

ESSAI LONGUE DURÉE DE BOIGNEVILLE

TRAVAIL DU SOL, précédents et maladies sont liés



L'essai travail du sol de Boigneville met en lumière les interactions complexes existant entre le travail du sol, la rotation culturale et la biologie de chaque champignon.

L'impact du travail du sol et des rotations de cultures sur les maladies du blé a été confirmé par de nombreuses observations dans l'essai travail du sol de longue durée de Boigneville (91).

Trois précédents ont par exemple été comparés pour le blé tendre : le blé (monoculture de blé), le maïs grain (rotation maïs-blé) et les betteraves sucrières (rotation betteraves-blé-protéagineux-orge de printemps) (1). La conduite du blé est assez comparable selon le travail du sol et le précédent : même variété, programme fongicide identique la plupart du temps... Des mesures ont aussi porté sur le maïs (précédent blé) et l'orge de printemps (précédent pois ou féverole). Dans tous les cas, trois modes de travail du sol étaient mis en œuvre : labour, travail superficiel et semis direct.

Le travail du sol n'entrave pas l'efficacité des fongicides

Une comparaison avec et sans fongicide s'est poursuivie de 1974 à 2009 en monoculture de blé. Les fongicides y ont apporté en moyenne 12 q/ha, avec des disparités très fortes entre années (de 0 à plus de 45 q/ha). Le mode de travail du sol a eu peu d'effet sur les gains de rendement procurés par les fongicides, aussi bien à l'échelle de l'année qu'en moyenne pluriannuelle. La pression des champignons parasites sur la céréale a pourtant été parfois très différente selon qu'il y ait eu ou non retournement du sol. Les impacts varient selon les maladies avec, par exemple, plus d'helminthosporiose pour le semis direct et plus de piétin verse pour le labour. L'épidémiologie de chaque champignon explique cette variabilité.

« Les impacts varient avec, par exemple, plus d'helminthosporiose pour le semis direct et plus de piétin verse pour le labour. »

En savoir plus

Retrouvez cet article sur www.perspectives-agricoles.com avec les teneurs en mycotoxines des grains de blé observées selon différents modes de travail du sol et de broyage des résidus de maïs grain.

Le piétin verse favorisé par le labour et la monoculture

Le précédent a un réel effet sur la présence de piétin verse sur le blé (figure 1). Celui-ci a été plus atteint en monoculture que derrière un maïs grain ou des betteraves sucrières. Quel que soit le précédent, le labour a favorisé le développement du piétin verse par rapport au travail superficiel et au semis direct ce qui peut paraître surprenant. Des résidus de blé enfouis par un labour et ressortis une ou plusieurs années plus tard semblent donc être plus infectieux que s'ils sont laissés en surface où ils seraient soumis à une microflore antagoniste plus intense. Sur ce point, l'INRA a obtenu des résultats contradictoires sur un deuxième blé, avec moins de piétin verse en cas de labour. Dans ce cas, les pailles du premier blé sont enfouies par le labour et n'affectent pas le second blé. Ce contexte est différent d'une monoculture de blé (troisième blé ou plus) où le labour remonte forcément d'anciennes pailles de blé.

Un impact direct sur la septoriose

Les observations réalisées sur les blés venant après un maïs ou un blé n'ont, logiquement, mis en évidence aucun effet notable du travail du sol sur les rouilles, jaune ou brune, ni sur l'oïdium (tableau 1). L'origine de l'inoculum à l'automne est en effet toujours exogène à la parcelle et, donc, sans interaction avec le mode de travail du sol.

En revanche, le labour a favorisé dans nos essais le développement de la septoriose durant l'automne et l'hiver, en particulier pour un blé de maïs. La plus faible biomasse du blé en semis direct derrière un maïs pourrait expliquer ces observations : l'implantation est plus difficile en raison de la forte quantité de résidus laissés par le maïs grain irrigué. Or, la propagation de la septoriose s'effectue de feuille à feuille via l'effet « splash ». Elle est donc favorisée par une végétation plus dense.



L'helminthosporiose du blé ne se développe en région Centre que derrière un blé, et uniquement si les résidus du précédent ne sont pas enfouis.

PIÉTIN VERSE : favorisé en monoculture par le labour

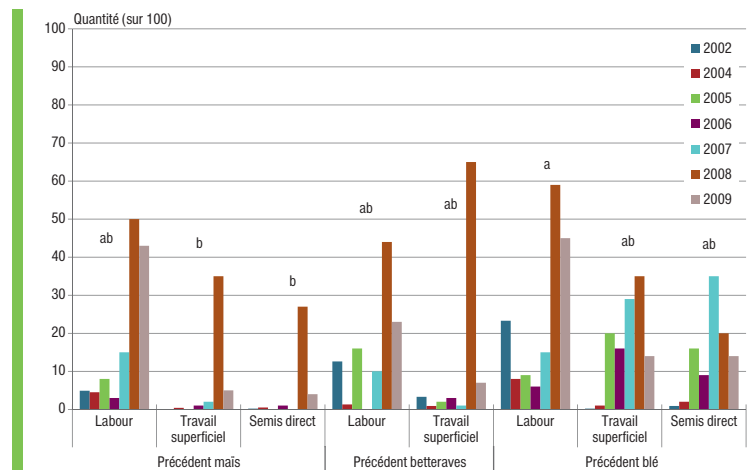


Figure 1 : Incidence du précédent et du travail du sol sur la quantité de piétin verse (section nécrosée en %) sur le blé tendre d'hiver au stade grain laitieux. Les lettres représentent les groupes statistiques (test de Newman Keuls au seuil de 5 %). Seules les techniques portant les lettres a et b sont statistiquement différentes entre elles.

C'est tout à fait différent pour l'helminthosporiose du blé qui est favorisée par un précédent blé dont les pailles ne sont pas enfouies. Cette maladie foliaire est totalement absente dans la région sauf dans les blés sur blé (les monocultures en particulier). Elle a été observée entre 2003 et 2006 alors que la variété Caphorn, très sensible à cette maladie, était cultivée sur l'essai. Après son remplacement par une variété résistante, l'helminthosporiose du blé est devenue très discrète au profit de la septoriose. Les notations effectuées au cours des cinq campagnes 1974, 1975, 2003, 2005 et 2006 ont montré que la rotation des cultures, le labour et les traitements fongicides réduisaient notablement les infestations d'helminthosporiose. Les deux premiers leviers se sont avérés les plus efficaces.

Les résidus infectieux en surface favorisent aussi la fusariose

Les observations réalisées sur la fusariose et une mycotoxine associée (déoxynivalénol dite « DON ») montrent des similitudes avec l'helminthosporiose du blé. Sur des précédents peu favorables à la maladie (blé ou betteraves sur la figure 2), le travail du sol n'a pas d'effet notable. En revanche, derrière un précédent favorable dont les résidus portent un inoculum important (maïs grain sur la figure 2), le travail du sol a un réel impact. Les pratiques laissant beaucoup de résidus en surface du sol favorisent la contamination de l'épi par des ascospores. Puis, celles-ci peuvent générer une attaque de fusariose sur une variété sensible si l'humidité est favorable à la maladie.

12

q/ha c'est le gain moyen permis par les fongicides pour le blé entre 1974 et 2009.

MALADIES DU BLÉ : le levier agronomique est efficace

	Blé - Monoculture			Blé - Précédent maïs			Blé - Préc. betteraves		
	labour	travail superficiel	semis direct	labour	travail superficiel	semis direct	labour	travail superficiel	semis direct
Rouilles	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Oïdium	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Septoriose	+++++	+++	+++	+++	+	+	+++	+	?
Piétin verse	+++++	+++	+++	+++	+	+	+++	+	?
Fusariose sur épis/DON	+	+	+	+++	++++	+++++	++	++	++
Fusariose sur tige	?	?	?	+	++	++	?	?	?
Helminthosporiose du blé	+++	++++	+++++	0	0	0	0	0	0

Tableau 1 : Synthèse de l'incidence du travail du sol et des rotations sur les maladies observées sur le blé tendre d'hiver dans l'essai travail du sol de Boigneville.

- +++++ : maladie fortement favorisée par les facteurs agronomiques ;
- +++ : maladie moyennement favorisée par les facteurs agronomiques ;
- + : maladie peu favorisée par les facteurs agronomiques (autres facteurs : climat, variété...);
- 0 : maladie absente ;
- ? : pas de données.



DON : broyer et enfouir les résidus d'un précédent favorable à la maladie

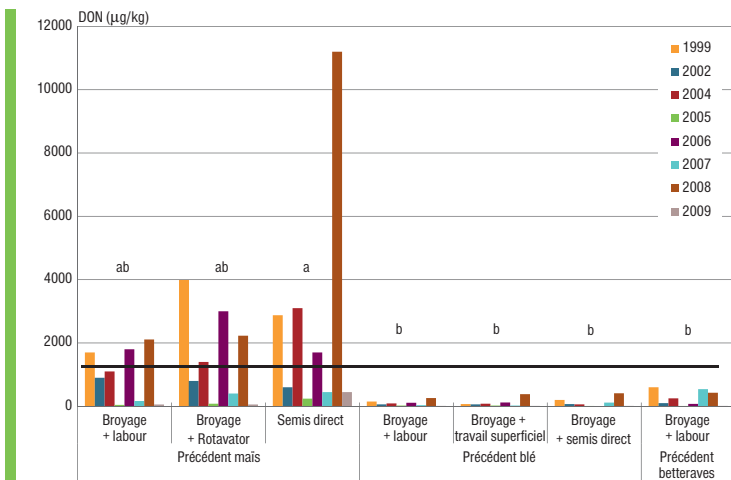


Figure 2 : Incidence du travail du sol et du précédent du blé tendre d'hiver sur les teneurs en DON des grains de blé (en µg/kg) de 1999 à 2009. Seules les années avec présence significative de DON ont été maintenues.

Les lettres représentent les groupes statistiques (test de Newman Keuls au seuil de 5 %). Seules les techniques portant les lettres a et b sont statistiquement différentes entre elles.

Des teneurs élevées en DON (supérieures au seuil réglementaire de 1250 µg/kg sur grain brut de blé tendre) se retrouvent fréquemment derrière un maïs grain, sur labour mais encore plus en semis direct. Derrière les autres précédents, il n'y a presque jamais eu de dépassement des 1250 µg/kg. La teneur moyenne en DON est, sans surprise, plus élevée derrière des betteraves sucrières que derrière un blé tendre d'hiver car les résidus de betteraves portent aussi un inoculum de fusariose.

Maïs : un effet très variable du travail du sol sur les mycotoxines

Sur maïs, les teneurs en mycotoxines des grains [déoxynivalénol (DON), zéaralénone (ZEA), nivalénol (NIV) et fumonisines B1 et B2 (FUMO)] ont été régulièrement mesurés à partir de 2003. En moyenne, le non labour a accru le risque d'avoir des teneurs élevées en DON ou ZEA (tableau 2). Mais les modes de travail du sol ont un effet sur les teneurs en mycotoxines extrêmement variable d'une campagne à l'autre. Cela reflète probablement la combinaison de plusieurs facteurs de risque : quantités de résidus infectieux à la surface du sol, dates de floraison, pluie ou irrigation à la floraison...

« Les cultures intermédiaires installées entre le blé et le maïs ont eu tendance à augmenter les teneurs des grains de maïs en DON, ZEA ou NIV. »

Les cultures intermédiaires installées entre le blé et le maïs (principalement l'avoine dans cet essai) ont eu tendance à augmenter les teneurs des grains de maïs en DON, ZEA ou NIV, en particulier en 2010 et en non labour. Cet effet semble de

Le broyage des résidus de maïs limite la fusariose

La gestion des résidus de maïs a été étudiée en différenciant des parcelles en « doublon », par leur broyage soigné avant un travail superficiel du sol (Rotavator) ou un semis direct. Les résultats sont éloquentes : le broyage divise par deux les quantités de mycotoxines. Ces chiffres élevés sont à resituer avec la pratique mise en œuvre, assez lente et coûteuse, un broyeur tracté avec des couteaux en Y, utilisé à vitesse modérée et au ras du sol. Le broyage des pailles de maïs au moment du semis du blé tendre d'hiver suivant ne réduit pas leur quantité laissée en surface, mais facilite leur décomposition au cours de l'hiver et au début du printemps. Les résidus de maïs visibles en surface au moment de la floraison du blé sont donc beaucoup moins nombreux, ce qui limite la contamination des épis par les spores de fusariose. Le broyage des résidus de maïs grain est d'autant plus intéressant en semis direct qu'il limite aussi la gêne du développement du blé par les résidus du précédent maïs (répartition plus homogène, décomposition plus rapide...).

plus accru par la destruction tardive du couvert qui laisse davantage de résidus à la surface du sol au moment du semis du maïs. Ces résidus peuvent être le support d'inoculum de fusariose. Ces résultats devront être confirmés et complétés avec des essais sur l'aptitude des espèces de couvert à porter des champignons de type *Fusarium*.

Le labour favorise les fumonisines

Pour les fumonisines, leurs teneurs n'ont été significatives qu'en 2006. L'effet du mode de travail du sol a été alors très net, les teneurs étant beaucoup plus élevées avec le labour qu'avec un travail superficiel ou un semis direct. Aucun effet du couvert n'a pu être mis en évidence.

Ces résultats vont dans le même sens que ceux de nombreux essais ou enquêtes qui montrent que les teneurs en fumonisines des maïs cultivés en non labour sont moindres que pour ceux implantés sur labour, mais avec une très forte variabilité selon les lieux ou les années. La tendance est plutôt inverse sur les DON et ZEA.

Derrière un précédent maïs ou blé, les infestations de charbon du maïs (*Ustilago maydis*) ont été d'autant plus faibles que le travail du sol était réduit (tableau 2).

Les teneurs en mycotoxines sur orge de printemps, mesurées de 2007 à 2011, ont été nulles ou très faibles en DON et en toxines T2 et HT2, quelles que soient la technique d'implantation.

[1] voir Perspectives Agricoles n° 400 page 31 et suivantes



Si le labour favorise les fumonisines dans les grains de maïs, c'est la tendance inverse pour les DON et ZEA.

© ARVALIS-Institut du végétal

MALADIES DU MAÏS : les mycotoxines DON et ZEA très influencées par l'agronomie

	Maïs Précédent blé		
	labour	travail superficiel	semis direct
Fusariose sur tige	+	+	+
Charbon du maïs	+++	++	+
DON	+++	++++	+++++
ZEA	+++	++++	+++++
FUMO	+++++	++++	+++
NIV	+	+	+

Tableau 2 : Synthèse de l'incidence du travail du sol et des rotations sur les maladies et mycotoxines observées sur maïs grain dans l'essai travail du sol de Boigneville.

+++++ : maladie fortement favorisée par les facteurs agronomiques ;
 +++ : maladie moyennement favorisée par les facteurs agronomiques ;
 + : maladie peu favorisée par les facteurs agronomiques (autres facteurs : climat, variété...).

Jérôme Labreuche - j.labreuche@arvalisinstitutduvegetal.fr
 Claude Maumené - c.maumene@arvalisinstitutduvegetal.fr
 Emmanuelle Gourdain, Gilles Couleaud,
 Guillaume Beauvallet
 ARVALIS-Institut du végétal