



CA77

DÉSHERBER MÉCANIQUEMENT LES GRANDES CULTURES

Coordination :

- ▶ ITAB (Hélène Sicard, Laurence Fontaine)

Rédaction :

- ▶ Jean Arino, CA 32
- ▶ Claude Aubert, CA 77
- ▶ Ludovic Bonin, Arvalis—Institut du végétal
- ▶ Laurence Fontaine, ITAB
- ▶ Julie Gall, CA 28
- ▶ Charlotte Glachant, CA 77
- ▶ Gaëtan Johan, Agrobio 35
- ▶ Nathaël Leclech, CRA Lorraine
- ▶ Régis Le Moine, GAB 22
- ▶ Jean Lieven, CETIOM
- ▶ Patrice Ménétrier, CA 37
- ▶ Marion Pottier, ARVALIS – Institut du végétal
- ▶ Céline Rolland, GAB 56
- ▶ Véronique Zaganiacz, GRAB Haute-Normandie

Relecture et contributeurs :

- ▶ Denis Alamome, FRAB Bretagne
- ▶ Jean-François Garnier, Arvalis—Institut du végétal
- ▶ Vincent Moulin, FDGEDA 18
- ▶ Loïc Prieur, CREAB Midi-Pyrénées
- ▶ Alain Rodriguez, ACTA
- ▶ Catherine Vacher, Arvalis—Institut du végétal

Entretiens avec les agriculteurs :

- ▶ CA 28, 32, 37 et 77
- ▶ CRA Lorraine et Pays de Loire
- ▶ GAB 22, 29 et 56
- ▶ GRAB Haute-Normandie

Calculs indicateurs technico-économiques :

- ▶ Réalisés à Arvalis par Adrien Léturgie, stagiaire Arvalis-ITAB

Mise en page

- ▶ Hélène Sicard (ITAB)



Chambres Régionales d'Agriculture de Lorraine et des Pays de la Loire. Chambres Départementales d'Agriculture du Gers, de Seine-et-Marne, d'Indre-et-Loire, de Loir-et-Cher, de Meurthe-et-Moselle, de la Meuse, de Moselle, des Vosges.



Les travaux de ce projet alimentent le RMT FLORAD (Réseau Mixte Technologique Maîtrise de la flore adventice en grande culture)



Ce programme a bénéficié de financements du CASDAR et de FranceAgriMer



Ce document a été réalisé dans le cadre du Programme CASDAR n°8135 Désherbage Mécanique : « Optimiser et promouvoir le désherbage mécanique », 2009-2011.

Partenaires : ITAB, ARVALIS – Institut du végétal, CETIOM, ACTA, Chambres d'Agriculture de Seine-et-Marne, du Loir-et-Cher, d'Indre-et-Loire, du Gers, de la Lorraine et ses départements, des Pays de la Loire, CREAB Midi-Pyrénées, FDGEDA du Cher, GRAB de Haute-Normandie, CAB des Pays de la Loire et GAB de Loire-Atlantique, FRAB Bretagne et GAB bretons.

Tous nos remerciements aux agriculteurs enquêtés dont les itinéraires de désherbage figurent dans ce document.

Crédit photos : ITAB (L. Fontaine), CA 77, CA 32, CA 28, GABB Touraine (P. Ménétrier), CRA Lorraine (N. Leclech), AgrobioBretagne, GRAB Haute-Normandie (V. Zaganiacz), GAB 56, GAB 22, Arvalis-Institut du végétal

SOMMAIRE

PRÉAMBULE (P 5)

DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE : DES BASES COMMUNES À TOUTES LES CULTURES (P 7)

MESURES PRÉVENTIVES POUR MAÎTRISER LES ADVENTICES (P 9)

MAÎTRISER LES ADVENTICES EN COURS DE CULTURE PAR LE DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE (P 15)

TEMOIGNAGE D'AGRICULTEUR (P 22)

FICHE 1 : DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE DU BLÉ TENDRE (ET DES CÉRÉALES D'HIVER) (P 27)

FICHE 2 : DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE DE LA FÉVEROLE (P 39)

FICHE 3 : DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE DU LIN (P 47)

FICHE 4 : DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE DU MAÏS (P 53)

FICHE 5 : DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE DE L'ORGE DE PRINTEMPS (P 61)

FICHE 6 : DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE DU SOJA (P 67)

FICHE 7 : DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE DU TOURNESOL (P 75)



Chaque fiche culture est construite sur le même modèle:

■ CONTEXTE - ENJEUX

■ MÉTHODES DE LUTTE PRÉVENTIVE AVANT LA CULTURE

Le choix des parcelles et des successions culturales

La préparation des semis (l'inter-culture, le semis)

■ MÉTHODES DE LUTTE CURATIVE EN CULTURE

Conditions d'utilisation des outils mécaniques (Herse étrille - Houe rotative - Bineuse)

■ DIVERSITÉ DES STRATÉGIES DE DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE DES AGRICULTEURS EN AB

■ ETUDES DE CAS DANS DES PARCELLES D'AGRICULTEURS EN AB

PRÉAMBULE

Cette brochure concerne le désherbage mécanique en grandes cultures sans herbicide. Elle vise à donner références et éléments de réflexion pour construire une stratégie de contrôle des adventices dans un système de grandes cultures n'ayant pas recours aux herbicides. Agriculteurs biologiques ou en réduction d'herbicide et conseillers agricoles les accompagnant sont concernés, mais aussi chercheurs, enseignants ou étudiants intéressés par une agriculture durable.

La brochure se compose de deux principales parties. La première rappelle quels sont les moyens de maîtrise des adventices dans des systèmes sans herbicide et quels sont les principaux outils de désherbage mécanique.

La maîtrise sans herbicide des adventices en grandes cultures passe en premier lieu par la prévention, les actions mécaniques interviennent en complément (seules, leur efficacité est limitée). Autrement dit, les stratégies mises en œuvre reposent sur les effets du système de culture avant de s'appuyer sur les résultats des itinéraires techniques annuels, le cas échéant le travail du sol pendant l'inter-culture et, enfin, le désherbage mécanique sur la culture en place.

La seconde partie de la brochure se veut illustrative : elle rassemble, classés par culture, des exemples de démarche de désherbage mécanique en grandes cultures sans herbicide.

Il s'agit d'exemples à valeur illustrative, non représentatifs. Ils sont issus d'enquêtes réalisées dans le cadre du programme Casdar n°8135 « Désherbage mécanique » (2009-2011).

Il nous semble important de rappeler en préambule que les stratégies des systèmes de culture sans herbicide reposent sur deux notions essentielles :

- **L'observation** régulière des parcelles et la **connaissance de la flore adventice** et de la biologie des espèces qui la composent sont la base de toute stratégie de gestion mise en œuvre par l'agriculteur.
- La **maîtrise** des adventices, et non leur élimination, est recherchée. Autrement dit, on parle de **tolérance** aux adventices, celles-ci pouvant être présentes dans les parcelles sans impacter la production des cultures en place à venir. Certains y voient même des avantages, car elles participent à l'augmentation de la biodiversité, support pour le développement de faune auxiliaire.

Pour en savoir plus

Les résultats du programme de recherche sont disponibles sur le site de l'ITAB : <http://www.itab.asso.fr/programmes/desherbage.php>

Notamment la brochure « Connaître et maîtriser les adventices en grandes cultures sans herbicide » (2012), complémentaire au présent document.

Les références des documents cités sont précisées dans la bibliographie située en fin de document .

DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE : DES BASES COMMUNES À TOUTES LES CULTURES



MESURES PRÉVENTIVES POUR MAÎTRISER LES ADVENTICES

Les mesures préventives présentées dans ce chapitre comprennent le raisonnement de la rotation des cultures (choix des espèces et de leurs successions), des conditions de semis (date, profondeur, densité) et du travail du sol

appliqué pendant l'inter-culture (qui vise soit à enfouir les graines à des profondeurs limitant leur germination, soit à provoquer au contraire leur levée pour les éliminer quand on peut intervenir).

■ L'IMPORTANCE DE LA ROTATION

La rotation des cultures est définie comme le choix **des espèces et de leur succession sur une même parcelle**. Elle a pour objectif de préserver voire d'améliorer la fertilité du sol, de protéger les cultures (maladies, ravageurs, adventices) tout en assurant un revenu convenable à l'agriculteur. Le raisonnement de la rotation résulte d'un compromis entre ces différents objectifs (gestion de la fertilité, protection des cultures, économie de l'exploitation, en y ajoutant des facteurs sociaux comme la disponibilité en main d'œuvre).

Le contrôle des adventices par la rotation passe par :

- l'introduction de têtes de rotation dites « nettoyantes » (prairies, luzernes par exemple) ;
- l'alternance de cultures aux caractéristiques contrastées, « cassant » le cycle des adventices et évitant ainsi la sélection d'une flore spécifique (par exemple, la succession de céréales d'hiver favorisera le développement de graminées d'automne comme le vulpin ou le brome) ;
- le choix de cultures couvrantes, étouffant les adventices par phénomène de concurrence pour la lumière, l'eau, les éléments nutritifs (voire par allélopathie pour certaines) ;
- le choix de cultures sarclées, pouvant être binées (meilleur contrôle des adventices en intervention mécanique).

Choisir des têtes de rotations nettoyantes

Dans les **systèmes avec élevage**, il s'agit généralement d'une prairie temporaire de longue durée (4 à 7 ans). Les

animaux sélectionnant leur nourriture et laissant certaines adventices sur place (rumex et chardons notamment), il s'avère nécessaire d'alterner fauche et pâture sur ces parcelles. La fauche est un des outils les plus puissants de maîtrise des vivaces, en particulier le chardon.

En **système spécialisé**, l'implantation d'une luzerne ou d'une prairie temporaire (2 à 4 ans) permet également de contrôler les adventices. Le pouvoir de compétition de la prairie ou de la luzerne limite le développement des adventices tandis que la répétition des fauches épuise les rhizomes, empêche la montée à graines des adventices et diminue leur incidence pour les cultures suivantes.

Alterner les cycles des cultures

L'alternance dans la rotation de cultures ayant des cycles de végétation différents permet de « casser » le cycle des adventices et d'éviter la sélection d'espèces qui se développeraient exponentiellement. On distingue quatre périodes de semis des cultures : automne (colza d'hiver...), hiver (céréales d'hiver, protéagineux d'hiver...), début de printemps (céréales de printemps, protéagineux de printemps, ...), fin de printemps à début d'été (maïs, sorgho, tournesol, soja, chanvre...).

Dans une rotation, on privilégiera une proportion légèrement supérieure de cultures d'automne/hiver car les adventices de printemps/été, notamment les dicotylédones, sont plus difficiles à gérer sur le long terme (forte productivité graminéenne, longévité importante de la viabilité des graines dans le sol...). Attention toutefois, ce conseil ne s'applique pas en cas de problème d'adventices hivernales spécifiques.

Favoriser la couverture du sol

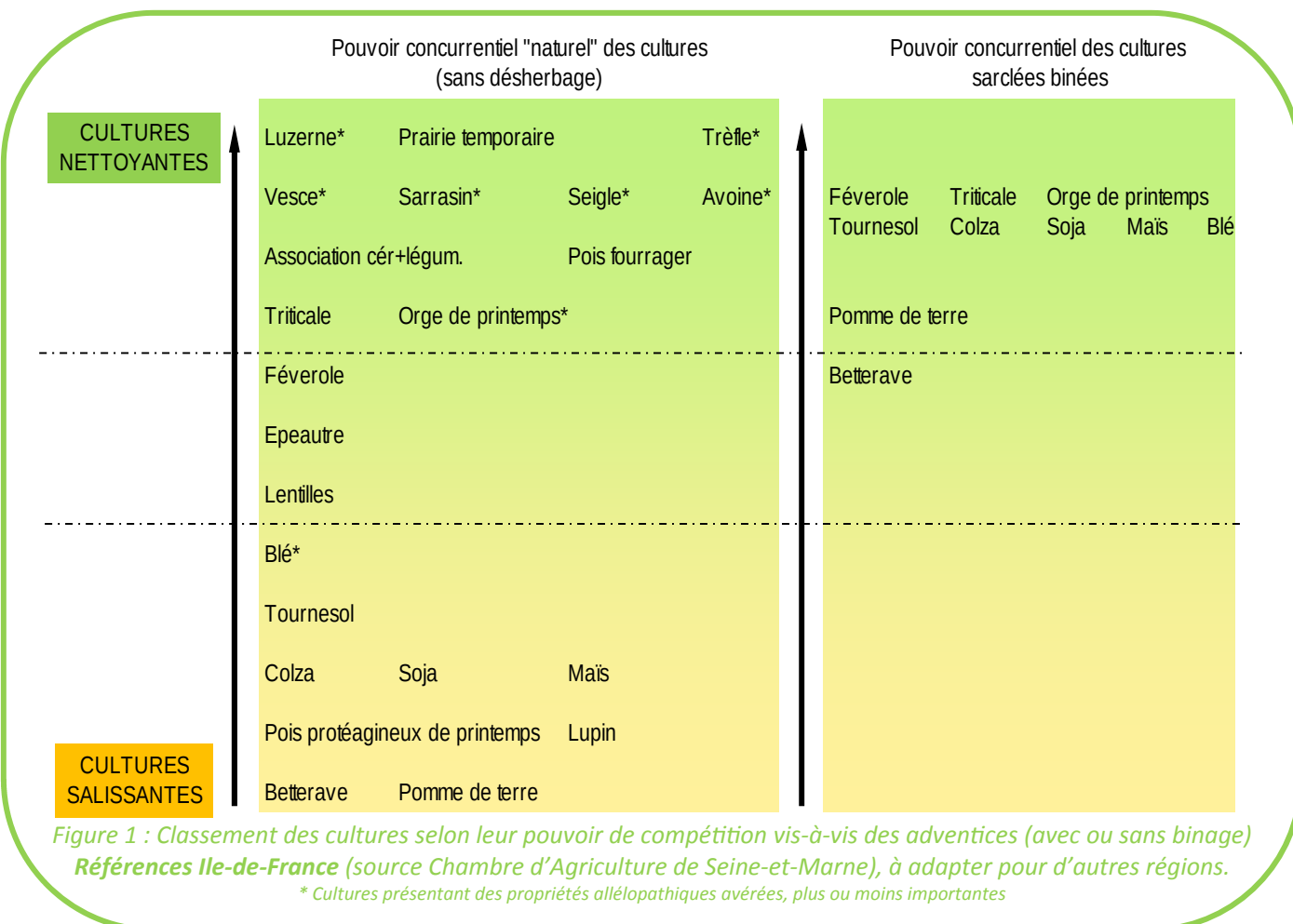
> Introduire des espèces et des variétés compétitives vis-à-vis des adventices

Les cultures présentent des caractéristiques morphologiques qui les rendent plus ou moins concurrentielles vis-à-vis des adventices. Le port de plante, dressé ou étalé, la hauteur, la vigueur au démarrage, le pouvoir couvrant (ou capacité d'ombrage) des espèces cultivées peuvent être mis à profit dans le raisonnement stratégique de maîtrise des adventices. Par exemple, un triticale est plus compétitif vis-à-vis des adventices qu'un blé tendre : son pouvoir couvrant et sa hauteur sont plus importants que ceux du blé. La figure 1 illustre ces différences entre espèce dans les conditions pédo-climatiques d'Ile de France. Par ailleurs, des cultures comme l'avoine, le seigle, le sorgho et le blé noir... sont réputées avoir des effets allélopathiques, définis comme « tout effet direct ou indirect, positif ou négatif, d'une plante sur une autre à travers la production de composés chimiques libérés dans l'environnement » (Rice, 1984).

Au sein d'une même espèce, certaines variétés vont s'avérer plus concurrentielles que d'autres. Ainsi, dans le cas du blé tendre, un programme de recherche mené de 2007 à 2010 sur le pouvoir concurrentiel des variétés vis-à-

vis des adventices (Projet soutenu par le Fonds de Soutien à l'Obtention Végétale, plus de détails sur <http://www.itab.asso.fr/programmes/FSOV.php>) a montré des différences de tolérance aux adventices : la comparaison du rendement obtenu entre la modalité « enherbée » (simulation des adventices par du ray-grass) et un témoin dés herbé chimiquement donne des pertes de rendement relatives allant de - 20 à -40 % entre les variétés les plus couvrantes (Pegassos, LD76) et les moins couvrantes (Glasgow, Sankara). De même des différences de capacité à supprimer les adventices (réduction de leur biomasse) ont été mesurées entre variétés : dans des essais menés en AB en infestation naturelle, la variété Renan permet une réduction de la biomasse des adventices de l'ordre de 40 % par rapport à la variété Caphorn, témoin court et peu couvrant. Le pouvoir concurrentiel des variétés de blé tendre s'explique, pour les essais du programme, en premier lieu par la hauteur des plantes, puis leur capacité à couvrir le sol et le port des feuilles. Les essais menés en AB ont par ailleurs montré l'importance de la qualité de la levée du blé, garantie du développement ultérieur de la culture et donc du couvert végétal.

Le pouvoir concurrentiel des variétés est un critère de sélection recherché en agriculture biologique ou en réduction d'herbicide.



> **Couvrir le sol par l'association de cultures**

En alternative au pouvoir concurrentiel des espèces ou des variétés, il existe la solution de l'association des cultures, qui permet, par une meilleure couverture du sol, de concurrencer les adventices. La culture associée peut être destinée à être récoltée (exemple de l'association de céréales à du pois protéagineux ou fourrager) ou être considérée comme une simple plante « de service » (exemple de l'association de céréales à des légumineuses à petites graines).

> **Couvrir le sol pendant l'inter-culture (implantation de cultures intermédiaires)**

Les cultures intermédiaires, qu'elles soient semées sous couvert au printemps ou après récolte en fin d'été, répondent à plusieurs objectifs (principaux et secondaires) : engrais verts (comprenant souvent une ou plusieurs légumineuses), piège à nitrates pendant la période de lessivage automnal, production de fourrage en dérobé... mais aussi contrôle des adventices.

L'implantation de couverts végétaux en inter-culture a indéniablement un effet négatif sur les adventices en occupant l'espace et donc en empêchant leur levée pendant cette période. Attention cependant, l'implantation de couvert végétal limite le recours aux faux-semis, inter-

ventions indispensables en cas de situations à fort potentiel de salissement. Attention également au choix des espèces composant le couvert végétal en termes de risques de repousses. La destruction réussie de la culture intermédiaire est de fait très importante en agriculture sans herbicide.

Peu de références existent actuellement sur l'évaluation de l'efficacité des couverts végétaux en inter-culture en matière de contrôle des adventices, en agriculture sans herbicide. Les expérimentations se multiplient néanmoins en agriculture biologique, des résultats devraient être progressivement disponibles. Une première approche peut être consultée dans l'article de Munier Jolain et al., 2005 in Valantin Morison et al., 2008.

Il est dans tous les cas indispensable de raisonner la gestion des adventices dans la parcelle à l'échelle de la rotation et non à l'échelle annuelle de la culture. On connaît ainsi le cas d'agriculteurs biologiques introduisant des luzernes de deux ans dans leurs rotations malgré l'absence de débouché économique direct (pas de vente en foin ni à une unité de déshydratation). Le coût de la luzerne se répartit alors sur l'ensemble de la rotation, qui bénéficie des gains agronomiques de cette culture (effet nettoyant vis-à-vis des adventices et entrée d'azote atmosphérique dans le système).



Les enseignements du programme RotAB

L'étude des rotations en grandes cultures biologiques faite dans le programme RotAB (projet CASDAR 2008-2010, voir les résultats : <http://www.itab.asso.fr/programmes/rotation.php>) a montré le rôle essentiel de l'introduction de légumineuses fourragères pluriannuelles en tête de rotation : prairies multi-espèces pour les élevages et fermes en polyculture-élevage, luzerne ou trèfle pour les systèmes spécialisés en grandes cultures (sans élevage). Leur effet sur la fertilité des sols et la maîtrise des adventices est prépondérant. Une luzerne de deux ou trois ans, par exemple, permet une bonne maîtrise des adventices dans la parcelle, chardon des champs y compris. La céréale qui suit nécessite peu d'interventions de désherbage mécanique comparée à une céréale avec, par exemple, un précédent féverole. L'existence de débouchés économiques pour la luzerne (foin en région avec élevage, unités de déshydratation) facilitera bien sûr son introduction.

Les systèmes spécialisés n'ayant pas systématiquement recours à une fourragère pluriannuelle en tête de rotation ne bénéficient pas des avantages décrits ci-dessus. Leur stratégie de contrôle des adventices repose alors sur l'alternance de cultures variées et sur une forte proportion de cultures sarclées, où le binage est favorisé. On trouve ces systèmes préférentiellement dans la moitié sud de la France (cultures de soja, maïs, tournesol...), où les conditions hivernales permettent des interventions de désherbage mécanique plus fréquentes et précoces. La luzerne n'est alors introduite que lorsque l'alternance de cultures et le binage ne suffisent plus à contenir les adventices.

RotAB a de plus mis en avant que le meilleur équipement des agriculteurs en bineuses ainsi que l'amélioration des matériels (binage possible à faible écartement) a permis l'augmentation de la proportion de blés binés dans les systèmes spécialisés en grandes cultures sans élevage.

■ LE TRAVAIL DU SOL EN INTER-CULTURE

En complément des effets du système de culture conditionnés par le choix de la rotation, les interventions de travail du sol pendant l'inter-culture sont un facteur essentiel composant les stratégies de maîtrise des adventices en systèmes sans herbicide.

Chaque adventice, qu'elle soit annuelle ou vivace, possède des caractéristiques propres en termes de potentiel de germination : profondeur optimale de germination, besoin en humidité, durée et levée de dormance, taux annuel de décroissance (taux de perte de viabilité des graines en une année). Le travail du sol aura donc comme effet de les favoriser (provoquer leur levée pour les éliminer ensuite) ou de les défavoriser (empêcher leur levée). On peut intervenir à différents niveaux : lors des déchaumages, du labour et, enfin, de la préparation du lit de semences.

Les déchaumages

Réalisés au plus tôt (juste après la moisson et dans tous les cas avant la grenaison des adventices), puis après chaque épisode pluvieux, les déchaumages permettent de :

- détruire les repousses de la culture précédente ;
- détruire les adventices levées et/ou développées après la récolte ;
- favoriser la levée d'autres adventices qui seront détruites plus tard par un autre passage mécanique ;
- lutter contre les vivaces par extraction des rhizomes pour les faire sécher (cas du chiendent rampant et du rumex avec outils à dents) ou par épuisement (cas du chardon avec outils à dents + socs à ailettes).



Déchaumeur à dents

Pour l'épuisement des vivaces, il est conseillé généralement d'utiliser des outils à dents plutôt que des outils rotatifs qui risquent de favoriser leur multiplication par tronçonnement des organes de reproduction végétative. Cependant les outils à dent présentent eux le risque de disséminer les adventices en les trainant d'un endroit à l'autre de la parcelle. Dans le cas du chardon, du liseron, du sorgho d'Alep, de la prêle et d'autres vivaces, il est important d'intervenir en conditions chaudes et très sèches, de préférence en sève descendante (après fin juin), qu'il s'agisse d'un déchaumage, d'un labour ou d'un décompactage. Pour ces vivaces aux stolons-rhizomes et organes souterrains de réserve profonds, l'usage de dents se fera avec des équipements de socs à ailettes se recoupant entre elles sur 10 cm, assurant un sectionnement complémentaire de celui des dents. La profondeur de travail dépendra de la puissance de la traction disponible : compter 1cv/cm et par dent.

Le labour

En agriculture sans herbicide de façon générale, en agriculture biologique en particulier, le labour reste un critère majeur pour le contrôle des adventices qu'elles soient annuelles ou vivaces, à condition de respecter des états d'humidité du sol pas trop élevée. Le labour agit à la fois par le sectionnement relativement profond des racines d'adventices (aux environs de 20 cm) et par le retournement du sol.

Les graines d'adventices présentes à la surface du sol se retrouvent ainsi enfouies en profondeur, au moins pour une année culturale, jusqu'au prochain labour. Beaucoup d'entre elles ne trouveront pas à cette profondeur les conditions idéales de germination et mourront. Certaines néanmoins entreront en phase de dormance et attendront d'être de nouveau remises à la surface pour germer. **Il est donc important de connaître à la fois la flore adventice présente globalement sur la parcelle et la biologie des espèces qui la compose** : profondeur et mode de germination, besoin en froid, besoin en température, besoin en lumière, temps de viabilité des graines une fois enfouies...

- Si la majorité des semences germent dans les 3 premiers centimètres du sol, certaines comme la folle avoine peuvent germer au-delà de 25 cm de profondeur. Un labour seul sera donc peu efficace pour contrôler la folle avoine dans une parcelle où elle est présente.



Labour sur sol gelé

- La connaissance du taux annuel de décroissance compte particulièrement (TAD, capacité de la graine à perdre sa viabilité lorsqu'elle est enterrée) : par exemple, enfouir des graines de brome (TAD très élevé) permettra d'éliminer quasi à 100 % leur stock en une année ; enfouir des graines de pâturin ou de mouron des champs (TAD très faible) ne permettra de réduire leur stock que de 10 à 30 % en une année. Beaucoup de dicotylédones printanières (amarantes, chénopodes, morelles, renouées, datura, lampourde...) seront peu pénalisées par le labour (TAD faible) et pourront lever plusieurs années après leur enfouissement.

Le fait de remettre à la surface d'anciennes graines enfouies est néanmoins intéressant afin de favoriser leur levée pour les détruire par la suite (phénomène de « déstockage » semblable à l'effet du déchaumage).

Le faux-semis

Le faux-semis permet de diminuer le stock semencier des adventices en surface du sol. Il s'agit de réaliser une préparation du sol comme pour un semis classique afin de

faire germer les graines d'adventices, pour les détruire ensuite par un travail du sol très superficiel à la herse étrille ou à la houe rotative, au maximum à 3-4 cm afin de ne pas remonter les autres graines enfouies. Un vibroculteur ou une herse plate peuvent également être utilisés pour la destruction tout en maîtrisant la profondeur de travail.

Au printemps (conditions de passage en général plus favorables), plusieurs faux-semis successifs à 8-10 jours d'intervalle peuvent être envisagés, en veillant à chaque passage à travailler de moins en moins profond pour ne pas remonter les graines enfouies précédemment. Attention cependant à ne pas réaliser le dernier faux-semis trop proche du semis de la culture, pour ne pas générer de levées d'adventices en même temps que la levée de la culture.

Dans certains sols (limons en particulier), l'exercice du faux-semis est parfois délicat : l'affinement et l'absence de mottes peuvent en effet favoriser la battance. Il est donc important d'intervenir à bon escient, au bon moment, de façon très brève et, dans tous les cas, sur un sol parfaitement ressuyé avec des tracteurs équipés pour respecter les structures de sol.

■ LE SEMIS

La date de semis

La date de semis est également un facteur non négligeable pour la maîtrise des adventices. Ainsi, en agriculture biologique, les semis sont retardés pour les céréales d'automne afin de limiter le développement des adventices avant l'hiver. De même, un semis au printemps dans

une terre bien réchauffée, après plusieurs faux-semis, permettra un démarrage plus rapide de la culture en place pour une meilleure concurrence vis-à-vis des adventices. Attention cependant : mieux vaut semer trop tôt en bonnes conditions que tard en mauvaises conditions, car la meilleure garantie de réussite reste une culture bien développée, plus concurrentielle vis-à-vis des adventices.

La densité de semis

On conseille de façon générale en agriculture biologique de semer plus dense (10 à 15 % de plus). Cela permet de compenser les éventuelles pertes de pieds liées à la non protection chimique des semences (pertes à la levée) et aux passages de désherbage mécanique, mais aussi de mieux couvrir rapidement le sol ou le rang. Attention toutefois, un semis plus dense peut parfois créer un micro climat favorable au développement des maladies en cas de semis précoce. Pour le colza par exemple, cela peut engendrer des plantes plus sensibles aux ravageurs si les disponibilités en nutriments sont limitées. Un compromis est donc à trouver.

La profondeur de semis

Il est conseillé de privilégier une profondeur de semis constante afin d'obtenir une levée homogène de la culture. Cela permet plus tard d'intervenir mécaniquement à un stade homogène de la culture en place.

Pour toutes cultures, on conseille en général d'augmenter de 1 cm la profondeur habituelle de semis dans l'objectif de passer la herse étrille ou la houe rotative pour détruire les plantules d'adventices qui auraient levé, soit en post-semis, soit en post-levée sans détruire les germinations issues des graines de la culture.

Les outils de semis

L'utilisation d'un semoir à disques limite les levées d'adventices par rapport à un semoir à dents ou à socs, car il bouleverse moins la surface du sol et remonte moins de graines d'adventices enfouies.

Le semis à écartement large permet dans certaines situations de ne travailler que la ligne de semis et d'éviter la germination d'adventices dans l'inter-rang, comme aurait pu le faire un semis à écartement réduit qui travaille finalement la quasi-totalité de la largeur de semis. A ce sujet, les semis combinés hivernaux restent favorables à de nouvelles levées issues de graines d'adventices. Le semis direct peut parfois trouver sa place en situation tardive sans reprise du sol.

■ LIMITER L'AUGMENTATION DU STOCK SEMENCIER DANS LA PARCELLE

La prévention dans les stratégies de maîtrise des adventices en grandes cultures sans herbicide passe aussi par la limitation de l'importation de graines d'adventices dans la parcelle :

- Au niveau de la parcelle, éviter la montée à graines des adventices.
- Faucher ou broyer régulièrement les abords de parcelles (bandes enherbées, fossés ...) pour éviter la montée à graines et la dissémination de celles-ci dans la parcelle.
- Favoriser le compostage, même court (8 à 10 jours), des matières organiques. La montée en température du tas (minimum de 55°C) permet en effet de réduire la viabilité des graines d'adventices.
- Nettoyer et trier les semences fermières pour éviter de réensemencer la parcelle avec les graines adventices de la récolte précédente.

- Nettoyer les outils de cultures pour empêcher l'importation de graines : outils de travail du sol, moissonneuses-batteuses (possibilité de les équiper de récupérateur de menu paille).



*Matricaire, ray-grass et coquelicot
dans une parcelle de blé*

MAÎTRISER LES ADVENTICES EN COURS DE CULTURE PAR LE DÉSHERBAGE MÉCANIQUE

A la suite des mesures préventives citées dans le précédent chapitre, les actions de désherbage mécanique en cours de culture viennent compléter la stratégie de contrôle des adventices.

Les objectifs de ces interventions sont doubles :

- détruire les adventices pour éviter qu'elles ne concurrencent de manière trop importante la culture (effet direct) ;
- éviter leur montée à graine qui favoriserait le salissement futur de la parcelle et une augmentation du stock de semences indésirables dans le sol (effet indirect).

■ LES OUTILS DE DÉSHERBAGE MÉCANIQUE

La herse étrille



Herse étrille

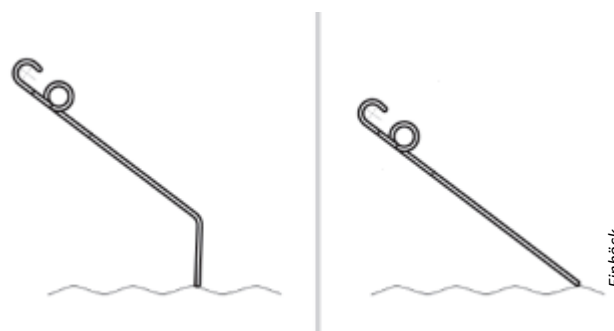


Figure 2 : Deux formes différentes de dents de herse étrille

> Mode d'action

La herse étrille travaille à environ 2 cm de profondeur (voire 3-4 cm en prélevée) indépendamment des rangs de la culture et permet donc un désherbage sur toute la surface. Ses dents souples vibrent avec l'avancement de l'outil et déracinent les adventices en les arrachant par effet de vibration et d'impact. Ces dents, espacées entre elles de 2 à 3 cm, peuvent être droites ou courbées (figure 2). Les dents courbées offrent une meilleure agressivité que les dents droites mais sont moins adaptées à des sols très caillouteux. Elles sont fixées sur différents panneaux indépendants qui permettent une bonne adhérence au terrain et un bon suivi de ses hétérogénéités. Le diamètre et la longueur des dents doivent aussi être choisis à l'achat en fonction des objectifs d'agressivité.

> Réglages et agressivité

L'agressivité de la herse étrille résulte de l'inclinaison des dents et de leur vibration, elle-même liée à la vitesse d'avancement de l'outil. Les réglages sont délicats car il faut trouver un compromis entre une bonne sélectivité pour la culture en place et une bonne efficacité sur les adventices. La profondeur du travail est liée aux roues de jauges. Elle ne doit pas être trop élevée pour ne pas générer des relevées d'adventices.

> Efficacité et sélectivité selon les conditions du sol

La herse étrille, comme les autres outils de désherbage mécanique, nécessite un sol ressuyé, nivelé et rattaché pour travailler efficacement. Elle est à privilégier en sols caillouteux, car son efficacité n'y est pas altérée. Elle est cependant inefficace seule en sols battants car ses dents

n'arrivent pas à pénétrer le sol. Le sol ne doit pas non plus être trop motteux pour éviter les recouvrements des plantules de la culture par des mottes et il ne doit pas y avoir trop de débris végétaux car la herse étrille a tendance à ratisser.

> **Efficacité vis-à-vis des adventices**

La herse étrille est peu efficace sur les vivaces (elle peut néanmoins affaiblir liseron des champs et liseron des haies avec des passages répétés). Elle n'est efficace que sur des adventices peu développées (50 à 70 % d'efficacité selon l'ACTA, 2011). Elles doivent être au stade « filament blanc » (en cours de germination), cotylédons voire 2-3 feuilles.

> **Sélectivité vis-à-vis de la culture en place**

Cet outil est globalement adapté à toutes les cultures mais pas à tous les stades de leur développement. Le bon moment pour un désherbage mécanique est déterminé entre autre par le stade de la culture. L'outil ne doit pas fragiliser la culture en place et doit donc être passé à des stades où la culture est peu sensible au travail de l'outil (tallage des céréales, stade 2-4 feuilles des autres cultures). Il est tout de même conseillé d'augmenter les densités de semis de 10 % en prévision des pertes de pieds générées par le passage de l'outil. Aux premiers stades (en prélevée puis après l'apparition des premières feuilles) il faut privilégier la houe rotative puis la herse étrille qui offrent une meilleure sélectivité que la bineuse. Après ces premiers stades de la culture, la herse étrille ne sera efficace que sur les nouvelles levées d'adventices.

La houe rotative



Gros plan d'un houe rotative (dans du soja)



Projection du sol et des adventices par la houe rotative

> **Mode d'action**

La houe rotative travaille à environ 2 cm de profondeur indépendamment des rangs de la culture et permet donc un désherbage sur toute la surface. Elle est équipée de roues aux extrémités en forme de cuillères qui piochent, déchaussent, arrachent puis projettent les adventices. Les roues peuvent être installées par quatre ou par deux (reliées par un balancier) ou indépendamment (une roue par bras) pour une meilleure adhérence au terrain.

> **Réglages et agressivité**

La houe rotative nécessite peu de réglages. Son agressivité est liée à la vitesse d'avancement, qui doit être supérieure à 10 km/h (vitesse optimale estimée à 18 km/h) pour bien déchausser et projeter les adventices et mottes

de terre ; l'agressivité est aussi liée à la profondeur de travail. Cette profondeur peut être réglée par : des roues de jauge, un ressort à pression, des roues de terrage ou encore des masses jusqu'à 300-400 kg fixées sur le cadre.

> **Efficacité et sélectivité selon les conditions du sol**

Comme pour la herse étrille, pour une bonne efficacité le sol doit être suffisamment ressuyé, nivelé, rappuyé et peu motteux. Cependant, contrairement à la herse, la houe rotative peut être utilisée sur sols battants. Elle est moins sensible que la herse étrille aux débris végétaux, mais est moins efficace en sols meubles ou pierreux (projection des galets et graviers). Vis-à-vis du niveau de ressuyage du sol, il est possible d'utiliser la houe rotative en sol frais, plus rapidement que la herse étrille après une pluie, mais toujours avant un temps séchant pour éviter le repiquage et désherber efficacement.

> **Efficacité vis-à-vis des adventices**

La houe rotative remplit les mêmes critères que la herse étrille : les adventices doivent être au stade « filament blanc ». Cependant, la houe rotative est moins agressive que la herse étrille et, contrairement à la herse, elle n'est pas efficace sur les adventices ayant atteint le stade 1 feuille. Pour être efficace contre les adventices, il faut donc utiliser la houe rotative au début du cycle des cultures, tout en restant prudent sur les utilisations entre la levée et l'apparition des 2 ou 3 premières feuilles pour ne pas abimer la culture.

> **Sélectivité vis-à-vis de la culture en place**

La houe rotative est adaptée à tout type de culture dans la cadre de passages en prélevée ou après l'apparition des 2 ou 3 premières feuilles. En colza, les passages sont possibles globalement à tous les stades de développement mais ils s'avèrent les plus payants dans le mois qui suit le semis. En maïs, il est possible de passer entre la levée et le stade 3 feuilles pour un maïs semé suffisamment profond à 4-5 cm.

La bonne sélectivité de la houe vis-à-vis de la culture doit être assurée par un bon contrôle de la profondeur de travail : la houe doit travailler la zone superficielle de levée des adventices sans pénaliser les graines ou pieds de culture installés plus profondément dans le sol.

La bineuse



Bineuse à doigts Kreiss en action



Détail d'un élément bineur à 5 pièces travaillantes

> **Mode d'action**

Les socs de la bineuse coupent ou déchaussent les racines et peuvent enfouir les jeunes adventices en ramenant de la terre sur le rang. Contrairement à la herse étrille et à la houe rotative, la bineuse ne travaille pas en plein : elle désherbe les inter-rangs de cultures en ligne à écartements plus ou moins grands selon la précision du guidage. Les différents éléments bineurs (1 par inter-rang) sont fixés à une poutre centrale mais sont indépendants et peuvent être réglés à différents écartements. Ces éléments comportent une à cinq pièces travaillantes, dont le type de soc détermine l'action sur le sol et les adventices. L'augmentation du nombre de pièces peut entraîner une efficacité irrégulière sur les différents inter-rangs.

> **Réglages et agressivité**

L'agressivité de la bineuse est définie par la rigidité des dents sur lesquelles sont fixés les socs : des dents rigides augmentent la pénétration dans le sol. Il existe des dents rigides type betteravière, des dents mixtes ou demi-rigides (les plus utilisées), et des dents souples de vibroculteurs. L'angle de pénétration du soc joue également un rôle sur l'agressivité : s'il est faible, le soc tend à être parallèle au sol et effectue un travail de sectionnement de surface. S'il est élevé, le soc tend à pénétrer le sol verticalement et dans ce cas le travail est plus profond, davantage de terre est remuée et il peut y avoir une action favorable sur la croûte de battance, mais aussi une remonte de nouvelles graines d'adventices.

Enfin, l'action et l'agressivité sont définies par le type de soc utilisé :

- Les **socs de vibroculteurs** sont étroits, facilitent la pénétration dans le sol et donnent lieu à un travail assez profond. Leur étroitesse ne permet pas un recouvrement du travail des différents socs. Ils permettent souvent d'ouvrir le sol en premier lieu pour permettre un meilleur travail des socs plats ou des pattes d'oie.



- Les **socs triangulaires type « patte d'oie »** travaillent à environ 5 cm et permettent une bonne pénétration dans le sol s'ils ne sont pas plats. Ils peuvent avoir une action de buttage pour étouffer les adventices sur le rang. Cependant, si la culture est fragile et qu'on ne vise pas d'action de buttage, il existe des demi-socs qui permettent une action de scalpage proche du rang ne générant pas de buttage ou de recouvrement. Les socs triangulaires peuvent être plats (et donc parallèles au sol). Dans ce cas, leur action est proche des celle des lames.



- Les **lames** sont plates et leur travail se fait parallèlement au sol. Elles permettent de scalper l'inter-rang sur toute sa largeur mais nécessitent une conduite précise (binage à l'avant ou sur porte outil) ou un système de guidage. Les lames à betterave (lames Lelièvre) présentent la particularité de ne travailler que sur un côté de la dent pour passer plus près du rang.



- Des **étoiles** peuvent parfois remplacer l'ensemble dent + soc. Ces roues étoilées arrachent les adventices et les recouvrent de terre. Dans le même ordre d'action que la houe rotative, elles ont une action sur la croûte de battance et peuvent aussi être utilisées comme butteuses.



> **Efficacité et sélectivité selon les conditions du sol**

Pour être efficace, la bineuse doit passer sur un sol ressué, nivelé, peu caillouteux, et pas trop desséché.

> **Efficacité vis-à-vis des adventices**

Contrairement à la herse étrille et à la houe rotative, la bineuse a une action efficace (70 à 100 %) sur les adventices développées (jusque 3 à 6 feuilles). Cet outil est donc approprié à des passages plus avancés dans le cycle de la culture (à partir du tallage pour les céréales). Cependant, la bineuse n'est pas efficace sur les vivaces, et son action de scalpage peut conduire au bouturage des rhizomes de ces dernières. Une des limites de la bineuse est qu'elle n'est efficace que sur les adventices de l'inter-rang. Pour gérer les adventices sur le rang, il faut butter la culture, avec parfois utilisation de disques ou des doigts souples (Kreiss). Dans tous les cas, il faut trouver un compromis pour recouvrir suffisamment le rang (5 cm de terre) sans pour autant endommager la culture.

> **Sélectivité vis-à-vis de la culture en place**

La bineuse s'utilise exclusivement sur des cultures semées en ligne et est particulièrement appropriée aux cultures sarclées type maïs, sorgho, tournesol, soja, lupin, féverole ou colza. Bien que des écartements larges soient plus appropriés et permettent une meilleure sélectivité sur la culture, il est possible de biner des céréales semées en lignes à des écartements de l'ordre de 17,5 cm si les socs sont adaptés et si la bineuse dispose d'un dispositif de guidage.

La bineuse offre une bonne sélectivité pour la culture car elle ne travaille que l'inter-rang. L'utilisation d'un système de guidage (par caméra, cellule photoélectrique, capteurs ou GPS) permettra une meilleure précision et évitera que les éléments bineurs n'endommagent la culture en place. Pour une bonne sélectivité, il faut aussi que la culture soit suffisamment développée et donc moins vulnérable à l'action de la bineuse. Par sécurité, il est possible de poser des cache-plants sur la bineuse pour protéger la culture.

Informations complémentaires sur le site d'Arvalis—Institut du végétal :

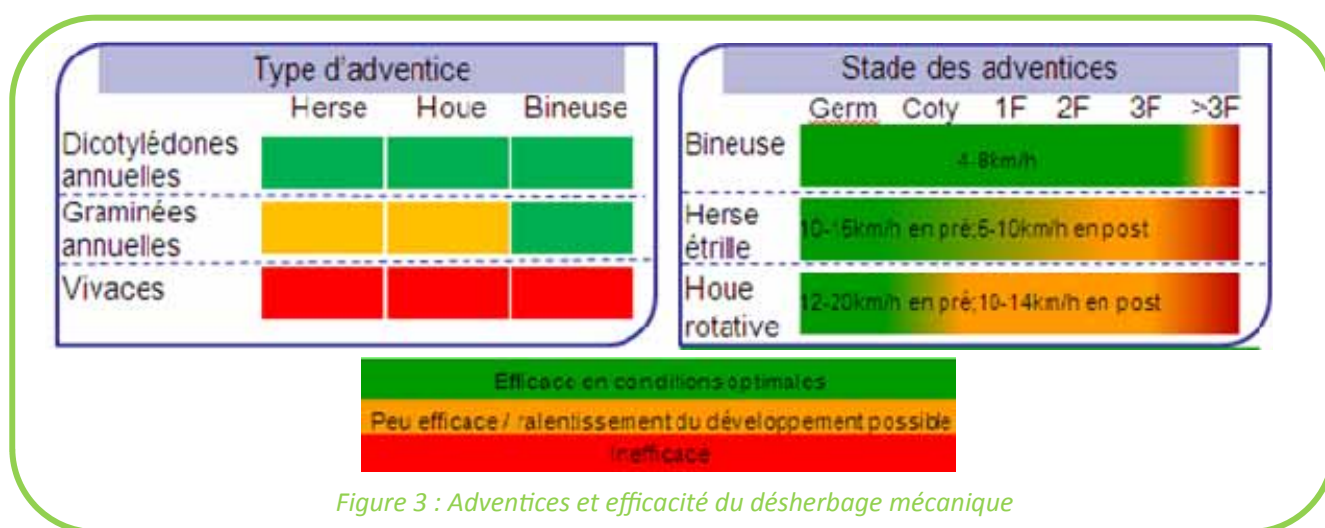
<http://www.arvalis-infos.fr/view-9365-arvarticle.html>

■ LES CONDITIONS OPTIMALES D'UTILISATION DES OUTILS DE DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE

Le bon moment pour réaliser un désherbage mécanique est déterminé par le **stade des cultures**, le **stade des adventices** et les **conditions climatiques** pendant et après l'intervention.

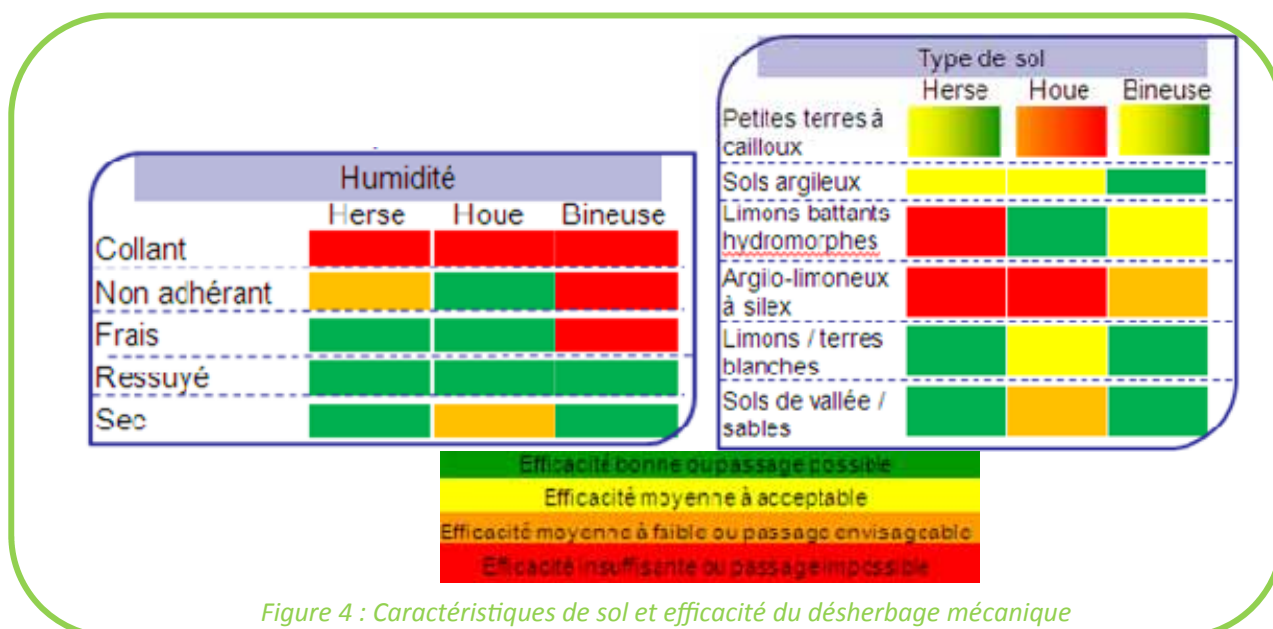
Les outils ne doivent pas fragiliser la culture en place : ils s'utilisent donc à des stades où la culture est peu sensible au travail du sol. Aux premiers stades, la houe rotative puis la herse étrille sont à privilégier : elles offrent une

meilleure sélectivité que la bineuse. Pour que la technique soit efficace, les adventices doivent par ailleurs être au stade « filament blanc » (en cours de germination), voire 1 feuille pour la herse étrille, plus agressive que la houe rotative (figure 3). A des stades de la culture plus avancés, la bineuse est efficace sur des adventices plus développées. Quel que soit l'outil, le désherbage mécanique ne permet pas de lutter efficacement contre les vivaces. Il faut alors agir en préventif tout au long de la rotation.

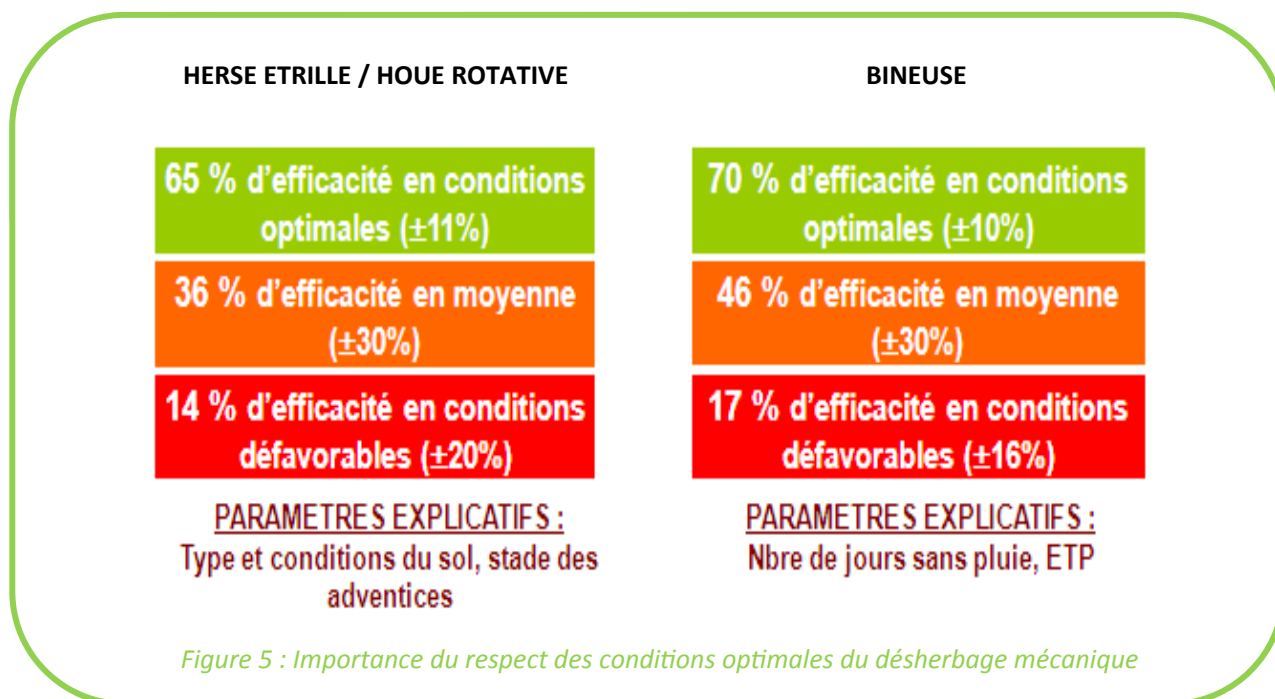


Les conditions de passage sont ensuite déterminées par le niveau de ressuyage du sol (figure 4) et le climat prévu les jours suivant l'intervention. De fait, pour qu'un jour soit dit « disponible » pour le désherbage mécanique, plusieurs conditions sont nécessaires : le sol ne doit être ni

gelé ni trop humide en surface pour autoriser le passage d'outils ; les pluies doivent être nulles ou très faibles le jour du passage et les 4 jours suivants (2 jours si l'évapotranspiration dépasse 0,5 mm) afin d'éviter que les adventices arrachées ne se repiquent.

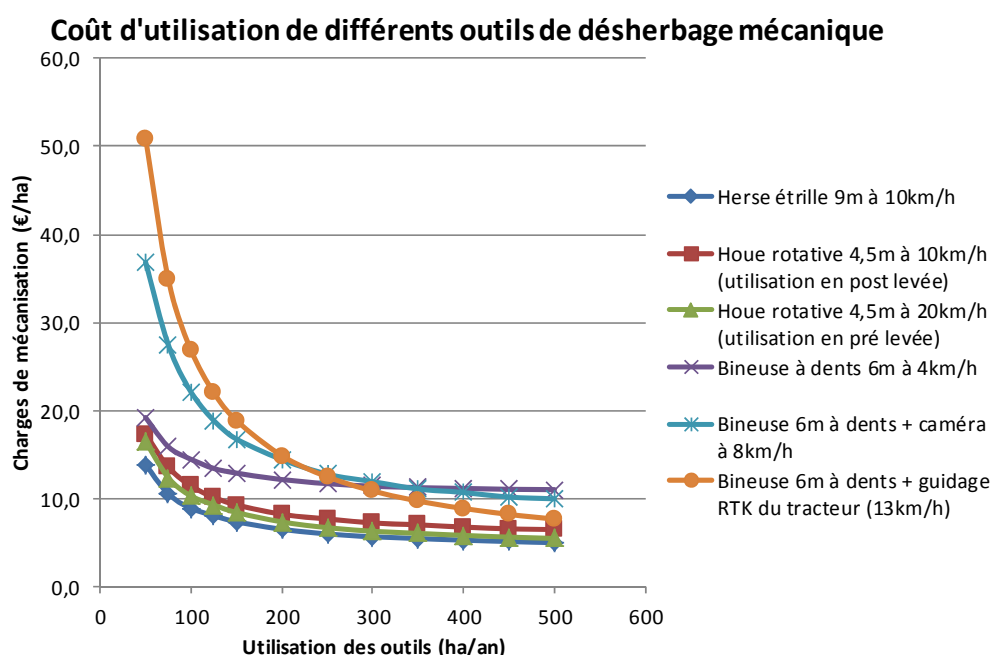


Des essais Arvalis sur céréales ou maïs, confirmés par des essais CETIOM en 2011, ont montré l'importance de respecter ces conditions optimales pour l'efficacité contre les adventices (figure 5).



■ INDICATEURS TECHNICO-ÉCONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX

Le graphique ci-contre permet d'estimer les charges de mécanisation liées au désherbage mécanique en fonction de l'utilisation du matériel en hectares par an.



Hypothèses : Tracteur à 52 000 €, 100 cv et utilisé 400 h/an ; Herse étrille à 7000 € ; Houe rotative à 8700 € ; Bêche à 6 700 € ; Bêche caméra à 21 700 € ; guidage RTK du tracteur : investissement 18 000€ + 1 200 € d'abonnement par an

Les fiches cultures dans la deuxième partie de cette brochure présentent différents exemples d'itinéraires de désherbage mécanique pour différentes cultures (itinéraires techniques rencontrés chez les agriculteurs enquêtés dans le cadre du projet CASDAR désherbage mécanique).

Des indicateurs technico-économiques et environnementaux ont été calculés pour chaque itinéraire proposé. Ils ont été calculés à l'aide du logiciel Systerre, développé par Arvalis. Les tableaux ci-dessous présentent les valeurs médianes de ces indicateurs issues des enquêtes pour les différents outils (références pour 1 passage d'outil) et les différentes cultures.

	Conso carburant (L/ha)	Conso énergie primaire (MJ/ha)	Emission GES (kg CO2/ha)	Charges Mécanisation (€/ha)	Débit de chantier (ha/h)	Temps de travail (h/ha)
	Valeurs médianes pour un passage d'outil (chiffres issus des enquêtes réalisées chez les 31 agriculteurs)					
1 passage de HERSE ETRILLE	2.5	117	8	14.3	4.5	0.2
1 passage de HOUE ROTATIVE	3.5	161	11	19.5	3.4	0.3
1 passage de BINEUSE	6.6	302	20	19.5	2	0.5

Indicateurs technico-économiques et environnementaux pour les 3 outils de désherbage mécanique
Mise en garde : ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées et ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs

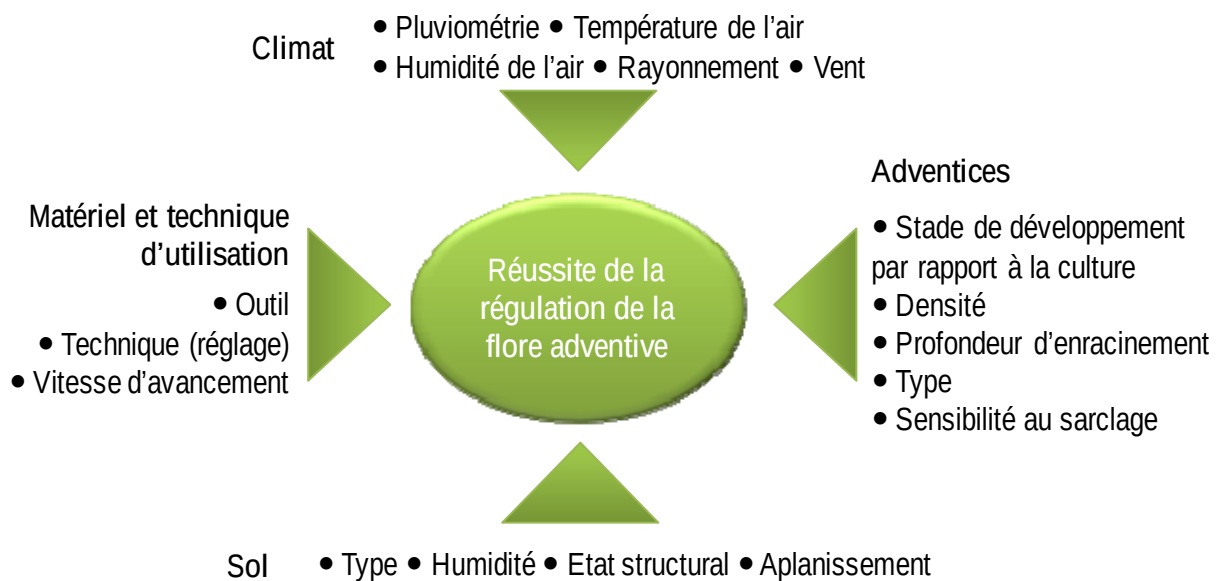
	Consommation carburant (L/ha)	Charges mécanisation (€/ha)	Temps de travail total (h/ha)	Nombre de passages total
	Valeurs médianes par culture pour un itinéraire de désherbage incluant travail du sol à l'inter-culture + désherbage mécanique (chiffres issus des enquêtes réalisées chez les 31 agriculteurs)			
Céréales d'hiver (19 cas)	45	150	2.5	6.5
Céréales de printemps (3 cas)	20	120	1.6	4.0
Colza H (3 cas)	35	150	2.8	7.0
Tournesol (4 cas)	70	170	4.1	8.5
Maïs (7 cas)	65	380	3.9	8.0
Féverole H (5 cas)	50	160	2.4	6.5
Pommes de terre (3 cas)	75	410	4.8	8.5

Indicateurs technico-économiques et environnementaux moyens pour les ITK des différentes cultures rencontrées chez les agriculteurs enquêtés

Mise en garde : ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées et ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Certaines valeurs peuvent paraître élevées du fait d'un suréquipement de certains agriculteurs enquêtés et de la variabilité des résultats des enquêtes

A RETENIR :

DE NOMBREUX FACTEURS INFLUENCENT LA RÉUSSITE DU CONTRÔLE DES ADVENTICES



Source : Christiane SCHAUB, Chambre d'agriculture du Bas-Rhin, cité dans le guide ITAB 2005

Témoignage d'agriculteur ...

Producteur de céréales et volailles de chair en AB dans la Sarthe (72)

Cet exemple illustre l'importance des mesures préventives dans la gestion des adventices, tout en montrant les plus-values du désherbage mécanique, appliqué aux moments les plus appropriés.



La ferme en bref

- > Céréalier et éleveur de volailles de chair
- > SAU : 106 ha
- > En AB depuis 10 ans

L'inter-culture

« Le seul moment où je peux lutter contre les adventices c'est pendant l'inter-culture [...]. » Les principes de gestion de l'inter-culture de Philippe sont de :

- labourer précocement pour déraciner les vivaces le plus tôt possible et favoriser rapidement les levées d'adventices ;
- réaliser des déstockages de graines d'adventices et des destructions à l'aide de faux-semis avant l'implantation des cultures pour limiter la pression des adventices annuelles ;
- extirper les rhizomes ou les racines d'adventices vivaces en période estivale ;
- travailler à une profondeur raisonnable pour favoriser l'activité des micro-organismes du sol (10-18 cm de profondeur) ;
- travailler rapidement en économisant le carburant.

Philippe a remplacé la charrue classique par la charrue-déchaumeuse, qui répond le mieux à ses objectifs.

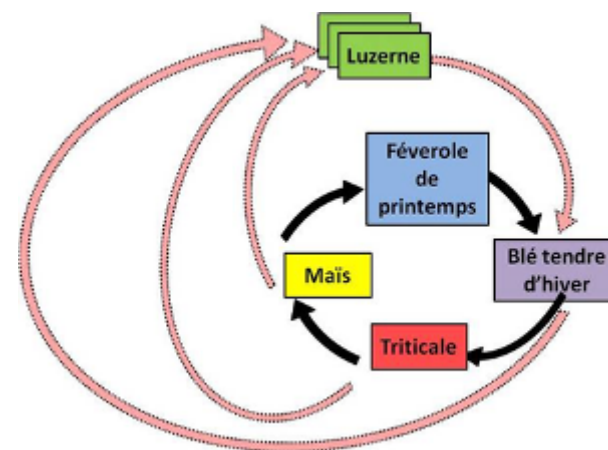
Une stratégie basée
sur les leviers
agronomiques et
limitant le
désherbage
mécanique

Contraintes et objectifs

« A la base, j'avais deux contraintes : mes terrains se ressuent lentement et j'ai peu de temps à passer dans les cultures pendant les changements de lots de volaille. » Sur la base de ces contraintes, Philippe pose les objectifs suivants :

- conserver une propreté des terrains sur le long terme ;
- limiter le temps passé dans les cultures lors de pics de travail sur d'autres postes, notamment en novembre, avril et juillet ;
- toujours travailler en bonnes conditions de ressuyage ;
- limiter les investissements.

« Quand je sors du champs avec le semoir c'est pour ne pas y retourner avant la récolte ».



La rotation

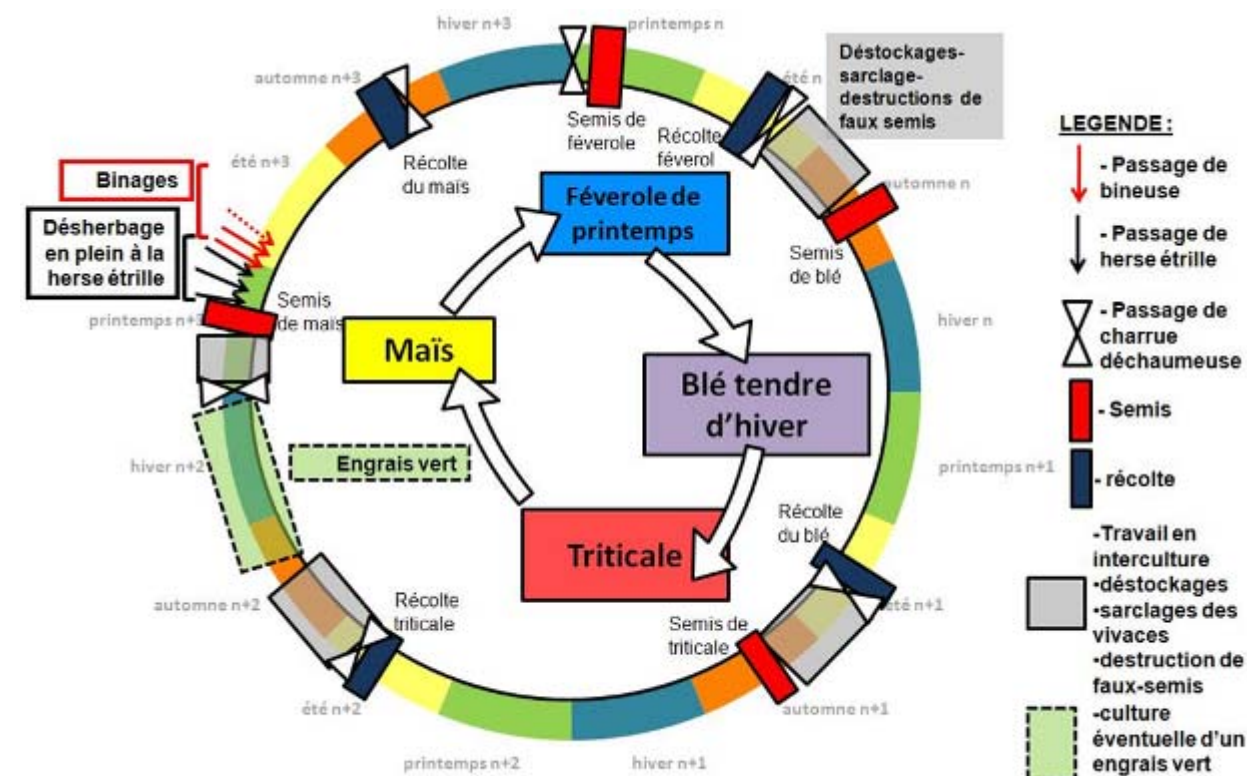
La rotation intègre de la **luzerne**. La fauche répétée, le fait que le sol ne soit pas travaillé pendant 3 ans et le comportement concurrentiel en font une culture nettoyante de la rotation. De plus elle fixe l'azote atmosphérique et possède un effet structurant sur le sol.

La suite de la rotation est basée sur l'**alternance de deux cultures de printemps suivies de deux cultures d'hiver** pour tenir compte de l'inversement des horizons et des graines d'adventice dans le sol.

La culture du maïs est finalement la seule qui soit **désherbée mécaniquement**. Le semis tardif permet de nombreux déstockages des graines d'adventices au préalable. « J'ai hésité à arrêter le maïs car les rendements sont aléatoires mais, grâce aux passages de herse-étrille suivis par la bineuse, c'est une culture nettoyante dans la rotation, je vais le garder. »

Philippe sème céréales et féverole avec un **espacement très faible entre les rangs (3,5 cm)**. Il sème à une densité plutôt élevée (350 grains/m² en céréales, 85 000 grains/ha en maïs). L'objectif est une couverture homogène avec une homogénéité de levée pour favoriser l'étouffement des adventices.

Philippe n'oriente pas son choix variétal par rapport au pouvoir couvrant des plantes cultivées, estimant ce levier marginal. Il privilégie les critères de qualité meunière pour le blé. De plus, il recherche des variétés ayant une **bonne vigueur au départ et une levée rapide**, en particulier pour le maïs.



L'ensemble des itinéraires techniques : place réduite mais stratégique du désherbage mécanique.

DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE : DES SPÉCIFICITÉS PAR CULTURE





FICHE 1

DÉSHERBAGE MÉCANIQUE DU BLÉ TENDRE D'HIVER (ET DES CÉRÉALES D'HIVER)

■ CONTEXTE - ENJEUX

Si en agriculture conventionnelle le vulpin, le ray-grass et le brome sont les adventices les plus présentes et les plus difficiles à gérer dans la culture de blé pour la plupart des régions, en agriculture biologique les adventices difficiles à maîtriser sont plus variées. On relève notamment des problèmes de graminées (folle avoine, ray-grass et vulpin), mais aussi de vivaces (chardon, rumex, liseron des haies) et de dicotylédones annuelles (vesce, sanve, ravenelle, rapistre, helminthie, gaillet).

La mise en œuvre de solutions agronomiques et mécaniques pour contrôler les adventices sans herbicide dans la culture de blé se raisonne en fonction de plusieurs critères, notamment le type d'adventices et le niveau d'infestation.

Fiche 1 : Blé d'hiver ...

■ MÉTHODES DE LUTTE PRÉVENTIVE AVANT LA CULTURE

Les **leviers agronomiques** de maîtrise des adventices peuvent être hiérarchisés comme suit, en commençant par le plus efficace.

Le choix des parcelles et des successions culturales

Le précédent prairie temporaire ou luzerne permet de réduire fortement la pression de la majorité des adventices, à l'exception du rumex et de la folle avoine. L'alternance du blé avec des cultures de printemps/été permet aussi de réduire la pression des adventices à germination préférentielle automnale (vulpins, bromes, ray-grass, phalaris, coquelicots, gaillets, géraniums, véroniques, pensées...).

Travail du sol

Par enfouissement des graines, le labour est surtout un outil de lutte contre les graminées du fait de leur taux annuel de décroissance plutôt élevé (folle avoine, bromes, vulpins, ray-grass, phalaris, pâturin annuel). On peut aussi s'appuyer sur le labour pour gérer certaines dicotylédones comme le gaillet. L'alternance du labour et de techniques simplifiées de travail du sol peut permettre d'éviter de remonter des graines enfouies et/ou de mettre en germination certaines graines.

Le labour et la folle avoine

D'après H.A. Roberts, les folles avoines qui lèvent en hiver sont issues des graines présentes en profondeur (> 25 cm) de l'espèce *Avena ludoviciae*, alors que les folles avoines qui lèvent au printemps correspondent à l'espèce *Avena fatua*, dont les graines sont situées à environ 10 cm de profondeur. Le labour permettrait donc de limiter les levées de printemps de graines d'*Avena fatua* plus superficielles.

Le faux-semis

Sur céréales d'hiver, le faux-semis (tout comme le déchaumage) s'avère pertinent, surtout dans la gestion des vulpins, ray-grass, bromes ou autres dicotylédones automnales (ravenelles, moutardes, géraniums...). Pour une meilleure efficacité, cette technique peut être associée au décalage de la date de semis du blé, en veillant toutefois à ne pas pénaliser la vitesse de levée de la culture. En effet, il est préférable de semer tôt en bonnes conditions plutôt que tard en mauvaises conditions.

L'utilisation de variétés compétitives vis-à-vis des adventices

Les variétés à port relativement couvrant de type Renan, Togano, Pireneo, etc. permettent de concurrencer les adventices. Ce levier agronomique est utilisé par 40 % des agriculteurs « bio » enquêtés dans le cadre du projet Casdar « Désherbage Mécanique ».

Depuis 50 ans la sélection a dirigé l'offre variétale vers des variétés de plus en plus courtes et peu couvrantes. Des efforts de sélection nouveaux recherchent actuellement ces critères, pour l'agriculture biologique en particulier, pour une agriculture durable en général. Si des progrès sont en cours, il faudra encore attendre plusieurs années avant d'avoir une offre variétale variée en matière de variétés concurrentes des adventices.

Attention également à considérer les cycles de développement de la variété en fonction de la fore adventice



Variétés aux pouvoirs couvrants contrastés

présente : certaines sont couvrantes rapidement en début de cycle puis se redressent et perdent en pouvoir de compétition, alors que d'autres seront très couvrantes plus tard dans le cycle.

■ MÉTHODES DE LUTTE CURATIVE EN CULTURE

Le désherbage mécanique dans le blé a l'intérêt de pouvoir être utilisé à de nombreux stades de la culture : de la prélevée jusqu'au stade 2 nœuds, en excluant toutefois la période levée - 1 feuille. En prélevée, l'efficacité de la herse étrille ou de la houe rotative est avérée sur



Herse étrille associée à une bineuse à l'avant

les adventices au stade filament voire 1 feuille pour la herse étrille (elle peut ainsi remplacer avec succès un désherbage chimique à l'automne si les conditions météorologiques le permettent). A 2 nœuds - épiaison, la bineuse est bien sûr efficace, mais aussi la herse étrille relevée à hauteur de végétation qui permet d'arracher très efficacement les gaillets et de les traîner en bout de champ.

Le blé a également l'avantage de pouvoir être désherbé mécaniquement par tous les outils de désherbage mécanique disponibles. Si le passage de herse étrille ou de houe rotative en plein est adapté au semis classique du blé, le binage est également une technique possible à condition d'adapter les écartements des socs de la bineuse à ceux du semoir. Cependant, il faut noter que des pertes de rendements ont été identifiées dans certains cas avec le binage, indépendamment de l'écartement de semis, pertes certainement liées à un stade avancé du développement du blé et à une perturbation racinaire (rupture des racines liées à un passage trop brutal sur sol sec, passage trop proche d'une pluie bloquant l'activité des racines).

Conditions d'utilisation des outils mécaniques

L'efficacité des outils de désherbage mécanique dépend du réglage des outils, du type et du stade des adventices, du type de sol et des conditions de sol au moment du passage mais aussi des conditions météo suivant l'intervention.

Les 3 pages suivantes présentent les conditions d'utilisation de la herse étrille, de la houe rotative et de la bineuse dans le blé tendre d'hiver et les céréales d'hiver.



LA HERSE ÉTRILLE

En prélevée, le passage de la herse étrille doit avoir lieu en conditions de sol et de climat favorables dans les 4 à 6 jours suivant le semis avant que le coléoptile ne dépasse 0,5-1 cm (risque de casse). La profondeur de travail, plus superficielle qu'en post-levée, doit permettre d'éviter de trop perturber l'enterrage des semences de blé. A partir du stade 3 feuilles, c'est la bonne conjugaison entre agressivité et sélectivité qu'il faut déterminer par le réglage de l'inclinaison des dents et par la vitesse d'avancement.

Stade céréale d'hiver	Post-semis / Prélevée	Levée/ 1 feuille	2-3 feuilles	Tallage	Début montaison Epi 1 cm	2 nœuds Epiaison
Stades des adventices	En germination Stade filament	Non conseillé	Stade jeune – 2-3 feuilles maxi		Gaillets et vesces développés	
Vitesse avancement	8-12 km/h		4 km/h	6-8 km/h		8-10 km/h
Agressivité Inclinaison dents	Faible à moyenne		Faible	Moyenne à forte		Moyenne
Perte pour la culture	Nulle	Forte	Faible	Nulle		Nulle

Source : Casdar Désherbage mécanique, expertise collective, brochure CDA89

Conseils

- ▶ Augmenter légèrement la densité de semis du blé (+ 10 à 15 %) pour faire face aux éventuelles pertes de pieds
- ▶ Tester différents réglages de la herse étrille sur quelques dizaines de mètres en réglant différemment l'inclinaison de chaque élément (ou panneau) et en augmentant la vitesse. Choisissez ensuite le réglage le plus efficace sur les adventices et le plus sélectif vis-à-vis de la culture.
- ▶ Au stade tallage, si la pénétration de la herse est difficile, envisager un 2^{ème} passage perpendiculaire ou en biais par rapport au 1^{er}, ou mieux réaliser au préalable un ou deux passages de houe rotative dès le stade 2-3 feuilles du blé
- ▶ Au stade tallage, si la densité d'adventices est élevée, réaliser un 1^{er} passage, suivi le lendemain, après effet du vent et du soleil, d'un 2^{ème} passage en sens inverse -à rebrousse poils- qui permet à la fois de finir d'extirper les adventices restantes, mais aussi de « redresser » la culture.



LA HOUE ROTATIVE

Sur blé, les conditions d'utilisation de la houe rotative sont assez similaires à celle de la herse étrille. La profondeur de travail, la pression au sol et la vitesse peuvent être adaptées. En prélevée, on préférera un travail plus superficiel afin de ne pas sortir les grains de blé, notamment en sol soufflé ou très souple. Le risque de perte de pieds pour la culture est encore plus limité qu'avec la herse étrille : il est préconisé d'augmenter la densité de semis de 5 %.

Stade céréale d'hiver	Post-semis / Prélevée	Levée/ 1 feuille	2-3 feuilles	Tallage	Début montaison Epi 1 cm	2 nœuds Epiaison
Stades des adventices	En germination Stade filament	Non conseillé	Stade jeune – 2-3 feuilles maxi			Non adapté
Vitesse avancement	12-15 km/h		15-20 km/h			
Terrage	Faible		Faible	Moyen à fort		
Perte pour la culture	Nulle	Forte	Faible	Nulle		

Source : Casdar Désherbage mécanique, expertise collective, brochure CDA89

Conseils

- La houe rotative, également appelée écousteuse, peut être utilisée en sol battant pour détruire la croute de battance, arracher les jeunes adventices et améliorer la levée de la céréale, puis faciliter la pénétration et l'action de la herse étrille à venir.



LA BINEUSE

Par rapport aux passages de herse étrille et de houe rotative, le binage présente l'avantage d'intervenir plus tardivement dans le cycle de la culture mais aussi de s'attaquer à des adventices plus développées.

Des écartements de semis de 30 cm (ou 20) avec un doublement de 2 rangs contigus à 10 cm (ou 8) sont des techniques mises en œuvre par des agriculteurs binant leurs céréales. La baisse de rendement due à l'augmentation de l'écartement a pu être évaluée à 6 à 15 % par rapport à un écartement normal en agriculture biologique (essais Arvalis, récolte 2009 et 2010). Ces pertes n'ont pas été observées dans ces mêmes essais en 2011. Certains guidages de précision (reconnaissance vidéo, RTK) peuvent théoriquement permettre un binage jusqu'à un écartement des rangs de 15 cm, mais méritent encore d'être évalués. Pour des semis à écartement plus large, les guidages manuels, à palpeur de rang ou à reconnaissance optique (système Précizo) s'avèrent suffisants.

Stade céréale d'hiver	Post-semis / Prélevée	Levée/ 1 feuille	2-3 feuilles	Tallage	Début montaison Epi 1 cm	2 nœuds Epiaison
Vitesse avancement	Non conseillé			2-5 km/h		
+ guidage caméra				Jusqu'à 14 km/h		
Ecartement culture				> 20 cm		
+ guidage caméra				< 20 cm		
Perte pour la culture	Forte			Faible		

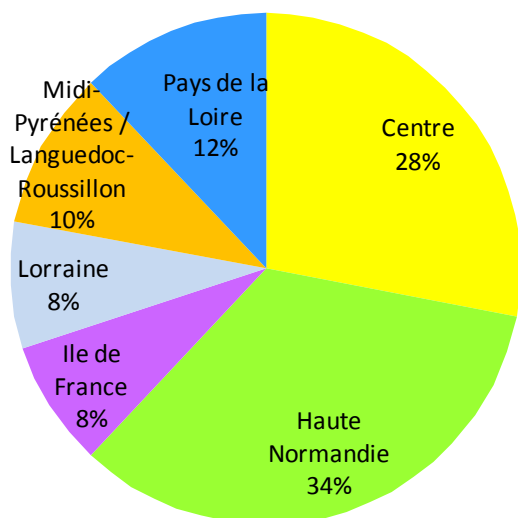
Source : Casdar Désherbage mécanique, expertise collective, brochure CDA89

Conseils

- ▶ Prévoir le binage dès le semis en adaptant les écartements du semoir à ceux de la bineuse
- ▶ Le binage peut être suivi dans les 1 à 2 jours suivants par un passage de herse étrille pour éviter le repiquage des adventices et aussi pour casser les mottes et redresser la culture.
- ▶ Selon les équipements, adapter la profondeur de travail du binage pour ne pas déchausser la culture

■ STRATÉGIES DE DÉSHERBAGE MÉCANIQUE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE : DES PRATIQUES VARIEES

Dans le cadre du programme Casdar « Désherbage mécanique », 50 agriculteurs de toute la France ont été enquêtés sur leurs pratiques pour la campagne 2009. Leurs provenances sont illustrées dans le diagramme ci-dessous.



La diversité des itinéraires techniques est fortement liée au matériel présent sur l'exploitation et aux possibilités d'intervention au moment opportun. En agriculture biologique, sont principalement utilisées la herse étrille seule (un ou plusieurs passages) ou en association avec la bineuse comme on peut le voir sur les itinéraires techniques présentés ci-dessous. La houe rotative est aussi parfois mise à contribution.

Mise en garde :

Les itinéraires présentés dans le schéma suivant, ainsi que ceux présentés dans les études de cas pages suivantes, sont ceux observés pour la campagne 2009 chez les agriculteurs enquêtés (19). Ils ne doivent pas être lus comme des préconisations, mais bien comme la description d'une réalité, dans des conditions pédoclimatiques données. Ils reflètent la diversité des conduites en fonction de contextes différents (sols, climats, matériel, disponibilité...).

Nombre d'agriculteurs pratiquant la technique	Semis	Levée 1f	2-3 f	Tallage	Début montaison épi 1cm	2N-épiaison
14/50		Intervention déconseillée				
12/50						
5/50						
3/50						
3/50						
3/50			ET/OU			

Légende : Herse étrille Houe rotative Bineuse

Etude de cas... d'un blé tendre d'hiver chez un céréalier en AB d'Ile de France



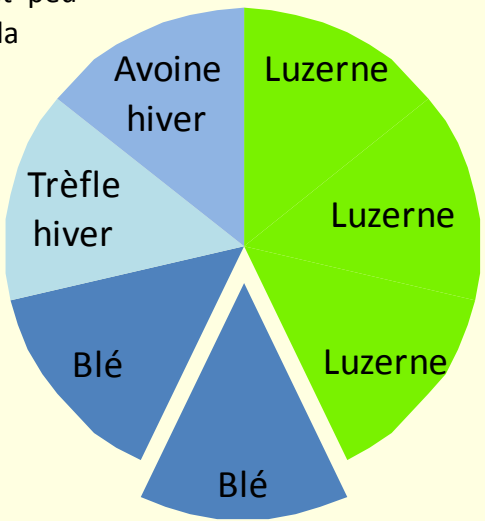
La ferme en bref

- > Céréalier
- > SAU : 162 ha
- > Principaux types de sols : limons battants, limons argileux
- > En AB depuis 8 ans
- > Mécanisation : 3,7 cv/ha
Herse étrille 12 m (250 ha/an) - Bineuse à céréales 16 rangs de 6 m avec guidage caméra (150 ha/an)

Le schéma ci-dessous présente la stratégie de gestion des mauvaises herbes dans une parcelle de blé non labouré en sol froid. La parcelle est considérée comme plutôt sale (vulpin, ray-grass, agrostis, folle avoine, gaillet, chardon), mais stable.

Pourquoi cette rotation ?

La rotation doit permettre de mieux contrôler les adventices tout en fournissant assez d'azote pour assurer un rendement acceptable. La luzerne en particulier assure la propreté vis-à-vis des chardons ainsi que l'apport d'azote complété par la culture de trèfle (ou de féverole). Le blé sur blé est possible ici parce qu'il a pour anté-précédent une luzerne. Cela permet une restitution de l'azote significative sur le 2^{ème} blé et une faible pression maladie sur blé. L'avoine -ou le sarrasin- qui sont des cultures concurrentielles vis-à-vis des adventices et peu exigeantes en azote, complètent la sécurité de cette rotation en fin de cycle. Côté économique, le foin est valorisé en circuits d'affouragement et les deux blés assurent également une bonne rémunération.



Matériel

Stade

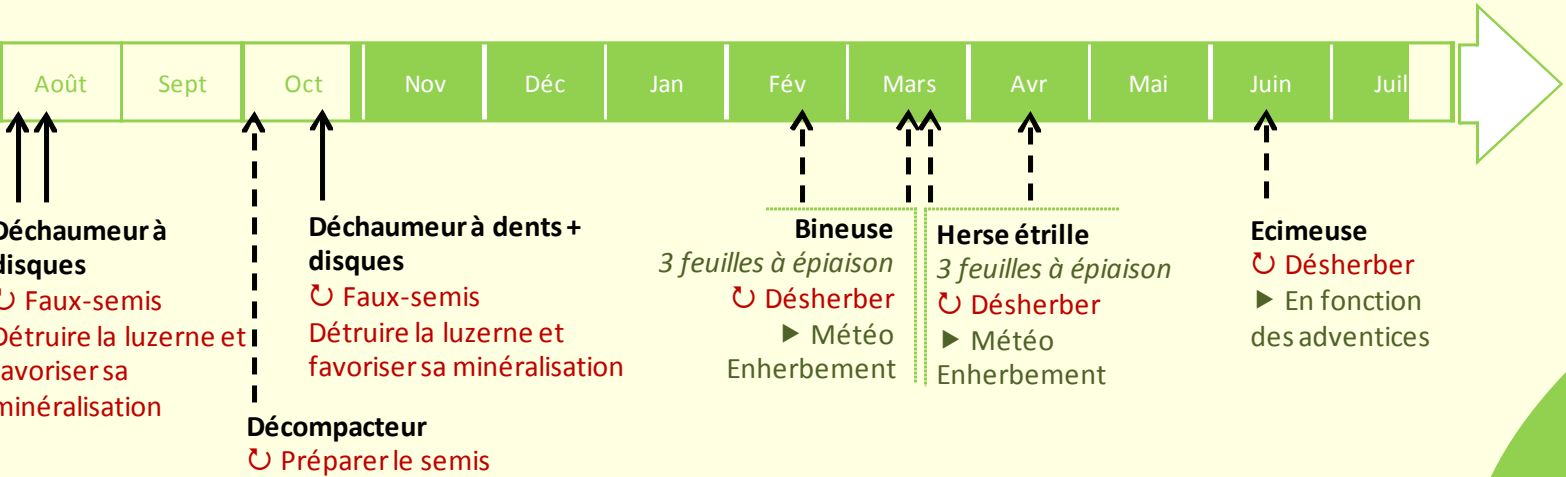
Objectif

Règle de décision

Légende

Intervention systématique

Intervention non systématique



Pourquoi cet itinéraire ?

Dans cette parcelle, le labour n'est réalisé que ponctuellement. C'est le décompactage qui permet de bien détruire la luzerne. Les deux déchaumages (disques et dents) complètent sa destruction et assurent, d'une part, une bonne implantation du premier blé de la rotation et, d'autre part, une meilleure minéralisation de la luzerne.

Le désherbage mécanique est basé sur la complémentarité entre la bêche et herse étrille, qui sont passés deux fois en alternance. L'écimeuse termine de nettoyer en particulier les chardons, voire les folles avoines bien que cela soit souvent trop tard.

Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

	Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
Résultats de cet itinéraire technique	25	70	1,1
Résultats médians pour les itinéraires techniques céréales d'hiver (19 cas)	45	150	2,5

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

Conclusion

- +

 - > Gain de temps
 - > Organisation (passages systématiques prévus)
 - > Matériel adapté en conséquence
 - > Charges de mécanisation faibles
 - > Bonne réflexion sur l'alternance des labour/non-labour selon les cultures, leurs itinéraires techniques et les types d'adventices présentes
- - > L'absence de labour est une pratique à risque.
 - > Le matériel utilisé travaille trop profondément (5-10 cm avec disques et dents) et diminue l'efficacité des passages.
 - > La piste de couverts végétaux est également à préciser par rapport aux nombreux passages d'outils.

Etude de cas... d'un blé tendre d'hiver chez un céréalier en AB de la région Centre



La ferme en bref

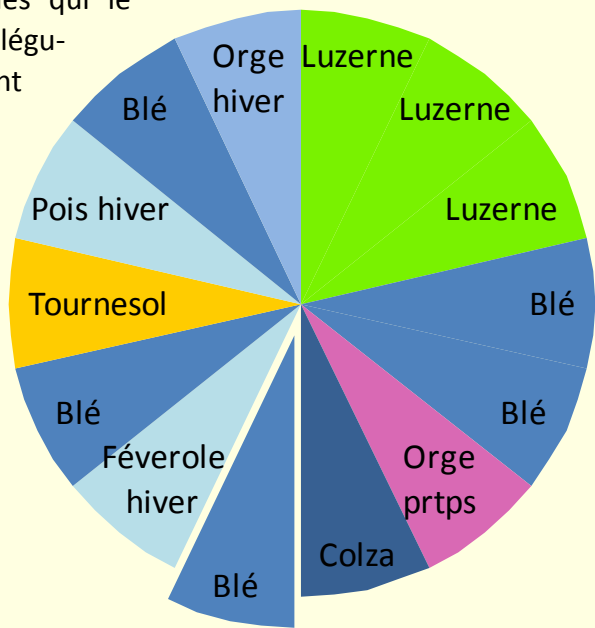
- > **Céréalier**
- > **SAU : 153 ha**
- > **Principaux types de sols : limons, sables et graviers**
- > **Conversion à l'AB en cours depuis 1999. Conversion totale prévue en 2012**
- > **Mécanisation : 2,3 cv/ha**
Herse étrille 9 m – 2 bineuses à céréales 4 m – Houe rotative 6 m – Eci-meuse 6 m

La parcelle pour cet exemple est considérée comme **plutôt propre**.

Pourquoi cette rotation ?

Sur cette exploitation céréalière les sols sont hétérogènes. Cette rotation est pratiquée sur les sols superficiels, d'où la faible proportion de cultures de printemps. La rotation présentée débute par une luzerne, culture indispensable pour l'agriculteur afin de gérer les adventices vivaces, de structurer le sol et d'apporter de l'azote. Elle a une durée très longue (14 ans) mais peut être raccourcie si les sols sont trop sales avec un retour anticipé de la luzerne le **désherbage étant la priorité n°1 de l'agriculteur**.

La **fertilité** des sols est maintenue en alternant au maximum les cultures exigeantes et celles qui le sont moins avec des relais légumineuses et en apportant régulièrement des matières organiques (compost de déchets verts et équin et fientes de volailles).



Légende

- Matériel
- Stade
- Objectif
- Règle de décision
- Intervention systématique
- Intervention non systématique



Pourquoi cet itinéraire ?

Le **labour** est systématique pour assurer une bonne gestion du salissement bien que la question du non labour se pose actuellement. Sur cette parcelle, le blé est semé en double rang à 8,5 avec un inter-rang de 28 cm. Le **ray-grass** et le **vulpin** sont les adventices majoritaires sur le blé, gérés grâce aux travaux du sol et au désherbage mécanique dans la culture : la herse étrille est passée à l'aveugle dans la semaine qui suit le semis si les conditions le permettent puis au printemps ; 2 passages de bineuses puis herse étrille se succèdent. Dans ce cas précis, le dernier passage est dit de **sécurité**. Le niveau de salissement, la portance du sol et les conditions météo déclenchent les interventions.



Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

	Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
Résultats de cet itinéraire technique	70	160	4,6
Résultats médians pour les itinéraires techniques céréales d'hiver (19 cas)	45	150	2,5

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

Conclusion

- +** **Maîtrise et sécurité du système vis-à-vis des adventices : propriété des parcelles sur le long terme**
- +** **Parc matériel complet qui permet d'adapter les programmes en fonction du climat et de la pression des adventices**
- +** **Effet luzerne prépondérant**
- +** **La lentille de printemps peut être cultivée à la place de la féverole d'hiver.**
- **Nombre de passages importants : consommation de carburant et temps de travail élevés**
- **Piste des inter-cultures à creuser**
- **Besoin de cultures de printemps pour gérer le ray-grass et le vulpin, mais difficultés à mettre en place en raison des conditions pédoclimatiques**

Etude de cas... d'un blé tendre d'hiver chez un éleveur ovins en AB de Midi-Pyrénées



La ferme en bref

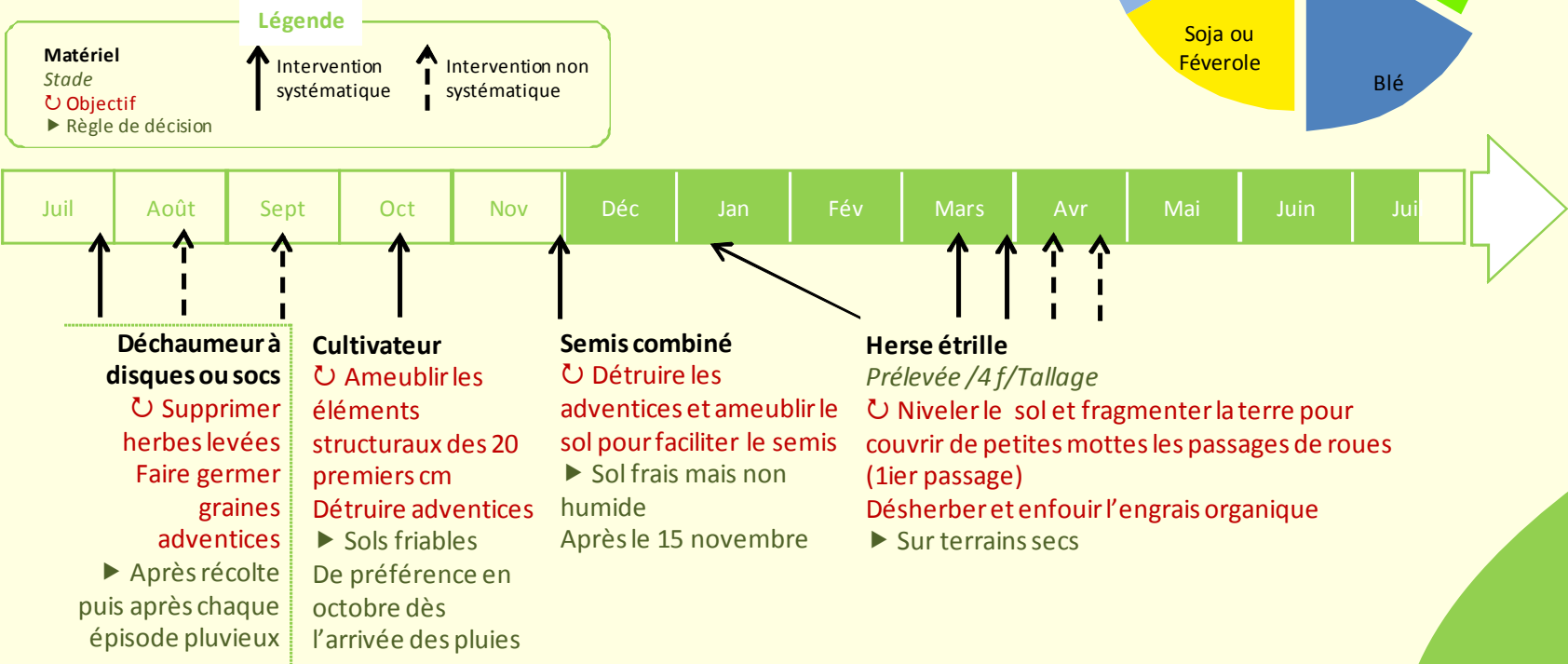
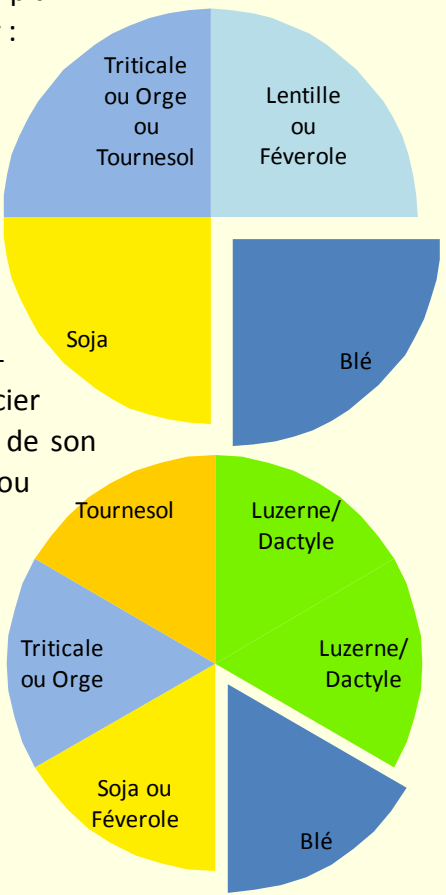
- > **Polyculture-élevage ovins (2 UTH)**
- > **SAU : 180 ha (irrigués sur 120 ha)**
- > **Principaux types de sols : argilo-calcaires**
- > **En AB depuis 7 ans**
- > **Mécanisation : 3,4 cv/ha - Herse étrille 12 m**

Le schéma ci-dessous présente la stratégie de gestion des mauvaises herbes dans une parcelle de blé en non labour irriguée. La parcelle est considérée comme peu sale (présence de folle avoine, chardon, véronique, gaillet, ray-grass, moutarde).

Pourquoi cette rotation ?

Sur cette ferme irriguée de coteaux et de plateaux, la **fertilité** du sol est entretenue par : l'apport de matières organiques issues du troupeau ovin (arrivé en 2006) ; les 30 ha de prairies composées en majorité de légumineuses ; les cultures de légumineuses ; l'apport de 800 T de fumier composté avant tournesol ; la fertilisation des céréales avec 1 à 1,5 T de poudre d'os. Les céréales suivent ou précèdent systématiquement une **légumineuse** afin de bénéficier de l'effet fertilité du précédent, mais aussi de son effet nettoyant (cycle cultural inversé ou plante sarclée).

Lorsque des annuelles comme la folle avoine, les ray-grass, moutardes, gaillet et véroniques peuvent gêner les céréales, le **triticale** est cultivé.



Pourquoi cet itinéraire ?

Sur cette ferme le labour est remplacé par le **travail profond avec dents** avant cultures d'été, depuis plus de 15 ans. Le premier but recherché est de conserver la matière organique et la vie microbienne en surface ce qui assure le maintien de la fertilité du sol tout en limitant l'érosion dans ces grands coteaux très pentus. Malgré les décompactages (effectués sans socs à ailettes), les vivaces (chardons) demeurent dans les parcelles ne recevant pas de luzerne. La **succession des interventions mécaniques est préétablie**. Les facteurs déclenchant les passages sont : l'humidité du sol, la météo à venir, le stade du blé, le stade et la densité des adventices. La **herse étrille** permet de contrôler les adventices hivernales non levées pendant l'inter-culture (moutardes, renouées diverses, graminées). Cependant, comme elle n'est passée qu'à partir du stade 4 feuilles sur des plantules parfois bien enracinées, le résultat est perfectible.

Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

	Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
Résultats de cet itinéraire technique	50	150	1,7
Résultats médians pour les itinéraires techniques céréales d'hiver (19 cas)	45	150	2,5

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

Conclusion

+

- > **Alternance de cultures à cycles biologiques différents**
- > **Le non labour se poursuit malgré la présence de cultures irriguées favorables aux salissements estivaux.**
- > **Parcelles assez propres malgré l'absence d'intervention manuelle**
- > **Charge de mécanisation dans la moyenne du groupe enquêté**

-

- > **Présence de chardons et de folles avoines de façon récurrente sur les parcelles ne recevant pas de luzerne**
- > **Absence de houe rotative utilisable dès le stade 2 feuilles**
- > **Parfois, manque de disponibilité des éleveurs lorsque les conditions de sols sont favorables**

Etude de cas... d'un blé tendre d'hiver chez un éleveur en AB de Lorraine



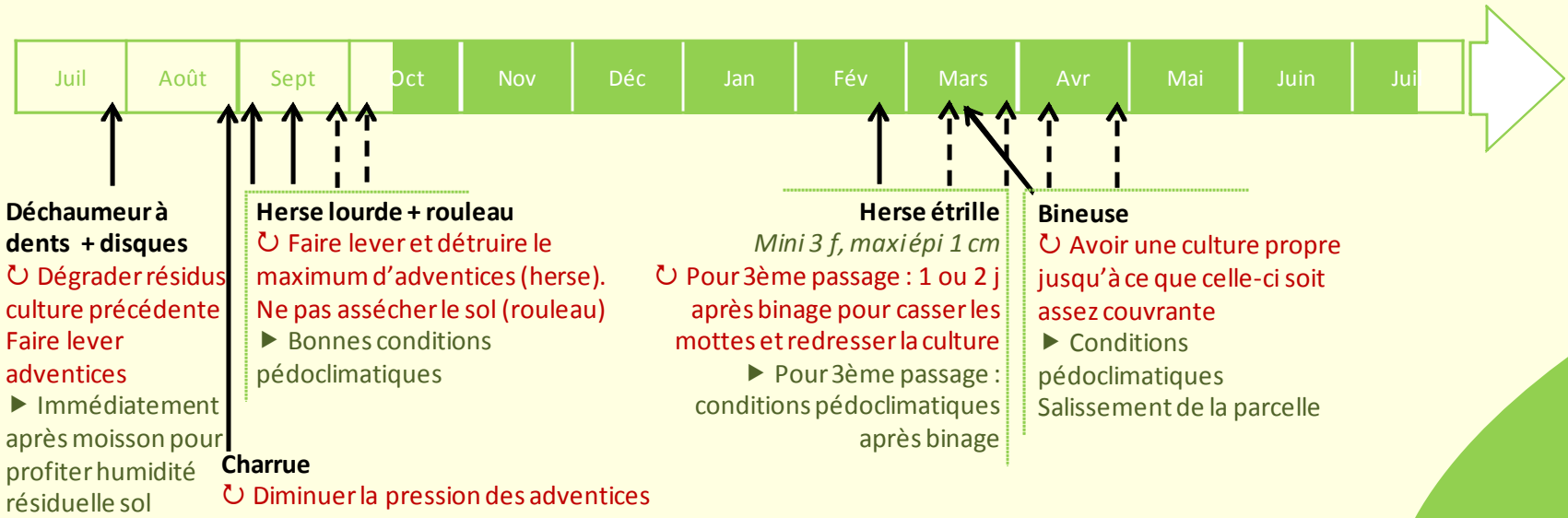
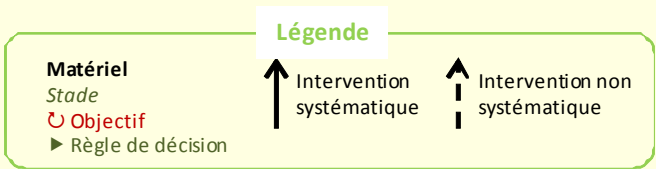
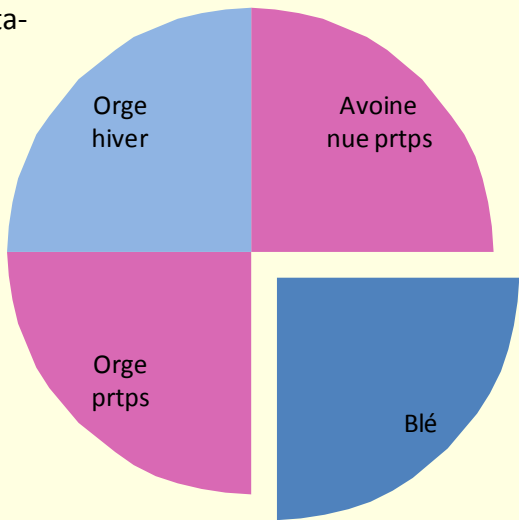
La ferme en bref

- > Polyculture élevage vovailles
- > SAU : 75 ha
- > Principaux types de sols : argilo-calcaires peu profonds et caillouteux
- > En AB depuis 5 ans
- > Mécanisation : 2,1 cv/ha
Herse étrille 12 m (100 ha/an) - Bineuse à céréales 16 rangs (6 m écartement 30 cm) avec guidage camera (275 ha/an) en CUMA

Le schéma ci-dessous présente la stratégie de gestion des mauvaises herbes dans une parcelle de blé en **rotation courte**. La parcelle est considérée comme **plutôt sale**.

Pourquoi cette rotation ?

Ces agriculteurs suivent une règle de base : **alterner** systématiquement une culture d'hiver et une culture de printemps avec l'implantation d'un **couvert** durant une **inter-culture longue**. De plus, la rotation doit **répondre** aux besoins de l'élevage.



Pourquoi cet itinéraire ?

La combinaison de différentes pratiques de travail du sol est nécessaire et fortement raisonnée en fonction **des conditions climatiques** : en année humide, les faux-semis sont multipliés et le semis retardé ; en année sèche, les faux-semis sont limités et le semis du blé est précoce afin qu'il se développe au mieux avant l'hiver. Dans ces situations sèches, le désherbage mécanique a plutôt lieu au printemps.

Le binage est pratiqué essentiellement au printemps, à l'exception des parcelles les plus sales. Quand les conditions climatiques le permettent, un passage de herse étrille est réalisé systématiquement dans les 2 jours suivants le binage.



Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

	Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
Résultats de cet itinéraire technique	30	190	2,5
Résultats médians pour les itinéraires techniques céréales d'hiver (19 cas)	45	150	2,5

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

Conclusion

- > Rotation adaptée aux besoins de l'élevage
- > Alternance de cultures d'hiver et de printemps
- > L'avoine nue de printemps est un bon précédent par rapport à la gestion des adventices.
- > Le guidage de précision permet un bon débit de chantier du binage (2 ha/h)

- > Rotation courte
- > Nombreuses interventions en inter-culture et en culture, mais temps de travail optimisé

Etude de cas... d'un mélange céréalier chez un éleveur laitier en AB de Bretagne



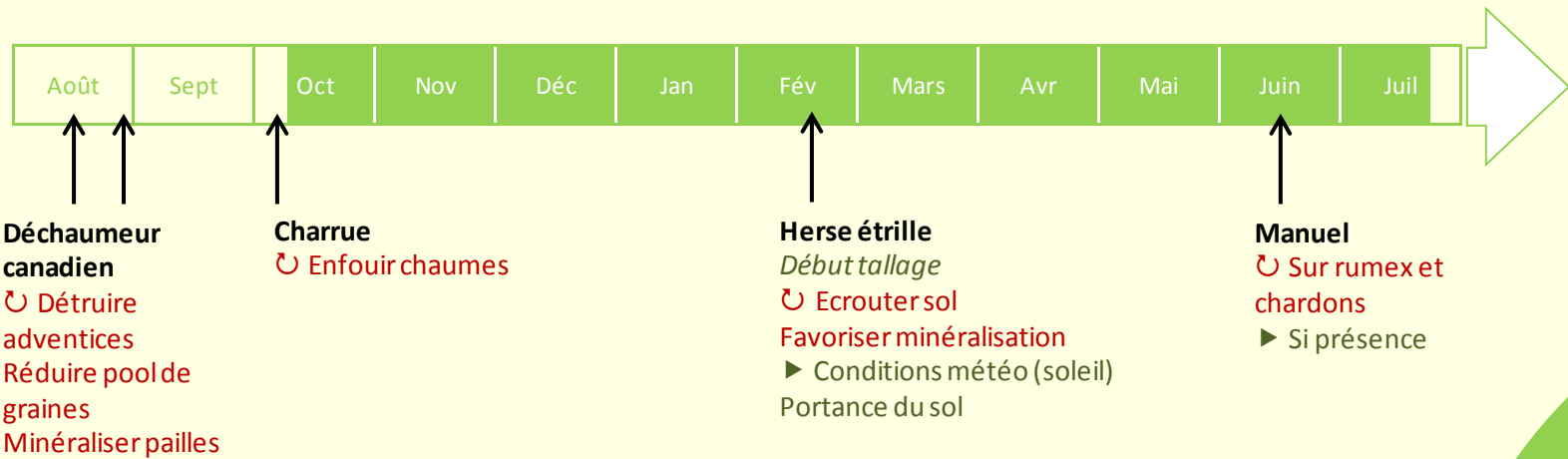
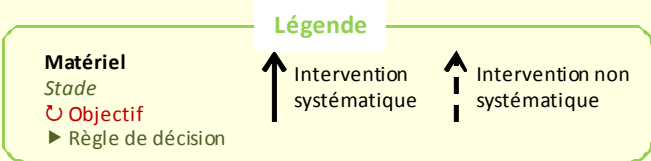
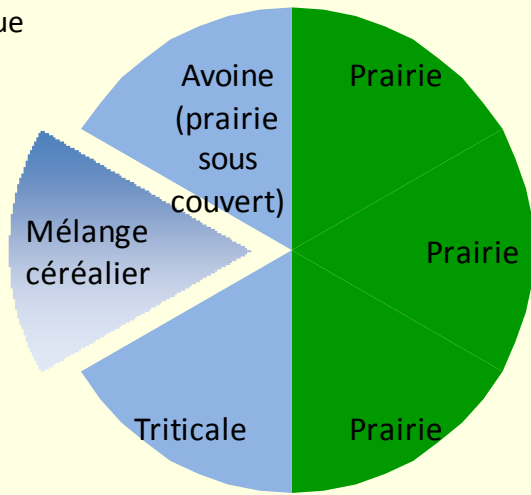
La ferme en bref

- > Eleveur laitier
- > SAU : 48 ha
- > Principaux types de sols : sablo-limoneux
- > En AB depuis 16 ans
- > Mécanisation : 2,9 cv/ha - Herse étrille de 9 m (15 à 20 ha/an)

Dans cet exemple, la parcelle de mélange céréalier d'hiver, **labourée**, est considérée comme **plutôt propre** (présence de quelques vesces, rumex, chardons, ravenelles).

Pourquoi cette rotation ?

C'est une rotation que l'on rencontre communément dans les systèmes herbagers basés sur le pâturage. En système élevage, la **prairie multi espèces de longue durée** est primordiale car, outre qu'elle est la base du système fourrager, elle permet d'enrichir le sol en azote et de diluer le pool d'adventices. Une céréale cultivée en pur arrive ensuite, qui valorise l'azote et bénéficie de la propreté post prairiale. Ensuite, l'association céréale/légumineuse va couvrir le sol et étouffer les adventices. Un couvert d'avoine est ensuite semé simultanément à un mélange prairiale. Au printemps, l'avoine est récoltée en foin et laisse place à la prairie qui achève de s'installer. Cette technique permet d'implanter la prairie dans de bonnes conditions et de limiter les interventions mécaniques.



Pourquoi cet itinéraire ?

Dans cet itinéraire, le **déchaumage accompagné d'un labour** est systématique pour détruire les adventices, enfouir les chaumes et obtenir un lit de semence le plus nivelé possible, facteur de réussite du désherbage mécanique. Un passage de herse étrille est effectué en sortie d'hiver quand le mélange céréalier ne couvre pas complètement le sol. Un deuxième passage n'est pas nécessaire grâce à l'effet couvrant du mélange. Un désherbage manuel est fait sur les vivaces présentes (rumex et chardon) que la herse étrille n'arrive pas à détruire.

Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

	Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
Résultats de cet itinéraire technique	45	140	3,4
Résultats médians pour les itinéraires techniques céréales d'hiver (19 cas)	45	150	2,5

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

Conclusion

+

- > Organisation (stratégie confortée par l'expérience)
- > Charges de mécanisation plus faibles que la moyenne
- > Rotation limitant le recours au désherbage mécanique (prairie longue durée, mélange céréalier étouffant, implantation de prairie sous couvert)

-

- > Temps de travail manuel important (souhait de l'éleveur d'avoir une parcelle propre)



FICHE 2

DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE DE LA FÉVEROLE D'HIVER ET DE PRINTEMPS

■ CONTEXTE - ENJEUX

La maîtrise du désherbage, importante pour la réussite de la féverole, nécessite une anticipation qui débute bien avant le semis de la culture. Sa réussite dépend d'un ensemble de mesures préventives : choix de la rotation, place dans celle-ci, techniques d'implantation, écartement inter-rang et mode de semis sont tout aussi importants que le désherbage mécanique en lui-même.

La féverole d'hiver, généralement semée assez tardivement et profond, lève et se développe très lentement, ne montrant au final qu'un différentiel de végétation de 15 jours à 3 semaines avec la féverole de printemps. Les stratégies de gestion des adventices étant très proches, une seule fiche est proposée pour les deux cultures.

Le choix entre féverole d'hiver et féverole de printemps correspond principalement au type de sols (séchant ou pas) et au risque climatique (gel pour la féverole d'hiver, coup de chaleur à la floraison pour la féverole de prin-

temps). Dans les deux cas, la culture se salit principalement en fin de cycle.



Féverole en pleine végétation

■ MÉTHODES DE LUTTE PRÉVENTIVE AVANT LA CULTURE

Le choix des parcelles et des successions culturales

La féverole arrive en général en milieu de rotation, après deux années de céréales (blé tendre et céréale secondaire), un maïs ou un tournesol. Cet ordre est déterminé pour chaque parcelle en fonction de son historique et de son passé « enherbement ». Si les graminées sont omniprésentes (ray-grass ou folle avoine), on préfère une rotation avec des successions incluant des cultures de printemps. Si les dicotylédones adventices dominent, la féverole peut être incluse dans une rotation avec des cultures d'hiver.

(Cf. encadré page suivante)

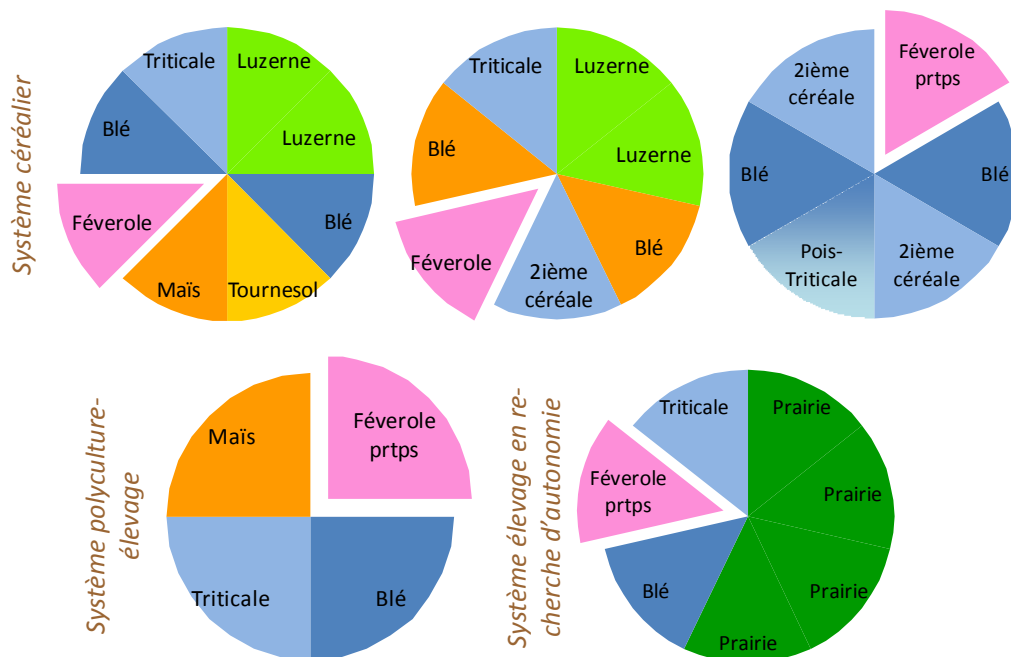
La préparation des semis

> Les faux-semis et le travail en inter-cultures

L'inter-culture entre une céréale (blé tendre, triticale ou orge de printemps) et la féverole laisse un laps de temps compatible avec la réalisation de faux-semis et la mise en germination des adventices, particulièrement en l'absence de labour. Durant toute cette période, le travail du sol permet d'épuiser les vivaces et de diminuer le stock semencier des adventices. Par exemple la période la plus favorable de germination du vulpin se situe en septembre et début octobre ; sur cette adventice, un faux-semis réalisé fin août ne sera pas efficace.

Exemples de rotations avec de la féverole

En l'absence de spécification, la rotation peut inclure indifféremment une féverole d'hiver ou de printemps.



Source : CASDAR RotAB

Dans certaines régions, la réglementation impose d'implanter une culture intermédiaire avant culture de printemps. On peut semer par exemple une moutarde après les travaux de déchaumage jusqu'à mi-septembre ou, en cas de parcelle propre, des mélanges crucifères/graminées après récolte. Il faut ensuite broyer puis labourer.

La féverole se récolte courant juillet-août (suivant les régions) et permet un travail du sol efficace sur la germination des adventices en inter-cultures en prévision des cultures suivantes.

> Le semis

Il est préférable de semer **assez profond** (si possible 6 à 8 cm pour la féverole d'hiver et minimum 5 cm pour la féverole de printemps) pour protéger la culture des oiseaux et d'éventuels dégâts de gel. Cette profondeur de semis devient un atout pour les interventions de désherbage mécanique.

La féverole de printemps affectionne plutôt les **sols** profonds, bien drainés et à bonne réserve en eau, car – encore plus que les féveroles d'hiver – elle craint les fortes températures et la sécheresse à la floraison et au stade remplissage des grains.

La féverole est bien adaptée aux **inter-rangs larges** : à partir de 20 cm, les possibilités de binage existent. Le choix de l'écartement dépend donc de la stratégie de désherbage.

- 20 à 40 cm pour utiliser la bineuse. Attention : la culture couvre alors moins vite le sol et les risques de développement des adventices sont plus importants ;
- 17 cm au semoir à céréales si l'on n'utilise pas la bineuse.

Bien que la **densité** soit un facteur important pour limiter les adventices, un peuplement trop élevé génère une masse végétale défavorable à la production de grains et provoque souvent de la verse sans pour autant limiter les ré-infestations tardives. Un semis clair permet la réduction de la pression des maladies. Un semoir de précision permet une économie de semence (voir tableau page suivante).

> La date de semis

Pour la féverole d'hiver, l'implantation « tardive » courant novembre permet de positionner le semis à une période où les levées de mauvaises herbes sont moins importantes.

Quant à la féverole de printemps, il est conseillé de la semer le plus tôt possible en bonnes conditions de sol et de ressuyage : mi-février à mi-mars, même si le sol est gelé superficiellement. Le sol ne doit pas être compact. En revanche, une préparation fine n'est pas nécessaire.



Densité de semis en grains/m² selon le type de semoir et le type de sol

Type de sol	Type de semoir	
	Monograine	Classique
Limons	25 – 30 (FP) 20 – 25 (FH)	30 – 35 (FP) 25 – 30 (FH)
Argileux	35 – 40 (FP) 20 – 25 (FH)	45 – 50 (FP) 25 – 30 (FH)

(FP : Féverole de Printemps ;
FH : Féverole d'Hiver)

(D'après la Fiche féverole CA77 et CA IdF, 2004)

Ces densités de semis sont données à titre indicatif et font l'objet d'adaptations locales et selon les semoirs. Attention, en hiver pluvieux et printemps humide, il faut augmenter les densités de semis en limons battants. D'autres indications peuvent être consultées dans la fiche culture féverole sur le site de l'ITAB :

<http://www.itab.asso.fr/publications/fichetechniques.php>

... Fiche 2 : Féverole ...

■ MÉTHODES DE LUTTE CURATIVE EN CULTURE

Conditions d'utilisation des outils mécaniques

L'utilisation des outils de désherbage mécanique est étroitement liée aux conditions pédo-climatiques. Avec le même climat, les interventions vont s'avérer difficiles voire impossibles en limons battants ou hydromorphes (surtout dans la période de décembre à mars), alors qu'elles seront efficaces et très pertinentes en argilo-calcaires où le ressuyage est rapide et le nombre de jours disponibles pour intervenir plus important.

Des indications sur l'utilisation de la herse étrille, de la houe rotative et de la bineuse sur la culture de féverole sont données dans les 2 pages suivantes.



Herse étrille dans la féverole



LA HERSE ÉTRILLE

La herse étrille permet d'intervenir en aveugle, aussitôt après le semis et jusqu' au stade 8 feuilles. Il faut cependant éviter d'intervenir entre la levée et le stade 2 feuilles. La féverole supporte bien d'être recouverte partiellement de terre. L'efficacité sera d'autant plus importante que les adventices sont peu développées.

Stade féverole	Post-semis / Prélevée	Levée - 1 feuille	2 - 4 feuilles	4 - 8 feuilles
Stades des adventices	En germination Optimum : Stade filament	Fortement déconseillé	Stade cotylédons, maxi 2 feuilles	
Vitesse avancement	7-8 km/h		3-4 km/h	Jusqu'à 10 km/h quand la culture fait 10 cm
Agressivité des dents	Moyenne		Faible	Forte
Perte pour la culture	Nulle	Forte	Faible à nulle	

... Fiche 2 : Féverole ...



LA HOUE ROTATIVE

La houe rotative est un outil très sélectif de la féverole, utilisable en aveugle (en veillant à semer assez profond) et facile à régler. Il est fortement déconseillé d'intervenir avec la houe rotative entre le stade « pointant » (apparition des cotylédons au stade crosse) et 2 feuilles de la féverole ainsi qu'au-delà de 8 feuilles. Il faut d'autre part veiller à intervenir sur des adventices jeunes.

Stade féverole	Post-semis / Prélevée	Levée - 1 feuille	2 - 4 feuilles	4 - 8 feuilles
Stades des adventices	En germination Optimum : Stade filament	Fortement déconseillé	Optimum : Stade filament Bonne efficacité jusqu'à 2 feuilles	
Vitesse avancement	15 km/h		12-15 à 20 km/h	
Terrage des roues	Faible		Moyenne	Forte
Perte pour la culture	Nulle	Forte	Faible à nulle	Faible (au-delà de 8 f casse des tiges)



LA BINEUSE

La bineuse permet d'éliminer des adventices développées et de limiter le développement de quelques vivaces. Les interventions sur le rang sont difficiles. Cependant, on peut utiliser un soc (patte d'oie ou à ailette, selon l'écartement) lors de la dernière intervention pour butter et recouvrir les adventices sur le rang ou encore ajouter des doigts souples type Kress© (vitesse entre 3 et 6 km/h). Le binage des féveroles nécessite de prévoir dès l'implantation un écartement entre rang suffisant au niveau des passages de roues. La bineuse ne doit pas être utilisée après l'apparition des fleurs ou lorsque la hauteur de dégagement de la bineuse est dépassée.

Stade féverole	Post-semis / Prélevée	Levée - 2 feuilles	2 - 4 feuilles	4 - 8 feuilles
Vitesse avancement	Binage déconseillé		3 km/h	5 km/h
Choix des éléments			Utilisation de protège plants ou de lames Lelièvre pour ne pas recouvrir la culture	Protège plants relevés et utilisation de socs le cas échéant pour butter la culture au dernier passage.
Éléments de guidage			GPS, caméra, traceur améliorent la précision et la finesse du travail	
Configuration bineuse / Tracteur			A l'avant : améliore le confort d'utilisation Porte outil : permet un travail précis A l'arrière : utilisation classique mais moins précise.	
Perte pour la culture	Très forte		Faible à nulle (par recouvrement)	Nulle

Etude de cas... d'une féverole de printemps chez un céréalier en AB de Bretagne



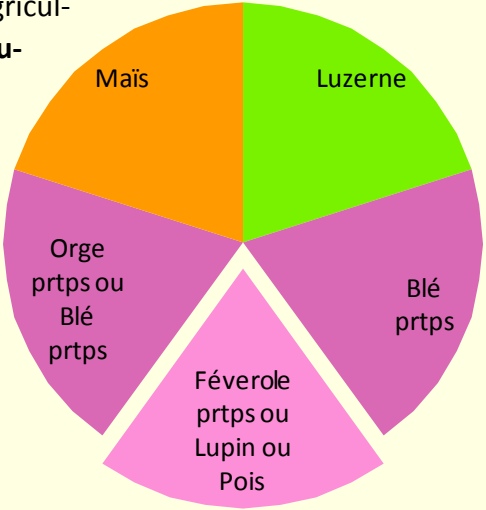
La ferme en bref

- > Céréalier
- > SAU : 40 ha
- > En AB depuis 10 ans
- > Principaux types de sols : hydromorphes à caractère séchant et léger
- > Mécanisation : 6,2 cv/ha – Herse étrille de 9 m (40 ha/an) – Houe rotative de 5 m (40 ha/an)

La féverole a une place **moyennement risquée** (précédent blé), dans une rotation elle-même moyennement risquée (rotation plutôt courte de 5 ans, 1 an de luzerne, uniquement des cultures de printemps avec pour partie du maïs). Le **labour** est systématique devant la féverole. La parcelle est considérée comme **plutôt sale mais stable**. Renouée persicaire, ravenelle, fumeterre et chénopode sont les principales adventices.

Pourquoi cette rotation ?

La rotation mise en place intègre uniquement des **cultures de printemps** qui, dans le contexte pédoclimatique de la ferme sont plus faciles à gérer au niveau de la conduite du désherbage. Une tête de rotation en **luzerne** permet un effet nettoyant dans la rotation notamment sur le développement des laiterons et charbons. L'implantation de la **féverole** en milieu de rotation est « un relais d'azote » et va permettre de pouvoir réintégrer 1 ou 2 années de céréales. L'agriculteur implante régulièrement des **couverts végétaux**, pour couvrir les sols l'hiver, pour améliorer la structure du sol et pour augmenter la fertilité. Ces couverts sont détruits au printemps, avant l'implantation de cultures de printemps.



Matériel

Stade

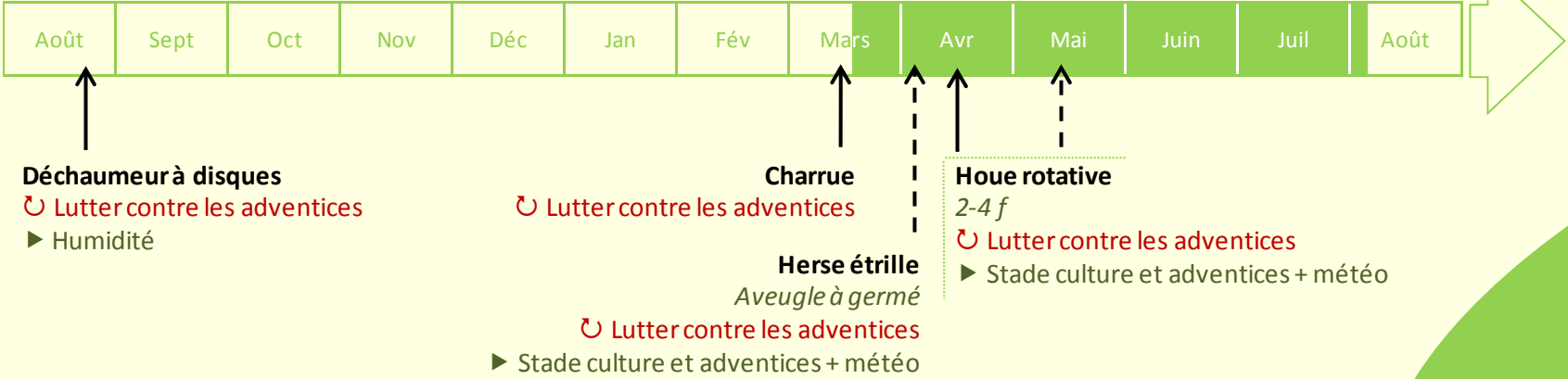
Objectif

Règle de décision

Légende

Intervention systématique

Intervention non systématique



Pourquoi cet itinéraire ?

L'agriculteur possède houe rotative, herse étrille et bineuse. Il intervient **au cas par cas**, suivant le salissement de la parcelle et les conditions de l'année. La féverole ainsi que les céréales sont semées à un **inter-rang de 25 cm** ce qui permet d'envisager un binage et un passage à la herse étrille beaucoup plus agressif. Le semis est réalisé à **même densité qu'un semis classique** : la densité est donc plus importante sur le rang ce qui laisse moins de place au développement des adventices.



Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

	Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
Résultats de cet itinéraire technique	25	160	1,9
Résultats médians pour les itinéraires techniques féverole (5 cas)	50	160	2,4

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

Conclusion

- +

 - > Inter-rang de 25 cm pour envisager un binage
 - > Parc matériel complet qui permet d'adapter la stratégie de désherbage en fonction du climat et de la pression des adventices
 - > Incorporation de couverts végétaux dans la rotation

- - > Difficulté à maintenir la culture de féverole propre
 - > Peu de matière organique disponible

Etude de cas... d'une féverole de printemps chez un céréalier en AB de Bretagne



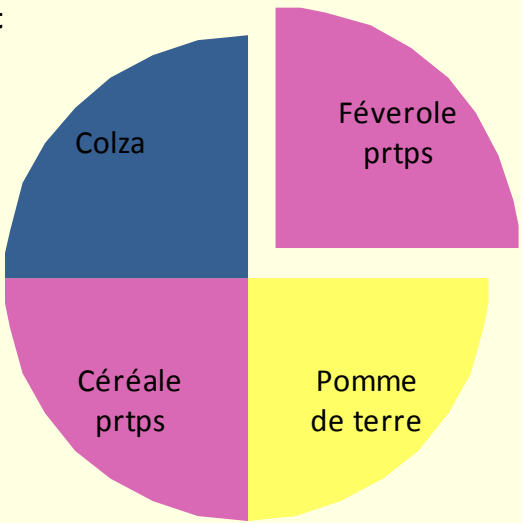
La ferme en bref

- > Céréalier
- > SAU : 39 ha
- > Principaux types de sols : limoneux, sol granitique
- > En AB depuis plus de 19 ans
- > Mécanisation : 5,5 cv/ha – Herse étrille de 6 m (40 ha/an) – Bineuse de 3 m (30 ha/an)

La féverole, implantée dans cet exemple sur un sol granitique, a une place moyennement risquée (précédent colza d'hiver) dans une rotation assez risquée (4 ans, pas de pluriannuelles, 1 seule culture d'hiver). Le **labour** est systématique devant la féverole. La parcelle est considérée **plutôt sale**.

Pourquoi cette rotation ?

Dans cette ferme sans élevage, la rotation mise en place vise à améliorer la fertilité des sols. La féverole va permettre de **libérer de l'azote** qui sera disponible pour la culture suivante : la pomme de terre. L'objectif principal de la rotation est en effet le **rendement de la pomme de terre**. De plus, le fait d'intégrer un protéagineux dans la rotation permet de casser le **cycle des céréales et des pommes de terre** (cultivées ici pour le plant).



Matériel

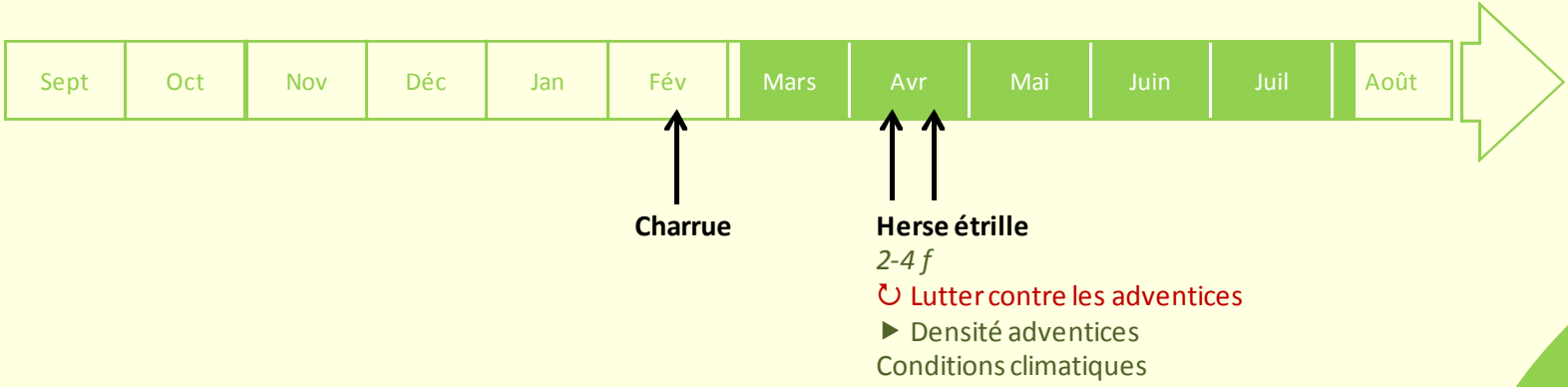
Stade

Objectif

Règle de décision

Intervention systématique

Intervention non systématique



Pourquoi cet itinéraire ?

L'itinéraire technique de désherbage mécanique prévoit **au maximum 2 passages de herse étrille**. L'agriculteur n'est pas équipé de houe rotative, matériel qui pourrait être intéressant dans son système mais trop coûteux pour l'acheter en individuel.

Pour diminuer l'impact des adventices et améliorer la fertilité des sols, les pratiques de **semis de couverts végétaux** se sont largement développées en 2011. L'agriculteur prévoit de mettre en place un couvert de trèfle blanc dans la féverole (toujours semée en pur) qui sera semé en 2012. L'implantation de trèfle se fera au moment du passage de la herse étrille à raison de 4,5 kg/ha. L'objectif est de couvrir le sol, limiter le développement d'adventices et permettre une couverture du sol à la récolte de la féverole.

Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

	Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
Résultats de cet itinéraire technique	30	90	2,4
Résultats médians pour les itinéraires techniques féverole (5 cas)	50	160	2,4

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

Les passages de **herse étrille** consomment beaucoup de carburant car le **débit de chantier est très faible** (largeur de l'outil : 6 m). Tous les indicateurs sont cependant faibles à cause d'un **nombre de passages très limité**.

Conclusion

- > Parc matériel adapté en particulier pour le travail du sol
- > Mise en place de couverts végétaux en inter-culture

- > Rotation courte. L'agriculteur souhaite trouver 5 ha de terre pour améliorer la rotation.
- > Absence de houe rotative, mais perspective d'acquisition, ce qui permettrait d'optimiser le désherbage mécanique

Etude de cas... d'une féverole d'hiver chez un céréalier en AB de la région Centre



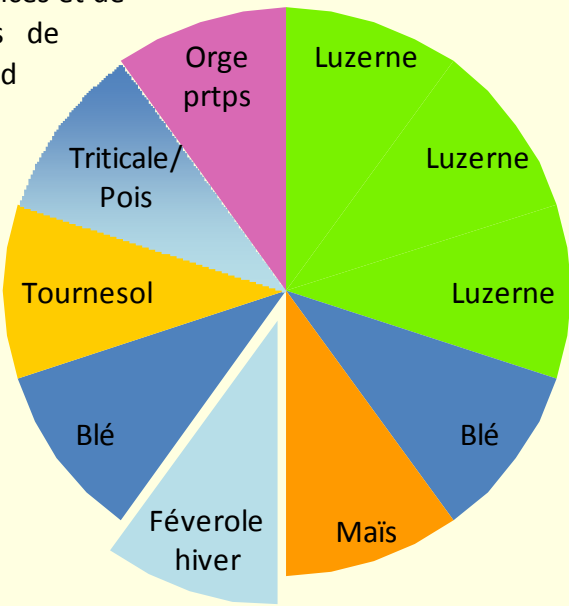
La ferme en bref

- > Céréalier
- > SAU : 90 ha
- > Principaux types de sols : argilo-calcaires profonds
- > En AB depuis 9 ans
- > Mécanisation : 3,1 cv/ha - Herse étrille de 12 m (160 ha/an) – Bineuse (uniquement pour les cultures de printemps)

La rotation, assez longue, inclut de la luzerne sur 2 ou 3 ans. Les féveroles sont en milieu de rotation et semées au semoir à céréales (sans possibilité de binage). La parcelle est considérée par l'agriculteur comme **moyennement propre**, avec une présence de **folle avoine** significative.

Pourquoi cette rotation ?

La luzerne, semée dans l'orge de printemps, permet de « nettoyer » les parcelles. De plus, la **rotation est longue** (10 ans) et **alterne les cultures d'hiver et de printemps**. Cela permet de casser le cycle des adventices et de biner dans les cultures de printemps semées à grand écartement (tournesol et maïs). La **féverole**, introduite en milieu de rotation, permet d'enrichir le sol en azote.



Légende

Matériel

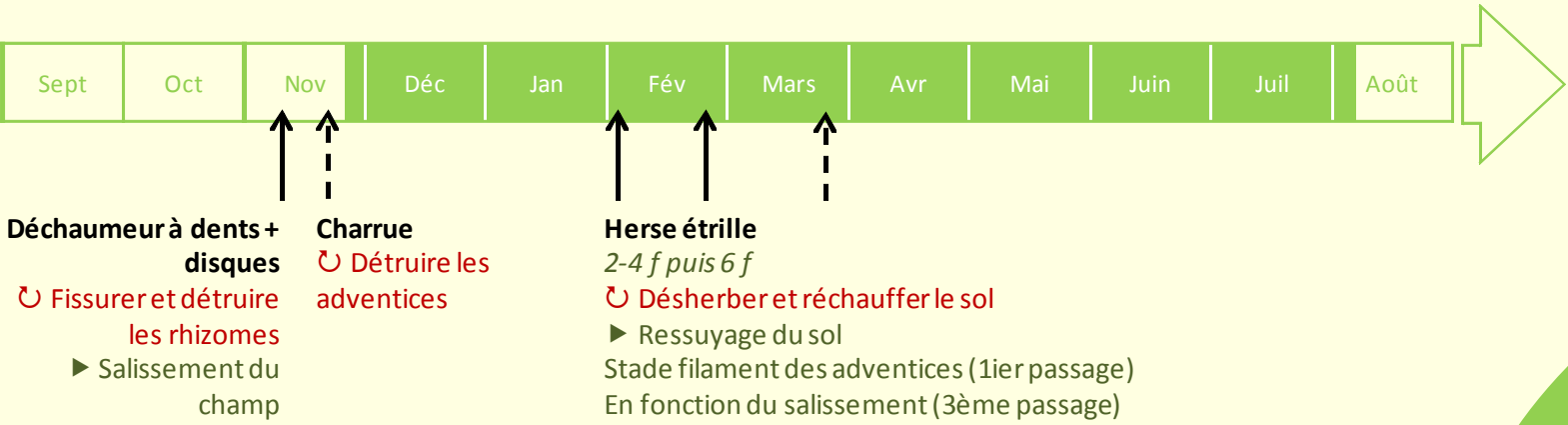
Stade

Objectif

Règle de décision

Intervention systématique

Intervention non systématique



Pourquoi cet itinéraire ?

L'agriculteur implante les féveroles avec le semoir à céréales (écartement 17,5 cm). Cette technique ne permet pas le binage, mais **l'implantation en combiné** avec un outil à dents renforcées, positionne les graines de féverole assez profond (8-10 cm) et facilite les interventions en aveugle avant l'émergence de la culture. Les cultures d'hiver (y compris la féverole d'hiver) sont désherbées avec la **herse étrille** par un passage en aveugle, quand les conditions météo le permettent. Les passages précoces (en aveugle, ou à 1 feuille des adventices) sont les plus efficaces.

En 2010 l'agriculteur a dû retourner plusieurs hectares de féverole, car la **folle avoine** n'a pas pu être maîtrisée par les 2 passages de herse étrille successifs et a étouffé la culture.

Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

	Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
Résultats de cet itinéraire technique	35	80	2,2
Résultats médians pour les itinéraires techniques féverole (5 cas)	50	160	2,4

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

La herse étrille (12 m de large) a un bon débit de chantier. Les coûts pourraient encore être réduits par la mise en commun de matériel, mais cela diminue la souplesse d'utilisation alors que les périodes favorables à la herse étrille sont assez courtes.

Conclusion

- > Sols argilo-calcaires à ressuyage rapide
- > Intervention mécanique d'automne facile
- > Les semis d'automne peuvent être décalés sans hypothéquer le rendement.
- > La luzerne est le meilleur moyen de limiter la folle avoine.

- > Pas de binage possible sur féverole actuellement compte tenu de l'équipement
- > Féverole : culture peu concurrente vis à vis des mauvaises herbes
- > Rendements féveroles faibles dans les argilo-calcaires légers avec peu de réserve en eau
- > Folle avoine capable de germer à tout moment de l'année



FICHE 3

DÉSHERBAGE MÉCANIQUE DU LIN

■ CONTEXTE - ENJEUX

La maîtrise des adventices est prépondérante dans la conduite du lin, plante peu couvrante dans ses premiers stades (jusqu'à 30 cm). Les adventices peuvent concurrencer le lin (que ce soit du lin graine ou du lin fibre) et faire diminuer le rendement. Pour le lin graine, les adventices peuvent gêner à la récolte et altérer sa qualité (pureté et humidité des graines). Pour le lin fibre, elles peuvent gêner les chantiers d'arrachage et de rouissage. Si elles s'installent dans les andains au sol, elles rendent le teillage difficile, se mêlent aux fibres du lin et font baisser la qualité du produit final.

En ce qui concerne le désherbage mécanique, il faut être prudent car le lin est une culture fragile. Il est semé classiquement en faible écartement, et désherbé habituellement en agriculture biologique avec la herse étrille. Mais étant donné l'enjeu de propreté du lin fibre, de plus en plus d'agriculteurs biologiques binent leur lin. La houe rotative commence aussi à être utilisée sur le lin.

Les herbes indésirables sont surtout les renouées, chénopodes, moutarde des champs ou sanve, folle avoine, rumex, chardon, liserons, matricaires, mourois, véroniques.



Renouée liseron et coquelicot dans l'inter-rang d'une culture de lin graines

Fiche 3 : Lin ...

■ MÉTHODES DE LUTTE PRÉVENTIVE AVANT LA CULTURE

L'enherbement se gère d'abord et surtout en prévention : choix d'une parcelle propre, placement de la culture en début de rotation après une paille, pratique du labour (conseillé), faux-semis (sous réserve de ne pas déstructurer le lit de semence) et forte densité. Il est nécessaire d'obtenir une levée rapide et homogène. Décaler les dates de semis (du 15 mars au 15 avril) pour bénéficier d'un sol réchauffé permettant une levée plus rapide et ainsi une meilleure concurrence du lin face aux adventices. Ce décalage des semis permet aussi plus de souplesse dans les périodes d'interventions mécaniques.

Le lin textile doit être implanté sur un sol très propre. De plus c'est une culture peu exigeante en azote. C'est pourquoi la place privilégiée du lin sera en début de ro-

tation, après un blé de prairie temporaire (luzerne ou mélange prairial), ou, à défaut, d'un protéagineux annuel. Le délai de retour sur une même parcelle est de 7 années au moins.

Le lin nécessite de bonnes terres, et pour le lin fibre des terres non saturées en calcium et assez profondes, type limons battants à argileux. Il est préférable de réaliser plusieurs déchaumages après la récolte de la culture précédente pour permettre le déstockage des graines d'adventices, la dégradation des résidus de récolte et pour réduire la présence de ravageurs. La reprise du labour doit permettre d'obtenir des mottes inférieures à 5 cm en moyenne, avec un minimum de terre fine, sur 15 cm. Un lit de semence de 5 cm d'épaisseur suffit, le but est d'obtenir 60 % de terre fine. Les petites mottes



Champ de lin graines biné

protègeront le semis de la battance et favoriseront l'efficacité des désherbages mécaniques ultérieurs (herse étrille). Un faux-semis peut être réalisé mais attention à l'affinage excessif du lit de semence qui augmente les risques de battance, ainsi qu'au tassement du sol auquel le lin est très sensible.

La densité de levée doit être suffisante pour permettre une couverture suffisante du sol. Pour le lin fibre, la densité de levée recherchée est de 1600 à 2000 pieds/m². Pour le lin graine, une densité de levée de 800 à 1000 plantes/m² est suffisante.

■ MÉTHODES DE LUTTE CURATIVE EN CULTURE

Conditions d'utilisation des outils mécaniques

Page suivante sont indiquées les conditions d'utilisation de la herse étrille, de la houe rotative et de la bineuse sur la culture de lin.



Herse étrille associée au semoir dans le lin

LA HERSE ÉTRILLE



La herse étrille peut être efficace à partir du stade 5 cm, à condition que les adventices ne soient pas trop développées. Etant donné la fragilité du lin, le réglage ne doit pas être trop agressif ni la vitesse trop élevée. L'utilisation de la herse étrille est déconseillée après 10 cm car il y a un risque important d'altération des fibres. Le désherbage en post-semis ou prélevée n'est pas possible car le lin est semé à très faible profondeur, entre 1 et 2 cm, avec des risques de pertes et de levée non homogène.

Stade lin	Post-semis / Prélevée	Levée - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 25 cm
Stades des adventices	Non conseillé		Stade jeune	Non conseillé
Vitesse avancement			Environ 6 km/h	
Agressivité des dents			Moyenne	
Perte pour la culture	Forte		Faible	Forte



LA HOUE ROTATIVE

La houe rotative commence tout juste à être utilisée sur le lin, les références sont donc rares. Les chiffres ci-dessous sont donnés à titre indicatif.

Stade lin	Post-semis / Prélevée	Levée - 5 cm	5 - 7cm	7 - 10 cm	10 - 25 cm
Stades des adventices	Non conseillé		Stade jeune		Non conseillé
Vitesse avancement			10 km/h	12km/h	
Perte pour la culture	Forte		Faible		Forte



LA BINEUSE

Le binage est possible à partir de 6-8 cm de hauteur jusqu'à 25 cm de hauteur. On peut passer plus tôt (dès le stade 4 cm) à condition d'avoir un système de guidage (type caméra ou GPS) et de passer très lentement pour ne pas ensevelir le lin.

Stade lin	Post-semis / Prélevée	Levée - 4 cm	4 - 7 cm	7 - 10 cm	10 - 25 cm
Stades des adventices	Non conseillé			Même sur stade développé	
Vitesse avancement			2-3 km/h Seulement avec système de guidage	3-5 km/h	Jusqu'à 8 km/h si système de guidage
Perte pour la culture	Forte		Faible avec système de guidage	Faible Possibilité de doubler les rangs pour limiter les pertes	

■ STRATÉGIES DE DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE : DES PRATIQUES VARIÉES

Dans la culture de lin, les 3 outils peuvent être utilisés : herse étrille, houe rotative, bineuse, seuls ou en association. Notons que l'ensemble des agriculteurs enquêtés effectuent dans la plupart des cas un labour avant la culture du lin.

Mise en garde :

Les itinéraires présentés dans le schéma suivant, ainsi que ceux présentés dans les études de cas pages suivantes, sont ceux observés pour la campagne 2009 chez les agriculteurs enquêtés (14). Ils ne doivent pas être lus comme des préconisations, mais bien comme la description d'une réalité, dans des conditions pédoclimatiques données. Ils reflètent la diversité des conduites en fonction de contextes différents (sols, climats, matériel, disponibilité...).

Enquête 2009/2010 sur 14 parcelles

- > dont 8 de Haute-Normandie, 5 d'Ile de France et 1 de la région Centre
- > dont 3 en lin graine et 11 en lin fibre

Nombre d'agriculteurs pratiquant la technique	Semis	2-3 cm	4-5 cm	6-8 cm	10-15 cm
4/14	Intervention déconseillée		       		
2/14			     		
2/14				    	
2/14					
1/14					 
1/14				   	
1/14					
1/14				  	

Etude de cas... d'un lin fibre chez un céréalier en AB de Haute-Normandie



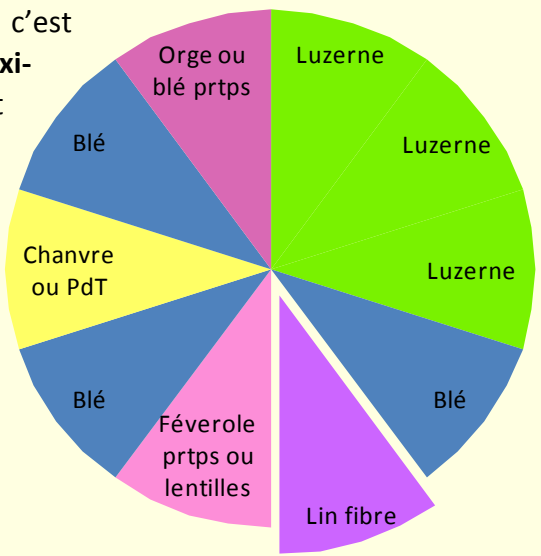
La ferme en bref

- > **Céréalier**
- > **SAU : 150 ha**
- > **En AB depuis 9 ans**
- > **Principaux types de sols : limono-argileux à silex**
- > **Mécanisation : 150 cv – Herse étrille (9 m, environ 100 ha/an) – Houe rotative (6 m, environ 100 ha/an)**

La rotation est de 9 à 10 ans commençant par 2 ou 3 ans de luzerne, semée sous couvert de la céréale qui précède. Le lin se situe **après le blé de luzerne**, sur les parcelles où il y a le moins de silex. Dans cet exemple, la parcelle est considérée comme **plutôt propre**. Les adventices présentes sont : renouée des oiseaux, renouée liseron, folle avoine, chardon, rumex, en faibles densités.

Pourquoi cette rotation ?

La **luzerne** permet d'enrichir le sol en azote et d'éliminer une grande partie des adventices présentes dans le sol, sous forme de graines ou de rhizomes (chardons). Le fait que la luzerne soit semée sous couvert d'une céréale allonge le temps pendant lequel le sol n'est pas retourné et donc augmente le pourcentage de graines qui meurent dans le sol. Le lin est placé après le blé de luzerne car c'est une culture relativement **peu exigeante en azote**. Comme il est proche de la luzerne, cela permet d'utiliser une parcelle assez propre. Le lin est une culture assez intéressante dans la rotation car il **laisse une bonne structure du sol**.



Matériel

Stade

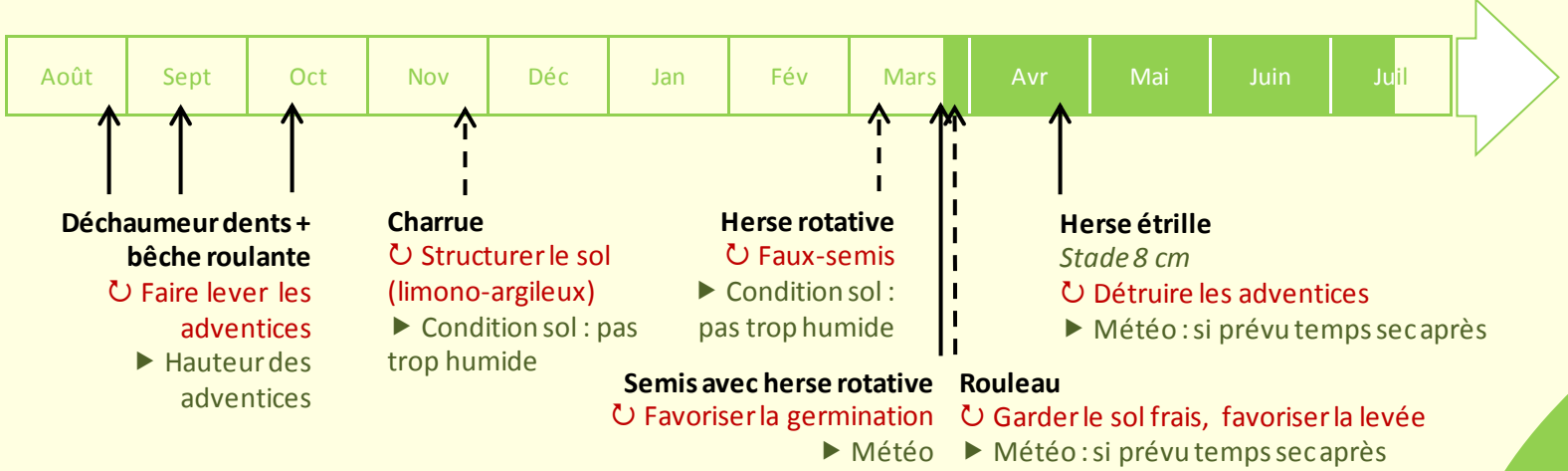
Objectif

Règle de décision

Légende

Intervention systématique

Intervention non systématique



Pourquoi cet itinéraire ?

Les déchaumages permettent d'éliminer une partie des graines tombées sur le sol à la moisson précédente. Ils servent donc de **faux-semis** au lin s'il n'y a pas de labour. Sinon, ils sont surtout utiles pour les cultures suivantes. Le **labour** est réalisé en hiver du fait de la présence d'argile dans les sols. Le passage de herse rotative 2 ou 3 semaines avant le semis permet de réaliser un **faux-semis**, donc d'éliminer une partie des graines d'adventices présentes dans le lit de semis du lin. Le roulage, effectué juste après le semis seulement s'il n'y a pas de pluie prévue après, permet de garder le sol frais et de favoriser la levée du lin. Le passage de **herse étrille** réalisé fin avril, quand le lin est à environ 8 cm de hauteur, permet d'arracher les adventices présentes. Ce désherbage est efficace si le temps est sec pendant quelques jours après le passage, pour que les adventices déracinées meurent.



Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
30	110	1,6

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

Conclusion

+

> **Place du lin dans la rotation judicieuse et qui permet l'alternance de culture de printemps et d'automne**

> **Peu d'intervention, donc peu de temps passé et faible coût**

> **Stratégie de gestion à long terme (3 déchaumages)**

-

> **Pas de rattrapage possible par le binage, car le lin est semé à 15 cm avec des socs étaleurs sur 6 cm**

> **Salissement du lin par la renouée des oiseaux au moment du rouissage (il faudrait le retourner plus tôt)**

51

Etude de cas... d'un lin graine chez un céréalier en AB de Haute-Normandie



CA77

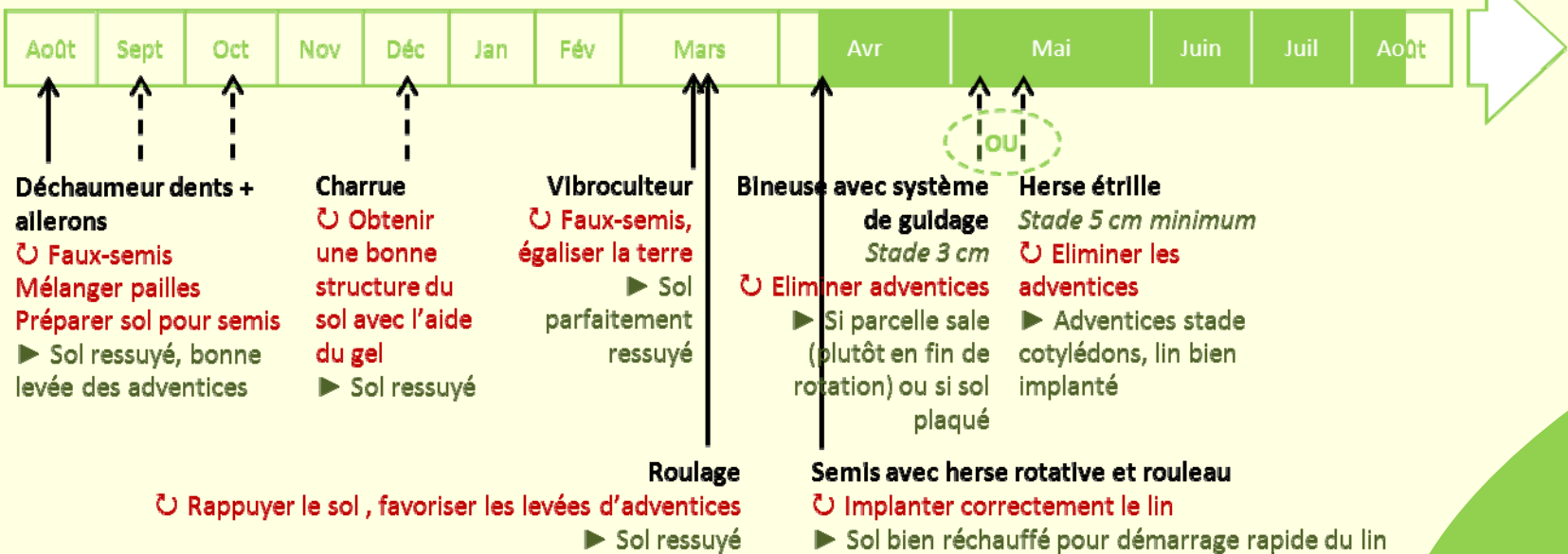
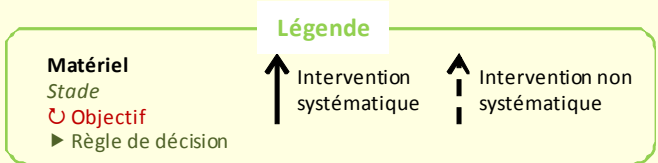
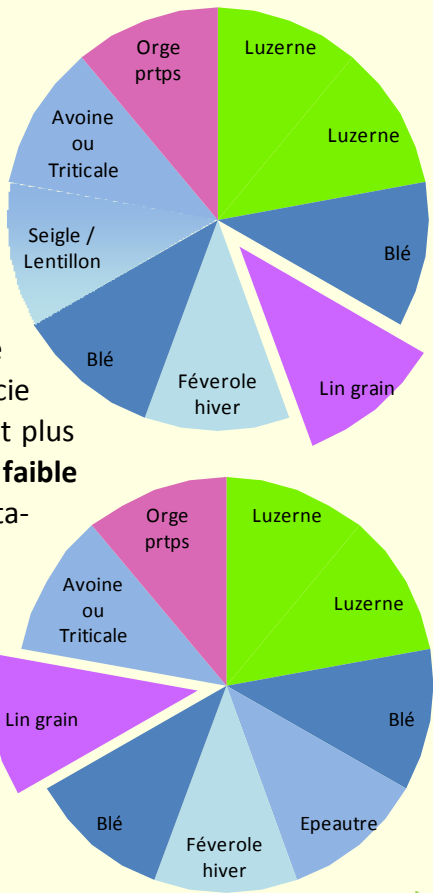
La ferme en bref

- > Céréalier
- > SAU : 116 ha
- > Principaux types de sols : limono-argileux hétérogène
- > En AB depuis 15 ans
- > Mécanisation : 150 cv – Herse étrille (12 m, environ 130 ha/an) – Bineuse (4 m, environ 100 ha/an)

Dans cette rotation, le lin se situe **après le blé de luzerne ou après le blé de féverole**. Les parcelles de lin sont considérées par l'agriculteur comme **plutôt sales** surtout quand le lin est placé en fin de rotation après le blé de féverole. Les adventices présentes sont surtout les chénopodes et un peu de renouées liseron, avec un impact assez limité.

Pourquoi cette rotation ?

La **luzerne** permet d'enrichir le sol en azote et d'éliminer une grande partie des graines et rhizomes d'adventices. Son semis sous couvert d'une céréale allonge le temps sans retournement du sol et donc augmente le pourcentage de graines qui meurent dans le sol. Le lin placé après un blé de luzerne bénéficie d'une parcelle propre. En fin de rotation, c'est plus difficile, mais la **diversité des cultures** et le **faible nombre de cultures de printemps** dans la rotation permet d'obtenir un enherbement maîtrisable avec la bineuse. D'autre part, la place du lin se justifie par sa relativement faible exigence en azote.



Pourquoi cet itinéraire ?

Les **déchaumages** permettent d'éliminer une partie des graines tombées sur le sol à la moisson précédente. Ils sont surtout utiles pour les cultures suivant le lin, en **préventif**. 1 à 3 déchaumages sont réalisés en fonction du salissement de la parcelle et des conditions météorologiques.

Le labour puis le passage de vibroculteur suivi d'un roulage, permettent de bien préparer la terre et de réaliser un **faux-semis**. Le semis avec une herse rotative et un rouleau vers le 10 mars permet de semer dans un sol bien réchauffé pour assurer un **démarrage rapide du lin**, condition essentielle pour que la culture concurrence efficacement les adventices. Le passage de herse étrille réalisé début mai permet d'arracher les adventices présentes. Si nécessaire, dans le cas des lins implantés en fin de rotation, alors que la parcelle est plus sale, le hersage est remplacé par un binage.

Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
65	170	3,4

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

Conclusion

- > Place du lin dans la rotation judicieuse (après un blé de luzerne)
- > Dans les parcelles plus sales (lin en fin de rotation), rattrapage possible à la bineuse car semis en inter-rangs de 20 cm, avec double ligne de semis
- > Achat récent d'une caméra pour faciliter le binage et passer plus tôt (stade 3 cm)
- > Passage de herse étrille délicat sur le lin (pas de tallage possible pour compenser les pertes de pieds)
- > Difficile compromis entre une intervention sur adventices jeunes et une culture suffisamment développée
- > Binage délicat sans système de guidage



GRAB HN

FICHE 4

DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE DU MAÏS

■ CONTEXTE - ENJEUX

La maîtrise du désherbage est un point clé de l'itinéraire cultural du maïs. La période de sensibilité aux adventices s'étale sur les six premières semaines de végétation. Certaines vivaces et annuelles sont particulièrement redoutables pour le maïs : liserons, sorgho d'Alep, repousses de tournesol, renouées persicaires, morelle, amarantes, chénopodes, lampourde (*xanthium*), datura, ambrosie ou encore panics, sétaires et digitaires. Le

chardon des champs colonise également le maïs, mais il reste généralement un problème de fond qui concerne toutes les cultures de l'exploitation. Certaines de ces adventices envahissantes exigent des interventions manuelles complémentaires, en particulier en mode de production biologique, où il n'y a pas de rattrapage chimique possible.

■ MÉTHODES DE LUTTE PRÉVENTIVE AVANT LA CULTURE

Le choix des parcelles et des successions culturales

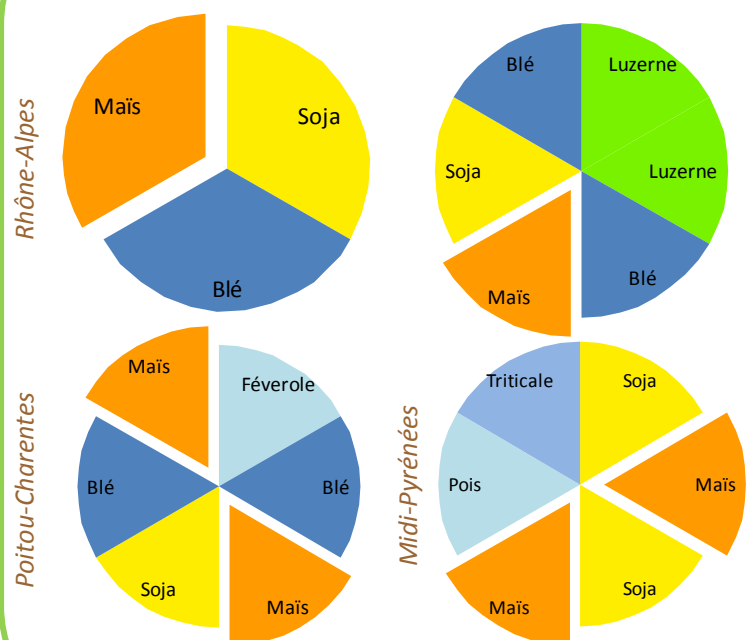
Parce que le désherbage mécanique n'est que le dernier levier pour lutter contre les adventices, il convient d'anticiper en agissant sur la réduction du stock semencier de la parcelle. A l'échelle de la rotation, l'anticipation se traduit par le choix de cultures diversifiées à cycles alternés et par un travail du sol adapté.

D'une façon générale, le maïs s'intègre facilement dans les rotations :

- plus ou moins longues (1 an sur 3 à 1 an sur 6) ;
- avec des céréales (blé, orge, seigle, triticales) ;
- avec d'autres cultures de printemps (soja, tournesol, riz) ;
- ou encore avec des légumineuses (pois, lentilles, féverole, luzerne, ...).

Des exemples de rotations présentes en France sont données dans l'encart ci-contre.

Exemples de rotations avec du maïs



Source : CETIOM, CASDAR RotAB

La préparation du sol pour le semis

> Le travail du sol

Le déchaumage est un moyen efficace pour le déstockage en inter-culture. La présence de vivaces (sorgho d'Alep, chardon, liserons, rumex) peut conduire à des interventions plus profondes en période sèche avec des outils à dents équipés de socs plats, de façon à sectionner le plus profondément possible les rhizomes et organes de stockage des réserves.

Le labour est très efficace sur les adventices sensibles aux retournements et surtout sur les graminées tels que les panics, sétaires et digitaires. Sur les dicotylédones à levées printanières (amarantes, chénopodes, morelles, renouées, datura, xanthium...) le labour est plus aléatoire.

Par ailleurs, en sol bien structuré (argilo-calcaire, argile forte, argilo-limoneux) le non labour trouve sa place du fait des moindres salissements qu'en sol battant de limon. Dans ce cas, les outils à grosses dents permettent de réaliser à l'automne un ameublissement recherché pour les racines de maïs.

> Le faux-semis

75 % des producteurs de maïs interviennent en avril avec un outil à dents type vibroculteur, herse plate, herse de déchaumage ou herse étrille dans le but d'effectuer un faux-semis et de détruire les levées en cours (Enquêtes CETIOM & CASDAR « Désherbage mécanique » 2009). La mise en œuvre des faux-semis est tributaire du calendrier de travail, des outils disponibles et surtout des conditions pédoclimatiques :

- en sol argileux, démarrer les préparations superficielles tôt pour rendre le faux-semis efficace ;
- dans certains sols fragiles (limons surtout), l'exercice du faux-semis reste délicat. Intervenir à bon escient et, dans tous les cas, en conditions parfaitement ressuées.

> La date de semis

Plus d'un agriculteur sur deux déclare reporter volontairement la date de semis du maïs après avoir pu détruire les levées induites par le faux semis et pour bénéficier d'un sol bien réchauffé garantissant une levée vigoureuse et homogène de la culture. Dans cet échantillon enquêté en 2009 (Sud-Ouest), la période de semis s'étale du 15 avril au 30 mai, la médiane se situant au 15 mai.

■ MÉTHODES DE LUTTE CURATIVE EN CULTURE

Les 4 à 6 semaines qui suivent l'implantation du maïs sont déterminantes en raison du faible pouvoir couvrant de la culture en début de cycle.

Une des stratégies dominante consiste à étriller une à deux fois le maïs avant la levée (passage dit à l'aveugle) puis à écroûter dès la levée à la houe rotative, ce qui permet d'assurer un bon réchauffement du sol tout en

arrachant les plantules levées. Par la suite, au stade 4-5 feuilles, les passages de herse étrille poursuivront les arrachages de jeunes adventices. Le binage interviendra à une, deux ou trois reprises dès la 3^{ème} ou 4^{ème} feuille, voire un peu avant si l'outil dispose d'équipements spécifiques : protège plant (disque ou plaques de protection), socs de type pattes Lelievre ou socs plats, et ce jusqu'au stade limite passage du tracteur.

Conditions d'utilisation des outils mécaniques

Les plages d'intervention doivent être décidées de manière à épargner le maïs et à maximiser les chances de destruction des mauvaises herbes. N'envisager les passages d'outils que lorsque les conditions météo sont favorables (temps sec prévu dans les jours qui suivent).

Des indications sur les conditions d'utilisation de la herse étrille, de la houe rotative et de la bineuse sur la culture de maïs sont données pages suivantes.



LA HERSE ÉTRILLE

Cet outil est apprécié en raison de sa capacité à intervenir à l'aveugle dans les 3 jours suivants le semis, mais aussi en raison de son action sur le rang de la culture, là où une bineuse ne peut accéder.

Les réglages sont essentiels (inclinaison des dents, profondeur, vitesse d'avancement) et méritent d'être adaptés à chaque stade de développement du maïs, des adventices et également lors de la transition d'une parcelle à une autre.

Stade maïs	Post-semis / Prélevée	Post-semis germé	3-4 feuilles	4-6 feuilles
Stades des adventices	Stade filament		Plantules	Plantules
Vitesse avancement	8 à 12 km/h		3 km/h	4-5 km/h
Agressivité des dents	Moyenne à forte	Moyenne	Faible	Faible à moyenne
Perte pour la culture	Nulle	Nulle à moyenne	Faible à forte selon l'enracinement	Déchirures de feuilles

Conseils

- Attention, avant le stade 4 feuilles aux risques d'arrachement de plantes de maïs : choisir une herse étrille qui permet d'étriller de façon peu agressive



LA HOUE ROTATIVE

L'outil agit sur toute sa largeur en visant de très jeunes adventices. Pour une efficacité optimale, il est important d'intervenir le plus tôt possible, dès le stade filament des adventices. La houe s'adapte à une grande variabilité de types de sols notamment les sols battants.

Stade maïs	Post-semis / Prélevée	Post-semis germé	Coléoptile	1ère feuille	3 feuilles	4-5 feuilles	6-7 feuilles
Stades des adventices	Stade filament			Stade filament, cotylédon, 1-2 f			
Vitesse avancement	15 à 20 km/h		10 km/h	10 km/h maxi	12 à 15 km/h	15 à 20 km/h	15 à 20 km/h
Perte pour la culture	Nulle		Moyenne à forte	Moyenne	Faible	Très faible	Cornets cassés



LA BINEUSE

La bineuse est l'outil de prédilection pour terminer le désherbage avant que le maïs ne couvre l'inter-rang.

Stade maïs	Post-semis / Prélevée	Post-semis germé	Coléoptile	1 feuille	2 feuilles	3 feuilles	4-5 feuilles	6- 7 feuilles	8-11 feuilles
Stades des adventices	Inadapté			Filament	Plantules jusqu'à 3-4 f				
Vitesse avancement				3 km/h	3 km/h	5 km/h	6 km/h	7-8 km/h	8-10 km/h
Perte pour la culture	Forte			Elevée	Faible si équipement			Faible	Faible Effet buttage apprécié

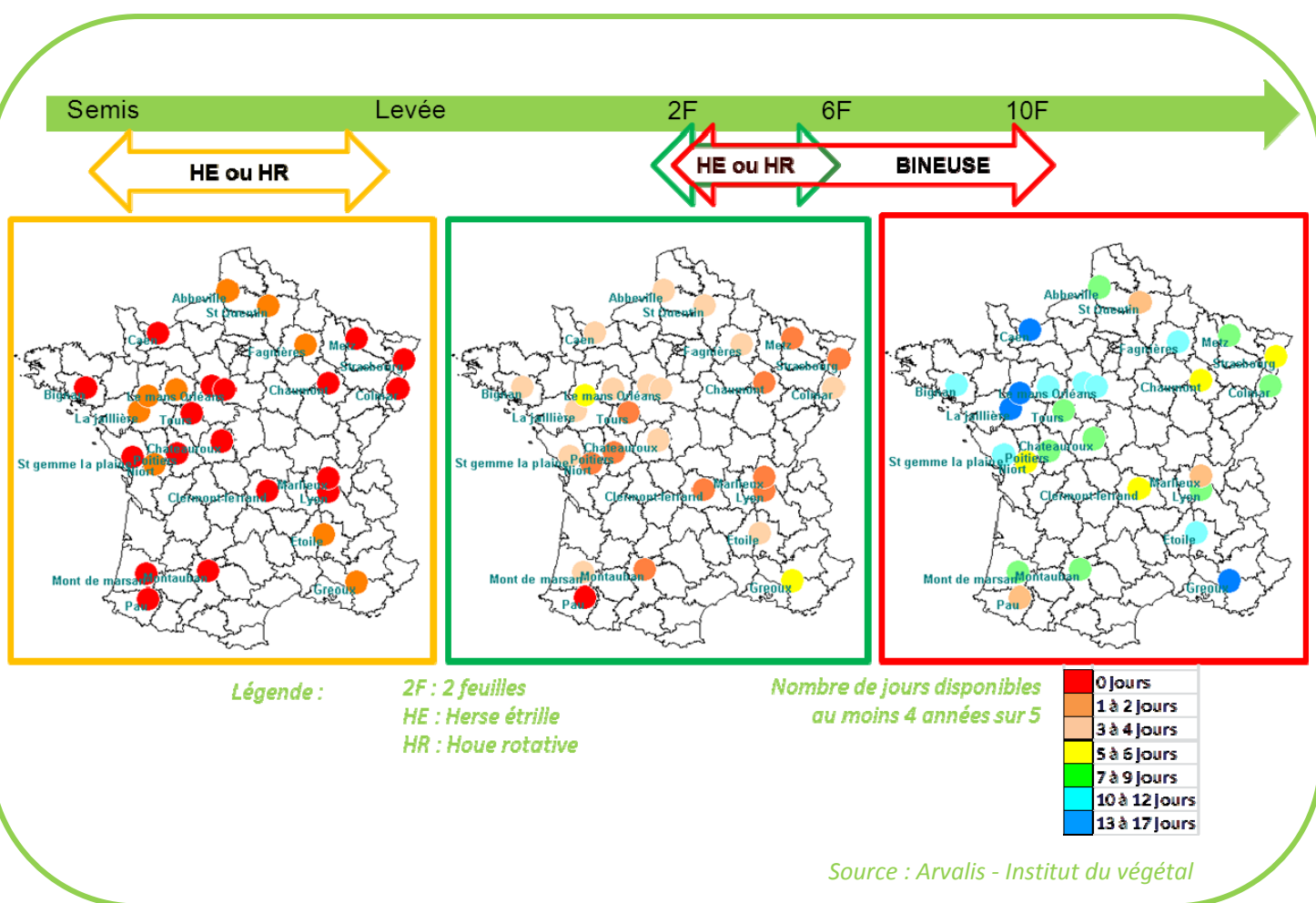
Conseils

- ▶ Veiller unifier les largeurs d'inter-rang du semoir, de la bineuse et de la moissonneuse
- ▶ Un équipement avec des doigts rotatifs permet d'améliorer le contrôle des adventices sur le rang, mais fait appel à un guidage très précis (électronique).
- ▶ Les doigts rotatifs permettent de s'approcher des plants de maïs de façon plus agressive et moins risquée que des socs.

■ QUELQUES REPÈRES D'UTILISATION DES OUTILS SUR MAÏS

Une étude à l'aide du logiciel « Jdispo » d'Arvalis-Institut du végétal permet de déterminer le nombre de jours disponibles pour le passage des outils : herse étrille et houe rotative en prélevée et entre 2 et 6 feuilles et bineuse entre 2 et 10 feuilles.

Les cartes ci-dessous présentent le nombre de jours disponibles au moins 4 années sur 5 pour ce type d'utilisation dans différents contextes pédoclimatiques français. Les jours disponibles ont été calculés sur des fenêtres définies par les dates où le maïs atteint des stades où les outils peuvent passer sans l'endommager.



Etude de cas... d'un maïs irrigué chez un céréalier en AB des coteaux du Gers



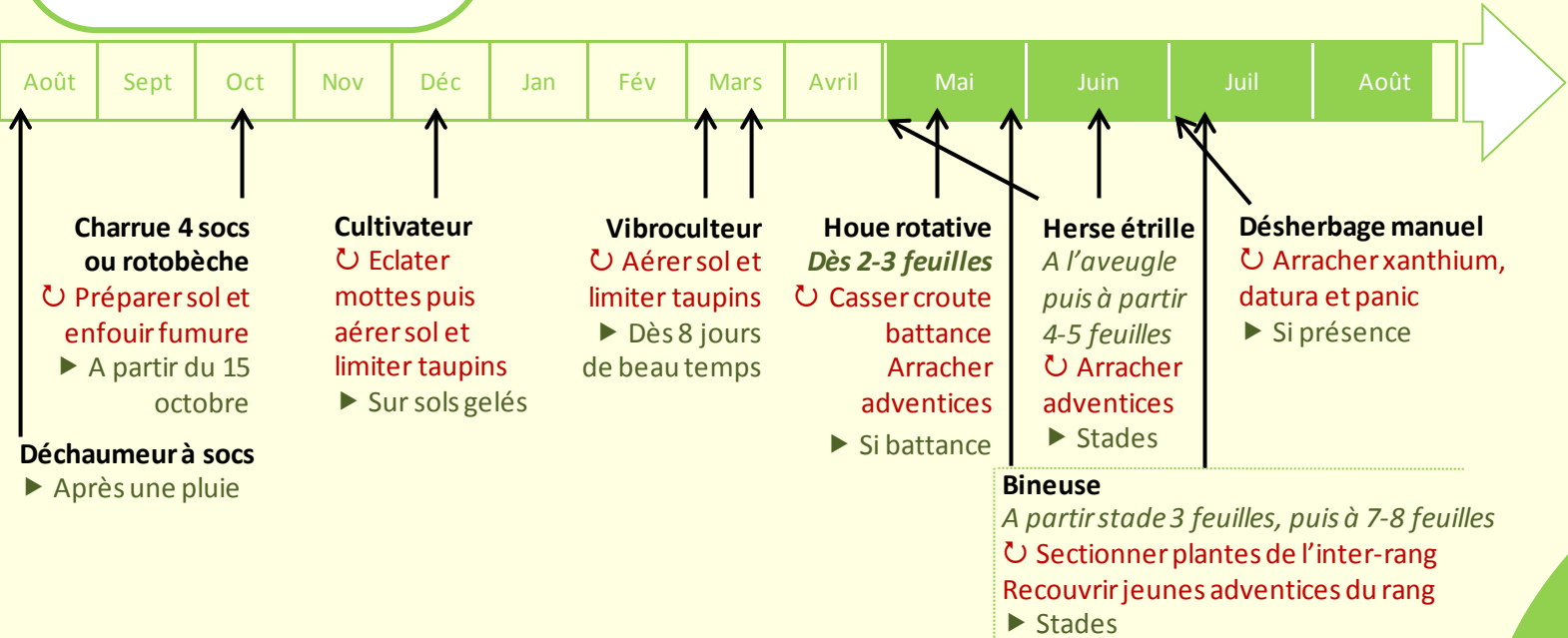
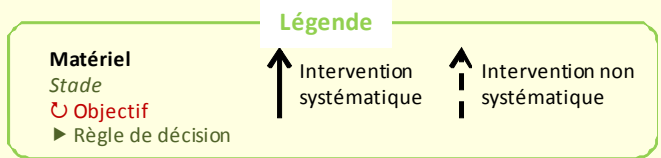
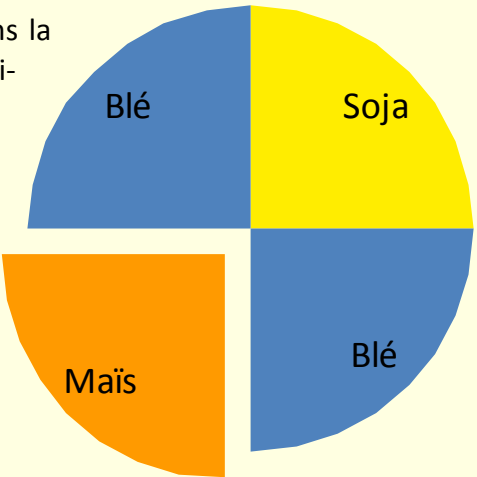
La ferme en bref

- > **Céréalier**
- > **SAU : 100 ha**
- > **Principaux types de sols : coteaux profond argilo-calcaires de Gascogne**
- > **En AB depuis 6 ans**
- > **Irrigation canon enrouleur sur 30 ha**
- > **Mécanisation : 2,35 cv/ha – Herse étrille (12 m, 200 ha/an) – Houe rotative (4,5 m, 200 ha/an) – Bineuse 6 rangs, 4,5 m (60 ha/an)**

Le maïs succède à un blé qui est labouré en octobre. La parcelle, pour cet exemple, est jugée **relativement propre**. Les adventices fréquemment rencontrées sont surtout les **chardons**, mais aussi des panics. Quelques pieds de datura sont arrachés manuellement.

Pourquoi cette rotation ?

Cette rotation est **classique** dans la région Midi-Pyrénées. Pour limiter les risques de salissement, en plus du labour, **l'alternance de cultures d'été sarclées avec des cultures d'hiver** est scrupuleusement respectée.



Pourquoi cet itinéraire ?

Sur cette ferme avec un labour sur la moitié de la SAU, la fertilité du sol passe par une très bonne structure, exigeant des interventions adaptées et au bon moment. Vue la teneur élevée en argile (28 %), le **labour d'automne** permet d'obtenir une structure favorable au printemps. Après semis, la **herse étrille** aide aux désherbages précoces. Ensuite **l'écroûteuse** aère les sols battus. Enfin la **bineuse** intervient en complément de façon plus agressive. Ces trois derniers outils assurent l'essentiel des désherbages, parfois au détriment de la densité culture. Les **itinéraires techniques sont définis au préalable**, puis adaptés pour chaque parcelle selon l'état du terrain et les stades des cultures et adventices. Les producteurs appliquent des règles de décisions classiques pour le Sud Ouest, tant pour les dates d'interventions que pour le choix des outils. Les adventices ne sont pas considérées comme perturbatrices du système, surtout dans le maïs, plante au fort pouvoir couvrant et à croissance rapide, très concurrentielle des adventices.



Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

	Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
Résultats de cet itinéraire technique	65	200	4,3
Résultats médians pour les itinéraires techniques maïs (7 cas)	65	380	3,9

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

Le **nombre de passages en culture important** (6 en tout) permet une bonne maîtrise des adventices. Les résultats économiques et techniques sont bons, grâce à cette bonne gestion au bout de 7 ans de conduite en bio.

Conclusion

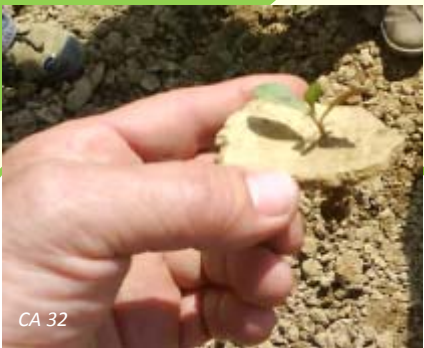


- > **Alternances dans la succession culturale (été/hiver)**
- > **Bonne organisation (itinéraires bien rôdés)**
- > **Interventions manuelles en curatif**
- > **Parcs matériels de désherbage complet et adapté**



- > **Nombreuses interventions, malgré le labour**

Etude de cas... d'un maïs irrigué chez un céréalier en AB de Midi-Pyrénées



CA 32

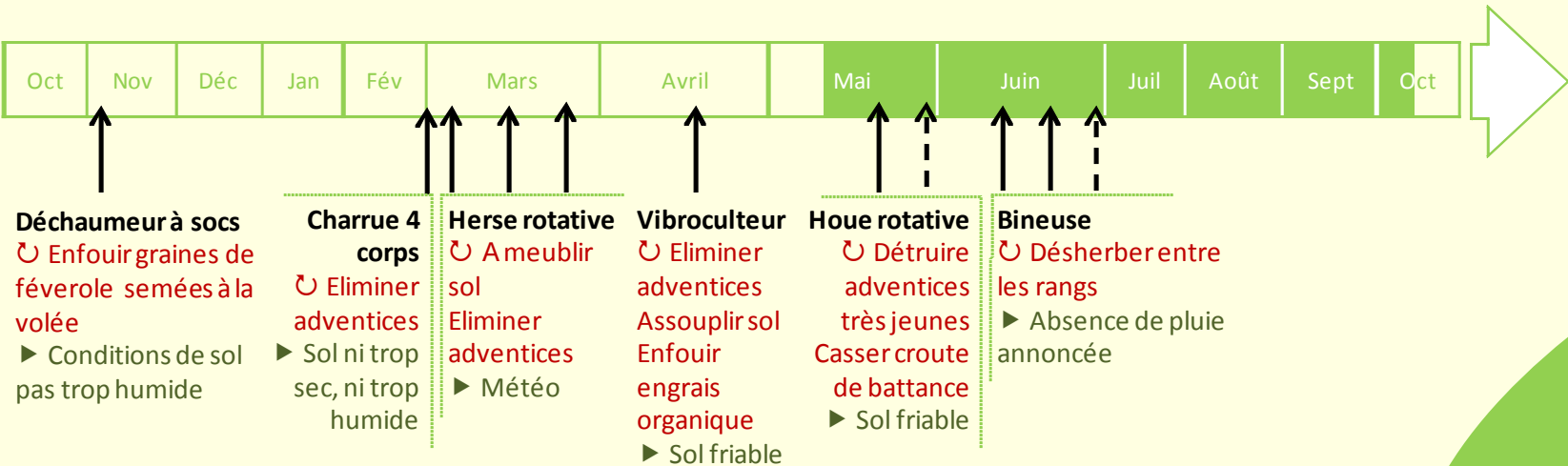
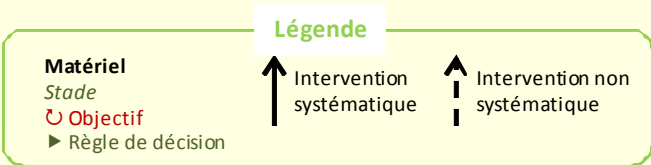
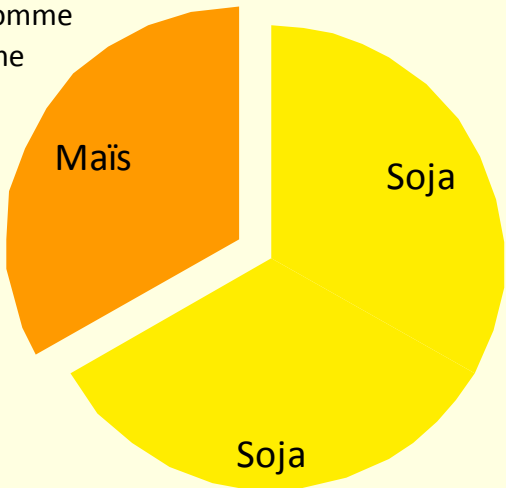
La ferme en bref

- > **Céréalier (1,5 UTH)**
- > **SAU : 71 ha irrigués**
- > **Principaux types de sols : sols alluviaux du bassin de l'Adour, à dominante argilo-limoneux**
- > **En AB depuis 10 ans**
- > **Mécanisation : 3 cv/ha – Ecrouteuse de 4,5 m (140 ha/an) – Bineuse 6 rangs 4,5 m (280 ha/an)**

Dans cet exemple, le **maïs irrigué**, succède à deux cultures de soja. Au printemps toutes les parcelles occupées par de la féverole sont broyées, déchaumées puis labourées. La parcelle est jugée **relativement propre**. Les adventices fréquemment rencontrées sont les renouées persicaires, datura, amarante, liseron, chénopodes et **panics**.

Pourquoi cette rotation ?

Cette ferme céréalière de vallée, totalement irriguée, est soumise aux **inondations** de la rivière voisine sur 50 % des surfaces. De ce fait, les cultures d'hiver, moins productives, ont été abandonnées. De façon très **inhabituelle dans la région**, le soja suit un maïs irrigué. Pour protéger les sols en hiver, limiter l'évapotranspiration au printemps et enrichir le sol en azote organique, la féverole d'hiver est systématiquement implantée comme engrais vert sur toute la ferme dès la récolte du précédent. Le soja (35 q/ha) et le maïs (80 q/ha) dégagent des résultats et des marges élevées.



Pourquoi cet itinéraire ?

La fertilité du sol, qui passe par une **très bonne structure des sols**, est prioritaire. Cela explique le labour profond. Malgré un faible niveau de fertilisation du maïs grain (80 à 100 unités d'azote), le niveau de production en sol argilo-limoneux en bio est excellent. Le choix du labour dans une situation jugée peu sale a priori reste judicieux sous un angle préventif. Les reprises de labour à la herse rotative ont l'avantage de jouer le rôle de faux-semis et d'enfouir les graines d'adventices. Les **interventions sont lourdes avant et après semis**, pour compenser l'absence **d'alternance** de cultures à cycles biologiques différents. En matière de salissement, les producteurs n'admettent aucune adventice. Ils interviennent systématiquement, en préventif et à vue. Après 5 ans d'effort souvent manuels, les adventices sont contrôlées mais toujours considérées comme potentiellement perturbatrices.



ITAB

Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

	Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
Résultats de cet itinéraire technique	65	250	3,9
Résultats médians pour les itinéraires techniques maïs (7 cas)	65	380	3,9

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

Le labour impacte fortement la consommation en carburant, en raison d'un débit de chantier faible (0,8 ha/h), de l'utilisation d'un tracteur puissant (160 cv) et sur une profondeur de travail importante (> 20 cm). Cependant le système en place reste durable et performant (meilleure marge brute en grande culture sur le département).

Conclusion



- > **Sécurisation du risque salissement : passages systématiques prévus, interventions manuelles et matériel de désherbage adapté**
- > **Compensation de la faible fertilisation par l'apport azoté des légumineuses en couverture hivernale**
- > **Très bons résultats techniques et économiques**



- > **Absence d'alternance de cycles culturaux dans la rotation**
- > **Nombreux passages d'outils au printemps pour affiner le sol à cause de la conservation parfois tardive des couverts végétaux**
- > **Apparition du panic certaines années dans les zones très humides dans le maïs**



FICHE 5

DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE DE L'ORGE DE PRINTEMPS

■ CONTEXTE - ENJEUX

L'orge de printemps est valorisée en circuit fourrager et dans la filière brassicole (débouchés limités et seulement sous contrat).

En **production brassicole**, les exigences de qualité des grains sont importantes et portent sur le calibrage et la capacité de germination. L'itinéraire technique commence par le choix d'une variété brassicole et doit permettre de bien gérer la fourniture azotée (pas d'excès) et l'enherbement (calibrage).

En **production fourragère**, il n'existe pas de valorisation en fonction de la qualité, l'objectif est donc de privilégier le rendement. Là aussi, le choix de la variété a son importance et on privilégiera les variétés productives. La gestion de la fourniture azotée est moins délicate, mais reste à raisonner en lien avec la maîtrise des adventices, car l'enherbement peut limiter fortement le développement de la culture.

Dans ces deux productions, l'orge de printemps **bien implantée** se développe assez vite et concurrence efficacement les adventices. Cependant, dans la pratique, on observe que dans certains cas, l'orge peine à démarrer et est trop claire pour limiter l'enherbement, ce qui pénalise le rendement et la qualité.

> ***Le type de sol et la qualité du travail du sol sont primordiaux pour la réussite de l'orge de printemps, en particulier en brassicole.***

Orge d'hiver / Orge de printemps

L'orge d'hiver se différencie fortement de l'orge de printemps. En effet, semée assez tôt à l'automne, l'orge d'hiver occupe généralement bien le sol et est assez propre.

■ MÉTHODES DE LUTTE PRÉVENTIVE AVANT LA CULTURE

Les méthodes préventives sont les piliers incontournables de la bonne gestion des adventices. La place dans la rotation, le travail du sol en inter-culture, la méthode et la date de semis, les cultures en mélange sont autant de leviers qui peuvent être utilisés pour limiter l'extension des adventices.

Le choix de la parcelle et des successions culturales

L'orge de printemps est généralement placée derrière du blé, voire en troisième paille. Suivant l'objectif – rendement ou brassicole – la place de l'orge est à ajuster en fonction de la richesse du sol en azote.

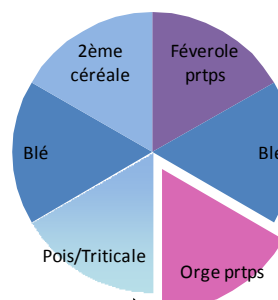
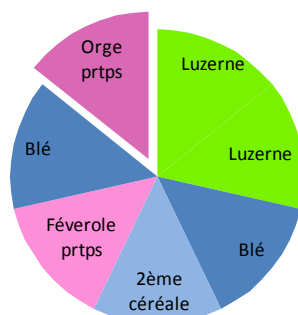
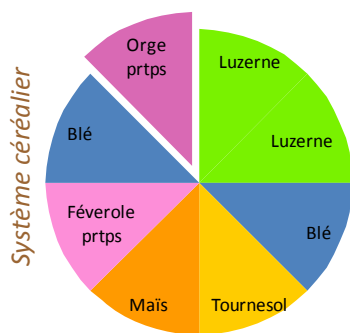
Pour le **débouché brassicole**, son exigence moyenne en azote en fait une culture de fin de rotation précédant

souvent une légumineuse semée sous couvert (luzerne, trèfle).

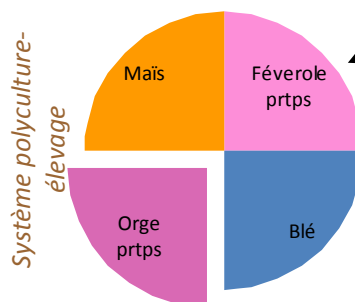
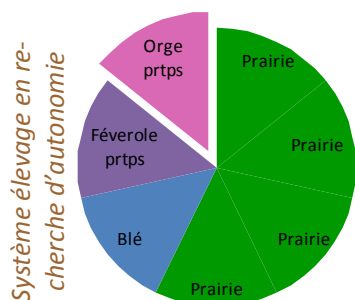
Pour une **orientation fourragère**, elle peut être positionnée par exemple en début de rotation derrière un blé de luzerne ou en milieu/fin de rotation derrière une légumineuse, voire derrière un tournesol en sol bien structuré sans labour.

(Cf. encadré page suivante)

Exemples de rotations avec de l'orge de printemps



Source : CASDAR RotAB



Ces deux rotations se rencontrent plus fréquemment en systèmes céréaliers, avec apports d'engrais organiques, et se montrent plus salisantes.

La préparation des semis

> L'inter-culture

L'inter-culture entre une céréale (blé tendre, épeautre, triticale, ...) ou une culture sarclée (tournesol, colza, ...) et l'orge de printemps laisse un laps de temps favorable aux **déchaumages/faux-semis** et à la mise en germination des adventices particulièrement en non-labour. Attention toutefois à ne pas trop affiner le lit de semence, ce qui augmenterait les risques de battance et de tassement du sol auxquels l'orge de printemps est très sensible.

L'implantation d'une **culture intermédiaire** permet aussi d'occuper le sol et donc de concurrencer les adventices en automne. On peut par exemple planter une moutarde ou un trèfle incarnat jusque mi-septembre après les travaux de déchaumage ; ou en cas de parcelle propre, planter des mélanges trèfle/crucifères/graminées après récolte du précédent.

L'orge de printemps se récolte courant août (suivant les régions) et permet un travail du sol efficace sur la germination des adventices en inter-culture en prévision des cultures suivantes.

L'orge de printemps nécessite d'être implantée en parcelle à **bonne structure de sol**.

- Eviter les sols hydromorphes (mauvaise implantation) ou trop séchants (mauvaise finition, sauf en cas d'irrigation) ;
- Eviter tout obstacle pouvant entraver l'enracinement : pas de travail du sol en mauvaises conditions, bonne réduction des engrais verts avant labour (les détruire et les incorporer au sol au moins un mois avant le labour ou l'implantation de l'orge de printemps) ;
- Assurer une bonne porosité dans les 10-15 premiers centimètres.

Le labour est fortement conseillé en parcelle "sale". En parcelle propre, un travail superficiel (plusieurs déchaumages) peut être suffisant si la structure est bonne, sinon il vaut mieux réaliser un travail profond.

Une préparation assez fine est nécessaire pour assurer une levée rapide (attention cependant à la battance). La reprise du labour – peu profonde – doit permettre d'obtenir des mottes inférieures à 5 cm en moyenne. Un lit de semence de 5 cm d'épaisseur suffit, le but est d'obtenir 50 % de terre fine, les petites mottes protégeront le semis de la battance.

> **Le semis**

Comme déjà évoqué, la maîtrise des adventices est d'autant plus facile que la culture est **bien implantée**. Pour cela il est conseillé de :

- Semer le plus tôt possible au printemps en bonnes conditions de sol et de ressuyage même si le sol est gelé superficiellement. En effet, un semis trop tardif, en particulier en sol séchant, augmente les risques de mauvaise implantation de la culture ;
- Eviter de semer juste avant une pluie en sol battant : le sol refermé, s'asphyxie et perturbe la germination (perte de pieds) et la croissance de la culture ;
- En terre motteuse (limon argileux à argile limoneuse et argilo-calcaire) après un hiver sec ou /et avec gel, il peut être nécessaire de rouler pour rappuyer le sol ;
- Ne pas semer trop profond en sol battant (2-3 cm maxi). En revanche, en sol un peu creux ou séchant, le semis doit être un peu plus profond (3-5 cm). Cette profondeur de semis devient un atout en vue des interventions mécaniques, en particulier dans les parcelles potentiellement sales.

L'écartement dépend du désherbage mécanique prévu :

- 17 à 28 cm pour utiliser la bineuse, voire 15 cm avec guidage par caméra ;
- 12 à 17 cm au semoir à céréales si l'on n'utilise pas la bineuse, mais seulement herse étrille et houe rotative.

La **densité de semis** est de l'ordre de 120-130 kg/ha, soit 250 grains/m². Bien que la densité soit un facteur important pour limiter les adventices, c'est avant tout le bon démarrage de la culture, son tallage et son développement qui concurrencent efficacement les adventices. Autrement dit un peuplement dense mais grêle et sans tallage laisse la place aux adventices.



Orge de printemps au stade tallage

■ MÉTHODES DE LUTTE CURATIVE EN CULTURE

Dans la culture d'orge de printemps, 4 outils peuvent être utilisés : herse étrille, houe rotative, bineuse et éci-meuse.

Conditions d'utilisation des outils mécaniques

Les conditions d'utilisation des outils de désherbage mécanique sont étroitement liées aux conditions pédo-climatiques. Avec le même climat, les interventions vont s'avérer impossibles en limons battants ou hydromorphes (lorsque mars ou avril sont pluvieux), alors qu'elles seront efficaces et très pertinentes en argilo-calcaires où le ressuyage est rapide et le nombre de jours disponibles est important.

> **Le désherbage mécanique exige une grande prudence car l'orge de printemps est une culture sensible en début de cycle.**

Des indications quant aux conditions d'utilisation de la herse étrille, de la houe rotative et de la bineuse sur la culture d'orge de printemps sont données pages suivantes.



LA HERSE ÉTRILLE

La herse étrille est un outil efficace sur des adventices au stade filament. Selon la profondeur de semis et l'agressivité du réglage, il est aussi possible de détruire une partie des jeunes pousses d'adventices.

La herse étrille peut s'utiliser en prélevée puis à partir du stade 3-4 feuilles. Cependant, les semis d'orge de printemps étant particulièrement fragiles, le désherbage précoce est très délicat et exige de bons réglages, de bonnes conditions de sols et un semis assez profond.

Stade orge de printemps	Post-semis / Prélevée	Levée - 2 feuilles	3-4 feuilles	Tallage	Début montaison Epi 1 cm	2 nœuds Epiaison
Stades des adventices	En germination Optimum : Stade filament	Fortement déconseillé	Stade cotylédons - Maxi 2 feuilles			Gailllets développés
Vitesse avancement	8-10 km/h		3-4 km/h	6-8 km/h	6-8 km/h	8-10 km/h
Agressivité Inclinaison dents	Faible et sur semis non superficiel		Faible	Agressivité moyenne (dépend aussi du sol)		Forte
Perte pour la culture	Faible	Forte	Faible	Possible	Nulle	Nulle

Conseils

- ▶ Semer à 4-5 cm de profondeur pour éviter, lors du passage en prélevée, de déterrer des graines d'orge. Cependant, cette recommandation ne s'applique dans toutes les situations, en particulier en limon battant s'il pleut juste après le semis.
- ▶ Prévoir un semis plus dense de l'ordre de 10-15 %, pour compenser les pertes provoquées par les passages de herse étrille jusqu'au tallage.

LA HOUE ROTATIVE



CRA Lorraine

L'écroûteuse (houe rotative) est aussi à utiliser avec précaution. Facile à régler, elle s'utilise entre le stade 3 feuilles et le stade 2 nœuds de la culture. Elle permet de détruire les jeunes adventices, mais aussi de préparer le passage de herse étrille (en particulier en sol battu), aérer le sol et donc faciliter la croissance de la culture. Comme pour la herse étrille, il est préférable de semer plus profond et plus dense que la normale.

Stade orge de printemps	Post-semis / Prélevée	Levée - 2 feuilles	3-4 feuilles	Tallage	Début montaison Epi 1 cm	2 nœuds Epiaison
Stades des adventices	Fortement déconseillé		Stade cotylédons - Maxi 2 feuilles			Pas d'intérêt
Vitesse avancement			12-18 km/h			
Terrage des roues			Faible	Moyenne à forte		
Perte pour la culture	Forte		Faible	Possible	Nulle	



CA77

LA BINEUSE

Le binage est possible à partir du stade 3-4 feuilles, à condition que l'orge soit bien développée. Il exige un écartement conséquent entre les rangs (20 à 40 cm) ce qui laisse une surface toujours propice à l'installation d'adventices, en particulier avant le tallage. Un système de guidage par caméra permet, entre autres, de réduire ces écartements à 15-20 cm. Le binage permet entre autre de lutter contre les vivaces de l'inter-rang.

Stade orge de printemps	Post-semis / Prélevée	Levée - 2 feuilles	3-4 feuilles	Tallage	Début montaison Epi 1 cm	2 nœuds Epiaison
Stades des adventices	Binage déconseillé					Gailllets développés
Vitesse avancement			3-4 km/h	6-8 km/h		8-10 km/h
+ guidage par caméra			7-8 km/h	10-14 km/h		15 km/h
Choix des éléments			Utilisation de protège plants ou de lames Lelièvre pour ne pas recouvrir la culture			Eléments relevés
Eléments de guidage			GPS, caméra, traceur améliorent la précision et la finesse du travail			
Configuration bineuse / Tracteur			A l'avant : améliore le confort d'utilisation Porte outil : permet un travail précis A l'arrière : utilisation classique mais moins précise.			
Perte pour la culture	Très forte		Faible (moyenne par recouvrement)	Possible	Nulle	

... Fiche 5 : Orge printemps ...

Etude de cas... d'une orge de printemps chez un céréalier en AB dans le sud de l'Ile de France



La ferme en bref

- > Céréalier
- > SAU : 200 ha
- > Principaux types de sols : limons argileux peu profonds (caillouteux) à semi-profonds
- > En AB depuis 10 ans
- > Mécanisation : 1,5 cv/ha en traction (hors moissonneuse-batteuse) - Herse étrille de 12 m (300 ha/an)

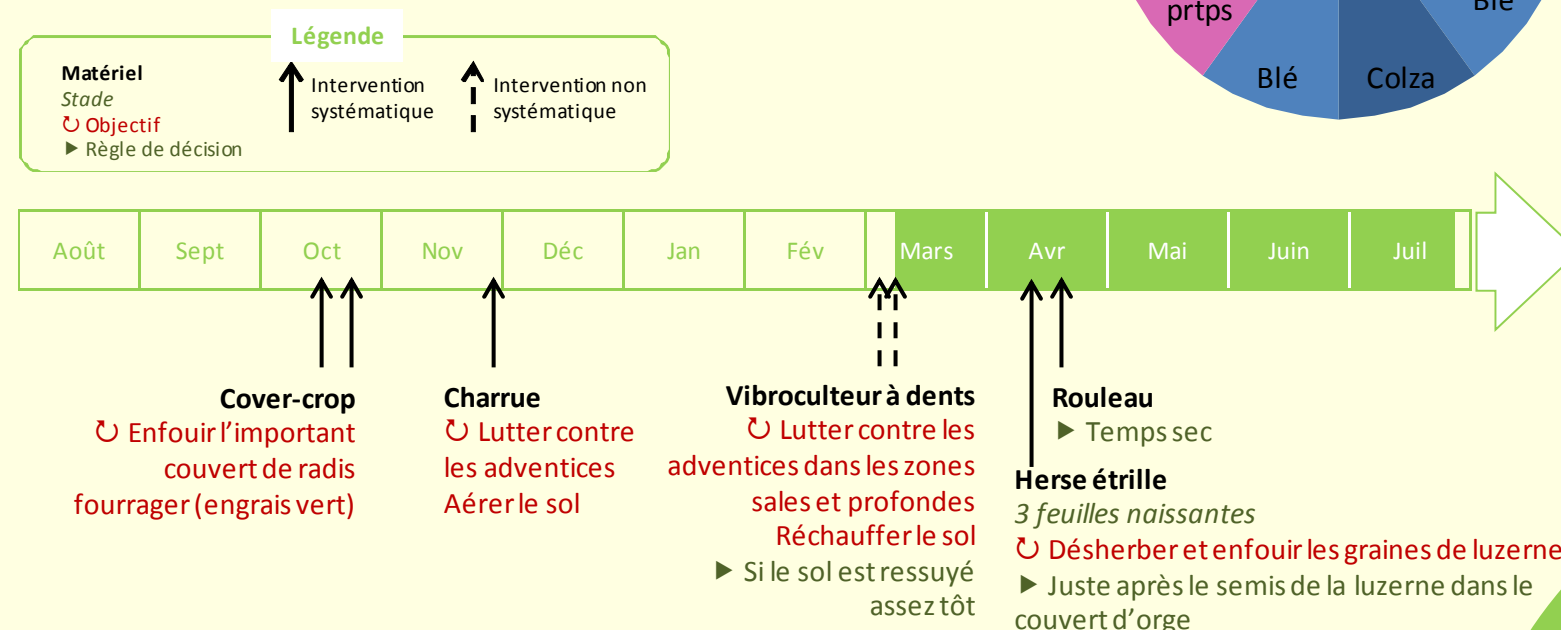
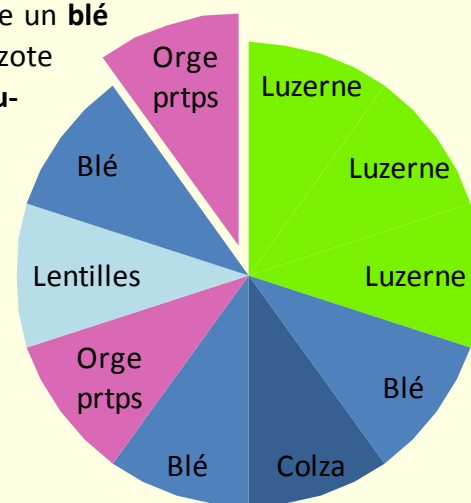
La parcelle est en limon argileux peu à moyennement profond et considérée comme **moyennement propre**. Les principales adventices sont le coquelicot, la folle avoine et en une moindre mesure le gaillet. L'orge de printemps arrive ici en fin de rotation avec labour à l'automne vu le salissement de fin de rotation.

Pourquoi cette rotation ?

Vus les types de sol et la faible pluviométrie (640 mm/an), des cultures **peu gourmandes en eau** sont choisies (abandon du maïs).

De plus étant seul sur l'exploitation, l'agriculteur cherche à **éviter des périodes de surcharges de travail**. C'est pourquoi la luzerne est maintenue pendant 3 ans et le labour est évité en début de rotation après la luzerne.

L'orge de printemps est placée derrière un **blé de légumineuse** pour profiter de l'azote résiduel disponible. Au printemps, la **luzerne** est **semée sous le couvert d'orge** pour profiter de l'humidité du sol et pour réduire au minimum les frais d'implantation. L'orge de printemps, à l'inverse du blé dans ce type de sol, n'étouffe pas la luzerne.



Pourquoi cet itinéraire ?

Le **labour** vise à mieux contrôler l'enherbement qui augmente en cette fin de rotation et à aérer le sol périodiquement au cours de la rotation.

La **reprise du labour** avec un ou deux passages de vibroculteur à dents (fin février- début mars) peut se faire si le sol est ressuyé assez tôt. Ces passages permettent de réchauffer le sol et de limiter l'enherbement en cas de salissement hivernal. De plus, il pleuvra certainement encore pour recharger le profil en eau.

En cas de semis tardifs (fin mars), pour ne pas dessécher le sol, l'agriculteur réserve le passage du vibroculteur pour les zones vraiment sales de la parcelle.

La **herse étrille** est d'abord utilisée pour enfouir légèrement les graines de luzerne, puis pour limiter l'enherbement : le passage s'effectue donc le plus tôt possible, dès que la portance et l'état du sol le permettent et que la culture le supporte. Un 2^{ème} passage n'est pas nécessaire et risque d'abimer l'orge avec perte de pieds ou de vigueur de la culture (blessure de l'enracinement).

Conclusion

- > **Implantation de la luzerne en bonnes conditions et à moindre coût**
- > **Etablissement d'un couvert pour limiter l'enherbement**

- > **Mauvaise levée de la luzerne en cas de temps sec après le semis sous couvert**
- > **Après la levée du couvert, impossible d'intervenir en cas de levées de vivaces en particulier**



FICHE 6

DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE DU SOJA

■ CONTEXTE - ENJEUX

La gestion du désherbage du soja doit permettre la maîtrise des adventices sur les 2 premiers mois de végétation. Certaines espèces sont particulièrement redoutables : liseron, ambroisie, sorgho d'Alep, lampourde (*Xanthium*), repousses de tournesol, renouée persicaire, morelle, amarante, chénopode, datura ou encore panics et sétaires. Le chardon des champs colonise facilement le soja mais il est généralement un problème de fond qui touche plusieurs cultures de l'exploitation.

Pour permettre un accès aux marchés de l'alimentation humaine, certaines adventices doivent être particulièrement maîtrisées, exigeant parfois des désherbages manuels complémentaires : la morelle car elle est toxique pour l'homme ; le xanthium car leurs fruits tachent les graines de soja à la récolte ; le datura pour ces deux raisons.

■ MÉTHODES DE LUTTE PRÉVENTIVE AVANT LA CULTURE

Parce que la lutte mécanique curative dans la culture ne peut pas tout résoudre, il est préférable d'anticiper en choisissant de semer le soja dans les parcelles à faible risque de salissement par des adventices inféodées aux cultures d'été.

Dans certaines conditions (parcelle relativement propre, moyens de lutte adaptés pour le contrôle de l'enherbement), il est possible de cultiver du soja deux années de suite sur la même parcelle.

(Cf. encadré page suivante)

Le choix des parcelles et des successions culturales

A l'échelle de la rotation, l'anticipation se traduit également par le choix de cultures diversifiées et à cycles biologiques différents (hiver/été/printemps, annuelles/pluriannuelles).

D'une façon générale, le soja s'intègre facilement dans des rotations :

- plus ou moins longues (1 an sur 3 à 1 an sur 6) ;
- avec des céréales (blé, orge, seigle, triticales, maïs, riz) ;
- avec d'autres cultures type légumineuses (pois, lentilles, féverole, luzerne, ...) ;
- et avec du tournesol.



Soja biné et chauffé

La préparation des semis

> Le déchaumage

Réalisé au plus tôt juste après la moisson et, dans tous les cas, avant la grenaison des adventices présentes durant l'été, le déchaumage vise à détruire les adventices développées et à éviter toute augmentation du stock semencier. Pour valoriser cette intervention, il convient après chaque épisode pluvieux estival d'utiliser : déchaumeur à disques indépendants, déchaumeur à socs, ou tout autre type d'outil à action superficielle. Rap-puyer pour favoriser les levées estivales et automnales et ainsi réaliser des déstockages superficiels.

La présence de vivaces ou de pluriannuelles (sorgho d'Alep, chardon, liserons, rumex, chiendent pied de poule) peut conduire à des interventions plus profondes avec des outils à dents équipés de socs plats, de façon à sectionner le plus profondément possible et en période sèche et chaude, rhizomes et organes de stockage des réserves.

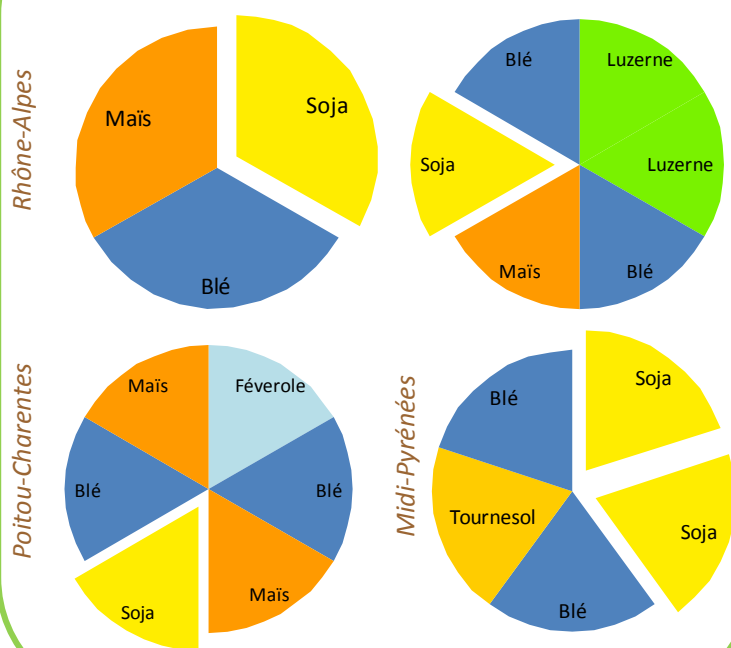
> Le labour ou pseudo-labour

L'efficacité du labour est fonction de la périodicité de l'opération (idéalement tous les 2 à 4 ans) et du stock semencier des adventices considérées. Si les bromes, vulpins, ray-grass, sétaires et digitaires sont relativement sensibles au retournement de sol par le labour à cause de leur fort taux annuel de décroissance, ce n'est pas le cas des dicotylédones rencontrées majoritairement dans la culture de soja (amarantes, chénopodes, morelles, renouées, datura, xanthium...).

> Le faux-semis

Environ 75 % des producteurs de soja interviennent en d'avril avec un outil à dents fixes type vibroculteur, herse plate, herse de déchaumage ou herse étrille dans le but d'effectuer un faux-semis et de détruire les levées en cours (Enquêtes CETIOM & projet CASDAR 2009 "Optimiser et promouvoir le désherbage mécanique").

Exemples de rotations avec du maïs



Source : CETIOM, CASDAR RotAB

En sol argileux, mieux vaut démarrer tôt les préparations superficielles afin de dégrossir le sol pour rendre le faux-semis efficace. Dans les sols de limons fragiles, les faux-semis au printemps ont tendance à dégrader la structure. Il est donc impératif de n'intervenir qu'au dernier moment, avec des outils à dents fixes.

> La date de semis

Plus d'un agriculteur sur deux déclare reporter volontairement la date de semis du soja pour, d'une part, bénéficier d'un sol bien réchauffé garant d'une levée vigoureuse et homogène de la culture, et, d'autre part, se donner suffisamment de temps pour débarrasser le sol des levées induites par les faux-semis. Dans l'échantillon enquêté en 2009 (18 agriculteurs du Sud-Ouest), la période de semis s'étale du 15 avril au 30 mai, la médiane se situant au 15 mai (Enquêtes CETIOM & projet CASDAR 2009 "Optimiser et promouvoir le désherbage mécanique").



Soja biné

■ MÉTHODES DE LUTTE CURATIVE EN CULTURE

Les 4 à 8 semaines qui suivent l'implantation du soja sont déterminantes en raison du faible pouvoir couvrant de la culture en début de cycle. Herse étrille, houe rotative (ou écroûteuse) et bineuse contribuent non seulement à débarrasser la culture des mauvaises herbes, mais facilitent aussi le démarrage des plantes, notamment si les conditions pédoclimatiques sont défavorables à la croissance du soja (sol battu, basses températures).

Les programmes associant plusieurs types d'interventions mécaniques donnent d'autant plus satisfaction que ces dernières sont menées tôt et de façon préventive. Les outils fonctionnant sur toute la surface (herse étrille

et houe rotative) doivent surtout être mis à contribution pour nettoyer précocement le rang. La bineuse (utilisée sur 95 % de la sole de soja bio d'après l'enquête CETIOM 2007) complète la stratégie une fois la culture bien installée.

La combinaison d'outils (herse, houe et bineuse) offre les meilleures performances de désherbage. Les passages efficaces de herse ou houe rotative en prélevée ou en post-levée précoce créent de fait un décalage de stades entre les adventices et la culture du soja.

Conditions d'utilisation des outils mécaniques

Les plages d'intervention doivent être décidées de manière à épargner le soja et à maximiser les chances de destruction des adventices. Ainsi les passages d'outils sont possibles lorsque les conditions pédoclimatiques sont favorables (temps sec prévu dans les jours qui suivent).

Les conditions d'utilisation de la herse étrille, de la houe rotative et de la bineuse sur la culture de soja sont indiquées dans les deux pages suivantes.



LA HERSE ÉTRILLE

La herse étrille s'utilise favorablement sur les argilo-calcaires et limons non battants en conditions ressuyées et par temps séchant. En revanche, en sol de limon battu, à l'exception du passage post-semis/prélevée dit « à l'aveugle », cet outil n'est efficace qu'après un ou deux passages de houe rotative.

Stade soja	Post- semis / Prélevée	Post- semis germé	Crosse	Cotylédon	1ères feuilles unifoliées	1ère feuille trifoliée	Hauteur 10 à 20 cm	Hauteur 20 à 50 cm
Stade adventices	Stade germination		Forte- ment décon- seillé	Entre le stade germination et 2-3 f				Forte- ment décon- seillé
Vitesse d'avancement	8 à 12 km/h			2 km/h	3 km/h	4-5 km/h	6-7 km/h	
Agressivité des dents	Moyenne à forte	Moyenne		Faible	Faible à moyenne	Moyenne	Forte	
Perte pour la culture	Nulle	Nulle à moyenne	Forte	Moyenne	Faible	Assez faible	Nulle	Forte

Conseils

- Adapter le réglage à la parcelle
- Pour plus de commodité, certaines options permettent de régler hydrauliquement l'agressivité des dents

LA HOUE ROTATIVE



La houe rotative reste un outil incontournable en sol limoneux. Dans ce type de sol, elle permet de préparer et rendre efficaces les passages de herse étrille. Toutefois, dans de nombreux types de sols, cet outil reste le seul utilisable aux stades très jeunes de la culture.

Le passage au stade crosse du soja est possible mais nécessite de trouver un difficile compromis pour avancer à une vitesse suffisante pour détruire les adventices sans pour autant affecter la culture par arrachement des jeunes plants de soja.

Stade soja	Post-semis / Prélevée	Post-semis germé	Crosse	Coty- lédon	1ères feuilles unifoliées	1ère feuille trifoliée	Hauteur 10 à 20 cm	Hauteur 20 à 50 cm
Stade adventices	Stade germination			Stade germination, cotylédon, 1-2 f				Inadapté
Vitesse d'avancement	15 à 20 km/h		< 10km/h	10 km/h maxi	12 à 15 km/h	15 à 20 km/h	15 à 20 km/h	
Perte pour la culture	Nulle	Nulle	Moyenne à forte	Moyenne à faible	Très faible	Nulle	Nulle	



LA BINEUSE

La bineuse est l'outil de prédilection pour terminer le désherbage avant que le soja ne couvre l'inter-rang.

Stade soja	Post-semis / Prélevée	Post-semis germé	Crosse	Coty- lédon	1ères feuilles unifoliées	1ère feuille trifoliée	Hauteur 10 à 20 cm	Hauteur 20 à 50 cm	Hauteur 50 à 70 cm
Stade adventices	Déconseillé				Stade filament à 3-4 f				
Vitesse d'avancement					3 km/h	5 km/h	6 km/h	7-8 km/h	8-10 km/h
Perte pour la culture	Forte				Nulle si protège plants	Nulle si protège plants	Nulle	Nulle	Effet buttage apprécié

■ STRATÉGIES DE DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE : DES PRATIQUES VARIÉES

Les programmes de lutte contre les adventices font appel à près de 3 interventions cumulées en moyenne. **77% des agriculteurs ont recours à la combinaison de 2 voire 3 outils différents dans leur itinéraire de désherbage soja.** Le binôme de matériels « herse étrille / bineuse » est dominant. Pour près d'un agriculteur sur 2, le désherbage commence par un passage d'outil à l'aveugle en prélevée

du soja, 3 à 4 jours après le semis. La herse étrille est dans ce cas généralement préférée à la houe. Dans le mois qui suit la levée, on enregistre un à deux passages d'outil en plein (herse surtout ou houe rotative qui tend à se développer en sol limono-calcaire), très efficaces sur les plantules d'adventices. La bineuse est quant à elle utilisée de façon majoritaire quand la culture a atteint 12 cm de hauteur et jusqu'au stade limite passage du tracteur.

Enquête réalisée en 2009/2010 sur 18 parcelles dans le Sud de la France

- > **Sols argileux (terreforts calcaires ou argileux non calcaires), limoneux (boulbènes), sableux (sables de Landes)**
- > **SAU moyenne = 111 ha**
- > **Fermes converties en AB depuis plus de 10 ans**
- > **Soja le plus souvent irrigué, qui s'insère soit dans des rotations longues avec cultures diversifiées (blé, orge, maïs, riz, féverole, pois chiche, lentille, tourmesol ou luzerne) soit dans des rotations courtes**
- > **Rendements constatés (en moyenne sur plusieurs années) : de 27 à 40 q/ha**

Mise en garde :

Les itinéraires présentés dans le schéma suivant, ainsi que ceux présentés dans les études de cas pages suivantes, sont ceux observés pour la campagne 2009 chez les agriculteurs enquêtés (18). Ils ne doivent pas être lus comme des préconisations, mais bien comme la description d'une réalité, dans des conditions pédoclimatiques données.

Nombre d'agriculteurs pratiquant la technique	Semis	Levée	1 ^{ère} feuille unifoliée	15 cm de hauteur	Stade Limite de Passage de tracteur
1/18					
3/18					
3/18					
1/18					
1/18					
2/18					
2/18					
2/18					
1/18					
1/18					
1/18					

Intervention déconseillée

Légende :



Herse étrille



Houe rotative



Bineuse

Etude de cas... d'un soja en sec chez un éleveur en AB de Midi-Pyrénées



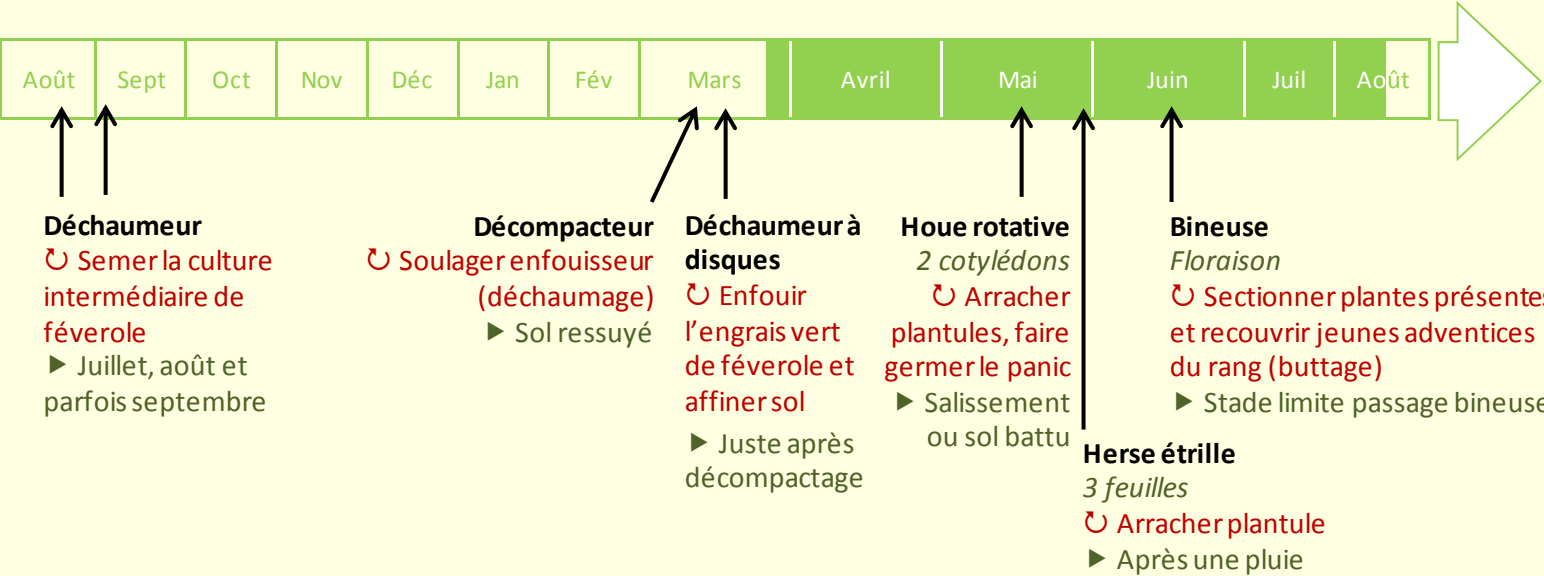
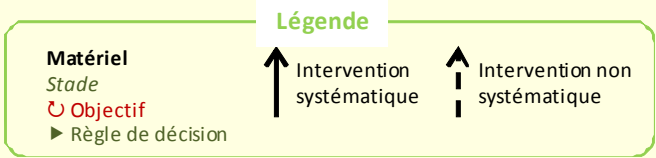
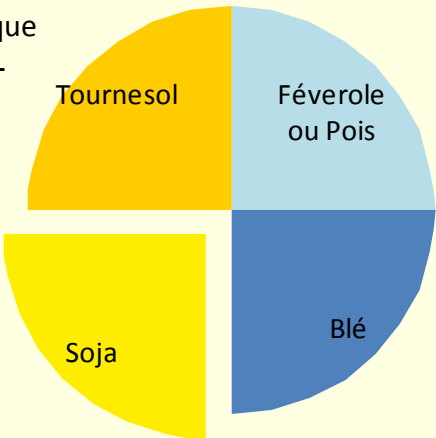
La ferme en bref

- > Polyculture - élevage (15 UGB sur 15 ha de prairies naturelles)
- > SAU : 145 ha
- > Principaux types de sol : coteaux argilo-calcaires de Gascogne
- > En AB depuis 6 ans
- > Mécanisation : 2,4 cv/ha – Herse étrille 12 m – Houe rotative 5,5 m – Bineuse 9 rangs à 55 cm

Le schéma ci-dessous présente la stratégie de gestion des adventices dans une parcelle de soja en **rotation courte**. Le soja **succède à un blé** et n'est **pas labouré**. La parcelle, dans cet exemple, est jugée **relativement propre**. Les adventices fréquemment rencontrées sont les panics, datura, morelles, et chardon.

Pourquoi cette rotation ?

Cette rotation est **courante** dans la région. Pour limiter les risques de salissement en non labour, le principe de **l'alternance** (2 cultures d'été sarclées / 2 cultures d'hiver non binées) est respecté tout au long de la rotation. Une féverole d'hiver est semée avant chaque culture de printemps comme **couvert hivernal** pour enrichir le sol en azote organique. Les prairies occupent en priorité les terres les moins fertiles, et les moins bien organisées spatialement.



Pourquoi cet itinéraire ?

Sur cette ferme en non labour, la **fertilité du sol**, qui passe par une très bonne structure des sols, est prioritaire. Cela explique l'usage de **dents profondes après engrais verts**. Après semis, la herse étrille, passée avant et après la houe rotative, est l'outil le plus utilisé. Elle permet un **désherbage précoce**, parfois au détriment de la densité de la culture. La bineuse complète l'action de la herse étrille dans l'inter-rang. Pour le désherbage, les producteurs ont un niveau d'exigence élevé. Ils interviennent **systématiquement**, en préventif et à vue. Les périodes d'intervention et les outils utilisés sont définis au préalable puis ajustés en fonction de l'état du terrain, des stades des cultures et des adventices. Les adventices ne perturbent pas les cultures, en particulier le soja, grâce à son fort pouvoir couvrant et à sa croissance rapide, dès le stade 6 paires de feuilles. Le choix du **non-labour** est bien réfléchi. Il induit cependant quelques salissements récurrents gérés manuellement. Les interventions sont globalement limitées.



Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
65	200	3,0

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

Conclusion



- > **Sécurisation du risque salissement par : les alternances dans la succession culturale ; les passages systématiques prévus ; les interventions manuelles et le matériel en triple adapté en conséquence**
- > **Implantation de légumineuses en inter-culture**



- > **Pratique du non labour à risque de salissement**
- > **Nombreux passages d'outils au printemps à cause de l'implantation d'engrais vert en inter-culture avant culture**
- > **Faiblesses des rendements, à cause de la faible densité des cultures et de la pauvreté des sols en azote, malgré des parcelles propres**

Etude de cas... d'un soja chez un céréalier en AB de Midi-Pyrénées



La ferme en bref

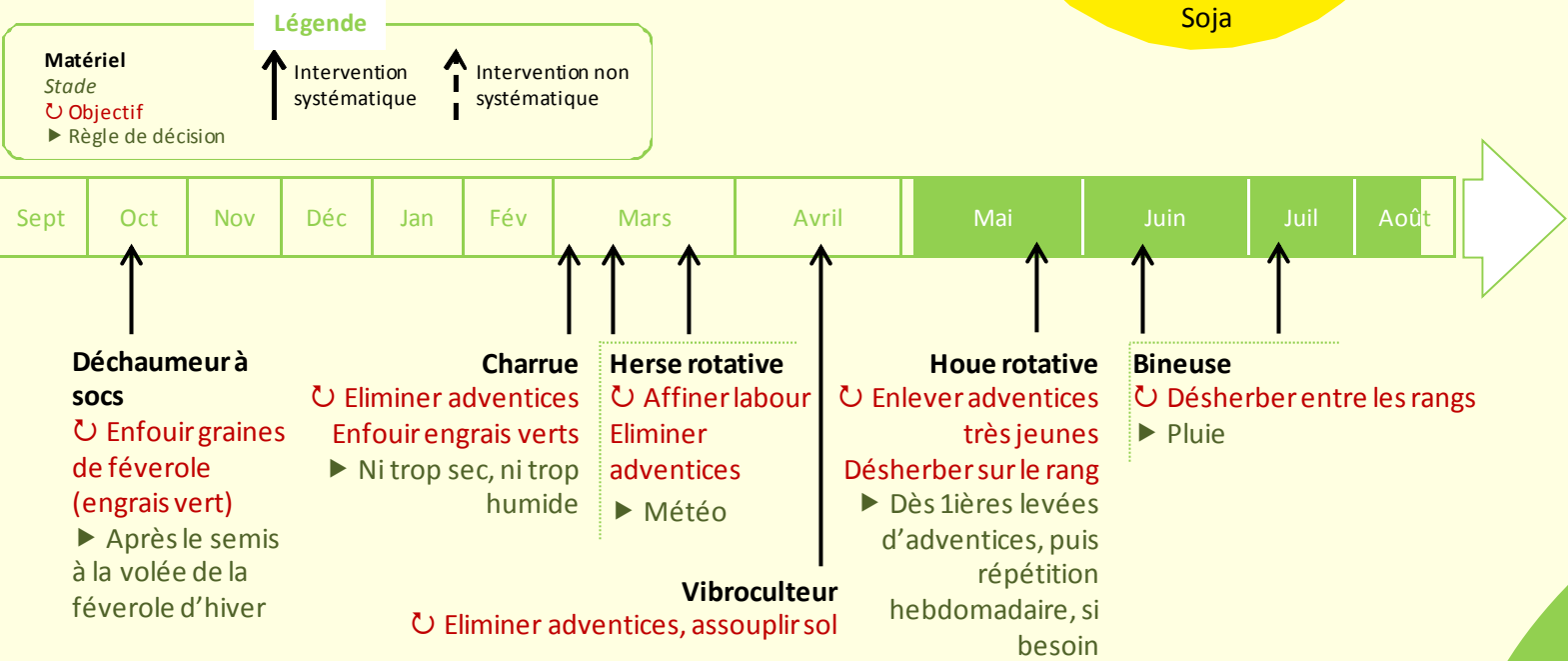
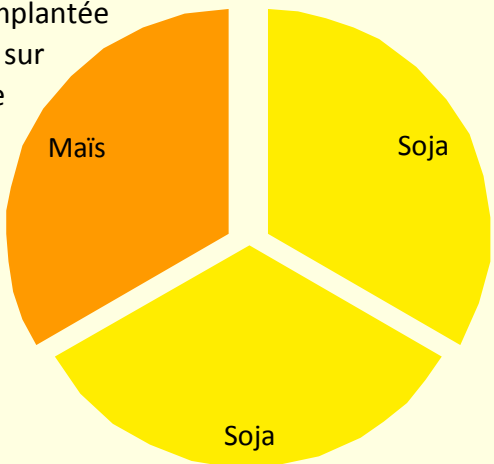
- > Céréalier
- > SAU : 71 ha irrigués
- > Principaux types de sols : sols alluviaux du bassin de l'Adour, à dominante argilo-limoneux
- > En AB depuis 8 ans
- > Mécanisation : 3 cv/ha – Ecrouteuse 4,5 m (140 ha/an) – Bineuse 6 rangs de 4,5 m (280 ha/an)

Le schéma ci-dessous présente la stratégie de gestion des mauvaises herbes dans une parcelle de soja en **rotation courte** de cultures de printemps irrigués. La parcelle est jugée relativement **propre**. Les adventices fréquemment rencontrées sont : renouée persicaire, datura, amarante, liseron et chénopode.

Pourquoi cette rotation ?

Comme souvent dans la région en **terrains inondables**, la rotation, basée sur des **cultures estivales**, dure trois ans. Le soja (35 q/ha) et le maïs (80 q/ha) dégagent des résultats et des marges élevées.

Pour protéger les sols en hiver, favoriser l'évapotranspiration au printemps et enrichir le sol en azote organique, la féverole d'hiver est systématiquement implantée comme **couvert hivernal** sur toute la ferme dès la récolte du précédent. Les graines sont enfouies par un passage de déchaumeur à socs. Au printemps, la féverole est broyée, puis les parcelles sont labourées (8 jours après broyage).



Pourquoi cet itinéraire ?

Le choix du **labour au printemps**, dans une situation jugée peu sale a priori, reste judicieux sous un angle préventif. Il permet de contrôler les germinations issues des salissements de l'année précédente et de compenser **l'absence d'alternance** de cultures printemps/hiver. Il induit plusieurs reprises à la herse rotative (affinement) qui ont l'avantage de jouer le rôle de faux-semis. D'autre part, le labour profond permet de structurer le sol.

Les producteurs interviennent **systématiquement**, en préventif et à vue, en se calant sur les stades de la culture et des adventices. En effet, pour le désherbage, les producteurs ont un niveau d'exigence élevé. Dans cette rotation de 3 ans sans alternance, après 5 ans **d'efforts souvent manuels**, les adventices sont contrôlées mais restent sous surveillance.

Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
65	250	3,9

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

Le labour impacte fortement la consommation en carburant en raison d'un débit de chantier faible (0,8 ha/h), de l'utilisation d'un tracteur puissant (160 cv) et d'une profondeur de travail importante (> 20 cm). De plus, la forte consommation de carburant et l'utilisation de la charrue sur seulement 72 ha augmentent les charges de mécanisation.

Conclusion



- > **Sécurisation du risque salissement : passages systématiques prévus, interventions manuelles et matériel de désherbage adapté**
- > **Compensation de la faible fertilisation par l'implantation de légumineuses en inter-culture**
- > **Très bons résultats techniques et économiques**



- > **Absence d'alternance de cycles culturels dans la rotation**
- > **Nombreux passages d'outils au printemps pour affiner le sol à cause des couverts végétaux conservés jusqu'au 15 mars**





FICHE 7

DÉSHERBAGE MÉCANIQUE DU TOURNESOL

■ CONTEXTE - ENJEUX

La maîtrise des adventices dans les 3 à 5 semaines qui suivent le semis du tournesol est particulièrement importante, étant donné le faible développement végétatif du tournesol à ces stades jeunes.

Des pertes importantes de rendement sont à attendre dans les situations fortement infestées : chardon des champs, chiendents et liserons pour les vivaces ; datura,

lampourde (*xanthium*), amarante, chénopode ou encore panics, sétaires et digitaires pour les annuelles.

Comme pour toutes les cultures, en « bio » ou conventionnel, la gestion mécanique des mauvaises herbes en tournesol sera plus facile si des leviers agronomiques sont activés tout au long de la rotation.

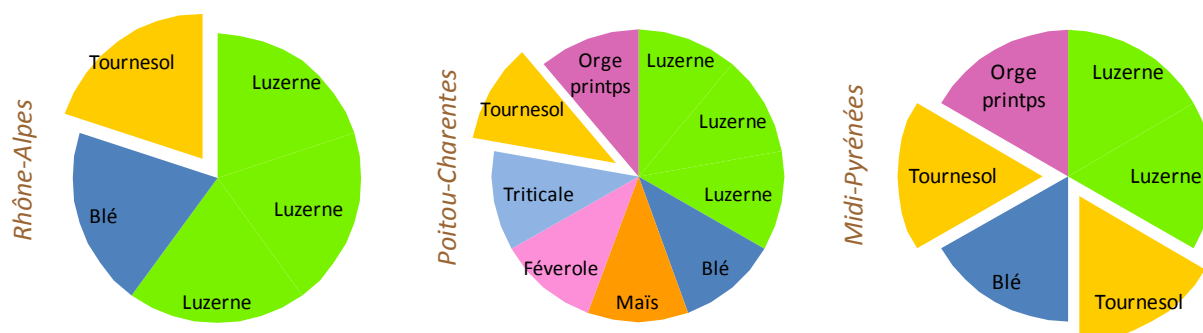
■ MÉTHODES DE LUTTE PRÉVENTIVE AVANT LA CULTURE

Le choix des parcelles et des successions culturales

A l'échelle de la rotation, l'anticipation se traduit par l'alternance de cultures à cycles biologiques différents de celui du tournesol (hiver/printemps). Cette stratégie reste la voie la plus efficace et la moins coûteuse pour contrôler le salissement des parcelles de tournesol.

En agriculture biologique, le tournesol s'intègre dans des rotations variées incluant des céréales (blé, triticales, orge, maïs, sorgho...) et des légumineuses (soja, pois, lentille, féverole, luzerne, ...) qu'elles soient d'automne ou de printemps, en sec le plus souvent mais également en système irrigué.

Exemples de rotations avec du tournesol



Source : CETIOM, CASDAR RotAB

La préparation des semis

> **Le travail du sol (déchaumage et labour)**

Comme pour toutes les cultures de printemps, le déchaumage et le labour sont deux façons culturales qui permettent de gérer les adventices avant l'implantation du tournesol. Pour limiter les risques allergisants dus au pollen, le déchaumage d'été est impératif en cas de développement d'ambrosie à feuilles d'armoise.

> **Les faux-semis**

Environ 75 % des producteurs de tournesol interviennent aux mois d'avril avec un outil à dents type vibroculteur, herse plate, herse de déchaumage ou herse étrille dans le but d'effectuer des faux-semis et/ou de détruire les levées en cours (Enquêtes CETIOM & CASDAR méca 2009).

La réussite d'un faux-semis est essentiellement liée aux conditions pédoclimatiques. Dans certains sols (limons

surtout), la mise en œuvre du faux-semis est parfois délicate : l'absence de mottes et une structure trop fine créée par de nombreux passages favorisent en effet la battance. Il est donc important d'intervenir en conditions de sol parfaitement ressuyé, avec des outils à dents non animées.

> **La date de semis**

Plus d'un agriculteur enquêté sur deux déclare reporter volontairement la date de semis du tournesol pour réaliser un ou des faux-semis avant de semer dans un sol bien réchauffé garantissant une levée vigoureuse et homogène de la culture. Dans une parcelle, l'obtention de stades homogènes de développement du tournesol permet les passages mécaniques en plein au cours des semaines suivant le semis.

Dans l'échantillon enquêté en 2009 (22 agriculteurs du Sud-Ouest), la période de semis s'étale du 15 avril au 30 mai, la médiane se situant au 5 mai (Enquêtes CETIOM & CASDAR « Désherbage mécanique » 2009).

■ MÉTHODES DE LUTTE CURATIVE EN CULTURE

Herse étrille, houe rotative (ou écroûteuse) et bineuse contribuent non seulement à débarrasser la culture des adventices, mais facilitent aussi le démarrage des plantes, notamment si les conditions pédoclimatiques sont défavorables à la croissance du tournesol.

Les programmes associant plusieurs types d'interventions mécaniques donnent d'autant plus satisfaction que ces dernières sont menées tôt et en conditions favo-

rables. Les outils fonctionnant sur toute la surface (herse étrille, houe rotative) doivent surtout être mis en œuvre pour nettoyer précocement le rang. La herse étrille est utilisée par 1 agriculteur en AB sur 2. Le recours à la houe rotative est la seule intervention possible dès la levée, particulièrement en sols battants mais aussi dès l'apparition de croutes de battance en sols tassés. La bineuse (utilisée sur 91 % de la sole de tournesol bio d'après l'enquête CETIOM 2011) complète efficacement la stratégie de désherbage.

Conditions d'utilisation des outils mécaniques

Les plages d'intervention doivent être décidées de manière à épargner le tournesol et à maximiser les chances de destruction des mauvaises herbes. Il faut envisager les passages d'outils uniquement lorsque les conditions météo sont favorables (temps sec prévu dans les jours qui suivent).

Les conditions d'utilisation de la herse étrille, de la houe rotative et de la bineuse sur la culture du tournesol sont indiquées dans les deux pages suivantes.



Passage de herse étrille à l'aveugle dans le tournesol



LA HERSE ÉTRILLE

L'étrillage est une pratique courante mais demeure, en post-levée, une opération délicate qui nécessite d'intervenir à vitesse modérée en présence de températures élevées. Les passages se réalisent préférentiellement avant la levée (à l'aveugle) ou plus rarement entre 1 et 2 paires de feuilles déployées (3 à 5 km/h maxi).

Stade tournesol	Post-semis/ Prélevée	Post-semis germé	Hypocotyle émergeant	Cotylédon	B1-B2 une paire de feuilles	B3-B4 h < 20 cm	SLP h = 20 à 40 cm
Stade adventices	Stade filament		Fortement déconseillé		Entre le stade filament jusqu'à 2-3 f		
Vitesse d'avancement	8 à 10 km/h				2-4 km/h	5 km/h	5 km/h
Agressivité des dents	Forte	Moyenne à forte			Faible	Faible à moyenne	Moyenne
Perte pour la culture	Nulle à moyenne	Nulle à moyenne	Forte		Moyenne à forte	Moyenne	Moyenne à forte

Conseils

- ▶ Important : adapter les réglages à la parcelle
- ▶ Passages en post-levée : intervenir aux heures chaudes de la journée pour ne pas abîmer les plantes, a fortiori à partir du stade 15-20 cm



LA HOUE ROTATIVE

L'outil agit sur toute sa largeur en visant les très jeunes adventices, dont il assure la destruction par arrachement et projection des mottes de terres sur lesquelles elles se trouvent.

 Stade tournesol	Post-semis/ Prélevée	Germe non émergé	Hypocotyle émergeant	Cotylédon	B1-B2 une paire de feuilles	B3-B4 h < 20 cm	SLP h = 20 à 40 cm
Stade adventices	Stade filament		Décon seillé	Stade filament, cotylédon, 1 feuille			Déconseillé
Vitesse d'avancement	15 km/h			8-10 km/h	10-12 km/h	12 à 15 km/h	
Perte pour la culture	Nulle à moyenne	Nulle à moyenne	Forte	Moyenne	Nulle à moyenne	Moyenne	Forte

LA BINEUSE



Les opérations de binage sont évidemment au cœur des stratégies de désherbage. La bineuse est l'outil de prédilection pour terminer le désherbage avant que le tournesol ne couvre l'inter-rang. En présence d'équipements destinés à protéger le rang, le premier binage peut intervenir à partir d'une paire de feuilles. Par habitude, une à deux interventions sont positionnées dans les 25 à 45 jours après le semis, en fonction du salissement. Le buttage renforce le nettoyage sur le rang, surtout en l'absence d'étrillages ou d'écroutages par la houe préalables.

Stade tournesol	Post-semis/ Prélevée	Post-semis germé	Hypocotyle émergeant	Cotylédon	B1-B2 une paire de feuilles	B3-B4 h < 20 cm	B6-B8 20 à 40 cm	SLP
Stade adventices	Inadapté				Cotylédon à 3-4 f			
Vitesse d'avancement					3-4 km/h	5 km/h	6 km/h	8-9 km/h
Perte pour la culture					Faible si équipe- ments	Nulle	Nulle	Effet buttage apprécié

■ STRATÉGIES DE DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE : DES PRATIQUES VARIÉES

Enquête réalisée en 2009/2010 sur 21 parcelles en AB principalement dans le Sud de la France

- > **Sols argileux ou argilo-limoneux (terreforts, argilo-calcaires ou argilo-limoneux non calcaires), limoneux (type boulbènes), sableux (sables de Landes)**
- > **SAU moyenne : 134 ha**
- > **Fermes converties en AB depuis plus de 10 ans**
- > **Tournesol dans des rotations assez longues, pas de retour avant 5 à 6 ans sur la même parcelle**
- > **Tournesol cultivé majoritairement en sec**
- > **Rendements variables, de 10 à 30 q/ha, avec une moyenne proche de 20 q/ha**

En moyenne, le nombre total d'interventions s'élève à 2,4 dans le groupe d'agriculteurs enquêtés en 2009. Un peu plus de 50 % des agriculteurs ont recours à la combinaison de 2 voire 3 outils différents dans leur itinéraire de désherbage tournesol. Le binôme de matériels « herse étrille / bineuse » est dominant. La moitié des agriculteurs n'utilise que la bineuse pour désherber le tournesol en AB. La houe rotative, peu utilisée en 2009, est actuellement de plus en plus présente sur les exploitations.

Mise en garde :

Les itinéraires présentés dans le schéma suivant, ainsi que ceux présentés dans les études de cas pages suivantes, sont ceux observés pour la campagne 2009 chez les agriculteurs enquêtés (22). Ils ne doivent pas être lus comme des préconisations, mais bien comme la description d'une réalité, dans des conditions pédoclimatiques données. Ils reflètent la diversité des conduites en fonction de contextes différents (sols, climats, matériel, disponibilité...).

Nombre d'agriculteurs pratiquant la technique	Semis	Levée	Cotylédons	Une paire de feuilles (B2)	Deux paires de feuilles (B3-B4)	Stade Limite de Passage de tracteur
10/22				 ET/OU  ET/OU 		
3/22						
1/22						
2/22						
1/22						
1/22						
1/22						
1/22						
1/22						
1/22						

Intervention déconseillée

Légende :



Herse étrille



Houe rotative



Bineuse

Etude de cas... d'un tournesol chez un éleveur ovin en AB de Midi-Pyrénées



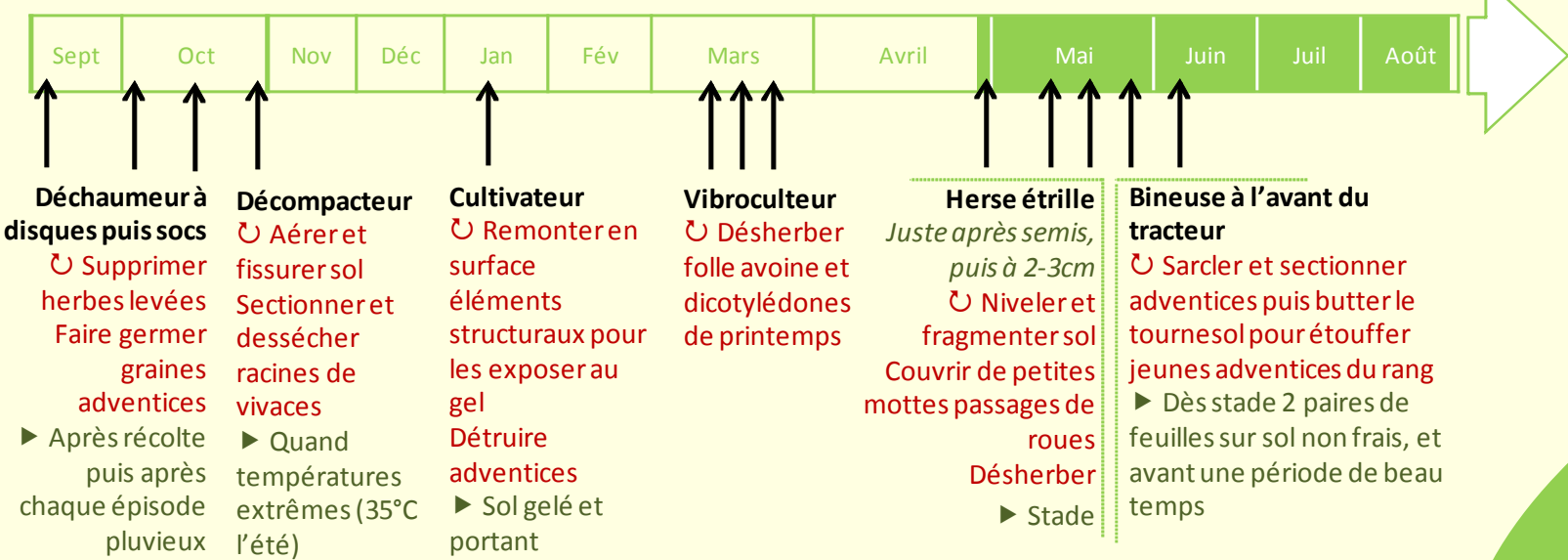
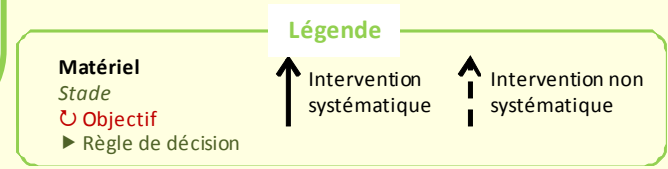
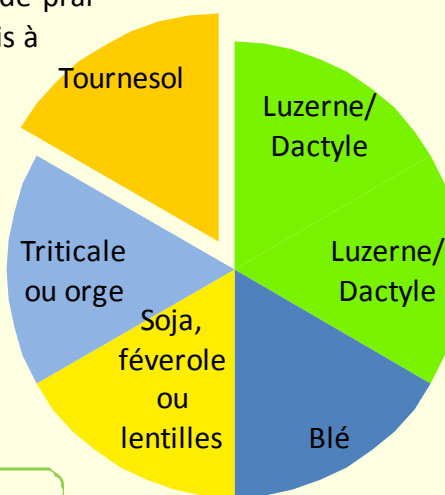
La ferme en bref

- > Polyculture-élevage ovin (70 UGB)
- > SAU : 185 ha (irrigation sur 100 ha)
- > Principaux types de sol : argilo-calcaires
- > En AB depuis 8 ans
- > Mécanisation : 2,5 cv/ha - 2 herse étrille (12 m et 4,5 m) – La herse étrille de 4,5 m est associée aux passages de la bineuse avant 7 rangs à 60 cm

Dans cet exemple, où le tournesol **succède à une céréale**, la parcelle est jugée **relativement sale**. Les adventices fréquemment rencontrées sont classiques pour ce secteur vu le contexte de production : renouée persicaire, chénopodes, amarante, xanthium, datura et chardon des champs.

Pourquoi cette rotation ?

La rotation est **courante** dans la région. Elle est longue de 6 ans et intègre une prairie de légumineuses, 60 % de cultures d'hiver et des légumineuses à graines. Cette ferme céréalnière qui possédait des cultures de légumes de plein champ avant de passer en bio, est devenue une exploitation de polyculture-élevage suite à l'installation du fils. La mise en place de prairies de **légumineuses** contribue à la fois à gérer les adventices et à maintenir la fertilité de ces sols de coteaux irrigués. Pour limiter les risques de salissement en **non labour**, le principe de l'alternance **culture été/culture d'hiver** est bien respecté et la rotation est longue.



Pourquoi cet itinéraire ?

Sur cette ferme en non labour, le souci du **maintien de la fertilité du sol** explique l'**usage de dents profondes** avant les cultures d'été et la collecte à l'extérieur de 700 T de **fumier** de cheval. Les règles de décisions (dates d'interventions et choix des outils) sont très classiques. Les agriculteurs ne raisonnent pas en fonction d'un seuil de nuisibilité. L'état du terrain, les stades des cultures et des adventices sont les facteurs qui déclenchent les passages. La **herse étrille**, passée plus de 3 fois, permet le désherbage précoce et l'incorporation des engrais azotés sous forme de poudre. La **bineuse** complète son action dans l'inter-rang. Les producteurs ont choisi de ne pas gérer manuellement les salissements récurrents dus au non labour.



Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
140	370	5,2

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

L'absence de labour induit de nombreuses interventions, ce qui désavantage les bilans énergétiques et accroît significativement le temps de travail chez ces deux éleveurs qui disposent d'une SAU moyenne. Le décompactage pèse fortement dans la balance, mais assure le contrôle des vivaces.

Conclusion

+

- > **Sécurisation du risque salissement par la luzerne et les alternances dans la succession culturale**
- > **Passages systématiques prévus**
- > **Matériel adapté**
- > **Gestion acceptable du chardon grâce aux prairies et aux décompactages**
- > **Pas d'intervention manuelle**

-

- > **Technique du non labour à risque (compensé par de nombreux passages d'outils moyennement profond avant semis)**
- > **La présence d'adventice limite sensiblement les résultats techniques de cette ferme.**

Etude de cas... d'un tournesol chez un céréalier en AB de la région Centre



La ferme en bref

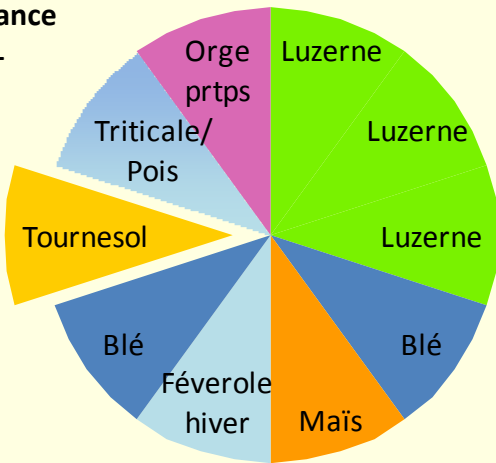
- > **Céréalier**
- > **SAU : 100 ha**
- > **Principaux types de sols : argilo-calcaires**
- > **En AB depuis 10 ans**
- > **Mécanisation : 3,1 cv/ha - Herse étrille (12 m, 160 ha/an) – Bineuse (4 m)**

Dans cet exemple, le tournesol **succède à un blé** et n'est pas labouré. La parcelle est jugée **plutôt sale**. La **folle avoine** est un problème majeur, dans le tournesol, comme dans les autres cultures de la rotation.

Pourquoi cette rotation ?

Le tournesol est une culture « **traditionnelle** » de la région. Il est peu exigeant en azote et s'intègre bien dans les rotations en AB. La valorisation de cette culture est intéressante aussi bien en circuit long qu'en circuit court sous forme **d'huile**. Il suit une céréale d'hiver et l'inter-culture longue est mise à profit pour le déstockage des graines de mauvaises herbes et la lutte contre les vivaces.

De plus, la **rotation de 10 ans**, incluant de la **luzerne**, permet de limiter la folle avoine, adventice récurrente dans ce type de sol argilo-calcaire. L'agriculteur a retenu comme fil conducteur **l'alternance cultures de printemps et d'automne**. Des exceptions sont possibles en début de rotation (proche de la luzerne).



Matériel

Stade

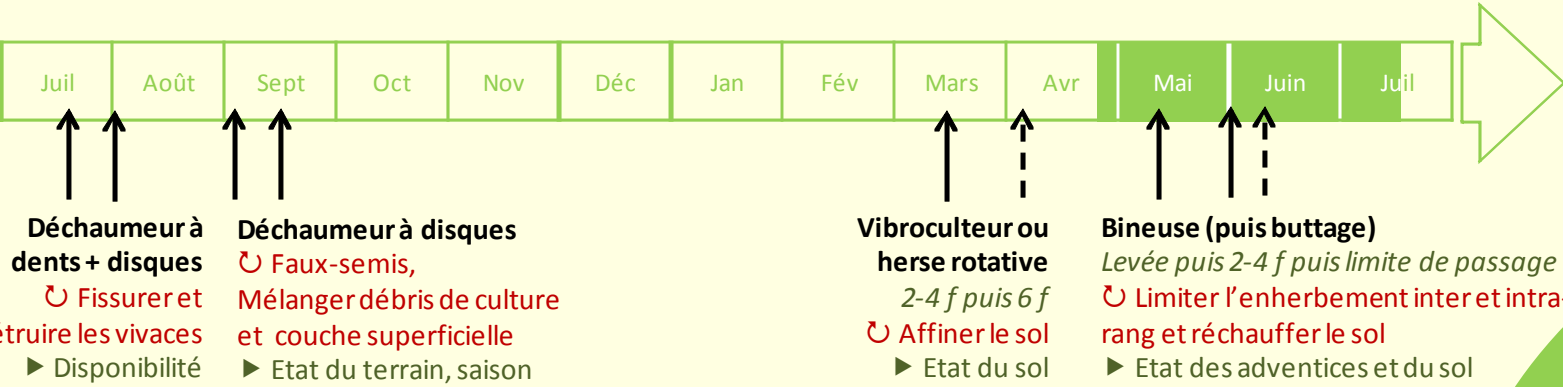
Objectif

Règle de décision

Légende

Intervention systématique

Intervention non systématique



Pourquoi cet itinéraire ?

Le tournesol est **biné** (au moins 2 fois). Le travail en inter-culture est important pour déstocker des graines de mauvaises herbes. La **luzerne** semée dans l'orge de printemps est productive dès le printemps suivant et joue bien son rôle d'étouffement sur la **folle avoine**. Pour lutter contre cette adventice, il convient aussi d'attendre suffisamment pour semer dans des sols bien réchauffés. Le tournesol est dans ce cas plus apte à faire face aux levées d'adventices.



Indicateurs économiques et environnementaux pour cet itinéraire

Consommation de carburant (l/ha)	Charges de mécanisation (€/ha)	Temps de travail (h/ha)
60	150	4,3

Ces indicateurs ont été calculés en fonction des parcs matériels et des structures des exploitations enquêtées. Ils ne sont communiqués qu'à titre d'exemples non représentatifs. Les calculs incluent le travail du sol en inter-culture et le désherbage mécanique en culture.

Le binage est peu onéreux en raison d'un débit de chantier optimisé couplé à un tracteur à faible puissance et amorti depuis longtemps. Les déchaumages, en revanche, consomment plus d'énergie que la moyenne de l'échantillon enquêté. Le nombre d'interventions paraît optimisé : les interventions d'inter-culture sont destinées à maîtriser le stock semencier et à préparer le semis du tournesol ; et le désherbage mécanique en culture se gère exclusivement au moyen d'une bineuse.

Conclusion

- +

 - > **Rotation longue**
 - > **Alternance des cultures de printemps et d'hiver**
 - > **Interventions mécaniques faciles grâce au bon ressuyage des sols**
 - > **Cultures de printemps nombreuses**
 - > **La luzerne permet un bon nettoyage des parcelles**
- - > **Risque lié à la pratique du non labour**
 - > **Levée échelonnée de la folle avoine y compris dans des cultures comme le tournesol**
 - > **Bineuse vieille et peu performante**

QUELQUES RÉFÉRENCES UTILES...

ACTA (Mamarot J., Rodriguez A.), 2011, « Mauvaises herbes des cultures » (3e édition)

Arvalis, Désherb'action, « Combiner les techniques pour un désherbage durable », 2010, recueil des communications

Chambre d'agriculture de l'Yonne, Brochure "Bien choisir et mieux utiliser ses outils de désherbage mécanique"

Hamon G., Chambres d'agriculture de Bretagne, 2003, Choisir les éléments de ma bineuse : comparaison des différents éléments de binage

ITAB—GRAB HN, 2012, Brochure "Connaitre et maîtriser les adventices sans herbicide en grandes cultures" (CASDAR "Optimiser et promouvoir le désherbage mécanique")

ITAB, 2005, Maîtriser les adventices en grandes cultures biologiques

Leturgie A., 2011, Evaluation multicritère des itinéraires techniques de désherbage mécanique en grandes cultures (mémoire Arvalis-ITAB)

Pousset J, 2003, Agricultures sans herbicides. Principes et méthodes. Ed. agridécisions

Rice E.L., 1984, Allelopathy. 2nd ed. Orlando (Florida), Academic Press, Inc., 424 p

Roberts H.A., 1984, "Weed Control Handbook: principles", 533 p.

Valantin-Morison M., Guichard L., Jeuffroy M.H., 2008, Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers les éléments de l'itinéraire technique ?. Innovations agronomiques 3, pp. 27-41

