

Amélioration de la santé et de la productivité des sols en grandes cultures biologiques

Marie Bipfubusa, Ph.D.

Chercheuse en régie des cultures, CÉROM

François Lalonde

Ferme Ancestrale 1793 inc.

Journée Grandes cultures biologiques

Saint-Rémi

Jeudi 28 novembre 2024



Québec 



PLAN DE LA PRÉSENTATION

Partie 1. Expériences de la Ferme Ancestrale

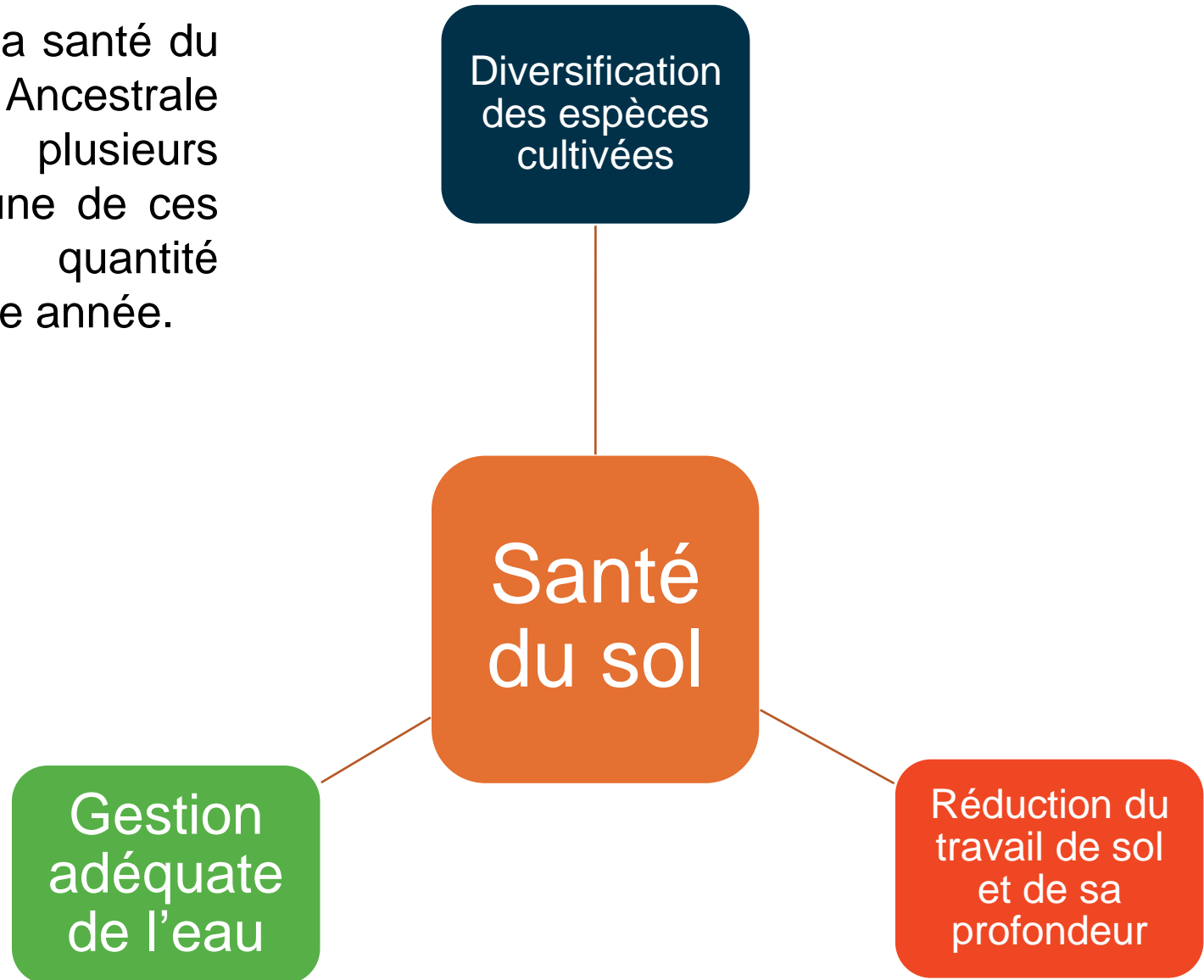
Partie 2. Impact des cultures de couverture implantées dans le soya biologique au dernier désherbage mécanique sur la productivité et la santé du sol



- Entreprise familiale des Lalonde transmis de génération en génération depuis 1793
- 205 hectares cultivés sur une argile Sainte-Rosalie,
- Sous régie biologique depuis 2008,
- Régie avec travail de sol, mais ayant en tête de le réduire
- Rotation habituelle en biologique : maïs - soya - blé d'automne
- Présentation de mes pratiques et réflexions pour améliorer la santé des sols

La santé du sol

La conservation et l'amélioration de la santé du sol sont une priorité pour la Ferme Ancestrale 1793 inc. Afin de l'entretenir, plusieurs techniques sont mises en place. L'une de ces techniques vise augmenter la quantité d'espèces de plantes cultivées chaque année.



Objectif : Atteindre la présence d'au moins 5 plantes par année

- Pour y arriver, plusieurs techniques sont mises en place

1. La double culture

2. Les cultures successives

Présence de 5
plantes par
année

3. Les couverts hivernaux

4. Les cultures de
couvertures

Objectif : Atteindre la présence d'au moins 5 plantes par année

- Méthode 1 : La double culture

Double culture :

- Semés et récolté ensemble
- Semés et récoltés à deux dates distinctes

Vente des grains :

- Vendu tel quel ensemble
- Séparé par criblage
- Opération supplémentaire
- Préférence des acheteurs

Combinaison classique :

- Blé de printemps + pois + Avoine
- Augment la protéine de 1% selon nos essais

Combinaisons testées :

- Blé de printemps & pois
- Augmente la protéine de 1% selon nos essais
- Soya & caméline
- Infructueux jusqu'à maintenant



Crédit photo : François Lalonde

Objectif : Atteindre la présence d'au moins 5 plantes par année

- Méthode 2 : Les cultures successives

Cultures successives
(Blé d'automne semé dans le soya)

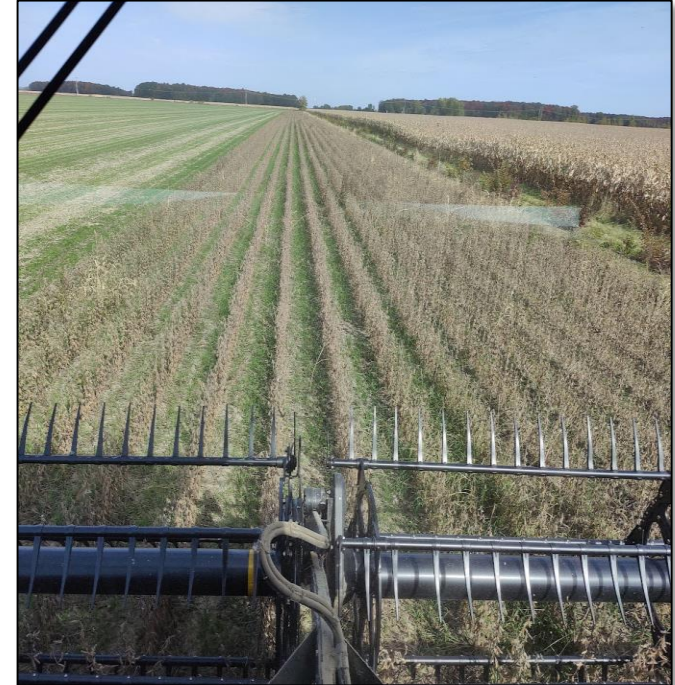
2024 : 2 essais dans le même champ

À la défoliation du soya :
Apport de fumier et semis
avant une pluie (28 août 2023)

Post récolte du soya :
Apport de fumier + travail de
sol et semis conventionnel
(26 septembre 2023)

Meilleure survie à l'hiver

Meilleur rendement



Crédit photo : François Lalonde

Objectif : Atteindre la présence d'au moins 5 plantes par année

- Méthode 3 : Le couvert hivernal

Planter après la récolte de la culture principale une CC ou une culture hivernale récoltable qui restera au champ tout l'hiver.



Crédit photo : François Lalonde

Avantages

- Captation de la matière fertilisante résiduelle
- **Amélioration de la santé globale du sol**
 - Amélioration de la résistance à l'érosion hydrique et éolienne
 - Augmentation de la matière organique du sol (si CC non récolté)
 - Entretien la vie microbienne

Méthodes

- Planter des cultures qui se récolte tôt (haricots, céréales d'automne ou de printemps)
- Utiliser un « Crib » pour sécher le maïs permet une récolte hâtive (début octobre)
- La culture du maïs sur billon avec une CC intercalaire, permet de garder la CC l'hiver
- Essais de semis sur labour hâtif (début octobre) (seigle automne, avoine et vesce velue) à petite dose (60kg/ha)

Objectif : Atteindre la présence d'au moins 5 plantes par année

- Méthode 4 : Les cultures de couverture



Les CC en intercalaire tendent à uniformiser l'occupation du sol : si le maïs pousse moins bien, la CC est favorisée.

Pour faciliter le semis des CC, privilégier une incorporation des semences.



Mélange utilisé en intercalaire dans le maïs grain

Culture	% du mélange	Dose (kg/ha)
Ray-grass	34	4
Trèfle rouge deux coupes	34	4
Mélicot	25	3
Brassica hybride	3	0,3
Chou fourrager	3	0,3
Navet fourrager	3	0,3

Dose total (kg/ha) : 11,9



Crédit photo : François Lalonde

Objectif : Atteindre la présence d'au moins 5 plantes par année

- Méthode 4 : Les cultures de couverture

Culture de couverture à la volée dans le blé d'automne

Avantages

- Captation de la matière fertilisante résiduelle
- Amélioration de la résistance à l'érosion hydrique et éolienne
- Augmentation de la matière organique du sol (si CC non récolté)
- Entretien la vie microbienne
- Lutte contre les mauvaises herbes

Méthodes de semis

- Avec un tracteur sur sol portant
- Semis de nuit sur sol gelé (vasage)
- Semis avec équipement léger (VTT)
- Semis avec un drone

Particularité

- La CC doit être entretenue après la récolte
- Choisir le mélange de CC selon les objectifs visés
- Le semis doit être réalisé au bon moment :
 - Trop tôt, la CC va compétitionner la culture
 - Trop tard, le sol sera sec et la levée inégale

Objectif : Atteindre la présence d'au moins 5 plantes par année

• Méthode 4 : Les cultures de couverture

Faucher : Laisse les tiges intactes et crée un effet de paillis ce qui peut ralentir la croissance de la CC

Méthode d'entretien de la culture de couverture après la récolte du blé d'automne

Rouler : Cause un stress pour favoriser le tallage, mais ne stimule pas une croissance significative de biomasse. Ne prévient pas les mauvaises herbes de monter en grains.

Broyage : À privilégier pour amorcer rapidement la minéralisation. L'azote est disponible plus tôt l'année suivante. Évite l'effet de paillis.

Culture	% du mélange	Dose (kg/ha)
Trèfle rouge deux coupes	33	4
Luzerne ordinaire	33	4
Ray-grass	8	1
Trèfle incarnat	8	1
Trèfle blanc huia	8	1
Trèfle d'Alexandrie	8	1

Dose totale (kg/ha) : 12



26 Août 2024 : CC prête pour une 2ème fauche
Crédit photo : Francois Lalonde

Objectif : Atteindre la présence d'au moins 5 plantes par année

- Méthode 4 : Les cultures de couverture

Culture de couverture intercalaire dans le soya

Questionnement

Impact sur
la qualité et
sur le
rendement
du soya

Comment
performent
les CC ?

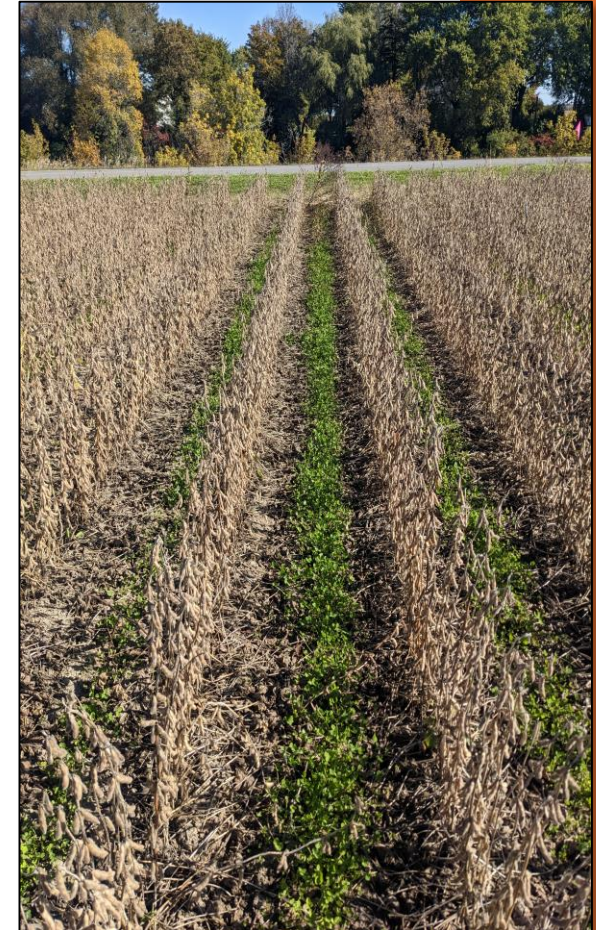
Quel est
l'effet sur le
sol ?

Est-ce que
la rentabilité
économique
est affecté ?

Expérience

Expérience
à la ferme
depuis 2016

Projet en
partenariat
avec le
CÉROM de
2021 à
2023



Remerciements

⑩ Annie Vinet

⑩ Club Bio-Action

⑩ Alexe Dufour-Maheux



Impact des cultures de couverture implantées dans le soya biologique au dernier désherbage mécanique sur la productivité et la santé du sol

Marie Bipfubusa, Ph.D.

Chercheuse en régie des cultures, CÉROM



*Ce projet a été financé par
l'entremise du programme
Innov'Action Agroalimentaire,
en vertu Partenariat canadien
pour l'agriculture.*



Remerciements



- Marie Bipfubusa
- Michel McElroy
- Sandrine Lemaire-Hamel
- Alexe Dufour-Maheux
- Josianne Caron

Producteurs collaborateurs

Entreprises situées en zone climatique 1

- ❖ Ferme Ancestrale 1793 inc.
- ❖ Ferme GenLouis inc.
- ❖ Ferme J. A. Paquin et Cie inc.
- ❖ Ferme Bonneterre inc.

Entreprises situées en zone climatique 2

- ❖ Ferme Lamy 1919 inc.
- ❖ Ferme Proterre inc.
- ❖ Ferme Serjean



- Julie Anne Wilkinson
- Gilles Gagné
- François Gendreau-Martineau
- Denis La France



Coordination

- Loïc Dewavrin
- Marianne Bergeron



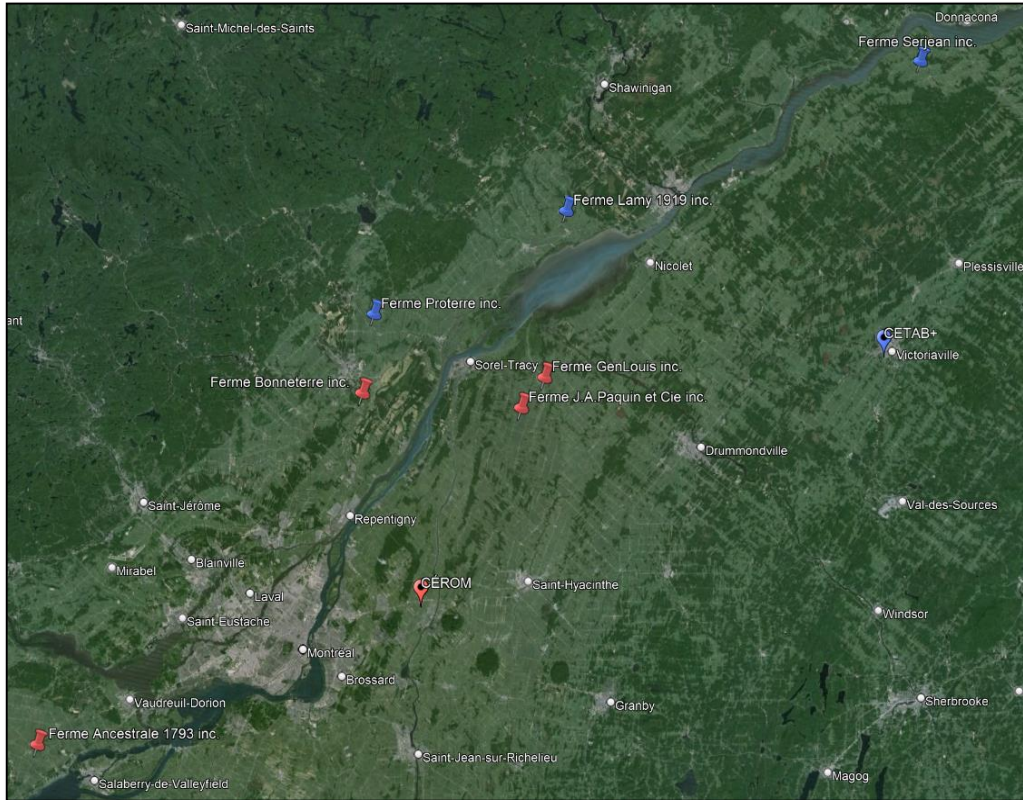
Ces projets sont financés par l'entremise du programme Innov'Action Agroalimentaire, en vertu Partenariat canadien pour l'agriculture.

Objectif du projet

- Mesurer et comparer les performances et les effets de différentes cultures de couverture (CC) implantées dans le soya biologique lors ou après le dernier désherbage mécanique
- Les CC affectent-elles les **rendements** et la **qualité** des grains de soya, notamment leur classement (taches) ?
- Quelles sont les **CC** (pur ou mélange) les plus **performantes** ?
- Les CC ont-elles un impact sur la **santé du sol** ?
- Les CC affectent-elles les rendements et la qualité des grains de la culture suivante de **blé** ?

Déroulement du projet

❑ Essais participatifs (3 saisons, 2021-2023)



	2021	2022	2023
Champ 1	SOYA + CC	Céréales	
Champ 2		SOYA + CC	Céréales
Champ 3			SOYA + CC

Déroulement du projet

Cultures de couverture testées :

Vesce velue (25 kg/Ha)	Trèfle blanc nain Cashmere (8 kg/ha)	Trèfle blanc huia (8 kg/ha)	Trèfle rouge deux coupes (8kg/ha)	Mélilot (12 kg/ha)	Trèfle incarnat (12 kg/ha)	Ray-grass annuel (10 kg/ha)	Seigle d'automne (135kg/ha)	Trèfle blanc huia + ray- grass (6kg/ha + 10 kg/ha)	Trèfle rouge deux coupes + ray-grass (6kg/ha + 10 kg/ha)
---------------------------	--	-----------------------------------	---	-----------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	---	--



Doses de fumier testées

100 % de la dose

50 % de la dose

0 % de la dose

Résultats : Qualité des grains de soya



- ✓ Les CC ont-elles affecté les **rendements** et la **qualité** des grains de **soya**, notamment leur classement (taches)?

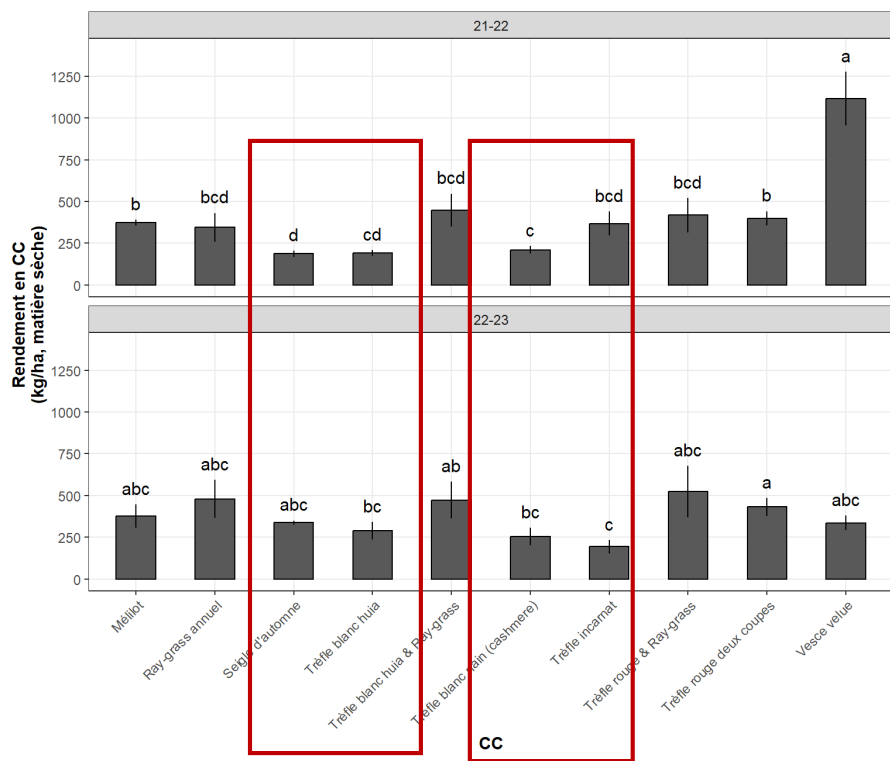
	2021		2022	
	CÉROM	CETAB+	CÉROM	CETAB+
Rendement en grains	NS	NS	NS	NS
Humidité des grains à la récolte	NS	$p < 0,0001^{\ddagger}$	NS	NS
Teneur en protéines	NS	NS	NS	NS
Teneur en huile	NS	NS	NS	NS

- ✓ Taches sur les grains : **Aucune tache verte** sur les grains de soya n'a été observé

[‡]: moins de 2% d'augmentation de l'humidité des grains dans certaines CC par rapport au témoin (13,3%)

Résultats : Production de biomasse aérienne des CC

Site du CÉROM



- ✓ Les légumineuses (sauf le trèfle incarnat) ont produit plus de biomasse que les graminées
- ✓ À l'exception de la vesce velue, les performances des CC sont comparables en 2021 et 2022
- ✓ Au CÉROM, performance exceptionnelle de la vesce velue en 2021 (automne chaud) : 3 fois plus de biomasse aérienne qu'en 2022



- Très peu de sites ont atteint 1 t MS/ha. Ferme GenLouis (1 065 et 1 279 kg m. s. pour la vesce velue et du trèfle rouge à deux coupes, respectivement) et Ferme ProTerre (trèfle incarnat ((1 135 kg MS/ha) et le mélange du trèfle rouge et du raygrass (1 464 kg MS/ha) en 2023

Résultats : Quantité d'azote accumulé dans la biomasse aérienne des CC

- En 2021, à la récolte du soya et trois semaines avant la destruction des CC, entre 1 et 9 kg N/ha
- En 2022, quantité d'azote accumulé dans la biomasse aérienne au moment de la destruction des CC
 - CÉROM : 6 – 16 kg N/ha
 - CETAB+ : < 5 kg N/ha
 - Sites filles : ≤ 12 kg N/ha;
sauf ProTerre : 30 à 32 kg N/ha



Résultats : Effet des CC sur le rendement en grains du blé (CÉROM)

- Contrairement aux deux graminées, certaines CC légumineuses ont augmenté le rendement de la culture suivante de blé de printemps

Fertilisation = Aucune fertilisation:

## CC	emmean	SE	df	lower.CL	upper.CL	.group
## Trèfle rouge (deux coupes)	2.56	0.0463	7.71	2.38	2.74	a
## Vesce velue	2.40	0.0844	8.24	2.08	2.73	ab
## Trèfle blanc nain (cashmere)	2.38	0.1415	8.34	1.84	2.93	abc
## Trèfle incarnat	2.20	0.1318	7.78	1.68	2.72	abc
## Mélilot	2.18	0.0904	8.02	1.83	2.53	abc
## .Témoin	2.17	0.0681	8.12	1.91	2.43	bc
## Trèfle blanc huia	2.16	0.0676	8.68	1.90	2.41	bc
## Trèfle rouge & Ray-grass	2.09	0.1120	8.86	1.67	2.51	abc
## Trèfle blanc huia & Ray-grass	2.06	0.0680	7.30	1.78	2.33	bc
## Ray-grass annuel	1.89	0.1002	8.50	1.51	2.27	c
## Seigle d'automne	1.82	0.0836	8.29	1.50	2.14	c

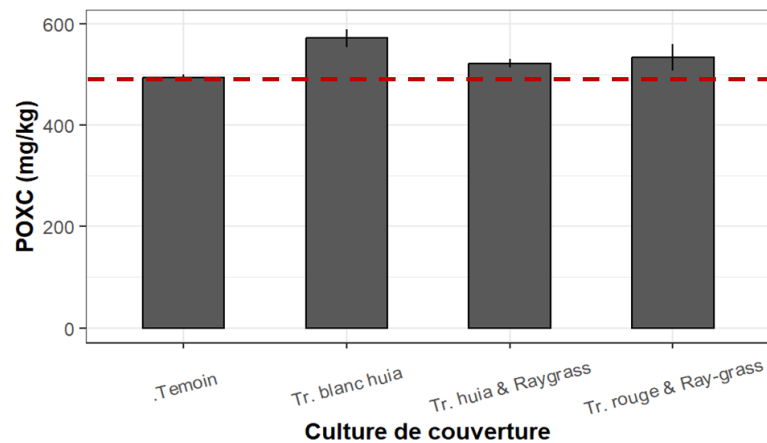


Résultats : Effet positif des CC sur la santé du sol

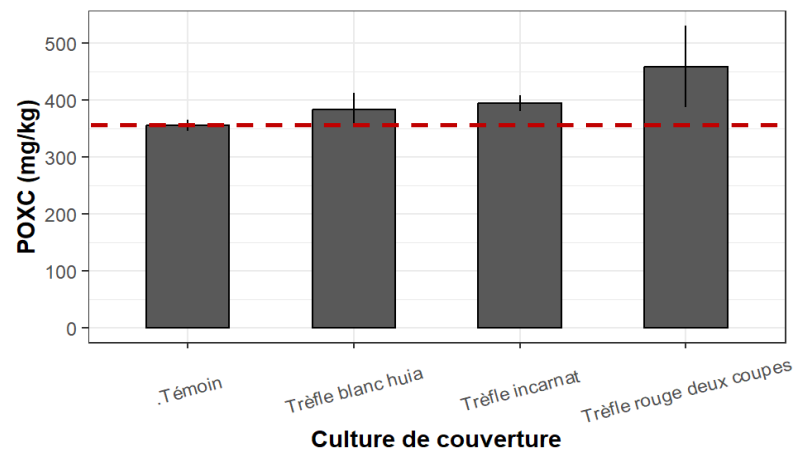
Malgré une faible production de biomasse aérienne, certaines CC ont eu plusieurs effets positifs

- Stimulation de l'activité microbienne du sol par l'apports en carbone labile (POxC) (exsudats racinaires et biomasse aérienne)
- Production accrue de polysaccharides et des hyphes mycorhiziens qui servent de liants dans la formation des agrégats
- Augmentation de la disponibilité des éléments nutritifs via la minéralisation de la matière organique du sol

■ ProTerre (printemps 2022)



■ Ferme Ancestrale (printemps 2023)



Résultats : Effet positif des CC sur la santé du sol

Stabilité structurale du sol (CÉROM, printemps 2023)

```
## Essai = 22-23:  
## CC
```

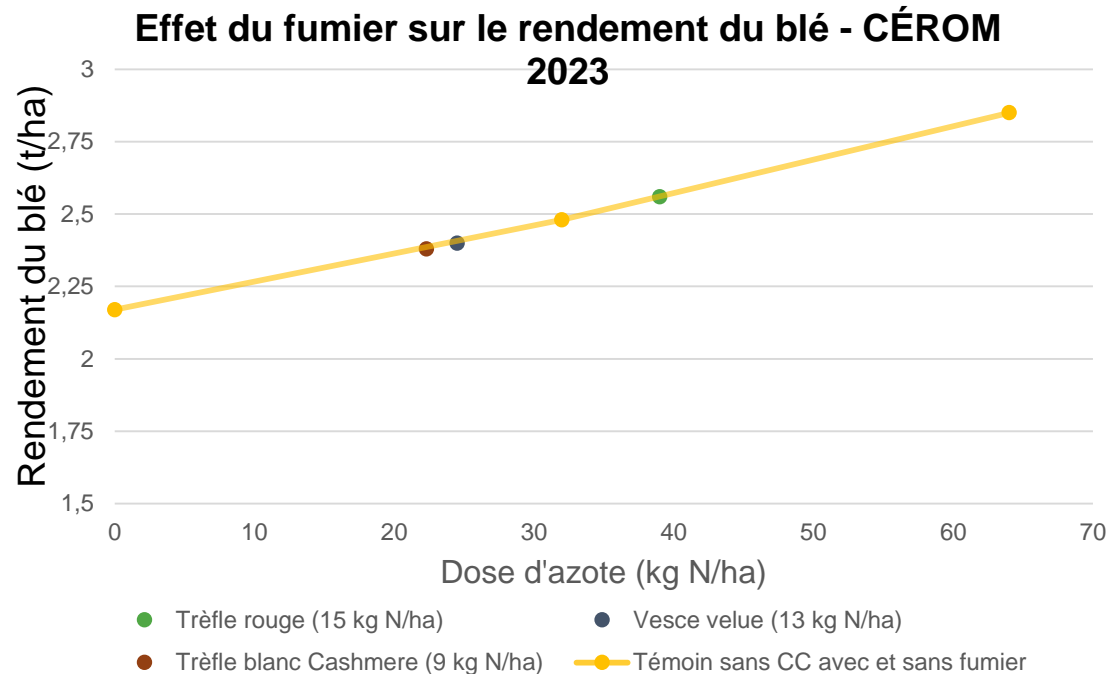
	emmean	SE	df	lower.CL	upper.CL	.group
## Trèfle rouge & Ray-grass	3.13	0.0634	4.50	2.80	3.46	a
## Vesce velue	3.06	0.0343	1.84	2.46	3.66	ab
## Trèfle blanc huia	3.06	0.0998	5.31	2.59	3.52	abc
## Ray-grass	3.00	0.0829	4.99	2.60	3.41	abc
## Mélilot	2.98	0.1403	5.42	2.33	3.63	abc
## Trèfle blanc nain (cashmere)	2.97	0.0800	5.05	2.58	3.35	abc
## Trèfle incarnat	2.91	0.1779	5.73	2.11	3.71	abc
## Trèfle rouge deux coupes	2.86	0.1201	5.49	2.31	3.41	abc
## Trèfle blanc huia & Ray-grass	2.79	0.1385	5.27	2.14	3.45	abc
## .Témoïn	2.78	0.0462	3.03	2.43	3.13	c
## Seigle d'automne	2.67	0.0847	4.91	2.25	3.08	bc
##						



- ❖ Toutes les CC de 2022 ont eu tendance à augmenter la stabilité des agrégats à l'eau au printemps 2023 même si l'effet est significatif seulement pour la vesce velue et le mélange de trèfle rouge et raygrass

Résultats : Effet positif des CC sur le rendement de la céréale

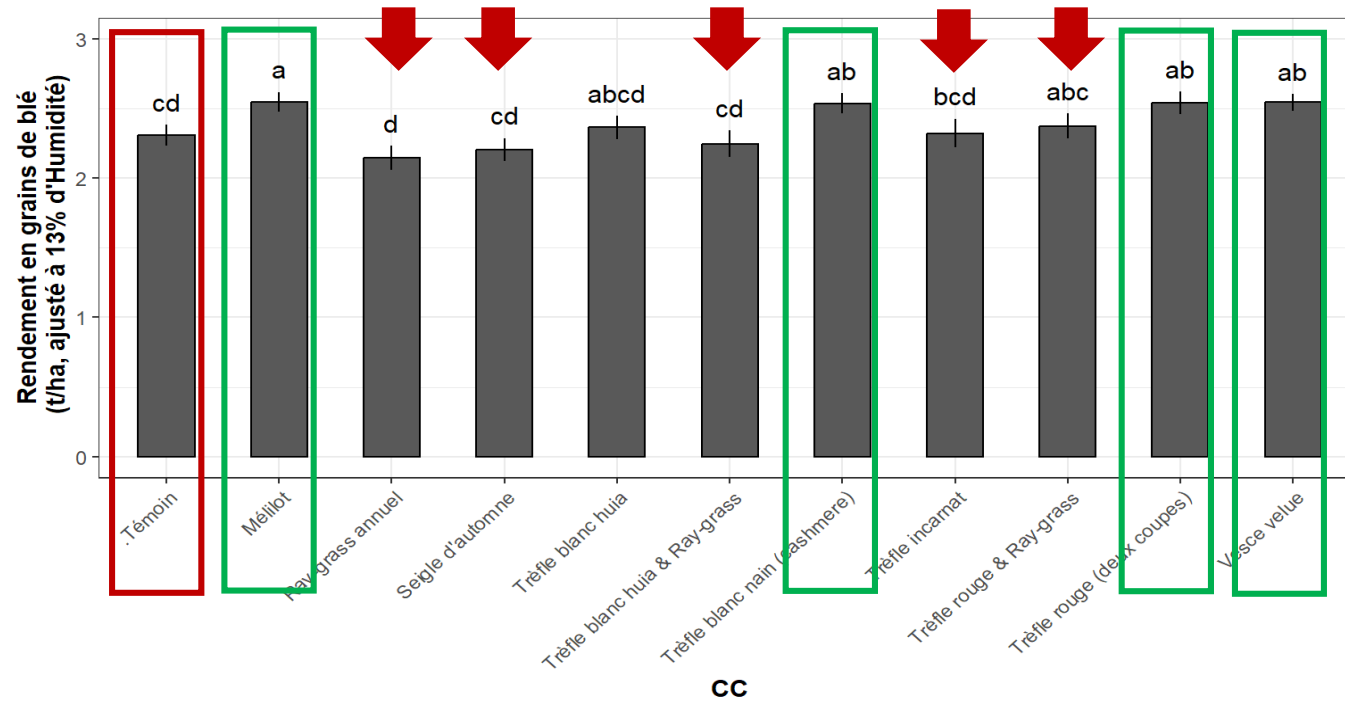
Malgré une faible production de biomasse aérienne, certaines CC ont eu plusieurs effets positifs



Fumier Automne 2022 : dose complète = 65 kg N/ha
50% 32,5 kg N/ha (50%) et 65 kg N/ha (100%)

- Le mélilot, la vesce velue et le trèfle blanc nain Cashmere sans ajout de fumier ont généré des gains de rendements de 13 % par rapport au témoin sans fumier ni CC, ce qui est comparable à l'effet de 50 % de la dose complète du fumier (32,5 kg N/ha)
- L'effet équivalent fertilisant des trois CC dépasse largement la quantité d'azote retournée au sol avec leur biomasse aérienne (≤ 16 kg N/ha), particulièrement dans le cas du trèfle blanc nain Cashmere. Cela est dû à l'azote accumulé dans leurs nodules et leur biomasse racinaire ainsi qu'à l'amélioration de la santé du sol

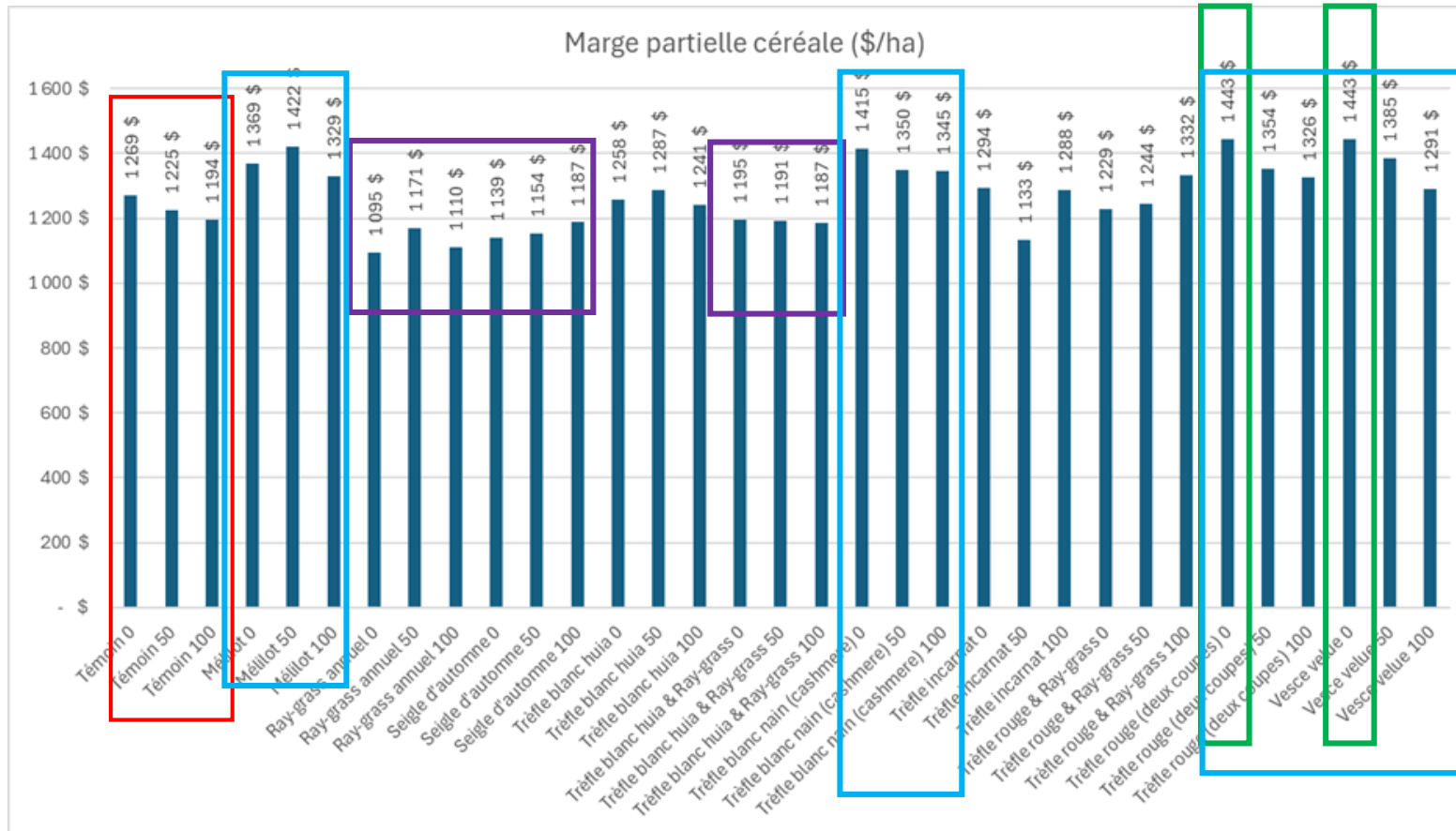
Résultats : Rendements du blé de printemps



- ✓ Seules des CC légumineuses (Mélilot, trèfle blanc nain Cashmere, trèfle rouge 2 coupes et vesce velue) ont généré un gain moyen significatif de rendement de blé équivalent à 0,23 t/ha sur deux saisons, soit +10 % par rapport au témoin sans CC.

Résultats : Effet positif des CC sur la rentabilité économique

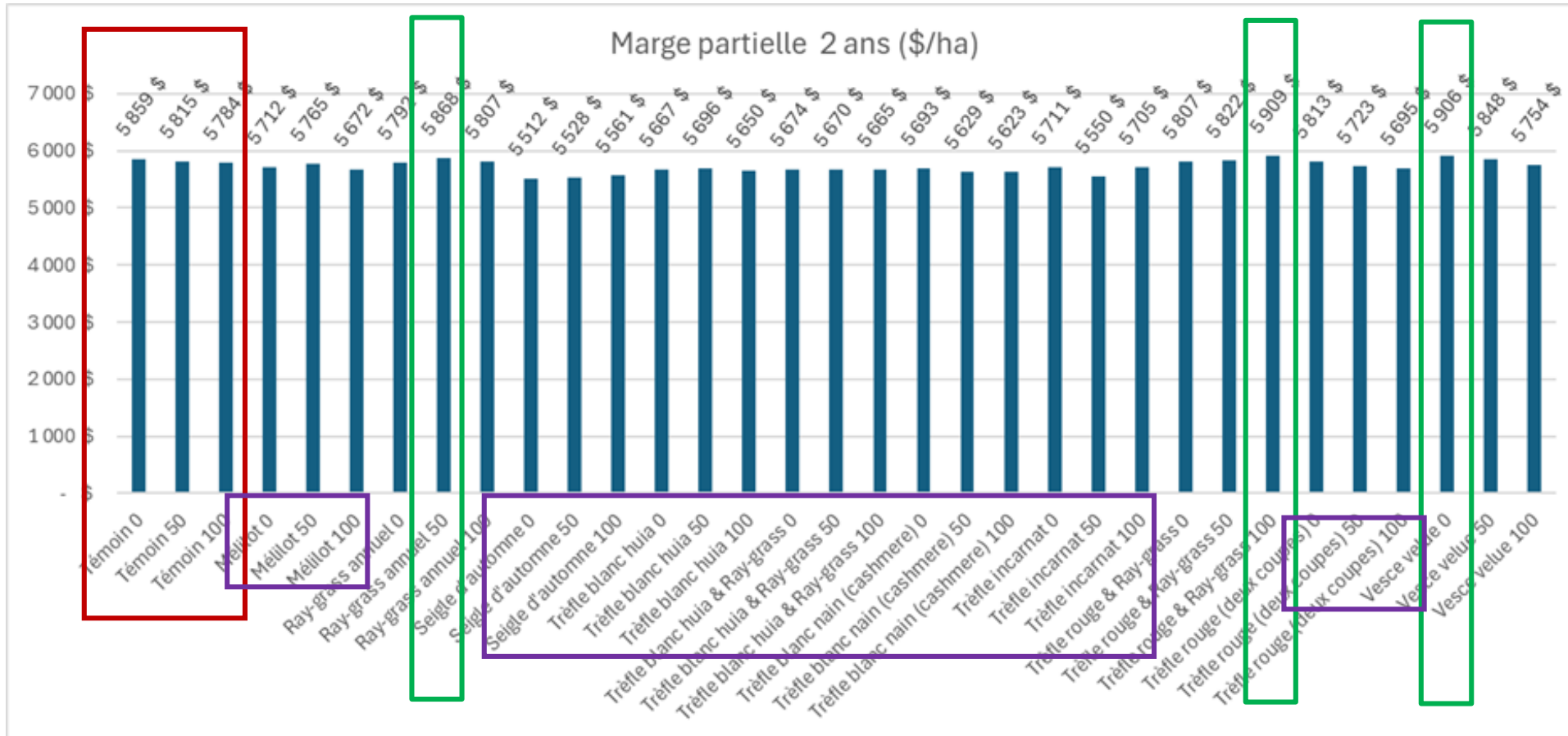
• Blé de printemps (CÉROM, 2022 et 2023)



- ✓ Avec une dose équivalente de fumier : Melilot, trèfle blanc nain Cashmere, trèfle rouge 2 coupes et vesce velue > témoin sans CC
- ✓ Plus grande marge : Trèfle rouge deux coupes et vesce velue sans ajout de fumier

Résultats : Effet positif des CC sur la rentabilité économique

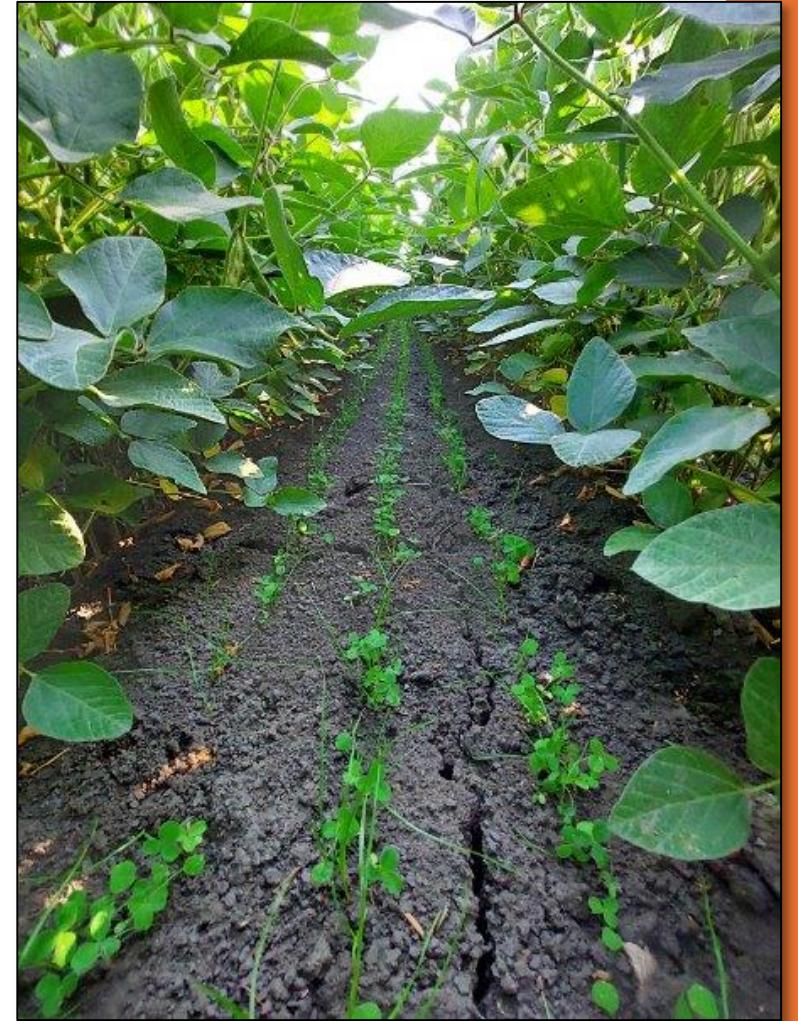
- Soya et blé de printemps (CÉROM, 2022 et 2023)



- ✓ La vesce velue et trèfle rouge sans ajout de fumier et le raygrass + 50% de la dose de fumier ont généré des profits similaires aux témoins

Conclusions

- ⑩ Le semis des CC dans le soya bio au dernier sarclage n'a pas nui à la culture du soya ni causé de taches vertes sur les grains du soya au moment de la récolte.
- ⑩ Le semis des CC dans le soya bio au dernier sarclage peut améliorer la santé du sol et la rentabilité économique de la succession soya-céréales.
- ⑩ Cependant, les bénéfices des CC dépendent du choix non seulement des espèces de CC ainsi que les conditions agropédoclimatiques du site. D'où l'importance de faire ses propres essais dans les conditions spécifiques de sa ferme
- ⑩ Malgré leur faible croissance et contenu en azote dans leur biomasse aérienne, certaines CC peuvent améliorer le rendement et la rentabilité de la culture suivante de céréales grâce aux effets de leurs systèmes racinaires (apport en azote, amélioration de la santé du sol)



MERCI À TOUS !

Questions ?

