

ESSAIS « TRAVAIL DU SOL » À BOIGNEVILLE

EN ROTATION AVEC BETTERAVE

le labour reste la référence

Le strip-till sur betteraves, avec un passage profond en automne et un superficiel au printemps, assure une bonne performance technique mais un résultat économique limité.



Parmi les essais « Travail du sol » conduits à Boigneville^[1], l'un intégrait une rotation culturale typique du Bassin parisien avec des betteraves sucrières, des céréales à paille et des oléoprotéagineux. L'essai A portait une rotation maïs grain - blé tendre d'hiver sans irrigation de 1971 à 1997. De 1998 à 2017, sur la moitié de sa surface, une rotation betteraves - blé tendre d'hiver - oléoprotéagineux - orge de printemps a été introduite (essai A2) ; l'oléoprotéagineux a évolué au cours du temps : pois de printemps (1998 à 2007), puis féverole d'hiver (2008-2013), puis colza d'hiver (2014-2017).

Le suivi des betteraves sucrières dans l'essai a été réalisé par l'Institut Technique de la Betterave. Les cultures de printemps, et notamment les betteraves, ont été irriguées. Ce fut aussi le cas pour le colza deux années sur quatre, lors de son implantation. Chaque culture de la rotation était présente chaque année mais sur une seule répétition, ce qui ne nous permet pas de réaliser des comparaisons statistiques entre modalités. Il convient donc d'être prudent avec les résultats d'une seule année, mais les sols sont suffisamment homogènes pour considérer les rendements pluriannuels d'une culture comme

Plusieurs techniques d'implantation des cultures ont été comparées dans une rotation incluant des betteraves, des céréales et des oléoprotéagineux. Le labour donne les meilleurs résultats sur betteraves et pois, mais d'autres techniques sont équivalentes à l'échelle de la rotation culturale.

assez précis. Les résultats de certaines années ont été écartés des synthèses pluriannuelles^[2].

Pour chaque rotation culturale, cinq techniques de travail du sol ont été comparées : un semis sur labour, deux modalités sur travail superficiel, du semis direct et du travail réduit. Cette dernière modalité a évolué au cours du temps : préparation-semis avec un Horsch Sème Exact de 1998 à 2006 (rotavator et semis à la volée avec une planche de semis, sauf pour les betteraves où le semis monograiné était fait sur une préparation faite par le rotavator) ; semis direct de 2007 à 2011 ; strip-till sur betteraves, féverole et colza de 2012 à 2017 (semis

direct des céréales sur la même période). Les résultats présentés plus bas ont été limités aux modalités se différenciant nettement entre elles. Ceux obtenus avec le Horsch SE, très peu utilisé de nos jours, ne sont pas présentés ici. Le Horsch Sème Exact a assuré de très bonnes levées sur betteraves, blé, pois et orge.

En non labour, le strip-till convient aux betteraves

Sur betteraves sucrières, quatre grands types d'implantation ont été comparés (tableau 1) : labour, travail superficiel (5 cm), semis direct et strip-till. Dans ce dernier cas, il y a eu un double passage (à environ 15 cm en automne, et à 5 cm au printemps). Le travail superficiel a donné des levées et rendements

légèrement inférieurs à ceux obtenus sur labour. Le

fourchage des betteraves était supérieur. La marge nette est pénalisée d'environ 100 €/ha, avec un temps de travail réduit de 1 h/ha.

Le semis direct, testé de 2003 à 2015, a donné des levées nettement inférieures aux autres techniques, qui s'expliquent par la difficulté à créer



Le strip-till réalisé quelques heures avant le semis a permis d'obtenir les meilleures levées de colza.

© J. Labreche - CVR - Institut d'agriculture

suffisamment de terre fine autour de la petite graine de betterave. Le fourchage des betteraves était également plus élevé que sur labour. Le temps de travail est réduit de plus de 1 h30/ha. La marge nette est cependant pénalisée de 126 €/ha - et ce chiffre est sans doute optimiste car la récolte des betteraves a été manuelle, alors qu'une récolte mécanique aurait provoqué des pertes élevées compte tenu du développement hétérogènes des racines (levée hétérogène).

Le strip-till est la seule technique sans labour ayant donné des résultats sensiblement équivalents au labour en termes de levée et de rendement. Le fourchage a été, en moyenne, légèrement supérieur à celui du labour mais inférieur à celui obtenu en travail superficiel. Les données économiques sont, en revanche, décevantes et s'expliquent par le coût et le temps de travail du double passage de strip-till. Il aurait été intéressant d'avoir plus de références sur le strip-till passé une seule fois, soit

« En considérant l'ensemble de la rotation, les écarts de résultats entre labour et non labour sont finalement limités. »

IMPLANTATION DES BETTERAVES SUCRIÈRES : de meilleurs résultats économiques sur labour

Travail du sol	Labour	Travail superficiel	Travail localisé ou semis direct
Betteraves sucrières 2003 à 2015 (précédent orge de printemps, couverts à partir de 2009)	- 1-2 déchaumages, - Couvert, - Charrue en entrée d'hiver, - Herse rotative, - Vibroculteur, - Semoir lourd à disques	- 1-2 déchaumages, - Couvert détruit en entrée d'hiver, - Herse rotative, - Semoir lourd à disques	- Couvert détruit en entrée d'hiver, - Semoir lourd à disques
	81 %	78 %	58 %
	101,9 t/ha	98,3 t/ha	95,8 t/ha
	40 %	57 %	54 %
	0 €/ha (référence)	-101 €/ha	-126 €/ha
	7 h 32 min/ha	6 h 28 min/ha	4 h 52 min/ha
Betteraves sucrières 2012 à 2017 (sauf 2016 précédent orge de printemps, couverts)	- 1-2 déchaumages, - Couvert, - Charrue en entrée d'hiver, - Herse rotative, - Vibroculteur, - Semoir lourd à disques	- 1-2 déchaumages, - Couvert détruit en entrée d'hiver, - Herse rotative, - Semoir lourd à disques	- Couvert détruit en entrée d'hiver, - Strip till 15 cm automne, - Strip till 4 cm avant semis, - Semoir lourd à disques
	81 %	76 %	81 %
	114,0 t/ha	111,2 t/ha	113,5 t/ha
	36 %	45 %	41 %
	0 €/ha (référence)	-103 €/ha	-51 €/ha
	7 h 08 min/ha	6 h 28 min/ha	6 h 42 min/ha

Tableau 1 : Pourcentage de levée de la culture, rendement barème (t/ha), pourcentage de fourchage, marge nette et temps de travail selon la technique d'implantation des betteraves sur un précédent orge de printemps. Essai A2 à Boigneville.

Des couverts introduits dès l'été 2008

Entre orge et betteraves, il s'agissait le plus souvent d'une association de moutarde blanche, phacélie et légumineuse. Avec une orge brassicole en précédent, sous-fertilisée pour respecter les normes de teneurs en protéines, la biomasse moyenne du couvert a été faible (1,3 t MS/ha).

Entre féverole d'hiver et orge de printemps, le couvert était, soit une association de moutarde blanche, phacélie et légumineuse, soit une moutarde blanche seule. Dans ce cas, la biomasse moyenne a été plus élevée (2,0 t MS/ha).

Entre colza et orge, le couvert était composé de repousses de colza et de trèfle blanc, seul ou associé à d'autres légumineuses (lotier corniculé, luzerne). C'est ce type de couvert qui a produit la biomasse la plus élevée (3,0 t MS/ha), pour le coût le plus faible*. Les légumineuses pérennes ont été semées avec le colza, en complément de plantes compagnes « gélives ». Ces dernières étaient composées d'espèces non envahissantes au printemps même quand elles n'avaient pas gelé (gesse, fenugrec, lentille...), de manière à ne pas avoir à passer d'herbicides qui auraient détruit les espèces pérennes.

(* Plus de résultats sont consultables sur <http://arvalis.info/1ep>

profondément en automne sans reprise de printemps, soit uniquement au printemps. Cette dernière stratégie a été testée uniquement en 2017 (strip-till à 5 cm avec des disques gaufrés, quelques jours avant le semis). La levée et le rendement ont été équivalents au strip-till passé deux fois, mais cela est à confirmer sur un nombre plus élevé d'années.

Le semis direct est intéressant pour l'orge, mais attention à la gestion du couvert

Dans cet essai, l'orge de printemps a été implantée derrière des précédents atypiques. Derrière les pois et féveroles, les implantations se sont avérées très faciles. La levée était légèrement moins bonne en semis direct (sol parfois un peu « plastique » au semis) mais sans impacter le rendement. Le non labour était avantageux au niveau de la marge nette et du temps de travail. Après un colza dans lequel un couvert « permanent » avait été implanté, le choix a été fait de détruire le couvert avant de semer l'orge (*encadré*). Afin de réaliser une fertilisation localisée au semis, l'implantation de l'orge a été réalisée avec un semoir lourd à disques équipé d'une double caisse et d'une double distribution. En travail superficiel, le passage d'un cultivateur en entrée d'hiver avait créé un sol assez dénivélé en raison du réseau dense de stolons de trèfle en surface ; le passage



AGRI-MOTION
PRECISION AGRICULTURE
PCSWI

**Régulation
Electrique DPAE**

- Tous matériels
- WIFI



ROJ Driving precision agriculture

FRANCE AGRI SERVICES
Chemin des Forges - 31460 SAUSSENS
MATÉRIEL AGRICOLE - ACCESSOIRES - PIÈCES DÉTACHÉES

Tél: 06.11.76.93.45 Fax: 05.62.18.93.36
Web: www.piece-agricole.fr & www.demoir.com Email: contact@nord-fas.fr

**MATÉRIELS de SEMIS
MONOGRAINES**

NEUFS & OCCASIONS (pièces & accessoires)
www.piece-agricole.fr

**RÉGULATION
HYDRAULIQUE & ÉLECTRIQUE**

John-Blue - Dickey John

ACCESSOIRES DE SEMIS

Trash-wheel, rallonge de châssis, modification de châssis, roue de fermeture





PM300E



CDS-JOHN BLUE COMPANY

Pompes et accessoires CDS-John Blue





à +50 euros – c’est le gain de marge nette observé dans nos essais pour les céréales implantées en non labour par rapport au labour.

IMPLANTATION DE L'ORGE DE PRINTEMPS : de meilleurs résultats économiques sans labour

Travail du sol	Labour	Travail superficiel	Semis direct
Orge de printemps 1999 à 2014 (précédent pois de printemps ou féverole d'hiver, couverts à partir de 2009)	- 1 déchaumage, - Couvert, - Charrue en entrée d'hiver, - Herse rotative, - Semoir à socs ou disques	- 1 déchaumage, - Couvert détruit en entrée d'hiver, - Herse rotative, - Semoir à socs ou disques	- Couvert détruit en entrée d'hiver, - Semoir lourd à disques
	75 %	78 %	69 %
	7,6 t/ha	7,6 t/ha	7,7 t/ha
	0 €/ha (référence)	+15 €/ha	+28 €/ha
	3 h 55 min/ha	3 h 05 min/ha	2 h 34 min/ha
Orge de printemps 2015 à 2017 (précédent colza avec couvert pérenne)	- Couvert, - Charrue en entrée d'hiver, - Herse rotative et parfois vibroculteur, - Semoir lourd à disques	- Couvert détruit en entrée d'hiver, - Cultivateur, - Herse rotative, - Semoir lourd à disques	- Couvert détruit en entrée d'hiver, - Semoir lourd à disques
	79 %	78 %	47 %
	7,4 t/ha	7,7 t/ha	7,3 t/ha
	0 €/ha (référence)	+49 €/ha	+22 €/ha
	4 h 19 min/ha	2 h 55 min/ha	2 h 49 min/ha

Tableau 2: Pourcentage de levée de la culture, rendement (t/ha à 15 %), marge nette et temps de travail selon la technique d'implantation de l'orge de printemps, précédent protéagineux ou colza. Essai A2 à Boigneville.

d'une herse rotative au printemps a remis à plat le terrain avant le semis.

En semis direct, deux destructions chimiques en entrée puis en sortie d'hiver avec des herbicides (glyphosate associé à du 2,4D, puis glyphosate seul) n'ont pas totalement détruit le couvert, notamment le trèfle blanc ; ce dernier a finalement été éliminé par des herbicides anti-dicotylédones quand l'orge était au stade tallage. La levée de l'orge dans cette situation a été faible, notamment en 2017 (semis suivi d'une période sèche). Les résidus en surface (pailles de colza, stolons de trèfle) ne semblent pas expliquer ce problème, ni la fermeture du sillon ; par contre, il y a peut-être eu compétition du couvert non encore détruit avec l'orge dès sa levée. Le

rendement est, en moyenne, à peine différent de celui obtenu avec du labour, mais avec des disparités entre années. Ce semis direct d'orge sur couvert permanent donne des résultats économiques crédibles (tableau 2).

Toutefois, il faut garder en tête le point critique que représente la gestion d'un couvert pérenne avant une culture de printemps. En effet, sur plusieurs autres sites ayant étudié l'impact et la gestion des couverts permanents avant une orge de printemps, il est ressorti qu'une destruction du couvert avant le semis de l'orge est bénéfique au rendement de cette dernière (+10 à +15 %, à fertilisation azotée identique). En revanche, les couverts maintenus vivants dans l'orge ont été pénalisants (-20 à -35 % de rendement). Ceux

Les légumineuses pérennes installées avec le colza ont donné des biomasses satisfaisantes l'été suivant la récolte du colza, hormis les étés très secs.



détruits en début du cycle de l'orge (avril) ont eu des impacts variables (de -10 à +10 %).

Céréales à paille et féverole d'hiver dégagent la meilleure marge nette en non labour

Les différentes techniques testées⁽²⁾ ont eu peu d'impact sur le rendement moyen du blé derrière une betterave ; le facteur limitant reste de trouver des conditions d'implantation correctes. En l'absence de labour, le pois après un blé a été pénalisé sur le plan des rendements et des marges ; l'absence de travail profond aurait pénalisé le fonctionnement des nodosités. La féverole d'hiver après un blé s'est mieux comportée en implantation sans labour, avec des rendements similaires à ceux du labour et une amélioration de la marge nette. Sur quatre campagnes, le colza suivant un blé n'a pas montré d'écart de rendement en moyenne, alors qu'il y en avait sur les levées. Le semis direct a été pénalisé l'été 2016, le semoir n'ayant pas suffisamment enterré les graines dans le sol très sec et dur. Le strip-till, réalisé juste quelques heures avant le semis avec un semoir monograine lourd, a obtenu les meilleures levées moyennes.

Cet essai montre une adaptation différente de chaque culture aux techniques d'implantation. Si la betterave et le pois montrent les meilleurs résultats techniques et économiques en labour, les céréales à pailles et la féverole d'hiver dégagent la meilleure marge nette en l'absence de labour. Les écarts sont finalement limités sur l'ensemble de la rotation. À titre d'exemple, de 2013 à 2017 sur la rotation betterave-blé-colza-orge, le labour dégage la meilleure marge nette. Le travail superficiel sur toutes les cultures de la rotation, ainsi que le strip-till sur betterave et colza alternant avec le semis direct sur céréales, dégagent une marge nette inférieure de « seulement » une vingtaine d'euros à l'hectare. Cet écart est mince au regard de l'imprécision dans la mesure des rendements ou des choix méthodologiques dans les calculs de marge nette. Le gain de temps était d'environ 1 h/ha pour les deux techniques sans labour.

*(1) Cet article est le second d'une série de six faisant la synthèse de 47 ans d'essais sur l'impact de différents modes de travail du sol sur les cultures et sur le sol. Le premier article, paru en janvier 2019, a abordé la rotation maïs/blé, le suivant traitera de deux monocultures.
(2) Plus de précisions et de résultats sont à consulter sur <http://arvalis.info/1ep>*

Jérôme Labreuche – j.labreuche@arvalis.fr
Sylvain Bureau, Geoffroy Levesque, Mathilde Closset,
Émilie Aubry, Damien Brun
ARVALIS - Institut du végétal
Henry de Balathier, Remy Duval
Institut Technique de la Betterave
Guillaume Jolly - TERRES INOVIA



N°1 DU DÉBIT DE CHANTIER



SEMOIR SIMPLIFIÉ CIRRUS

Sur labour ou en itinéraire simplifié, le Cirrus vous garantit un débit de chantier inégalable grâce à sa rapidité de réglages, son importante autonomie et sa vitesse de travail.

- **Pneu Matrix** repoussant encore plus loin les limites d'utilisation en conditions humides
- **Jusqu'à 3 trémies et 3 doseurs indépendants**
Distribution électrique avec modulation automatique de dose à partir de cartes d'application
- **Fonction Autopoint** supprimant automatiquement les recroisements et les manques en fourrières
- **Mise en terre au choix :**
Simple disque RoTeC Pro ou double disques TwinTec+ jusqu'à 100 kg de pression par élément



De 3 à 6 mètres dont version exclusive 3,50 m

