

03

Préparation du sol et semis

Miser sur la complémentarité des outils

Les outils de travail du sol doivent préparer le terrain pour le semoir dont l'objectif est de placer la semence dans les meilleures conditions : terre fine, profondeur de travail et de semis régulière, humidité du sol, sont des critères importants pour une bonne levée.

Les exploitations se distinguent par les rotations, les types de terre et les techniques de travail du sol pratiquées. Chaque cas est unique, et il n'existe pas d'itinéraire d'implantation universel en non labour.

Il est possible d'obtenir une bonne qualité d'implantation en ajustant au plus près les

techniques de travail du sol et de semis.

La paille, présente en plus ou moins grande quantité, a, par exemple, une grande influence sur le fonctionnement du semoir et sur la qualité des levées.

En raisonnant chaque intervention, il s'agit d'élaborer une association préparation-

semoir cohérente, afin de sécuriser l'implantation tout en générant des économies.

La récolte du précédent : point de départ de l'implantation

La moissonneuse-batteuse constitue le premier maillon dans le processus de gestion des pailles. La hauteur de

La qualité de répartition et de broyage des pailles de la moissonneuse détermine la suite de l'itinéraire.

© Claas



Fabien Chambellant
f.chambellant@arvalisinstitutduvegetal.fr

Daniel Couture
d.couture@arvalisinstitutduvegetal.fr

Benoît Beets
b.beets@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal

Nicolas Bousquet
n.bousquet@perspectives-agricoles.com

coupe et sa capacité à répartir et broyer efficacement les résidus influencent toute la suite de la préparation si la paille n'est pas exportée.

Si un problème survient lors du chantier, une marche arrière est préférable à un arrêt net pour éviter la formation d'un tas de paille.

Une autre solution consiste à broyer les chaumes après récolte. Elle peut être utile dans le cas d'une coupe haute et/ou l'utilisation d'un semoir peu tolérant vis-à-vis des débris végétaux.

A noter que le broyage des chaumes peut avoir un effet négatif en semis direct, notamment lorsque le semoir est équipé d'éléments semeurs à disques.

La préparation du sol a deux objectifs

Les débris végétaux sont les premiers obstacles au passage du semoir. Le premier objectif d'une préparation de sol est donc d'incorporer les résidus à la terre pour faciliter le passage du semoir (figure 1). Cette opération peut se réaliser de différentes façons :

- si les quantités de paille sont faibles, plusieurs passages superficiels d'outils à dents (types déchaumeurs à dents vibrantes ou herses de déchaumage) fragmentent, mélangent les pailles sur l'horizon travaillé et les répartissent sur la parcelle.

- les outils à disques (cover crop, déchaumeurs à disques indépendants) mélangent et, dans une moindre mesure, découpent la paille. Cette action de coupe ne peut se faire que sur un sol ferme (au premier passage après la récolte).

Un outil à disques ne peut découper la paille que s'il est utilisé sur un sol ferme (juste après récolte).

- s'il y a trop de paille ou si le semoir n'est pas adapté, ces techniques peuvent s'avérer insuffisantes. Il faut alors



En non labour, le déchaumage permet d'adapter les conditions de sol au semoir et aux besoins de l'espèce à implanter.

chercher à la mélanger dans un volume de terre plus important en réalisant un travail profond avec un outil à dents adapté.

En plus du mélange à la terre, la répartition de la paille à la surface de la parcelle doit également être prise en compte. Les outils à dents travaillant superficiellement sont les plus aptes à assurer cette fonction. Pour les outils à disques qui n'ont pas de capacité propre de répartition des pailles, un équipement type herse peigne peut fortement l'améliorer. Une succession de passages croisés permet d'améliorer la répartition de la paille dans la parcelle.

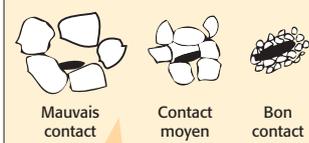
Pour les semis d'été, la multiplication des passages assèche le sol, et ce d'autant plus que le travail est profond. Il

faut donc bien évaluer l'utilité et l'impact de chaque opération et adapter les réglages des machines en fonction de l'objectif à atteindre.

Obtenir de bonnes levées

Au-delà du passage du semoir, l'itinéraire de préparation doit permettre la constitution d'un environnement favorable à la levée. Dans un premier temps, la gestion des pailles doit être adaptée à l'espèce à implanter : le colza et l'orge supportent assez mal la présence de paille dans le lit de semence, le blé est quant à lui moins exigeant. Dans cet objectif, on se doit de tenir compte du mode d'action des éléments semeurs équipant le semoir. Selon leur conception et la préparation réalisée, la qua-

Contact sol/graine (fig. 2)



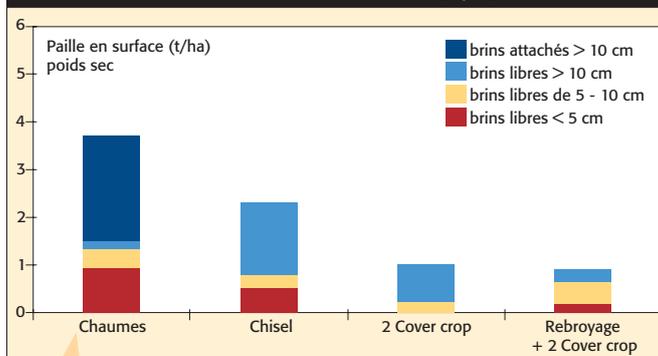
L'affinement du lit de semence doit être adapté à la taille de la graine pour favoriser le contact avec la terre.

lité de l'environnement de la graine peut varier fortement. Par exemple, un élément semeur constitué d'une dent écarte la paille du sillon et n'aura pas forcément besoin d'une préparation poussée vis-à-vis des pailles. Inversement, un élément semeur à disques roule sur les débris végétaux et a tendance à les entraîner dans le sillon d'autant plus qu'ils sont longs. Dans ce cas, une préparation visant à limiter ce phénomène doit être envisagée.

Dans un deuxième temps, la préparation du lit de semence consiste à gérer sa granulométrie. Le degré de finesse à atteindre dépend de la taille de la graine à semer : par exemple, le colza exige une finition plus fine que le pois, d'autant plus qu'il est implanté en période sèche (figure 2). Dans la plupart des cas, les préparations superficielles ne posent pas de problèmes. En revanche, dès que l'on augmente la profondeur de travail, il faut être attentif aux conditions d'intervention : type de terre, ressuyage... En conditions argileuses, il est recommandé

(suite p 38)

Effet de différentes techniques de déchaumage sur la quantité et le calibre de la paille en surface - Essai de Châtel Gérard 1998/99 (fig. 1)

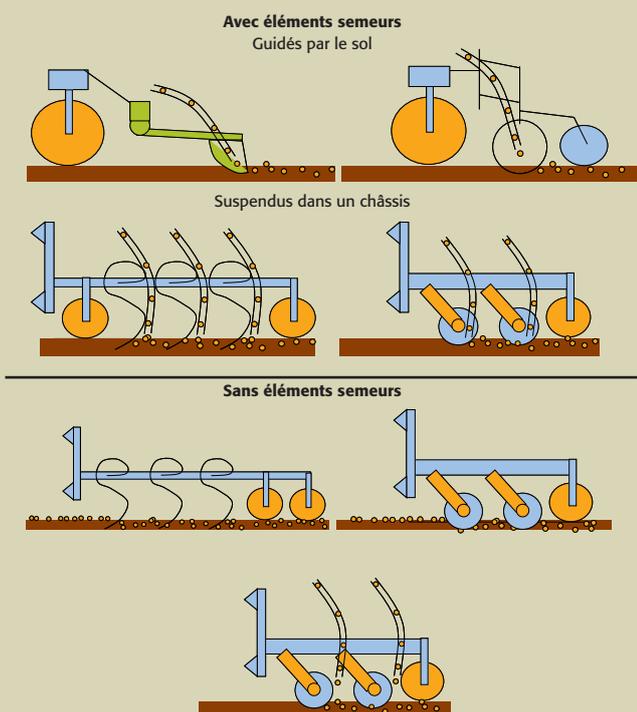


La figure permet de distinguer l'influence des différentes techniques de gestion des pailles sur deux points :

- la proportion de pailles en surface,
- l'état de ces pailles.

Par exemple 2 passages de cover crop permettent dans cet essai de diviser par 3 la proportion de paille en surface.

Chaque semoir travaille sur une préparation spécifique

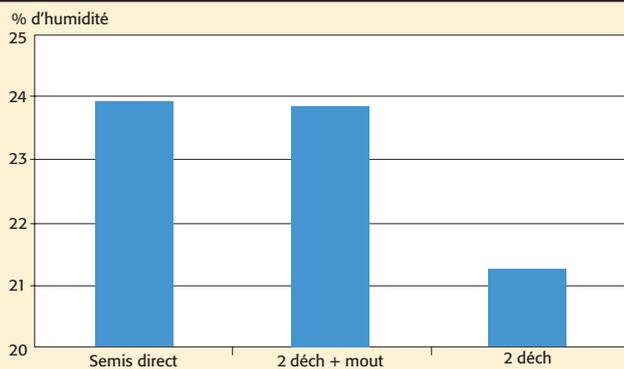


Les éléments semeurs traditionnels (socs, disques ou dents) forment un sillon dans lequel ils guident la semence. Ils se répartissent en deux familles :

- les éléments guidés par le sol qui, selon les conceptions, assurent un suivi plus ou moins efficace du terrain,
- les éléments semeurs suspendus, fixes dans un bâti, qui doivent par conséquent être utilisés sur une préparation parfaitement plane.

Le semis sans éléments semeurs se distingue par le fait que la semence n'est pas guidée dans un sillon. Elle est répartie à la surface du sol au moyen d'un épandeur à rampe, voire centrifuge, et l'enfouissement est réalisé par un outil de travail du sol. Ici, on ne gère pas la profondeur moyenne, mais la profondeur maximale à laquelle on va placer les graines. Elle est déterminée par la profondeur de travail de l'outil. On peut donc retrouver la semence sur tout l'horizon travaillé. Certaines machines sont dédiées à cette technique, notamment le Sämavator et plus récemment certains combinés déchaumeurs-semoirs. Pour la même raison que les éléments semeurs suspendus dans un châssis, la préparation doit être parfaitement nivelée.

Humidité de sol dans le lit de semence d'une orge de printemps pour trois conduites de l'interculture différentes (fig. 3)



d'intervenir sur un sol friable. Trop sec, on risque de créer un sol creux et motteux et, trop humide, on peut former des lards qui, en séchant, peuvent être très gênants.

Les éléments semeurs complètent la préparation

La contribution du semoir consiste à placer la semence dans les meilleures conditions de levée possibles (tableau). Les implantations les plus faciles en non labour sont réalisées en blé sur précédents laissant peu de débris végétaux. Après un maïs, la difficulté est mécanique avec les résidus de culture qui constituent des obstacles au passage du semoir. Les éléments semeurs à disques restent, dans cette situation, les plus indiqués. Les outils animés de types Sämavator peuvent être intéressants dans des conditions très difficiles, malgré un débit de chantier limité.

Les semis de printemps présentent deux difficultés contradictoires : sol pas assez ressuyé au moment du semis (figure 3) et conditions sèches après le semis.

Dans le premier cas, les difficultés consistent à assurer le contact terre graine et à re-fermer le sillon. Dans le cas des semoirs à éléments, des

On constate que le sol nu déchaumé deux fois à l'automne (2 déch) est à 21 % d'humidité quand le semis direct et le sol couvert (2 déch + mout) sont à 24 % d'humidité. Dans le contexte local, cela signifie que l'on passe de conditions de semis où le sol est friable, à des conditions plastiques, influençant la qualité du lit de semence. Cela peut, selon les conditions, décaler la date de semis de 7-8 jours.

En semis direct, les éléments semeurs à disque ont tendance à entraîner des résidus dans le sillon. Ce phénomène peut fortement influencer le taux de levée.

Semoirs pour semis direct

(Kuhn Huard SD, Sulky Unidrill, Semeato TDNG, Gaspardo Gigante, Great Plains, Amazone Airstar Primera, Quivogne SD ...)

Semoirs rapides avec module de préparation

(Väderstad Rapid, Horsch Pronto, Kverneland MSC, Kuhn Speedliner, Lemken Solitaire, Pöttinger Terrasem ...)

Semoirs à dents vibrantes

(Agri-Structures Semeflex, Perrein, Köckerling Allseeder ...)

Semoirs à dents rigides en bandes

(Horsch Sprinter, Köckerling Ultima ...)

Semis dans le flux de terre

(Howard Sämavator, Agrisem Discosem ...)

Semis sous flux de terre avec cultivateur à axe horizontal

(Horsch Semexact)

Capacité à passer dans les débris végétaux	
■	Inadapte
■	Moyennement adapté
■	Bien adapté
■	Très bien adapté

Appréciation globale du placement et de l'environnement de la graine	
+++	↑ Environnement plus favorable
++	
+	

© F. Chambellant, ARVALIS-Institut du végétal



Semis d'automne sur précédent paille restituée

Travail réalisé	Non rebroyé										Rebroyé									
	Aucun		Très superficiel 1-3 cm		Superficiel 3-5 cm		Superficiel-Profond 5-10 cm		Préparation superficielle avec couvert		Aucun		Très superficiel 1-3 cm		Superficiel 3-5 cm		Superficiel-Profond 5-10 cm		Préparation superficielle avec couvert	
Etat terrain	Non nivelé	Nivelé	Non nivelé	Nivelé	Non nivelé	Nivelé	Non nivelé	Nivelé	Non nivelé	Nivelé	Non nivelé	Nivelé	Non nivelé	Nivelé	Non nivelé	Nivelé	Non nivelé	Nivelé	Non nivelé	Nivelé
dents	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+++	+++
mono-disques	++	++	++	++	++	++	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	++	++
double disque					+	+									++	++				
mono-disques	+	++	++	++	++	++	+	+			++	++	++	++	++	++	+	+		
double disque					+	+	+	+							+	+	+	+		
dents vibrantes		+	+	+++	+	+++		+				++	+	+++	+	+++		+		
dents rigides		+	+	++	+	++		+					+	++	+	++		+		
sans élément semeur				+	++	++							+	++	++					
sans élément semeur		++		++						++	++		++							++
socs					++	++	++	++					++	++	++	++	++	++		
disques					+	+	+	+							++	++	++	++		

Ce tableau croise les techniques de semis avec les préparations pour des conditions de semis d'automne sur précédent céréale avec paille restituée. Les techniques sont définies tout d'abord par une catégorie de machine, puis, quand c'est nécessaire, elles sont précisées par type d'élément semeur. La préparation du sol est décrite par trois paramètres qui sont la présence ou l'absence de rebroyage, la profondeur de la préparation et l'état du terrain avant le passage du semoir. La préparation peut avoir été réalisée par un ou plusieurs passages d'outils, différents ou non. Cela signifie

que si le semoir est équipé d'un module de travail du sol, celui-ci réalise un dernier passage, permettant de finaliser la préparation, notamment au niveau de l'état de nivellement. Les différentes situations obtenues sont appréciées selon deux critères : la couleur du fond des cases concerne la capacité de passage de la machine dans la préparation décrite, sans tenir compte de la qualité d'implantation ; le nombre de croix donne une appréciation globale de la qualité de placement et de l'environnement dans lequel est placée la graine.

Essai implantation Colza ARVALIS-Institut du végétal - Cetiom, Boigneville 2006

Semoir à dents vibrantes

Combiné HR semoir à disques

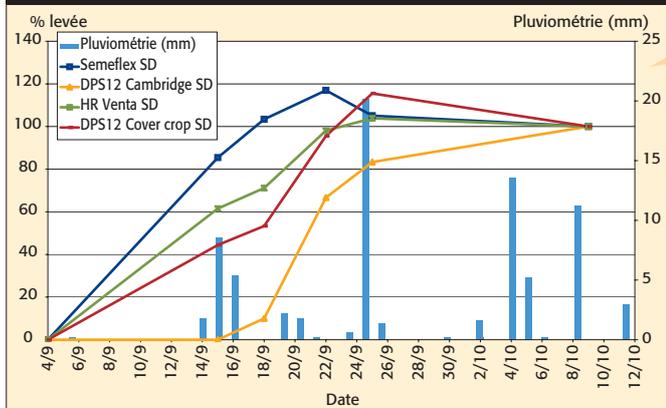
Rouleau Cambridge (semis à la volée)



Cinq semaines après le semis, on constate que les parcelles implantées en semis direct avec éléments semeurs présentent les plantes les plus développées.

© F. Chambellant, ARVALIS-Institut du végétal

Essai implantation colza ARVALIS-Institut du végétal - Cetiom, Boigneville 2006 : cinétique de levée ramenée à la levée finale. Itinéraire de préparation : interculture sans travail du sol (fig. 4)



Les bâtons représentent la pluviométrie exprimée en millimètre. On constate que les techniques de semis répondent différemment dans une situation où il reste de la fraîcheur en terre au moment du semis. A noter que les courbes peuvent s'infléchir suite à des attaques de ravageurs.

équipements tels que les roues de rappui et les rouleaux de fermeture de sillon permettent de palier à ces inconvénients. Dans le cas des semoirs à céréales, l'éclatement du sillon et donc la fabrication de terre fine peuvent être améliorés par une vitesse de travail élevée et le recouvrement peut être assuré par une herse arrière énergétique.

est imprécise. Attention cependant aux terres battantes.

Les semis d'été sont les plus délicats à gérer

Pailles peu évoluées, parfois présentes en grandes quantités et conditions sèches... Le colza est un bon exemple car il s'agit d'une petite graine disposant d'une faible énergie germinative. Le semis direct peut être intéressant pour cette espèce, à condition d'utiliser des éléments semeurs à dents (figure 4). Deux avantages : l'absence de travail du sol limite le dessèchement du lit de semence avant implantation et la dent place la graine dans un sillon propre et composé de terre fine. En revanche, si on réalise ne serait-ce qu'un travail superficiel, les différences entre techniques d'implantation sont beaucoup moins marquées (figure 5). Dans ces conditions, l'essai met en avant le très bon comportement de semoirs à dents et de la technique sans éléments semeurs (semis à la volée). Concernant cette dernière, les résultats sont très proches des techniques classiques sur sol déchaumé, quel que soit le mode de recouvrement (cover crop ou rouleaux cambridge) (figure 6). ■

Un peu plus de 2 semaines après le semis, les levées sont beaucoup plus avancées en semis direct qu'avec la préparation à deux déchaumages. Dans ce dernier cas, le nombre de pieds levés est beaucoup moins influencé par la technique de semis que dans le cas du semis direct.

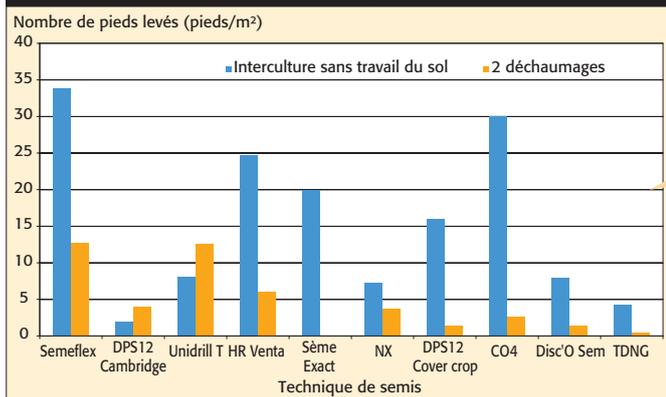
Dans le deuxième cas, si des conditions sèches suivent le semis, les graines placées trop superficiellement peuvent être en difficulté. Pour limiter ce problème, il faut placer la semence à la bonne profondeur et ce de la façon la plus régulière possible. Complété par un roulage du lit de semence, on assurera un bon contact terre-graine, d'autant plus utile que la technique de semis



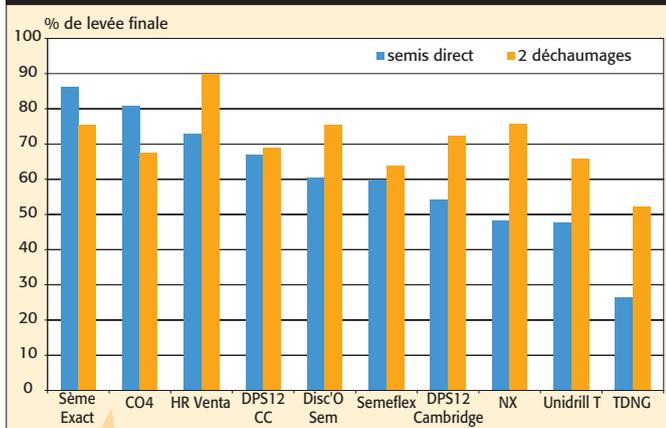
© Kuhn

Le Monosem NX et le Maxima HD sont les représentants européens des semoirs monograins destinés à travailler sur sol non préparé.

Essai implantation colza ARVALIS-Institut du végétal - Cetiom, Boigneville 2006 : nombre de pieds levés selon l'interculture et la technique de semis, 15 jours après le semis (fig. 5)



Essai implantation colza ARVALIS-Institut du végétal - Cetiom, Boigneville 2006 : taux de levée finale selon l'interculture et la technique de semis (fig. 6)



Globalement, le déchaumage permet d'obtenir des taux de levée finale proches quelle que soit la technique de semis. En revanche, les systèmes d'enterrage à disques sont pénalisés en semis direct. Le semis sans éléments semeurs (DP12 + Cambridge et DP12 + cover crop) donne des résultats très respectables.

© ARVALIS-institut du végétal



Des semoirs monograines adaptés au semis direct

À l'instar des semoirs à céréales, les semoirs monograines se sont adaptés à l'évolution des conditions de travail pour semer plus vite et sur préparation superficielle. Les principales améliorations ont donc porté sur la régularité entre graines, le positionnement et l'environnement du lit de semence. Conséquence directe, les éléments semeurs doubles disques avec distribution dégagée du sol se sont développés. Monosem NG plus, Kuhn Maxima et Gaspardo NT sont les représentants des conceptions « à l'américaine », en référence au premier semoir de ce type mis sur le marché au début des années 70 : le MaxEmerge de John Deere. Une étape a été franchie ces trois dernières années avec l'apparition de versions capables de travailler sur sol non préparé. Concernant les constructeurs européens, on retrouve le Monosem NX et le Kuhn Maxima HD. Capacité de plus de 70 litres par élément, parallélogrammes renforcés avec possibilité de lester les éléments semeurs de 180 kg en plus de leur propre poids, ils jouent dans la catégorie des très lourds. La conversion de ces machines au semis direct nécessite également toute une batterie d'équipements destinés à nettoyer, préparer et refermer le sillon. Pour s'adapter, on retrouve, aux côtés des chasse-débris étoilés, des disques de prédécoupe et autres blocs fonte pour fermeture de sillon.

Une nouvelle technique importée d'Outre-Atlantique est en train de faire ses premières armes en France : le strip till. Ce principe consiste à préparer le sol en profondeur, uniquement sur les futures lignes de semis. Dans un premier temps, l'objectif est d'améliorer le réchauffement du sol. Dans un deuxième temps, on peut apporter la fertilisation en pré semis, directement dans la future ligne de semis. Le semoir passe ensuite, soit directement combiné à l'outil de préparation, soit décalé dans le temps. Des agriculteurs ont déjà construit des machines, basées sur des décompacteurs. Duro, Horsch et Agrisem ont présenté des strip till lors du dernier Innovagri.



La technique du « strip till » permet de travailler le sol en profondeur spécifiquement devant chaque élément semeur.