

ESSAI TRAVAIL DU SOL DE BOIGNEVILLE

# BLÉ SUR BLÉ: DES RENDEMENTS qui finissent par décrocher



Non labour et rotations courtes aboutissent parfois à des impasses en désherbage, en particulier avec les graminées (photo prise en novembre 2009 avec travail superficiel).

**Conduit pendant près de 40 ans sur le site de Boigneville, l'essai monoculture de blé a montré que, quelles que soient les techniques mises en œuvre, il n'était pas possible de maintenir à long terme les rendements.**

Cultiver du blé sur blé constitue-t-il un plus mauvais choix à long terme que de mettre en place un blé assolé? Pour répondre à cette question, ARVALIS-Institut du végétal dispose d'un outil unique, puisque pendant près de 40 ans, un essai travail du sol de longue durée a été conduit sur le site de Boigneville, en Essonne. Il a notamment permis de comparer une monoculture de blé à du blé en rotation avec du maïs grain. Sur ces parcelles, la céréale a été semée chaque campagne de 1971 à 2010 de trois façons différentes : labour à 25 cm de profondeur les premières années puis 20 cm, travail superficiel à 10 cm de profondeur puis 5 cm, et enfin semis direct se caractérisant par l'absence de travail du sol hormis sur la ligne de semis.

Pour atténuer les difficultés inhérentes à la monoculture de blé (faim d'azote, gêne mécanique des pailles en non labour...), différentes pratiques assez répandues à l'époque se sont succédées : apport d'azote sur chaumes des étés 1972 à 1974, mise en place d'un engrais vert (radis chinois) l'été 1974 puis brûlage des pailles des étés 1976 à 2000. L'arrêt du brûlage des pailles a engendré dans les années 2000 des difficultés croissantes de type faim d'azote, hausse des pressions maladies et surtout adventices, plus particulièrement en non-labour. Elles ont abouti à la destruction du blé en 2010 suite à une très forte infestation de ray-grass sur certaines modalités. Une rotation a alors remplacé la monoculture de blé, sans remettre en cause les trois techniques de travail du sol mises en œuvre depuis la campagne 1970-1971.

## 20 ans de progression...

Quelles que soient les techniques d'implantation, les rendements du blé en monoculture ont suivi une « courbe en cloche » (figure 1). Faibles de 1971 à 1979 avec environ 50 q/ha, ils ont augmenté sensiblement de 1980 à 2002 pour atteindre une moyenne de 75 q/ha. Ils sont ensuite repartis à la baisse de 2003 à 2009, descendant autour de 60 q/ha. Ces chiffres témoignent donc d'un décrochement sensible à partir des années 2000.

Mais ce décrochage observé sur la seule monoculture ne permet pas en lui-même de qualifier réellement l'impact de la technique sur la production. Il faut pour cela comparer les rendements du blé de blé à ceux obtenus avec d'autres précédents pour une même modalité de travail du sol (figure 2). Les expérimentations menées à Boigneville le permettent sans problème puisque dans le cadre du vaste essai « travail du sol », une alternance de blé et de maïs a été conduite de 1971 à 2011, ainsi qu'un essai « rotation » où le blé avait pour précédent une betterave de 1999 à 2011. La conduite du blé derrière ces trois précédents est assez comparable, que ce soit en termes de variétés, protection ou fertilisation. Les dates de semis sont parfois différentes, en particulier plus tardives certaines années derrière betteraves.

## ...Puis les écarts se creusent avec les autres précédents

Dans la modalité labourée, entre 1971 et le début des années 1990, les rendements des blés en monoculture ou précédés d'un maïs ont donné des résultats sensiblement équivalents. Ce maintien des performances entre les deux successions de culture pendant près de 20 ans peut surprendre.

« Dans la modalité labourée, entre 1971 et le début des années 1990, les rendements des blés en monoculture ou précédés d'un maïs ont donné des résultats sensiblement équivalents. »

En effet, de nombreuses expérimentations ont montré des chutes de rendement de l'ordre de 10 à 20 % pour un blé en monoculture comparé à un blé assolé, à cause notamment des attaques de piétin-échaudage. *A priori*, le site de Boigneville a bénéficié de la présence globalement faible de cette maladie... Mais sans qu'une explication claire ne puisse être donnée.



# 1993

c'est l'année où les rendements de la monoculture de blé ont véritablement commencé à décrocher par rapport à ceux de la rotation maïs/blé.

## NON LABOUR : la monoculture de blé peu durable

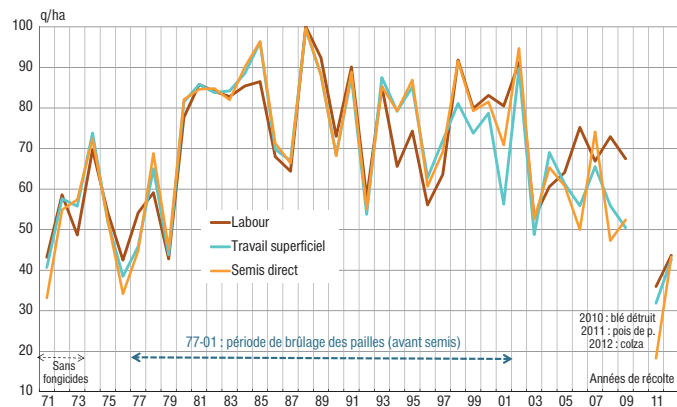


Figure 1 : Comparaison du rendement du blé dans l'essai monoculture de blé, pour trois techniques d'implantation.

## ARRÊT DU BRÛLAGE DES PAILLES : la monoculture de blé s'effondre

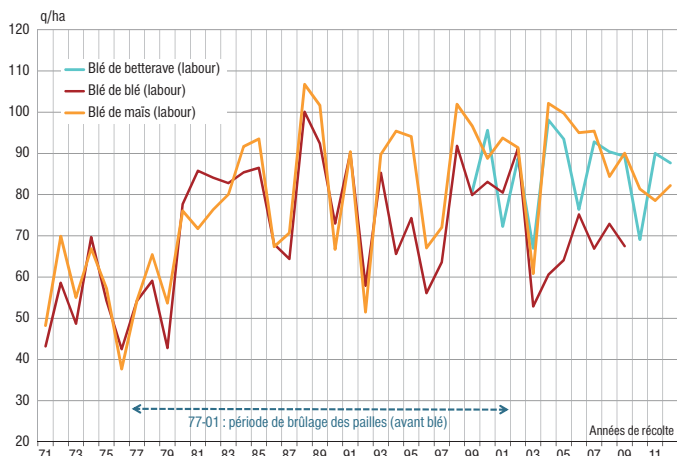
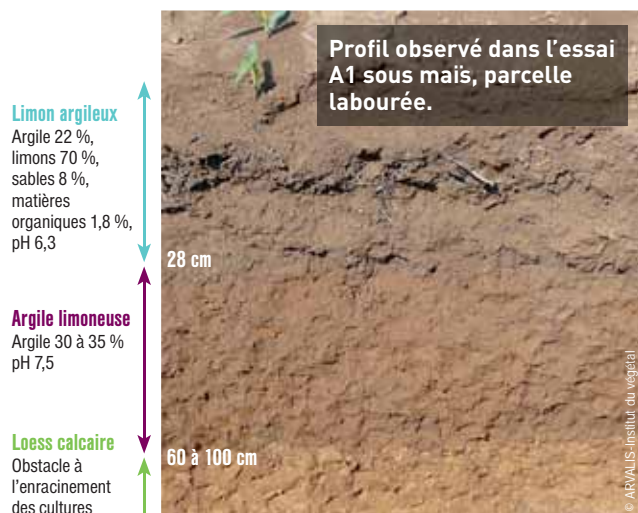


Figure 2 : Comparaison du rendement du blé sur labour derrière trois précédents : blé (essai C), maïs grain (essai A1) et betteraves sucrières (essai A2).

## Un sol bien adapté aux techniques sans labour

L'essai travail du sol est implanté sur la station expérimentale de Boigneville, située dans le Gâtinais sur un plateau calcaire surplombant la vallée de l'Essonne. Le sol est un néoluvisol, anciennement dénommé sol brun lessivé. Il résulte d'un dépôt de limon éolien sur substrat calcaire. La couche arable est limono-argileuse avec environ 24 % d'argile et 1,8 % de matières organiques. Ce sol se caractérise par une bonne adaptation aux techniques sans labour grâce à sa stabilité structurale, son aptitude à se fissurer en été et son bon drainage hivernal. Avec une réserve utile moyenne associée à un climat assez peu arrosé (635 mm par an), le rendement du maïs y est très variable sans irrigation.



Ce n'est qu'à partir des années 1990 que la monoculture a décroché par rapport au blé de maïs. Les pratiques agricoles n'ont pourtant pas évolué à cette période. Cette inversion de tendance reste en fait difficile à comprendre, notamment du fait du manque d'informations sur la pression exercée par les ennemis des cultures, les suivis sanitaires du blé étant très peu nombreux à cette époque. Elle s'est en tout cas accentuée au début des années 2000, les écarts se creusant entre la monoculture de blé et les précédents maïs et betterave. Ce nouveau décrochage s'explique par la piste sanitaire ou par le phénomène de faim d'azote suite à l'arrêt du brûlage des pailles.

### Le brûlage a soutenu le non-labour

Cette pratique a été introduite dans l'essai en 1976 pour répondre à un défaut de levée en non-labour, plus particulièrement en semis direct. Des récoltes de 1971 à 1976, le taux de levée moyen était de 76 % sur labour contre 71 % en travail superficiel et 57 % en semis direct. Les semoirs utilisés à l'époque (prototypes puis Bettinson) n'étaient pas aptes à semer correctement dans la paille. Le brûlage des pailles a permis de supprimer cette gêne. Pendant la période où celles-ci ont été brûlées avant l'implantation du blé, les rendements en semis direct ont approché voire très légèrement dépassé ceux obtenus en labour. L'absence de pailles et l'obtention de lits de semences moins grossiers peuvent expliquer ce résultat. Le taux de levée moyen, de 82 % sur labour, est ainsi monté à 86 % en travail superficiel et à 87 % en semis direct.

### Une nouvelle baisse après 2001

À partir de la campagne 2001-2002, en l'absence de brûlage des pailles du précédent, les rendements de blé en travail superficiel et semis direct

« À partir de la campagne 2001-2002, en l'absence de brûlage des pailles du précédent, les rendements de blé en travail superficiel et semis direct ont de nouveau décroché par rapport au labour. »

ont de nouveau décroché par rapport au labour. Ceci indique que le brûlage des pailles, autrefois très pratiqué dans des rotations très céréalières, a facilité la conduite des parcelles. Mais il a aussi masqué certains problèmes agrono-

**Une monoculture de maïs assez peu pénalisée par rapport à la rotation maïs-blé**

Un autre essai a été conduit en monoculture à Boigneville, des campagnes 1971 à 1994. À côté d'une modalité labourée à 20 cm, une autre a été mise en place en travail superficiel correspondant à partir de 1979 au travail d'une charrue déchaumeuse à versoirs à 10 cm. Le « semis direct » a consisté quant à lui à intégrer un travail localisé sur la ligne de semis réalisé avec un outil animé. Sur l'ensemble de la période, le maïs en monoculture a présenté en moyenne un rendement inférieur d'environ 4 % à celui du maïs assolé avec du blé, pour les modalités labour et travail superficiel. Ces écarts ne seraient pas dus à la levée du maïs mais plutôt à un effet de la rotation, qui reste somme toute assez modeste. Dans le cas du semis direct, les baisses de rendement observées en monoculture de maïs ont été plus élevées (9 %) et auraient plusieurs causes : difficultés à la levée (taux de levée et/ou levées échelonnées), notamment face aux résidus de maïs plus gênants que ceux de blé ou attaques d'une maladie spécifique des monocultures de maïs en non travail du sol (*Kabbaziella zeae*).

Période	Maïs de blé (essai A)			Maïs de maïs (essai monoculture de maïs)		
	Labour	Travail superficiel	Semis direct	Labour	Travail superficiel	Semis direct
Moyenne 1971-1994	66,5	66,0	64,9	63,8	62,3	59,2
Moyenne 1987-1994	63,8	64,9	66,0	58,5	59,6	56,6

Tableau 1 : Comparaison des rendements du maïs en q/ha selon la rotation et le travail du sol.

Les levées sont mieux maîtrisées en semis direct à partir de 1987 grâce au Rotasemis.

**TRAVAIL DU SOL ET ROTATION : un impact sur la population de ray-grass**

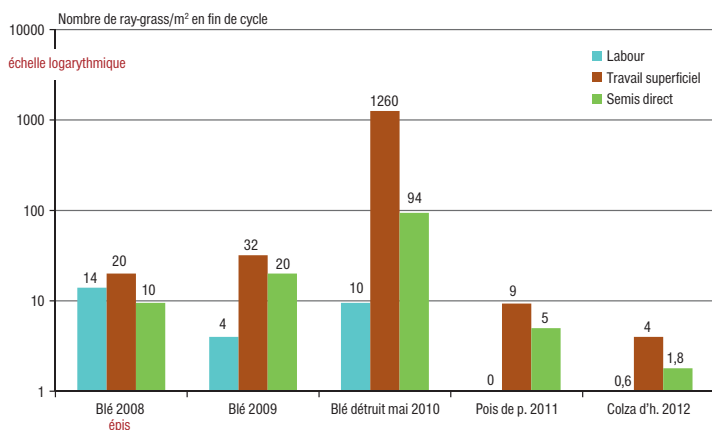


Figure 3 : Population de ray-grass en fin de cycle (après désherbage) de 2008 à 2012 pour trois techniques d'implantation des cultures dans l'essai C (monoculture de blé).

miques. Le décrochage des rendements n'était pas lié aux pourcentages de levée, quasiment identiques entre modalités : 69 % sur labour, 72 % sur travail superficiel et 67 % en semis direct. Les semoirs utilisés en semis direct (Huard SD300 ou Sulky Easydrill) ont pour leur part donné des résultats satisfaisants pour semer sur chaumes de blé. Les chutes de rendement en non-labour ont en fait eu d'autres origines, telles que le phénomène de faim d'azote, *a priori* plus marqué sans labour, ou la pression plus forte de l'helminthosporiose du blé et du ray-grass... Le contrôle de ce dernier est devenu très problématique à la fin des années 2000 avec le développement d'une population résistante aux sulfonylurées.

**La rotation réduit drastiquement la pression ray-grass**

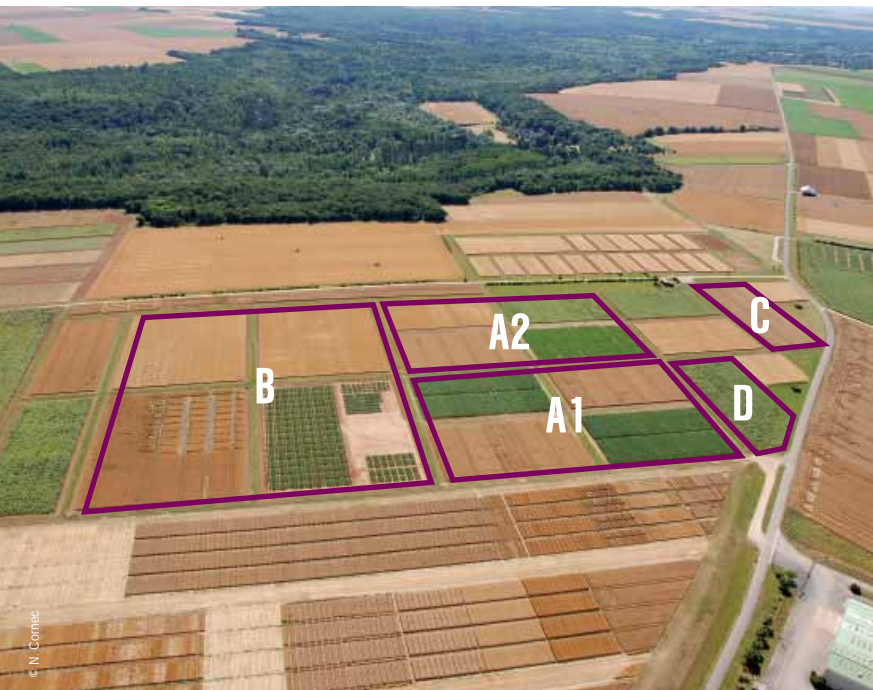
C'est en tout cas la trop forte pression en ray-grass qui a obligé à arrêter la monoculture de blé en 2010. Au printemps, la densité de cette adventice avait dépassé les 1000 pieds au mètre carré dans la modalité en travail superficiel (figure 3). Celle-ci aurait dû être moins infestée que la modalité en semis direct, les faux-semis étant censés favoriser la germination des graines. Mais ils se sont montrés assez peu efficaces, les levées étant souvent faibles entre août et début octobre à cause du manque d'eau ou de la dormance des semences de ray-grass. Le travail superficiel a créé en revanche un lit de semences très fin, favorable à la levée du blé et aussi du ray-grass... La modalité labourée était au final la moins infestée. Le blé a donc été détruit chimiquement en mai 2010 sur l'ensemble des modalités. Un pois de printemps a été implanté l'année d'après suivi d'un colza d'hiver, les mêmes techniques de travail ou non travail du sol étant maintenues sur les mêmes parcelles. Les conséquences sur les populations de ray-grass de la mise en rotation de l'essai ont été spectaculaires, grâce au décalage des dates de semis et à l'usage d'herbicides ayant d'autres modes d'action que les ALS ou les Fop. Cet essai prouve donc qu'il est possible de venir à bout de fortes difficultés de désherbage, en particulier sur graminées. Face à une forte population de ray-grass, le labour est apparu efficace pour limiter nettement les populations. Une double tête d'assolement, sans retour au labour, peut également permettre un contrôle satisfaisant des ray-grass. Le colza récolté en 2012 était suffisamment propre pour envisager de ressemer du blé dans la parcelle avec un niveau de salissement largement plus gérable qu'en 2010.

Jérôme Labreuche - j.labreuche@arvalisinstitutduvegetal.fr  
 Mathias Deroulède - m.derouledede@arvalisinstitutduvegetal.fr  
 ARVALIS-Institut du végétal

**ZOOM** BOIGNEVILLE

# UN ESSAI TRÈS LONGUE DURÉE aux multiples facettes

**Original par sa durée et son ampleur, le dispositif d'expérimentation de Boigneville permet depuis 40 ans de comparer différentes techniques de travail du sol et leurs effets sur les cultures.**



sans labour et leurs conséquences sur le sol et les cultures. Toute l'originalité du dispositif est d'être encore en place plus de 40 ans après son implantation. Celle-ci date de l'automne 1970. Elle s'est décidée dans le cadre d'une réflexion commune entre l'institut, l'INRA, AgroParisTech et l'Irstea (ex-Cemagref). Depuis, l'expérimentation s'attache à comparer trois grands modes de travail du sol : labour, travail superficiel, et semis direct. Ils sont mis en œuvre dans plusieurs essais ayant chacun leur rotation (tableau 2). Les différentes cultures sont présentes tous les ans dans chacun des essais hormis dans la modalité C (ancienne monoculture de blé convertie à une rotation). Dans les années 70, seuls du blé tendre et du maïs étaient cultivés, en rotation ou en monoculture, conformément aux pratiques dominantes de la région à l'époque. Depuis, les assolements se sont diversifiés progressivement.

### Répéter les pratiques

Au-delà du mode de travail du sol et des rotations, l'essai travail du sol de Boigneville permet également d'étudier l'effet de l'exportation des pailles, du broyage des résidus de maïs, de l'implantation de cultures intermédiaires, des traitements fongicides (tableau 2).

Années après années des pratiques comparables ont été répétées au même endroit dans le but de mesurer des effets cumulatifs comme l'évolution du stock de semences d'adventices, le taux de matières organiques en surface, la porosité du sol, l'activité biologique... Il s'agit avant tout d'un dispositif analytique qui se focalise sur les différents types de travail du sol. Les autres éléments de l'itinéraire (fertilisation, variétés, dates de semis, protection...) sont conduits « toutes choses égales par ailleurs », quelle que soit la modalité. Ils sont gérés de manière à ne pas générer de facteur limitant. Le désherbage appliqué est par exemple le même partout, avec un programme basé sur la parcelle la plus infestée.

L'expérimentation de longue durée sur le travail du sol menée à Boigneville (91) par ARVALIS-Institut du végétal a été mise en place pour comprendre et évaluer la faisabilité des techniques

### Un dispositif qui contient cinq essais

Essai (*)	Rotation	Facteurs étudiés
A1 (4 jusqu'en 97, puis 2)	1971-2012 : MG-BTH (maïs conduit en sec jusqu'en 97, puis irrigué) ;	Travail du sol (1971-2012) Exportation des pailles ou non (1983-1994) Broyage ou non des résidus de maïs (2003-2012) Cultures intermédiaires ou non (2002-2012)
A2 (4 jusqu'en 97, puis 1)	1971-1997 : essai A1 ; 1998-2012 : BS-BTH-PROT-OP ;	Travail du sol (1971-2012) Exportation des pailles ou non (1983-1994)
B (4)	1971-1983 : MG-BTH irrigué ;	Travail du sol (1971-1983)
C (1)	1971-2009 : BTH en monoculture ; 2010 : blé détruit ; 2011 : PP ; 2012 : COH ;	Travail du sol (1971-2012) Fongicides ou non (1974-2012)
D (1)	1971-1994 : MG en monoculture ;	Travail du sol (1971-1994)

Tableau 2 : MG : maïs grain ; BTH : blé tendre d'hiver ; BS : betteraves sucrières ; PROT : pois de printemps puis féverole d'hiver ; OP : orge de printemps ; PP : pois de printemps ; COH : colza d'hiver.

\*nombre de répétitions