

Sarcleur avec caméra dans les grandes cultures et légumes de transformation biologiques semés en rangs étroits

MARYSE L. LEBLANC

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, Saint-Bruno-de-Montarville, Qc;
maryse.leblanc@irda.qc.ca

Mots clés: désherbage mécanique, guidage avec caméra, socs plats, socs à patte d’oie, socs étroits, espacement entre les rangs.

En complément aux passages hâtifs de la houe rotative ou de la herse étrille, une stratégie de sarclage plus tardive pour la culture des petits pois, des haricots verts et du soya semées en rangs étroits a été évaluée en combinaison avec un système de guidage par caméra. L'étude été réalisée à la Plateforme d'innovation en agriculture biologique à Saint-Bruno-de-Montarville, Qc et regroupait quatre expériences avec deux années d'expérimentation pour chacune d'elle. Chaque dispositif expérimental était en bloc aléatoire complet répété 4 fois. Le sarclage était assisté du GPS du tracteur et d'un sarcleur doté d'un système de guidage par caméra. Les rangs étroits des cultures étaient écartés de 19 cm. Dans l'une des expériences, trois types de socs (socs étroits à 4,5 cm de large, socs plats et socs à pattes d'oie d'une largeur de 14 cm), testés à deux vitesses soit 4 et 6 km/h, ont été comparés à un témoin sans sarclage tardif. Un autre dispositif a évalué le binage à deux stades de la culture et l'effet cumulatif des deux passages, soit à 3-4 et 6 nœuds pour le pois et 2 et 3 feuilles trifoliées pour le haricot et le soya. En 2021, deux autres essais ont fait l'objet de l'étude dont les objectifs respectifs étaient de déterminer l'effet de l'espacement entre les rangs et l'utilisation de voies d'accès sur le rendement des cultures et l'impact de la vitesse du sarcleur avec un système de guidage par caméra sur la précision du binage. Dans la première expérience, en 2019, le peuplement du pois à la récolte était similaire entre les types de socs ainsi que son rendement. En 2021, le rendement avec les socs à patte d'oie et les socs plats à 6 km/h était significativement plus élevé qu'avec les socs étroits et les socs à patte d'oie à 4 km/h. En 2019, la densité des mauvaises herbes était plus importante avec les socs étroits passés à 4 km/h. En 2019, le peuplement et le rendement du haricot n'étaient pas significativement différents entre les traitements alors qu'en 2021, le peuplement était plus élevé avec les socs étroits à 4 km/ha et le rendement suivait la même tendance. En 2019, la densité des mauvaises herbes avec les socs à patte d'oie et les socs plats à 6 km/h était significativement plus faible que le témoin enherbé alors que cette différence n'était pas présente en 2021. En 2019 et 2021, le peuplement et le rendement du soya étaient similaires, qu'importe le type de socs et la vitesse utilisée. En 2019, la densité des mauvaises avait tendance à être plus élevée avec les socs étroits. Pour les trois cultures et durant les deux années d'expérimentation, la biomasse de mauvaises herbes n'était pas significativement différente entre les traitements. Dans la deuxième expérience, il n'y a pas eu de réduction de rendement du pois avec un sarclage qu'importe le stade évalué, mais celui-ci diminuait avec le cumul des deux sarclages. Un seul sarclage dans le haricot a eu peu d'effet sur son rendement alors que les deux sarclages cumulatifs ont réduit significativement celui-ci. Aucune différence n'a été décelée entre les traitements dans le soya. Dans la troisième expérience débutant en 2021, le rendement du pois a été significativement plus faible lorsque la culture était sarclée ou avait des voies d'accès. À l'inverse, le rendement du haricot avait tendance à être plus élevé lorsqu'il y avait du binage et les voies d'accès n'ont pas eu d'impact sur celui-ci. Cependant, son rendement diminuait avec l'augmentation de l'espacement entre les rangs (19 > 38 > 76 cm). Aucune différence de rendement n'a été observée avec le soya. Dans le dernier protocole mis en place en 2021, le peuplement du pois et du soya et le rendement du pois avaient tendance à être plus faibles lorsque la culture était sarclée avec caméra à 10 km/h comparativement à 6 km/h bien que les différences ne soient pas significatives. La même tendance a été observée sur le peuplement du soya toutefois il n'y a pas eu de baisse de rendement. Après deux ans d'expérimentation, les résultats démontrent que le sarclage tardif est une stratégie qui pourrait être utilisée pour réprimer les mauvaises herbes ayant échappé à la houe rotative ou à la herse avec peu ou pas de réduction de rendement dans les cultures de petit pois, de haricot vert ou de soya semés en rangs étroits.

SARCLEUR AVEC CAMÉRA DANS LES GRANDES CULTURES ET LÉGUMES DE TRANSFORMATION BIOLOGIQUES SEMÉS EN RANGS ÉTROITS

Maryse L. Leblanc PhD, Chercheure en malherbologie

Plateforme d'innovation en agriculture biologique, Saint-Bruno-de-Montarville

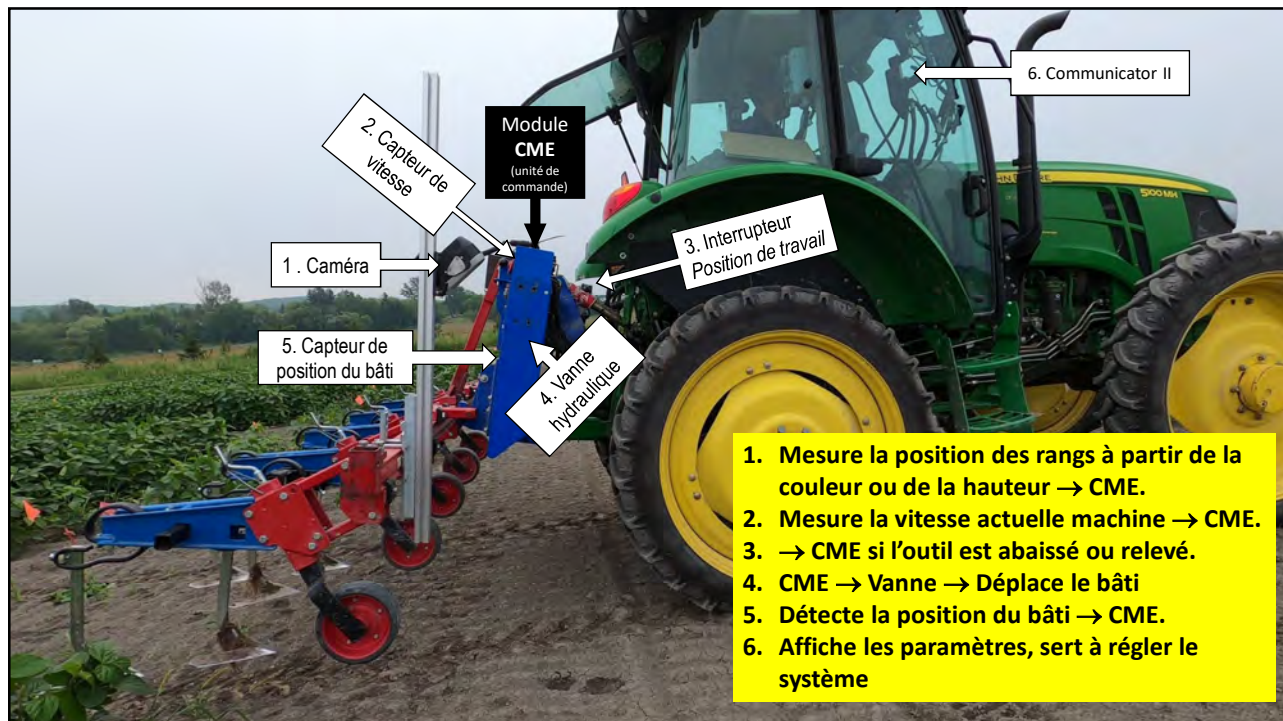
7 avril 2022



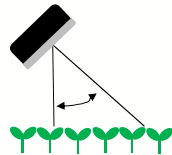
EXPÉRIENCES

1. **OUTILS ET VITESSES APPROPRIÉS POUR SARCLER LES RANGS ÉTROITS (2019-21)**
2. **STADES OPTIMAUX POUR SARCLER DES CULTURES À RANGS ÉTROITS (2019-21)**
3. **EFFET DE L'UTILISATION DE VOIES D'ACCÈS ET L'ESPACEMENT ENTRE LES RANGS SUR LE RENDEMENT DES CULTURES (2021-22)**
4. **IMPACT DU SYSTÈME DE GUIDAGE PAR CAMÉRA ET DE LA VITESSE SUR LE RENDEMENT ET LA PRÉCISION DU SARCLAGE (2021-22)**

SYSTÈME DE GUIDAGE AVEC UNE CAMÉRA



RÉGLAGE DE LA CAMÉRA : ANGLE

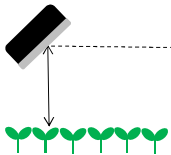


Angle entre la verticale et la direction de visée de la caméra

25°, 35° ou 45°

- Réglage pour une hauteur de plante inférieure à 60 cm : 35°.
- Les angles plus grand = fonctionnement plus stable sauf dans les virages.
- Si la caméra est basse, sélection d'un angle plus grand pour agrandir le champ de vision.

www.irpa-qt.ca



RÉGLAGE DE LA CAMÉRA : HAUTEUR



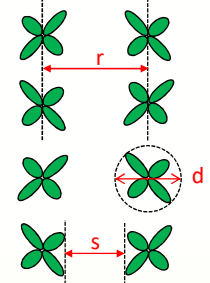
Espacement entre les rangs (cm)	Ex. de cultures	N ^{bre} de rangs vus par la caméra	Hauteur de caméra	
			Petits plants Diam. < 10 cm	Grands plants Diam. > 10 cm
12,5	Céréale	5	100	≥ 160
12,5		6	110	≥ 170
25	Blé bio	3	100	≥ 150
25		4	120	≥ 170
25		5	140	≥ 200
50	Betterave	2	100	≥ 160
50		3	140	≥ 200
75	Maïs	2	120	≥ 180

*Tiré du manuel d'utilisation CULTI CAM

www.irpa-qt.ca

DÉTECTION DE LA CULTURE

	Dimensions
Espacement entre les rangs (r)	12,5-125 cm
Diamètre minimum des plantes (d)	2-5 cm
Couleur des plantes (mode 2D)	Vert bleuâtre, vert jaunâtre, rouge
Couleur du sol (mode 2D)	Brun, noir
Largeur de la surface visible non recouverte entre les rangs (s) (mode 2D)	5-10 cm
Hauteur entre la plante et le sol ou les mauvaises herbes (mode 3D)	10-15 cm
Nombre minimal de plantes par mètre	3



Ex. : Caméra professionnel	Maïs	Betterave	Tournesol	Colza	Carotte	Grains
Espacement entre les rangs (cm)	75	50	50	50	45	25
Diamètre minimum des plants (cm)	3	3	3	2	1,5	2

*Tiré du manuel d'utilisation CULTI CAM



TAILLE DES PLANTES

Hauteur des plantes	Précision (cm)	
	Mode 2D	Mode 3D
Petite (< 10 cm)	± 1	
Grande (> 10 cm)	± 3	± 6

Les petites plantes de structure bien définie plus faciles à localiser que grandes plantes touffus.

VITESSE

Vitesse (km/h)	Hauteur des plantes	Précision (cm) ¹	
		Mode 2D	Mode 3D
3	Petite (< 10 cm)	± 2	
6	Petite	± 2	
9	Grande (> 10 cm)	± 3	± 6
12	Grande	± 5	± 6

¹Déplacement latéral de 50 mm/s.

*Tiré du manuel d'utilisation CULTI CAM





*Tiré du manuel d'utilisation CULTI CAM

FACTEURS RESTRICTIFS

- **MAUVAISES HERBES** 2D : Nette distinction entre les plants et les mauvaises herbes
3D : Hauteur entre culture et mauvaises herbes ≥ 10 cm
- **VITESSE** : 0,05 à 20 km/h
- **VIRAGES** : rayon de virage minimal de 50 m
- **VENT**



- **COULEUR DES PLANTES vs SOL** (Mode 2D)
- **POUSSIÈRE, HUMIDITÉ**
- **BRIS ET USURE DES COMPOSANTES MÉCANIQUES ET HYDRAULIQUES (VÉRIN)**

www.irda-qt.ca

MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

SITE : Plateforme d'innovation en agriculture biologique
Saint-Bruno-de-Montarville, QC




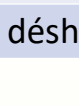


DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL : Bloc aléatoire complet répété 4 fois

PARCELLE : 3 m de large x 8 m de long




SEMOIR : John Deere 1590, 19 cm (7 ½ po) entre les rangs (38 cm ou 76 cm pour Exp. 3).

	PETITS POIS VERTS	HARICOT VERT	SOYA
VARIÉTÉ	Portage NT	Caprice NT	Marula BIO + inoculant Turbo-N2
TAUX DE SEMIS (grains/ha) 2019	1 946 869	383 617	500 000
2021	1 681 549	421 979	500 000
PROFONDEUR DU SEMIS (cm)	5	3,8	3,8

EXP. 1 – DÉTERMINER LES OUTILS ET LA VITESSE APPROPRIÉS

TRAITEMENTS	TYPES DE SOCS	LARGEUR DU SOC (cm)	VITESSE (km/h)	DISTANCE DU RANG (cm)
1. E4	Étroits 	4,45	4	7,3
2. E6	Étroits 	4,45	6	7,3
3. O4	Pattes d'oie 	14	4	2,5
4. O6	Pattes d'oie 	14	6	2,5
5. P4	Plats 	14	4	2,5
6. P6	Plats 	14	6	2,5
7. T	Témoin sans désherbage tardif			

HYPOTHÈSES

SOC ÉTROIT avec dent flexible		<ul style="list-style-type: none"> Tend à aller plus profondément Moins de chance d'arracher des plants Couvre moins de surface pour réprimer les mauvaises herbes
SOC PATTE D'OIE avec dent semi-flexible		<ul style="list-style-type: none"> Profondeur plus constante Tend à renchausser les plants
SOC PLAT avec dent semi-flexible		<ul style="list-style-type: none"> Profondeur constante Scalpe le sol, peu de renchaussement
VITESSE 4 vs 6 km/h		<ul style="list-style-type: none"> Plus la vitesse est élevée, plus la projection de sol vers le rang est grande Les socs ont tendance à s'enfoncer moins dans le sol à plus haute vitesse

www.irda.qc.ca

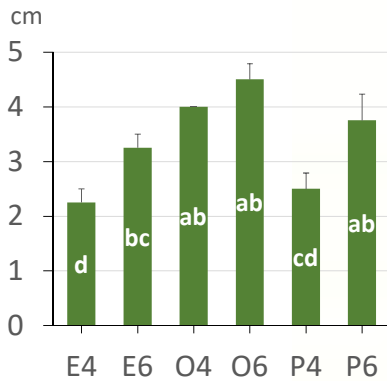
RÉGIE

OPÉRATIONS	AN	POIS		HARICOT		SOYA		VITESSE (km/h)
		DATE	STADE	DATE	STADE	DATE	STADE	
SEMIS	2019 2021	13 juin 2 juin		13 juin 2 juin		7 juin 28 mai		
DÉSH. HÂTIFS								
Houe rotative	2019	27 juin	1-2 f.	19 juin	Prélevée	19 juin	Prélevée	15 (pois: 11,3) 6,4 11,3
Herse étrille				27 juin	2 f. unif.	27 juin	2 f. unif.	
Houe rotative	2021	18 juin	1-2 f.	18 juin	2 f. unif.	16 juin	2 f. unif.	
DÉSH. TARDIFS								
Soc étroit, à patte d'oie et plat	2019 2021	4 juillet 23 juin	3-4 nœuds	9 juillet 5 juillet	2 f. trif. 2-3 f. trif.	4 juillet 25 juin	2 f. trif.	4 ou 6
RÉCOLTE								
	2019 2021	29 juillet 22 juillet		15 août 10 août		16 oct 28 oct		

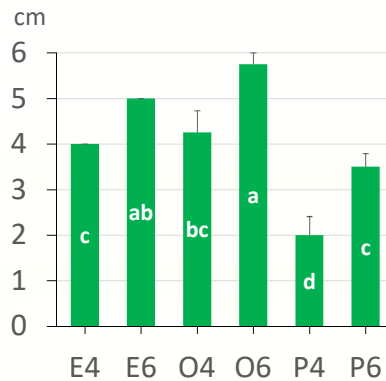
www.irda.qc.ca

QUANTITÉ DE TERRE PROJETÉE SUR LE RANG

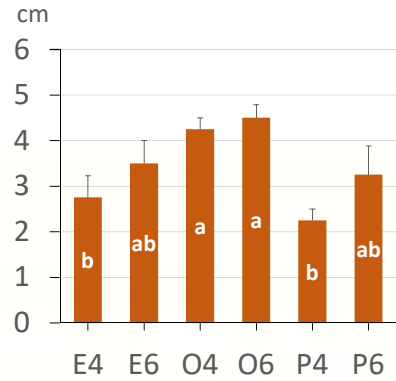
PETITS POIS VERTS



HARICOT VERT



SOYA



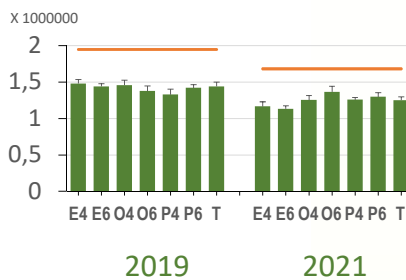
Les moyennes ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test LSD au seuil de 5 %.
Les barres verticales indiquent l'erreur-type (\pm SE).



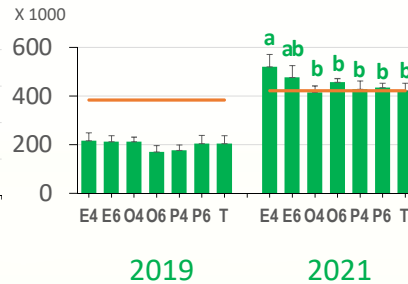
PEUPEMENT À LA RÉCOLTE

(plants/ha)

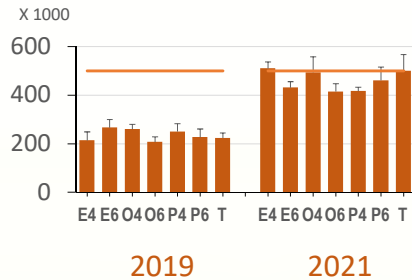
PETITS POIS VERTS



HARICOT VERT



SOYA

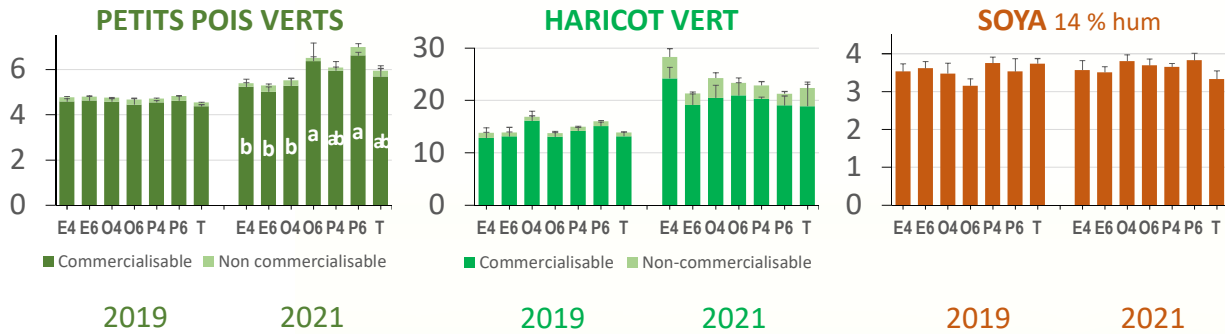


Les moyennes ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test LSD au seuil de 5 %.
Les barres verticales indiquent l'erreur-type (\pm SE).



RENDEMENT

(T/ha)

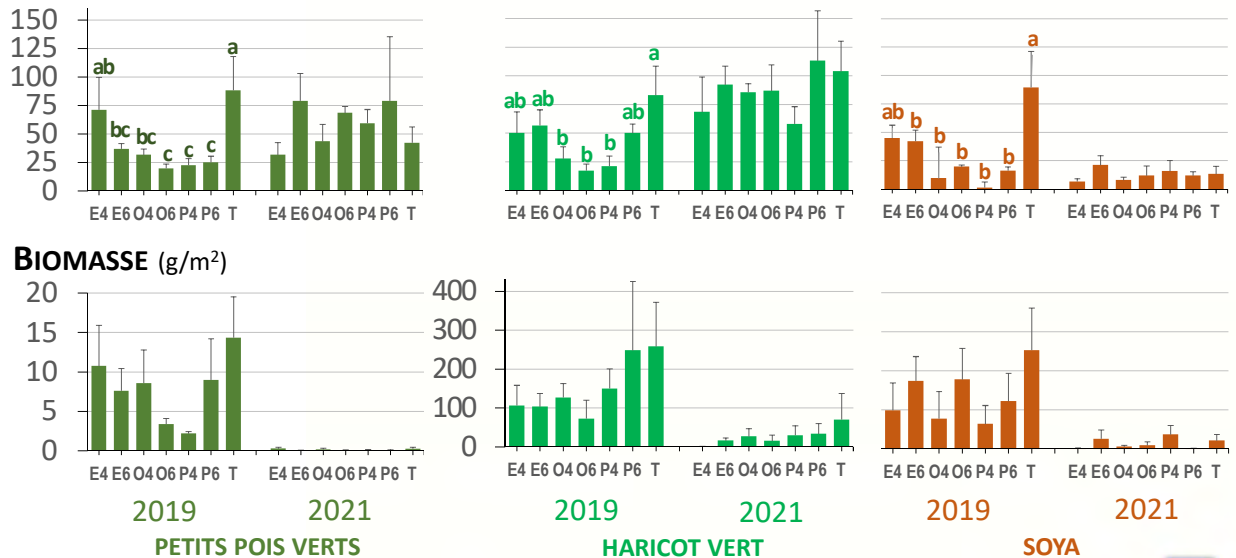


Les moyennes ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test LSD au seuil de 5 %.
Les barres verticales indiquent l'erreur-type (\pm SE).



MAUVAISES HERBES

DENSITÉ (plants/m²)



Les moyennes ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test LSD au seuil de 5 %.
Les barres verticales indiquent l'erreur-type (\pm SE).



EXP 2 – DÉTERMINER LES STADES OPTIMAUX

TRAITEMENTS	DESCRIPTION
1. S1	Sarclage au stade 1
2. S2	Sarclage su stade 2
3. S12	Sarclages aux stades 1 et 2
4. TM	Témoin désherbé manuellement après les désherbages hâtifs

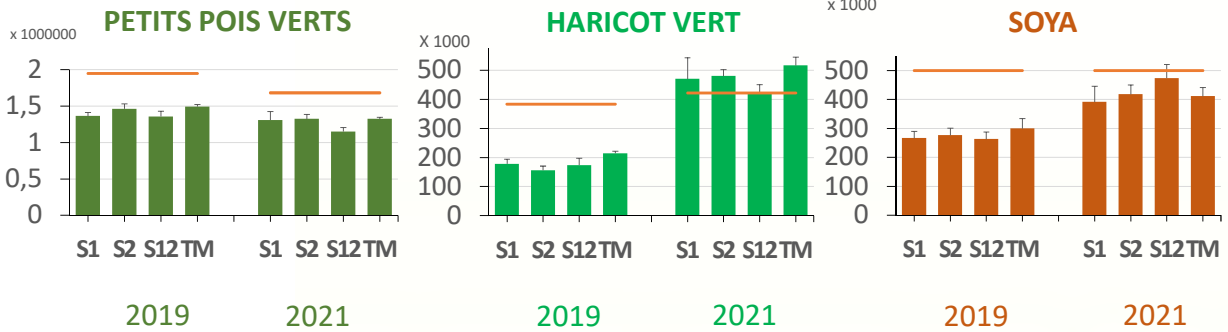
www.
lrda.
qc.ca

RÉGIE

OPÉRATIONS	AN	POIS		HARICOT VERT		SOYA		VITESSE (km/h)
		DATE	STADE	DATE	STADE	DATE	STADE	
SEMIS	2019 2021	13 juin 2 juin		13 juin 2 juin		7 juin 28 mai		
DÉSH. HÂTIFS								
Houe rotative Herse étrille	2019	27 juin	1-2 f.	19 juin 27 juin	Prélevée 2 f. unif.	19 juin 27 juin	Prélevée 2 f. unif.	15 (pois: 11,3) 6,4
Houe rotative	2021	18 juin	1-2 f.	18 juin	2 f. unif.	1 ^{er} juin 17 juin	Prélevée 2 f. unif.	11,3
DÉSH. TARDIFS								
S. patte d'oie S1 S2	2019	4 juillet 9 juillet	3-4 nœuds ~6 nœuds	9 juillet 16 juillet	2 f. trif. 3 f. trif.	4 juillet 9 juillet	2 f. trif. 3 f. trif.	4
Soc plat S1 S2	2021	23 juin 29 juin	3-4 nœuds ~6 nœuds	5 juillet 12 juillet	2-3 f. trif. 4 f. trif.	25 juin 29 juin	2 f. trif. 3 f. trif.	6
RÉCOLTE	2019 2021	29 juillet 21 juillet		15 août 9 août		16 oct. 27 oct.		

PEUPELEMENT

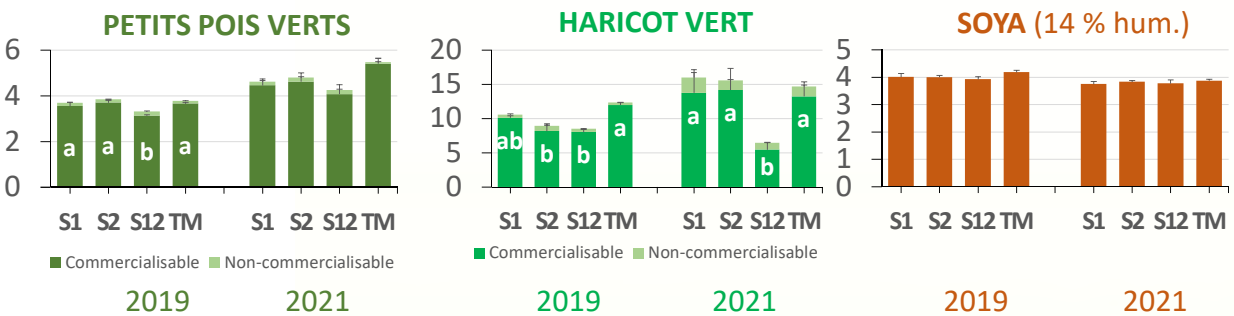
(plants/ha)



www.irda.qc.ca

RENDEMENT

(T/ha)

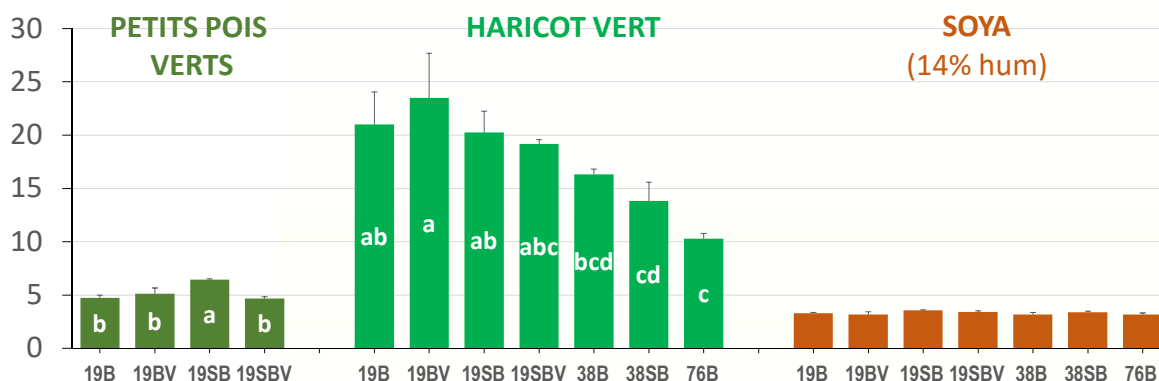


Les moyennes ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test LSD au seuil de 5 %.
Les barres verticales indiquent l'erreur-type (\pm SE).

www.irda.qc.ca

EXP. 3 – EFFET DE L'UTILISATION DE VOIES D'ACCÈS ET L'ESPACEMENT ENTRE LES RANGS

2021 – RENDEMENT (T/ha)



B: binage **BV:** binage avec voies d'accès **SB:** sans binage **SBV:** sans binage avec voies d'accès
 Espacement entre les rangs : 19, 38 et 76 cm.

Les moyennes ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test LSD au seuil de 5 %.
 Les barres verticales indiquent l'erreur-type (\pm SE).

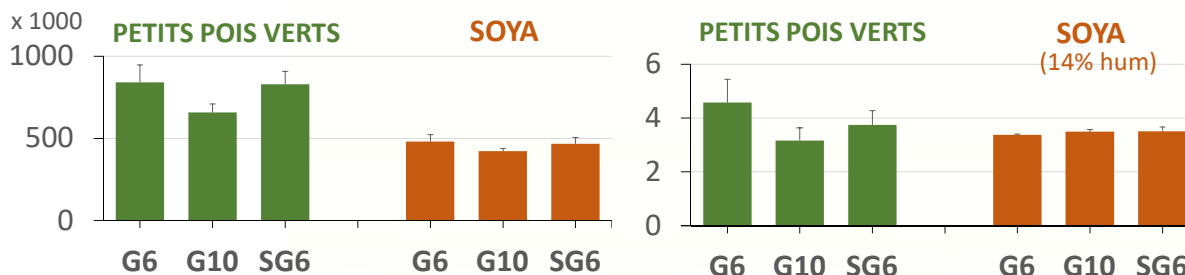


EXP. 4 – IMPACT DU SYSTÈME DE GUIDAGE PAR CAMÉRA ET LA VITESSE SUR LE RENDEMENT ET SUR LA PRÉCISION DU BINAGE

PEUPEMENT (plants/ha)

- 2021 -

RENDEMENT (T/ha)



G6: avec guidage à 6 km/h G10: avec guidage à 10 km/h SG : sans guidage

*Espacement entre les rangs : 19 cm



CONCLUSION

Les résultats démontrent qu'un sarclage plus tardif, à l'aide d'un système de guidage par caméra, est une stratégie qui pourrait être utilisée pour réprimer les mauvaises herbes ayant échappé ou levé après les passages de la houe rotative ou de la herse étrille avec peu ou pas de réduction de rendement dans les cultures de petit pois, de haricot vert ou de soya semés en rangs étroits.

Le choix des outils et de la vitesse dépendra des conditions édaphiques et de la hauteur des plants de la culture afin de ne pas les enterrer.

Le cumul de 2 sarclages tardifs à 2 stades différents avait tendance à réduire le rendement des cultures de pois et de haricot sauf du soya.



REMERCIEMENT

Ce projet a été financé par l'entremise du Programme Innov'Action Agroalimentaire, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec. Merci à Justin Ouellette, Maxime Lefebvre, aux étudiants et ouvriers pour leur aide technique et à Bonduelle pour les semences de pois.



Programme Innov'Action agroalimentaire 2018-2023
Volet 1 - Recherche et développement



Questions ?

www.Irda.qc.ca