

ESSAI TRAVAIL DU SOL DE BOIGNEVILLE

UNE ROTATION MAÏS-BLÉ

propice au travail du sol réduit



Les modalités « semis direct » sont réellement implantées sans travail du sol sur le rang du maïs depuis 2002.

© ARVALIS-Institut du végétal

Conduit depuis plus de quarante ans, l'essai travail du sol de Boigneville a montré une bonne adaptation de la rotation maïs grain-blé à la réduction du travail du sol. Le semis direct a toutefois demandé davantage de maîtrise technique, notamment concernant la levée du maïs ou la gestion de ses résidus.

L'abandon du labour pénalise-t-il les rendements du blé et du maïs ? Pour répondre à cette question, ARVALIS – Institut du végétal conduit depuis la campagne 1970-1971 une rotation blé tendre/maïs grain (1). Elle inclut trois techniques d'implantation différentes : une modalité labourée à 25 cm de profondeur les premières années de l'essai puis 20 cm plus récemment, un itinéraire avec travail superficiel du sol à une profondeur de 10 cm au début puis 5 cm ensuite, et une dernière modalité en semis direct.

Que ce soit pour le blé tendre ou le maïs, peu d'écart sont apparus entre les modalités en

travail superficiel et en labour (*encadré page suivante*). Cela montre la possibilité de réduire le travail du sol dans le cas d'une rotation blé-maïs. En revanche, de nettes différences ont été identifiées entre labour et semis direct, qui ont nécessité des aménagements techniques pour être comblées. Il a toutefois fallu attendre 2004 pour bien les percevoir sur blé tendre.

La levée ne fait pas le rendement du blé

De fait, l'effet de la technique d'implantation sur le rendement du blé tendre s'est montré très limité lors des trente premières années de l'essai

En savoir plus

Retrouvez les résultats obtenus en blé sur blé dans l'essai longue durée de Boigneville dans le n° 400 de *Perspectives Agricoles*, sorti en mai 2013.

Peu de différences entre labour et travail superficiel

Tout au long de l'essai, les composantes du rendement du blé et du maïs dans la modalité travail superficiel ont été très proches de celles obtenues en labour. Pour le maïs, les rendements moyens ne se sont jamais écartés de plus d'1 q/ha en moyenne, sauf depuis le début des années 2000 où ils se sont montrés légèrement à l'avantage du travail superficiel (+ 2,6 q/ha en moyenne, écart non significatif). De 1979 à 1998, la préparation du sol y était réalisée avec une charrue déchaumeuse à versoirs (environ 10 cm). Ensuite, le travail a été plus superficiel à environ 5 cm (déchaumeurs, Rotavator, vibroculteur...). Pour le blé, les rendements en travail superficiel (Rotavator à 5 cm) ont dépassé d'1 q/ha en moyenne ceux obtenus en labour sur la période 1971-2012.

« **Que ce soit pour le blé tendre ou le maïs**, peu d'écart sont apparus entre les modalités en travail superficiel et en labour. »

(figure 1). Malgré de meilleurs taux de levée au début, le rendement du blé n'est pas apparu meilleur en labour qu'en non labour. Grâce au tallage, le blé a pu compenser les pertes à la levée sous réserve qu'elles ne soient pas trop importantes et que le peuplement soit relativement homogène. De 1980 à 2002, levées et rendements se sont montrés en moyenne équivalents entre techniques d'implantation.

Trop de résidus de maïs gênent la levée du blé

Mais à partir de 2002, les écarts de rendement entre techniques sont devenus plus perceptibles. Le taux de levée du blé sur la modalité semis direct a sensiblement chuté, ce qui s'est répercuté sur les rendements. L'irrigation mise en place sur maïs à partir de 1998 a eu pour effet d'augmenter significativement le rendement de ce dernier (figure 2), mais aussi la quantité de résidus laissée au sol. Or en l'absence de travail du sol, ceux-ci sont devenus un obstacle à la levée du blé. Cette baisse du taux de levée des blés a également coïncidé avec la décision d'arrêter le broyage des pailles à partir de 2002. L'objectif initial était d'éviter d'avoir en surface un « matelas » de résidus susceptibles d'être pincés dans les sillons créés par le semoir à disques, un Huard SD300. Il s'agissait donc de favoriser un bon contact entre sol et graine. Mais cette stratégie a échoué, notamment parce que la répartition des résidus de maïs non broyés à la surface du sol s'est en fait avérée hétérogène, avec des amas sur la ligne de semis. Le taux de levée du blé tendre a été pénalisé, passant de 72 % de 1980 à 2002, à 63 % en moyenne entre 2003 et 2011. Mais c'est surtout l'homogénéité du peuplement de blé qui était en cause. Ce point

BLÉ TENDRE : des rendements équivalents entre techniques jusqu'aux années 2000

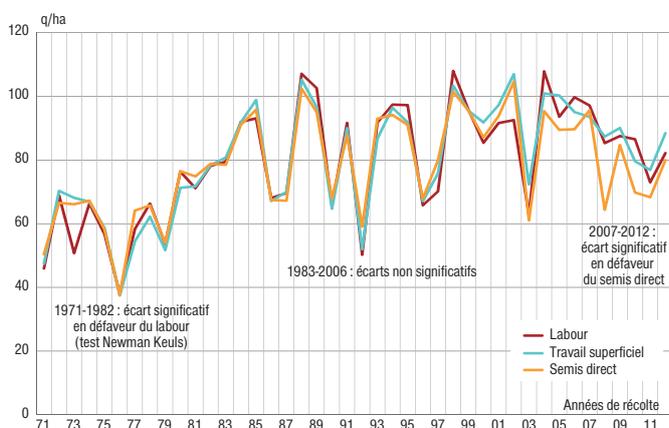


Figure 1: Rendement du blé tendre d'hiver derrière maïs grain selon la technique d'implantation.



MAÏS DE BLÉ : des rendements en hausse grâce à l'irrigation

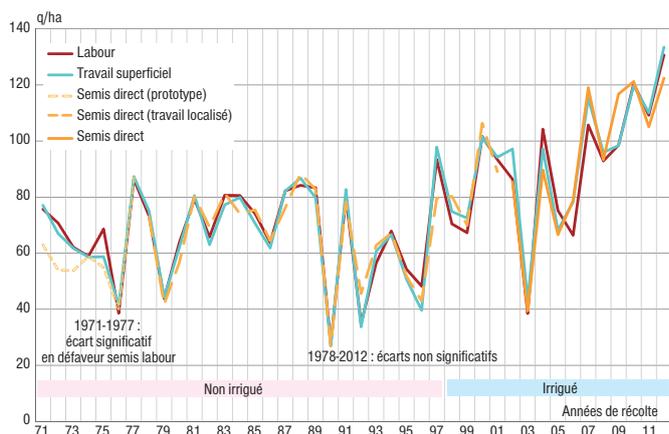


Figure 2: Rendement du maïs grain (à 15 % d'humidité) derrière blé tendre d'hiver selon la technique d'implantation. L'introduction de l'irrigation dans l'essai a nettement amélioré la performance du maïs mais a mis à mal l'implantation du blé suivant en semis direct.

s'est solutionné grâce au broyage des résidus de maïs après le semis de blé, ce qui a eu un double bénéfice pour l'implantation et la qualité sanitaire du blé (encadré page suivante). Ces ajustements ont permis de rapprocher les performances du blé tendre en labour et en semis direct.

« À partir de 2002, le taux de levée du blé sur la modalité semis direct a sensiblement chuté, ce qui s'est répercuté sur les rendements. »

Mais : des rendements en semis direct liés aux semois

Pour le maïs, l'autre culture de la rotation, les différences sont apparues nettement plus marquées entre le labour et le semis direct lors des premières années de l'essai. En faveur du labour, elles étaient

+3,2

points, c'est l'écart d'humidité du maïs à la récolte en semis direct par rapport au labour.

Les résidus du précédent maïs grain (rendement 120 q/ha à 15 %), non broyés au premier plan, sont plus concentrés sur le rang de maïs et engendrent une hétérogénéité d'implantation du blé semé avec un Huard SD300. Le broyage des résidus après le semis au second plan améliore nettement l'homogénéité du blé.



liées à des problèmes de maîtrise du semis direct. De 1971 à 1977, les prototypes utilisés ne permettaient pas d'atteindre une qualité de semis suffisante pour implanter le maïs dans de bonnes conditions. Les taux de levée étaient inférieurs de 12 points à ceux obtenus en labour, l'écart de rendement étant d'environ 6 q/ha. À partir de 1978, l'arrivée du semoir SDM2 de Huard (semoir à socs et disques combiné à une fraise travaillant la future bande semée) a amélioré sensiblement le rendement moyen du maïs en semis direct. Il s'est montré très proche de ceux observés pour les autres techniques d'implantation, même avec une levée pénalisée de 7 % par rapport au labour. Mais ce n'est qu'à partir de 1987 avec le Rotasemis de Howard (semoir à socs et disques combiné à un Rotalabour travaillant la future bande semée) que la maîtrise de l'implantation du maïs en semis direct est devenue équivalente aux autres techniques. Les rendements se sont alors révélés très légèrement supérieurs à ceux obtenus en labour (+1 q/ha en moyenne). Le semis direct au sens strict n'a commencé qu'en 2002 avec le semoir Ribouleau NX, en même temps que des comparaisons sol nu/cultures intermédiaires ont été introduites dans l'essai. La levée a alors diminué légèrement, de 5000 plantes/ha, par rapport au labour. Pour autant, ce passage au semis direct strict ne s'est pas répercuté négativement sur le rendement. Au contraire, les rendements en semis direct sont restés en moyenne très proches de ceux observés sur labour (+0,9 q/ha).

Des maïs plus humides en semis direct

Néanmoins, le passage au semis direct strict a augmenté le taux d'humidité du maïs à la récolte par rapport à la modalité labourée : l'écart est de 3,2 points en moyenne sur la période 2002-2012 (semis direct au sens strict) alors qu'il n'était que de 0,8 point sur la période 1978-2001 (travail de la ligne de semis). Cette différence est liée à la physiologie du maïs. L'apex étant situé sous la surface du sol jusqu'au stade 6 feuilles, la vitesse de développement du maïs dépend large-

➤ Broyer les résidus pour limiter la fusariose

Depuis 2007, les résidus de maïs sont broyés (broyeur tracté à axe horizontal) après le semis sur certaines parcelles conduites en semis direct. Le broyage après le semis et non avant évite de créer un matelas de résidus qui limiterait le contact sol-graine. Les résultats sont comparés à ceux obtenus sur d'autres parcelles, en semis direct mais avec des résidus non broyés. Objectif : évaluer l'impact de la technique sur la qualité sanitaire du blé. Le broyage permet de diviser approximativement par deux la teneur en DON du blé, que ce soit en travail superficiel (rotavator) ou en semis direct. Mais, résultat non attendu, le rendement moyen du blé tendre de la partie non broyée est en net retrait (- 6,2 q/ha) par rapport à la partie broyée sur la période 2007-2011. Cette différence s'explique en partie par une très forte attaque de fusariose en 2008 : le broyage des résidus a accéléré leur décomposition, limitant l'inoculum à la floraison du blé. Toutefois, même sans attaque notable de fusariose, les rendements sont en faveur des résidus broyés (+ 4,6 q/ha en excluant l'année 2008). Le broyage contribue à mieux répartir les résidus de maïs, à éviter leur accumulation sous forme de tas et à accélérer leur décomposition, autant d'éléments qui favorisent le bon développement du blé.



En semis direct pratiqué sur plusieurs années, le lit de semences offre une bonne porosité grâce à la concentration en matières organiques, mais il est plus difficile à réchauffer.

© ARVALIS-Institut du végétal

Maïs : la satisfaction des besoins en azote indépendante du mode d'implantation

La quantité d'azote absorbé par la plante dépend de ce qui est disponible dans le milieu et de ses capacités d'absorption. Au fur et à mesure de sa croissance, elle pompe une quantité d'azote toujours plus importante mais sa teneur en azote diminue (effet de dilution dans la biomasse). L'Indice de nutrition azotée (INN) permet de déterminer si la plante est correctement alimentée ou non. Il se calcule avec la quantité de biomasse produite et la teneur en azote de la plante. L'INN du maïs est en moyenne comparable entre les trois modes de travail du sol quel que soit le stade de la culture. Ces résultats semblent indiquer qu'il n'est pas nécessaire d'apporter plus d'azote en semis direct dans cet essai, malgré des différences de vigueur du maïs assez flagrantes qui seraient expliquées par le réchauffement du sol et non la disponibilité en azote.

BIOMASSE DU MAÏS : des écarts à la floraison

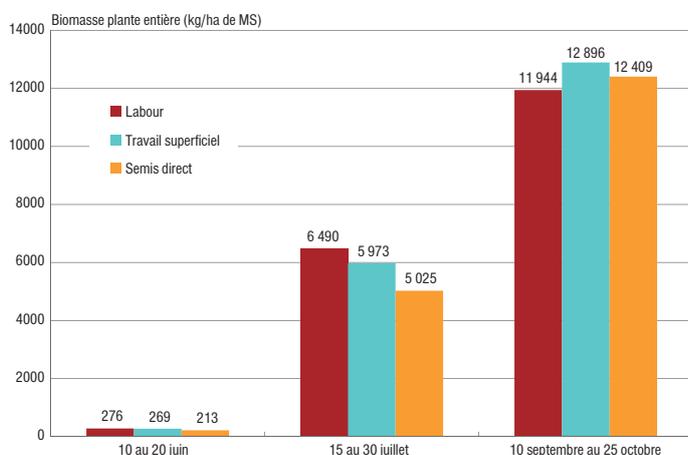


Figure 3: Biomasse du maïs selon la technique d'implantation (année 1978 à 1981 ainsi que 2001). Le semis « direct » inclut ici un travail de la ligne de semis. Il est statistiquement inférieur au labour et au travail superficiel pour les deux premières dates (test Newman Keuls).

ment de la température du sol en début de cycle. Or sans travail mécanique, le sol se réchauffe moins vite. L'installation du maïs est donc plus lente en semis direct. Par conséquent, les quantités de minéraux absorbés dans cette modalité sont plus faibles qu'en labour en début de cycle. Au stade 6-8 feuilles et à la floraison, la biomasse produite est également moindre (figure 3). Si à la récolte, elle retrouve un niveau identique quel que soit le travail du sol, de même pour la quantité d'éléments minéraux absorbés, le retard pris aux stades précoces se ressent dans le taux d'humidité du grain. Un point à prendre en compte au niveau économique puisqu'il conduit à une hausse des frais de séchage.

(1) essai « A1 » décrit page 58 du numéro 400

Jérôme Labreuche - j.labreuche@arvalisinstitutduvegetal.fr
ARVALIS-Institut du végétal

L'exportation des pailles sans effet sur les rendements

Une comparaison « pailles exportées » ou non a été réalisée de 1982 à 1993 pour les trois modes de travail du sol, toutes choses étant égales par ailleurs. Les résidus exportés étaient la paille du blé et le maïs plante entière. Cette pratique n'a eu aucun impact sur les cultures durant cette période. De même, après la période d'exportation des pailles, les rendements sont restés identiques entre modalités. Les teneurs en matières organiques ont évolué selon le devenir des pailles avec un écart de l'ordre de 6 % (stock de 44,6 t/ha avec les pailles restituées contre 41,8 avec les pailles exportées, tous types de travail du sol confondus, stocks de carbone obtenus en 1998 à masse constante de sol de 3 900 t/ha soit environ 28 cm de profondeur). La stabilité structurale correcte du limon argileux où se trouve l'essai ainsi que la fertilisation azotée dans l'essai ont probablement masqué les conséquences potentielles d'une exportation prolongée des pailles. En tout état de cause, ces résultats montrent que la gestion des matières organiques du sol ne se gère pas à court ou moyen terme mais bien à long terme.

En savoir plus

Retrouvez sur www.perspectives-agricoles.com le détail de l'évolution des indices de nutrition azotée du maïs selon la technique d'implantation.