

Semoirs céréales

Des techniques de semis performances contrastées

Une synthèse des essais semoirs céréales réalisés par ARVALIS-Institut du végétal de 1995 à 2008 montre des qualités de mise en terre des graines très variables en fonction des outils. Les écarts de rendement étant assez rares à l'arrivée, d'autres critères de choix des semoirs sont à prendre en compte.

Les grands types de semoirs disponibles sur le marché sont nombreux et il est difficile de s'y retrouver. Les semoirs à dents sont en vogue actuellement. Ils viennent compléter une liste déjà longue : semoirs à socs ou disques sur outil animé, semoirs « semis direct » à disques, semoirs rapides avec module de préparation, semis à la volée... Les critères d'évaluation d'un semoir sont nombreux. Certains ont trait à leurs caractéristiques pratiques : maniabilité dans les petites parcelles, autonomie en semences, vitesse... Les critères économiques ont aussi leur importance (investisse-

ment, puissance nécessaire, débit de chantier...).

Le comportement du semoir et son aptitude à faire lever les semences sont aussi essentiels, dans le type de sol de l'exploitation et avec ses pratiques de travail du sol. Les différents types de semoirs n'ont pas la même aptitude à semer correctement en présence de débris végétaux ou cailloux, à bien fermer la ligne de semis en conditions humides, à ne pas semer trop profond en sol meuble ou mal nivelé, à semer sur sol dur... Certaines exploitations doivent aussi disposer d'un semoir adapté à chaque type de sol ou chaque pratique de travail du sol (labour, déchaumage, chaume...). Enfin, la perturbation du sol lors du semis doit de plus en plus être prise en compte puisqu'elle semble expliquer une partie des levées d'adventices (*encadré 1*).

Afin de mieux connaître les aptitudes des grands types de semoirs à faire lever les cultures sur différentes



▲ Si un outil de travail du sol est combiné au semoir ou si les éléments semeurs travaillent le sol, on stimule les levées d'adventices si les conditions sont favorables à leur germination.

▶ Un semoir doit avant tout être choisi pour son aptitude à faire lever les semences dans le type de sol de l'exploitation et avec ses pratiques de travail du sol.

préparations de sol, ARVALIS - Institut du végétal réalise des essais comparatifs dans la région de Boigneville (91), principalement sur des sols limono-argileux ou argilo-

calcaires. Une dizaine de semoirs sont comparés environ dans chaque essai. Ils sont choisis non pas pour leur « couleur », mais de manière à représenter les grands types de semoirs disponibles pour les agriculteurs français. Le principe consiste à mettre en œuvre chacun des semoirs sur plusieurs préparations de sol, principalement en non-labour : chaume non travaillé, travail superficiel, déchaumage pro-

Jérôme Labreuche
j.labreuche@arvalisinstitutduvegetal.fr

Julien Dosne
Damien Brun
d.brun@arvalisinstitutduvegetal.fr

Florent Duyme
f.duyme@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal

Cet article fait suite au mémoire réalisé par Julien Dosne (IUT de Colmar).

aux

pour support plusieurs cultures: blé tendre d'hiver, orge de printemps, colza d'hiver et pois de printemps. À chaque fois, le précédent était une céréale à paille (résidus restitués). Les critères d'évaluation des catégories de semoirs sont décrits dans l'encadré 2.

Le type de travail du sol influe sur la performance des semoirs

Le travail du sol a un impact direct sur la qualité du futur lit de semences: enfouissement des pailles, création de terre fine, humidité du sol... Dans les essais, certaines préparations de sol ont permis des levées des cultures plutôt bonnes et ont amoindri les écarts de performances entre semoirs. C'est le cas lorsque les pailles sont peu présentes dans le lit de semences: déchaumage profond, labour, pailles brûlées. À l'inverse, sur colza semé en conditions sèches et sans pluie après le semis, c'est le chaume non travaillé qui permettait d'obtenir les meilleurs résultats grâce aux économies d'eau (sol non desséché).

Les préparations de sol qui ont le plus mis en difficulté certains semoirs sont celles qui ont créé un environnement grossier et desséché sur colza (déchaumage profond), qui ont laissé beaucoup de pailles en surface (chaume non travaillé) ou celles où les conditions de semis étaient insuffisamment ressuyées au printemps (en particulier derrière cultures intermédiaires).

Assurer la levée sans pluie après le semis

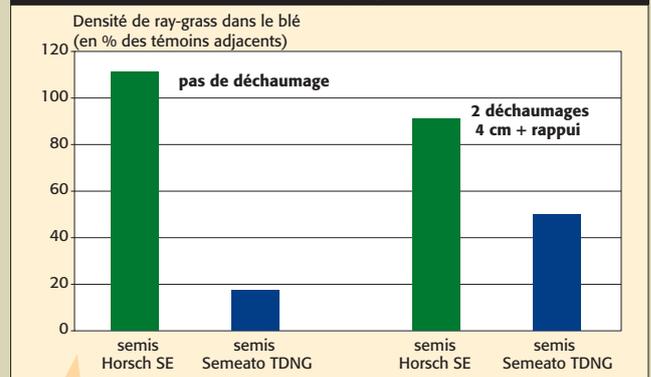
Pour assurer la levée sans pluie après le semis, les levées intermédiaires sont les plus discriminantes. Elles révèlent les grains qui ont été capables de lever sans l'aide des pluies car ils étaient correctement enfouis, en contact avec de la terre fine dans un sol ni trop sec, ni trop humide. Lors de

Faciliter la levée des cultures, pas celle des adventices (enc. 1)

Lorsqu'on travaille un sol superficiellement, on stimule les levées d'adventices si les conditions sont favorables à leur germination. Ce principe est bien connu en interculture (faux-semis). Il s'applique aussi au moment du semis si un outil de travail du sol est combiné au semoir ou si les éléments semeurs travaillent le sol (comme certains semoirs à dents). Les résultats de la figure 1 sont issus d'un essai réalisé en blé sur blé à l'automne 2007. Un semoir bouleversant peu le

sol au semis (Semeato TDNG) est comparé à un autre créant beaucoup de terre fine sur une faible profondeur (Horsch SE). Que le semis ait lieu sur chaume ou sol déchaumé, le semoir bouleversant le sol favorise significativement plus les levées de ray-grass que le semoir limitant les perturbations. Ces résultats ont été confirmés à l'automne 2008. La création de terre fine au semis, qui favorise la levée des cultures, semble avoir un effet encore plus important sur les levées d'adventices.

Densité de ray-grass levé en fonction du semoir utilisé et de la préparation de sol. Essai réalisé à Boigneville (91) en blé sur blé la campagne 2007-2008 (fig. 1)



Que le semis ait lieu sur chaume ou sol déchaumé, le semoir bouleversant le sol favorise significativement plus les levées de ray-grass que le semoir limitant les perturbations.

Évaluer l'aptitude d'un semoir à placer correctement les semences nécessite de nombreuses mesures: réglage du semoir (densité, profondeur), comptage des levées à plusieurs dates... ▼

fond, labour... Les densités de semis sont les mêmes pour chaque semoir ou préparation de sol. Elles correspondent au conseil habituel pour des limons argileux ou argilo-calcaires du Bassin parisien (par exemple 250 gr/m² pour les céréales d'hiver semées le 10/10, 300 gr/m² pour les orges de printemps semées entre le 25/02 et le 25/03, 50 gr/m² pour le colza semé début septembre). Dans cet article, nous faisons la synthèse des essais semoirs céréales réalisés entre 1996 et 2008. Ils ont eu





© ARVALIS-Institut du végétal

◀ **Si les débris végétaux en surface sont nombreux ou mal répartis, certains semoirs peuvent être mis en difficulté.**

semis d'été ou de printemps, il n'est pas rare de semer sans pluie pendant quelques semaines après le semis. Dans ces conditions, on constate de nombreux accidents de levée en plaine. Toutes les erreurs se paient dans ces conditions : dessèchement inutile du lit de semences, mauvais contact sol-graine (mottes, résidus), semis superficiel, mauvaise fermeture du sillon...

Les essais montrent des performances assez différentes entre types de semoirs (*tableau 1*). Avec le modèle linéaire mixte, nous obtenons quatre groupes statistiques de A à D. Les meilleurs résultats (groupes A et B) sont assurés par des semoirs combinés à un outil de travail du sol animé ou non et par les semoirs à dents. Ensuite, on trouve les semoirs « semis direct » à disques et le semis à la volée dans le flux de terre ou avec recouvrement. La moins bonne performance est assurée par le semis à la volée uniquement suivi d'un passage de rouleau, technique testée sur colza.

▶ Les meilleurs résultats sont assurés par des semoirs combinés à un outil de travail du sol animé ou non et par les semoirs à dents.

Levée intermédiaire (moyennes ajustées) obtenue pour 13 types de semoirs. Analyse par le modèle linéaire mixte à partir de 16 essais réalisés sur blé, colza, orge et pois (plantes levées en % des grains semés) (tab. 1)

	Chaume	Déchaumage superficiel	Moyenne générale	Groupes homogènes
Sous flux terre (animé)	61,3	61,4	61,3	A
Dent avec module de préparation	56,2	57,4	56,8	AB
Dent rigide	59,8	46,4	53,1	AB
Dent vibrante	48,9	52,2	50,5	AB
Disque avec module préparation	47,4	50,1	48,7	B
Disque sur outil animé	45,1	46,0	45,6	BC
Précision	41,2	49,5	45,3	C
Volée avec recouvrement	45,6	40,6	43,1	C
Simple disque	38,0	48,1	43,0	C
Sous flux de terre (disques)	36,9	47,4	42,2	C
Semis dans le flux de terre	41,8	39,1	40,4	C
Double disque	38,3	41,4	39,9	C
Volée + rouleau	18,4	32,8	25,6	D
Moyenne	44,5	47,1	45,8	

Qu'on mesure la levée intermédiaire ou la levée finale, la synthèse des essais donne quasiment le même classement de performance.

Levée finale (moyennes ajustées) obtenue pour 13 types de semoirs. Analyse par le modèle linéaire mixte à partir de 16 essais réalisés sur blé, colza, orge et pois (plantes levées en % des grains semés) (tab. 2)

	Chaume	Déchaumage superficiel	Moyenne générale	Groupes homogènes
Sous flux terre (animé)	80,8	81,7	81,2	A
Dent avec module de préparation	77,8	78,4	78,1	A
Sous flux de terre (disques)	74,7	78,1	76,4	A
Disque avec module préparation	73,0	74,6	73,8	AB
Disque sur outil animé	71,1	76,0	73,6	AB
Dent rigide	74,0	72,7	73,4	AB
Semis dans le flux de terre	68,3	73,2	70,8	AB
Volée avec recouvrement	68,4	72,1	70,3	AB
Précision	54,2	81,8	68,0	B
Simple disque	63,5	70,5	67,0	B
Dent vibrante	61,6	66,1	63,9	B
Volée + rouleau	62,3	63,5	62,9	B
Double disque	57,1	65,8	61,5	B
Moyenne	68,2	73,4	70,8	



ment des semoirs reste assez proche de celui obtenu pour les levées intermédiaires.

Au niveau des rendements, les écarts sont assez rares et limités entre semoirs ou types de préparation de sol. L'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre semoirs. Cela s'explique par le fait que les cultures testées (blé, orge de printemps, colza) présentent de réelles capacités à compenser la majorité des écarts obtenus à la levée. En revanche, un essai sur pois de printemps en 2007 a montré des gros écarts de rendement entre techniques de semis. Cela s'explique par les conditions de semis « limites » suivies d'un mois d'avril très sec. Des techniques comme le semis à la volée suivi d'un travail superficiel se sont traduites par de lourdes pertes.

Des performances contrastées

Quatre groupes de semoirs ressortent de cette synthèse. Le premier comprend des semoirs combinés à des outils de travail du sol ou des semoirs à dents : semis sous flux de

terre avec outil animé, semoir à dents ou à disques avec module de préparation, semoir à dents rigides. Avec ces outils, les levées sont en tendance bonnes et rapides et le restent plus facilement en conditions « difficiles ». Les essais montrent par exemple assez peu d'écarts dans leurs performances sur chaume ou sol déchaumé superficiellement.

Le deuxième groupe comprend lui aussi des semoirs combinés à un outil de travail du sol ou des semoirs à dents : semoir à disques sur outil animé, semis à la volée avec recouvrement, semis dans le flux de terre. Avec ces semoirs, les levées se sont montrées assez bonnes et assez rapides. Le semis sous le flux de terre créé par des disques a assuré des levées lentes, mais bonnes à l'arrivée. Les semoirs à dents vibrantes ont au contraire procuré des levées rapides, mais moyennes à l'arrivée. Le déchaumage a un effet positif sur les levées, mais assez variable en fonction des semoirs et des situations.

Le troisième groupe inclut des outils qui se caractérisent par une faible perturbation

Les dents ont la capacité à écarter les obstacles (mottes, cailloux, résidus) et à placer la graine sur le fond de travail en présence de terre fine. ▼



Les grands types de semoirs (tab. 3)

Type de semoir		Avis ARVALIS - Institut du végétal	Critères économiques
Semoir à socs sur herse rotative		Très répandu, cet élément semeur permet un bon placement de graine en écartant les mottes, pierres... Bien adapté au labour, il atteint ses limites en techniques simplifiées par bourrage dans les débris végétaux (à nuancer selon la quantité et la taille des pailles en surface, et du dégagement de la rampe de semis).	Largeur: 4 m Vitesse: 8 km/h Puissance: 150 CV Coût: 40 €/ha Débit: 2,2 ha/h
Semoir à disques sur outil animé (herse rotative, rotalabour...)		Avec des éléments semeurs à disques, on peut sereinement intervenir sur préparations simplifiées sans risque de bourrage. Les disques sont en revanche moins précis dans le placement de graine que les socs. En conditions humides, ils trouvent aussi plus vite leurs limites (collage). L'outil animé limite la vitesse d'avancement du semoir et demande de la puissance (moteur et relevage).	Largeur: 4 m Vitesse: 8 km/h Puissance: 150 CV Coût: 50 €/ha Débit: 2,2 ha/h
Semoir à disques avec module de préparation		En créant beaucoup de terre fine, ce type de semoir permet de très bonnes levées. Il peut être utilisé sur la plupart des préparations (labour, déchaumage voire en direct) en permettant des vitesses de travail élevées. Gros besoin de puissance.	Largeur: 3 m Vitesse: 12 km/h Puissance: 140 CV Coût: 33 €/ha Débit: 2,5 ha/h
Semoir à dents avec module de préparation		Ce type de semoir n'est plus vendu.	Matériel non vendu récemment
Semis sous le flux de terre d'un outil animé		Conçu pour du semis sur chaume ou sur préparations superficielles, ce semoir nécessite un terrain parfaitement nivelé. Le lit de semence réalisé est idéal car la semence est en contact avec la terre fine et repose sur une terre non travaillée qui a gardé de la fraîcheur. Cela se traduit par une grande qualité de levée, notamment en conditions sèches. Ce semoir demande en revanche beaucoup de puissance et offre des vitesses de travail faibles.	Largeur: 4 m Vitesse: 7 km/h Puissance: 200 CV Coût: 50 €/ha Débit: 1,9 ha/h Le prix du semoir date de 2004 car il n'est plus vendu depuis.
Semis sous le flux de terre d'un outil à disques		Offrant des vitesses de travail élevées, cet outil place la graine en fond de travail des disques, en contact avec la fraîcheur du sol. Les levées finales sont très bonnes, mais peu rapides. Ce type de semoir a de faibles coûts d'utilisation, mais nécessite des sols nivelés.	Largeur: 3 m Vitesse: 12 km/h Puissance: 120 CV Coût: 25 €/ha Débit: 2,5 ha/h
Semis dans le flux de terre		Avec un placement de graine assez aléatoire dans l'horizon travaillé, mais tout de même correct, le semis dans le flux de terre a été démocratisé avec le Semavator qui fut beaucoup utilisé pour les implantations de blés derrière maïs. De nos jours, ce principe de semis est repris avec du semis sur déchaumeurs non animés à disques, ce qui permet des semis plus rapides et moins onéreux. Ces techniques ne sont pas adaptées au semis sur sol mal nivelé et au pois de printemps.	Largeur: 3 m Vitesse: 12 km/h Puissance: 120 CV Coût: 25 €/ha Débit: 2,5 ha/h

du sol au semis: semoirs « semis direct » simple ou double disques, semoirs monograinne à disques (testés sur colza). Les levées sont assez lentes et moyennes, notamment en conditions difficiles. Le déchaumage a souvent un impact positif sur les levées, malgré le qualificatif de « semis direct ». Ce dernier vient du fait qu'ils réalisent du vrai semis direct donc sans perturbation du sol et non du fait qu'ils ne sont adaptés qu'au semis direct (dans nos

 Avec les semoirs combinés à des outils de travail du sol ou les semoirs à dents, les levées sont en tendance bonnes et rapides et le restent plus facilement en conditions « difficiles ».

Les disques ont le défaut de pincer la paille dans le sillon. Ils sont, en revanche, peu sensibles au bourrage. ▶

© J. Labreuche, ARVALIS-Institut du végétal



Les grands types de semoirs (tab. 3 suite)

Type de semoir		Avis ARVALIS - Institut du végétal	Critères économiques
Semis à la volée avec recouvrement		Technique de semis économique, elle reprend le principe du semis dans le flux de terre en décomposant les opérations de semis et de travail du sol. Un outil adapté à un travail très superficiel (4 cm) est nécessaire: vibroculteur, déchaumeur à disques indépendants, covercrop...	DPS12 puis vibroculteur Largeur: 12 et 6 m Vitesse: 12 et 7 km/h Puissance: 100 CV Coût: 19 €/ha Débit: 2,3 ha/h (10 puis 3)
Semis à la volée puis roulage		Technique de semis économique qui peut être tentée sur colza, avec une forte dépendance des levées vis-à-vis des pluies.	DPS12 puis rouleur Largeur: 12 et 8,5 m Vitesse: 12 et 8 km/h Puissance: 100 CV Coût: 17 €/ha Débit: 3,3 ha/h (10 puis 5)
Semoir « semis direct » simple disque		Adapté au semis direct ou sur préparations superficielles, ce type de semoir a tendance à poinçonner la paille dans le sillon. Attention au semis en conditions limites (sol plastique). Bouleverse très peu le sol si la vitesse de semis est modérée.	Largeur: 3 m Vitesse: 12 km/h Puissance: 120 CV Coût: 32 €/ha Débit: 2,5 ha/h
Semoir « semis direct » double disques		Adapté au semis direct ou sur préparations superficielles, ce type de semoir a tendance à poinçonner la paille dans le sillon. Attention au semis en conditions limites (sol plastique). Bouleverse très peu le sol si la vitesse de semis est modérée.	Largeur: 3 m Vitesse: 12 km/h Puissance: 120 CV Coût: 30 €/ha Débit: 2,5 ha/h
Semoir à dents rigides		Ce type de semoir regroupe des outils à dents traînés et quelques uns portés. En écartant les débris végétaux, la dent permet un bon placement de graine. Ces semoirs nécessitent des sols bien nivelés, à l'exception de ceux qui disposent d'une roue de contrôle de profondeur sur chaque dent.	Largeur: 4 m Vitesse: 8 km/h Puissance: 140 CV Coût: 42 €/ha Débit: 2,2 ha/h
Semoir à dents vibrantes		Récemment apparu sur le marché, ce type de semoir permet de travailler rapidement, et demande peu de puissance pour un coût d'utilisation très raisonnable. Il nécessite des sols bien nivelés.	Largeur: 4 m Vitesse: 12 km/h Puissance: 120 CV Coût: 23 €/ha Débit: 3,3 ha/h
Semis de précision (semoir monograine à disques)		Utilisé sur du colza, ce type de semoir se distingue par sa régularité sur le rang. La graine est placée avec précision pour des levées finales satisfaisantes (sur déchaumage superficiel). Ce type de semoir bouleverse peu le sol au semis et facilite le binage dans la culture.	Largeur: 3 m Vitesse: 6 km/h Puissance: 100 CV Coût: 30 €/ha Débit: 1,2 ha/h

La largeur des outils est choisie pour avoir des débits de chantier assez comparables, quand cela a été possible. Le coût inclut celui du tracteur et celui du semoir, avec un amortissement sur 200 ha.

conditions françaises). La faible perturbation du sol a des avantages sur les levées d'adventices (encadré 1). En revanche, ces semoirs créent peu de terre fine et ont tendance à enfouir de la paille dans le sillon sur sol non déchaumé. À défaut de déchaumer, il faut être extrêmement attentif à la répartition des pailles avec ces semoirs.

Le dernier groupe est constitué par une technique un peu « extrême »: le semis à la volée suivi d'un passage de rouleau. Elle a été testée sur colza. Les levées finales étaient correctes. En revanche, la levée intermédiaire est très faible, faute de pluies après le semis. Le déchaumage a montré un effet positif sur la vitesse de levée car le contact sol-graine

était meilleur sur une terre déchaumée que sur chaume.

De nombreux critères de choix des semoirs

Que retenir de cette synthèse? Faut-il choisir un des types de semoirs qui assurent régulièrement les meilleures qualités de levées en semis sans labour? À défaut de permettre des gains de rendement fréquents, ils ont

plusieurs avantages:

- apporter une sécurité technique pour les cultures délicates à implanter,
- apporter une sécurité psychologique et visuelle à l'agriculteur,
- permettre d'optimiser plus facilement les densités de semis.

Dans un contexte technico-économique fluctuant et avec

Mesurer la levée intermédiaire, la levée finale et le rendement (enc. 2)

Dans chacun des essais, plusieurs variables sont mesurées pour chaque semoir et sur chaque préparation de sol.

- **Le pourcentage de levée « intermédiaire »** : il est calculé en faisant le rapport entre les plantes levées et les grains semés. Ces derniers sont connus en mesurant au champ la quantité de grain réellement semée. Le nombre de grains semés est calculé après avoir mesuré le poids de mille grains au laboratoire. La levée intermédiaire correspond à un comptage des plantes levées assez rapidement après le semis : environ 1 à 2 semaines. Il permet de quantifier les grains ayant germé rapidement car placés en contact avec de la terre fine rappuyée et non desséchée. En l'absence de pluie après le semis, les semences placées trop en surface, au milieu des mottes ou de débris végétaux ou dans un sillon mal refermé n'ont pas pu lever à cette date.

- **Le pourcentage de levée final** prend en compte l'ensemble des plantes levées, un à deux mois après le semis.

▶ La synthèse permet de classer les différents types de semoirs selon leurs performances sur trois critères : la levée intermédiaire, la levée finale et le rendement.

- **Certains facteurs explicatifs des levées** sont mesurés : profondeur de semis et taille des mottes du lit de semences.

- **Les autres composantes de rendement** sont mesurées, notamment le rendement. En synthétisant l'ensemble des résultats des 16 essais sur les semoirs céréales réalisés

entre 1996 et 2008, nous avons été confrontés à une présence non systématique de chaque semoir dans chaque essai. Des regroupements ont donc été réalisés par catégorie de semoir ou d'élément semeur (*tableau 3*). Malgré cela, chaque type de semoir n'était pas présent dans chaque essai et sur chaque préparation de sol. Nous avons donc utilisé deux méthodes de traitement des données :

- la première a consisté à exprimer tous les résultats en pourcentage du meilleur type de semoir de l'essai sur la préparation de sol concernée. Une synthèse a ensuite permis de classer les types de semoirs en fonction de leur performance sur les trois critères mesurés (levées intermédiaires, levées finales et rendement). Des classements ont été faits de manière globale ou par culture ou par type de préparation de sol.
- la deuxième méthode a consisté à utiliser un modèle linéaire « mixte », qui permet d'analyser deux types d'effets : les effets fixes (la préparation du sol, les éléments semeurs et l'interaction entre les deux) et les effets aléatoires (les essais, les années, l'interaction entre les deux). On a constitué ensuite par complément d'analyse (comparaisons multiples) des groupes dont les modalités sont semblables statistiquement. Pour que l'analyse soit puissante d'un point de vue statistique, nous avons dû écarter les semoirs à socs sur herse rotative, trop peu représentés. Pour les préparations du sol, nous n'avons conservé que des techniques sans labour : le chaume non travaillé et la préparation superficielle (5 cm).

des enjeux forts autour de la main-d'œuvre, d'autres critères de choix peuvent l'emporter, comme l'investissement requis, la puissance nécessaire, le débit de chantier... Dans tous les cas, le semoir doit être bien adapté aux pratiques de travail

du sol de l'exploitation, tant vis-à-vis de son comportement mécanique que de la qualité de placement des graines en terre... Quelques indicateurs que nous avons essayé de renseigner dans le *tableau 3* afin de vous aider dans vos choix. ■