

Deux cultures en une saison

Marie Bipfubusa, Ph. D.
Chercheuse en régie des cultures

Benjamin Bienvenue
Ferme Agri-Bienco inc.

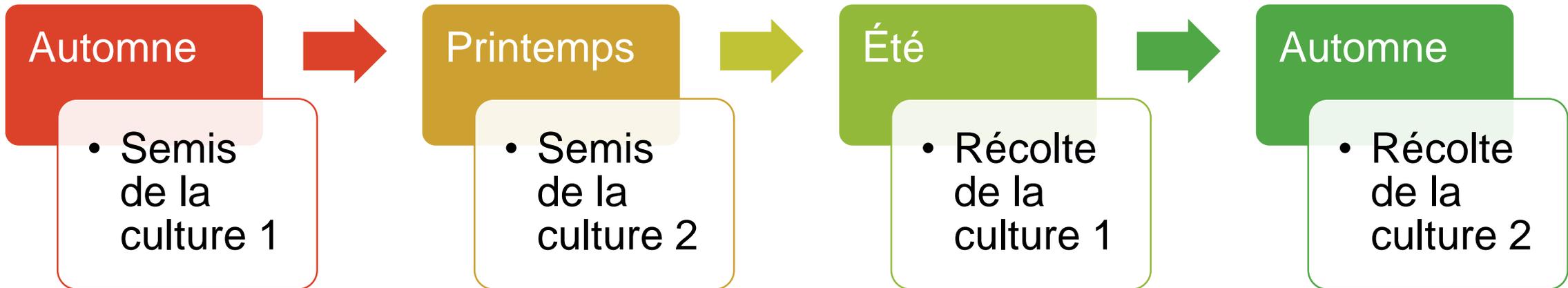
Journées horticoles et grandes cultures
Saint-Rémi
Mardi 26 novembre 2024



PLAN DE LA CONFÉRENCE

- Comment récolter deux cultures en une saison au Québec?
- Différents types de systèmes de productions de grains en cultures relais
- Avantages des cultures relais
- Principaux défis des cultures relais
- Facteurs de réussite d'une culture relais
- Expérimentation de la culture relais du soya dans le blé d'automne au Québec
 - Essais en parcelles expérimentales au site du CÉROM
 - Essai à la Ferme Agri-Bienco inc.
- Conclusions

COMMENT RÉCOLTER DEUX CULTURES EN UNE SAISON AU QUÉBEC? CULTURES EN RELAIS



La culture relais consiste à semer une deuxième culture dans une première culture déjà établie avant sa récolte, ce qui permet d'obtenir deux cultures simultanées avec des temps de récolte différents.

DIFFÉRENTS TYPES DE SYSTÈMES DE PRODUCTIONS DE GRAINS EN CULTURE RELAIS

✓ **Culture relais du soya dans une culture de céréale d'automne (blé, orge ou seigle).**

■ **Midwest américain : berceau de la culture relais**



Tiré de <https://www.touropia.com/midwest-states-map/>

- Triplett, G. B., Jr., J. Beuerlein, and M. Kroetz. Nov. 1976. Relay cropping not reliable. Crops and Soils, pp. 8-10. 7. U. S. Regional Soybean Laboratory Manual
- Jeffers, D.L., Triplett G.B., Lafever JR.H.N. (1977). Relay intercropping wheat and soybeans. <https://kb.osu.edu/server/api/core/bitstreams/b4d1e32f-89a1-5eca-9356-ac875ee8ee57/content> (OHIO)

DIFFÉRENTS TYPES DE SYSTÈMES DE PRODUCTIONS DE GRAINS EN CULTURE RELAIS

✓ Cultures relais du soya dans la caméline d'hiver

- Berti, Environmental impact assessment of double- and relay-cropping with winter camelina in the northern Great Plains, USA, Agric. Syst., № 156, c. 1. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.05.012>
- [Crummett](#), D. (2021). New Lines of Winter Camelina Show Promise for Profitable Relay Cropping . University of Minnesota.
- Eynck, C. (2021). Relay-Cropping of Winter Camelina and Short-Season Soybeans. <https://www.manitobapulse.ca/research-project/relay-cropping-of-winter-camelina-and-short-season-soybeans/>
- Mohammed Y.A. (2022). Soybean relay-cropped with winter camelina reduces biological nitrogen fixation. <https://doi.org/10.1002/agj2.21142>

✓ Cultures relais du pois dans le seigle d'automne ou dans le blé d'automne

- MacMillan, P.K. (2020). An update from the soybean and pulse agronomy research program. <https://www.manitobapulse.ca/2020/12/embracing-change-at-home-%E2%80%A8and-in-the-field/>

DIFFÉRENTS TYPES DE SYSTÈMES DE PRODUCTIONS DE GRAINS EN CULTURE RELAIS

✓ Culture relais du soya dans une culture de céréale d'automne (blé, orge ou seigle)

▪ Regain d'intérêt

- Malcomson, J.A. (2024). Soybean Production Systems in Wisconsin: Recommendations for Planting Date, Maturity Group, Double Cropping, and Intercropping. M.Sc. Thesis. University of Wisconsin Madison
- Lamichhane, J. R. et al. (2023). Relay cropping for sustainable intensification of agriculture across temperate regions: Crop management challenges and future research priorities. *Field Crops Res.* 291, 108795.
- Thompson, J.B., Döring, T.F., Bowles, T.M. et al. (2024). Seasonal soil health dynamics in soy-wheat relay intercropping. *Sci Rep* 14, 18989. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-69903-5>
- Johnson, P. (2020). Relay Cropping of Soybean into Winter Wheat Final Report. https://www.ontariosoilcrop.org/wp-content/uploads/2023/02/V17-2020_CrpAdv_Gen2_OSCIA_Quinte_Tier_2_Relay_Soybean_Production.pdf
- Manitoba Pulse Soybeans Growers (2023). Relay Cropping Soybeans and Winter Wheat – Boom or Bust? <https://www.manitobapulse.ca/2023/01/relay-cropping-soybeans-and-winter-wheat-boom-or-bust/>
- Bipfubusa, M., Flores-Mejia, S., McElroy, M., Faucher, Y. (2023). Performance agro-environnementale et économique de la culture du soya en relais sous le couvert du blé d'automne dans des conditions environnementales du Québec. Rapport final présenté au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Projet 19-006-3.1-S-CEROM.

AVANTAGES DES CULTURES RELAIS

Seule possibilité d'avoir deux récoltes en grandes cultures en une saison dans les régions de courte saison de croissance : \$\$\$\$

Meilleure efficacité d'utilisation des ressources (nutriments, eau et lumière)

Conservation et amélioration de la santé du sol (augmentation du taux de matière organique du sol, protection du sol contre l'érosion; racines vivantes en continu)

Réduction de l'incidence des mauvaises herbes, des maladies et des ravageurs

AVANTAGES DES CULTURE RELAIS

Plus de revenus par rapport à l'une ou l'autre des cultures en régie standard

Dans le cas d'une mauvaise survie hivernale de la culture 1, le producteur est prêt pour le semis de la culture 2 selon sa régie habituelle

Amélioration de la biodiversité

Résilience des systèmes de production aux changements climatiques

PRINCIPAUX DÉFIS DES CULTURES RELAIS

Survie
hivernale
incertaine
du blé
d'automne

Contraintes techniques

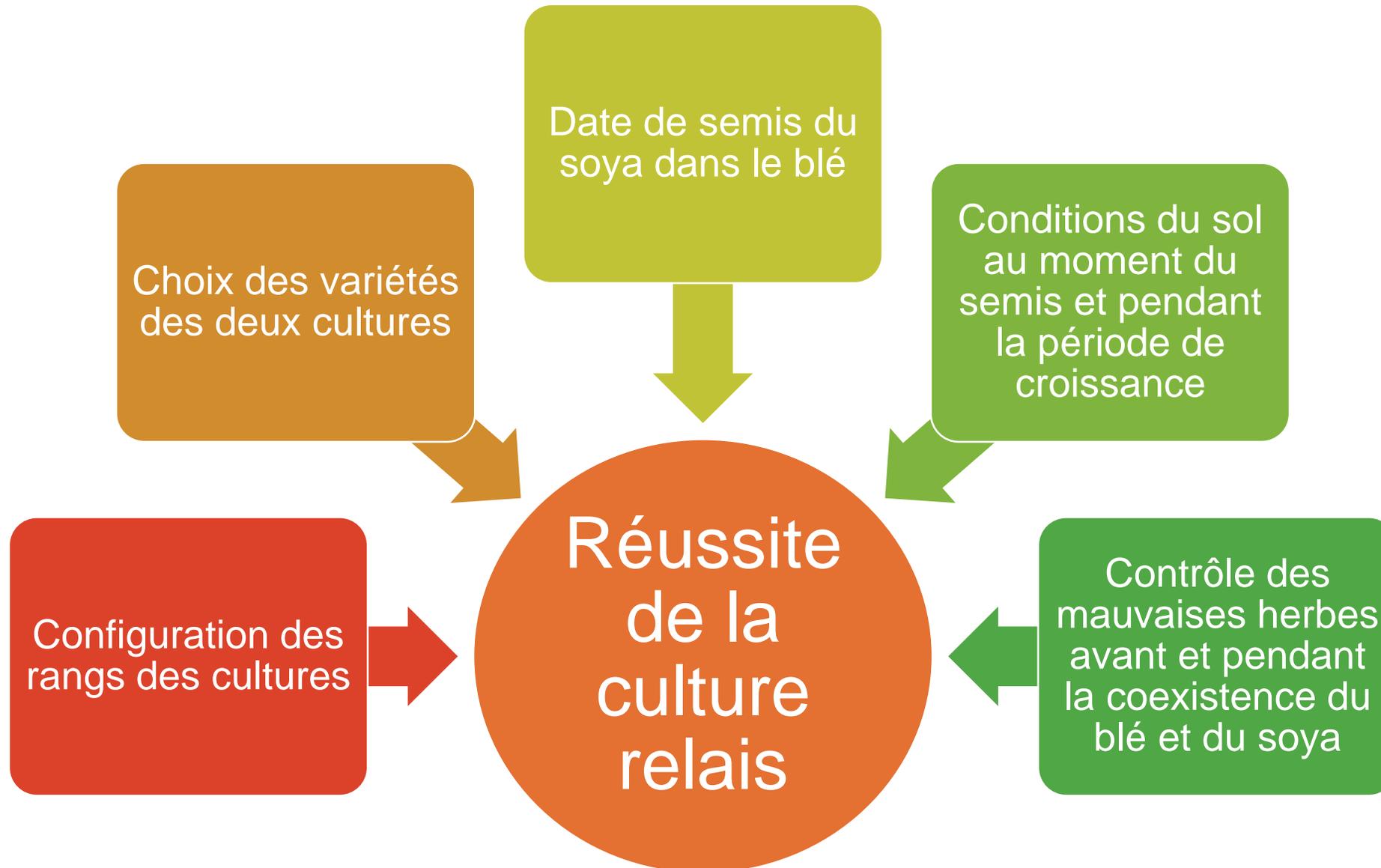
Dommages
aux plants de
blé d'automne
lors du semis
du soya

Dommages
aux plants de
soya lors de
la récolte du
blé d'automne

Compétition
entre les
deux
cultures
pendant
leur période
de
coexistence

Choix des
traitements
herbicides
pendant la
coexistence
des deux
cultures

FACTEURS DE RÉUSSITE DES CULTURES RELAIS



EXPÉRIMENTATION DE LA CULTURE RELAIS DU SOYA DANS LE BLÉ D'AUTOMNE AU QUÉBEC (Bipfubusa et al. 2023)

Objectifs généraux

- Évaluer la faisabilité de la culture relais du soya dans le blé d'automne
- Déterminer une stratégie efficace afin de maximiser la rentabilité de la culture relais du soya dans le blé d'automne tout en améliorant la qualité du sol



EXPÉRIMENTATION DE LA CULTURE RELAIS DU SOYA DANS LE BLÉ D'AUTOMNE AU QUÉBEC (Bipfubusa et al. 2023)

Objectifs spécifiques

- Déterminer l'espacement optimal des rangs de blé pour la productivité et la rentabilité de la culture relais du soya dans le blé d'automne
- Déterminer l'impact du choix des variétés des deux cultures
- Déterminer l'impact de la culture relais du soya sur la santé du sol
- Évaluer l'efficacité d'utilisation des ressources (*Land Equivalent ratio*, LER) de la culture relais du soya dans le blé d'automne
- Évaluer la rentabilité économique de la culture relais du soya dans le blé d'automne

EXPÉRIMENTATION DE LA CULTURE RELAIS DU SOYA DANS LE BLÉ D'AUTOMNE AU QUÉBEC (Bipfubusa et al. 2023)

Méthodologie - Site du CÉROM (2020-2022)

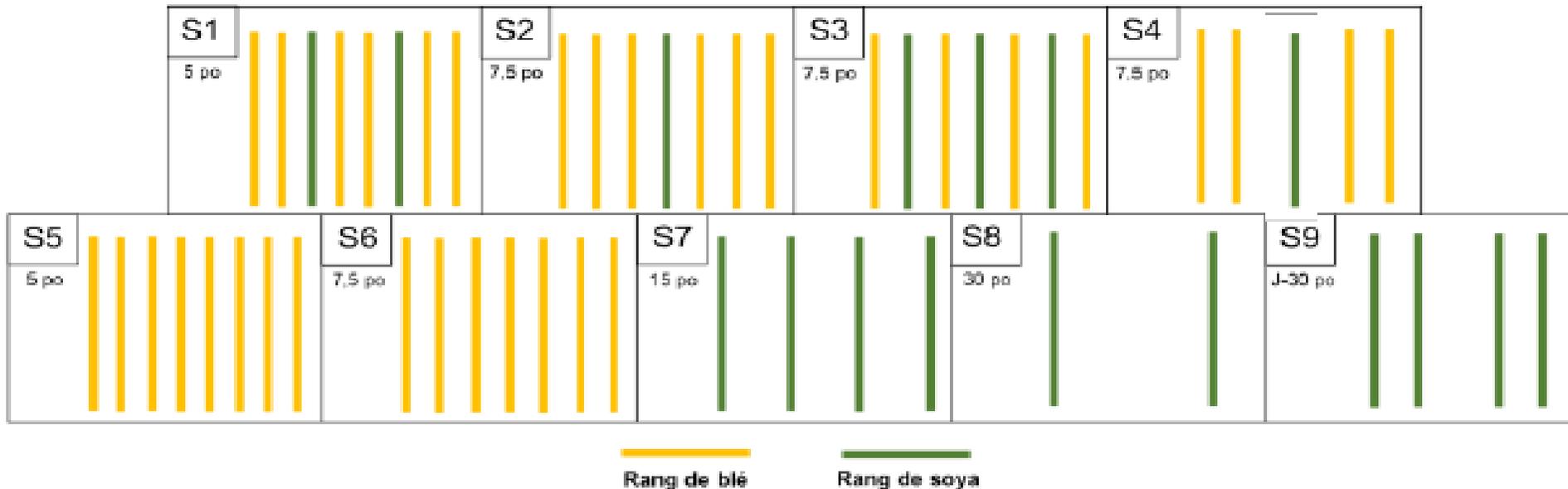
- ⑩ Deux cultivars de blé d'automne
- ⑩ Deux cultivars de soya
- ⑩ Neuf systèmes de productions :
 - Quatre configurations de rangs des cultures relais (S1 à S4)
 - Deux espacements des rangs de blé d'automne (5 po et 7,5 po)
 - Trois espacements des rangs de soya (15 po, 30 po et rangs jumelés)
- ⑩ Plan en blocs complets aléatoires (trois répétitions)



EXPÉRIMENTATION DE LA CULTURE RELAIS DU SOYA DANS LE BLÉ D'AUTOMNE AU QUÉBEC (Bipfubusa et al. 2023)

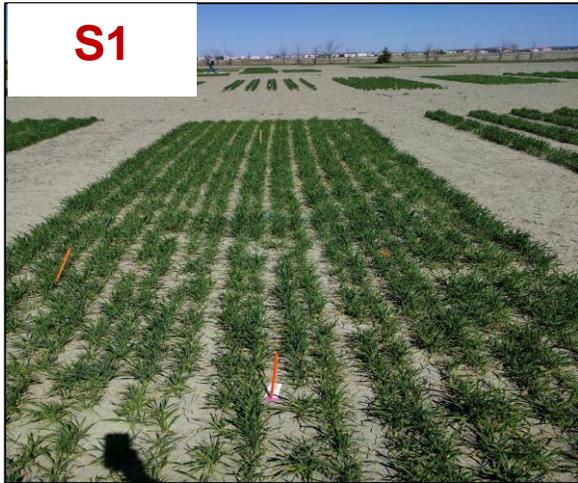
Méthodologie - Site du CÉROM (2020-2022)

- Neuf systèmes de production de grains :
- Quatre cultures relais blé d'automne –soya
- Deux cultures pures de blé d'automne
- Trois cultures pures de soya



EXPÉRIMENTATION DE LA CULTURE RELAIS DU SOYA DANS LE BLÉ D'AUTOMNE AU QUÉBEC (Bipfubusa et al. 2023)

RÉSULTATS - Site du CÉROM (2020-2022)



Parcelles de blé d'automne pour les quatre systèmes de cultures relais – début printemps 2021

Crédit Photos : CÉROM

EXPÉRIMENTATION DE LA CULTURE RELAIS DU SOYA DANS LE BLÉ D'AUTOMNE AU QUÉBEC (Bipfubusa et al. 2023)

Croissance du soya

- Les plants de soya sont étiolés avant la récolte du blé.
- Ils connaissent une expansion de croissance après la récolte du blé

À la récolte du blé d'automne



Trois semaines plus tard



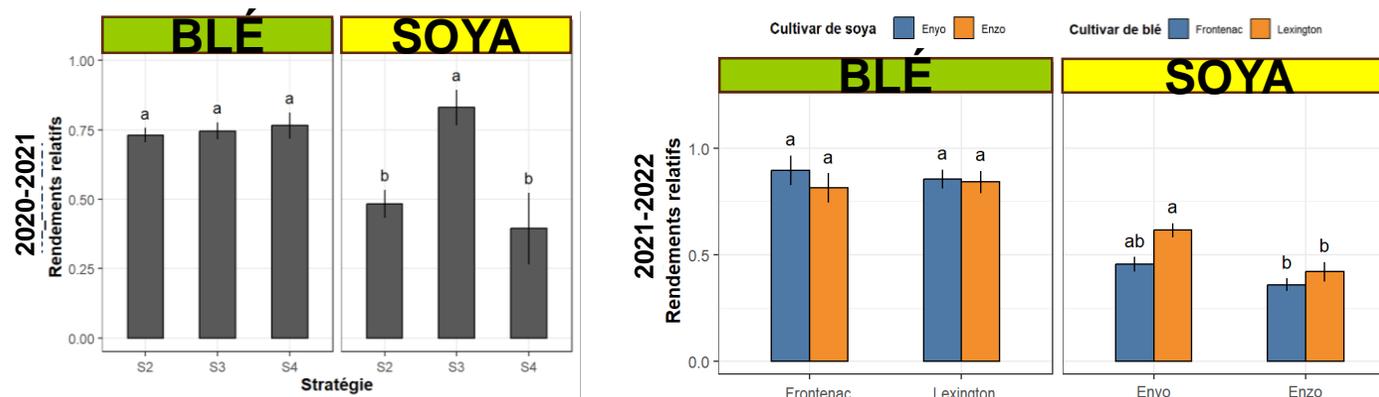
Maturité du soya



EXPÉRIMENTATION DE LA CULTURE RELAIS DU SOYA DANS LE BLÉ D'AUTOMNE AU QUÉBEC (Bipfubusa et al. 2023)

Impact de la culture relais sur les rendements en grains du blé d'automne et du soya

- Les rendements des deux cultures en relais étaient inférieurs à leurs rendements respectifs en culture pure. Le soya est généralement le plus affecté.
- En 2021: Différence significative entre les quatre systèmes de cultures relais. Le soya a mieux performé dans S3
- En 2022: Interaction significative cultivar du soya × cultivar du blé d'automne



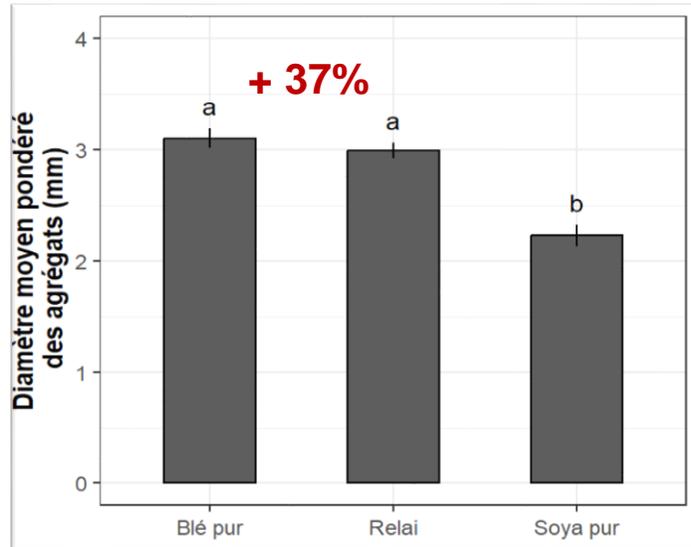
Rendement relatif = rapport entre le rendement de la culture en relais et son rendement en culture pure avec le même espacement entre les rangs

EXPÉRIMENTATION DE LA CULTURE RELAIS DU SOYA DANS LE BLÉ D'AUTOMNE AU QUÉBEC (Bipfubusa et al. 2023)

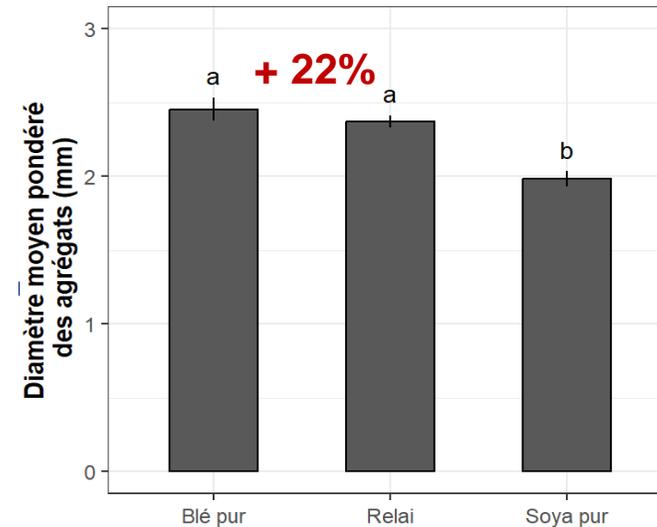
Impact de la culture relais sur la santé du sol

- L'intégration du blé d'automne dans la rotation que ce soit dans les systèmes relais ou en culture pure améliore la formation des macro-agrégats et la stabilité structurale du sol par rapport à la culture pure de soya

■ Essai 1 - Automne 2021



■ Essai 2 - Automne 2022



EXPÉRIMENTATION DE LA CULTURE RELAIS DU SOYA DANS LE BLÉ D'AUTOMNE AU QUÉBEC (Bipfubusa et al. 2023)

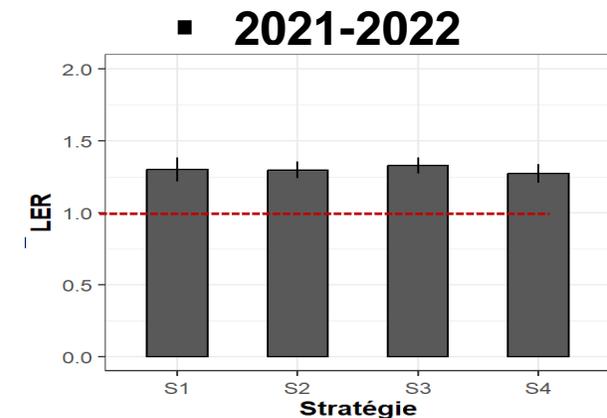
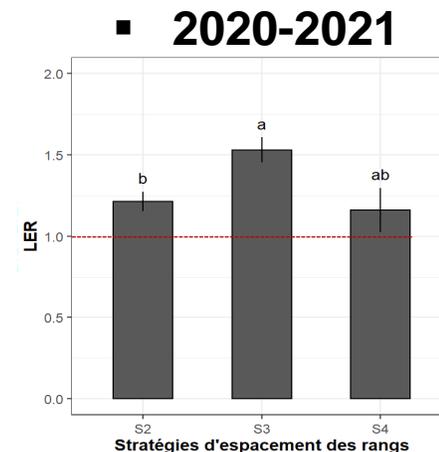
Productivité des systèmes de production en cultures relais

- La productivité totale des cultures relais était généralement supérieure à celle de chacune des deux composantes (LER>1) : La culture relais améliore l'utilisation des ressources disponibles (eau, nutriments, lumière).

$$LER = \frac{\text{rdmt du blé en relai avec le soya}}{\text{rdmt du blé en monoculture}} + \frac{\text{rdmt du soya en relais avec le blé}}{\text{rdmt du soya en monoculture}}$$

LER > 1 : productivité **accrue** des cultures relai (blé d'automne et soya) par rapport aux systèmes de production conventionnels des deux monocultures

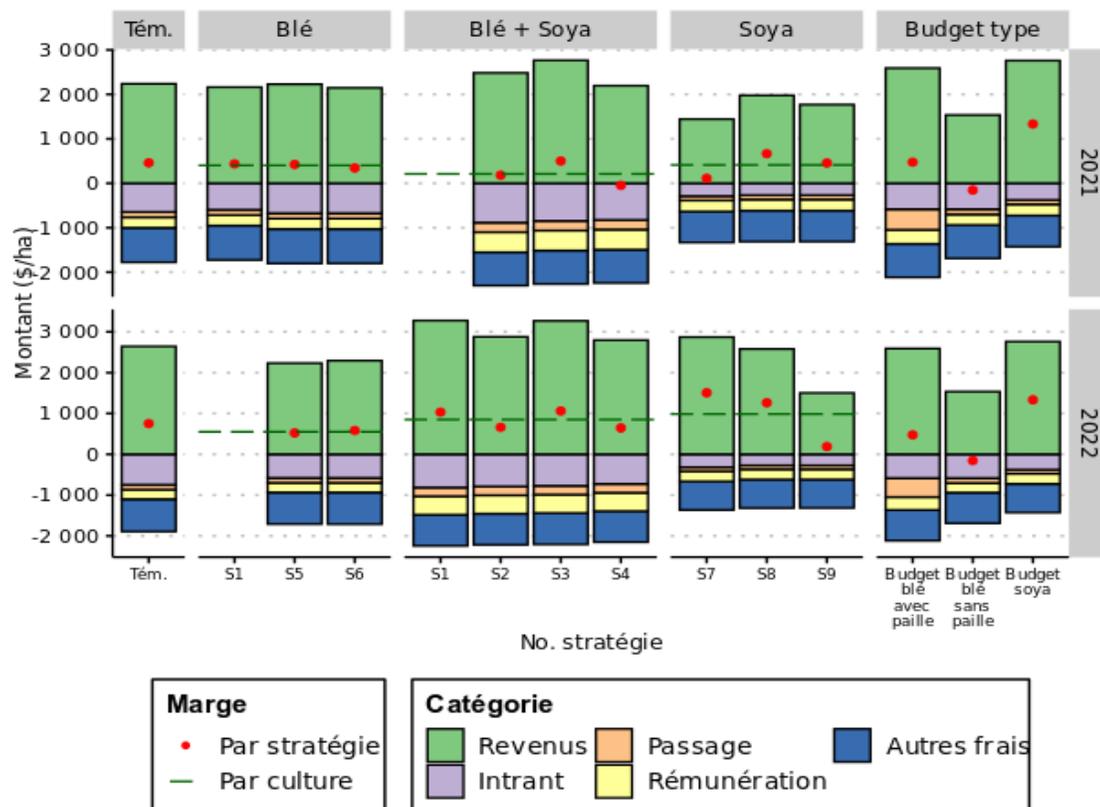
LER < 1 : productivité **moindre** des cultures relai (blé d'automne et soya) par rapport aux systèmes de production conventionnels des deux monocultures



EXPÉRIMENTATION DE LA CULTURE RELAIS DU SOYA DANS LE BLÉ D'AUTOMNE AU QUÉBEC (Bipfubusa et al. 2023)

Rentabilité économique

- La culture relais est généralement plus avantageuse que la culture pure de blé d'automne et a le potentiel d'être équivalente à la culture pure de soya



CULTURE RELAIS DU SOYA DANS LE BLÉ D'AUTOME

Essai à la Ferme Agri-Bienco Inc.

Benjamin Bienvenue

AGRI BIENCO

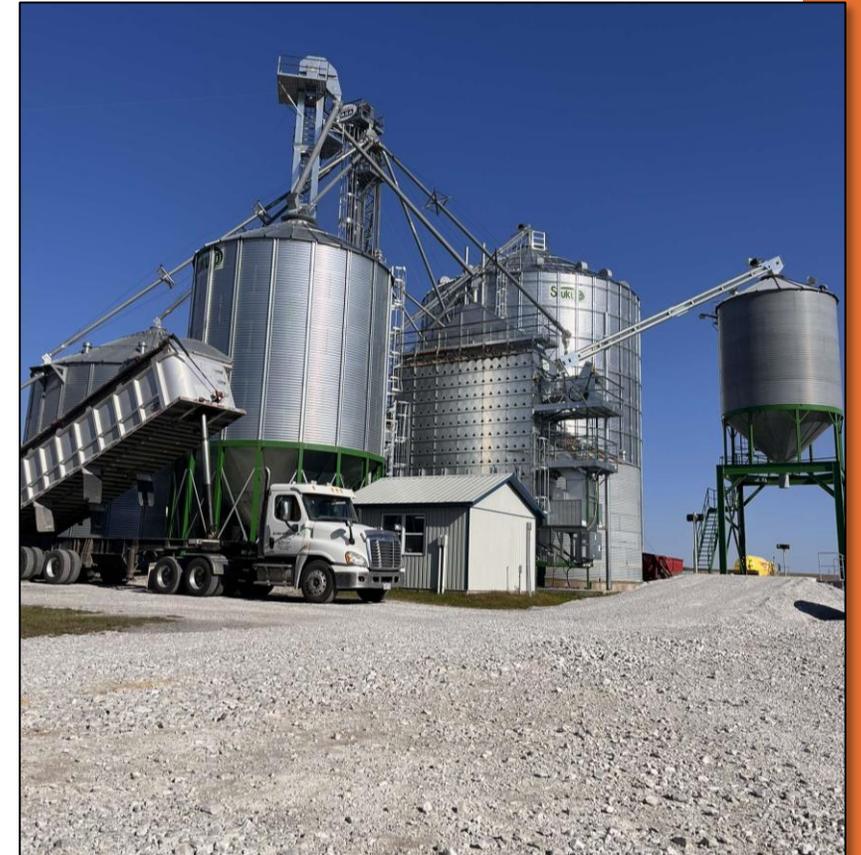


TRAVAUX À FORFAIT

450 776-4550

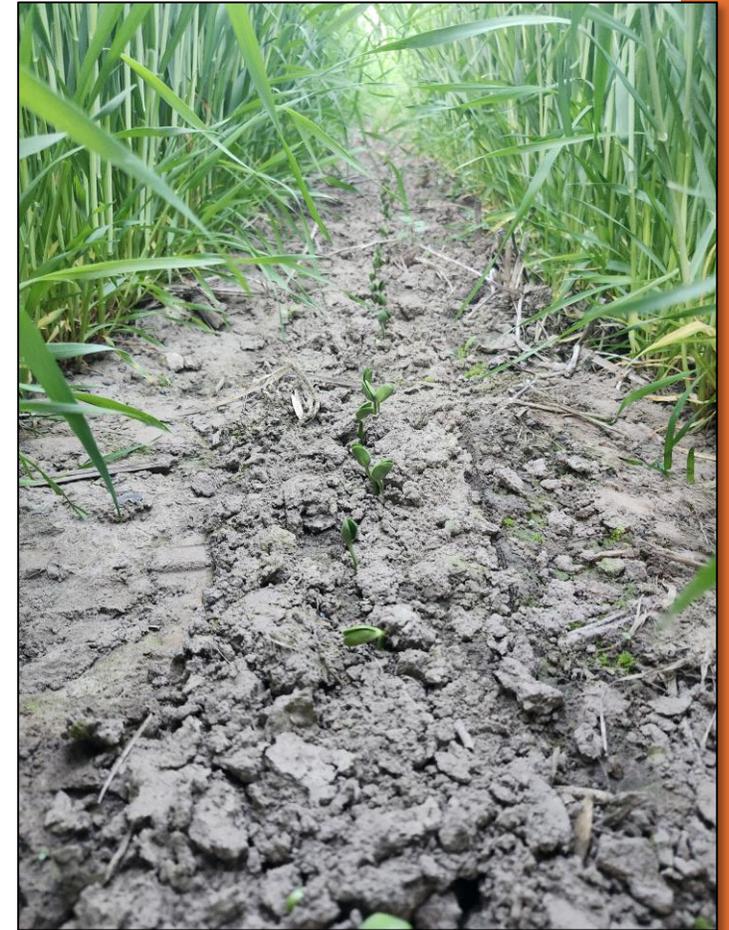
CHEZ AGRI-BIENCO INC.

- Difficultés à avoir des céréales rentables
- Pas besoin de récolter la paille puisque pas de bétail
- Nous sommes déjà équipés pour les deux cultures, soit celles du soya et du blé



But du projet

- Faire des céréales rentables
- Avoir une meilleure rotation de cultures
- Améliorer la santé de nos sols



AVANTAGES

- Peu d'herbicides
- Avoir le restant des nodules du soya (azote)
- En plus d'avoir l'effet positif du blé sur la santé du sol
- Je travaille dans un système 100% « no-till »



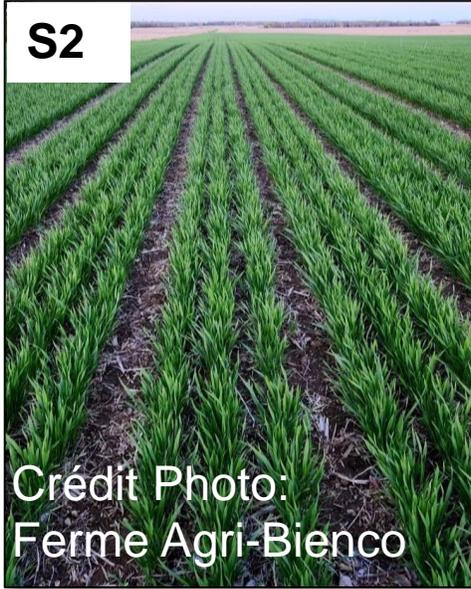
Traitements

2 configurations des rangs (S2 et S4)

1 cultivar de blé d'automne

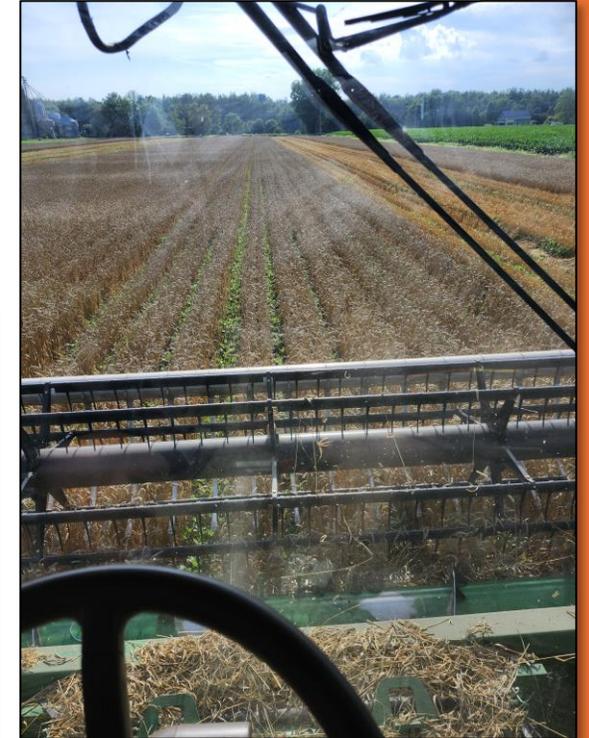
1 cultivar de soya





DÉFIS DE LA CULTURE RELAIS

- Semer le blé avec de très bons espacements GPS
- Doit avoir un tracteur aux 90 pouces ou doit décaler les unités sur le planteur
- Semer le soya en plein milieu entre les bandes de blé
- Idéalement avoir un semoir de la même largeur que le planteur à soya 6 rangs/15 pieds
- Doit avoir une batteuse « row crop » pneus de 20 pouces et moins idéalement
- Pas de type d'entête particulière



Résultats

S2



S4



Stratégies de production		Blé d'automne		Soya	
		Rendement en grain (t/ha)	Rendement relatif (%)	Rendement en grain (t/ha)	Rendement relatif (%)
Cultures relais	S4: Blé d'automne 7,5po en alternant 2 rangs semés et 2 rangs fermés, semis du soya dans des rangs espacés de 30po	5,1 t/ha	89	1,92 t/ha (dans la zone où les plants de soya ont été endommagés lors de la récolte du blé)	62
	3 t/ha dans la zone où semis du soya sans endommager le blé			81	
	S2: Blé d'automne 7,5po en alternant 3 rangs semés et 1 rang fermé, semis du soya dans des rangs espacés de 30 po	5,4 t/ha	94	1,55 t/ha	50
Cultures pures	Blé d'automne 7,5 po en plein champ (même champ que les cultures relais)	5,75 t/ha	100		
	Soya 30 po (même cultivar, mais dans un autre champ)			3,7 t/ha	100

COMBIEN ÇA COÛTE ? (PRIX/HA)

- Semences :
 - Blé d'automne : 165 \$/ha variété Frontenac
 - Soya : 212 \$/ha variété NK s12-m5x
- Semis du blé d'automne et du soya : 86 \$/ha chaque culture
- Engrais : 300 kg/ha à 230\$/ha (très variable selon les années)
- Battage : 320 \$/ha
- Arrosage soya : 1,65 litres/ha de Roundup 10\$/ha+35\$/ha arroseuse
- **Total:1144\$/ha**

REVENUS \$ (calculé selon la stratégie S4)

- Blé : 5,1 tonnes/ha vendu à 312\$/tonne le 11 novembre 2024 = **1591.2 \$/ha pour le blé**
- Soya : moyenne de 2,5 t/ha vendu à 500\$/tonne le 11 novembre 2024 = **1250 \$/ha pour le soya**
- Total revenus brut : 2841,2 \$/ha
- Total revenus net : $2841,2 - 1144 =$ **1697,2 \$/ha ou 686,8 \$/ac**

COMPARATIF SOYA PLEIN CHAMP ET BLÉ D'AUTOMNE

	<u>Soya</u>	<u>Blé d'automne</u>
Semences + semis	212 \$/ha + 86\$/ha = 298 \$/ha	255 \$/ha + 86\$/ha = 341 \$/ha
Travaux de sols	1x chisel + 1x vibro +1x Lemken 150 \$/ha	Non applicable
Engrais	Non applicable	230\$/ha
Herbicide et fongicides	80\$/ha herbicides + 50\$/ha fongicides = 130 \$/ha	Non applicable
Battages	160 \$/ha	160 \$/ha
Totaux des travaux	738 \$/ha	731 \$/ha
Rendement moyen de la ferme	4,3 tonnes/ha	5,75 tonnes/ha
Prix des grains a la vente	500 \$/tonnes	312 \$/tonnes
Totaux bruts	2150\$/ha	1794 \$/ha
Totaux nets	1412 \$/ha	1063 \$/ha

Résultats finaux ha 2024

<u>Cultures pures (plein champ)</u>	<u>Culture relais</u>	<u>Profit net</u>
Blé = 1063\$/ha	1697.2 \$/ha	635\$/ha
Soya = 1412\$/ha	1697.2 \$/ha	286\$/ha



ÉLÉMENTS À AMÉLIORER (2025)

- Semis de blé : meilleure début de ligne
- Semis de soya : meilleures conditions de sol et même « patern » que le planteur soit : 6 rangs / 15 pieds
- Enlever les roues doubles extérieures de la batteuse
- Mettre des drains pour cacher les couteaux vis-à-vis le soya
- Objectif : avoir un meilleur rendement dans le soya



CONCLUSIONS

- La culture relais du soya dans le blé d'automne peut être rentable dans les conditions réelles à la ferme
- La culture relais du soya dans le blé d'automne améliore la santé du sol grâce à la présence du blé d'automne
- La culture relais du soya dans le blé d'automne allie rentabilité et durabilité des systèmes de productions
- Il est nécessaire de poursuivre les essais à la ferme afin de mieux maîtriser la technique et maximiser ses bénéfices



REMERCIEMENTS

- Ferme Agri-Bienco inc. pour la participation au projet et Benjamin Bienvenue pour la réalisation de l'essai.
- Équipe technique du CÉROM: Sandrine Lemaire-Hamel, Alexe Dufour-Maheux, Josianne Caron, Martin Tremblay, ouvriers et étudiants stagiaires
- Nos collaborateurs : Sandra Flores-Mejia (CÉROM), Michel McElroy (CÉROM) et Yvan Faucher (MAPAQ).
- IRDA et CECPA pour les analyses économiques.
- Nos sources de financement :
 - *Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec dans le cadre du programme Prime-Vert (sous-volet 3.1), et des Producteurs de grains du Québec.*
 - *Les essais à la ferme sont exclusivement financés par les Producteurs de Grains du Québec.*

Merci à tous !



Questions ?



CÉROM
Centre de recherche sur les grains