

ESSAI TRAVAIL DU SOL DE BOIGNEVILLE

# UNE ROTATION BETTERAVIÈRE

propice au labour et au semis direct

© ARVALIS-Institut du végétal

**Une rotation betterave/blé/protéagineux/orge, introduite dans l'essai travail du sol de Boigneville en 1998, montre une certaine prédilection des betteraves et des protéagineux pour le labour. Mais le semis direct offre également de bonnes performances technico-économique à l'échelle de la rotation.**

**P**armi les cinq rotations étudiées dans l'essai travail du sol de longue durée de Boigneville (91) figure celle incluant depuis 1998 betteraves sucrières/blé tendre/protéagineux/orge de printemps (1). Chaque culture de la rotation a été conduite selon trois grands types d'implantation : labour, travail superficiel ou semis direct, ces deux derniers ayant fait appel à plusieurs outils (*encadré*).

### Avantage au labour sur les betteraves

Concernant la levée des betteraves sucrières, il ne se dégage pas de tendance nette entre les modalités sur labour ou sur travail superficiel, que ce soit des reprises avec herse rotative, vibroculteur ou même Horsch SE. Le Rotasemis donne des résultats équivalents. En revanche, le semis direct donne des levées plus variables et inférieures en moyenne aux autres modalités. De 2003 à 2012, la levée moyenne est de 81,6 % en labour, 78,4 % en travail superficiel et 61,3 % en semis direct. À noter que toutes les modalités sont semées le même jour, dès lors que le ressuyage est suffisant pour les techniques desséchant le moins vite le sol en

surface (semis direct en particulier). Le semis sur labour aurait donc parfois pu se faire plus tôt. La vitesse de développement des betteraves et de couverture du sol est également à l'avantage du labour. Le semis direct est en général le plus en retard, excepté en 2003 où le printemps très sec a favorisé les techniques ayant conservé l'humidité du sol.

### Le strip-till encourageant sur les betteraves

Concernant le rendement barème des betteraves, les écarts se font sur le poids de racines et non la richesse en sucre. En moyenne, le labour assure les meilleurs rendements (*tableaux 1 et 2*). Il se distingue en particulier les années à très bonne productivité (*figure 1*). Sur la période 1998-2006, les betteraves implantées sur une préparation avec le Horsch SE donnent un rendement significativement inférieur. Le lissage provoqué par cet outil semble avoir freiné le développement des racines. Le taux de betteraves fourchues était d'ailleurs supérieur derrière ce même outil : 72 % contre 45 % en labour et 65 % en travail superficiel. Le semis

### En savoir plus

Retrouvez cet article sur [www.perspectives-agricoles.com](http://www.perspectives-agricoles.com) avec une présentation détaillée des différentes modalités étudiées dans cet essai depuis 1970.

### Cinq techniques d'implantation

La première technique d'implantation (L0) inclut un labour à environ 20 cm tous les ans, de 1971 à aujourd'hui. Dans ce limon argileux, le retournement du sol a lieu fin novembre avant les cultures de printemps et juste avant le semis pour les cultures d'automne.

Deux modalités (L1, L'1) incluent tous les ans du travail superficiel qui se limite à 4-5 cm de profondeur (déchaumeurs à disques ou à dents, vibroculteur, herse rotative...). Pour le blé, l'orge et le pois, L1 se caractérise par un semis avec un combiné herse rotative + semoir à socs ou à disques sur sol préalablement déchaumé ou préparé. L'1 a été très majoritairement implanté avec un semoir à disques pour semis direct (Sulky Unidrill puis Easydrill) sur sol déchaumé. Pour la féverole d'hiver, implantée avec un semoir monograine, les itinéraires ne sont pas différenciés entre L1 et L'1. Pour les betteraves, des différenciations ont eu lieu en comparant par exemple des reprises de sol au printemps avec herse rotative ou vibroculteur mais sans grande conséquence sur la culture.

### Plusieurs scénarios de semis direct

Le semis direct est pratiqué sur L2 avec un Sulky Unidrill ou Easydrill pour les céréales et le pois, mais il est précédé d'un vibroculteur passé en travers du sens de la récolte derrière la betterave. Pour les féveroles et les betteraves, un semoir monograine lourd (Monosem NX) est utilisé en direct sur chaume et dans le couvert détruit à l'avance. En revanche, le semis direct au sens strict n'était pas pratiqué sur les betteraves de 1998 à 2002, faute de matériel adapté. Un travail superficiel du sol localisé à la ligne de semis était réalisé avec un « rotasemis », outil qui combine un rotalabour à un semoir monograine à disques ouvreurs et socs semeurs.

Le semis direct est également pratiqué sur L'2 avec un Horsch SE entre 1998 et 2006 pour implanter céréales et pois ainsi que pour préparer le semis des betteraves. À partir de 2007, les céréales sont implantées avec un Semeato TDNG, les betteraves et les féveroles avec un Monosem NX.

À partir de la campagne 2011/2012, le strip-till a été introduit sur L'2 pour les betteraves et la féverole.



En semis direct, les betteraves sucrières ont tendance à être difformes et à pousser hors de terre, sans pour autant trop pénaliser le rendement. La récolte mécanique peut cependant en pâtir.

direct donne un taux de fourchage proche du travail superficiel entre 2003 et 2012.

Les premiers résultats obtenus en 2012 avec le strip-till sont prometteurs: levée rapide, très bon rendement, fourchage à peine supérieur à celui obtenu avec le labour. Le passage de strip-tiller profond (17 cm) en octobre est suivi par un nouveau passage très superficiel quelques jours avant le semis (affinement du lit de semences). Une technique à suivre...

### La récolte des betteraves bouscule le semis du blé

La levée du blé de betteraves est en moyenne légèrement meilleure en semis direct, que ce soit avec Easydrill, Semeato TDNG ou Horsch SE. Le labour est pénalisé certaines années par un lit de semences grossier créé par la charrue sur des sols asséchés par la culture de betterave. Le tal-lage épis est également légèrement moins bon derrière un labour. En revanche, il n'y a pas d'écart significatif pour le rendement du blé entre les différentes techniques d'implantation. Les teneurs en protéines sont également très proches.

Le non labour facilite les implantations de blé après les betteraves: résidus de culture limités, préparation de sol moins grossière en cas de sol très sec. Le blé tolère aussi relativement bien des structures de sol compactées grâce à son enracinement fin qui se met en place en hiver et à la longueur de son cycle cultural. L'excès d'humidité peut en revanche être préjudiciable lors de récolte tardive des betteraves. Les conditions de semis du blé étaient « limite » lors de la campagne 2000-2001 très arrosée. Les pertes à la levée ont été très fortes sur les préparations vibroculteur

« Le non labour facilite les implantations de blé après les betteraves. »

### RENDEMENT DES BETTERAVES : le labour valorise les bonnes années

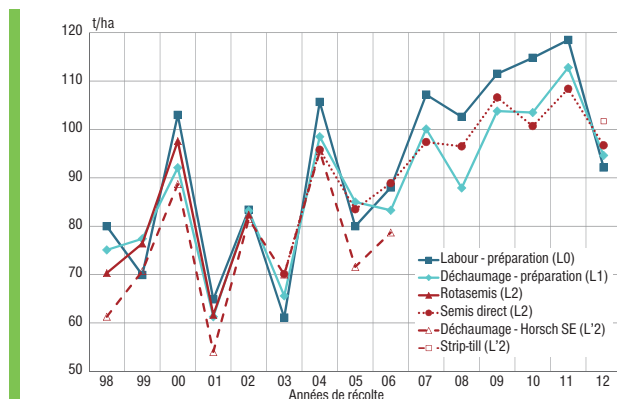


Figure 1 : Comparaison du rendement barème des betteraves sucrières selon l'année et la technique d'implantation.

**RENDEMENTS : peu de différences entre techniques**

Culture	Précédent	Années		Labour (L0)	Travail superficiel (L1)	Travail superficiel (L'1)	Semis direct (L2)	Horsch SE (L'2)
Betteraves sucrières	pailles	1998-2006	t/ha (rdt barème)	81,8 (a)	80,2 (a)	76,8 (ab)	80,7 (a)	74,7 (b)
Blé tendre d'hiver	betteraves	1999-2006	q/ha	84,1 (a)	83,8 (a)	82,7 (a)	87,6 (a)	86,2 (a)
Pois de printemps	blé	1998-2003	q/ha	54,1 (a)	51,5 (a)	48,8 (a)	49,7 (a)	47,5 (a)
Orge de printemps	pois	1999-2006	q/ha	75,5 (ab)	73,8 (ab)	74,2 (ab)	76,3 (a)	72,7 (b)
Toutes	produit hors DPU		€/ha	1714	1677	1634	1702	1621

Tableau 1 : Rendements moyens obtenus sur la période 1998 – 2006. Les groupes statistiques sont indiqués entre parenthèses (l'écart n'est pas significatif si deux items ont la même lettre).

Le produit moyen sur la rotation, indiqué en bas de tableau, est calculé sur une base de 27 €/t de betterave, 205 €/t de blé ou d'orge et 255 €/t de pois.

**BETTERAVES : des rendements significativement plus élevés après labour**

Culture	Précédent	Années		Labour (L0)	Travail superficiel (L1)	Travail superficiel (L'1)	Semis direct (L2)	Semis direct (L'2)
Betteraves sucrières	orge de p.	2007-2012	t/ha (rdt barème)	107,8 (a)	100,5 (b)	97,4 (b)	101,1 (b)	102,2 (b)
Blé tendre d'hiver	betteraves	2007-2012	q/ha	86,2 (a)	82,1 (a)	82,4 (a)	83,7 (a)	83,4 (a)
Féverole d'hiver	blé	2008-2012	q/ha	33,1 (a)	31,2 (a)	27,5 (a)	33,9 (a)	29,9 (a)
Orge de printemps	protéagineux	2007-2012	q/ha	76,6 (a)	76,5 (a)	75,1 (a)	77,5 (a)	71,7 (b)
Toutes	produit hors DPU		€/ha	1773	1690	1640	1725	1675

Tableau 2 : Rendements moyens obtenus sur la période 2007 – 2012. Les groupes statistiques sont indiqués entre parenthèses (l'écart n'est pas significatif si deux items ont la même lettre).

Le produit moyen sur la rotation, indiqué en bas de tableau, est calculé sur une base de 27 €/t de betterave, 205 €/t de blé ou d'orge et 255 €/t de féverole.

+ rotalabour ou herse rotative + semoir, obligeant à ressemer un blé tendre de printemps. Les pertes étaient plus acceptables après labour ou vibroculteur + Sulky Unidrill ou Horsch SE. En 2002, il a même fallu remplacer le blé tendre d'hiver par du blé dur de printemps à cause d'une récolte trop tardive de betterave.

**Le labour favorise les pois de printemps**

Dans cette rotation, le protéagineux était un pois de printemps jusqu'en 2007 avant de devenir une féverole d'hiver suite à des dégâts répétés de pigeons. Il y a eu relativement peu d'écarts à la levée des pois de printemps. Leur implantation avec un Unidrill sur chaume a été légèrement pénalisante (- 6 plantes/m<sup>2</sup> en moyenne par rapport aux autres techniques). Les écarts de rendement sont cependant non significatifs (tableau 1). Si le rendement du labour est régulièrement dans le peloton de tête, il y a des exceptions comme en 2000 où les





« **Comme pour le pois**, le développement végétatif de la féverole d'hiver est le plus exubérant sur labour et le moins en semis direct. »

pois en semis direct ont assuré 15 q/ha de plus que ceux implantés avec les autres techniques. Leur plus faible développement végétatif leur a permis de moins verser et de moins subir de pertes à la récolte cet été très humide.

Comme pour le pois, le développement végétatif de la féverole d'hiver est le plus exubérant sur labour et le moins en semis direct. Une exception : 2011/2012 où le gel a le moins touché les féveroles implantées en semis direct. À la différence des pois, les écarts de rendement semblent moins élevés entre techniques d'implantation (*tableau 2*). Les difficultés rencontrées avec les protéagineux, en particulier en l'absence de labour, ne doivent pas faire oublier leurs bénéfices : bonne productivité de la culture suivante avec une implantation facilitée, gestion des graminées adventices dans la rotation, moindre dépendance aux engrais minéraux et aux énergies fossiles...

### Le Horsch SE défavorable aux cultures de printemps

L'orge de printemps est systématiquement implantée derrière un protéagineux (pois ou féverole), excepté en 1998 lors du changement de rotation où elle venait derrière un maïs grain. Planter une orge derrière un protéagineux permet d'obtenir un bon niveau moyen de productivité pour la région (75 q/ha) avec une fumure moyenne de 80 kg/ha d'azote. Le rendement permet de diluer l'azote potentiellement disponible derrière le protéagineux et donc d'obtenir des teneurs en protéines tout à fait

correctes (10 % en moyenne, dans la fourchette 8,0 à 12,2 % tous modes d'implantation confondus). Concernant la levée de l'orge, les écarts sont assez limités. Seuls ressortent le Horsch SE avec des levées légèrement meilleures et le Semeato TDNG avec des levées légèrement moins bonnes. Au niveau des rendements, le semis direct ne se distingue pas statistiquement du labour ou du travail superficiel sauf quand le Semeato TDNG a succédé au Horsch SE, en 2007. Entre 1998 et 2006, le Horsch SE a pénalisé le rendement des trois cultures de printemps : betteraves, pois et orge. Le travail du Rotavator tournant à forte vitesse aurait créé un lissage défavorable à l'enracinement de ces cultures, plus sensibles que le blé à la compaction du sol. Ce lissage aurait abouti à une semelle de travail superficiel qui a perduré dans le temps puisque les rendements de l'orge ont continué à être significativement inférieurs avec l'utilisation d'un Semeato TDNG. L'impact de l'historique de travail du sol et non du semoir semble confirmé par des essais sur orge de printemps à Boigneville en 2002 et 2003 : les levées obtenues avec un Semeato TDNG étaient en moyenne inférieures d'environ 10 points à celles obtenues avec un Sulky Unidrill ou l'Easydrill, mais sans impacter le rendement de l'orge.

### Raisonnement sur la rotation

Cet essai de longue durée conduit à des conclusions nuancées selon les cultures et les années. Un raisonnement global à l'échelle de la rotation est nécessaire. Sur la base des prix moyens actuels des céréales et des protéagineux, le labour conduit systématiquement au meilleur produit financier.

« **Le labour conduit systématiquement** au meilleur produit financier. Vient en second le semis direct. »

Vient en second le semis direct, globalement plus performant que les modalités intégrant du travail superficiel. Il convient bien sûr de prendre en considération par ailleurs les écarts de charges (mécanisation, main-d'œuvre, désherbage...). D'autres éléments non financiers entrent aussi en ligne de compte dans les choix : aspirations personnelles, sécurité recherchée, matériel disponible...

[1] voir *Perspectives Agricoles* n° 400 page 31.

Jérôme Labreuche - j.labreuche@arvalisinstitutduvegetal.fr

Sylvain Bureau - s.bureau@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS-Institut du végétal

Henry de Balatier, Rémy Duval - ITB