

Le semis sous couvert consiste à semer une culture directement dans les résidus d'un couvert végétal. Il offre l'avantage de concilier des implantations rapides et économiques avec la protection des sols et de l'environnement. Pour maîtriser cette technique, nous faisons ici le point sur l'expérience acquise par ARVALIS-Institut du végétal sur ce sujet.

Semis sous couvert

Les conditions sont primordiales

La couverture du sol

Un ingrédient à doser avec précaution

De plus en plus souvent mis en amont, la couverture du sol doit rester à un niveau acceptable avant le semis de la culture pour garder des conditions d'implantation correctes. La question se pose notamment pour les cultures de printemps où le ressuyage des terres en surface est déterminant lors du semis.

Même si cela n'est pas toujours facile à quantifier, la présence de résidus végétaux en surface et de couverts végétaux permet de préserver la structure des sols, notamment ceux où les processus de fissuration par dessiccation sont limités (sols à moins de 18 % d'argile, sols ne

séchant pas en été pour cause d'irrigation...). La couverture des sols a divers avantages mais a aussi, revers de la médaille, des inconvénients (tableau 1). Un compromis doit être trouvé. La conduite de l'interculture doit donc être adaptée au sol, à la rotation et au matériel.

Si le semis sous couvert se caractérise par le semis direct d'une culture dans le couvert végétal ou ses résidus sans travail du sol préalable, il englobe des pratiques très variées : sols déchaumés ou non en été avant le semis du couvert, cultures intermédiaires d'espèces différentes et détruites à diffé-

Quelques effets des couverts végétaux en techniques sans labour

	Conséquences positives	Conséquences négatives
Apport de matières organiques (MO) au sol	<ul style="list-style-type: none"> • Apport de MO en quantité modeste • Accélération de la concentration de MO en surface 	
Augmentation de la faune du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Activité biologique favorisée (nourriture et conditions de vie plus stables) • Effet indirect sur la structure du sol 	<ul style="list-style-type: none"> • Limaces favorisées, notamment en forte présence de résidus au semis
Résidus en surface au semis de la culture (semis sous couvert...)	<ul style="list-style-type: none"> • Moins de battance, de prise en masse et d'érosion en sol fragile • Moins de ruissellement et de transferts de polluants associés • Moins de pertes en eau par évaporation au printemps 	<ul style="list-style-type: none"> • Résidus végétaux gênants au semis (selon semoir) • Ressuyage en surface ralenti au printemps • Moindre réchauffement du sol

Jérôme Labreuche
j.labreuche@arvalisinstitutdುವégétal.fr
 Thomas Viloingt
t.viloingt@arvalisinstitutdುವégétal.fr
 Benoît Beets
b.beets@arvalisinstitutdುವégétal.fr
ARVALIS – Institut du végétal

s de semis ales



Levée réussie d'orge derrière moutarde.

rentes dates... Ces variantes sont essentielles car elles conduisent à des différences majeures de couverture du sol lors du semis de la culture.

Des échecs fréquents sur couverts détruits tard

Trois années d'essai sur maïs sont présentées sur la *figure 1*. Dans cet essai travail du sol de longue durée implanté en 1970 dans un limon argileux, la rotation maïs/blé est croisée avec plusieurs modes de travail du sol dont le semis direct. Nous avons utilisé un semoir lourd adapté au semis direct (Ribouleau NX). On peut constater que les levées du maïs sont équivalentes entre l'avoine d'hiver détruite autour du 1^{er} décembre et le sol nu pour les 3 modes de travail du sol pré-

sents. La destruction de l'avoine autour du 15 mars a conduit à des levées moins bonnes en 2004. L'explication vient des limaces et mulots en semis direct et d'un lit de semences grossier et creux avec travail superficiel (les semences y ont gonflé avant de s'y dessécher). L'avoine avait par ailleurs gelé à 50 % l'hiver 2002/2003. Les tendances dégagées au niveau des levées de maïs sont les mêmes que celles observées pour les rendements.

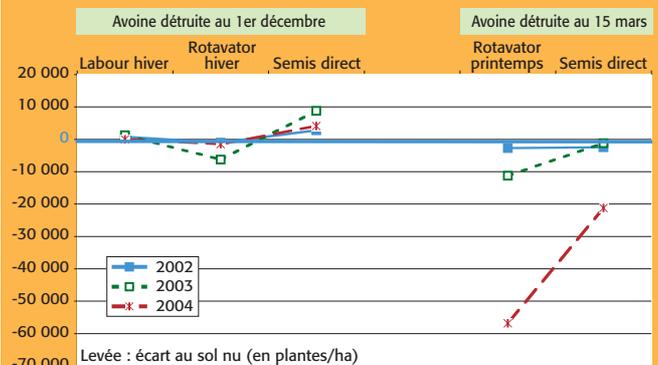
Sur 6 essais sur orge de printemps, les levées finales derrière des couverts ont été amputées de 10% en moyenne par rapport à celles obtenues sur des sols nus (*figure 2*). Dans deux essais sur 6, la qualité du lit de semences un peu plus grossière a conduit à des le-

vées plus échelonnées (25% de plantes levées en moins au début de la levée), suite à l'absence de pluie immédiatement

après semis. Malgré tout, les rendements d'orge de printemps obtenus derrière les couverts détruits assez tôt

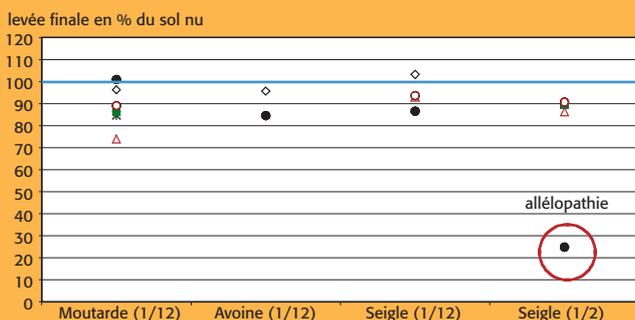
Les levées du maïs sont équivalentes entre l'avoine d'hiver détruite autour du 1^{er} décembre et le sol nu pour les 3 modes de travail du sol présents

Levée de maïs obtenue derrière un couvert en fonction de sa date de destruction et du mode de travail du sol (essai travail du sol de longue durée de Boigneville, semoir Ribouleau NX).



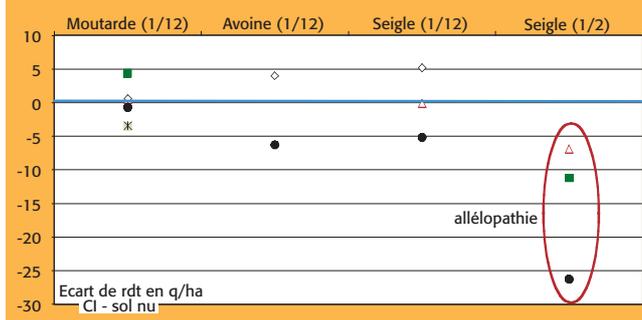
Les levées finales derrière des couverts ont été amputées de 10 % en moyenne par rapport à celles obtenues sur des sols nus

Levée d'orge de printemps obtenue derrière un couvert en fonction de l'espèce et de sa date de destruction (essais à Boigneville, semoirs Sulky Unidrill ou Horsch Sème Exact).



Les rendements d'orge de printemps obtenus derrière les couverts détruits assez tôt sont équivalents à ceux obtenus sur sol nu

Rendement sur orge de printemps obtenu derrière des couverts en fonction de l'espèce et de sa date de destruction (essais à Boigneville, semoirs Sulky Unidrill ou Horsch Sème Exact)





Féverole implantée sur un couvert détruit trop tardivement.

sont équivalents à ceux obtenus sur sol nu (figure 3).

Dans un cas observé figure 2 derrière du seigle détruit très tardivement, autour du 1^{er} février pour un semis du 16 février, les très mauvaises levées sont probablement associées à l'allélopathie (les germes étaient enroulés et peu de plantules ont réussi à émerger). Les rendements d'orge derrière du seigle détruit autour du 1^{er} février sont fortement pénalisés, de - 7 à -27 q/ha (figure 3). Même s'il n'est pas conseillé de faire du seigle avant de l'orge de brasserie pour des raisons de désherbage (risque d'impuretés), il est intéressant de constater l'effet neutre de ce couvert s'il est détruit autour du 1^{er} décembre.

Veiller à semer sur sol bien ressuyé

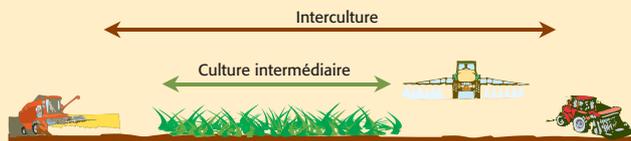
Les résultats présentés précédemment nous montrent l'impact de la date de destruction du couvert végétal sur la qualité d'implantation en semis sous couvert. Les destructions tardives peuvent dégrader les conditions de semis avec des sols plus "plastiques" et un parasitisme plus actif. Sur des couverts détruits en entrée d'hiver, des conditions de semis plastiques peuvent aussi être signalées notamment en début de printemps (février-mars) pour des semis d'orge et de pois.

Il faut préciser que dans les résultats présentés, les pratiques de travail du sol sont les mêmes sur sol nu et sur sol couvert. Les dates de semis des cultures sont les mêmes

Interculture et culture intermédiaire

Il y a fréquemment confusion entre les termes d'interculture et de culture intermédiaire.

L'interculture est une période, allant de la récolte d'une culture au semis de la culture suivante. Cette période, entre deux cultures principales, peut être conduite en sol nu (travaillé ou non) ou avec une culture intermédiaire.

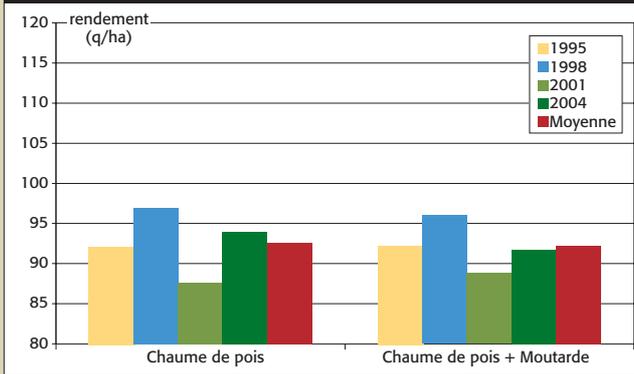


La culture intermédiaire a d'autres synonymes en fonction de l'objectif principal qui lui est assigné : couvert végétal ou plantes de couverture pour faire référence à la notion de protection des sols, CIPAN ou culture intermédiaire piège à nitrate, culture dérobée en cas de 2^e récolte en fourrage ou en grain, engrais vert en faisant référence à la fertilité du sol.

Les céréales d'automne en semis sous couvert

La pratique de couvert végétaux avant une céréale d'automne se développe peu à peu, notamment derrière pois. Le semis sous couvert de blé est testé dans un essai de longue durée où moutarde et sol nu sont comparés dans une rotation pois/blé/orge de printemps depuis 1994, avec 3 modes de travail du sol. En présence de semis direct continu, les résultats obtenus (levée, rendement) sur blé sont équivalents entre sol nu et sol couvert. L'avantage environnemental va bien sûr en faveur des parcelles avec moutarde. La présence d'un couvert n'est pas un handicap aux implantations d'automne avec un semoir spécial.

Sur blé, les résultats obtenus sont équivalents entre sol nu et sol couvert avec avantage environnemental pour la moutarde



et représentent un "compromis".

Nous avons vécu de 2002 à 2004 trois printemps plutôt secs qui ont été favorables au ressuyage des sols. Par contre, un vent sec et desséchant après le semis ne pardonne pas le moindre défaut de positionnement des semences (mottes, profondeur des semences, rappui...).

En semis sous couvert, le lit de semences (terre émietée par le passage des disques du semoir) est parfois plus fin derrière des couverts, grâce à un effet de protection de la structure du sol (par les racines et la couverture du sol). On observe parfois l'inverse, notamment lorsque le couvert végétal est détruit assez tard (le système racinaire peut limiter l'émiettement du sol par les disques et le sol peut rester humide).

Même s'il n'existe pas de règles générales, la réussite passe avant tout par un semis en conditions ressuyées. Cela peut sembler évident d'attendre pour semer en bonnes conditions, mais on se rend cependant compte que ça n'est pas si simple. Il est donc important d'adapter la conduite de l'interculture (déchaumages, couvert, date de destruction...) pour avoir une vitesse de ressuyage des terres adaptée au sol, notamment en situation à ressuyage naturellement lent comme les sols hydromorphes ou argileux.

Lorsque cela est possible, le semis sur sol gelé est apprécié, notamment pour semer de l'orge en sol argileux. Cela permet de saisir l'opportunité de semis en bonnes conditions. Le mulchage du couvert sur sol gelé en hiver est une autre manière de limiter l'effet du couvert sur l'humidité du sol au printemps. Lorsque le comportement du sol le permet, le travail superficiel hivernal permet d'avoir au printemps une couche de terre fine et res-

suyant rapidement. La limite des couverts par rapport au gel est que le sol gèle plus lentement avec une couverture du sol que sans.

Un sol couvert évapore moins d'eau

Au printemps, un sol ressuie après une forte pluie en 2 phases. Il y a d'abord une évacuation rapide de l'eau vers la profondeur par drainage. L'eau excédentaire à la capacité au champ est évacuée de cette manière. Ensuite, le sol perdra son eau lentement par évaporation depuis la surface du sol. Lorsque des débris végétaux sont présents en surface, ils limitent l'évaporation du sol. Cela est un avantage pour préserver la réserve en eau du sol, notamment avant une culture de printemps. Par contre, cela retarde le ressuyage du sol sur les premiers centimètres.

Même lorsque le couvert végétal est détruit au dernier moment, l'humidité du sol sur les cinq premiers centimètres est rarement abaissée par rapport à des couverts détruits très tôt. En effet, cette destruction très tardive se traduit par une couverture du sol très forte et très peu favorable à l'évaporation du sol (*figure 4*). Ce même couvert végétal transpire de l'eau en la prélevant via ses racines sur une profondeur d'au moins 60 cm, et pas uniquement en surface. Un couvert végétal détruit tard au printemps peut donc avoir un effet négatif sur la réserve en eau du sol pour la culture suivante tout en dégradant les conditions de semis en non labour pour cette culture.

Sur la *figure 4*, tous les couverts avaient été détruits le 20 novembre à l'exception du seigle détruit le 1^{er} février. Nous pouvons noter qu'entre les cultures intermédiaires détruites tôt, il existe des différences de teneur en eau du sol en surface au printemps. Cela s'explique par des différences de taux de couverture du sol, liées à la vitesse de décompo-

Semis précoce de printemps : orge, pois et féverole

Le semis de ces cultures en sortie d'hiver rend leur implantation délicate, notamment par rapport aux conditions de semis. Quand il n'est pas possible d'intervenir sur sol gelé, le ressuyage du sol en surface est un point délicat à gérer, notamment en sol argileux ou hydromorphe. En cas de printemps sec ou d'absence prolongée de pluie après le semis, la présence en forte quantité de paille dans le lit de semences peut être pénalisante, y compris en disposant de semoirs spéciaux.

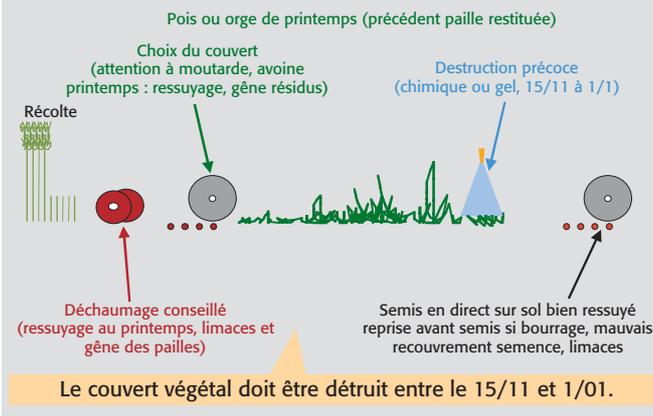
Afin d'anticiper ces risques, il est d'abord essentiel de détruire le couvert avant l'hiver (à partir du 15 novembre, sauf réglementation spécifique), quel que soit le type de sol. Ce dernier pourrait sinon avoir un comportement très plastique, retardant fortement le semis et dégradant le plus souvent les conditions d'implantation. La destruction pourra difficilement se faire de manière mécanique sans compromettre le futur lit de semences, en non labour.

Un travail du sol en été (déchaumage, herse rotative travaillant lors du semis du couvert...) permet de limiter la quantité de pailles dans le lit de semences au printemps ainsi que les limaces et mulots. Il a aussi un impact sur la vitesse de ressuyage en surface au printemps, ce qui est important dans certaines terres difficiles.

Le choix du couvert peut aussi anticiper les conditions de semis au printemps, au moins dans certaines situations. Les couverts qui laissent le plus de résidus en surface au printemps (moutarde, avoine de printemps) peuvent être gênants en sol ressuyant lentement ou avec des semoirs sensibles au bourrage.

Le semis de printemps devra se faire en très bonnes conditions pour créer un bon lit de semences permettant de bonnes levées, même sans pluie après le semis. Dans certaines régions, le semis sur sol gelé est apprécié car il permet un semis en bonnes conditions.

L'idéal est de semer directement sans reprise de sol au printemps. Cette dernière est rarement utile, sauf dans quelques cas : bourrage du semoir dans les résidus, impossibilité de recouvrir correctement les semences, fort risque limaces.



sition du couvert. L'architecture de ces résidus semble aussi avoir son importance. Un couvert comme la moutarde, même s'il couvre peu le sol au printemps (il ne reste plus que de grandes tiges desséchées), est un des couverts qui ralentissent le plus l'évaporation.

A titre indicatif, en février 2004 sur l'essai présenté *figure 4* (sol de limon argileux à 24% d'argile et 2% de matières organiques), le seigle détruit avant l'hiver pouvait être semé 3 jours après le sol nu. L'écart était de 7 jours pour la moutarde détruite à la même date et encore beaucoup plus long pour un couvert de seigle détruit le 1^{er} février.

Les couverts sont classés sur le *tableau 2* selon la vitesse d'évaporation du sol qu'ils engendrent au printemps en février-mars avant orge de printemps ou pois, en semis sous couvert. Les destructions tardives, au-delà du 1^{er} janvier, sont déconseillées avant ces cultures, quel que soit le type de sol. En destruction plus précoce, les différences de vitesse de ressuyage en fonction du couvert n'ont probablement pas une grande importance en sol ressuyant rapidement (sols sableux, craie...). Cela en aura une sur sol argileux si l'on ne peut y semer sur sol gelé.

Le déchaumage a un impact énorme sur l'évaporation de l'eau des sols au printemps. De manière approximative, un sol déchaumé en été présente au printemps une couverture du sol 2 fois inférieure à celle d'un sol non déchaumé. L'impact sur l'humidité du sol est important sur les premiers centimètres. En semis direct, l'impact du couvert végétal est d'ailleurs en partie masqué par la forte couverture du sol par les pailles, contrairement à ce qu'on observe sur des parcelles déchaumées.

Résidus de moutarde.



Semis de maïs

4

Les stratégies en non labour avec couverts peuvent être très variées sur maïs. La période de semis plus tardive que sur orge ou pois et la conception des semoirs monograinne spéciaux rend la gestion des pailles et le ressuyage du sol au semis moins problématiques. Le déchaumage pour un maïs précédent blé peut être plus facilement supprimé que sur les cultures d'orge et pois de printemps. De même, la date de destruction du couvert doit prendre en compte le type de sol. Elle peut se situer à l'entrée de l'hiver en sol collant à bonne stabilité structurale où la couverture du sol n'est pas fondamentale et les conditions de semis plus critiques à gérer. Les sols plus fragiles et moins plastiques à l'état humide comme les limons de l'ouest de la France seront plus adaptés à des destructions de février. Les reprises de sol avant semis du maïs sont courantes pour différentes raisons : incorporation des effluents d'élevage, période où le ressuyage le permet assez souvent, réchauffement du sol... Cette opération peut cependant être supprimée, si on dispose d'un semoir adapté à la quantité de résidus végétaux en surface.

Les limaces aiment les couverts détruits tard

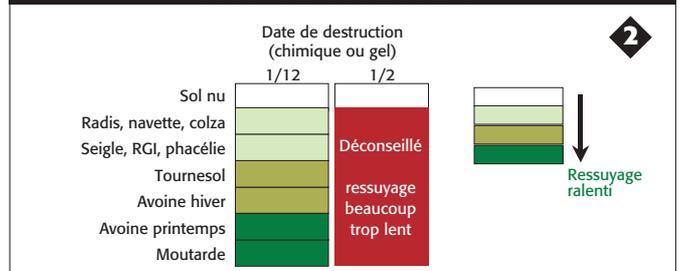
Les limaces sont plus actives dans un milieu non perturbé et humide. C'est avant tout la présence importante de résidus végétaux en surface (couvert végétal détruit tardivement et uniquement par voie chimique) qui expliquait la forte activité des limaces dans 3 essais réalisés en 2004 sur maïs. À l'inverse, les sols travaillés avant semis (avec ou sans labour) étaient peu favorables aux limaces. A noter que les couverts détruits au 15 novembre n'ont pas engendré de dégâts supplémentaires de limaces, quel que soit le mode de travail du sol.

En situation à risque limace élevé (sol et rotation favorable, culture sensible comme le tournesol), le couvert devra être détruit tôt. Une reprise de sol très superficielle avant semis sera aussi un atout, à condition bien sûr de limiter les mottes produites.

A noter que d'autres ravageurs comme les mulots apprécient aussi les couverts végétaux détruits tardivement. ■

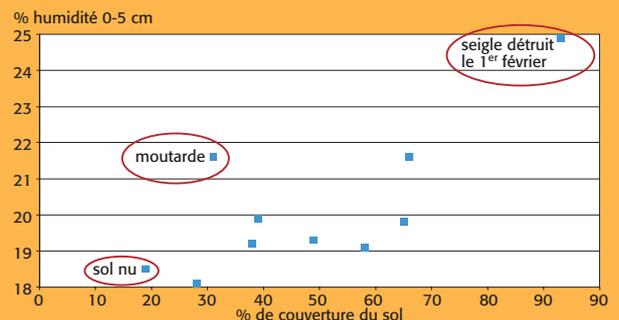
Feuilles de maïs dévorées par les limaces.

Classification de la vitesse de ressuyage du sol en surface avant pois ou orge de printemps en fonction du couvert et de sa date de destruction



La moutarde détruite couvre peu le sol, mais ralentit le ressuyage

Humidité du sol au printemps en fonction du taux de couverture du sol (Boigneville, 2004)



Couverts végétaux en sol argileux

Quel semoir choisir pour bien implanter une orge de printemps ?

Après deux années d'essais en limon argileux, la technique du semis sous couvert a été testée en 2004 en sol argileux sur orge de printemps. Ces essais, croisant plusieurs préparations de sol avec plusieurs semoirs, permettent de bien identifier la conduite de l'interculture adaptée à chaque technique de semis.

Différentes techniques de semis ont été comparées les 25 et 27 février 2004 sur un sol argileux (40 à 50 % d'argile) d'une terre noire du "Pithiverais" dans le Loiret. Cinq techniques de semis composées de 4 semoirs spéciaux et d'un semoir conventionnel ont été mises à l'épreuve sur 4 conduites de l'interculture différentes :

- 2 déchaumages (maintenu propre au glyphosate),
- 2 déchaumages suivis d'une moutarde semée début septembre,
- 2 déchaumages suivis d'un labour précoce fin octobre,
- 2 déchaumages suivis d'une moutarde puis d'un labour tardif mi-janvier.

Le précédent était une orge de printemps avec paille restituée (environ 7 t/ha). La moutarde a été détruite début février pour les itinéraires sans labour et avait produit une quantité faible de matière soit 0,7 t de MS/ha, constituée en majorité de repousses d'orge.

La structure du sol, sensible à la fissuration et au gonflement pendant l'hiver, a permis d'atteindre un lit de semence bien émiétté en surface lors du semis. Les conditions climatiques (une semaine sans pluie) précédant l'essai ont

permis de semer l'orge de printemps sur un sol bien ressuyé en surface. L'horizon plus profond (5-10 cm) était encore humide, comme souvent dans ce type de sol.

Les semoirs ont été testés à des vitesses de travail différentes selon le principe de semis. Certains constructeurs ont plutôt privilégié l'effet de vitesse pour mieux émietter les lignes de semis (Väderstad Rapid, Sulky Unidrill) quand



2 déchaumages.



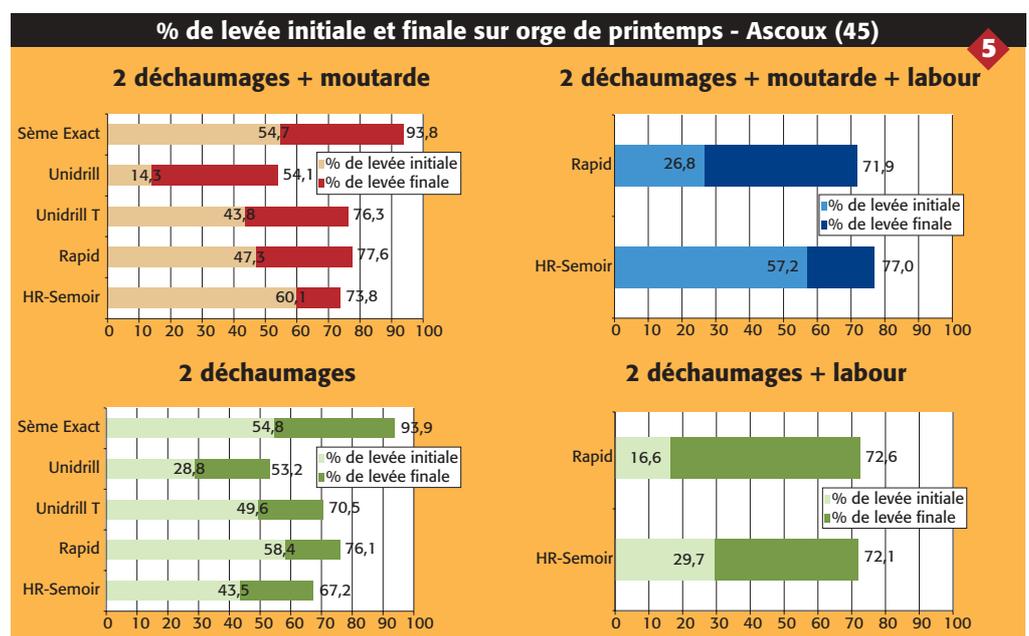
2 déchaumages + moutarde.



2 déchaumages + labour précoce.



2 déchaumages + moutarde + labour tardif.



Aurélien Groult
a.groult@arvalisinstitutduvegetal.fr

Daniel Couture
d.couture@arvalisinstitutduvegetal.fr

Xavier Meline

ARVALIS - Institut du végétal

Marque	HORSCH	VÄDERSTAD
Modèle	Sème-Exact	Rapid 300S
Largeur	3 m	3 m
		
Capacité de la trémie	750 l	1900 l
Distribution	Cannelure centrale et transport pneumatique de la semence	Cannelures hélicoïdales rang/rang
Type de semis	Semis à la volée sous le flux de terre	En ligne 12,5 cm - Monodisques crénelés de 400 mm avec coutres semeurs
Préparation avant semis	Rotor horizontal à lames coudées	2 rangées de disques diamètre 400 mm ; dents niveleuses "crossboard"
Contrôle de la profondeur de semis	2 roues pneumatiques	1 roue pneumatique pour deux éléments semeurs avec réglage centralisé de la profondeur
Particularités	- Bon émiettement de l'horizon de surface permettant un contact sol-graine optimum - Un des seuls outils réalisant un semis à la volée à profondeur contrôlée	- Outil très polyvalent - Bon contrôle de la profondeur de semis - Très grande capacité de semence
Poids (kg)	2 400	4 000
Puissance requise (ch)	de 130 à 160	de 120 à 140
Prix indicatif (€)	27 000	30 300
Vitesse de travail sur l'essai - Débit de chantier	6 km/h - 1,3 ha/h	12 km/h - 2,5 ha/h
Appréciation du travail réalisé lors de l'essai	Cet outil permet un émiettement idéal du lit de semence avec triage de la terre des mottes les plus fines au contact de la graine aux mottes les plus importantes en surface sur lesquelles se déposent les débris végétaux. Cet état du lit de semence peut même, le cas échéant, permettre une levée sans pluie car la graine est déposée sur un fond de travail favorable aux remontées d'eau par capillarité. Dans l'essai de cette année, et sur un sol argileux par avance bien émietté, cet outil affiche toujours les meilleurs taux de levée (94 %) et conserve un rendement similaire aux autres types de semoirs.	Cet outil reconnu pour sa qualité de placement des graines et sa bonne capacité de rappuyage affiche cette année un très bon taux de levée (77 %), inférieur certes aux performances du Sème Exact, mais supérieur à tous les autres semoirs testés. De plus, cet outil, qui travaille vite (12 km/h), engendre des rendements similaires aux autres types de semoirs. Sur labour, ce dernier a atteint des résultats comparables au combiné herse rotative/semoir avec et sans précédent moutarde, ce qui confirme dans ces conditions difficiles ses qualités d'outil polyvalent.

d'autres préfèrent travailler lentement face à des contraintes intrinsèques (cas des outils animés : herse rotative-semoir ou Horsch Sème Exact).

Comportement des semoirs et qualités de levée (figure 5)

Sur sol déchaumé

Les deux déchaumages réalisés superficiellement au cover-crop durant l'été ont permis au semoir de travailler sur un sol ressuyé sur les premiers centimètres. Les résidus végétaux, encore en surface ou légèrement incorporés, ont été fortement réduits et engendraient une gêne minime, que ce soit pour le passage des éléments semeurs ou le bon

positionnement de la semence dans le sol.

Le Horsch Sème Exact, en ne travaillant que les deux ou trois premiers centimètres les mieux ressuyés, procure les meilleurs résultats de levées (environ 94 %). L'Unidrill a, quant à lui, souffert d'un léger manque de rappuyage préalable du lit de semence (comme le permet son successeur l'Unidrill Tandem) sur ce sol argileux qui a beaucoup fissuré et qui s'est "soulevé" sous l'effet du gel hivernal. Dans ces conditions et avec une humidité relativement importante sur les 10 premiers centimètres du sol, un rappuyage du lit de semence aurait été bénéfique à l'entraînement des éléments semeurs et leur capacité à bien positionner la se-

mence. Les 3 semoirs restants procurent des levées comparables, à un niveau moyen de 75 %.

Sur sol déchaumé + moutarde

Le travail d'interculture, avec ses deux déchaumages, est identique à la situation précédente, à la différence qu'une moutarde a été semée début septembre lors du deuxième déchaumage. Détruit début février, ce couvert était en majorité composé de repousses d'orge. Au semis de l'orge de printemps, le ressuyage de surface était plus faible, lié à la moutarde puisque l'horizon superficiel connaissait le taux d'humidité le plus fort de toutes les intercultures mises en place.

A ces conditions moins favorables d'humidité du sol, s'est ajouté un niveau de difficulté pour le travail des semoirs, avec la présence de résidus de moutarde. En revanche, aucune conséquence visible n'a été détectée et les levées sont sensiblement identiques aux parcelles sans moutarde. Les semoirs se sont comportés dans ces conditions de la même manière que sur l'itinéraire 2 déchaumages hormis la herse rotative dont les éléments semeurs à socs ont légèrement été pénalisés par les débris végétaux.

Sur les itinéraires labourés

Seuls le combiné herse rotative/semoir et le Väderstad Rapid ont été testés sur labour où

SULKY Unidrill 3 m	SULKY Unidrill Tandem 3 m	ROGER Herse rotative + semoir à socs 3 m
		
1150 l	1050 l - 1600 l (avec réhausse)	750 l
Ergots rang/rang	Ergots rang/rang	Cannelures hélicoïdales rang/rang
En ligne 16,6 cm - Monodisques lisses de 460 mm avec coutres semeurs et roues plombeuses	En ligne 16,6 cm - Monodisques crantés de 460 mm avec coutres semeurs et roues plombeuses	En ligne 14,3 cm - Eléments semeurs à socs
1 rangée de dents niveleuses "crossboard" en option	1 roue Farmflex de 500 mm pour deux éléments semeurs	Herse rotative + rouleau packer
1 roue fonte derrière chaque élément semeur avec réglage centralisé de la profondeur	1 roue fonte derrière chaque élément semeur avec réglage pour 2 rangs de la profondeur de semis	Réglage centralisé
- Bon rapport performance/coût d'utilisation - Conception simple et fiable	- Bon contrôle de la profondeur de semis - Facilité de réglage	- Polyvalent - Différentes combinaisons d'outils possibles
2 400	2 950	1 460
de 100 à 120	de 110 à 130	de 100 à 120
22 500	30 900	18 500
12 km/h - 2,5 ha/h	12 km/h - 2,5 ha/h	6 km/h - 1,3 ha/h
L'Unidrill a été légèrement pénalisé sur ce type de sol par un manque de rappuyage à l'avant des éléments semeurs. De plus, la profondeur de semis relativement importante a de surcroît engendré des levées médiocres (54 %) qui se sont répercutées légèrement sur les rendements. Cela ne coïncide pas avec les habituelles qualités de cet outil en terme de placement de la semence dans des lignes de semis bien éclatées et bien émiettées.	Le module de roue Farmflex positionné à l'avant du semoir a permis à l'Unidrill Tandem de bien rappuyer ce sol très aéré suite au gel hivernal. Dans ces conditions, l'amélioration apportée par cette nouvelle conception a permis d'atteindre des taux de levées intéressants (de l'ordre de 73 %). L'élément semeur à disques, de surcroît cranté, et bénéficiant d'un sol mieux rappuyé, a été mieux entraîné et a engendré un meilleur placement de la semence. Au final, les rendements sont bons, surtout sur l'itinéraire deux déchaumages.	Le combiné herse rotative/semoir a peu émietté le lit de semence et affichait une profondeur de semis irrégulière sur les itinéraires sans labour. En labour (notamment précoce), l'émiettement était plus important et le semis très superficiel favorable à des levées rapides. Le combiné permet tout de même un niveau de levée correct (70 %) et des niveaux de rendement équivalents aux autres techniques d'implantations testées.

ils ont connu des conditions de semis favorables, que ce soit pour le labour précoce ou pour l'itinéraire moutarde + labour tardif. Les levées des deux itinéraires avec labour sont très comparables. La seule différence concerne les levées initiales en labour précoce plus importantes qu'en labour tardif lié à une exposition climatique du lit de semence plus importante dans le premier cas, qui a permis d'atteindre un émiettement important de l'horizon superficiel, propice à des levées rapides.

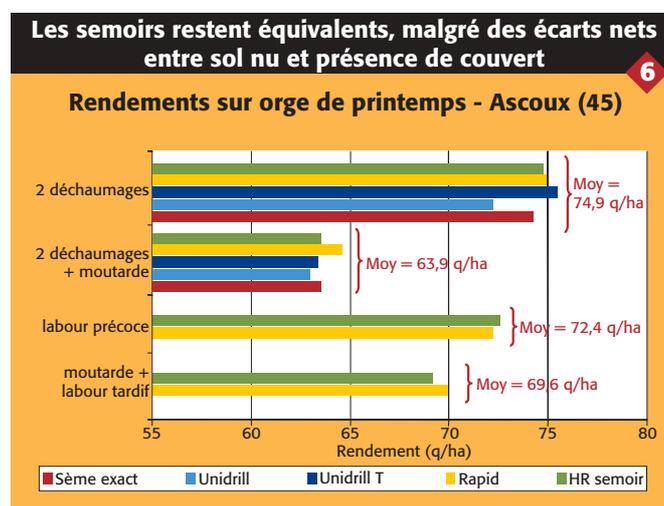
Rendements (figure 6)

Tous les semoirs confirment, sur cet essai, leur meilleure adaptation à une conduite d'interculture constituée de deux déchaumages sans couvert de moutarde. En effet, les différentes techniques de semis sont toutes pénalisées par l'implantation d'une moutarde en

interculture et ceci, aussi bien sur les itinéraires avec ou sans labour. Sur labour, le lit de semence moins émietté, engendré par la moutarde et surtout

la date d'intervention plus tardive de la charrue, a probablement limité le développement de la culture. Mais c'est en non labour que l'effet sur le rendement est important (- 10 q/ha vis-à-vis de l'itinéraire "2 déchaumages seuls"), a priori lié aux repousses d'orge et de la moutarde détruites tardivement (début février). L'effet de la conduite de l'interculture est significatif dans cet essai.

À l'inverse, les semoirs ne se sont pas départagés de manière significative. Les mauvaises levées déjà observées avec le Sulky Unidrill se répercutent légèrement sur les niveaux de rendement mesurés pour ce semoir.



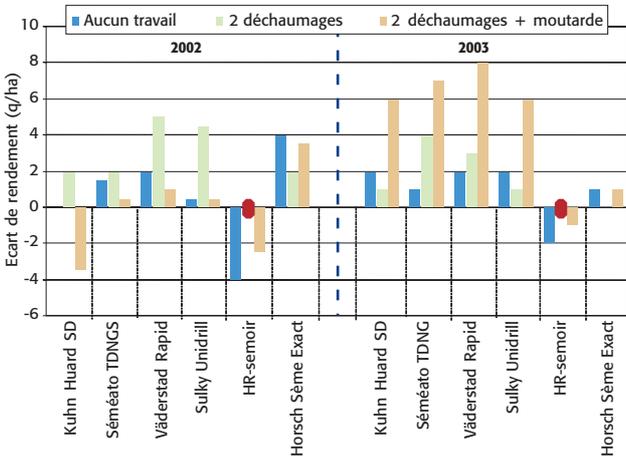
Rappel des techniques d'implantation en sol limon-argileux

En 2002 et 2003, nous avons réalisé des études sur les semoirs spéciaux dans un limon argileux. Elles ont permis de bien orienter le choix d'outils de semis pour une interculture donnée. Ces essais basés sur les mêmes intercultures en non labour et réunissant les mêmes semoirs ont pu être regroupés. La *figure 7* présente les écarts de rendement engendrés par chaque technique en comparaison à une technique d'implantation simple : 2 déchaumages + herse rotative-semoir classique.

Cet outil montre d'emblée des difficultés à évoluer sur sol non préparé ou encombré de débris végétaux (d'autant plus avec des éléments semeurs à socs). Le Sème Exact se remarque pour sa régularité car quelle que soit la conduite d'interculture, le rendement annuel varie très peu (2 q/ha maximum). Cela renforce l'importance de créer lors de l'implantation un environnement très favorable à la semence, le Sème Exact étant le matériel de référence en terme de qualité de lit de semence vérifié par des levées souvent excellentes. Hormis 3 semoirs qui se démarquent plus particulièrement, il existe un effet annuel non négligeable de la conduite d'interculture. L'année 2003 fut une année favorable aux couverts végétaux liée notamment aux conditions bien ressuyées rencontrées lors du semis. Ils ont eu un effet inverse en 2002 puisqu'ils ont retardé le ressuyage du sol une année où ce dernier était limitant.

Les semoirs avec éléments semeurs à disques s'en sortent mieux sur sols peu préparés ou en présence de débris végétaux

Écarts de rendement de différentes techniques d'implantation d'une orge de printemps par rapport au témoin : 2 déchaumages + herse rotative



Synthèse 2002-2003, sol limon argileux, Boigneville (91)

Semoir et outil de déchaumage

Un duo à adapter

En fonction du type de déchaumage réalisé, du positionnement et de l'état des résidus sur les horizons de surface, les conseils en matière d'adaptabilité des matériels de semis peuvent différer.



Sans déchaumage

Dans cette situation, les semoirs classiques sont à proscrire. Les semoirs sur outils à prise de force seront également pénalisés sur un sol dur et difficile à émietter, excepté pour le semis sous flux de terre. La non préparation préalable du sol ne laisse la place qu'aux semoirs lourds à disques qui travaillent peu la

ligne de semis et à dents et socs larges dans la limite de leur capacité à pénétrer un sol non préparé. Le semoir de type Horsch SE s'en sort le mieux à condition d'évoluer sur un sol bien nivelé.

Sur déchaumage très superficiel à superficiel

Ce type de préparation élargit d'avantage les possibilités de choix en matière de semoirs. En effet, excepté les semoirs classiques sur travail très superficiel, l'utilisation de herse de déchaumage ou de déchaumeurs à disques adaptés au travail superficiel permet à l'ensemble des semoirs présents sur le marché d'évoluer dans des conditions techniquement acceptables. Les

Aurélien Groult
a.groult@arvalisinstitutduvegetal.fr

Daniel Couture
d.couture@arvalisinstitutduvegetal.fr

Xavier Meline

ARVALIS - Institut du végétal

semoirs à disques sont dans ce cas bien adaptés, et ce d'autant plus que les pailles sont légèrement enfouies car ces dernières représentent la problématique majeure de ce type de semoir. Les semoirs à dents sont aussi très bien adaptés à un déchaumage superficiel laissant les résidus en surface. Pour les matériels de semis classiques, le meilleur compromis reste les éléments semeurs à disques évoluant sur des résidus brisés et enfouis.

Sur déchaumage superficiel à profond

Ces deux itinéraires de préparation de sol permettent l'utilisation de nombreux semoirs hormis certains outils à disques qui s'accommodent mal d'un sol peu rappuyé su-

perficiellement. Les semoirs qui ne sont pas équipés de module pour niveler le sol avant les éléments semeurs seront aussi limités dans cette situation. Dans tous les cas, un déchaumage plus profond permettra aux différentes rampes de semis de se protéger de la gêne engendrée par les résidus pailleux, mais un module de préparation pour niveler et rappuyer le sol avant le semis sera alors préférable.

Derrière un couvert végétal

Dans ce *tableau*, nous avons pris l'exemple d'un couvert de moutarde semé du deuxième déchaumage. Les pailles du précédent sont donc enfouies et totalement dégradées, les résidus de couvert totalement en surface. Ces



conditions particulières de semis se révèlent contraignantes. Parmi les choix possibles, citons l'utilisation de semoirs lourds à disques qui travaillent peu la ligne de semis ou de semoirs spéciaux sur outils animés qui s'accommodent bien de sols, peu pré-

parés et encombrés de débris végétaux. À l'inverse, les semoirs classiques sont limités en présence forte de débris végétaux. Les semoirs à dents, notamment s'ils manquent de dégagement, sont également peu adaptés à ce type de conduite d'interculture. ■

Voici quelques éléments à prendre en compte lors du choix du semoir en fonction du travail réalisé par le matériel de déchaumage présent sur l'exploitation.

COMPLÉMENTARITÉ ENTRE L'OUTIL DE DÉCHAUMAGE ET L'OUTIL DE SEMIS (PRÉCÉDENT PAILLE RESTITUÉE)

Interculture	Semis direct	Outils à dents et disques de nivellement	Herse de déchaumage	Cover-crop (ancienne génération)	Outils à disques adaptés au travail superficiel	Déchaumage + moutarde *
Déchaumage réalisé	Pas de travail	Superficiel à profond	Très superficiel	Superficiel à profond	Superficiel	Superficiel
Position des résidus	Totalement en surface	A demi enfouis	Brisés et mélangés	Brisés enfouis	Brisés semi enfouis	Paille brisée semi enfouie Résidus moutarde en surface
Semoirs pour le semis direct avec disques (Séméato TDNG, Kuhn SD, Sulky Unidrill, Gaspardo Gigante, Great Plains...)						
Semoirs rapides avec disques (Väderstad Rapid, Kverneland MSC, Amazone Cirrus, Horsch Pronto, Pöttinger Terrasem...)						
Semoirs pour le semis direct avec dents (Kverneland TS, Perrein, Agri-Structures...)						
Semoirs pour le semis direct avec socs larges (Horsch Deltasem, Kockering Ultima...)						
Semoirs sur outils à prise de force (RAU Kombisem, Dutzi KR...)						
Idem mais semis sous le flux de terre (Horsch SE, Sämavator...)						
Semoirs classiques à socs						
Semoirs classiques à disques						

Complémentarité : ■ très bonne ■ bonne ■ moyenne ■ inadaptée

*déchaumeur à disques adapté au travail superficiel, moutarde détruite au plus tard le 1^{er} janvier avant implantation d'une orge de printemps