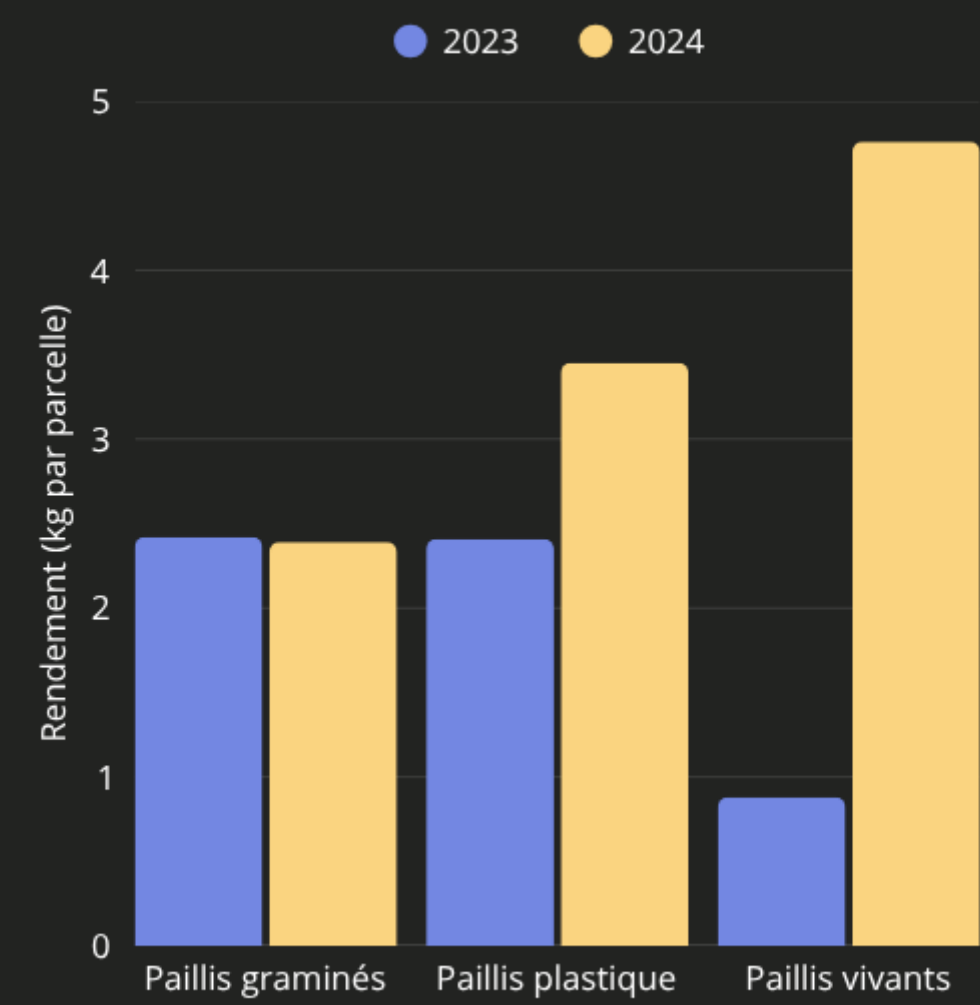




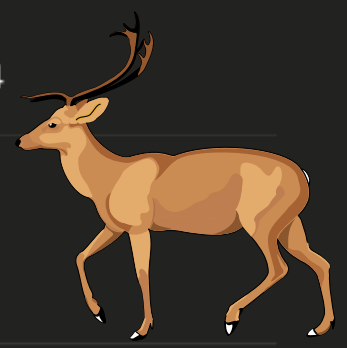
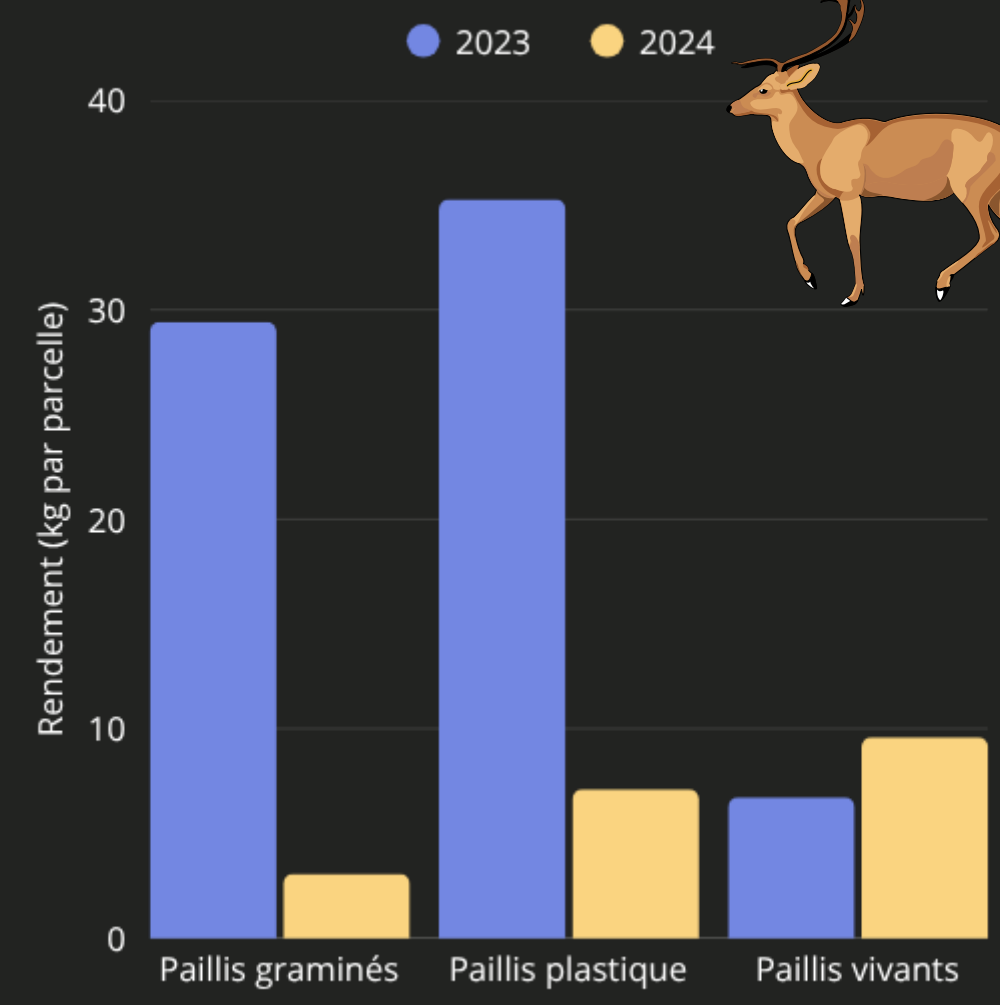
# Les fermes expérimentales : Bishop's, un aperçu.



## ROTATIONS SUR 4 ANS (HARICOT, CAROTTE ZUCCHINI ET MAÏS SUCRÉ)



Haricot



Carotte

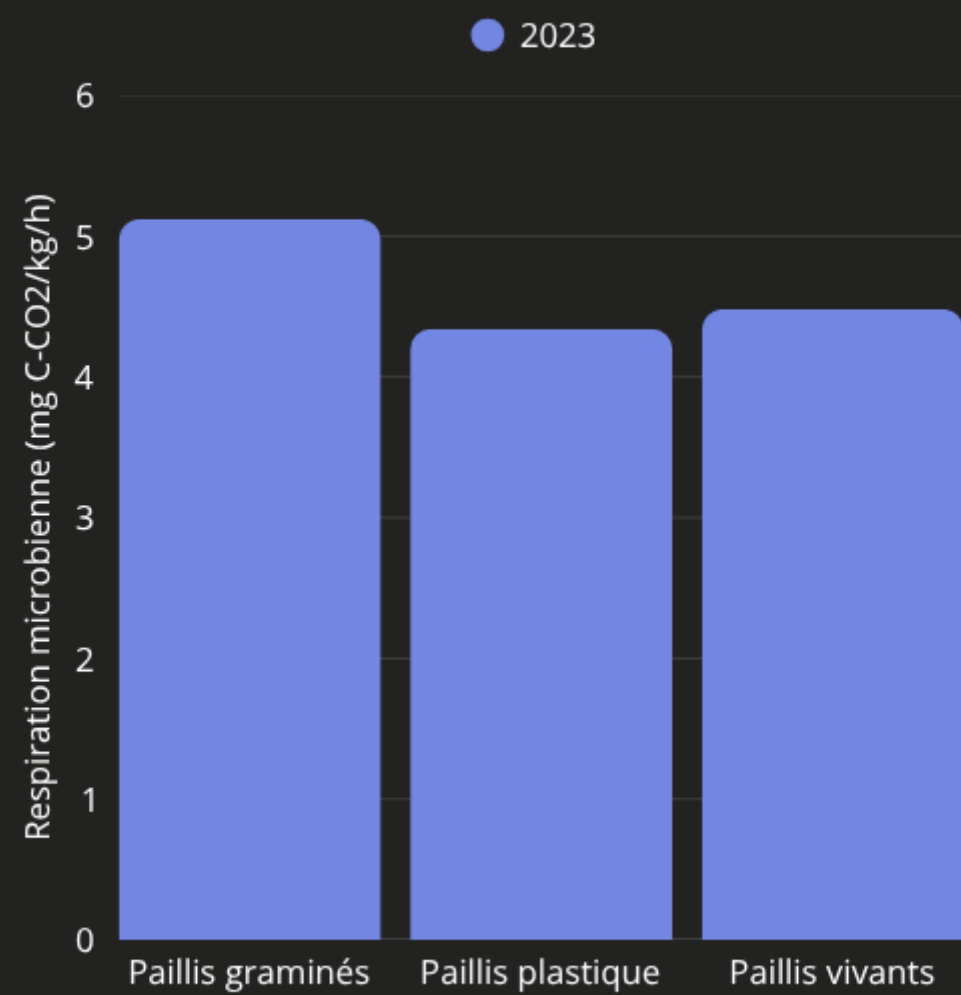




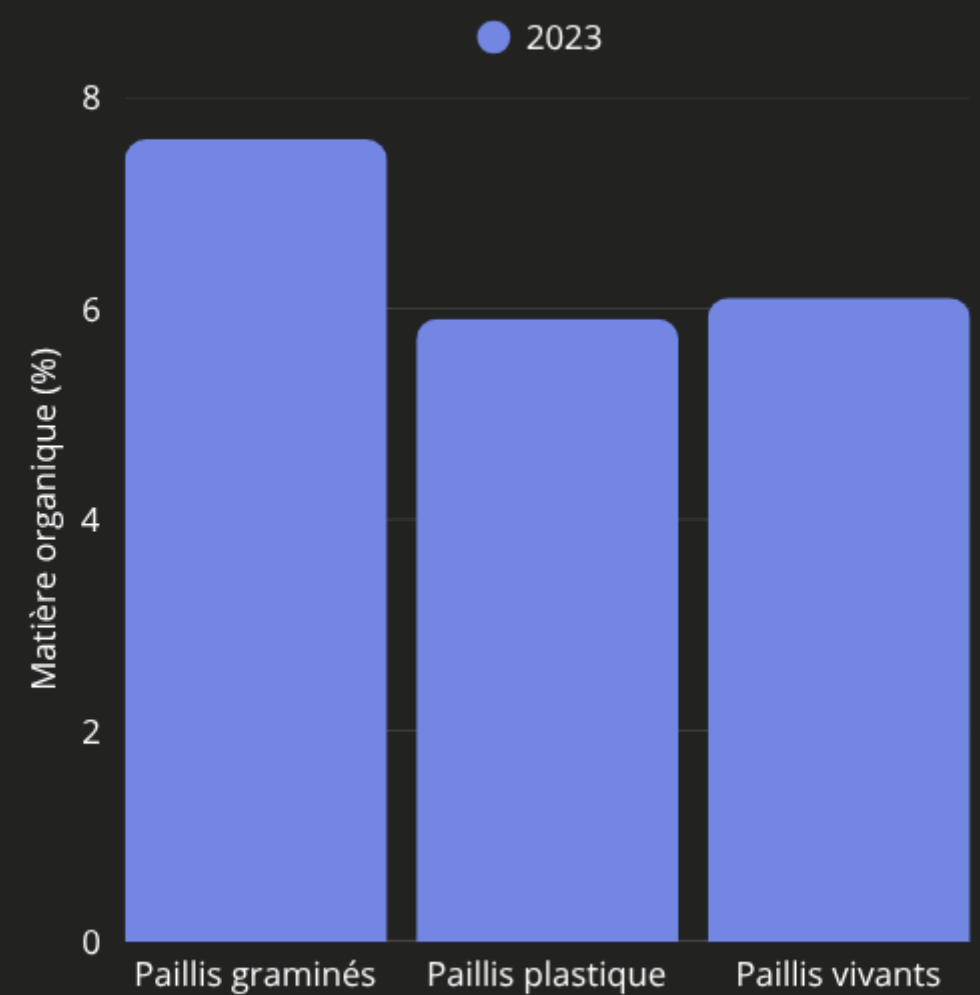
# Les fermes expérimentales : Bishop's, un aperçu.



## INDICATEURS SANTÉ DES SOLS (2IÈME ANNÉE)



Respiration  
microbienne



Matière organique

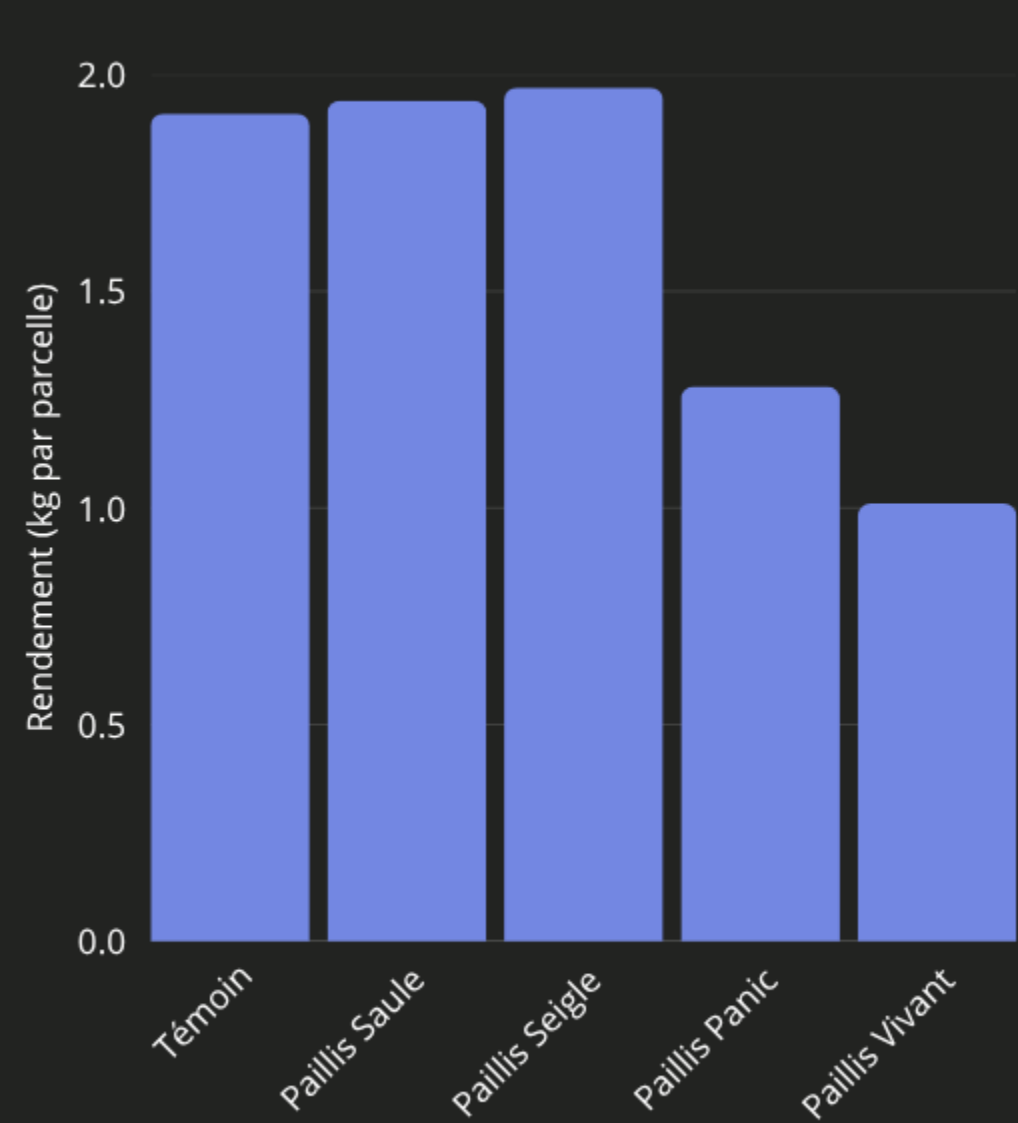




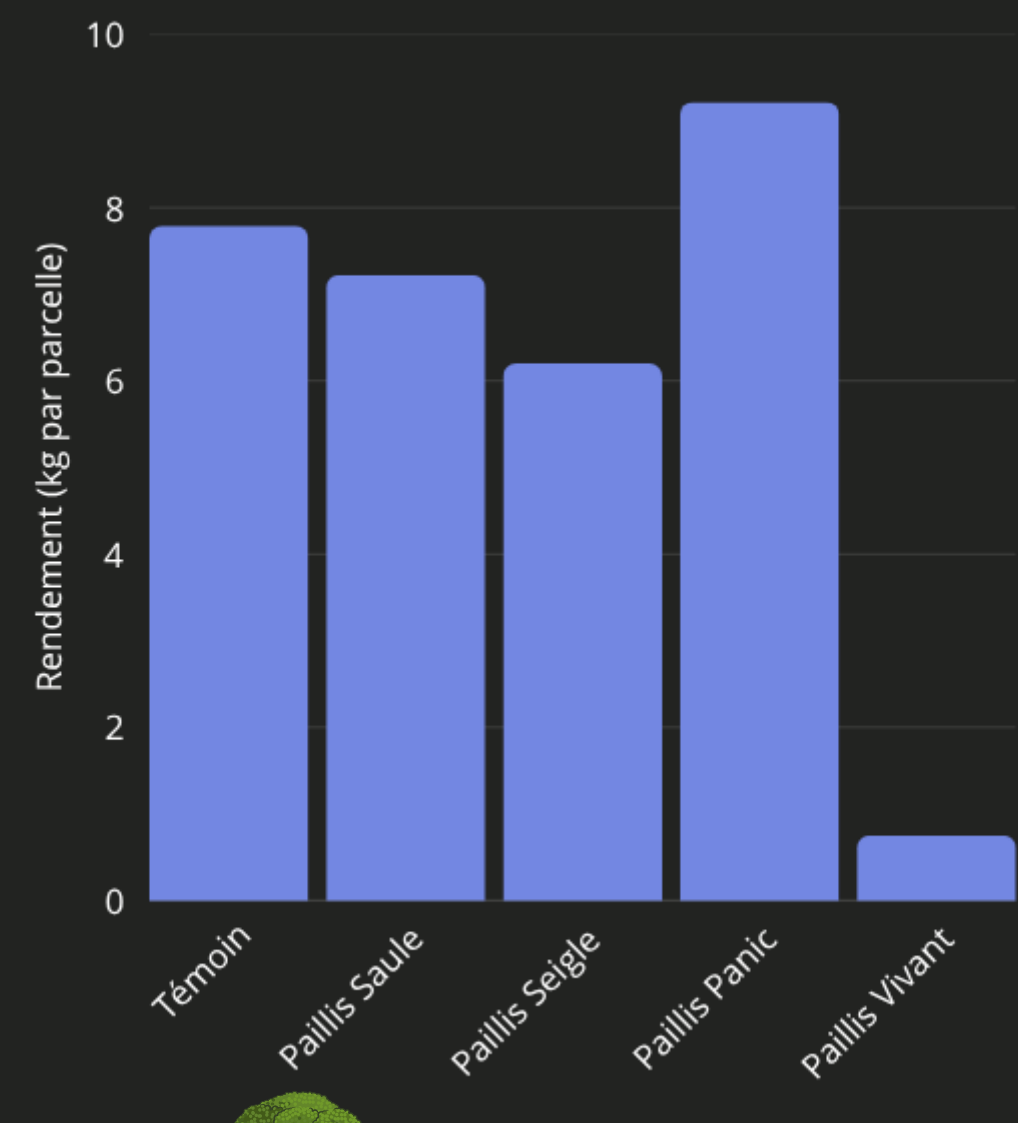
# Les fermes expérimentales : L'acadie, un aperçu.



## ROTATIONS SUR 3 ANS (HARICOT, BROCOLI, MAÏS SUCRÉ)



 **Haricot**



 **Brocoli**

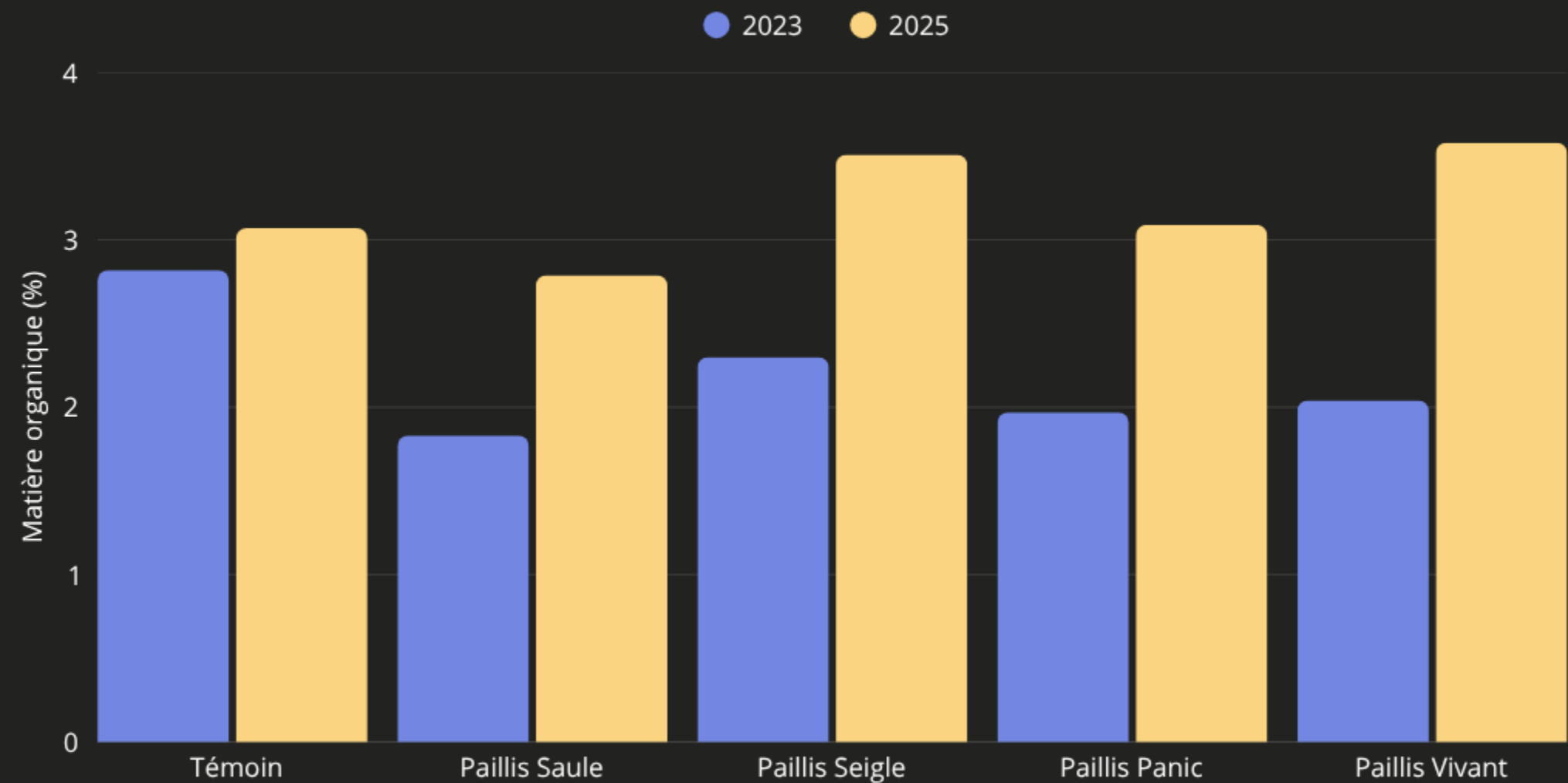




# Les fermes expérimentales : L'acadie, un aperçu.



## INDICATEURS SANTÉ DES SOLS



Matière organique

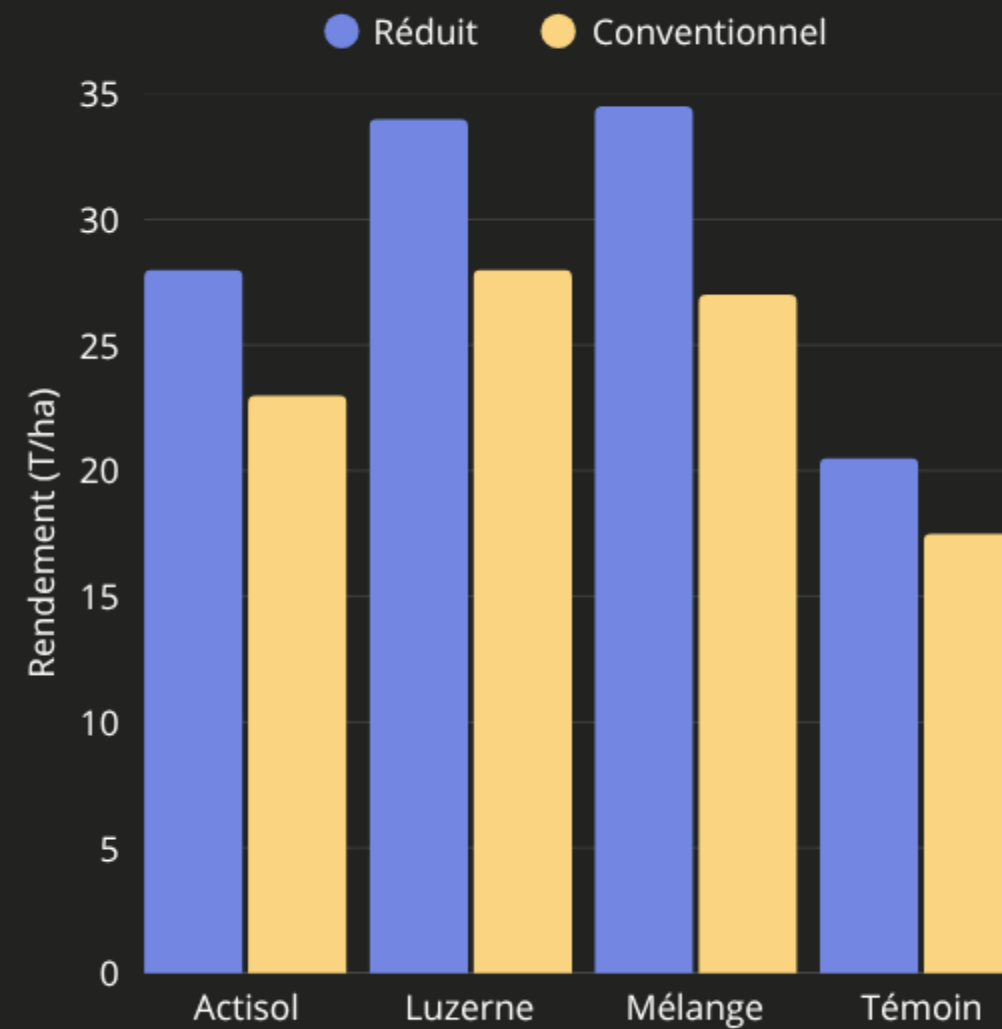




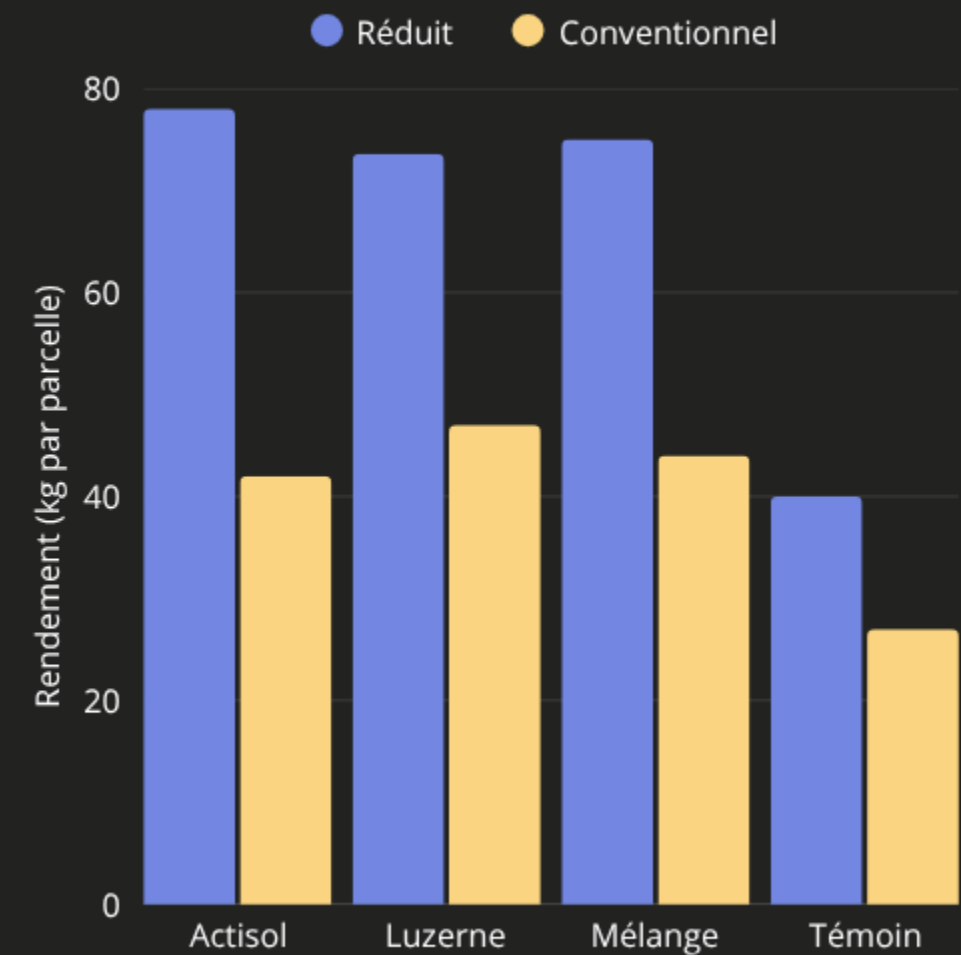
## Les fermes expérimentales : **CETAB+**, un aperçu.



### ROTATIONS SUR 3 ANS (LAITUE, COURGE, BROCOLI)



Laitue



Courge

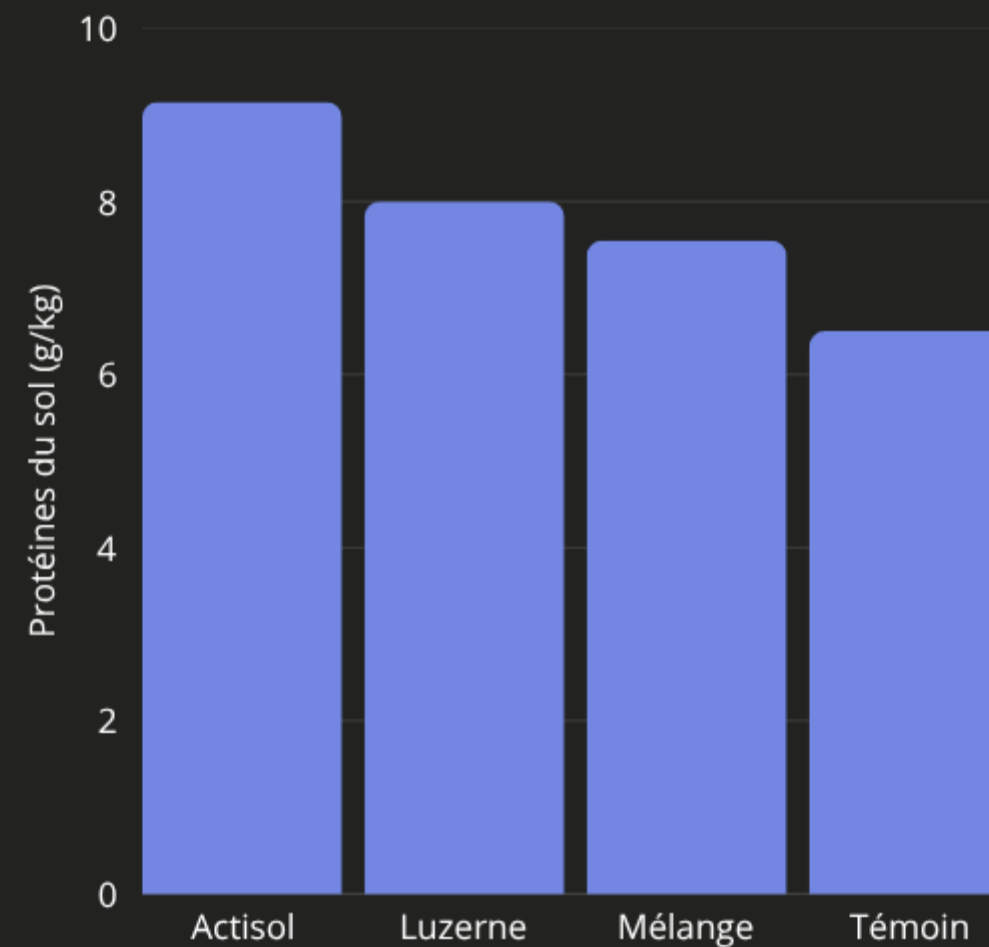




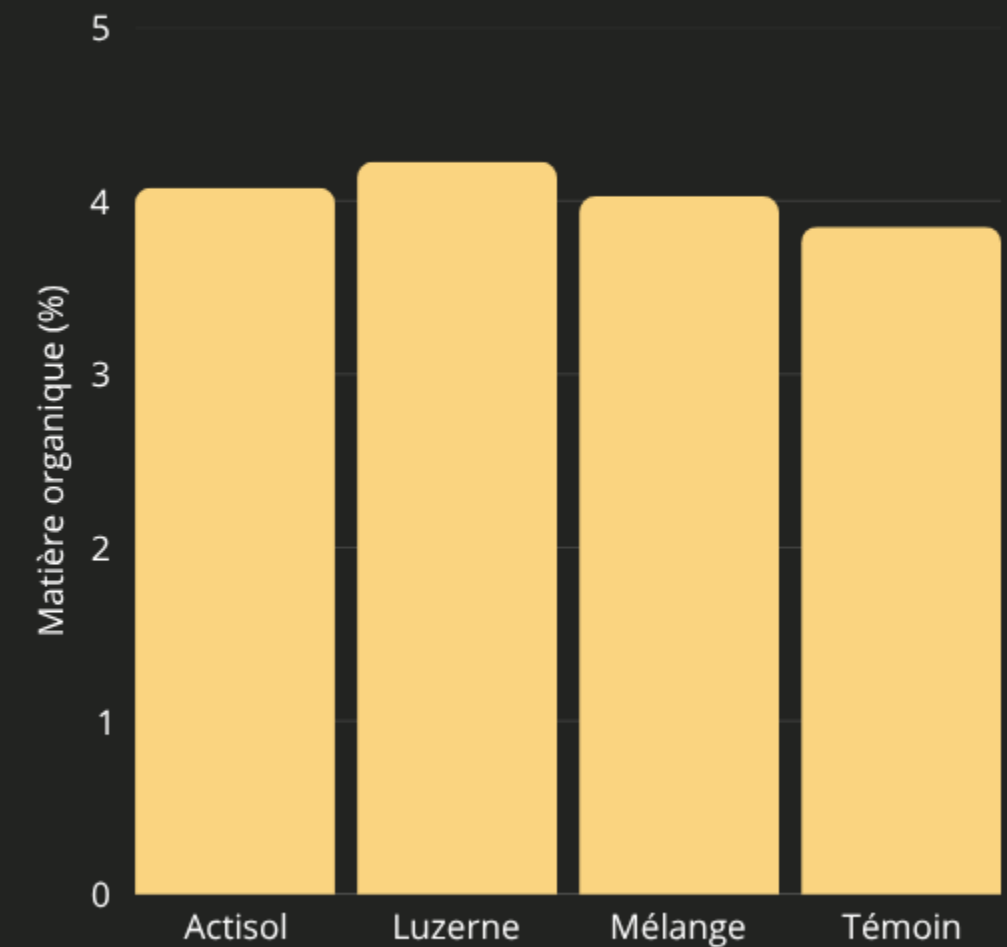
## Les fermes expérimentales : **CETAB+**, un aperçu.



### INDICATEURS SANTÉ DES SOLS (1ière année)



Protéines



Matière organique

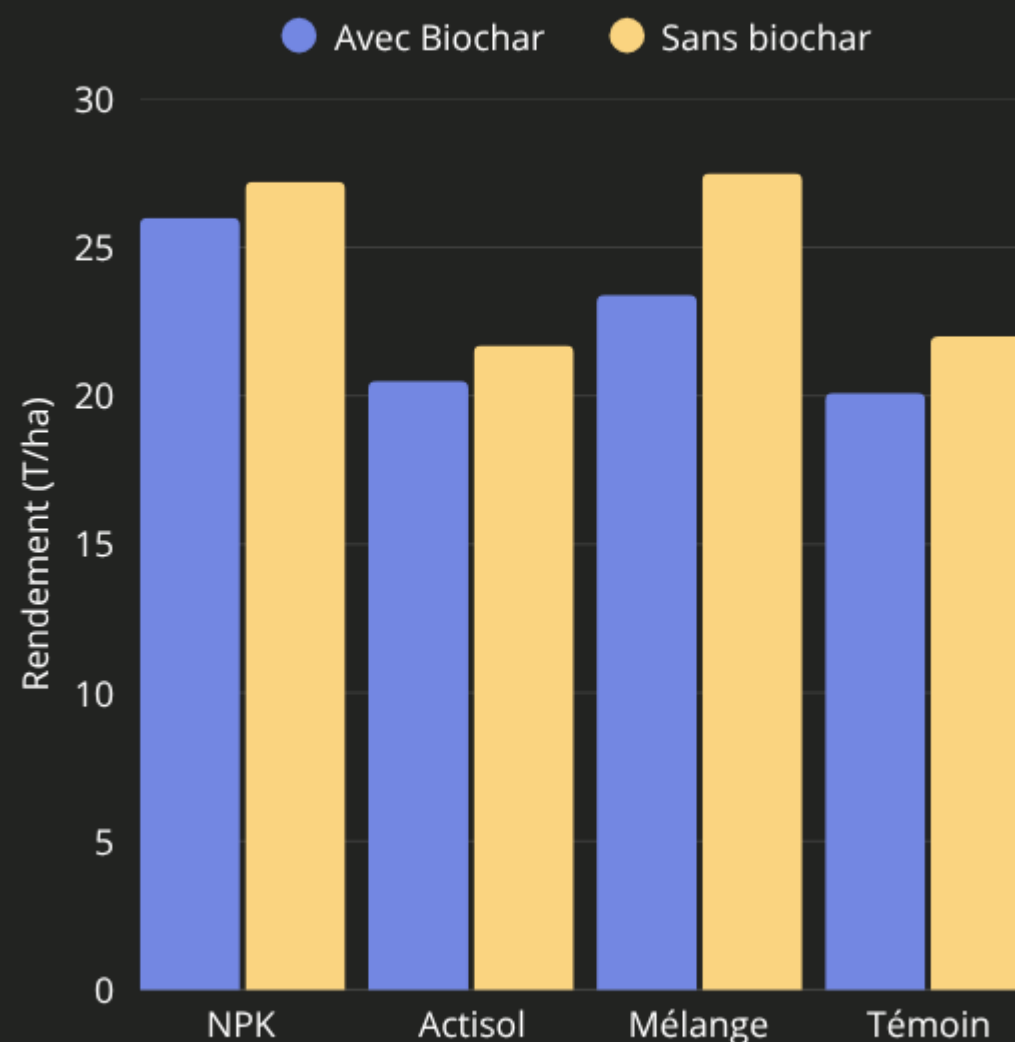




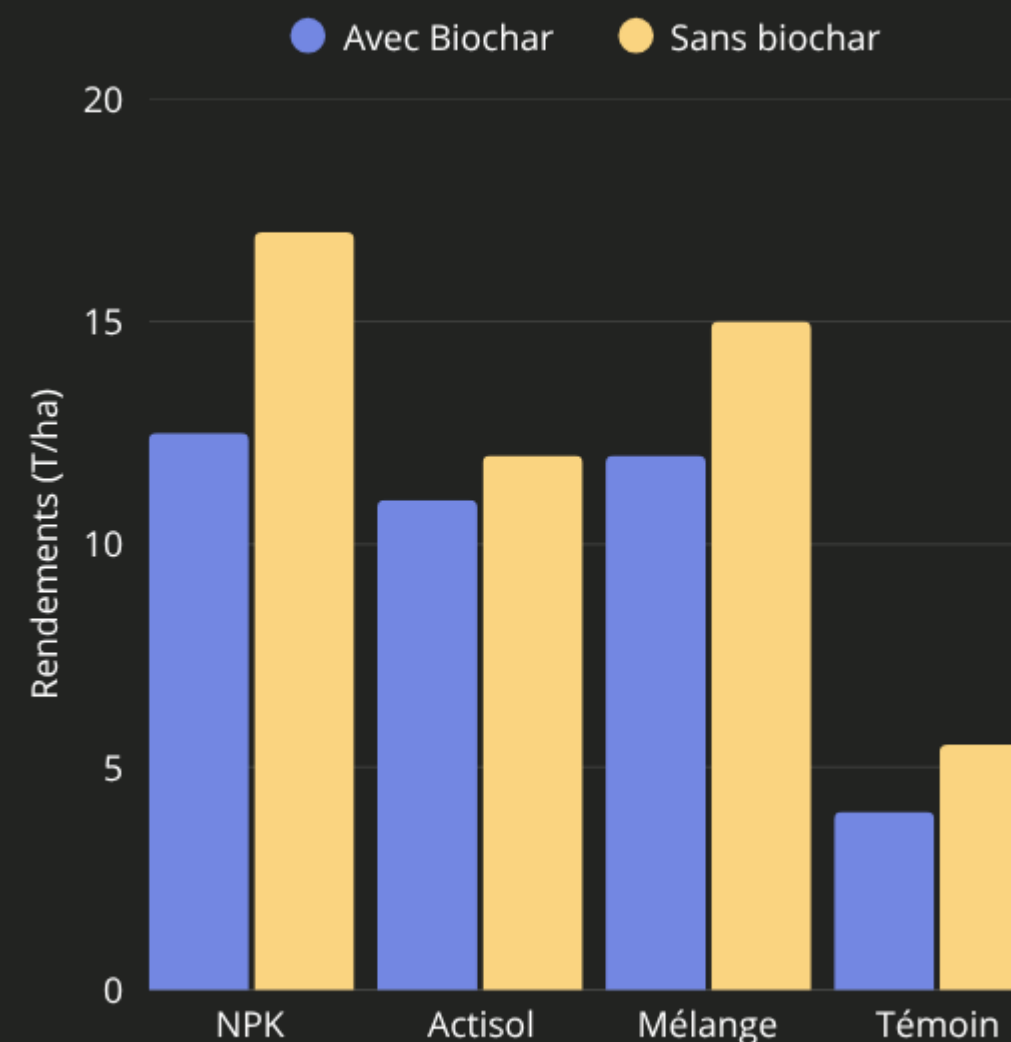
## Les fermes expérimentales : Ferme campus, un aperçu.



### ROTATIONS SUR 3 ANS (LAITUE, COURGE, CAROTTE)



Laitue



Courge

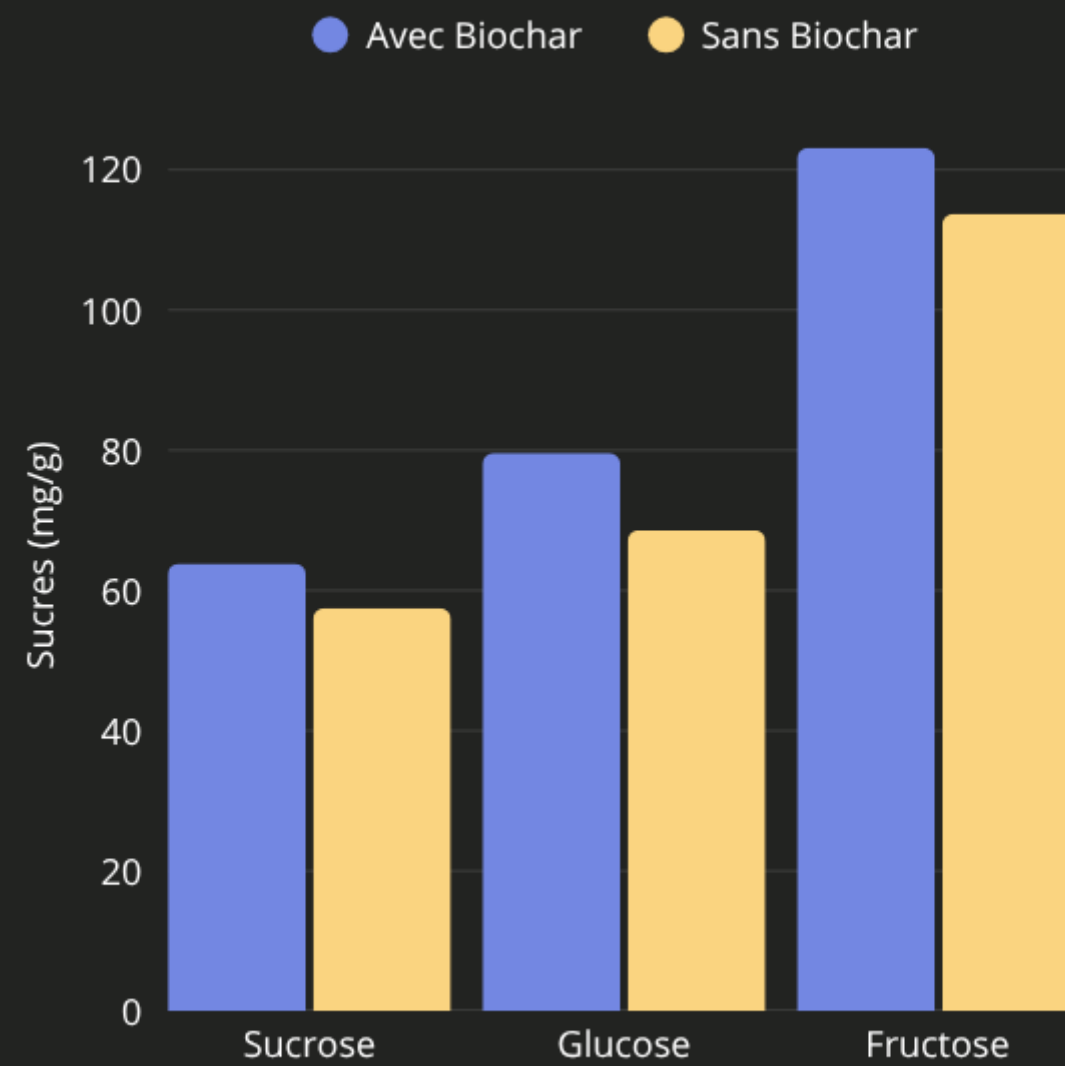




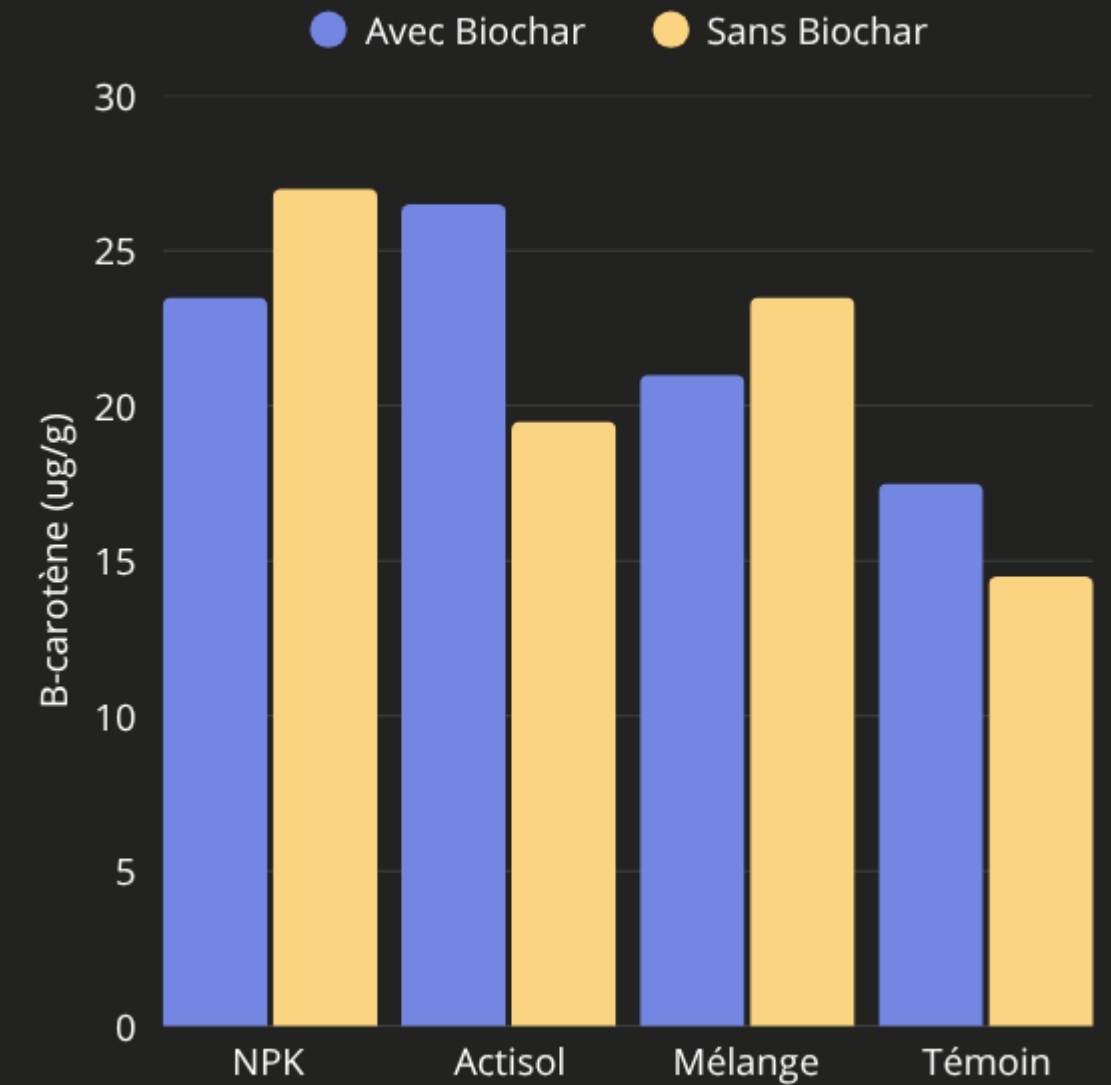
## Les fermes expérimentales : Ferme campus, un aperçu.



### QUALITÉ NUTRITIONNELLE DE LA COURGE



Sucres



Beta-carotene

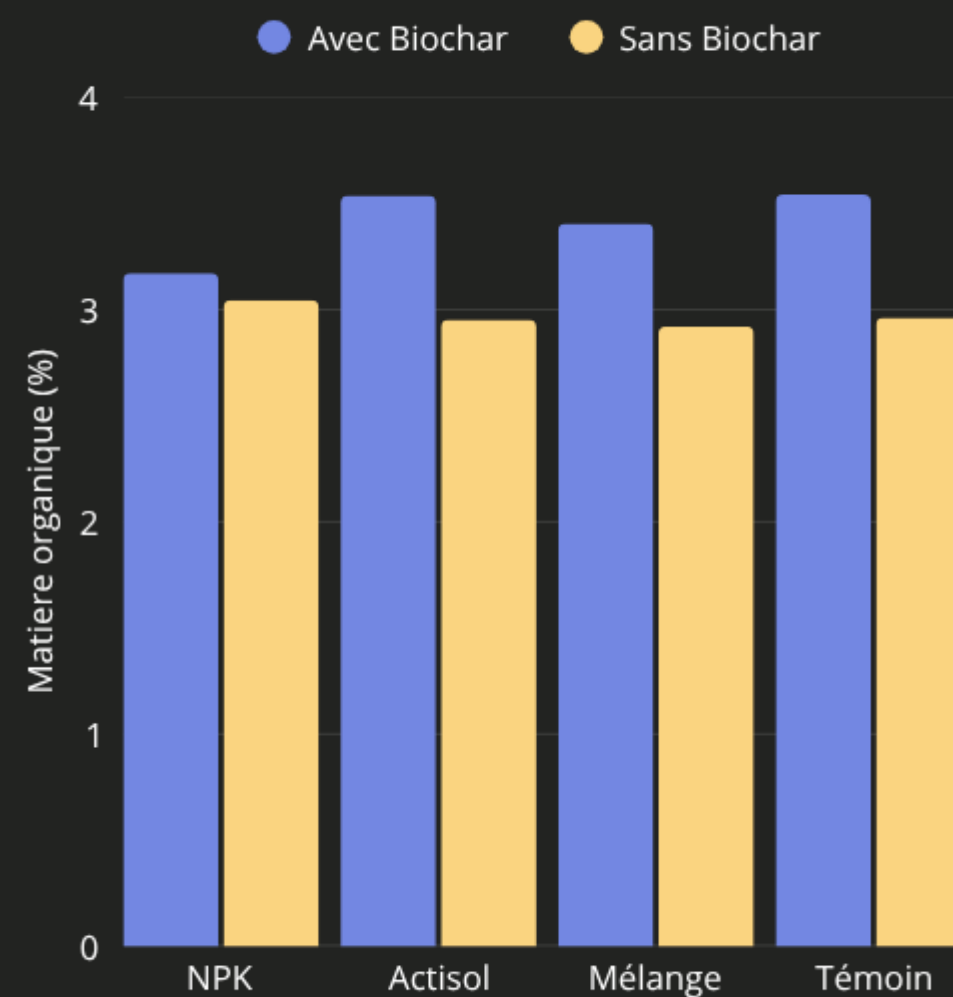




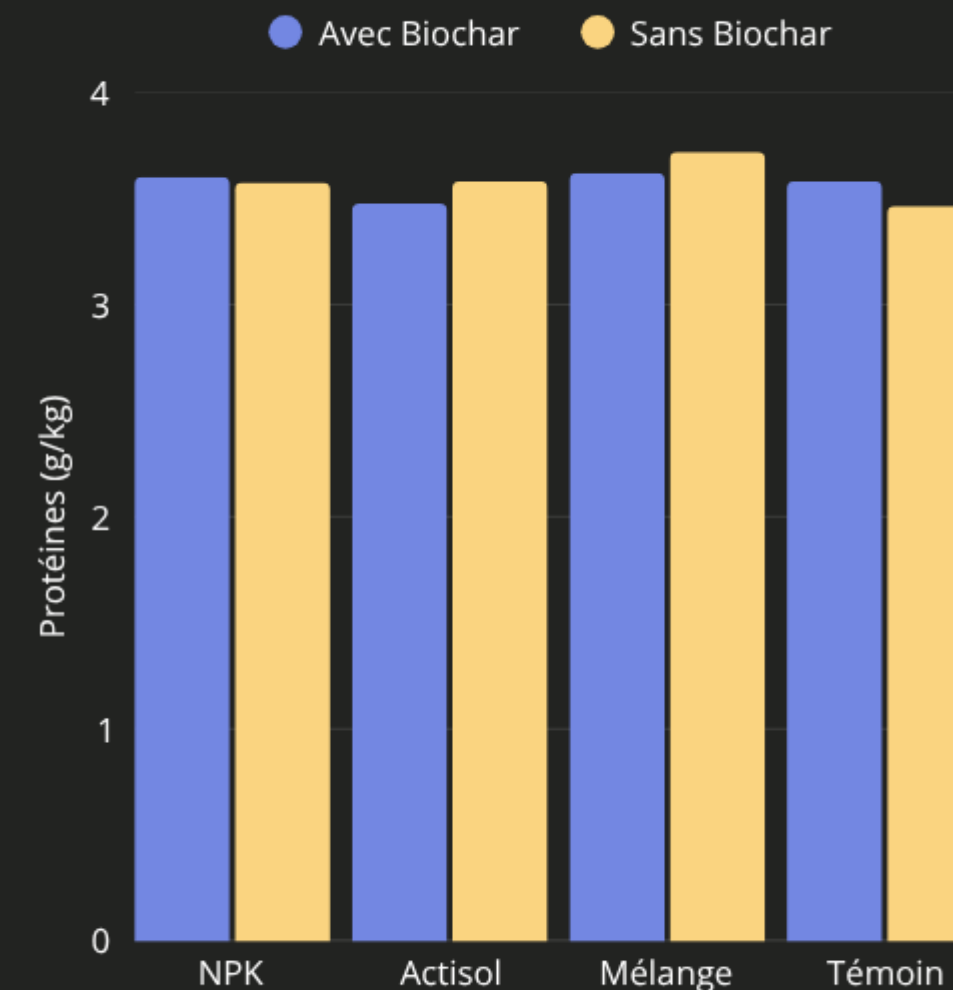
## Les fermes expérimentales : Ferme campus, un aperçu.



### INDICATEURS SANTÉ DES SOLS (1ière année)

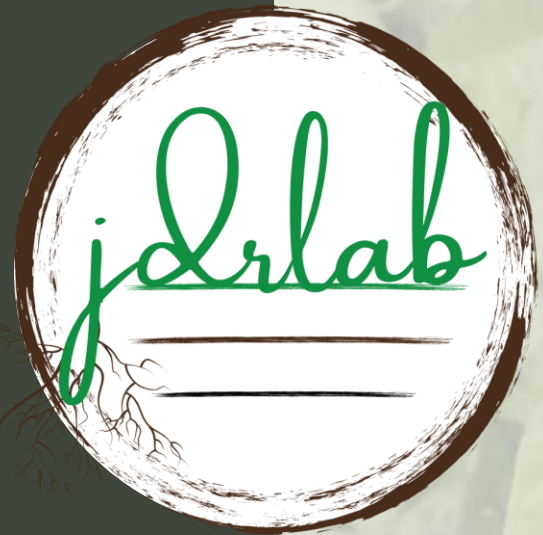


Matière organique



Protéines





# SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS

---

QUATRE ANNÉES DE RECHERCHE



# SYNTHÈSE 1 – Ce que l'état des lieux nous dit

## UN CAPITAL SOL STRATÉGIQUE, MAIS SOUS PRESSION

Peu de terres agricoles au Canada, forte intensité en maraîcher au Québec  
Compaction, baisse de MO et structure fragile reviennent dans plusieurs régions



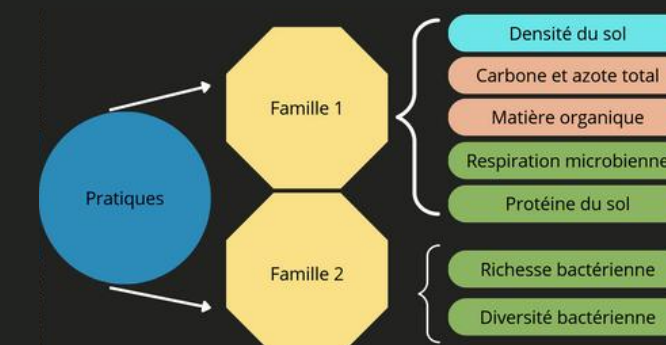
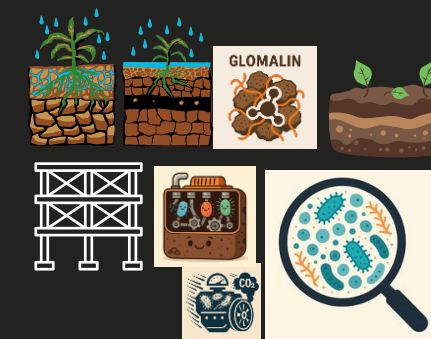
## 50 FERMES, PRÈS DE 1000 ÉCHANTILLONS : UN PORTRAIT INÉDIT DES SOLS MARAÎCHERS

Fermes biologiques et conventionnelles, plusieurs régions administratives  
Questionnaire de pratiques + indicateurs physiques, chimiques, biologiques et microbiologiques



## BONNES PRATIQUES = SOL PLUS EN SANTÉ

Meilleure structure, moins de compaction  
Plus de carbone, azote, MO et protéines du sol,  
Plus d'activité biologique et de richesse en champignons



## LES FERMES CONVENTIONNELLES : UN POTENTIEL D'AMÉLIORATION IMPORTANT

pH, salinité et nutriments classiques souvent « corrects »  
Mais structure plus fragile, MO et indicateurs biologiques plus bas  
La santé des sols ne se résume pas à P-K-pH : il faut regarder comment le sol fonctionne.





# SYNTHÈSE 2 – Ce que montrent les fermes expérimentales

## DES PRATIQUES CONCRÈTES TESTÉES EN CONDITIONS RÉELLES

Paillis

Travail du sol

Amendements

Fertilisation (minérale, Actisol, mélanges) + biochar

En cultures : laitue, courge, brocoli, carotte...

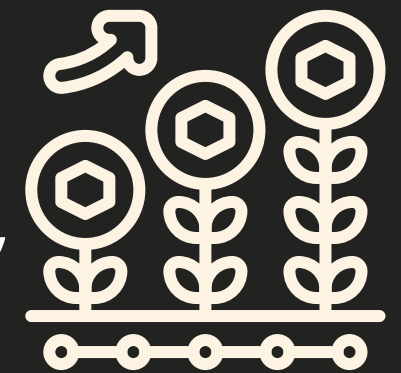


## RENDEMENTS : PAS DE RECETTE MIRACLE, MAIS DES COMBINAISONS GAGNANTES

Certaines pratiques de conservation maintiennent ou améliorent les rendements

D'autres peuvent réduire un peu le rendement à court terme, mais amortir les risques (climat, structure, MO) à moyen-long terme

On parle de stratégies de système, pas d'un intrant magique.



## SOLS : DES RÉPONSES MESURABLES MOINS DE 3 ANS

Travail réduit + amendements organiques : ++MO; protéines du sol

Paillis : ++Respiration microbienne et MO;

Biochar : gains sur la qualité (sucres, bêta-carotène) et sur certains indicateurs de C et de santé du sol

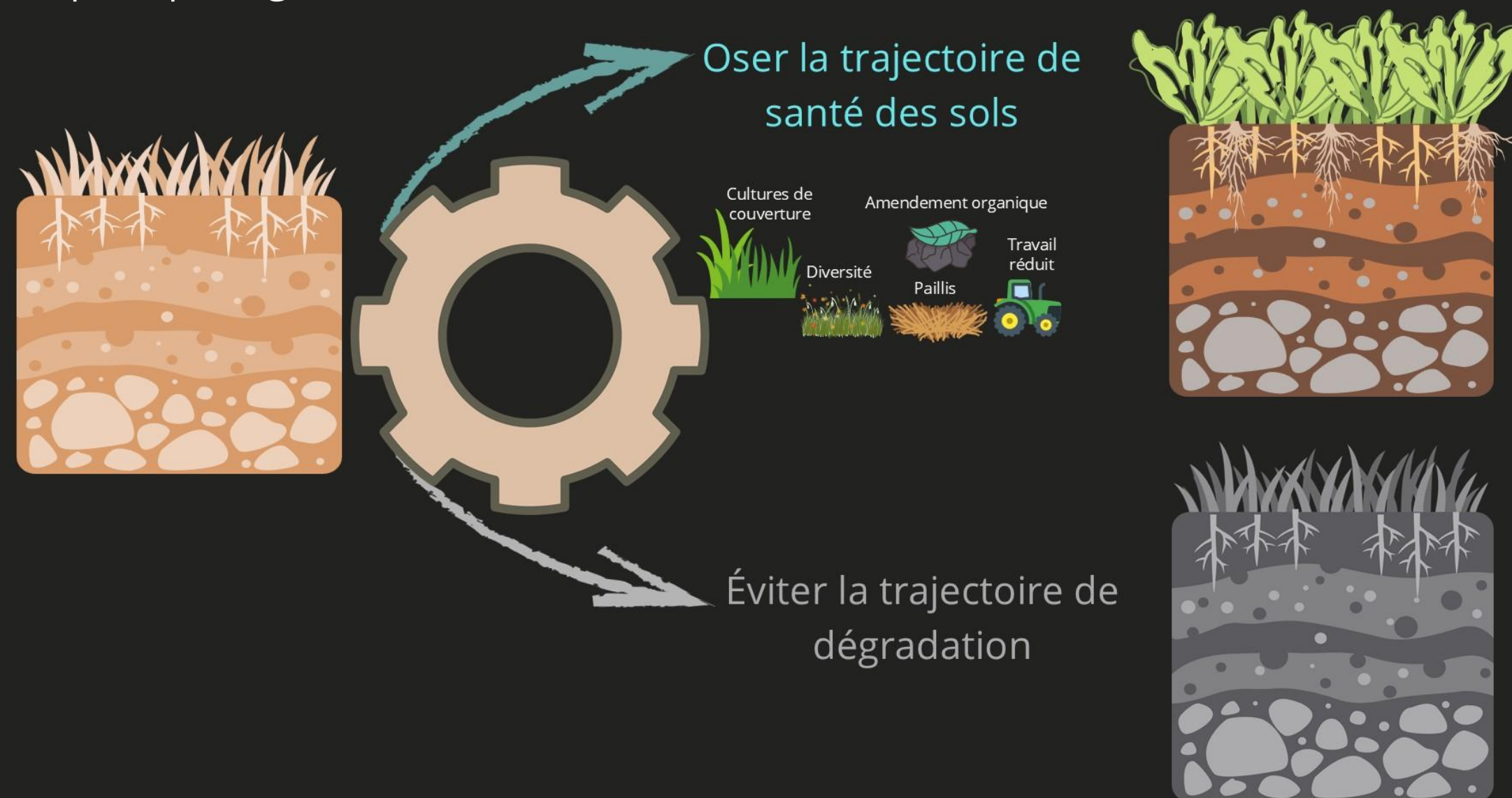




# SYNTHÈSE 3 – Indicateurs-clés et messages pour les producteurs

## LES PRATIQUES QUI FONT VRAIMENT BOUGER L'AIGUILLE

- 🌾 Diversifier la rotation des légumes
- 🌱 Intégrer des cultures de couverture régulièrement
- ⚙️ Réduire l'intensité du travail du sol lorsque possible
- 🌿 Miser sur des amendements organiques de qualité
- 🍁 Utiliser des paillis pour protéger le sol et nourrir la vie du sol





# Messages de fin et perspectives



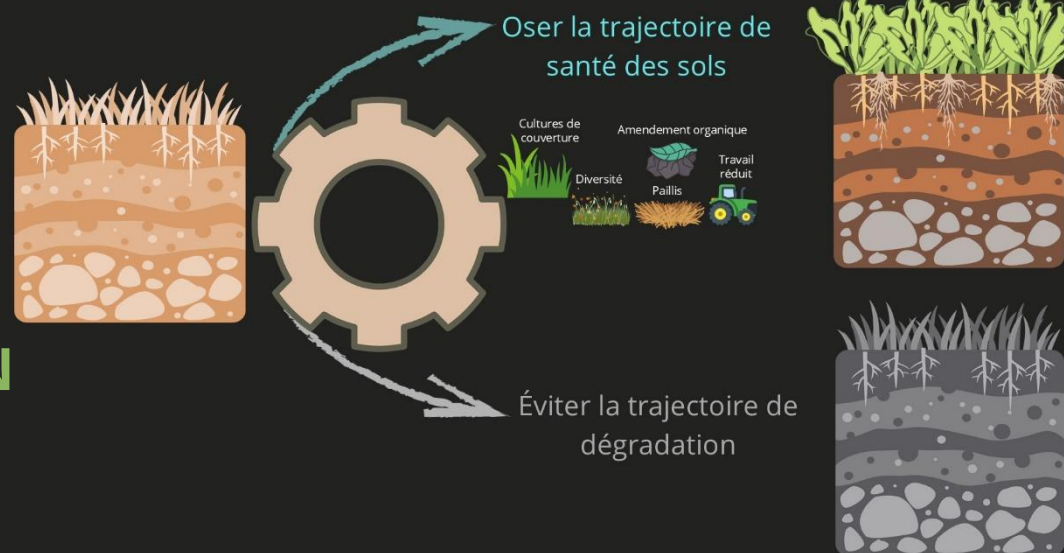
## 1. LA SANTÉ DES SOLS MARAÎCHERS EST UN LEVIER DE RENDEMENT ET DE RÉSILIENCE.

Les sols les mieux structurés, riches en MO et en vie du sol offrent une portance plus fiable, des rendements plus stables et une meilleure gestion de l'eau et des nutriments



## 3. IL N'Y A PAS DE SOLUTION UNIQUE, MAIS UN CHEMIN PROPRE À CHAQUE FERME.

1-2 pratiques réalistes, suivre 2-3 indicateurs-clés, ajuster au fil des années : c'est ainsi qu'on bâtit une trajectoire de santé des sols.



## 2. IL EST POSSIBLE DE PRODUIRE INTENSIVEMENT EN RECONSTRUISANT LE SOL.

Ce n'est pas « bio vs conventionnel » mais la densité de bonnes pratiques (rotations, couverts, amendements, travail du sol réfléchi) qui fait la différence.



## 4. LA SUITE DU PROJET

Fiches et articles de vulgarisation  
Courbes de notation pour les nouveaux indicateurs

Nouveaux financements pour poursuivre cette belle recherche



*Le sol n'est pas qu'un support :  
sa santé nourrit la récolte d'aujourd'hui et la durabilité de  
demain.*

## Remerciements



Nos auxiliaires de  
recherche:

Jean-Martin Côté  
Ana Vorobieva  
Hugo Lemoine  
Salathiel Moise  
Valentine Gressier  
Sara Benchaa  
Maina Sara Orelhomme  
Victor Valdez  
Antoine-Olivier Pilon  
Lucie Pedneault  
Andrea Surprenant  
Laurent Gosselin



Diane Bulot, professionnelle de  
recherche, notre pilier de  
l'organisation qui mène le bateau  
avec brio depuis le début!

L'équipe Samira Chbouki et  
Oussama Benslimane  
L'équipe du CETAB+  
Tous les collaborateurs