

Culture par culture

1 Quelle efficacité attendre du désherbage mécanique ?

Les interventions mécaniques en culture, en prélevée et/ou post-levée, constituent une piste souvent citée pour réduire l'usage des herbicides. Quelles sont les efficacités attendues et les stratégies les plus adaptées par culture ? Les experts des instituts y répondent.



La herse étrille est un outil agressif et impose des réglages précis pour ne pas pénaliser les cultures levées.

- si le sol est suffisamment ressuyé,
- sur des adventices jeunes ou en cours de germination,
- et si l'intervention est suivie de jours sans pluie.

Dans ces conditions, le désherbage mécanique paraît *a priori* difficile à mettre en œuvre sur des cultures dont la levée s'effectue en période relativement humide (céréales à paille).

Les outils disponibles

Trois outils de désherbage mécanique sont fréquemment cités : la herse étrille, la houe rotative et la bineuse. Des adaptations permettent d'associer une application d'herbicide sur le rang de la culture à un binage sur l'inter-rang, soit en même temps (désherbineuse), soit en deux temps (herbi-semis ou rampe de localisation puis binage) (*encadré 1*).

L'efficacité des interventions mécaniques en culture sur la gestion des mauvaises herbes est très dépendante des conditions d'intervention. L'état du sol, le stade des adventices, le stade de la culture (*tableau 1*) et les conditions climatiques déterminent la réussite du désherbage mécanique.

Le principe des outils disponibles est d'arracher ou de sectionner les adventices qui, sous l'effet de conditions climatiques favorables, se dessèchent et ne peuvent pas se repiquer.

Ce postulat de base implique que cette technique ne fonctionne que :

Tableau 1 : Quand intervenir avec les outils ?

Culture	Herse étrille	Houe rotative	Bineuse
Céréales à paille	Prélevée et entre 3-4 feuilles et épi 1 cm. Complément possible courant montaison	Prélevée et entre 2-3 feuilles et mi-tallage	De mi-tallage à 1 nœud (limite de détection des systèmes optiques)
Colza	Prélevée et entre 3 et 6 feuilles	Prélevée jusqu'à 4-6 feuilles	À partir de 2-3 feuilles (protège-plants)
Tournesol	Prélevée et entre 1 et 2 paires de feuilles	Prélevée et entre 1 et 2 paires de feuilles	À partir d'1 paire de feuille (protège-plants)
Soja	Prélevée et entre 2 ^e et 3 ^e feuille trifoliée	Prélevée et entre 1 ^e feuille unifoliée et 1 ^e feuille trifoliée	À partir de 2 ^e feuille trifoliée (protège-plants)
Betterave	Peu adaptée à la culture	De 4 feuilles à 10-12 feuilles	Peu de contraintes si l'outil ne travaille que l'inter-rangs, stade ultime : 80 % de couverture du sol

→ Les périodes propices aux interventions mécaniques dépendent des stades phénologiques des cultures et du mode d'action du matériel.

Les spécificités de six outils

- La herse étrille, équipée de dents souples (7 mm de diamètre en général), longues et très rapprochées, déracine les plantules grâce à des vibrations. Son efficacité et sa sélectivité dépendent de la vitesse d'avancement et du réglage de l'inclinaison des dents. En passage de post-levée précoce, l'agressivité doit être minimale pour ne pas fragiliser la culture. Elle est à utiliser de préférence sur sol meuble et nivelé (l'effet d'arrachement et d'enfouissement étant plus important).



© ARVALIS - Institut du végétal

La houe rotative supporte des conditions un peu plus humides que la herse et doit être privilégiée en sols battants.

- La houe rotative déchausse les plantules grâce à des roues étoilées indépendantes à cuillères. Avec la vitesse, l'outil bouleverse la terre, arrachant et recouvrant les adventices au passage.
- La bineuse, utilisée sur des cultures à écartement large, déchausse ou coupe les racines, en ramenant la terre sur le rang.

La herse et la houe sont efficaces sur adventices très jeunes (2 feuilles maximum), la bineuse détruit les adventices à un stade plus développé.

Des adaptations localisent l'herbicide sur le rang

- La **désherbineuse** est une bineuse sur laquelle une rampe de pulvérisation, montée sur le bâti (avec cuve sur l'outil ou sur le tracteur), localise l'application d'herbicide sur le rang. Cet appareillage est bien adapté aux cultures à inter-rangs larges disposant de solutions herbicides de post-levée (maïs, tournesol, betterave...). À noter que les conditions d'efficacité requises, à la fois pour le binage et la pulvérisation, coïncident rarement (sec pour le binage, frais et humide pour la pulvérisation).

- Dans le cas de l'herbi-semis, la rampe de pulvérisation est montée sur le semoir, localisant le désherbage sur le rang. L'inter-rang n'est pas traité en prévision d'un binage ultérieur. Ce dispositif est bien adapté aux cultures à inter-rangs larges qui se désherbent en post-semis prélevée (colza, maïs, tournesol...). Par rapport à la désherbineuse, l'herbicide bénéficie de meilleures conditions d'application (fraîcheur du semis).

- Enfin, la rampe de localisation permet de désherber uniquement le rang en post-levée, indépendamment du binage, afin d'opérer dans les meilleures conditions d'application. Elle implique un travail sur surfaces planes et peut être utilisée avec du matériel de grande largeur (18 m par exemple).



© JTB

Le désherbage mécanique des céréales d'hiver doit s'appuyer au moins sur deux passages de herse étrille pour viser des efficacités satisfaisantes.

Les dispositifs, comme la rampe de localisation, permettent d'économiser 50 à 70 % de produits selon l'écartement entre rangs choisi, en ne localisant le traitement que sur le rang.

Tous ces outils sont peu efficaces sur sol non ressuyé et en présence de cailloux. La herse et la houe, qui travaillent très superficiellement toute la surface du sol, préfèrent des sols secs et bien nivelés et doivent impérativement opérer sur des adventices très jeunes (2 feuilles maximum). La bineuse, qui ne travaille que l'inter-rang, est plus souple vis-à-vis du stade des adventices.

Ces outils ne sont pas adaptés à tous les types de sol. Les sols battants sont par exemple plutôt défavorables à l'utilisation de la herse étrille.

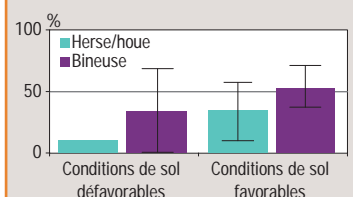
Des efficacités très aléatoires sur céréales à paille

ARVALIS - Institut du végétal étudie les outils de désherbage mécanique sur céréales à paille depuis la fin des années 80. Des essais mis en place dans la région Sud-Ouest ont permis de caler les interventions et les stratégies.

L'efficacité moyenne d'un passage de herse ou de houe est de 36 % (figure 1), avec des variations allant de 0 %, en conditions de sol défavorables, à 70 % en sol ressuyé. Pour un binage, l'efficacité moyenne s'élève à 46 %, avec des variations allant de 15 à 80 %.

Les efficacités sont généralement plus satisfaisantes sur dicotylédones (60 % contre 45 % sur graminées).

Figure 1 : Efficacité du désherbage mécanique en fonction des conditions de sol, favorables ou non – notations globales

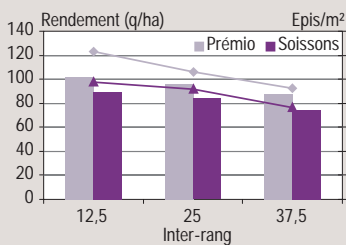


Lorsque les stades d'adventices sont jeunes, couplés à des conditions de sol ressuyées, il est possible d'atteindre 50 à 70 % d'efficacité.

Interlignes larges : quel impact sur le rendement du blé ?

Le positionnement des plantes sur une surface va conditionner la capacité d'une culture à intercepter un maximum de ressources (lumière, éléments minéraux). Les grands écartements vont induire, pour une partie du cycle de la culture (tallage, début montaison), un moindre accès à ces ressources, car l'inter-rangs n'est pas valorisé par les plantes. Sur blé, on constate ainsi des pertes de rendement pouvant atteindre 15 % avec des interlignes de plus de 35 cm (figure 2).

Figure 2 : Impact de l'écartement entre rangs sur le rendement du blé



L'essai de Rots (14) en 2009 a montré des pertes de rendement de 15 % entre les interlignes resserrés (12,5 cm) et larges (37,5 cm), dus à une perte d'épis par mètre carré (bâtons = rendement ; courbe = épis/m²).

Les variétés de blé ayant une fertilité des épis élevée pourraient accepter des écartements plus larges.

Augmenter la densité pour compenser

Augmenter l'intervalle entre les rangs implique de resserrer les plantes sur la ligne de semis, conduisant à une concurrence forte entre les plantes dès le tallage. Pour des écartements supérieurs à 25-30 cm, à densité de semis égale, les plantes génèrent moins de talles aptes à produire des épis. Dans de telles situations, on peut avoir un nombre d'épis par mètre carré limitant. L'élaboration du rendement chez le blé étant très plastique (fortes interactions entre les composantes de rendement, qui permettent de compenser des accidents), une partie de cette pénalité peut être compensée par un nombre élevé de grains par épi. Encore faut-il que les caractéristiques génétiques de la variété et les conditions de montaison soient favorables !

Augmenter la densité de semis sur le rang risque donc d'accroître la concurrence entre plantes,

d'impacter à la fois le tallage et la fertilité des épis, et ne pas conduire à un rendement supérieur.

Les variétés qui s'appuient sur un nombre élevé d'épis par mètre carré (Toisonor par exemple) risquent donc d'être davantage pénalisées par cette pratique, alors que celles présentant une forte fertilité d'épi semblent aptes à compenser un moindre tallage. Il est encore trop tôt pour savoir si la conduite de la culture doit être sensiblement modifiée (fractionnement des apports d'azote, évaluation du risque de verse, évolution des maladies).

Plusieurs campagnes d'essais des années 1970 à aujourd'hui ont pu démontrer l'impact négatif sur le rendement des écartements larges. À l'inverse, des écartements resserrés (<15 cm) peuvent mener à une légère hausse de rendement dans les cas où le nombre d'épis/m² est limitant en écartements classiques.

Le binage du blé serait possible si la culture est capable de compenser le moindre tallage par une forte fertilité des épis.

Ces outils agissant par effet mécanique, le blé peut être fragilisé. Des pertes de rendement ont parfois été observées en situations de passage agressif précoce (de 2 à 5 q/ha). Il est donc essentiel de compenser avec une densité de semis supérieure, de l'ordre de 15 %.

Un seul passage présente des efficacités très aléatoires, souvent limitées et satisfaisantes uniquement en conditions optimales. Il n'est pas rare de faire lever les adventices par l'effet « faux-semis » du passage d'outil. De ce fait, il est essentiel de bâtir une stratégie à deux passages (automne + sortie d'hiver ou bien double passage d'automne, incluant la prélevée à l'aveugle) pour couvrir la période de sensibilité du blé à la concurrence des adventices. Dans ce cas, les efficacités peuvent atteindre 60 % sur graminées. Pour parfaire le désherbage, un traitement de rattrapage adapté à la flore restante au printemps complète la stratégie.

Ce sont donc des techniques à mettre en œuvre dans des situa-



tions peu infestées, et en complément d'un désherbage classique. Les céréales à paille n'étant pas adaptées pour des semis en ligne à écartements larges, l'emploi de la bineuse, généralement plus efficace, mérite quelques adaptations. Pourtant le binage des céréales d'hiver pourrait permettre par exemple de ne faire qu'une intervention en sortie d'hiver suivie d'un rattrapage herbicide au printemps. Des travaux sont en cours pour évaluer la capacité du blé à accepter des grands écartements sans perte de rendement afin de mettre en œuvre du binage dans cette culture (*encadré 2*).

La localisation d'herbicide sur le rang associée au binage est une technique très prometteuse.

Le colza s'écarte pour laisser passer la bineuse

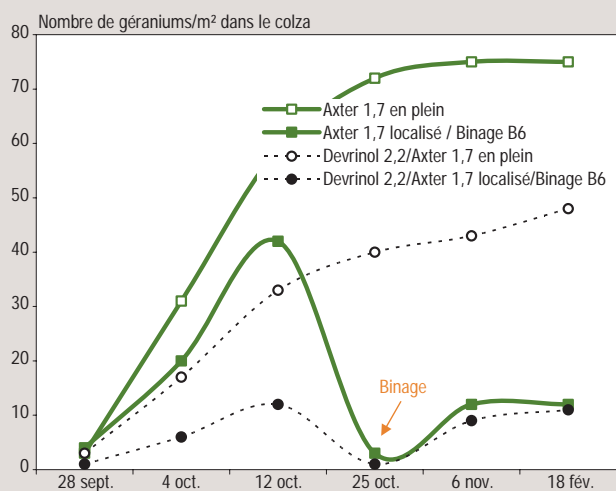
Les travaux du CETIOM, soutenus par de nombreux partenaires locaux, démontrent que, d'un point de vue technique, l'utilisation d'outils mécaniques combinés à des méthodes culturales adéquates gagne à être développée en colza, tournesol et soja. Sur ces cultures, depuis 2000, plus de 50 lieux d'observations ont permis d'évaluer et de comparer différentes techniques de lutte chimique, mécanique ou mixte, à des dates et dans des conditions d'intervention distinctes. Avec la houe rotative, pour espérer atteindre 90 % d'efficacité, il



faut pouvoir intervenir entre les stades « fil blanc » et « 1 feuille » des mauvaises herbes. Dans ces conditions, seuls les passages répétés ou combinés avec un autre moyen de lutte garantissent un contrôle acceptable.

Les relevées successives possibles après une intervention mécanique imposent de passer plusieurs fois pour être réellement efficace.

Figure 3 : Efficacité sur colza (CETIOM, Villedieu-S/Indre, 2007-2008)



Le désherbage localisé sur le rang et le binage montrent un réel intérêt dans les situations à flore difficile dans le colza.

La herse étrille est en tendance plus efficace que la houe : elle peut éliminer jusqu'à 95 % de plantules à moins de 3-4 feuilles. En cas d'infestation modérée, sur un colza concurrentiel, certains essais ont montré qu'un seul passage de herse bien positionné peut pleinement rivaliser avec un programme classique de désherbage. Ce type de réponse est moins fréquent en tournesol et soja qui pâtissent souvent de leur faible pouvoir concurrentiel sur le mois qui suit leur mise en terre.

La bineuse constitue sans conteste le matériel au potentiel de développement le plus élevé, même si elle oblige à opter pour un écartement large au moment du semis. Rappelons que le colza est tout à fait candidat au binage. Il peut supporter des écartements de 40 à 60 cm, voire, dans certaines conditions, jusqu'à 80 cm.

Un herbi-semis suivi d'un binage semble être la combinaison la plus performante pour concilier les objectifs socio-économiques et agro-environnementaux actuels (figure 3). Les résultats d'efficacité sont souvent comparables aux programmes chimiques classiques appliqués en plein.

Enfin, l'homologation de deux herbicides de post-levée à large spectre a ouvert récemment la porte au désherbinage du tourne-



sol. Des essais sont en cours pour valider cette pratique.

Binage et betterave font un bon mariage

Depuis 2004, l'ITB évalue différentes stratégies de désherbage, du tout chimique à tout mécanique (figure 4). En 2009, malgré

Les incitations politiques et les dernières innovations en matière de guidage de précision devraient encourager le (re) développement du binage.



Un herbi-semis suivi d'un binage procure souvent les mêmes efficacités qu'un programme de désherbage classique sur colza.

la présence de repousses de colza toujours difficiles à contrôler en culture de betterave et un mois de mai humide, différents itinéraires mixtes (mécanique + chimique) ont procuré des résultats satisfaisants. La houe rotative a procuré de bons résultats dans les limons profonds de Picardie, mais des résultats décevants en terre de craie en Champagne, tant en 2008 qu'en



au désherbage mécanique de la betterave. Les derniers modèles, jusqu'à 12 rangs de large, peuvent travailler à des vitesses élevées (10 à 12 km/h) grâce à des systèmes d'auto-guidage (roue profilée, caméra, palpeurs). Seul ce type de machines pourra motiver les betteraviers à revenir au désherbage mécanique.

La betterave dispose de machines permettant d'assurer un désherbage combiné efficace et sélectif avec des débits de chantier importants dans une période chargée en travaux.

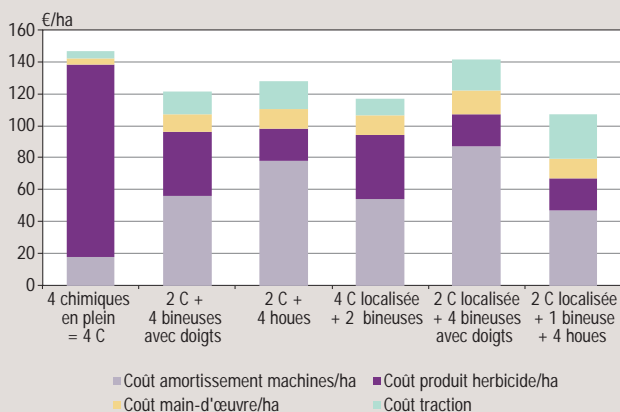
2009. Ce point démontre la nécessaire adaptation du matériel au type de sol.

La herse étrille, testée pour la première fois en vraie grandeur en 2009, n'a pas procuré de résultats satisfaisants. Faut-il essayer d'autres herse étrilles avec moins de dents ?

De son côté, la bineuse auto-guidée apparaît clairement comme l'outil le mieux adapté

L'efficacité des lames ou dents en inter-rangs est élevée pour peu que l'on dispose de 2 à 3 jours sans pluie après le passage pour assurer le dessèchement des plantes coupées, même au-delà de 4 feuilles. L'ajout de moulinets permet de détruire des adventices jeunes (avant 2 feuilles) présentes sur le rang.

Figure 4 : Coût par hectare pour différents itinéraires de désherbage sur betterave



Options de calcul : pulvérisateur : 1 000 ha/an ; bineuse, houe : 200 ha/an ; durée d'amortissement : 10 ans.

Pour des efficacités à peu près équivalentes, les itinéraires mêlant du mécanique à du chimique ont un coût global moins élevé que le « tout chimique ».



La désherbineuse a montré en 2009 de très bons résultats qui ne demandent qu'à être confirmés. L'agriculteur peut alors choisir le désherbage chimique, mécanique ou la double intervention selon les conditions.

Mais la bineuse est, actuellement, limitée en taille à la largeur d'un semoir, soit 12 voire 18 rangs. Pour augmenter le débit de chantier, il faudra disposer d'un système de guidage par tronçon sans alourdir la machine. Il faut aussi espérer que le nouvel intérêt pour le désherbage mécanique suscitera de la part des constructeurs des innovations vers de nouveaux outils plus performants tant en efficacité qu'en débit de chantier.

Seul le recours au désherbage mécanique peut permettre à la betterave de réduire l'utilisation des herbicides sans diminuer l'objectif de propreté finale des parcelles pour fournir à l'industriel une marchandise de qualité et ne pas dégrader l'enherbement des parcelles.

Une technique d'appoint, pas une solution toute faite

Au final, le désherbage mécanique n'a qu'une efficacité instantanée et mérite d'être combiné à d'autres techniques pour maintenir des niveaux de propreté acceptables. Ces techniques se valorisent dans les situations d'infestations raisonnables en adventices, sous peine d'être inutiles, voire préjudiciables pour le rendement, si certaines précautions ne sont pas respectées. Elles supposent donc d'utiliser d'autres leviers agronomiques pour abaisser la pression adventices. Citons notamment la gestion de l'interculture (faux semis), le travail du sol avant implantation (labour) et l'allongement de la rotation (alternance culture d'automne/de printemps). Aucune stratégie « tout mécanique » n'atteindra les hauts niveaux d'efficacité permis par les herbicides appliqués à bon escient. En revanche, en culture, les stra-

La bineuse autoguidée est actuellement l'outil le mieux adapté au désherbage mécanique de la betterave.

tégies mêlant les deux techniques (mécanique et chimique) semblent être la piste la plus intéressante sur certaines cultures. Mais est-ce facile à mettre en œuvre sur le terrain ? ■

Ludovic Bonin,

l.bonin@arvalisinstitutduvegetal.fr

Jean-Charles Deswartes,

jc.deswartes@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS-Institut du végétal,

Jean Lieven,

lieven@cetiom.fr

Cetiom

Cédric Royer,

royer@itbf.org

Claude Muchembled,

muchembled@itbf.org

ITB

Retrouver les résultats de différentes stratégies de désherbage du maïs dans notre numéro 343 (mars 2008, page 48).



PA on line

Abonnés au service web, retrouvez cet article sur www.perspectives-agricoles.com, avec, pour aller plus loin, les derniers résultats disponibles sur [proteagineux](http://proteagineux.com).