

INTEGRATION DU DESHERBAGE ALTERNATIF EN GRANDES CULTURES

QUELLES CONCLUSIONS SUR SON UTILISATION DANS LES ESSAIS SYSTEMES DE CULTURE D'EURE-ET-LOIR ?

La Chambre d'agriculture d'Eure-et-Loir à Miermaigne et le lycée agricole de La Saussaye à Sours étudient, depuis 2009, l'intégration du désherbage alternatif, avec l'utilisation d'outils de désherbage mécanique sur toute la parcelle (herse étrille, roto-étrille) ou seulement sur l'inter-rang (bineuse). En complément, la localisation d'herbicides sur le rang est aussi testée. L'éventail des matériels utilisés s'est enrichi au fil des années. Retour sur plus de 10 ans d'expérimentations dans deux contextes pédo-climatiques différents !

2 sites expérimentaux en Eure-et-Loir 2 contextes pédo-climatiques



Les deux fermes expérimentales testent des systèmes de culture qui ont pour objectifs de réduire l'usage des produits phytosanitaires et des engrais azotés tout en maintenant leur rentabilité et leur robustesse économique. Face à l'augmentation des phénomènes de résistance à certaines familles chimiques, à la diminution du nombre de matières actives efficaces disponibles, à l'impact sur la qualité des eaux, l'accent est surtout mis, actuellement, dans les essais, sur le volet "gestion des adventices".

La Ferme de La Saussaye exploite également une quarantaine d'hectares en Agriculture Biologique (AB) depuis 2010 avec la présence des cultures suivantes : luzerne, blé tendre d'hiver ou de printemps, orge de

printemps, triticales, féverole d'hiver, betterave sucrière, mélange triticales-pois...

Au sein de ces quarante hectares en AB, 16 sont consacrés à l'expérimentation de deux systèmes de culture bio dans le contexte céréaliier eurélien. Ce dispositif sert également de support pour plusieurs projets de recherche à l'échelle nationale sur la lutte contre les adventices (annuelles et vivaces) ou la gestion de l'azote, tout en évaluant les performances économique et environnementale de ces systèmes. Un zoom sur l'intégration du désherbage mécanique dans les itinéraires techniques 2020-2021 de deux parcelles de blé est présenté dans cet article.

Article rédigé par :

Patricia Huet - Chambre d'agriculture d'Eure-et-Loir
Claire Montanier - Chambre d'agriculture d'Eure-et-Loir - Ferme de La Saussaye
Margaux Thirard - Chambre d'agriculture d'Eure-et-Loir - Ferme de La Saussaye

Présentation des deux fermes

	Miermaigne	La Saussaye
Contexte	Exploitation céréalière située dans le Perche sur le bassin versant de l'Ozanne	Exploitation céréalière en Beauce chartraine située dans le périmètre rapproché d'un captage d'eau potable
Type de sol	<ul style="list-style-type: none"> - Limons battants hydromorphes profonds sur argile à silex drainé - Limon argileux caillouteux 	Limons argileux moyennement profonds à profonds sur calcaires de Beauce
Cultures présentes dans la rotation	<ul style="list-style-type: none"> - Sol profond : colza, blé tendre, maïs grain, pois de printemps, lin de printemps - Sol caillouteux : blé tendre, orge d'hiver, triticale, tournesol, pois chiche, orge de printemps 	Colza, blé tendre, blé dur ou améliorant, orge d'hiver et de printemps, lin de printemps, pois de printemps ou féverole d'hiver
Pluviométrie	<ul style="list-style-type: none"> - Annuelle : 750 mm - Novembre à mars : 350 mm - Mars à juin : 225 mm 	<ul style="list-style-type: none"> - Annuelle : 620 mm - Novembre à mars : 250 mm - Mars à juin : 190 mm
Adventices présentes	<ul style="list-style-type: none"> - Graminées : vulpins et paturins pression modérée - Dicotylédones automnales, printanières et estivales : gaillet, renouées, chénopode, atriplex - Chardons 	<ul style="list-style-type: none"> - Graminées : vulpins, ray grass (folle avoine, brome). Pression variable selon les parcelles et leur historique. - Dicotylédones : gaillet, renouées, - Chardons
Outils mécaniques disponibles	<ul style="list-style-type: none"> - Bineuse de 3 mètres grand écartement (réglage de 50 à 80 cm) - Bineuse de 3 mètres faible écartement de 15 cm - Herse étrille de 6 mètres - Translateur¹ avec guidage caméra adaptable sur les 2 bineuses 	<ul style="list-style-type: none"> - 3 bineuses travaillant à écartement de 50, 25 et 15 cm - Herse étrille de 6 m - Roto étrille de 6 m - Emprunt possible d'une houe rotative et d'une écimeuse - Translateur¹ avec guidage caméra adaptable sur les 3 bineuses

¹ Outil situé entre le tracteur et la bineuse, il corrige à partir des informations envoyées par la caméra la position vers la droite ou vers la gauche grâce à son système hydraulique pour aligner la bineuse sur la ligne de référence qu'est le rang de culture lorsque le tracteur se décale légèrement ou que le semis n'est pas parfaitement rectiligne.

Comment le désherbage mécanique est-il intégré dans les systèmes conventionnels ?

Le désherbage mécanique est intégré comme un levier supplémentaire dans les systèmes de culture testés pour lutter contre les adventices, aussi bien graminées (ray-grass, vulpins, paturins) que dicotylédones annuelles. Il ne se substitue pas au programme de désherbage chimique.

En premier lieu, la stratégie de désherbage est basée sur l'utilisation des leviers agronomiques pour limiter la pression en adventices tels que :

- **La présence plus significative de cultures de printemps et de cultures estivales** pour bouleverser le cycle des graminées et leur pression.

A Miermaigne : le tournesol, le pois chiche et l'orge de printemps sont implantés dans les sols superficiels ; le maïs grain, le pois et le lin de printemps dans les sols profonds.

A La Saussaye : lin, orge de printemps et parfois sarrasin sont intégrés à la rotation. Pour accentuer ce levier, deux cultures de printemps sont semées à la suite pour casser le cycle des graminées et diminuer leur pression.

- **Le positionnement du labour sur la rotation** pour enfouir les graines en profondeur et bénéficier ainsi du Taux Annuel de **Décroissance**².

A Miermaigne, jusqu'à présent, le labour est pratiquement systématique en raison des cultures implantées, du mode de gestion de l'interculture et du semoir (semoir à socs) présent sur la ferme. Pour les prochaines années, il est envisagé de diminuer la fréquence du labour en implantant en TCS (Techniques Culturelles Simplifiées), les céréales semées derrière les têtes de rotation, si le salissement et les conditions de sol au moment du semis le permettent.

Ce levier est surtout travaillé à La Saussaye où le labour revient une seule fois dans la rotation de 6 ans. Les autres années, les cultures sont implantées en TCS

avec passage ponctuellement d'un décompacteur (qui ne bouleverse pas les horizons).

- **Des dates de semis au-delà du 20/25 octobre** pour les parcelles de blé tendre les plus infestées en graminées pour limiter leurs levées (la levée préférentielle des graminées se situe entre fin septembre et le 25 octobre).

Dans la même optique, l'orge de printemps semée d'automne a été introduite pour la 1^{ère} fois en novembre 2021 à Miermaigne.

Sur la ferme de la Saussaye, du blé dur, dont la précocité permet aussi de retarder les dates de semis, est cultivé depuis plusieurs années.

Ensuite, une fois que l'ensemble de ces éléments précédents sont positionnés, les désherbages chimique et mécanique sont programmés : d'une part, **un programme herbicide adapté à la flore attendue** est choisi. D'autre part, **les outils désherbage mécanique** seront :

- soit utilisés en plein : toute la surface de la parcelle sera travaillée par l'outil mécanique (cas de la herse étrille ou de la roto-étrille) ;
- soit utilisés en localisé : binage de l'inter-rang à différents écartements selon les cultures, associé à la pulvérisation d'un herbicide sur le rang au moment du semis.

² Le Taux Annuel de Décroissance (TAD) est le révélateur de la longévité des graines dans le sol après enfouissement en profondeur dans le sol. Plus le TAD est faible, plus la conservation des graines dans le sol est longue. Le labour est peu efficace sur des adventices avec un TAD faible (= une longue conservation dans le sol). Les ray grass et vulpins ont un TAD aux alentours de 75%. Il faudrait à 3 à 5 ans après un labour pour qu'une très grande majorité des graines enfouies disparaissent. C'est pourquoi, un labour occasionnel peut être plus pertinent qu'un labour systématique pour ne pas remonter chaque année en surface des graines capables de germer.

Quels sont les outils mécaniques ou les combinaisons de techniques qui donnent le plus de satisfaction ?

Localisation de l'herbicide sur le rang et binage de l'inter-rang

- La combinaison de la localisation de l'herbicide sur le rang au moment du semis et de la gestion de l'inter-rang par un à deux binages en post-levée de la culture est la solution la plus efficace sur les deux sites contre les adventices annuelles (graminées et dicotylédones).

Pulvérisation sur le rang au moment du semis du colza à Miermagne.
L'application à cette période permet de bénéficier de l'humidité résiduelle.



En pratique, l'herbicide est appliqué au moment du semis au moyen d'une buse (angle 40°, pression de pulvérisation 2 bars, volume de bouille appliquée sur le rang 130 L/ha³) située à l'arrière de la roulette de ré-appui. La présence d'humidité résiduelle, liée à l'application au moment du semis est un facteur primordial à la mise en solution des matières actives. Elle garantit l'efficacité des produits à action racinaire. L'inter-rang est géré uniquement mécaniquement en post-levée de la culture. La bineuse est équipée de socs travaillants chacun sur une largeur de 15 cm. Pour un inter-rang de 50 cm, 3 socs à patte d'oie (à Miermagne) ou dents Lelièvre (à la Saussaye) gèrent l'inter-rang. La vitesse d'avancement est de 4 à 10 km/h selon les cultures avec une profondeur de travail de 3-4 cm.

³ Le volume d'eau appliqué sur le rang est de 130 L/ha. Comme seulement la moitié de la surface de la parcelle est pulvérisée (25 cm pour un écartement de semis de 50 cm), le volume d'eau ramené à la surface totale de la parcelle est de 65 L/ha.

A Miermaigne, cette technique est pratiquée sur les cultures semées à grand écartement, c'est-à-dire colza, tournesol (semé à 50 cm) et maïs grain (semé à 75 cm). Elle sera expérimentée en 2022 sur sorgho grain, maïs grain et pois chiche semés à 50 cm d'écartement entre rangs. Le mode de semis du colza a été modifié dès le début de l'expérimentation. Au lieu de l'implanter avec un semoir à céréales, il est désormais semé au semoir monograin à 50 cm d'écartement. A la Saussaye, cette technique est utilisée seulement sur le colza (avec un semoir pneumatique à 50 cm d'écartement).

En colza, un seul binage est réalisé, en général entre le 20 septembre et le 20/25 octobre. Il procure une bonne efficacité : les jours ont une durée assez longue et sont souvent ensoleillés pour permettre le dessèchement des adventices arrachées et l'absence de repiquage. Le sol

après les passages mécaniques est relativement friable/grumeleux.

A Miermaigne, le binage ne peut pas s'effectuer au-delà du 20/25 octobre. En effet, à partir de fin octobre, les sols commencent à se gorger d'eau ce qui empêche toute intervention (risque de marquage, phénomènes de repiquage liés aux fortes rosées matinales). Les sols en sortie d'hiver sont pris en masse, en raison des cumuls de pluie et du contexte pédologique. Miermaigne est, en effet, un des lieux les plus arrosés d'Eure-et-Loir avec 350 mm de pluie en moyenne entre le 1^{er} novembre et le 31 mars. Cela, d'une part, limite la pénétration des socs et ne permet pas un travail efficace de l'outil. D'autre part, cela rend l'accessibilité des parcelles au printemps trop tardive (au mieux vers le 25 mars/1^{er} avril).

Un exemple réussi de la combinaison herbicide sur le rang et binage de l'inter-rang en tournesol à Miermaigne printemps 2021

- Tournesol à Miermaigne au 20 mai

Localisation sur le rang de
Dakota P 2,5 L/ha + Challenge 600 3,5 L/ha
au semis le 22 avril



Le rang est parfaitement propre.
Seul l'inter-rang reste à gérer mécaniquement
(présence principalement de renouées
persicaires, atriplex...).

- Tournesol à Miermaigne au 11 juin

Vue de la parcelle après 2 binages
(1^{er} binage le 1^{er} juin puis
2nd binage le 11 juin)



Le 2nd binage a été réalisé à une profondeur de
3-5 cm. La vitesse est de 9 km/h
soit un débit de chantier de 2,2ha/h.

Le buttage du rang a permis d'éliminer les
quelques adventices passées au travers du
désherbage chimique. Le rang après 2 passages
mécaniques est parfaitement propre.

A contrario, à la Saussaye, le sol est limoneux-argileux moyennement profond à profond. Si les conditions météorologiques sont favorables, des fenêtres d'intervention plus tardives sont possibles : le binage est possible jusqu'en novembre, voire en sortie d'hiver si les rangs du colza ne sont pas encore fermés (travail facilité par le guidage caméra).

Sur ces deux sites, ce mode de gestion des adventices ne dispense pas toujours sur colza de l'application d'un herbicide en entrée hiver pour gérer les graminées présentes sur le rang ou les relevées éventuelles de graminées occasionnées par le binage.

Sur cultures d'été telles que le maïs grain ou le tournesol, la technique est également éprouvée et efficace (hors cible vivaces) à Miermaigne dans les deux types de sol (limon battant et sol caillouteux). Le créneau d'intervention mécanique est plus souple (jours plus longs, conditions météo plus favorables, sol meuble...). Dans l'idéal, le dernier binage est un mixte binage-buttage pour éliminer les éventuelles levées sur le rang juste avant la fermeture de celui-ci. Sur ces cultures, les

conditions météo sont favorables au dessèchement des plantes arrachées (jours très longs en mai et juin, températures relativement chaudes) ; gages d'efficacité du binage.

Selon l'écartement de la culture, la dose d'herbicide appliquée est divisée par 2 (cas des cultures semées avec un écartement de semis de 50 cm) ou par 3 (écartement de semis de 75 cm) par rapport à une application en plein sur la surface totale de la parcelle.

Au début de l'expérimentation, la technique du désherbinage avait été testée. Dans ce cas, les opérations de pulvérisation sur le rang et de binage sont réalisées en même temps. Le résultat obtenu était insatisfaisant. Les bonnes conditions d'intervention sont opposées entre le binage et la pulvérisation d'herbicide. En effet, la pulvérisation doit être réalisée en présence d'hygrométrie et de températures plutôt fraîches donc plutôt le matin. A contrario, le binage se réalise sous une atmosphère sèche et des températures élevées en plein après-midi pour favoriser le dessèchement des adventives et éviter des repiquages.

La herse étrille : un outil dépendant du type de sol et de la météo

A l'aveugle : à utiliser de manière opportuniste

A Miermaigne comme à la Saussaye, la herse étrille reste un outil à utiliser de manière « opportuniste » en prélevée. Sur céréales d'hiver et maïs grain, elle est utilisée à l'aveugle, c'est-à-dire environ après un cumul de 60 degrés jour, soit environ 4-5 jours après le semis. L'objectif est, à ce stade, de bouleverser les graines d'adventices en germination dans les deux premiers centimètres de sol et ainsi éviter leur développement. L'efficacité est conditionnée par les conditions météo au moment du passage et dans les jours suivants, ainsi que par l'état du sol. Un sol ressuyé mais pas trop frais et une atmosphère séchante (présence de vent ou de températures chaudes) sont primordiaux. Ainsi, si le sol est trop frais, le passage de herse étrille peut avoir l'effet inverse de celui qui est recherché : il pourrait créer un lit de semences favorable à la levée d'adventices.



A Miermaigne, les trois derniers automnes (2019 à 2021) ont été relativement frais et humides empêchant soit les possibilités, soit l'efficacité des passages de herse étrille. En octobre 2021, compte tenu de l'humidité du sol, il a été décidé de ne pas passer l'outil sur blé tendre.

A la Saussaye, cet outil a pu être mobilisé à l'automne 2020 sur une des 2 parcelles de blé, compte tenu de la date de semis. Pour permettre le passage de la herse étrille, le semis du blé a été anticipé (18 octobre). La herse étrille n'a pas pu être passée dans la seconde parcelle semée plus tard (24 octobre). En effet, les adventices mettent plus de temps à germer à cette période. Il devient aussi difficile d'avoir les conditions séchantes nécessaires à l'efficacité du passage.

Sur lin de printemps, le passage à l'aveugle n'a pas été concluant à Miermaigne. D'une part, la dynamique de germination des graines de lin et d'adventices sont similaires, ce qui limite l'efficacité du passage (pour garantir l'efficacité, l'idéal est que les graines d'adventices germent avant celles de la culture). D'autre part, le lin est très sensible aux phénomènes de tassement : les marquages occasionnés par les pneus du tracteur (même en ayant adapté la pression) sont visibles jusqu'à la récolte. La profondeur de semis est également superficielle, ce qui limite les possibilités de réglage de la herse étrille : seule une très faible agressivité donc un faible bouleversement du terrain et donc des graines en germination est possible.

En maïs grain, en plus d'une destruction des adventices au stade fil blanc, un regroupement des levées de mauvaises herbes a été observé après l'utilisation en prélevée, à l'aveugle. Ce point est positif pour déclencher et optimiser le positionnement d'une intervention herbicide en post-levée mécanique (binage) ou chimique.

En post levée : des fenêtres possibles en sols argileux ou limons argileux sur céréales ou en rattrapage en cultures de printemps

A la Saussaye, la herse étrille peut avoir un intérêt en rattrapage sur céréales d'hiver, une fois que les autres leviers cités ci-dessus ont été mis en œuvre. Ces rattrapages peuvent se faire assez tardivement à l'automne, mais aussi en sortie d'hiver (à une période où les solutions chimiques ne sont plus efficaces) à condition que les adventices ne dépassent pas le stade 2 feuilles (situation où les adventices ont été partiellement touchées par les herbicides appliqués. Elles ont un retard de développement par rapport à la culture. Elles sont en conséquence plus sensibles au passage de l'outil) et soient présentes en faible densité (inférieure à 10 adventices/m²). Le passage en sortie d'hiver peut avoir une efficacité sur des levées d'adventices qui se sont produites pendant l'hiver.

En post-levée, sur céréales d'hiver, sur le site de Miermaigne, la herse étrille ne peut pas être utilisée. Au-delà de 2 feuilles, les adventices sont trop enracinées dans le sol pour pouvoir être arrachées. En sortie d'hiver, les sols sont trop pris en masse/battus pour pouvoir utiliser l'outil. La pénétration dans le sol est impossible.

Sur lin, après 2 ans d'expérimentations à Miermaigne, le positionnement en post-levée comme complément au désherbage chimique est très délicat. Le lin est une culture sensible. Dans ses premiers stades, la culture est très vulnérable aux altises. Une à deux interventions insecticides sont souvent nécessaires. Or, un laps de temps d'au moins une semaine est à respecter entre interventions chimique et mécanique pour des raisons de sélectivité. La herse étrille arrive donc souvent trop tardivement sur des adventives trop développées pour être efficace. Le lin est également peu couvrant jusqu'à la récolte laissant passer la lumière. Si des adventices passent au travers ou lèvent tardivement (par manque de persistance du désherbage chimique appliqué ou à la faveur du passage mécanique), elles seront concurrentielles de la culture tout au long de son cycle. Elles seront aussi une gêne à la moisson pouvant aller jusqu'à la nécessité de trier la récolte.

En revanche, en pois chiche, son passage a donné satisfaction. En effet, sur cette culture, il n'existe pas de solution chimique de rattrapage. Le pois chiche est, en début de cycle, lent à s'installer et peu couvrant. La présence de lumière favorise le développement des adventices qui sont passées au travers du programme chimique de prélevée. Deux années de suite, un passage en post-levée entre 3 et 6 feuilles du pois chiche a permis d'éliminer des gaillets, atriplex, renouées persicaires et renouées des oiseaux faiblement développés.

Passage de herse étrille sur du blé en post-levée à la Ferme de La Saussaye





De nouveaux outils en cours de test

Roto étrille

La ferme de La Saussaye a acquis une roto-étrille en 2020. L'utilisation de l'outil est conditionnée par les stades des adventices et le type de sol. En limon battant refermé, la pénétration est difficile voire impossible. En revanche, l'utilisation est possible en sortie d'hiver en sols plus friables de type limono-argileux. Cet outil est actuellement évalué pour juger s'il a une meilleure efficacité sur adventices levées que la herse étrille, notamment grâce à son effet « écrouteuse » annoncé similaire à celui d'une houe rotative.

Pour voir la roto étrille en action sur une parcelle bio de La Saussaye : <https://twitter.com/i/status/1367139763694804992>

Roto-étrille, Ferme de La Saussaye



Bineuse faible écartement avec guidage caméra

Chaque site a acquis une bineuse faible écartement pour pouvoir travailler sur des céréales semées à un écartement de 15 cm. Le travail de l'outil est satisfaisant mais sa plage d'utilisation est réduite dans le temps.

Binage sur céréales réalisés à Miermagne en novembre 2020 : le sol frais et la présence de grosse rosée ont provoqué le repiquage des adventices arrachées et formation de petites mottes.



Passage de bineuse faible écartement sur lin de printemps à la Ferme de La Miermagne



La période de passage se situe entre 2/3 feuilles et épi 1 cm voire 1 nœud⁴. Retenons des premières années d'essais que les créneaux de passages à l'automne sont faibles.

Il est difficile de trouver le créneau favorable pour intervenir, avec le bon stade de la culture (nécessité d'une culture levée) et avec les conditions de passage efficaces (période ensoleillée, sol ressuyé, peu de rosée...). Lorsque les sols sont refermés/battus en sortie d'hiver (sols hydromorphes de Miermagne), l'outil n'arrive pas à pénétrer dans le sol.

Des peignes ont été rajoutées sur celle de Miermagne derrière les éléments bineurs. Ils contribuent à limiter les phénomènes de repiquage en émiettant la terre présente sur les racines.

La bineuse en action dans une parcelle de blé bio au printemps 2020 : <https://twitter.com/i/status/1245279585178193920>

Ces quelques éléments sont les 1^{ers} résultats des tests. Les expérimentations continuent.

⁴ Le stade limite de passage dépend de la largeur des pneumatiques (pour éviter l'écrasement des rangs), du port et du tallage des céréales ...

Intégration du désherbage mécanique dans les essais AB de la Ferme de La Saussaye, retour sur la campagne 2020-2021

Le désherbage mécanique est intégré depuis plusieurs années dans les essais Agriculture Biologique de la Ferme de La Saussaye. En effet, en bio, ce levier permet d'apporter une bonne complémentarité aux autres leviers agronomiques mis en place (allongement de la rotation, labour, limitation de la fertilisation azotée...). Nous détaillons ci-dessous l'intégration du désherbage mécanique sur deux parcelles de blé tendre bio récoltées en 2021 sur les essais systèmes.

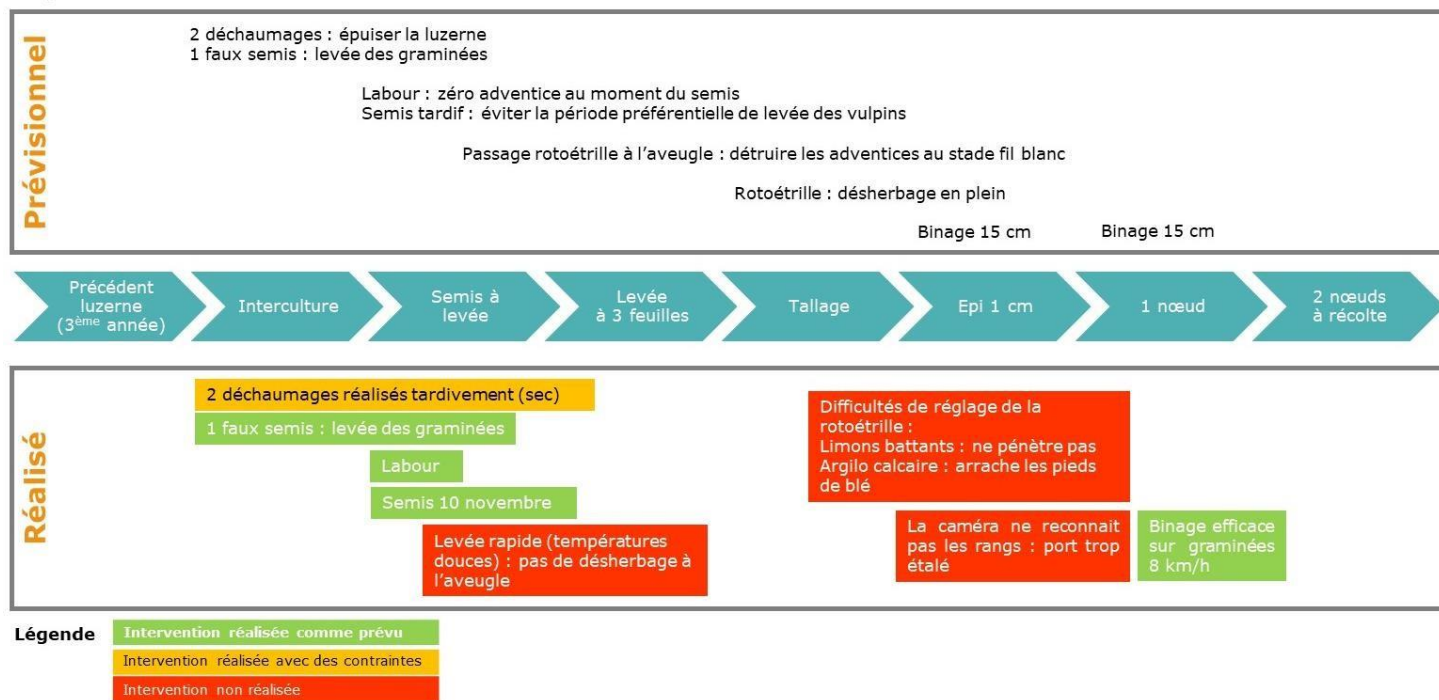
Système producteur

Objectifs du système : Produire des blés de qualité meunière, tout en maîtrisant la fertilisation azotée, les adventices et en étant rentable.

Culture : blé tendre (itinéraires techniques récolte 2021), précédent luzerne (conservée 3 ans)

Adventices majoritaires : graminées (vulpins et ray grass)

3 types de sols dans la parcelle : limon argileux sur calcaires (30 % argile), limon profond (24 % argile) et argilo calcaire peu profond (29 % argile)



Les leviers agronomiques (rotation, décalage de la date de semis, labour) ont été mis en œuvre comme prévu sur cette parcelle de blé tendre. L'intégration du désherbage mécanique a été plus compliquée que prévue (voir ci-dessus). Avec le recul, le passage de roto étrille à l'aveugle aurait pu être programmé plus tôt avec une meilleure surveillance de la levée du blé pour ne pas manquer le créneau (les conditions météo étaient favorables). Une concurrence de travaux sur la ferme a fait « louper » ce créneau.

En fin de printemps, l'efficacité du désherbage (par l'ensemble des leviers mis en œuvre) était jugée satisfaisante par l'expérimentatrice (moins de 1 vulpin / m² au global sur la parcelle).

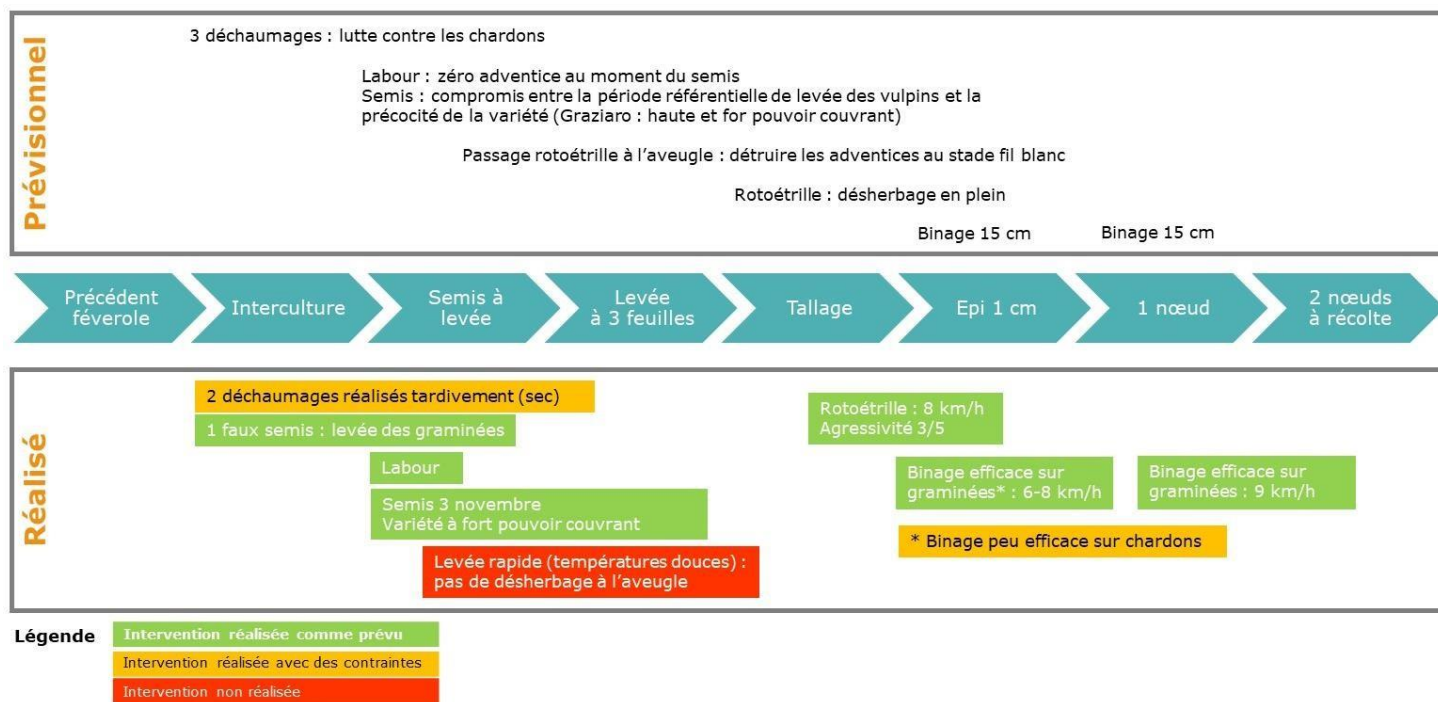
Système autonome

Objectifs du système : conduire un système en autonomie azotée ainsi que phosphore et potasse (sans aucun apport organique depuis 2010), en maîtrisant les adventices (dont les chardons) et en étant rentable.

Culture : blé tendre (itinéraire technique récolte 2021), précédent féverole d'hiver

Adventices majoritaires : chardons et vulpins

Sols globalement plus homogènes que dans le système producteur : limons argileux (24 % d'argile) et argilo calcaires superficiels (32 % d'argile)



Le chardon est l'adventice la plus présente sur cette parcelle et exerce une forte pression sur les cultures : des déchaumages répétés durant l'été 2020 ont ainsi été réalisés pour tenter de limiter l'expansion de cette vivace. Ils ont cependant été réalisés trop tardivement en raison de la sécheresse estivale.

A l'exception du désherbage à l'aveugle en prélevée (comme sur le système productif), l'ensemble des interventions de désherbage mécanique prévues ont pu être mis en place. Les binages en faible écartement ont cependant une efficacité modérée sur les chardons car ils ne travaillent que sur l'inter-rang. Ils laissent ainsi aux chardons présents sur le rang de la place pour se développer.

En fin de printemps, le désherbage de la parcelle était jugé satisfaisant par l'expérimentatrice vis-à-vis des graminées (moins de 1 vulpin/m² en moyenne), et insatisfaisant (mais attendu au vu des leviers mobilisés) vis-à-vis des chardons (plus de 5 chardons/m² en moyenne sur l'ensemble de la parcelle).

Ferme de La Saussaye, système autonome, après passage de la bineuse. Des conditions sèches sont nécessaires après binage pour éviter le repiquage des graminées



Principaux enseignements sur l'utilisation des outils mécaniques testés dans les deux fermes expérimentales d'Eure et Loir : faisabilité, réglage

Le tableau ci-dessous synthétise uniquement ce qui a été testé à Miermaigne et La Saussaye (la liste des cultures et types de sols n'est donc pas exhaustive).

Quel que soit l'outil utilisé, il doit être utilisé sur sol ressuyé (mais pas trop frais) et en conditions météo favorables (3 jours séchants par la suite) pour éviter les repiquages.

Outil	Plage d'utilisation	Type de sol où l'outil est utilisable	Culture	Réglage, débit de chantier	Avantages	Limites
Herse étrille	Prélevée à l'aveugle avant sortie du germe (= passage 4 à 6 jours après le semis).	Limon battant Limon argileux Argilo Calcaires Efficacité limitée en sols caillouteux (silex).	Céréales d'hiver, Maïs.	Assez facile à régler. Agressivité adaptable par l'inclinaison des dents et la vitesse. Ne pas être trop agressif en prélevée. Débit de chantier de 3 à 10 ha/h selon la culture (stade, sensibilité) et l'agressivité.	Travail sur l'ensemble de la surface. Coût faible. Faible besoin en puissance Peut être utilisée sur un grand nombre de cultures.	Niveau d'efficacité très variable (- 20/30% (relevées favorisées par le passage) à 40/50%). Inefficace sur adventices développées (au-delà de 2 feuilles, les plantes sont trop ancrées pour être arrachées) et vivaces. Ne pas utiliser en prélevée en cas de sol frais (peut favoriser des germinations d'adventices). Inefficace en sols refermés/battus (absence de pénétration de l'outil). Ne peut pas être utilisée en forte présence de débris végétaux (effet râteau).
	Post levée, à partir de 2 feuilles.	Limon argileux Argilo Calcaires Limons battants uniquement sur cultures de printemps	Céréales à paille, Pois chiche, Maïs			
Roto étrille	Prélevée à l'aveugle avant sortie du germe (= passage 4 à 6 jours après le semis)	Tous types de sols	Toutes cultures	Adapter la profondeur de travail à la profondeur de semis. Réglages complexes et subtils sur végétation développée.	Travail sur l'ensemble de la surface. Coût faible. Aération du sol (écroute). Faible besoin de puissance. Peut être utilisée sur un grand nombre de cultures. Peut être utilisée en présence de débris végétaux (sauf résidus de tournesol et maïs).	Peu efficace sur adventices développées et vivaces. Réglages complexes. Ne pas utiliser en sol soufflé (risque d'étouffement de la culture). Inefficace en sol refermé fortement battu
	A partir de 3 feuilles	Limons argileux Argilo calcaires	Céréales d'hiver			

Outil	Plage d'utilisation	Type de sol où l'outil est utilisable	Culture	Réglage, débit de chantier	Avantages	Limites
Binage écartement 30 à 75 cm	3-4 feuilles jusqu'à fermeture du rang	Tous types de sol	Maïs, tournesol et colza (jusqu'à fermeture du rang), betterave (jusqu'à 80 % de couverture), féverole	Débit de chantier variable de 5-10 km/h selon le stade de la culture (flux de terre projeté sur la culture en grande vitesse). Le guidage augmente le débit de chantier. Réglages faciles.	Décroule et favorise la minéralisation. Très bon niveau d'efficacité (80 à 100%)	Ne travaille que l'inter rang. Nécessite un semis rectiligne et un sol nivelé. 2 passages sont souvent nécessaires en sens inverse pour réaliser un bon travail.
	2/3 feuilles à 1 nœud (stade limite de passage selon l'écartement de semis et les pneumatiques du tracteur)	Tous types de sols. Dans les sols caillouteux, des pierres peuvent se bloquer dans les éléments ou provoquer l'arrachement de plantes sur le rang.	Céréales à paille	Débit de chantier réduit. Nécessite un réglage précis. Temps de réglage long.	Lutte contre des adventices plus développées (en particulier en grand écartement). Mais reste plus efficace sur des adventices jeunes (jusqu'à 5-6 feuilles). Outil sélectif vis-à-vis de la culture (sauf en sol caillouteux lors d'un binage faible écartement).	Insuffisant contre les vivaces ⁵ . Non utilisable sur cultures d'hiver en sortie d'hiver si sol refermé. Coût important du translateur et du guidage par caméra.

⁵ Sur chardons ou chiendent, le binage est insuffisant utilisé seul et doit faire partie d'une stratégie d'épuisement générale de l'adventice (déchaumages répétés en été, intégration de cultures avec un fort pouvoir couvrant, implantation d'une prairie ou luzerne fauchée...).

L'efficacité est variable sur rumex : la bineuse sera inefficace sur d'anciens rumex bien implantés mais peut se montrer efficace contre de jeunes rumex issus de graines.

Regards croisés des chefs de culture des fermes de Miermaigne et de La Saussaye

Thibault Courtois (TC), chef de cultures de la ferme de Miermaigne depuis 3 ans
Pierre Minsat (PM), chef de cultures de la ferme de La Saussaye depuis 20 ans

Quels sont vos réussites en désherbage mécanique ?

TC - Avec 3 ans de recul, la combinaison localisation de l'herbicide sur le rang au semis et gestion de l'inter-rang par le binage procure la meilleure efficacité. C'est particulièrement vrai sur cultures de printemps/d'été où tous les facteurs de réussite sont réunis : sol sain, temps séchant. Sur colza à petite biomasse, en plus de l'aspect désherbage, j'ai pu voir un effet « booster » du binage (minéralisation, aération du sol...).

PM - Avec beaucoup plus de recul, je partage l'opinion de Thibault.

A la Saussaye, vous avez une partie de la surface en agriculture biologique et une autre en agriculture conventionnelle.

Quel est votre retour d'expérience sur la gestion du désherbage dans ces 2 systèmes ?

PM - Nous avons 40 ha en agriculture biologique, sur lesquels le désherbage mécanique est un levier incontournable : il vient en complément de plusieurs leviers limitant le développement des adventices : rotation, travail du sol, date de semis, fertilisation azotée moindre.

En conventionnel, l'utilisation du désherbage mécanique est plus difficile à appréhender à l'échelle de l'exploitation. Les successions de cultures et la stratégie

globale de gestion des adventices ne sont pas aussi adaptées qu'en agriculture biologique. Sur les cultures à faible écartement, la herse étrille peut être envisagée à l'aveugle, mais elle reste de l'opportunisme : les créneaux en prélevée sont parfois courts (date de semis tardive, application de l'herbicide rapidement après le semis, temps d'action de l'herbicide, concurrence entre les chantiers...).

Quels sont vos échecs/points de blocage à l'utilisation d'outils de désherbage mécanique ?

TC - Je ne me permettrai pas de hiérarchiser le matériel mais plutôt de raisonner en fonction du terroir. Tous les outils ont une efficacité. Mais le contexte pédo-climatique est le facteur primordial ; Miermaigne est parmi les zones les plus arrosées du département. En cultures d'hiver et colza, en sortie d'hiver, les sols sont refermés et engorgés d'eau. Ils ne permettent pas d'utiliser les outils de désherbage mécanique. Dès fin octobre, de grosses hygrométries sont présentes et occasionnent des repiquages. Les créneaux d'interventions sont beaucoup plus faibles dans notre secteur qu'à la Saussaye.

PM - Je me souviens d'une année, d'une parcelle d'épinards porte-graines semés à 50 cm d'écartement : après avoir traité en localisé sur le rang, nous n'avons jamais réussi à biner car le sol était trop compact. Il n'y avait pas eu d'hiver. Aucun outil de désherbage mécanique ne pouvait arriver à pénétrer dans le sol alors que nous n'avons pas de sols battants à La Saussaye ! On avait regretté cette année-là d'avoir uniquement localisé l'herbicide sur le rang. Il n'avait pas été possible de détruire chimiquement les adventices présentes sur l'inter-rang de manière satisfaisante. Les conséquences de cette mauvaise gestion sont aujourd'hui encore visibles (pression en ray-grass toujours importante).

Selon vous, le guidage est-il indispensable pour utiliser des outils de désherbage mécanique ?

TC - Le guidage n'est pas une nécessité pour les écartements de 50 et 75 cm. C'est un confort de travail. Il permet d'être plus précis dans ses interventions. Par exemple, un semis parfaitement rectiligne évite tout recroisement et facilite l'opération de binage et permet de biner au plus près du rang.

PM - En dessous de 25 cm d'écartement, ce n'est pas envisageable de biner sans guidage : on ne peut pas se permettre de détruire le rang. Quel que soit l'écartement, l'association guidage tracteur et présence de la caméra sur la bineuse est un vrai plus pour se rapprocher au plus près du rang : chaque centimètre gagné au plus près du rang permet de détruire un maximum d'adventices.

Aviez-vous des appréhensions avant d'utiliser ces outils ? si oui, lesquelles et comment les avez-vous surmontées ?

TC - Le volet binage à faible écartement en céréales est le plus compliqué à prendre en main : il nécessite une bonne mise en route de la machine, des réglages pointus. Lors de cette opération du fait de la présence du translateur, la bineuse n'est pas forcément dans l'alignement du tracteur. Je dois l'avouer, c'est perturbant. Pour les autres outils, ça se passe plutôt bien.

PM - Oui, particulièrement avec la bineuse : si on se décale de 5 cm, c'est le rang de la culture qui est détruit. Il ne faut pas que cela arrive trop souvent sinon c'est le rendement qui est pénalisé ! Sur les passages de herse étrille à l'aveugle, j'ai toujours une petite appréhension : il faut bien détruire les fils blancs des adventices mais pas ceux de la culture !

Quels conseils donneriez-vous à un agriculteur qui s'interroge sur l'intégration du désherbage alternatif sur son exploitation ?

TC - Tout d'abord, le désherbage mécanique est un levier supplémentaire. Ce n'est pas, son utilisation qui va résoudre à lui tout seul les problèmes de désherbage présents sur une exploitation.

Une fois l'acte d'achat réalisé, il faut y aller par étapes. La prise en main est plus longue qu'un outil « traditionnel ». Il faut prendre le temps de trouver les bons réglages, se faire la main. C'est du temps à consacrer. Le mieux est d'être à deux pour affiner les réglages. C'est intéressant de bénéficier de l'expérience d'autres utilisateurs. J'ai eu la chance de profiter de l'expérience d'un voisin utilisateur de herse étrille et de Pierre de La Saussaye.

L'autre point à souligner est qu'il ne faut pas vouloir passer l'outil (surtout la herse étrille) à tout prix parce qu'il est présent sur l'exploitation sinon on risque d'être déçu. Les paramètres pour déclencher l'intervention sont plus nombreux que pour la lutte chimique : la météo (températures, vent, pluie...) de la veille et des jours suivants, le stade de la culture, l'état du sol. Il faut savoir accepter que l'outil puisse ne pas servir pendant un an si les conditions météo et le niveau de ressuyage du sol ne sont pas réunis.

PM - Comme pour la partie lutte chimique, je commencerai par dire qu'il ne faut pas tout miser sur la réussite du ou des passages mécaniques.

Pour bien prendre en main le désherbage mécanique, il est nécessaire de prendre le temps de comprendre comment fonctionne l'outil sur le sol pour ensuite le régler correctement. Pour les premiers réglages, c'est beaucoup mieux d'être à deux : un chauffeur de tracteur et une personne derrière qui décide des réglages pour obtenir les résultats escomptés.

Chaque outil a aussi comme les herbicides son spectre, son créneau et ses conditions d'application. Il faut choisir de l'utiliser ou non en fonction de ces critères.

Sur quel projet travaillez-vous actuellement ?

TC - Nous travaillerons au printemps 2022 sur des modes de semis différenciés : semis de pois chiche à 50 cm d'écartement au semoir monograinne pour localiser l'herbicide sur le rang et gérer l'inter-rang par binage. Les objectifs sont de réduire le coût du poste désherbage, garantir une meilleure levée (les pertes à la levée sont importantes en semis « traditionnel ») et diminuer le poste charges opérationnelles de 100 à 150 €/ha. En maïs grain, nous allons comparer deux écartements : 50 cm et 75 cm. L'écartement plus faible a pour objectif de couvrir plus rapidement le sol et donc de limiter le développement des adventices.

Au global, sur la ferme expérimentale de Miermaigne nous voulons raisonner comme le fait un agriculteur pour son parc matériel : avoir un matériel polyvalent qui peut être utilisé sur un maximum de productions (semis d'un maximum de cultures à 50 cm par exemple) pour limiter les modifications de réglages et ainsi gagner du temps et surtout limiter le coût d'investissement et les charges de structure.

PM - J'ai fabriqué un strip-till l'an dernier pour semer les colzas. Après une campagne d'utilisation, c'est prometteur. L'outil arrive à bien chasser la paille du rang. Je suis en train de l'améliorer pour pouvoir localiser du phosphore au semis. Je suis en train de concevoir un semoir à dents de 6 mètres pour semer les couverts et peut-être demain semer du blé en semis simplifié.