

## Préparation du sol

# 1 Non labour : une technique à manier avec précaution

**La réussite d'une culture de maïs passe par une implantation de qualité. La grande majorité des agriculteurs fait encore appel au labour pour atteindre cet objectif. Se passer de cette opération est possible mais nécessite une grande technicité et se montre délicat à mettre en œuvre.**

**S**elon une enquête réalisée par le ministère de l'Agriculture, seuls 12 % des surfaces de maïs fourrage et 20 % de celles en maïs grain ont été implantées sans labour en 2006. C'est beaucoup moins qu'en cultures d'automne, où les résultats sont proches des 50 %. En supprimant le labour, la majorité des agriculteurs redoute de perdre une certaine « *sécurité* » vis-à-vis de la levée ou de l'enracinement de la plante.

**Les agriculteurs qui osent franchir le pas du non labour souhaitent en priorité réduire les temps de travaux et les difficultés à travailler des terres argileuses ou caillouteuses.**

Car pour exprimer tout son potentiel, le maïs nécessite une structure de peuplement et un sol favorable à son enracinement (*voir encadré*), en particulier si les disponibilités en eau et en chaleur permettent d'atteindre de gros rendements. Atouts supplémentaires, le labour favorise le réchauffement du sol et accélère son ressuyage en surface au printemps.

### Réduire les temps de travaux

Dans les situations où le maïs revient fréquemment dans la rotation, le labour constitue, au travers de ses effets sur les résidus de récolte, une forme de prophylaxie efficace dans la maîtrise des adventices, de l'helminthosporiose,



**L'enfouissement des résidus de maïs dès l'automne facilite leur décomposition et permet de réduire les populations d'insectes foreurs.**

riose, des fusarioses des épis ou des foreurs. Les agriculteurs qui osent franchir le pas du non labour souhaitent en priorité réduire les temps de travaux et les difficultés à travailler des terres argileuses ou

caillouteuses. Ils citent aussi assez fréquemment la diminution des charges de mécanisation, l'amélioration de la portance des sols, la réduction de la battance et de l'érosion. Pour mieux identifier les conséquences de cette technique sur maïs, ARVALIS-Institut du végétal a donc mené des essais dans différents contextes agronomiques et pédo-climatiques.

### Les pailles de blé plus simples à gérer

C'est dans les rotations maïs-blé sans élevage, donc sans pailles ramassées ou apports d'engrais de ferme, que la simplification du travail du sol apparaît la plus opportune (*encadré 1*). Les pailles de blé s'avèrent plus simples à gérer que les résidus de maïs liés à la monoculture grâce à la durée de l'interculture entre blé et maïs qui facilite leur décomposition naturelle. La structure du sol se situe quant à elle dans une dynamique favorable puisqu'il existe un délai de près d'un an et demi entre la récolte du maïs, principale période à risque vis-à-vis du tassement, et le semis du maïs suivant, culture la plus sensible à ce tassement. Ceci se vérifie tout particulièrement dans les sols contenant au moins 18 % d'argile : le dessèchement qui a lieu en été derrière le blé permet leur fissuration, une forme de restructuration naturelle des zones du sol qui auraient pu être compactées. Ce phénomène peut expliquer les très bonnes performances du travail superficiel ou même du semis direct à long terme dans des rotations maïs-blé en sol limono-argileux (*encadré 1*).

### Sols potentiellement compactés en monoculture

En revanche, dans les successions maïs-maïs, les essais montrent globalement que l'implantation sur labour reste une référence. Selon les milieux et les itinéraires testés, les techniques sans labour donnent des résultats inférieurs ou égaux. En l'absence de retournement du sol, la quantité de résidus laissés par le précédent maïs constitue une difficulté majeure pour implanter le maïs suivant dans de bonnes conditions. Un

broyage et une incorporation superficielle précoce d'automne peuvent toutefois permettre d'accélérer la décomposition de ces résidus et faciliter leur gestion au printemps. Enfin, la qualité structurale du sol, indispensable au développement du système racinaire, peut être dégradée à l'issue de récoltes tardives. Les successions maïs-maïs ne laissent pas assez de temps à la structure du sol pour se régénérer naturellement, en particulier en système irrigué. Les limons sont bien sûr plus sensibles que les sols très sableux ou de graviers. Les besoins en travail profond (labour, pseudo-labour, décompactage) sont alors souvent nécessaires.

**En rotation blé-maïs, le dessèchement qui a lieu en été derrière le blé permet la restructuration naturelle d'un sol argileux par fissuration.**

### Attention aux précédents prairies

En système de polyculture élevage, le maïs peut aussi être confronté à la compaction des sols lors des récoltes (paille, ensilages...) ou des épandages. Un travail profond de type décompactage peut alors être nécessaire en cas de suppression du labour. La gestion des résidus (cultures intermédiaires, fumier...) est aussi un point à surveiller. Ce sont sans doute les précédents prairies ou cultures fourragères dérobées qui créent le plus de contraintes. Si les références en système de polyculture élevage sont peu nombreuses, elles montrent toutefois qu'en adaptant l'itinéraire à la structure du sol, aux débris végétaux en surface et au semoir, le non labour peut donner des résultats équivalents au labour. ■



### Le maïs très sensible à la compaction des sols

Des comparaisons de rendement entre sols tassés et non tassés ont montré que le maïs est l'une des cultures les plus sensibles à la compaction. Ses grosses racines peuvent avoir plus de mal à traverser les zones compactes que les petites racines des céréales à pailles. Le cycle tardif du maïs est aussi davantage impacté par la disponibilité en eau que d'autres cultures, et il implique que la plante soit bien enracinée.

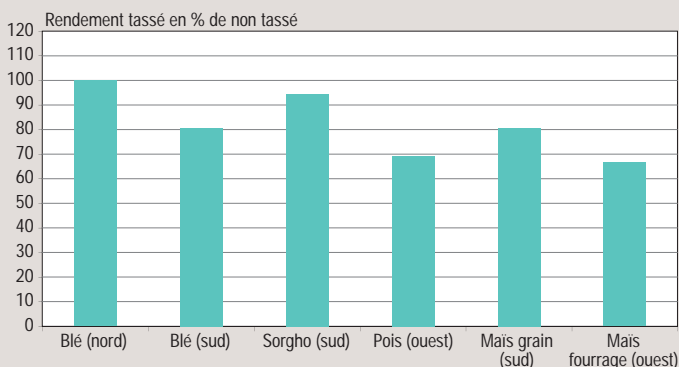


Figure 1 : Impact du tassement sur le rendement de plusieurs cultures. Essais réalisés à Boigneville (91- « nord » en limon argileux), la Jaillière (44- « ouest » en limon drainé) et Baziège (31- « sud » en sol argileux). Des comparaisons entre sol tassé sur toute la largeur du sol et sol non tassé montrent des sensibilités différentes à la compaction.

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

Gilles Eschenbrenner,  
g.eschenbrenner@arvalisinstitutduvegetal.fr  
ARVALIS-Institut du végétal

## 1 Blé assolé en limon argileux dans le bassin parisien Des résultats voisins en non labour et en labour

Les sols limono-argileux du bassin parisien ont une bonne activité structurale favorable à leur régénération, notamment lors de la période estivale. À Boigneville (Essonne), limon argileux (24 % d'argile) d'environ 75 cm d'épaisseur, l'essai mené en rotation maïs-blé a démarré à l'automne 1970. De 1987 à 2010, le travail superficiel ainsi que la technique du Rotasemis ont donné des résultats très proches du labour au niveau de la levée et des rendements (voir tableaux 1 et 2). Utilisé sur la période 2002-2010, le vrai semis direct a engendré une perte à la levée de 5 % en moyenne par rapport aux autres techniques, mais sans impact sur le rendement. Globalement, l'ensemble des techniques testées permet d'obtenir des rendements très proches de ceux du labour, que ce soit avec des potentiels faibles ou élevés. Lorsque les structures du peuplement et du sol sont correctes, le non labour peut aussi atteindre les hauts potentiels de rendement. En conditions difficiles, aucune technique n'affiche clairement une meilleure résistance à la sécheresse.

Attention toutefois : avec les techniques sans labour le sol se réchauffe moins vite, le cycle du maïs peut prendre un léger retard, facteur d'une hausse de l'humidité à la récolte. Les essais montrent que ce retard est beaucoup plus visible en vrai semis direct qu'en travail superficiel ou limité à la ligne de semis. Ces écarts auraient pu être encore plus marqués en cas de semis plus précoce que celui de l'essai de Boigneville, réalisé en avril. Ce retard dans le développement du maïs peut choquer visuellement en juin. Il engendre en tout cas des frais de séchage plus élevés qui pèsent sur les rendements nets (rendement économique).

Bien gérer d'éventuelles cultures intermédiaires

Les cultures intermédiaires deviendront de plus en plus présentes dans ce type d'interculture longue et certains résultats montrent l'importance de la conduite du couvert (voir Perspectives Agricoles

	% de levée	Levée finale (pl/ha)	Rendement (q/ha)	Humidité récolte (%)
Labour	87,2	86 041	68,9	25,5
Travail superficiel	88,3	86 960	70,0	26,1
Rotasemis	92,0	91 394	70,3	27,1

Tableau 1 : Résultats moyens obtenus à Boigneville (91) sur un précédent blé pour les campagnes 1987 à 2001.

	% de levée	Levée finale (pl/ha)	Rendement (q/ha)	Humidité récolte (%)
Labour	90,6	90 556	87,6	26,9
Travail superficiel	90,2	90 243	90,4	27,3
Semis direct	85,3	85 281	90,0	30,0

Tableau 2 : Résultats moyens obtenus à Boigneville (91) sur un précédent blé pour les campagnes 2002 à 2010.

### Itinéraires :

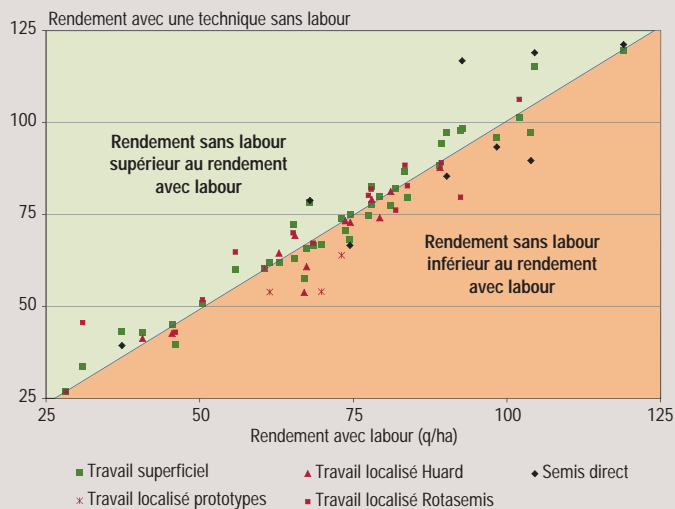
- Labour : pas de déchaumage, labour d'hiver, reprise superficielle au printemps (vibro ou herse rotative), semoir.
- Travail superficiel : pas de déchaumage, travail superficiel en entrée d'hiver à l'aide d'un outil animé à la prise de force type rotavator, reprise superficielle au printemps, semoir à disques.
- Rotasemis : pas de déchaumage, travail de la ligne de semis (10\*10 cm) couplé au semoir à disques.
- Semis direct : pas de déchaumage, semoir lourd à disques.

n° 363 pages 40). Des destructions tardives engendrent le risque d'avoir un mulch important limitant l'évaporation de l'eau et donc la vitesse de ressuyage du sol au printemps. Des conditions de semis ressuyées peuvent alors être difficiles à trouver, en particulier en sol argileux. Certains ravageurs (limaces, campagnols) sont aussi difficiles à contrôler en système de non travail du sol au printemps avec couvert détruit tard (sol non remanié, abri avec les résidus, sol frais...). Un couvert détruit entre novembre et février selon le type de sol permet de limiter ces phénomènes et de sécuriser les conditions de semis. Dans certains cas (sol dur au printemps, pression parasitaire...), un petit travail superficiel, s'il est fait en bonnes conditions, peut aider à placer la semence dans la terre fine et à limiter les pertes à la levée. Des risques d'érosion dans certaines régions et de dessèchement du lit de semences peuvent en revanche intervenir.



Le travail du sol a un impact sur le réchauffement du sol et le développement du maïs.

Rendements proches quel que soit le potentiel



La forte variabilité des rendements observable sur le graphique s'explique notamment par les différences annuelles de pluviométrie estivale, l'essai n'étant irrigué que depuis environ 10 ans.

Les différentes techniques de « semis direct » n'ont pas toutes été testées simultanément. Les prototypes utilisés de 1971 à 1974 réalisant le travail localisé, ancêtre du « strip till », étaient constitués d'un couteau travaillant le sol suivi d'un semoir à socs (marques Benac et Nodet). Le matériel Huard a ensuite fait son apparition (1975 à 1986), constitué d'une fraise travaillant des bandes de sol, suivie d'un semoir équipé de disques et de socs. Le Rotasemis de Howard est apparu en 1987, avec un rotalabour ne travaillant que des bandes de 10 cm et suivi d'un semoir à disques. Le vrai semis direct réalisé avec un semoir adapté (Monosem NX) a remplacé le travail localisé à partir de 2002.

Figure 2 : Rendement obtenu en non labour en % du rendement en labour (Boigneville, rotation maïs-blé, campagnes 1971 à 2010).

## 2 Monoculture sur sol sableux en Sologne Le non labour plutôt plus efficace les années de faibles rendements

Conduit en partenariat entre l'UCATA et ARVALIS-Institut du végétal, cet essai est constitué de 4 bandes pérennes entre les campagnes 2005 et 2009. Il est implanté en Sologne sur un sol sableux (6 % d'argile) conduit en monoculture de maïs irriguée. Le potentiel de la parcelle a priori est de l'ordre de 120 q/ha pour des hybrides demi-précoces dentés semés entre 90 000 et 100 000 plantes/ha. Pour chaque modalité, les résidus de maïs grain sont broyés (broyeur horizontal tracté) et enfouis en automne (Discodent travaillant à 30 cm pour les dents et 10 cm environ pour les disques). Le travail du sol est différencié au printemps (voir tableau 3).

En moyenne sur les cinq années d'essai, les résultats sont sensiblement équivalents entre le labour et le pseudo-labour de printemps, avec un léger « plus » en rendement et régularité pour le deuxième. Les années à faibles rendements, les résultats sont plutôt à l'avantage du non labour et en faveur du labour lorsque le potentiel est élevé (2009). En l'absence de reprise profonde au printemps (modalité 4), le rendement, plus variable, est pénalisé de 5 % en moyenne malgré des densités de plantes similaires. La perte porte principalement sur le nombre de grains/m<sup>2</sup>.

Levées mal maîtrisées avec un semoir à céréales

La simplification des implantations a aussi été testée avec un semoir céréales (Rapid de Väderstad), permettant en un seul passage à forte vitesse de reprendre et rappuyer le pseudo-labour et de semer. Les levées sont très mal maîtrisées essentiellement à cause de l'irrégularité des profondeurs de semis et d'un rappui moins précis qu'avec le semoir monograine. Le peuplement est très hétérogène sur la ligne de semis (voir photo) et déficitaire de 25 % en moyenne. Les rendements obtenus au final sont cependant étonnamment élevés, ne décrochant que de 5 % en



Labour – HR Semis Monograine



Discodent - Semoir Rapid



Discodent – HR Semis Monograine



HR Monograine

➔ Au stade 10 feuilles, le peuplement est hétérogène pour l'implantation avec un semoir Rapid.

Travail du sol au printemps	Plantes/ha	% levée	Rendement q/ha sur 5 ans			Humidité récolte (%)
			Moyen	Min	Max	
1/ Labour - Herse rotative - Semoir monograine (Monosem NG+)	91492	98,4	105,0	80,6	139,1	28,1
2/ Pseudo - Labour Discodent - Herse rotative - Semoir monograine (Monosem NG+)	89625	96,5	107,9	89,7	132,1	27,9
3/ Pseudo - Labour Discodent - Semoir Rapid Väderstad	72829	73,5	99,8	72,9	129,8	27,9
4/ Herse rotative - Semoir monograine (Monosem NG+)	88957	96,5	99,8	78,6	132,8	28,0

Tableau 3 : Résultats moyens obtenus à Presly (18) pour les campagnes 2005 à 2009. Essai UCATA-ARVALIS.

## Davantage d'adventices en non labour

Chacune des bandes faisait l'objet d'un suivi précis en matière de désherbage et d'essais de stratégies différentes. Dans les itinéraires non labourés, et particulièrement dans ceux ne faisant pas l'objet de reprise au printemps, la flore s'est révélée plus diversifiée, le niveau d'infestation des témoins beaucoup plus élevé et le degré de satisfaction des programmes plus faible. Par ailleurs, des essais variétés implantés dans les bandes labour et non labour n'ont pas révélé d'écart significatif de classement sur le plan du rendement ou des symptômes de maladies foliaires ou des épis.

moyenne par rapport au labour avec toutefois une forte variabilité (+ 5 à - 15 %)

Cet essai confirme le besoin pour le maïs d'une excellente implantation. Malgré des conditions de dégradation favorable des résidus, seuls le labour et le pseudo-labour de printemps ont permis d'atteindre régulièrement cet objectif.

**Régis Doucet,**  
**ARVALIS-Institut du végétal -**  
**Joseph Dupé,**  
**Ucata**

*Avec nos remerciements à  
M. Pellerin de la Ferme Saint  
Hubert qui a mis le matériel à  
disposition.*

Le pseudo-labour consiste à réaliser un travail profond qui mélange les horizons du sol mais sans les retourner, contrairement à la charrue. C'est une opération exigeante en puissance et énergie.



© F. Chembalant

### 3 Monoculture dans les boulbènes de Midi-Pyrénées Peu d'écart à la levée mais rendement réduit en non labour

Sur trois sites d'essais de Midi-Pyrénées en limon battant (environ 15 % d'argile) avec un ressuyage plus ou moins lent, les techniques d'implantation ont été testées principalement sur un précédent maïs. Les résultats (tableau 4) montrent que les écarts à la levée sont faibles, hormis

avec le Rotasemis, pénalisé dans l'essai de Bioule (82). Le broyage des résidus associé à un déchaumage précoce ainsi que la facilité à préparer les sols de limon expliquent ces bonnes qualités de levée. Mais le travail simplifié tend à réduire le rendement, en particulier sur un précédent maïs. Le travail profond

(décompactage, pseudo-labour) permet de limiter cette baisse, sans pour autant atteindre les niveaux du labour dans chaque situation. Battants et irrigués, les sols sont soumis à un niveau de compaction ou de reprise en masse assez élevé.

	Labour	Pseudo labour	Décompactage et travail superficiel	Décompactage et Rotasemis	Travail superficiel	Rotasemis
Précédent maïs grain à Bioule (82) (1)	107,9		109,7	95,6	106,3	81,4
Précédent maïs grain ou sorgho à Parisot (81) (2)	109,6	-	-	-	101,8	-
Précédent blé ou maïs grain à Parisot (81) (3)	107,7	109,3	-	-	-	-
Précédent maïs grain à Peyrole (81) (4)	118	106,8	-	-	106,3	-

(1) : campagnes 1990 à 1991 - (2) : campagnes 1991 à 2000 - (3) : campagnes 2001 à 2007 - (4) : campagnes 2002 à 2006

Travail superficiel : réalisé à moins de 10 cm

Pseudo-labour : outils à dents ayant mélangé les horizons sur 15-20 cm

Tableau 4 : Rendements en q/ha obtenus dans les différents essais de Bioule, Parisot et Peyrole.

## 4 Monoculture dans les graviers de la plaine de Lyon

### Les débris végétaux pénalisent le rendement en non labour

Un essai conduit en monoculture de maïs irriguée a été initié en 2003 à Lyon Saint Exupéry (69) sur la station expérimentale du CREAS <sup>(1)</sup>, en sol de gravier (alluvions fluvio-glaciaires) typique de la plaine de Lyon. Il compare deux itinéraires sur deux bandes pérennes. Sur chaque modalité, les résidus de maïs grain sont broyés deux fois (sous becs puis avec un broyeur tracté) et enfouis superficiellement en automne (cover crop). Le travail du sol est ensuite différencié (voir descriptif sous le tableau 5). Cet essai confirmé par d'autres expérimentations sur le même type de sol montre que le rendement en travail superficiel est pénalisé d'environ 10 q/ha en moyenne par rapport au labour. La qualité de levée (pourcentage de levée et surtout homogénéité de date de levée) est le facteur limitant identifié. Le retard à la levée observé en semis après travail superficiel a des conséquences jusqu'à la récolte. Il se traduit par une humidité du grain supérieure de 1 %. Compte tenu des très forts rendements obtenus, la quantité de débris végétaux retournant au sol est importante. Cela semble perturber le contact sol-graine, d'autant plus que la décomposition des débris apparaît plus lente en sol de gravier qu'en limons.

Un travail plus profond peut-être nécessaire

Pour tenter de résoudre ces difficultés défavorables sur un plan économique, différentes pistes ont été explorées. Un semoir plus lourd (Monosem NX) a été utilisé les dernières années mais sans constater de progrès suffisant. Le strip till (modèle « maison » prêté par un agriculteur et inspiré d'un matériel américain : chasse-débris, disque ouvreuse, dent incurvée vers l'avant suivie par deux disques) a été testé en 2010. En comparaison avec le travail superficiel de printemps, il n'a pas apporté d'amélioration des levées. Il reste à explorer la piste d'un travail plus profond, soit localisé avec le strip till, soit sur toute la largeur, afin de mieux « diluer » les débris végétaux et d'améliorer le contact sol-graine.

	% de levée	Levée finale (pl/ha)	Rendement (q/ha)	Humidité récolte (%)
Labour	100,9	82 146	140,9	25,2
Travail superficiel	93,5	76 171	130,8	26,2

Tableau 5 : Résultats moyens obtenus à Lyon St Exupéry (69) sur les campagnes 2003 à 2009.

#### Itinéraires :

1. Labour : Labour d'hiver et roulage dans la foulée, vibro avant semis, semoir Monosem NG+.
2. Travail superficiel : reprise superficielle en fin d'hiver au déchaumeur (dents + disques) et un passage d'outil à disques indépendants la veille du semis, semoir Monosem NG+ de 2003 à 2006 et Monosem NX à partir de 2007.

(1) CREAS : Centre Régional d'Expérimentation Agricole Saint Exupéry

Un peuplement quelque peu hétérogène est obtenu en travail superficiel et se montre pénalisant en situation à très fort potentiel de rendement.

