



➤ Guide technique

AGRICULTURE INTÉGRÉE

2016-2017



aGRICULTURES
& TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE
CHAMPAGNE-ARDENNE

Sommaire

Le système de culture

Construire une rotation diversifiée	p. 1
Raisonner sa stratégie de travail du sol	p. 9
Les cultures intermédiaires.....	p. 25
Cultures dérobées fourragères	p. 29
Cultures dérobées graines.....	p. 31



Les itinéraires techniques

Choisir ses variétés de blé	p. 33
Cultiver du colza à faible niveau de charges	p. 37
Le désherbage mécanique.....	p. 44

Influence des leviers agronomiques sur la gestion des risques et la nutrition des plantes

	Gestion des risques				Alimentation des plantes
	Adventices	Maladies	Ravageurs	climat	
Succession culturale	3	2	2	2	2
Travail du sol	3	1	2	0	1
Cultures intermédiaires	1	0	1	0	2
Cultures dérobées	1	0	1	0	1
Choisir ses variétés blé	0	3	1	1	0
Pratiquer le Désherbage mécanique	3	0	0	0	0

0 : pas d'effet, 1 : effet faible, 2 : effet moyen, 3 : effet fort

Construire une rotation diversifiée



Quels objectifs recherchés ?

L'alternance des périodes de semis limite la spécialisation de la flore adventice : elle réduit ainsi beaucoup le risque de "prolifération" d'une espèce.

Certaines cultures sont peu sensibles aux bioagresseurs : leur introduction dans la succession augmente la robustesse du système de culture et son autonomie vis-à-vis des intrants chimiques.

Comment construire sa succession culturale ?

1- Diversifier les périodes de semis

pour ne pas spécialiser la flore adventice et éviter la "prolifération" d'une espèce.

On distingue 4 grandes périodes d'implantation des cultures :

- **Fin de l'été** : Colza d'hiver, lin d'hiver,
- **Automne** (octobre/novembre) : Céréales d'hiver, protéagineux d'hiver,
- **Sortie hiver** (février/mars) : céréales de printemps, protéagineux de printemps,
- **Printemps** (avril/mai) : chanvre, tournesol, maïs, sarrasin, betterave, soja,

A chaque période d'implantation correspond une flore adventice spécifique.

En général, les dicotylédones de printemps ont un stock semencier plus persistant que les graminées d'automne pour lesquelles une année de coupure suffit. La coupure entre deux cultures de printemps doit donc être plus longue.

Idéalement, la succession culturale sur une parcelle est composée de **1/3 de cultures de printemps** et de **2/3 de cultures d'automne**.

L'efficacité sur une espèce d'adventice est d'autant plus importante que la persistance de son stock semencier est faible (voir tableau TAD, p.8) et que sa période de levée préférentielle est marquée (voir tableau p.13). Ce levier sera donc plus efficace contre les graminées que contre les dicotylédones.

Par exemple :

- L'introduction d'une culture de printemps (tournesol, chanvre) dans une rotation Colza/Blé/Escurgeon réduit la pression en vulpins ou brômes,
- Le retour du colza tous les 5-6 ans au lieu de 3 ans réduit fortement les problèmes de géraniums.

2- Respecter les délais de retour des cultures

et éviter les précédents à risque. (voir tableau p 8.)

3- Introduire des cultures peu sensibles aux bioagresseurs

qui dépendent moins des produits phytosanitaires (ex : tournesol, chanvre, sarrasin, voir tableau 1 p.4 et 7)

4- Introduire des cultures étouffantes ou nettoyantes

qui réduisent la pression en adventices annuelles ou vivaces.

- **Pour étouffer :**

Planter du **chanvre, seigle, sarrasin** ou du **triticale** ; secondairement, planter de l'orge de printemps (en terres profondes), avoine et escourgeon ou favoriser le développement du colza.

Les plantes étouffantes ne sont efficaces que dans les situations de salissement modéré et uniquement contre les annuelles. Elles n'ont qu'une faible efficacité sur les plantes grimpantes telles que le gaillet ou la renouée liseron.

Le caractère étouffant des cultures sera moins favorable sur les terres à cailloux, hydromorphes, les buttes de craie ou les secteurs tardifs (froid).

En complément, la culture étouffante peut être désherbée mécaniquement en plein. On bénéficie ainsi de 2 leviers non chimiques : lutte mécanique et atténuation par la culture étouffante.

- **Pour nettoyer :**

Planter des cultures fauchées régulièrement : **luzerne, trèfle, prairies temporaires, ...**

Les plantes nettoyantes sont très efficaces sur tous les types d'adventices (vivaces et annuelles).

Ces cultures peuvent être semées au printemps sous couvert d'une céréale (stade tallage), d'un maïs (stade 8-10 feuilles), d'un tournesol (stade limite passage tracteur) ou d'une féverole de printemps (stade 6-8 feuilles). Les techniques de semis sont évoquées dans la fiche "Semer des cultures dérobées à récolter en fourrage".

Exemples de successions culturales

Exemples de succession sur 6 ans en **système intégré** :

- en limon argileux : Betterave – Orge de printemps – Pois d'hiver – Blé – Colza – Blé
- en terre colorée superficielle : Colza – Blé – Orge de Printemps- Tournesol – Blé – Escourgeon.

Exemple de succession sur 8 ans en **Agriculture Biologique** :

Luzerne ou trèfle – Luzerne ou trèfle – Blé – Triticale - Féverole printemps – Blé – Sarrasin – OP

Les points clé de la succession bio :

- Le rôle de la luzerne en début de succession est de nettoyer la parcelle par des fauches successives et de fixer de l'azote.
- Le Blé suit les légumineuses pour exploiter l'azote fixé.
- Après le blé, le triticale et le sarrasin expriment leur pouvoir de concurrence vis-à-vis des adventices.
- La féverole de printemps fixe de l'azote en milieu de rotation et permet le recours au binage.
- Sur la rotation de 8 ans, on dénombre 3 implantations de printemps.



Notre avis

⇒ En craie et limons profonds

- les rotations sont souvent assez bien équilibrées et n'ont pas forcément besoin d'être modifiées,
- il faut toutefois veiller à ne pas revenir trop souvent en culture de printemps pour éviter les problèmes d'adventices de printemps (chardons, dicotylédones),
- l'introduction de luzerne, sainfoin ou chanvre améliore l'autonomie des systèmes vis-à-vis des intrants (azote, herbicides...).

⇒ En terres superficielles

- l'allongement de la rotation pose des problèmes économiques car les cultures de printemps introduites dans la succession ont souvent un potentiel de production réduit,
- il est important de ne pas s'arrêter à la rentabilité directe des cultures de printemps introduites. Le calcul de la marge économique doit être réalisé à l'échelle de la rotation. Ce calcul prend alors en compte le résultat de la culture nouvelle mais aussi les économies de charges et les gains de productivité qu'elle permet sur les autres cultures de la rotation,
- profiter de débouchés locaux : luzerne, sainfoin, contrats de multiplication, chanvre, élevage...

⇒ Dans les zones d'élevage, l'allongement de la rotation peut être facilité par l'introduction de cultures fourragères,

Exemples régionaux :

- dans les terres argileuses du nord des Ardennes, des agriculteurs testent des rotations du type Trèfle (2 ans) – blé – maïs – avoine – blé – escourgeon,
- en Haute-Marne, des agriculteurs introduisent des luzernes pendant 4 à 5 ans sur les terres à cailloux et limite le retour du colza.

⇒ Avantages et inconvénients de quelques cultures pouvant être introduites : tableau p. 4 à 7



TABLEAU 1
Caractéristiques des principales cultures de diversification

	AVANTAGES	INCONVENIENTS / LIMITES	COMMERCIALISATION	Dépendance à l'AZOTE	
				Aux PP	
ASSOCIATION CEREALES-PROTEAGINEUX <i>Semis mars ou octobre</i>	Peu sensible aux maladies. Espèce étouffante vis-à-vis des adventices (avoine, triticale). Fourrage équilibré (UF/protéines). Plusieurs associations possibles.		Débouchés limités à l'alimentation du bétail en autoconsommation. (sauf si triage)	0	0
AVOINE DE PRINTEMPS <i>Semis février – mars</i>	Tolérance aux maladies (sauf rouille) Effets allélopathiques.		Débouchés limités (floconnerie). Production à contractualiser.	1	1
CHANVRE <i>Semis avril</i>	Espèce étouffante sans ravageur ni maladie inféodée. Bon comportement en terres superficielles.	Espèce hôte de l'orobanche rameuse. Nécessite une fertilisation importante (PK surtout). Récolte nécessitant matériel spécifique et main d'œuvre.	Marché en développement. Production contractualisée avec achats de parts sociales. Rémunération régulière sur la paille et le chenevis.	0	2
DACTYLE, FÉTUQUE PORTE GRAINE <i>Semis avril sous couvert de lin, Tournesol ou OP</i>	Valorisent bien les terres calcaires superficielles. Restituent de la matière organique au sol. Charge en travail assez faible : Cultures en place 2 ans nécessitant peu d'intervention, notamment en 2 ^{ème} année. Possibilité de valoriser des pré-coups en fourrage.	Récolte délicate et prioritaire, pas adaptée aux sols pentus et caillouteux. Forte sensibilité à l'égrenage pour le dactyle. Bon contrôle des adventices (rumex, folle avoine...) nécessaire en 1 ^{ère} année. Gestion des résidus parfois difficile avant l'implantation de la culture suivante.	Débouchés limités. Production contractualisée soumise à des normes de qualité. Prix rémunérateurs et stables. Capacité de séchage et de stockage à la ferme obligatoire.	1 à 2	2
FÉVEROLE <i>Semis novembre ou mars</i>	Fixation d'azote. Culture pouvant être binée.	Espèce peu couvrante. Forte sensibilité à la bruche et à la rouille. Productivité très altérée en situation de stress hydrique : culture pas adaptée aux terres superficielles.	Débouchés assurés. Prix fluctuant lié à celui du blé et des tourteaux. Débouché en alimentation humaine plus rémunérateur mais plus exigeant au niveau qualitatif.	3	0
LENTILLE <i>Semis mars</i>	Fixation d'azote. Bon comportement en sols calcaires ou en sols superficiels.	Espèce dont la récolte n'est pas adaptée aux sols caillouteux. Couverture tardive du sol offrant peu de concurrence aux adventices.	Débouché pour l'alimentation humaine en croissance mais limité. Culture à produire sous contrat Prix moins fluctuant que celui du pois.	3	0
LIN <i>Semis avril ou septembre</i>	Très bonne culture pour planter sous couvert une graminée porte graines en avril.	Espèce très peu couvrante.	Débouchés limités. Production contractualisée. Prix assez réguliers	2 à 3	1

0 : dépendance nulle

1 : dépendance faible

2 : dépendance moyenne

3 : dépendance élevée

PP : produits phytosanitaires



	AVANTAGES	INCONVENIENTS / LIMITES	COMMERCIALISATION	Dépendance à l'AZOTE	
				Aux PP	
<p>LUZERNE <i>Semis mars-avril ou juillet ou sous couvert d'une céréale (avril)</i></p>	<p>Fixation d'azote. Les fauches successives permettent de nettoyer les parcelles ly compris vivaces). Pas de sensibilité maladie connue. Bon comportement en situation séchantante. Faible charge en travail (culture en place 3 ans)</p>	<p>Se développe mal dans les sols acides ; ne pas la cultiver en pH<6,5 ou en sol hydromorphe. Récolte délicate.</p>	<p>Débouchés limités : production contractualisée avec une unité de déshydratation ou consommée par un élevage.</p>	1	0
<p>MAIS <i>Semis avril - mai</i></p>	<p>Economie en phytosanitaires (pas de fongicide ni de régulateur). Culture pouvant être binée.</p>	<p>Vecteur de la fusariose. Couverture tardive du sol offrant peu de concurrence aux adventices. Récolte en grain tardive : difficulté de semer des céréales à paille (nord région). Nécessite un équipement de récolte spécifique. Frais de séchage parfois élevés.</p>	<p>Débouchés assurés. Plusieurs débouchés possibles (grain ou ensilage). Prix du grain très fluctuant.</p>	1	3
<p>ORGE DE PRINTEMPS <i>Semis février - mars</i></p>	<p>Peu de ravageurs pénalisants (sauf tordeuse). Développement rapide offrant une concurrence efficace vis-à-vis des adventices en situations non séchantes.</p>	<p>Nécessite une implantation en très bonnes conditions ce qui est parfois difficile en février/mars sur sol argileux. Développement peu rapide en situations séchantes : effet concurrentiel limité sur adventices.</p>	<p>Débouchés assurés. Prix du grain très fluctuant. Débouché brassicole : prix très impacté par la qualité de la récolte</p>	2	2
<p>POIS HIVER <i>Semis fin octobre - début novembre</i></p>	<p>Fixation d'azote. Peu sensible aux ravageurs. Récolte précoce qui permet l'implantation d'une dérobée.</p>	<p>Développement difficile en sol battant ou crayeux. Assez sensible au gel. Espèce très sensible à l'antracnose. Sensible au déchaussement et à la carence ferrique en sortie d'hiver en craie.</p>	<p>Débouchés assurés. Prix fluctuant lié à celui du blé et des tourteaux. Débouché en alimentation humaine plus rémunérateur mais plus exigeant au niveau qualitatif.</p>	2	0
<p>POIS PRINTEMPS <i>Semis mars</i></p>	<p>Fixation d'azote.</p>	<p>Sensible à de nombreux ravageurs. Couverture du sol tardive. Productivité régulièrement limitée par les excès thermiques à floraison (juin) ou le stress hydrique.</p>		3	0



	AVANTAGES	INCONVENIENTS / LIMITES	COMMERCIALISATION	Dépendance à l'AZOTE	
				Aux PP	
<p>SAINFOIN Semis mars-avril ou juillet ou sous couvert d'une céréale (avril)</p>	<p>Fixation d'azote. Les fauches successives permettent de nettoyer les parcelles ly compris vivaces). Fourrage riche, appétent et non météorisant. Se développe sur sols calcaires (jusqu'à pH=8) et peu profonds. Peut être associé à une graminée pour un fourrage équilibré.</p>	<p>Sensible aux excès d'eau. Sensible au piétinement.</p>	<p>Débouchés limités : sous contrat ou pour l'alimentation du bétail en autoconsommation.</p>	1	0
<p>SARRASIN Semis mai-juin</p>	<p>Couverture rapide du sol assurant une bonne compétition vis-à-vis des adventives. Valorise bien les terres superficielles.</p>	<p>Récolte parfois délicate, facilitée par les gelées. Séchage rapide des graines obligatoire.</p>	<p>Débouchés limités. Prix très fluctuants. Production à contractualiser</p>	0	1
<p>SEIGLE, ÉPEAUTRE Semis octobre</p>	<p>Espèces étouffantes vis-à-vis des adventives. Peu exigeantes. Effets allélopathiques (seigle)</p>	<p>Culture appétente pour les limaces.</p>	<p>Débouchés limités.</p>	3	3
<p>SOJA Semis avril - mai</p>	<p>Fixation d'azote. Culture pouvant être binée.</p>	<p>Très sensible à la concurrence des adventives. Se développe mal dans les sols acides. Inoculum au semis obligatoire Sensible à la sécheresse. Nécessite une somme de températures importante.</p>	<p>Filière non OGM en développement au niveau national.</p>	1	0
<p>TOURNESOL Semis avril</p>	<p>Peu d'insectes ravageurs connus (sauf pucerons). Sensibilité aux maladies généralement gérée par la génétique. Culture adaptée au binage. Assez bon comportement en sols colorés superficiels.</p>	<p>Culture appétente pour les oiseaux et limaces aux stades jeunes ; risques de dégâts élevés si la levée est lente. Couverture tardive du sol offrant peu de concurrence aux adventives. Mauvais comportement en sols crayeux superficiels. Difficulté de récolte les automnes pluvieux.</p>	<p>Débouchés assurés. Prix de vente lié à celui du colza.</p>	1	1



	AVANTAGES	INCONVENIENTS / LIMITES	COMMERCIALISATION	Dépendance à l'AZOTE	
				Aux PP	
TRÈFLE VIOLET <i>Semis mars-avril ou juillet ou sous couvert d'une céréale (avril)</i>	Fixation d'azote. Les fauches successives permettent de nettoyer les parcelles (y compris vivaces). Pas de sensibilité maladie connue. Espèce étouffante vis-à-vis des adventives. Fourrage riche en protéines. Peut être associé à une graminée pour un fourrage équilibré	Sensible à la sécheresse.	Débouchés limités à l'alimentation du bétail en autoconsommation ou porte graine.	0	0
TRITICALE <i>Semis octobre</i>	Espèce étouffante vis-à-vis des adventives. Très bon comportement en précédent paille.	Sensible à la rouille et à la verse	Débouchés limités à l'alimentation du bétail en autoconsommation.	3	3
VESCE PORTE GRAINE <i>Semis mars</i>	Fixation d'azote Valorisent bien les terres légères superficelles.	Récolte délicate et prioritaire, peu adaptée aux sols pentus et caillouteux.	Débouchés limités. Production contractualisée soumise à des normes de qualité. Prix stables.	3	0



TABLEAU 2
Délai de retour des principales cultures

CULTURE	BIOAGRESSEUR FAVORISE SUR LA PARCELLE	CULTURE SUIVANTE A ÉVITER	DÉLAI DE RETOUR MINIMAL	DÉLAI DE RETOUR CONSEILLE
AVOINE	Piétin verse, charbon	Avoine	2	2
BETTERAVE	Nématodes	Betterave	3	5
BLE D'HIVER	Piétin verse, piétin échaudage, charbon	Blé d'hiver	2	2
CHANVRE	Orobanche	aucun	1	2
COLZA	Sclérotinia, Limace	Colza, tournesol, légumineuses, betterave	3	5
FÉVEROLE, POIS	Anthracnose, aphanomycès (uniquement sur pois)	Féverole, pois	5-6	5-6
LUZERNE		Luzerne	4	4
MAÏS	Fusariose, piétin échaudage	Blé d'hiver	1	3
ORGE DE PRINTEMPS	Piétin verse, piétin échaudage, charbon, mosaïque	Blé d'hiver, (orge de printemps, orge d'hiver)	1	2
ORGE D'HIVER	Piétin verse, piétin échaudage, charbon, mosaïque	Blé d'hiver, orge d'hiver, orge de printemps	1	2
POMME DE TERRE	Rhizoctone violet	Betterave, pomme de terre	5	5
PRAIRIE TEMPORAIRE	Taupins	Culture qui ne valorise pas l'azote		
SEIGLE		Blé	2	2
TOURNESOL	Sclérotinia	Colza, tournesol, légumineuses	3	5-6
TRITICALE	Piétin verse, piétin échaudage, charbon	Blé d'hiver, triticale	2	2

Raisonner sa stratégie de travail du sol

Diagnostiquer et agir sur les problèmes de sol

Un sol cultivé est inévitablement soumis à des interventions "artificielles" plus ou moins intensives qui peuvent limiter sa fertilité : chantiers de semis, de récolte, d'épandage,... Il est donc essentiel d'apprendre à l'examiner pour repérer les éventuels problèmes à corriger.

Méthode :

- Se placer dans une zone représentative de la parcelle en veillant à s'écartier des zones de passage de matériel ;
- Observer la surface en plusieurs points ;
- Effectuer une observation de sol par l'une des trois méthodes ci-dessous :

o Le **sondage à la bêche** qui reprend le principe du pénétromètre, mais avec un outil très courant (utiliser idéalement un louchet maraîcher : fer moins large et plus long). Le principe consiste à enfoncer une bêche en différents points d'une parcelle et à estimer la résistance du sol à cet enfoncement. Ce test très simple, donne une idée rapide sur la compaction du sol.

o Le **profil de sol "simplifié"** effectué avec cette même bêche (ou louchet) dans une ou plusieurs zones repérées précédemment. Le profil est de dimensions modestes (\approx 0,5 à 1 m de long x 1 à 2 largeurs de bêche x 1 à 1,5 profondeur de bêche) mais donne des indications complémentaires sur les variations de structure et de texture, l'enracinement, la présence de galeries de vers de terre,...

o Le **profil PEPONE** : méthode récente qui nécessite l'emploi d'un télescopique équipé d'un lève palettes. On enfonce les bras dans le sol... puis on les remonte à hauteur "d'homme". Efficace contre les courbatures !



- Utiliser la grille détaillée (jointe à ce guide) pour évaluer l'état actuel du sol : dans cette grille, chaque paramètre observé est noté de 1 (très mauvais) à 5 (très bon). La note globale correspond à la somme des notes intermédiaires



Décider de la stratégie de travail du sol

Cas 1 : Corriger les défauts de structure en profondeur

Je veux	Outils à privilégier	Autres possibilités	Conseils
Fissurer et ameublir sous la zone habituellement travaillée (≥ 30 cm)	Décompacteur, cultivateur lourd <i>Bâti : bi ou tri poutres</i> <i>Dégagement minimum : 70 à 120 cm</i> <i>Dents droites + socs à pointes ou à pointes décalées</i> <i>Dents obliques + socs à pointes</i>	--	- Dents et disques : privilégier un profil travaillé régulièrement (cf. nombre de dents ou de disques ; croiser les passages,...) - Disques : en absence de vivaces
Fissurer et ameublir la zone travaillée (≤ 20 cm) <i>Ex. Restructurer un profil, perturber les rongeurs</i>	Cultivateur lourd ou léger <i>Bâti : bi x poutres</i> <i>Dégagement minimum : 50 à 70 cm</i> <i>Dents droites + socs à pointes ou pointes décalées</i> <i>Dents obliques + socs à pointes</i>	Charrue 12 ou 14''	- Charrue : en l'absence de résidus en surface. Sinon, mulcher au préalable (voir cas 3)

Cas 2 : Travailler le sol en surface

Je veux	Outils à privilégier	Autres possibilités	Conseils
Fissurer et ameublir en surface (≤ 10 cm)	Cultivateur léger <i>Bâti : x poutres</i> <i>Dégagement minimum : <40 à 60 cm</i> <i>Dents droites + socs à pointes, droits ou à ailettes</i>	Déchaumeur à train de disques, déchaumeurs à disques indépendants <i>Disques concaves lisses (ou crénelés)</i> Charrue déchaumeuse (10 ou 11'')	- Dents et disques : privilégier un profil travaillé régulièrement (cf. nombre de dents ou de disques ; croiser les passages,...) - Disques : en absence de vivaces
Affiner en surface <i>Ex. Préparer un lit de semence (5 à 10 cm), perturber les limaces, ...</i>	Vibroculteur <i>Bâti : x poutres</i> <i>Dégagement minimum : <40 à 60 cm</i> <i>Dents droites ou incurvées + socs droits ou à ailettes</i> Herse classique <i>Dents droites</i> Bêches roulantes	Déchaumeur à disques indépendants <i>Disques concaves lisses (ou crénelés)</i>	- Charrue : en l'absence de résidus en surface. Sinon, mulcher au préalable (voir cas 3)
Affiner en surface <i>Ex. Faire germer des graines adventices (< 5 cm) = Faux semis</i>	Herse étrille, herse de déchaumage <i>Dents inclinées vers l'arrière</i>	Bêches roulantes Vibroculteur <i>Bâti : x poutres</i> <i>Dégagement minimum : <40 à 60 cm</i> <i>Dents droites ou incurvées + socs droits ou à ailettes</i> Déchaumeur à disques indépendants <i>Disques concaves lisses (ou crénelés)</i>	Idem conseils précédents + rappuyer après chaque passage ⇒ faux semis

Dans quelles conditions travailler mon sol ?

Le travail du sol doit être effectué idéalement lorsque le sol est ressuyé. Pour cela, il suffit d'estimer sa consistance en prélevant de la terre dans les horizons qui doivent être travaillés. Les mottes ainsi prélevées doivent pouvoir être émiettées sans forcer (sol dur) ou sans coller aux doigts (sol plastique) :

- ⇒ Sol dur : le travail du sol est possible mais sera peu efficace (difficultés de pénétration et d'émiettement) ;
- ⇒ Sol friable (ou très légèrement collant en sol argileux) : le travail du sol est recommandé ;
- ⇒ Sol plastique : le travail du sol est déconseillé (risques de lissage, notamment en sol argileux).

Cas 3 : détruire et/ou incorporer des matières dans le sol

Je veux	Outils à privilégier	Autres possibilités	Conseils
Incorporer des chaumes et résidus végétaux de faible biomasse (< 0,5 kg/m ²)			Incorporer de manière superficielle (maxi 10 cm) puis semer
Incorporer des chaumes et résidus végétaux de forte biomasse (> 0,5 kg/m ²) avec un délai court entre récolte et semis suivant	Cultivateur lourd ou léger <i>Bâti : x poutres</i> <i>Dégagement minimum : 50 à 70 cm</i> <i>Dents incurvées + socs à pattes d'oie ou à ailettes</i>	Déchaumeurs à disques indépendants	1 - Détruire en surface (broyer, faucher) 2 - Puis incorporer en 1 fois = labourer
Incorporer des chaumes et résidus végétaux de forte biomasse (> 0,5 kg/m ²) avec un délai long entre récolte et semis suivant	Privilégier un profil travaillé régulièrement (cf. nombre de dents; croiser les passages, ...)	Déchaumeur à train de disques, (si absence de vivaces) <i>Disques concaves crénelés (ou lisses)</i>	⇒ Mulcher : 1 - détruire en surface (broyer, faucher, rouler) 2 - Incorporer = déchaumer de plus en plus profond (+ 5 cm, délai de 8-15 j entre 2 interventions) 3 - Éventuellement labourer
Incorporer des amendements calcaires ou organiques dans le sol	Cultivateur lourd ou léger Vibroculteur <i>Bâti : x poutres</i> <i>Dégagement minimum : < 40 à 70 cm</i> <i>Dents incurvées + socs droits ou à ailettes</i>	Charrue 10 à 14''	⇒ Mulcher : incorporer de plus en plus profond

Cas 4 : enfouir en profondeur (à + de 15 cm)



Je veux	Outils à privilégier	Autres possibilités	Conseils
Enfouir des graines d'adventices (> 15 cm) <i>Ex. Graines de graminées à TAD élevé</i>	Charrue 12 ou 14'' équipée de rasettes	--	1 - Facultatif : Répéter les faux semis (voir « Cas 2 ») 2 - Puis enfouir (> 15 cm)

Cas 5 : lutter contre des vivaces

Je veux	Outils à privilégier	Autres possibilités	Conseils
Détruire des rumex (10 à 20 cm)	Cultivateur lourd ou léger <i>Bâti : x poutres</i> <i>Dégagement minimum : 50 à 90 cm</i> <i>Dents incurvées + socs à pattes d'oie ou à ailettes'</i>	--	1 - Scalper sous les bourgeons des rumex et les extirper 2 - Les laisser sécher en surface 3 - Renouveler en croisant les passages
Détruire des chardons et des lisérons (10 à 20 cm)	Cultivateur lourd ou léger <i>Bâti : x poutres</i> <i>Dégagement minimum : 50 à 90 cm</i> <i>Dents incurvées + socs à pattes d'oie</i>	Charrue (labour fin été)	Dents (scalper et extirper) : - Répéter des déchaumages <u>de plus en plus profonds</u> et croisés ; - Équiper l'outil d'une barre niveleuse (ou désherbeuse) ou d'un rotor animé
Détruire des chiendents (10 à 15 cm)	Cultivateur lourd ou léger <i>Bâti : x poutres</i> <i>Dégagement minimum : 50 à 70 cm</i> <i>Dents incurvées + socs droits</i>	--	1 - Extirper, laisser sécher en surface 2 - Renouveler en croisant

Zoom : Le travail du sol et la gestion des adventices

Les différentes opérations culturales mentionnées dans la partie précédente ont des conséquences sur la dynamique des bioagresseurs du sol et notamment sur le stock semencier.

	FAIRE LEVER DES ADVENTICES PENDANT L'INTER-CULTURE	DÉTRUIRE DES ADVENTICES LEVÉES	DÉTRUIRE DES GRAINES A DURÉE DE VIE COURTE	LIMITER LES POPULATIONS DE LIMACES	CRÉER DES CONDITIONS DÉFAVORABLES A LA LEVÉE DES ADVENTICES DANS LA CULTURE	LIMITER LES POPULATIONS DE RONGEURS
Déchaumage superficiel < 5 cm puis roulage	++	0/++	0	++	0	0/+
Déchaumage profond >10 cm	+	+ / ++	0	+	0	++
Labour	0	++	++	-/+	0	++
Semis Direct sous couvert	0	0	0/+	-/0	++	-
- : Effet aggravant 0 : Effet nul + : Effet plutôt favorable ++ : Effet nettement Favorable						

Le faux semis

Principe

Épuiser le stock semencier superficiel (déstockage) en stimulant la levée des adventices et des repousses puis les détruire durant l'interculture.

Mise en œuvre

- Réaliser des faux semis **durant la période de levée préférentielle** de l'adventice visée.

Période de levée préférentielle	Adventices
Dominante automne-hiver	Vulpin, Brôme stérile, Ray-grass Bleuet, Coquelicot, Gaillet, Géraniums, Véronique feuille de lierre
Dominante printemps-été	Amarante, Arroche, Chénopode, Ethuse, Fumeterre, Laiterons, Morelle, Renouées
Toute l'année	Pâturins Capselle, Véronique de Perse, Matricaire, Laiteron

Exemple : sur vulpin, brôme ou gaillet, les faux semis réalisés entre mi-septembre et fin octobre sont les plus efficaces

Dans une succession colza – blé, il est souhaitable de réaliser un premier faux semis dès la récolte du colza pour faire lever les repousses en bénéficiant de l'humidité résiduelle et un deuxième début octobre pour déstocker les vulpins.

- Pour faire germer : travailler à faible profondeur pour affiner la surface avec un outil adapté (voir p. 9 "Travailler le sol en surface"). Rappuyer aussitôt afin d'améliorer le contact sol-graines. L'idéal est de réaliser l'intervention sur sol ressuyé avant une pluie.

- Puis détruire les adventices ou repousses levées avec des outils capables de déchausser les adventices sur toute la largeur de travail (voir p. 10 "Détruire et ou incorporer des matières dans le sol"). L'idéal est de réaliser la destruction pendant une période sèche.
- Lors de la dernière façon culturale, ne pas descendre en dessous de la zone travaillée lors des faux semis précédents pour éviter de remonter des graines.

Levier complémentaire

Contre les graminées automnales, un décalage de la date de semis des céréales d'automne favorise globalement l'efficacité des faux semis.

Contraintes - Limites

- Seules les adventices sans dormance ou à dormance levée sont capables de germer durant la période de réalisation du faux semis.
- Les faux semis sont un levier agronomique irrégulier car peu efficaces les années sèches (levées difficiles), ou très humides (conditions de passage des outils, destruction mécanique des levées peu efficace).
- Attention aux profondeurs de travail, au choix du matériel et aux périodes de mise en œuvre : il ne doit pas être trop proche du semis (éviter les levées décalées d'adventices dans la culture) ; lors des dernières façons culturales ou lors du semis, ne pas travailler en dessous de la zone travaillée (éviter de remonter des graines non déstockées).
- L'obligation de mise en place de couverts en interculture (CIPAN) peut jouer un rôle pour étouffer les adventices. Par contre, elle rend plus délicate la réalisation de faux semis : un compromis doit donc être trouvé entre l'implantation précoce de la CIPAN (favoriser son développement) et la mise en œuvre du faux semis.

Le labour

La question fait débat... et ce n'est pas nouveau. Il est reproché au labour :

- D'être gourmand en temps et en carburant... Mais c'est aussi valable pour les techniques qui combinent des répétitions de passages d'outils profonds et superficiels ;
- De créer des zones de compaction (semelles de labour)... Que l'on observe aussi très fréquemment dans tous les sols travaillés à profondeur constante et répétée (profonde ou superficielle)
- De détruire la vie du sol... Au même titre que tous les travaux du sol trop intensifs ;
- De diluer la Matière Organique... Un résultat validé dans des essais de longue durée "labour – non labour", mais avec un bémol : le labour dilue ; le non-labour concentre en surface. Par contre dans les deux cas, la teneur en MO d'un horizon 0-20 cm ne varie pas. Il y a donc une dilution mais pas de disparition. L'enrichissement d'un sol en MO est uniquement lié à l'implantation de couverts, aux apports d'amendements organiques, à la diversité des cultures, à la restitution des pailles... ce qui est fortement conseillé dans tous les systèmes.

Mais le labour est un atout incontournable dans la **lutte contre les graminées** (cf photos) car c'est la seule technique capable d'enfouir des graines à une profondeur régulière d'au moins 15 cm.

Cet objectif est, à notre avis, le seul qui rend "supportables" les inconvénients du labour.

Intérêt du labour sur graminées (agrostis) Essai en bandes Blé Pays Othe – Aube - 2012



Bande implantée en TCS



Bande implantée sur labour

Quand et comment utiliser le labour ?

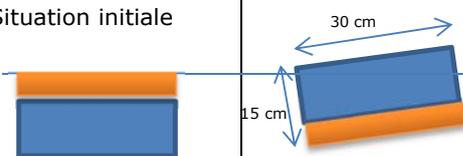
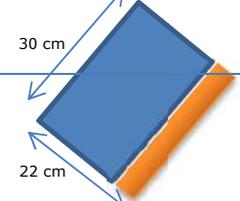
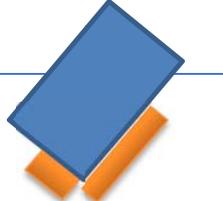
• Le labour doit être utilisé **exclusivement** dans l'objectif **d'enfouir des graines** d'adventices à faible durée de vie (TAD > 70%).

Taux Annuel de Décroissance	Durée de vie dans le sol	Adventices	Effet du labour
90 à 100%	Disparition quasi totale en 1 à 2 ans	Brôme stérile, Tussilage	Très efficace
70 à 90%	Disparition quasi totale en 3 à 5 ans	Bleuet, Digitale, Folle avoine*, Gaillet, Panic, Ray-grass, Sétaire, Vulpin	Efficace
50 à 70%	Disparition quasi totale en 5 à 10 ans	Renouée des oiseaux, Stellaire, Véronique de Perse	Peu efficace
30 à 50%	Disparition quasi totale en 10 à 15 ans	Agrostis, Amarante, Chénopode, Coquelicot, Fumeterre, Matricaire, Pâturin annuel, Renouée persicaire, Renouée liseron	Inefficace
Inférieur à 30%	Disparition quasi totale sur plus de 15 ans	Datura, Morelle noire, Mouron des champs, Rapistre rugueux	

* La folle avoine peut germer à 15 cm de profondeur. Seuls les labours profonds sont efficaces.

- Le labour est particulièrement efficace s'il est placé après une culture dans laquelle les graminées ont été mal contrôlées.
- **Respecter un délai de 3 ans au minimum entre 2 labours** afin de détruire la plupart des graines à durée de vie courte.
- Après un labour, éviter (autant que possible) des travaux profonds qui remontent des graines vivantes. Les outils à dents fines, droites et rigides remontent moins de graines. Dans une succession culturale, le **semis direct** est une technique très complémentaire du labour car il ne remonte pas de graines.
- Les différents types de labour n'ont pas le même effet sur l'enfouissement des graines et sur le comportement du sol (oxygénation, drainage) : voir schémas ci-dessous.

Le choix d'un type de labour implique des choix techniques et de matériel : choix du modèle de versoir, réglage de la largeur et de la profondeur de travail, réglage de la rasette, vitesse (voir p. 21 et 23)

	Labour « couché »	Labour dressé sans rasette	Labour dressé avec rasette
Situation initiale			
Efficacité sur l'enfouissement des graines	Bonne	Moyenne : une partie des graines viables se situent dans les 5 premiers cms.	Bonne
Remarques	Il concentre un amas de résidus végétaux en fond de raie qui évolue lentement du fait de la faible perméabilité du sol (air et eau). Type de labour adapté aux sols superficiels et aux faibles quantités de résidus en surface. Attention aux déchaumages trop intensifs, émiettés qui colmatent le fond de raie	Notre avis : Type de labour insuffisamment efficace dans la lutte contre les graminées.	Pour une même largeur de travail, ce type de labour nécessite une profondeur supérieure au labour « couché ». La matière organique évolue plus rapidement dans un sol qui laisse mieux circuler l'air et l'eau.

Pour une largeur de corps 12" (cf p.23)

Les limites techniques du labour

L'efficacité du labour peut être réduite par plusieurs paramètres :

- le type de sol : les sols sableux offrent une faible cohésion qui ne permet pas un bon retournement.
- une forte charge en cailloux gêne le travail de la charrue.
- une forte hétérogénéité du sol (notamment de profondeur) rend difficile le réglage de la charrue.
- les conditions de travail sont essentielles dans la réussite du labour :

Labour dans l'argile en conditions sèches = blocs – mottes

Labour en conditions trop humides = mauvais retournement, semelle de labour, lissages.



Comment atténuer les effets négatifs du labour ?

En limitant la fréquence du labour : 1 fois tous les 5-6 ans.

En développant dans la rotation toutes les pratiques qui favorisent l'activité biologique du sol : amendements organiques, implantation de couverts d'interculture, diversité des familles de cultures.

Le semis direct

On entend par "Semis direct" l'implantation d'une culture sans travail du sol préalable ; seule la ligne de semis est travaillée.

Intérêt

Le Semis Direct limite les germinations d'adventices (notamment dicotylédones) dans la culture en réduisant au minimum le brassage de terre.

Illustration :

- sur un essai Colza (CETIOM) en argilo calcaire superficiel, une diminution de 75% des levées de géraniums est observée en Semis Direct par rapport à une implantation TCS.
- sur un essai blé (CA10) en limon, une diminution de 90% des levées de pensées et véroniques est observée en Semis Direct par rapport à une implantation TCS.

Actions complémentaires

- Si le Semis Direct est renouvelé chaque année, la matière organique est concentrée à la surface du sol ; la stabilité structurale de surface est améliorée, limitant ainsi l'érosion et la battance. Attention toutefois, si le mulch évolue mal, à l'acidification et à une structure trop creuse en surface
- Le Semis Direct réduit le nombre de passages et la consommation de carburant.

Mise en œuvre

- Limiter la vitesse de travail au semis pour réduire le foisonnement de terre.

Les limites et contraintes du semis direct

- Le Semis Direct est très dépendant de l'utilisation du glyphosate est utilisé pour détruire les adventices présentes au moment du semis.
- Le Semis Direct peut pénaliser le rendement (5 à 20%) de certaines cultures : tournesol, orge de printemps, maïs, betterave... Sont en cause : la compaction, le moindre réchauffement du sol au printemps ou des pertes à la levée.
- Les limaces et rongeurs sont favorisés.
- Les graminées semblent favorisées (surtout bromes, vulpin et vulpie).

Leviers complémentaires

- L'implantation en direct d'un couvert avant la culture limite le développement des adventices pendant l'interculture (étouffement).
- L'utilisation du labour dans la rotation, efficace contre graminées, est très complémentaire du Semis Direct. Le semis direct limite les remontées de graines enfouies par le labour.

Connaître les outils de travail du sol

Il existe un nombre infini d'outils de travail du sol et d'équipements. Les possibilités sont donc nombreuses. Par ailleurs, il n'est pas possible de posséder un parc matériel complet, même lorsque l'on travaille en CUMA ou en entraide. De plus, l'outil idéal n'existant pas, il y a des choix à faire ; il faut donc trouver des compromis.

Dans ce guide, ne sont décrits que les principaux outils non animés par prise de force :

- Outils à dents
- Outils à disques
- Charrues
- Autres outils

Choisir un outil à dents

La gamme des outils à dents est très diversifiée. Les effets obtenus et la profondeur de travail sont variables selon les modèles et leurs équipements : amélioration de la structure du sol en profondeur, déchaumage, mélange, affinage... Ces outils peuvent être spécialisés (travail en profondeur par exemple) ou relativement polyvalents (travail en profondeur et déchaumage par exemple).

Lors du choix de ce type d'outils, plusieurs paramètres peuvent être pris en compte :

a- Dégagement sous bâti	⇒ Profondeur travaillée
--------------------------------	-------------------------

La profondeur de travail peut varier de moins de 5 à plus de 40 cm de profondeur suivant les modèles. La profondeur maximum dépend du dégagement sous bâti : plus il est élevé, plus il est possible de travailler profondément.

D'une manière générale, on peut retenir :

Dégagement sous bâti = profondeur de travail souhaitée + (25 à 30 cm) + (15 à 20 cm en présence de résidus).

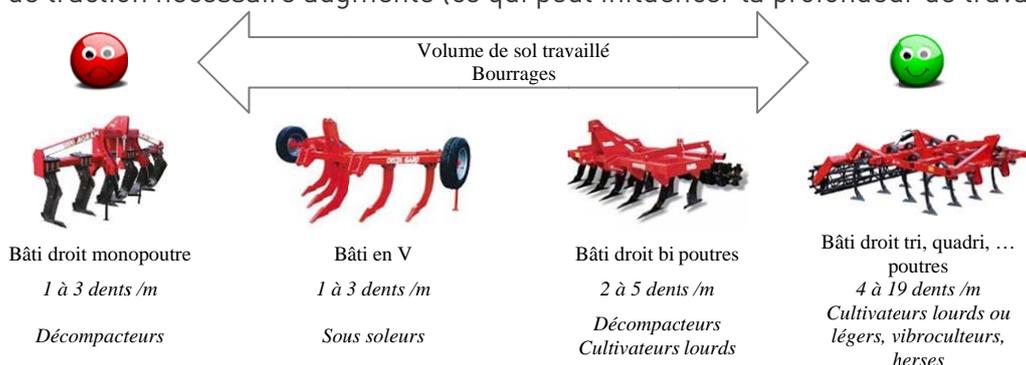
Profondeur de travail souhaitée	Dégagement sous bâti minimum	Exemples
Sous la zone travaillée (≥ 40 cm)	70 à 120 cm	Sous soleuse Décompacteur lourd
Zone travaillée profonde (20 à 40 cm)	60 à 90 cm	Décompacteur lourd Décompacteur léger Chisel ou Cultivateur lourd
Zone travaillée intermédiaire (≈ 20 cm)	50 à 70 cm	Décompacteur léger Chisel ou Cultivateur lourd Cultivateur léger
Zone travaillée de surface (< 10 cm)	< 40 à 60 cm	Cultivateur léger Vibroculteur Herses (classiques, de déchaumage, étrille)

Exemple : pour travailler à 40 cm de profondeur en présence de résidus, utiliser un décompacteur ayant un dégagement sous bâti d'au moins 80 à 90 cm.

Complément : le contrôle de la profondeur de travail doit être assuré par des roues de jauge ou par des rouleaux. La forme de ces derniers influence le profil de surface (rouleaux cage, packer, spire, à doigts...).

b- Nombre de dents	⇒ Volume de sol travaillé
---------------------------	---------------------------

La forme du bâti, le nombre de poutres et au final le nombre de dents conditionnent le volume de terre travaillé et les risques de bourrages : plus les dents sont nombreuses et réparties sur plusieurs rangées (poutres), plus le volume travaillé augmente et les risques de bourrages diminuent. Dans le même temps, la puissance de traction nécessaire augmente (ce qui peut influencer la profondeur de travail).



b- Type de dents

⇒ Volume de sol travaillé

D'une manière générale, plus les dents sont fines, droites et rigides, plus elles ont tendance à travailler le sol sans le mélanger. Elles ont aussi l'avantage de pouvoir descendre plus profond et de travailler dans des sols plus durs.

A l'inverse, les dents larges (plates), inclinées vers l'avant, incurvées et/ou flexibles ont d'avantage tendance à mélanger la terre, les débris végétaux ou les amendements. Selon leur forme, ces dents peuvent également remonter beaucoup de terre (mottes) et être limitées en profondeur de travail (variable selon la rigidité du système de montage sur la poutre).

Les dents obliques de type "Michel" sont spécialisées dans la fissuration en profondeur sans bouleversement en surface. Elles sont toujours équipées de socs à pointes (voir point suivant).

c- Type de socs

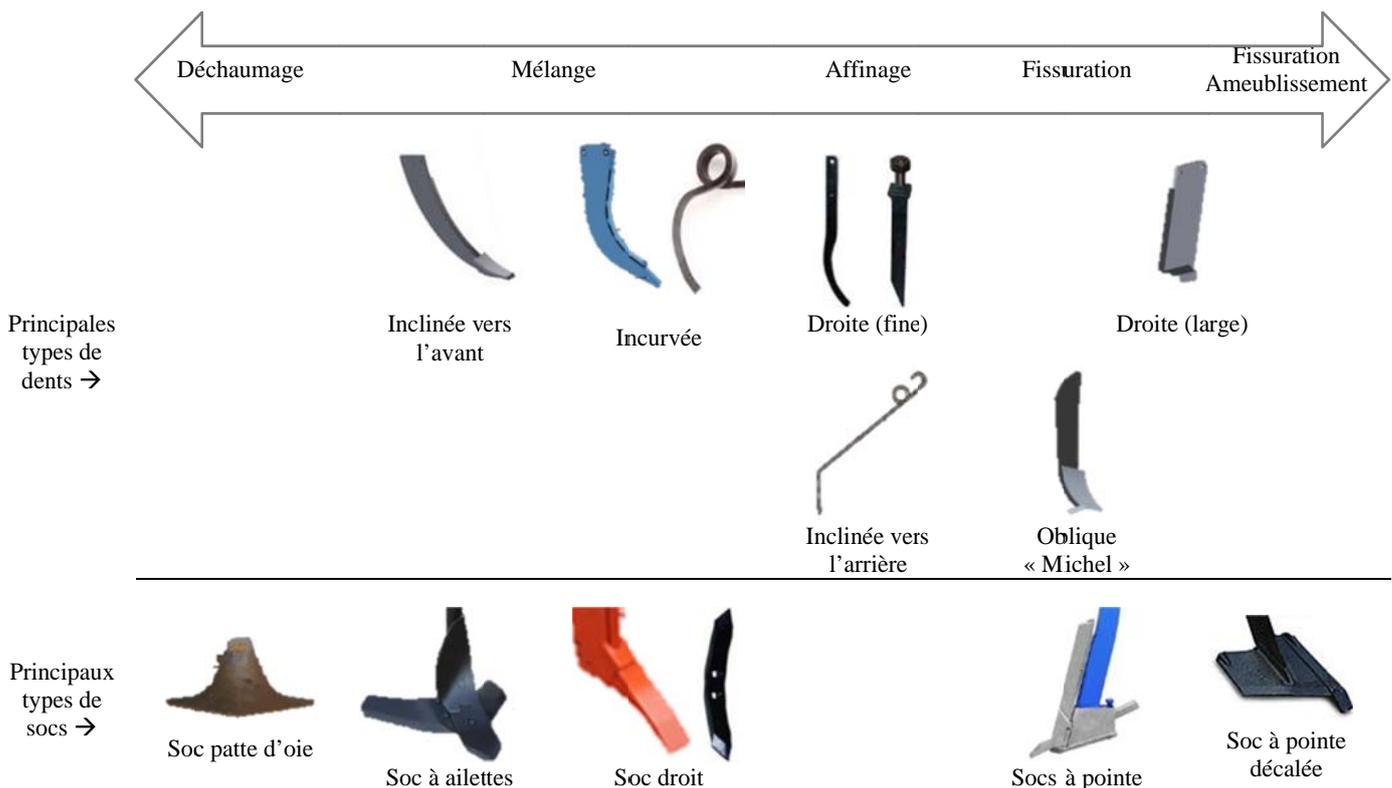
⇒ Volume de sol travaillé

D'une manière générale, plus les socs sont fins et plats, plus ils sont capables de travailler profondément sans mélanger la terre. Par contre avec ces socs, le volume de sol travaillé est moins important.

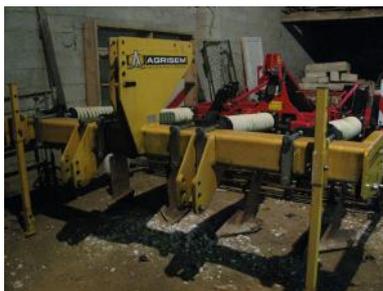
A l'inverse, plus les socs sont larges, munis d'ailettes ou ont un angle d'attaque important, plus le volume de sol travaillé et mélangé augmente.

Il existe aussi des socs adaptés à des usages particuliers :

- Les socs larges et plats sont spécifiques au déchaumage strict (effet de "scalpage") ;
- Les socs à pointe décalée sont utilisés pour la fissuration et l'ameublissement du sol en profondeur ;

Présentation simplifiée des principaux types de dents et socs ainsi que leurs effets attendus :

Quelques d'outils à dents :



Fissureur - ameublisseur Agrisem® (bâti droit + dents droites + socs à pointes décalées)



Fissureur - déchaumeur polyvalent Actisol® (dents droites + socs à ailettes ou à pointes)



Déchaumeur - scalpeur Treffler®, Morris® (dents incurvées et grands socs pattes d'oie)



Vibroculteur Knerveland® (dents incurvées et petits socs pattes d'oie)



Herse étrille Hatzenbichler® équipée d'un semoir à petites graines (dents inclinées vers l'arrière)

Choisir un outil à disques

Les outils à disques sont davantage spécialisés dans des travaux peu profonds de déchaumage, mélange, affinage superficiel... Ils sont généralement moins polyvalents que les outils à dents :

- Ils ne sont pas adaptés à la destruction des vivaces car ils favorisent leur colonisation en fragmentant les systèmes racinaires (rhizomes, bulbes...);
- Ils peuvent provoquer des phénomènes de lissage important dans les sols humides et/ou argileux. Ces phénomènes s'accroissent avec la profondeur de travail.

Il existe deux catégories d'outils à disques : les plus anciens de type "cover crop" ou déchaumeurs à trains de disques plutôt adaptés au travail entre 5 et 15 cm ; les déchaumeurs à disques indépendants, plus récents, sont surtout utilisés pour des travaux superficiels (moins de 5 cm à 10 cm).

Lors du choix de ce type d'outils, plusieurs paramètres peuvent être pris en compte :

a- Poids de l'outil et/ou des disques
--

⇒ Profondeur travaillée

Les outils à disques travaillent sous leur propre poids. Donc, plus ils sont lourds, plus ils auront tendance à descendre. La gamme de ces outils peut varier de moins de 30 kg à plus de 250 kg par disque.

Le contrôle de la profondeur de travail peut aussi être assuré par des roues de jauge (roues de transport) ou par des rouleaux "porteurs" (remarque : les rouleaux de "rappui" qui peuvent équiper certains outils à disques ne contrôlent pas la profondeur).

b- Types de disques

⇒ Profondeur travaillée

Diamètre des disques : plus le diamètre des disques est important, plus ils ont la capacité de travailler profond. Les dimensions peuvent varier de moins de 400 à plus de 600 mm.

Forme des disques : en simplifiant, on peut distinguer les disques selon :

- Leur rayon de courbure :
 - o Les disques "plats" ou tronconiques créent de la terre fine mais travaillent un faible volume de sol. Ils sont souvent conseillés dans les terres argileuses et humides (limitation de la formation de lard) ;
 - o Les disques bombés ou concaves auront une capacité de remuer et d'émietter le sol d'autant plus importante qu'ils sont "creux". En conditions semi plastiques, ils forment des bandes de lards (attention en sols argileux).
- Leur forme périphérique :
 - o Les disques lisses sont efficaces en déchaumage superficiel : destruction de jeunes repousses, création de terre fine...
 - o Les disques crantés ou crénelés sont plus intéressants pour des travaux plus profonds. Ils déchaument et mélangent davantage que les disques lisses. Par contre, ils forment plus de mottes.

Angle d'attaque : plus l'angle est important, plus les disques auront la capacité de travailler régulièrement en surface et d'émietter. L'angle d'attaque peut varier de 0 à 45° (les possibilités de réglages dépendent des modèles : non réglable, pivotement du timon ou des poutres, ...).

Nombre de disques : plus le nombre de disques est important, plus la régularité de travail en surface est favorisée, mais moins le travail est profond (déchaumage superficiel). Le montage standard est de 230 mm entre deux disques ; le montage resserré est de 190 mm.

Destruction d'une prairie avec un déchaumeur à disques indépendants.

Ici, l'angle d'attaque est trop faible et l'écartement entre disques est trop élevé : l'outil n'a pas déchaumé en surface.



Remarques :

- La vitesse de travail augmente l'émiettement et le nivellement mais diminue la profondeur de travail ;
- L'épaisseur des disques peut varier : plus ils sont épais, plus ils sont adaptés aux conditions usantes (sols sableux, caillouteux...) à qualité d'acier égale ;
- Il existe de nombreuses variantes et combinaisons possibles, avec par exemple des alternances de diamètre et/ou de forme sur le même train de disques ou entre deux trains de disques ;
- De nombreuses options peuvent équiper ces outils : roue de jauge, rouleaux, herse, barre niveleuse, planche d'émiettement, disque ou déflecteur anti projection...

Présentation simplifiée des principaux types de disques ainsi que leurs effets attendus

Principaux types de disques	Profondeur de travail	Déchaumage plantes jeunes	Déchaumage plantes développées	Mélange	Affinage
 tronconique lisse	+	++	+	+	++
 tronconique cranté	+	+	+	++	+
 concave lisse	++	++++	++	++	+++
 concave crénelé	+++	+++	+++	+++	++

Outils à disques et à dents

Les cultivateurs mixtes combinent le déchaumage superficiel des disques et le travail profond des dents. Cette catégorie d'outils peut travailler de 5 à 25 cm de profondeur suivant les modèles.

Choisir une charrue

Les charrues sont des outils polyvalents. Avec leur action de retournement, elles sont particulièrement adaptées à l'enfouissement plus ou moins profond des résidus, graines adventices, amendement... Mais, elles ont également des effets de fissuration, ameublissement, « déchaumage » plus ou moins profond, mélange...

Selon les modèles, les profondeurs travaillées varient de 15 à 40 cm. Elles sont communément utilisées pour des travaux entre 20 et 30 cm.

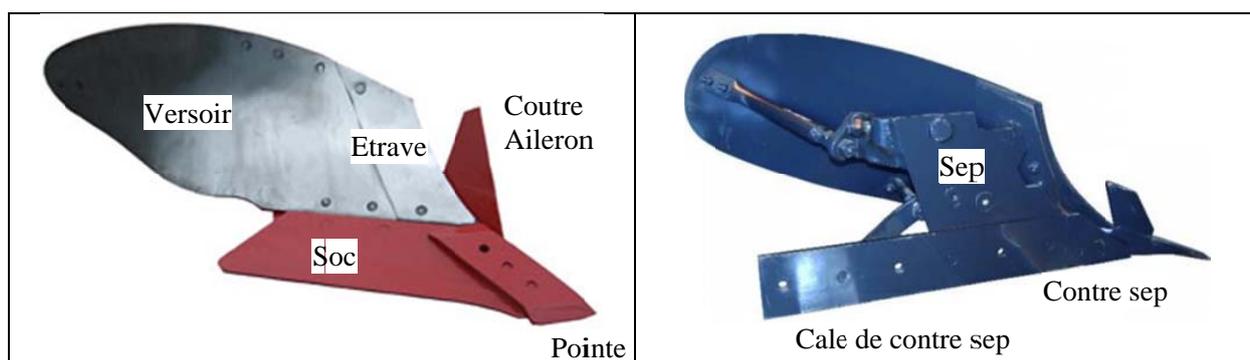
Les charrues sont fréquemment à socs, plus rarement à disques. Dans ce guide, ne sera présentée que la première catégorie.

La charrue est un outil complexe avec de nombreuses possibilités de réglages, de caractéristiques et d'équipements. Les paramètres essentiels à prendre en compte lors du choix de ce type d'outils sont les suivants :

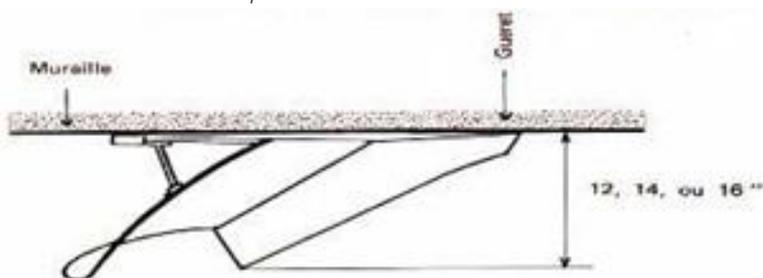
a- Largeur des corps	⇒ Profondeur et forme du labour
-----------------------------	---------------------------------

Le corps de charrue est constitué d'un ensemble de pièces travaillantes (photos) dont la largeur, exprimée en pouces ("), peut varier de 10 à 22" (soit environ 25,4 cm à 55,9 cm).

Corps de charrue : (1) vue frontale - (2) vue arrière



Corps de charrue : vue de dessus



A une largeur de corps donnée correspond une plage de profondeur de travail réglable par le relevage et éventuellement par une roue de jauge. Par exemple :

- Une charrue de 10" pourra travailler entre 13 et 19 cm de profondeur ;
- Une charrue de 16" pourra travailler entre 20 et 31 cm de profondeur.

La combinaison "largeur de corps – profondeur de travail" influence la forme du labour et la localisation des matières présentes en surface (terre, résidus, graines...) dans le flux de terre retourné. Trois formes de labour peuvent ainsi être obtenues (voir le tableau ci-dessous) :

- Labour couché : la terre et les matières en surface sont placées à plat au fond du labour ;
- Labour dressé : la terre et les matières en surface sont placées sur le flanc du labour ;
- Labour intermédiaire entre les deux formes précédentes (le plus pratiqué).

Influence de la combinaison "largeur de corps – profondeur de travail" sur la forme du labour

Largeur du corps		Type de labour et profondeur de travail		
pouces "	cm	Couché	Intermédiaire	Dressé
10	25	13	17	19
12	30	15	20	23
14	36	18	24	27
16	41	20	27	30
18	46	23	30	34
20	51	25	34	38
22	56	28	37	42

Gammes les plus courantes

Conséquences pratiques :

- Les charrues de 10'' (ou charrues déchaumeuses) sont plus adaptées au déchaumage superficiel (destruction et enfouissement superficiels) qu'à la gestion des graminées adventices (TAD fort) : voir encadré ;
- Les charrues de 16'' ou plus sont à éviter, car un travail trop profond est obligatoire pour un bon retournement (action négative sur la "fertilité du sol") ;
- Les charrues de 12 ou 14'' sont les plus polyvalentes.

Les charrues déchaumeuses sont-elles adaptées à la gestion des graminées adventices (enfouissement des graines à au moins 10 cm) ?

Avec un labour dressé, les matières organiques seront placées entre 0 et 19 cm de profondeur ce qui sera insuffisant pour limiter la germination des graines de graminées adventices.

Avec un labour couché, les matières organiques seront placées aux environs de 13 cm de profondeur. Cette profondeur convient-elle et est-elle suffisamment régulière pour limiter la germination des graines de graminées adventices ?

Avec un labour intermédiaire, il y aura un mélange de matières organiques sur le profil 0-17 cm.

b- Rasettes

⇒ Localisation de la Matière Organique

La rasette est un "corps de charrue" de taille réduite. Placée devant la pointe du soc, elle sert à faciliter le mélange des matières présentes en surface et l'émiettement du labour. Il en existe trois types :

- Les rasettes droites : enfouissement des cultures enracinées ;
- Les rasettes à fumier : enfouissement des résidus placés en surface ;
- Les rasettes universelles (ou rasettes "larges" ou à "maïs"), les plus polyvalentes : adaptées à toutes les formes de labours et efficaces pour enfouir des volumes importants de matières.

Le réglage par rapport à la pointe du soc détermine le résultat obtenu :

- En position avancée, les résidus sont enfouis en fond de labour ;
- En position reculée, les résidus sont placés sur le flanc du labour.



Position optimale ⇒ distance "pointe du soc – jonction soc/versoir de la rasette" = profondeur de labour

Remarques :

- Les charrues déchaumeuses (10-12'') sont rarement équipées de rasettes. Mais l'option est possible ;
- Les rasettes sont parfois remplacées par des déflecteurs fixés au-dessus du versoir ou sur le coutre. Ils peuvent équiper les charrues 14-16'' pour favoriser le dégagement entre corps ou les charrues déchaumeuses. Ils sont déconseillés en terres collantes.

Le versoir est la partie qui soulève et retourne la terre. Ses caractéristiques conditionnent la forme de la bande de terre retournée, l'émiettement, le placement des mottes et de la terre fine...

Il existe trois types de versoirs aux comportements différents :

- Hélicoïdal (long) : la bande de terre retournée progressivement génère un faible émiettement ; le profil de sol labouré est composé d'un empilement de grosses mottes. Ce type de versoir est adapté aux labours d'hiver des sols argileux ;
- Cylindrique (court) : la bande de terre est travaillée vivement sans retournement complet (labour plutôt dressé). Avec ce type de versoir, le profil de sol labouré est composé d'un mélange de grosses mottes et de terre fine. Il est donc intéressant pour le labour de sortie d'hiver ou de printemps des sols légers ;
- Universel (intermédiaire) : il crée un profil plus équilibré composé de grosses mottes en fond de labour et d'un mélange de petites mottes et de terre fine en surface.

Autres outils de travail du sol (liste non exhaustive)

⇒ Autres outils de travail du sol non animés par prise de force :

- Les cultivateurs mixtes (disques et dents), déjà évoqués précédemment ;
- Les outils combinés pour préparation superficielle (< 10 cm) : ils combinent des dents, des lames niveleuses et des rouleaux pour des préparations très fines de lits de semences de petites graines (betterave et certains légumes notamment) ;
- Les outils auto animés et les bèches roulantes : ces outils, conçus pour des gros débits de chantiers, sont composés de plusieurs poutres sur lesquelles sont fixées de nombreuses lames ou bèches roulantes. Ils sont utilisés pour des faux semis, destruction de petites repousses, mélanges terre – paille et préparation de lit de semences très superficiels (0-5 cm).

Bêches roulantes (Duro®)



⇒ **Outils animés par prise de force.** Ils sont très courants et ont l'inconvénient de leur avantage. En effet, étant capables de passer dans de nombreuses conditions de sol, notamment humides, ils conduisent souvent à la formation de zones de compaction plus ou moins profondes. Lorsque les délais de préparation du sol sont suffisants, ils peuvent être avantageusement remplacés par les outils non animés par prise de force.

Exemples :

- Les **herse animées** (rotatives ou alternatives) pour des reprises et des préparations superficielles ;
- Les **outils rotatifs pour travail profond** (type "Rotavator® ") ;
- Les **charrues rotatives** qui peuvent se substituer de façon intéressante à la charrue à socs dans les sols argileux (enfouissement, mélange...).

De quels outils faut-il s'équiper ?

- Un décompacteur, pour des reprises de compactations profondes sans retournement du sol... Ce type de matériel peut être envisagé en entraide ou en CUMA ;
- Un déchaumeur à dents (type décompacteur léger, cultivateur...). Il existe des outils polyvalents capables de fissurer en profondeur ou de déchaumer plus superficiellement en fonction des socs utilisés (pointes, ailettes ou pattes d'oie amovibles). Vérifier le nombre de poutres et de dents (régularité de travail, risques de bourrages...) ;
- Un déchaumeur à disques est plus délicat d'emploi (lissage, vivaces) mais il a l'avantage de bien détruire des couverts en conditions sèches. A envisager en entraide ou en CUMA ;
- Une charrue 12 ou 14'' pour la gestion des adventices ;
- Un vibroculteur ou tout type d'outil adapté à des reprises superficielles, faux semis, préparation de sols avant semis...
- Une herse étrille pour effectuer du désherbage mécanique mais aussi des faux semis, de la destruction superficielle des résidus (mulchage superficiel), de l'entretien des prairies...
- Un jeu de rouleaux type Cambridge : destiné à rouler le sol et éventuellement à détruire les couverts en interculture. Sinon, un rouleau type FACA pourra être envisagé à terme pour cette opération spécifique (achat en individuel ou en commun).



Cultures intermédiaires

Principe

Couvrir l'interculture pour piéger les éléments fertilisants du sol, les restituer le plus efficacement possible à la culture suivante, participer à entretenir la structure du sol et étouffer les adventices.

Mise en œuvre

Choix des espèces

• Choisir des espèces adaptées à la rotation

Pratiquer des mélanges de 2 à 4 espèces en diversifiant les familles ; les mélanges sont plus sûrs qu'une espèce seule car les plantes se complètent.

Dans un couvert, favoriser des espèces ou des familles différentes de la culture qui suit (voir tableau p.27)

Après une culture de légumineuse, il n'est pas utile d'introduire de légumineuse dans le couvert.

En cas de reliquat post-récolte important ou d'apport organique pendant l'interculture, privilégier un couvert à base de crucifère (radis, moutarde, navette)

• Choisir des espèces faciles à détruire

Privilégier le semis d'espèces gélives ou faciles à détruire mécaniquement

• Choisir des espèces adaptées à la durée de l'interculture

Les couverts ne sont intéressants que lorsqu'ils ne montent pas en fleurs. Si c'est le cas, ils sont plus riches en cellulose et mobilisent de l'azote pour leur décomposition.

Conditions de semis

• Assurer une levée rapide et homogène du couvert qui doit être **semé comme une culture**, dans un véritable lit de semences (terre fine rappuyée).

• **Favoriser l'enracinement du couvert** en supprimant les zones de compaction avant son semis puis en entretenant une structure favorable à l'enracinement

• **Semer le plus tôt possible**, pour profiter de l'humidité résiduelle et assurer un bon développement avant l'hiver (gage d'efficacité du couvert et de facilité de destruction par le gel). Un semis « sous couvert » dans la culture précédente peut également être envisagé.

• **Semer en un passage**. Lorsque le mélange comporte au moins trois ou quatre espèces de tailles et de formes différentes, le semis en mélange en un passage est possible. En général, on vise une profondeur de 2-3 cm (y compris pour les légumineuses comme la féverole).

• **Semer à la bonne dose**. Dans un mélange de plusieurs espèces, la densité de semis de chaque espèce correspond à la dose de semis de l'espèce seule divisée par le nombre d'espèces du mélange. Lorsque celui-ci comporte des légumineuses, on aura par contre intérêt à viser un minimum de 50% de plantes de cette famille.

Le semis sous couverts des petites graines (ex : trèfles). Il peut être effectué soit en fin d'été lors du semis d'un colza (éventuellement associé à un couvert de légumineuses gélives) soit au printemps sous couvert d'une céréale (stade tallage), d'un maïs (stade 8 - 10 feuilles), d'un tournesol (stade limite passage tracteur) ou d'une féverole de printemps (stade 6 - 8 feuilles).

Quatre techniques de semis sont envisageables selon la culture (écartement et stade) :

- Colza : semis du colza (semoir) puis semis trèfle blanc (volée) puis herse étrille
- Céréales, féveroles : semis du trèfle (volée) puis herse étrille puis rouleaux sur céréales
- Céréales : semoir à céréales équipé de herses de recouvrement (trèfle) puis (rouleaux).
- Maïs, tournesol : bineuse puis semoir à la volée (trèfle) puis (herse étrille).

Attention aux herbicides ! Dans tous les cas, utiliser des produits peu rémanents. Pour les cultures binées, localiser les produits (dés herbicideuse ou rampe de pulvérisation localisée).

Semis et choix des espèces

Couvert	Dose de semis en culture pure (kg/ha)	Interculture longue			Interculture courte		
		(précédent récolté en début été suivi d'une culture de printemps) Ex : Blé - Orge Printemps			(précédent récolté en été suivi d'une culture d'automne ou précédent récolté en fin d'été suivi d'une culture de printemps) Ex : Blé - Escourgeon		
		↓ Culture suivante ↓			↓ Culture suivante ↓		
		Graminée	Légumin-euse	Autres	Graminée	Légumin-euse	Autres
Avoine pts	80 à 100	- avoine + autres	+	+	-	0 à +	0 à +
Féverole pts	150 à 200	+	-	+	0	-	0
Lentille	40	+	-	+	0 à +	-	0 à +
Lin	20 à 50	+	+	+	0	0	0
Moutarde blanche	8 à 10	0	0	0	+	+	+
Orge printemps	120	- orge + autres	+	+	-	0 à +	0 à +
Phacélie	8 à 10	+	+	+	0 à +	0 à +	0 à +
Pois fourrager pts	100	+	-	+	0	-	0
Pois protéagineux pts	100 à 250	+	-	+	0	-	0
Radis fourrager	8 à 10	+	+	+	+	+	+
Sarrasin	40	+	+	+	+	+	+
Seigle classique	80 à 100	0	0 à +	0 à +	-	-	-
Tournesol	40	+	+	- tournesol + autres	+	+	- tournesol + autres
Trèfle Alexandrie	15 à 20	+	0	+	- à 0	-	- à 0
Trèfle Incarnat	15 à 20	0 à +	0	0 à +	-	-	-
Trèfle Perse	10 à 15	0 à +	0	0 à +	-	-	-
Vesce commune pts	50	0 à +	0	0 à +	0 à +	-	0 à +

+ conseillé 0 possible - déconseillé

Les doses de semis peuvent varier selon les PMG

Légumineuses = pois, féverole, lentille... pures ou associées à des graminées par exemple



Zones de compaction dans une moutarde :
Fresnoy en Bassigny (52) – octobre 2014



Pivot de radis déformé par une zone de compaction :
Colombey les Choiseul (52) – octobre 2013

Destruction du couvert

• **Quand détruire le couvert ?** il est préférable de conserver le couvert le plus longtemps possible... tant qu'il rend service. Un couvert doit être **détruit** :

o Lorsqu'il commence à fleurir : il a alors fini son rôle de piégeage et en lignifiant sera plus long à se décomposer.

o Lorsque des effets allélopathiques et/ou de faim d'azote risquent de se produire, notamment après des couverts à base de moutarde, avoine, seigle...

o Dès fin novembre avant le semis d'une culture qui nécessite un sol bien réchauffé (betterave, tournesol, maïs par exemple).

• **Comment détruire le couvert ?** Privilégier la destruction naturelle (gel) et/ou mécanique (roulage, broyage, fauche, déchaumage, récolte en dérobée...).

La solution chimique ne doit être envisagée qu'en cas de rattrapage, juste avant l'implantation de la culture suivante (éviter les interventions trop précoces qui peuvent obliger à ré-intervenir).

En cas de destruction mécanique, privilégier une **incorporation progressive** de résidus décomposés (mulchage) afin d'éviter les conditions d'anaérobiose (problèmes de décomposition, perturbation de l'enracinement des cultures suivantes...). Exemple : rouleau puis 2 déchaumages superficiels (5 puis 10 cm) puis labour (15 à 20 cm) à 8-10 jours d'intervalle.

• Lorsqu'elle est précoce, la **destruction peut être partielle** (roulage ou broyage "haut") de manière à conserver de la végétation en place (étouffement des adventices et lutte contre l'érosion). Le couvert sera détruit complètement lors de la préparation du semis suivant.

Leviers complémentaires

Le semis de la culture suivante peut être envisagé **en direct** lorsque le couvert a été implanté avec des façons culturales structurantes puis détruit en bonnes conditions.

Notre avis

- Un couvert homogène de **1 à 2 TMS/ha** peut correctement remplir les objectifs recherchés. Inutile de chercher des biomasses exubérantes ou de le fertiliser.
- Privilégier les mélanges simples et peu coûteux. Un couvert peut être efficace à moins de 50 €/ha. Pour réduire le coût du couvert, multipliez vos propres semences notamment de légumineuses.
- **Valoriser les produits organiques :**
 - o les fumiers (ou autres produits à C/N élevé et à teneur élevée en azote organique) épandus en fin d'été ou début d'automne sont bien valorisés par les couverts et sont généralement effectués en meilleures conditions qu'en hiver (tassement du sol).
 - o les fientes (ou autres produits à C/N faible et à teneur élevée en azote ammoniacal) épandus en sortie d'hiver participent à la décomposition du couvert et à la fertilisation de la culture suivante.
- Les rouleaux de type FACA facilitent la destruction du couvert encore vert en découpant et ré appuyant les végétaux au sol. L'action du gel pendant le roulage peut améliorer l'efficacité de l'opération.
- En cas de destruction mécanique (rouleau FACA, broyeurs...), privilégier les outils frontaux (ou la position en conduite inversée) pour limiter l'écrasement du couvert avant le passage de l'outil et faciliter sa destruction naturelle (notamment en intercultures courtes).
- Attention aux tassements du sol lors des opérations d'épandage d'effluents, de destruction, de travail du sol...
- Le **semis sous couvert** de petites graines donne régulièrement de bons résultats chez des agriculteurs de la région, à condition de bien tenir compte de la rémanence des herbicides.

Notre avis sur les espèces

COUVERT	NOTRE AVIS
LIN	Peu étouffant. Assez sensible au gel. A utiliser si disponible en semences de ferme
MOUTARDE BLANCHE	Monte vite à graines. Effets allélopathiques possibles. Assez sensible au gel, surtout lorsqu'elle est développée.
PHACELIE	Multiplication en semences de ferme difficile. Coût de semences élevé. Semis délicat. Risque de réensemencement. Très bonne coupure. Moyennement sensible au gel. Un roulage en période de gel assure sa destruction.
RADIS FOURRAGER	Peu gélif. Peut être détruit par déchaumage avant ou pendant une période de gel. Peut fleurir et parfois monter à graines.
SARRASIN	Très gélif. A tendance à se ressemer (floraison indéterminée). Ses repousses peuvent être gênantes dans le tournesol ou la betterave.
SEIGLE CLASSIQUE	Effets allélopathiques (à associer impérativement). Nettoyant. Peu gélif. Destruction mécanique (labour ou déchaumage) ou chimique.
TREFLE ALEXANDRIE	Achat semence. Gélif.
TREFLE INCARNAT	Achat semence (coût). Peu gélif.
TREFLE PERSE	Achat semence (coût). Peu gélif.
VESCE COMMUNE PTS	Moyennement gélive. Attention, la vesce velue est peu gélive. Un roulage ou un déchaumage en période de gel améliore sa destruction.



Couvert en début floraison détruit partiellement par broyage - Occey (52) - octobre 2013

Quelques exemples de mélanges

Entre une céréale et une orge de printemps ou un tournesol	Radis 4 à 5 kg + Vesce 25 kg/ha
Entre un blé et un pois de printemps	Avoine printemps 40 kg + Phacélie 2 kg + Radis 2 kg
Entre un pois et un blé	Moutarde blanche 5 kg + Tournesol 20 kg

Cultures dérobées fourragères

Principe

Obtenir une récolte annuelle supplémentaire de fourrages entre deux cultures principales

Mise en œuvre

- Choisir une espèce ou un mélange d'espèces fourragères annuelles adaptées à une interculture.

ESPECE ET CONDITIONS DE REUSSITE	ITINERAIRE TK	REMARQUES - OBSERVATIONS	SEUIL DE RENTABILITE EN ANNEE DEFICITAIRE EN FOURRAGES
Trèfle Alexandrie	Densité : 15-20 kg/ha Azote : 0 Phyto : 0	Installation rapide. Facile à détruire (gélif).	2.5 T MS/ha à 100 €/T MS Pour des coûts ¹ à l'hectare comme suit : - Coût de semence 50€/ha - Coût de semis sous couvert : de 30 à 50€/ha (en fonction du matériel de semis) - Coût de récolte (10 balles enrubannées par ha) : 150 €/ha
Trèfle Incarnat	Densité : 15-20 kg/ha Azote : 0 Phyto : 0	Assez lent à s'installer. Ne repousse pas après floraison. Difficile à détruire (peu gélif).	
Trèfle Perse	Densité : 10-15 kg/ha Azote : 0 Phyto : 0	Rustique. Difficile à détruire (peu gélif).	
Trèfle violet	Densité : 10-20 kg/ha Azote : 0 Phyto : 0	PMG des diploïdes plus faibles que ceux des tétraploïdes (dose de semis). Espèce pérenne, utilisable en couvert permanent.	
Trèfle blanc	Densité : 3-5 kg/ha Azote : 0 Phyto : 0	Lent à s'installer et moins productif que le trèfle violet. Bon marché (coût de semis). Espèce pérenne, utilisable en couvert permanent. Bien adapté au semis associé avec du colza.	
Avoine + Pois fourrager pts	Densité : 70 + 50 kg/ha Azote : 0 à 30 uN Phyto : 0	Bonne production de biomasse. Couvert parfois hétérogène (une espèce dominante selon les conditions climatiques).	3 T MS/ha à 100 €/T MS Pour des coûts ¹ à l'hectare comme suit : - Coût de semence 50€/ha - Coût du semis : 80€/ha - Coût de récolte (10 balles enrubannées par ha) : 150 €/ha
Avoine + Vesce commune pts	Densité : 70 + 25 kg/ha Azote : 0 à 30 uN Phyto : 0	Forte production de biomasse (la vesce est souvent plus productive que le pois fourrager). Couvert parfois hétérogène (une espèce dominante selon les conditions climatiques).	
Moha	Densité : 20 kg/ha Azote : 20 uN Phyto : 0	Graminée à développement estival rapide. Facile à détruire (gélif).	
Chou fourrager	Densité : 3 kg/ha Azote : 30uN Phyto : 0	Installation lente. Consommer en vert (pâturage, affouragement). Pertes de jus en ensilage.	
Colza fourrager	Densité : 8-10 kg/ha Azote : 30 uN Phyto : 0	Installation rapide. Consommer en vert (pâturage, affouragement). Pertes de jus en ensilage.	

T MS : Tonne de Matière Sèche

Coûts de mécanisation calculés à partir du barème d'entraide 2014-2015 des CUMA Nord-Est, Centre Est et Méditerranée

- **Semer sous couverts les petites graines (ex : trèfles).** Ils peuvent être effectués soit en fin d'été lors du semis d'un colza, soit au printemps sous couvert d'une céréale (stade tallage), d'un maïs (stade 8 - 10 feuilles), d'un tournesol (limite passage tracteur) ou d'une féverole de printemps (6 - 8 feuilles).

Trois techniques de semis sont envisageables selon la culture (écartement et stade) :

- Céréales, féveroles : Semoir à la volée **puis** Herse étrille **puis** Rouleaux (sur céréales).
- Céréales : Semoir à céréales (équipé de herse de recouvrement) **puis** Rouleaux.
- Maïs, tournesol : Bineuse **puis** Semoir à la volée **puis** Herse étrille.

- **Semer les grosses graines aussitôt la récolte de la culture précédente.** Privilégier les semis précoces, de préférence avant fin juillet. Si besoin, fissurer le sol au préalable puis semer après façons culturales ou en direct.

Action complémentaire

La dérobée aura un rôle de couvert : absorption d'azote et respect de la réglementation sur la gestion des intercultures.

Contraintes - Limites

- Attention aux rémanences d'herbicides notamment en cas de semis sous couvert précoce (avril).
- Dans la mesure du possible, privilégier l'emploi d'un semoir à céréales. En cas de semis à la volée, les levées seront meilleures avec des rampes (semoir équipé de descentes sur herse étrille ou bineuse ; semoir type DP 12) qu'avec de simples épandeurs centrifuges à petites graines (semoirs anti limace).
- Une pluie est souvent indispensable après le semis (les graines non germées peuvent malgré tout lever quelques semaines après le semis, mais avec des risques d'irrégularité).
- Avoir une certaine "souplesse" sur l'assolement : selon la date de semis et la météo de l'année, la dérobée peut être récoltée entre fin septembre et fin novembre. Pour ne pas pénaliser la culture suivante en cas de récolte trop tardive, il faut avoir la capacité d'adapter le choix de la culture suivante (en basculant par exemple d'une culture d'automne à une culture de printemps).
- Éviter les cultures suivantes de la même famille que la dérobée.

Notre avis

- Limiter les coûts. Le résultat d'une culture dérobée est aléatoire car très dépendant du climat de l'été (qui peut perturber les semis et la levée) et de l'automne (qui peut perturber la récolte). Il est donc impératif de réduire les frais :
 - utiliser des semences fermières ;
 - limiter autant que possible les apports d'engrais
 - ne pas effectuer d'intervention phytosanitaire (sauf gestion d'éventuelles repousses de céréales étouffantes).
- **Anticiper le semis de dérobées** chaque année en préparant un stock de semences fermières.
- Le réchauffement climatique augmente les chances de réussir les cultures dérobées !



Semis de trèfle blanc (semis à la volée) sous couvert de colza. Après la récolte du colza, le trèfle blanc a produit environ 2 tMS /ha en enrubonné (Poinson lès Fays (52) - avril 2013)

Semis de trèfle violet sous couvert d'un blé de printemps (semoir à céréales). Une première récolte restituée au sol en été ; une production de 2 tMS/ha courant septembre (Colmier le Haut (52) - novembre 2014)



Cultures dérobées graines

Principe

Obtenir une récolte supplémentaire de grains entre deux cultures principales

Mise en œuvre

- Choisir une espèce à cycle court adaptée à la récolte en grains

Espèce et conditions de réussite	Itinéraire TK	Remarques - Observations	Seuil de rentabilité
POIS Tout type de sol Semis avant juillet	Densité : 100 grains/m ² Azote : 0 Phyto : anti graminées parfois nécessaire	<ul style="list-style-type: none">• Le pois fixe de l'azote dans le sol• Sensible à la concurrence des repousses.• Variétés hiver et printemps sont possibles• Possibilité d'utiliser des semences de ferme• Enfouir la dérobée si rendement faible ou récolte non mure (effet d'un couvert)	9 q/ha à 200 €/t 7 q/ha à 300 €/t
SARRASIN Tout type de sol Semis avant juillet	Densité : 25-35 kg/ha Azote : 0 Phyto : 0	<ul style="list-style-type: none">• Espèce étouffante à développement rapide.• Récolte délicate, plus facile juste après les 1^{ères} gelées• Marché de niche, prix très volatile	8 q/ha à 200 €/t 4 q/ha à 400 €/t
ORGE PRINTEMPS Tout type de sol Semis avant juillet	Densité : 400 à 500 gr/m ² Azote : 0 à 40 u/ha (après OH) Phyto : 0	<ul style="list-style-type: none">• Préférer un précédent pois• Attention à la concurrence des repousses de céréales et aux secteurs à mosaïque• Développement fréquent de rouille• Restitue une paille supplémentaire, favorable à la MO du sol	15 q/ha à 120 €/t 8 q/ha à 250 €/t
SOJA Terres profondes et secteur précoce Semis avant fin juin	Densité : 50 grains/m ² Semences à inoculer Variété : très précoce (au minimum 000) Azote : 0 Phyto : anti graminées	<ul style="list-style-type: none">• Implanter sur sol bien nivelé• La récolte peut être très tardive, possible sur sol gelé (pas d'égrainage)• Le soja nécessite une très bonne réserve hydrique et une somme de température importante	8 q/ha à 250 €/t 5 q/ha à 450 €/t
TOURNESOL Secteur précoce Semis avant mi-juin	Densité : 7.5 grains/m ² Variété précoce Azote : 0 Phyto : 0	<ul style="list-style-type: none">• Semence coûteuse• Risque élevé de non récolte	10 q/ha à 250 €/t 6 q/ha à 450 €/t

- **Semer le plus tôt possible** après la récolte du précédent et de préférence avant début juillet ; les précédents les plus favorables sont l'orge d'hiver et le pois d'hiver. Privilégier un semoir à céréale ou un semoir direct (éviter le semis à la volée) si besoin fissurer le sol avant de semer.

Action complémentaire

La dérobée aura un rôle de couvert : absorption d'azote et respect de la réglementation sur la gestion des intercultures.

Contraintes - Limites

- Attention aux rémanences d'herbicides.
- Une pluie est indispensable après le semis (les graines non germées peuvent malgré tout lever quelques semaines après le semis, mais avec des risques d'irrégularité).
- Avoir une certaine "souplesse" sur l'assolement : selon la date de semis et la météo de l'année, la dérobée peut être récoltée entre fin septembre et fin novembre. Pour ne pas pénaliser la culture suivante en cas de récolte trop tardive, il faut avoir la capacité d'adapter le choix de la culture suivante (en basculant par exemple d'une culture d'automne à une culture de printemps).
- Disposer d'une installation de stockage et d'un séchoir est un vrai atout pour valoriser les dérobées.
- Éviter les cultures suivantes de la même famille que la dérobée..

Notre avis

- **Limiter les coûts.** Le résultat d'une culture dérobée est aléatoire car très dépendant du climat de l'été (perturbation du semis) et de l'automne (perturbation de la récolte). Il est donc impératif de réduire les frais :
 - utiliser des semences fermières ;
 - ne pas apporter d'engrais (sauf sur orge de printemps après orge d'hiver) ;
 - ne pas effectuer d'intervention phytosanitaire (sauf gestion d'éventuelles repousses étouffantes de céréales).
- **Anticiper le semis de dérobées** chaque année en préparant un stock de semences fermières.
- Le réchauffement climatique augmente les chances de réussir les cultures dérobées !



*Culture dérobée de pois protéagineux en Haute-Marne (2014).
Récolte grain effectuée fin octobre pour un rendement de de 20 q/ha.*

Choisir ses variétés de blé

Objectifs

Le choix variétal est un élément déterminant de l'itinéraire technique du blé.

Il doit :

- Répondre aux objectifs de l'agriculteur (débouchés, productivité)
- Limiter l'exposition de la sole de blé aux risques locaux (bioagresseurs, risques climatiques ou qualité).

Combien de variétés choisir?

Sole de blé	Nb de variétés mini
Moins de 10 ha	2
10 à 30 ha	3
30 à 60 ha	4
Plus de 60 ha	5

Comment choisir ses variétés ?

Respecter l'étalement des semis

Choisir une diversité de précocités qui s'adaptent à un calendrier de semis étalé sur au moins 1 mois.

Limiter les risques

Déterminer les principaux risques locaux en les hiérarchisant.

Les risques majeurs sont fréquents (au moins 1 an/5) et leur nuisibilité économique est élevée.

Certains risques majeurs peuvent être **localisés** sur une ou quelques parcelles de l'exploitation (ex : risque cécidomyie localisé dans les fonds de vallée, risque fusariose accru sur précédent maïs)

Sur les risques majeurs, on cherche à respecter la **règle suivante** :

- moins de 25% de la sole de blé doit y être sensible (comportement **défavorable**).
- plus de 25% de la sole doit y être tolérante (comportement **Favorable**).

Pour cela, utiliser le tableau p. 36



Exemples

Exemple 1

Exploitation en craie, sole de bé de 50 ha

Choix de 4 variétés panifiables + 1 variété en contrat biscuiterie

Les risques majeurs pour l'agriculteur : septoriose, rouille jaune, oïdium et PS

Choix possible :

- Semis précoce : LEAR (biscuiterie)
- Semis intermédiaire : FRUCTIDOR, RUBISKO, ADVISOR
- Semis tardif : GONCOURT

Analyse des risques

	Septoriose	Rouille J	Oïdium	PS
% variétés sensibles	0%	20%	20%	20%
% variété tolérantes	40%	40%	60%	40%

Remarque : le faible PS de LEAR n'est pas pris en compte dans le cadre d'un contrat biscuitier.

Exemple 2

Sole de 70 ha en argilo-calcaire moyen et superficiel, secteur froid tardif, 1 parcelle en précédent maïs ensilage.

Choix de 5 variétés panifiables.

Les risques majeurs pour l'agriculteur : septoriose, froid, PS et fusariose (localisé sur la parcelle en précédent maïs)

Choix possible :

- Semis précoce : BOREGAR, TRAPEZ
- Semis intermédiaire : FRUCTIDOR, SOKAL (précédent maïs)
- Semis tardif : CELLULE

Analyse des risques :

	Septoriose	Froid	PS
% variétés sensibles	20%	20%	0%
% variété tolérantes	80%	40%	40%



Tableau de choix variétal

Qualité	Productivité	Variété	Les risques majeurs TOUTES TERRES				Les risques En CRAIE		Les risques en TERRES PROFONDES DE VALLEE			Risques particuliers		Précocité
			Comportement				Comportement		Comportement			Comportement		
			Septo	Rouille b	Rouille j	PS	Oïdium	Protéine	Verse	Cécidomyie	Froid	Fusariose Roséum		
Panifiable	> 102%	ADVISOR	d	m	F	m	F	m	d	?	m	1/2 Précoce		
		AIGLE (VRm)	m	F	m	d	F	d	F	?	m	Précoce		
		ARMADA	d	m	m	m	m	m	d	m	d	Précoce		
		BOISSEAU	F	F	F	d	F	m	d	m	d	1/2 Précoce		
		DIDEROT	F	m	m	F	F	m	d	m	m	1/2 Précoce		
		FRUCTIDOR (VRm)	F	F	F	F	F	m	d	m	m	1/2 Précoce		
		GRANAMAX	m	m	F	m	d	m	F	F	m	1/2 Tardif		
		PAKITO (VRm)	d	d	F	m	d	m	d	F	m	1/2 Précoce		
		RUBISKO	m	F	m	m	m	F	F	m	m	1/2 Précoce		
		SYLLON	m	m	m	F	m	m	d	m	m	1/2 Précoce		
		TRAPEZ	d	m	d	m	F	m	d	m	d	1/2 Tardif		
		ALLEZ-Y (VRm)	m	m	d	m	m	m	F	F	d	1/2 Tardif		
		BOREGAR	F	d	d	m	F	m	F	F	d	1/2 Tardif		
		CELLULE	F	d	m	F	m	F	d	m	m	Précoce		
		EXPERT	m	d	m	m	m	m	d	m	d	1/2 Tardif		
Biscuit.	98 à 102%	GONCOURT (VRm)	m	m	d	d	F	F	d	F	d	Précoce		
		MATHEO (VRm)	m	m	F	m	F	m	d	d	m	1/2 Tardif		
		NEMO	m	F	F	F	d	m	F	?	m	1/2 Précoce		
		SOKAL	F	m	F	m	F	d	d	d	F	1/2 Précoce		
		TRIOMPH	m	F	F	d	d	m	d	?	m	1/2 Tardif		
		APACHE (VRm)	d	m	F	F	d	m	F	F	F	Précoce		
		AREZZO (VRm)	m	d	F	F	m	m	d	F	m	Précoce		
		AMBITION	F	F	F	d	m	d	d	F	d	Tardif		
		ARKEOS	m	m	F	d	m	m	d	F	d	Précoce		
		LEAR	F	m	m	d	d	d	F	?	?	Tardif		
		BAROK	F	m	d	m	F	m	F	F	F	1/2 Tardif		

F : comportement Favorable, m : comportement moyen, d : comportement défavorable.

Réaliser des mélanges variétaux

Quel intérêt de semer un mélange de variétés plutôt que des variétés pures ?

	EFFET DU MÉLANGE
Rendement et teneur en protéines	Effet neutre le mélange obtient un rendement et une teneur en protéines identiques à la moyenne de rendement des variétés pures qui le composent.
Septoriose et rouille jaune	Effet neutre à légèrement favorable. S'exprime uniquement s'il n'y a pas plus de 1/3 de variétés sensibles dans le mélange.
Organisation	Effet favorable : Pas d'allotement à la récolte
	Effet favorable Une sensibilité aux risques identique sur toute la sole de blé = application d'un même programme de protection sur toutes les parcelles = meilleure optimisation des programmes de protection, moins de perte de temps lors des préparations des bouillies, moins de fond de cuve du pulvérisateur
	Effet défavorable La préparation du mélange demande du temps
Risques climatiques	Effet favorable le mélange variétal atténue la contre-performance d'une des variétés grâce aux compensations que les autres peuvent exercer. Par exemple, il réduit le risque de retournement en cas de gel hivernal.
Commercialisation	Effet défavorable les acheteurs préfèrent des variétés pures. Pas de bonus de prix à attendre sur des mélanges.

Comment constituer le mélange ?

1- Je détermine mes risques prioritaires (ex : septoriose, rouilles, froid et PS).

2- Je choisis mes variétés

- ⇒ Associer au minimum 3 variétés.
- ⇒ Associer des variétés de précocité assez proche : [Tardives avec 1/2 tardives], [1/2 tardives avec 1/2 précoces] ou [1/2 précoces avec précoces].
- ⇒ Pour limiter les risques locaux, respecter les règles suivantes :
 - moins de 1/3 des variétés du mélange doivent y être sensibles (comportement défavorable)
 - au moins 1/3 des variétés du mélange doivent y être tolérantes (comportement Favorable)
- ⇒ Choisir uniquement des variétés panifiables pour valoriser le mélange en BPMF.

3- En pratique, il existe plusieurs méthodes plus ou moins précises pour réaliser un mélange.

La plus simple consiste à récolter en travers des bandes de semences ; c'est la moissonneuse qui réalise le mélange. Inconvénient : on ne connaît pas exactement la proportion de chaque variété (elle dépend du nombre de grains/m² produit par chaque variété).

Exemple

Exploitation en Argilo calcaire et terres profondes de vallée

Les risques majeurs pour l'agriculteur :

- septoriose et PS pour toutes les parcelles de l'exploitation.
- cécidomyie et verse pour les terres de vallée.

Les mélanges possibles :

AIGLE + RUBISKO + FRUCTIDOR pour les parcelles de vallée.

FRUCTIDOR + SYLLON + BOISSEAU dans les parcelles argilo calcaires

Cultiver du colza à faible niveau de charges

Quelles stratégies sont possibles ?

En fonction des objectifs et du contexte, plusieurs modes de production économes sont envisageables.

Objectif prioritaire	Objectif secondaire	Adapté à une parcelle à pression adventices			STRATEGIE
		faible	moyenne	forte	
Réaliser une double récolte	Réduire fortement les coûts de désherbage	oui	(non)	non	Associer du colza et du sarrasin
Réduire fortement les coûts de désherbage et de protection insecticide	-	oui	oui	oui	Doper la croissance du colza à l'implantation
Réduire la fertilisation azotée	-	oui	non	non	Associer le colza à un couvert de légumineuses

Cas n°1 : Associer le colza à du sarrasin

Objectifs

- Viser une double récolte : sarrasin en novembre puis colza l'été suivant.
- Réduire les charges herbicides (-60 à -80 €/ha).

Mise en oeuvre

Dans quel type de parcelle pratiquer cette association ?

Elle est envisageable dans les conditions suivantes :

- Sur une parcelle récoltée tôt, de préférence avant le 15 juillet, pour pouvoir réaliser une implantation très précoce. En général, la technique peut s'envisager derrière orge d'hiver ou pois d'hiver.
- Sur une parcelle à salissement modéré.
- De préférence sur une parcelle à bonne capacité de ressuyage ; la récolte du sarrasin en octobre ou novembre peut abîmer la structure du sol et le colza.

Quand semer ? Il faut semer très tôt, **dans la 1^{ère} quinzaine de juillet**. Ne déclenchez le semis que si la levée est assurée : humidité du sol résiduelle suffisante ou pluie annoncée dans les jours qui suivent. Au-delà du 15 juillet, la stratégie de l'association du colza avec le sarrasin doit être abandonnée.

Quelles variétés choisir ? Pour limiter l'investissement dans une stratégie à faible investissement, il est préférable d'utiliser une semence fermière de colza (variétés lignées). Vu la grande précocité du semis, choisir une variété ou un mélange variétal **Peu Sensible à l'élongation automnale**. Choisir une variété de sarrasin valorisable en alimentation humaine (type HARPE).



Quelle densité de semis retenir ? Semer le colza plus dru (3 à 5 kg/ha) et le sarrasin à 30 kg/ha. En précédent pois d'hiver, choisir une densité de colza de 3 kg/ha. Les conditions de semis sont souvent favorables (peu de résidus) et la disponibilité d'azote augmente le risque d'élongation automnale. A l'inverse, sur précédent escourgeon, opter pour une densité de semis du colza de 4-5 kg/ha pour compenser les pertes à la levée liées à la présence de paille peu décomposée au moment du semis.

Faut-il apporter une fertilisation azotée ? :

En précédent pois d'hiver : NON

En précédent céréales : UNIQUEMENT SI le milieu est très pauvre (sol calcaire, faible reliquat). Apporter alors 20 à 30 unités/ha incorporé avant semis (sous forme minérale ou organique).

Quel désherbage prévoir ?

Ne pas appliquer d'herbicides antidicotylédones au semis : les produits ne sont pas sélectifs du sarrasin.

L'application d'un anti-graminée foliaire peut être nécessaire en cas de levée importante de repousses de céréales.

Après la récolte (ou la destruction) du sarrasin, il est possible d'appliquer un herbicide de post-levée (type IELO ou KERB) uniquement si le salissement le nécessite.



Quel est l'effet du mélange sur les charançons du bourgeon terminal ?

La présence de sarrasin dans la parcelle désorienterait les ravageurs du colza et réduirait la colonisation de la culture. Une protection spécifique n'est généralement pas nécessaire.

Sur un vol de charançon très important, une protection chimique peut être positionnée après la récolte du sarrasin.

Les points clé – les points délicats

1- Octobre/Novembre : La récolte du sarrasin

Commencer à observer le sarrasin environ 2 mois et ½ après semis. Il est possible d'utiliser la règle suivante : "lorsque les ¾ des graines sont noires et l'intérieur ferme, le sarrasin est prêt à être récolté".

L'idéal est de pouvoir récolter juste après une gelée : le sarrasin flétrit, on peut alors récolter facilement le grain avec la moissonneuse sur une végétation desséchée.

Sécher immédiatement après la récolte : ne pas stocker en tas.

Le passage de la moissonneuse peut abîmer le colza si le sol est humide ou peu portant.

2- Sortie hiver : Conserver ou remplacer le colza

Cette technique comporte quelques risques pour le colza :

- Risque de mauvaise levée sur mulch de paille épais et non dégradé,
- Risque d'étouffement par le sarrasin,
- Risque d'élongation automnale si conditions douces,
- Risque de salissement de la parcelle si le sarrasin couvre peu le sol,
- Risque de dégradation des plantes lors de la récolte du sarrasin.



Mélange Colza + Fenugrec + Lentille + Gesse

Il est nécessaire d'évaluer, dès fin janvier-début février, l'état de la parcelle de colza. Plusieurs points doivent être observés : la densité de pieds, leur vigueur, les dégâts d'insectes (en particulier les charançons du bourgeon terminal), le salissement.

Pour conserver la culture, il faut en sortie hiver :

- Au moins 5 pieds vigoureux / m²
- Ou au moins 30 pieds "de mauvaise qualité"/m²

On appelle pied vigoureux : 1 pied non buissonnant, non larvé, non abîmé par le gel ou une maladie, présentant un pivot droit et dont la partie aérienne pèse au moins 15 g.

Si le colza est conservé, l'itinéraire au printemps sera le même qu'un colza implanté de manière classique.

3- La commercialisation du sarrasin.

Le sarrasin est une culture dont les débouchés sont réduits. Le prix, lorsqu'il existe un débouché, est très fluctuant (150 à 400 €/T). Il est donc préférable de chercher un acheteur avant de semer le mélange.

Cas n°2 : Associer le colza à un couvert de légumineuses

Objectifs

Réduire les charges de fertilisation azotée (-30 unités/ha) et de désherbage (-10 à -30 €/ha). Améliorer légèrement la productivité de la culture (résultats irréguliers dans les essais)

Mise en oeuvre

Dans quel type de parcelle pratiquer cette association ?

Elle est envisageable uniquement sur les parcelles à salissement modéré.

Quand semer ?

Il faut semer de préférence entre le 10 et le 25 août pour garantir une biomasse de légumineuse suffisante avant l'hiver.

En début de plage de semis (10-15 août), on augmente le risque d'élongation du colza si l'automne est très doux.

En semis de fin août, on augmente le risque de faible développement de la légumineuse associé en cas de période sèche ou froide après le semis.

En Semis Direct, il est préférable de semer avant le 15 août car le développement de la culture est plus lent.

Quelles espèces de légumineuses peut-on associer au colza ?

Critère n°1 : préférer un mélange de 2 ou 3 légumineuses plutôt qu'une seule espèce. La diversité des espèces accroît la chance d'obtenir une biomasse correcte.

Critère n°2 : choisir des espèces gélives. Leur destruction hivernale ne doit pas dépendre de la chimie.

Critère n°3 : limiter le coût de semence du couvert associé à 30-35 €/ha maximum. Au-delà, la rentabilité de la pratique n'est pas assurée.

Espèce	Densité (seule) (kg/ha)	Sensibilité au froid (indicative)	Résistance Aphanomycès	Observations Remarques
Fenugrec	20 à 30	-5°C	Résistant	
Féverole	60 à 80	-5 à -8°C	Résistant	Produit une biomasse importante tout en concurrençant peu le colza (et les adventices) pour la lumière.
Gesse	30 à 40	-5°C	Sensible	
Lentille	20 à 30	-5°C	Sensible	Plutôt adaptée aux sols calcaires. Bonne complémentarité avec la féverole.
Trèfle Alexandrie	10 à 15	-3°C	?	

Éviter le pois fourrager dont la végétation très agressive peut étouffer le colza.

Éviter la vesce qui est peu gélive (elle peut résister à -10°C) et qui peut exercer une forte concurrence sur le colza au printemps.

Comment semer ?

En général, le semis du colza et des légumineuses associées est simultané, quel que soit le type de semoir.

Pour réduire le risque d'élongation du colza tout en conservant le potentiel de croissance des légumineuses, il est possible de semer d'abord les légumineuses puis, dans un 2ème temps le colza. Ne pas dépasser plus d'une semaine entre les 2 semis sous peine de pénaliser le développement du colza par la concurrence des légumineuses.



Mélange Colza + Féverole + Lentille

Faut-il apporter une fertilisation azotée au semis

NON (sauf éventuellement apport organique)

Quel désherbage prévoir ?

Le désherbage doit être limité par rapport à une implantation classique, pour 2 raisons :

- Les herbicides gênent la croissance des légumineuses
- Ce type de technique est à réserver à des parcelles peu sales

Sur une parcelle à salissement très faible : l'impasse sur dicotylédones est possible.

Dans les situations un peu moins propres, conserver un désherbage minimal :

		T1 Post-levée précoce Cot- 1F	T2 (si nécessaire) T1 + 10-15j	Fin automne
Parcelles très peu sales	-	-	-	
Salissement modéré	Gaillet, matricaire	NOVALL 0,6 à 0,8	NOVALL 0,6 à 0,8	-
	Géranium, gaillet	ALABAMA 0,6 à 0,8	ALABAMA 0,6 à 0,8	-
	Laiteron, coquelicot, bleuet, destruction couvert			YAGO 1,5

Quel est l'effet du mélange sur les charançons du bourgeon terminal ?

La présence d'un couvert associé dans la parcelle désorienterait les ravageurs du colza. Une protection spécifique n'est généralement pas nécessaire. Sur un vol de charançon très important, une protection chimique peut être positionnée en entrée hiver.

Les points clé – les points délicats

En sortie hiver, les légumineuses associées doivent être détruites ou très affaiblies. Dans le cas contraire, elles pénalisent le rendement du colza.

Au printemps, la fertilisation azotée du colza peut être diminuée de 20 à 30 unités/ha.



Mélange Colza + Fenugrec + Lentille + Gesse

Cas n°3 : Doper la croissance automnale du colza

Objectif : augmenter la résistance de la culture aux ravageurs, améliorer sa compétitivité vis-à-vis des adventices. Au final, l'objectif est de réduire fortement voir d'éliminer l'utilisation de produits phytosanitaires avant l'hiver.

Le principe : obtenir une biomasse de colza à l'automne suffisante pour concurrencer efficacement les adventices

Dans quels types de parcelles pratiquer cette technique ?

Tous

Quand semer ?

Il faut semer classiquement entre le 15 et le 30 août. Après cette période, le risque de mauvais développement végétatif lié à une période sèche ou à un froid précoce est trop grand.

A quelle densité semer ?

La densité de semis dépend de l'objectif prioritaire

Objectif prioritaire	Densité	Variété	Type de semoir
Concurrencer les adventices	80 à 100 grains /m ²	100 % lignée ferme PS élancement automnale	Semoir céréales Ecartement 10 – 20 cm
Résister aux ravageurs	30 à 50 grains/m ²	De préférence : 100% lignée PS élancement Possible : mélange 50% hybride + 50% lignée PS élancement	

Faut-il apporter une fertilisation azotée ? L'objectif est de produire des pieds développés en entrée hiver : la disponibilité en azote doit être suffisante pour atteindre une biomasse minimale d'1 kg/m² en novembre.

Selon la situation de la parcelle, la dose d'azote à apporter au semis varie de 0 à 50 unités/ha.

L'azote peut être apporté sous forme minérale ou organique.

Dans le cas d'un apport organique, la dose nécessaire doit être disponible dès l'automne.

	Précédent Pailles restituées	Précédent Pailles enlevées	Précédent Légumineuse
Terres humifères	0	0	0
Terres colorées profondes	20 à 30	0 à 20	0
Terres colorées superficielles	40 à 50	20 à 30	0 à 20
Craie	40 à 50	20 à 30	0 à 20

La dose peut être modulée de 10 unités à la hausse ou à la baisse selon les reliquats d'azote à la récolte du précédent

Quel désherbage prévoir ?

Ne pas appliquer d'herbicides anti-dicotylédones au semis, sauf si parcelle sale. Le semis dense et fertilisé est capable de "prendre le dessus" sur les adventices. Ceci est d'autant plus vrai que la couverture du sol est accélérée par un semis dense (80-100 grains/m²). La compétitivité de ce mode d'implantation a été observée dans plusieurs essais sur coquelicot, bleuet, ray-grass...

L'application d'un antigraminée foliaire peut être nécessaire en cas de levée importante de repousses de céréales.

Quelle protection insecticide prévoir à l'automne ?

Généralement aucune. Des essais ont montré que des pieds de colza développés à l'automne étaient résistants aux attaques de charançon du BT et d'altises. Aucune protection insecticide n'est généralement nécessaire dans ce type d'implantation, sauf si le rapport biomasse EH (en g/m²)/densité (pieds/m²) est inférieur à 25.

Le points clé / les points délicats :

En sortie hiver : choisir de conserver ou de remplacer la culture

Cette technique comporte quelques risques pour le colza :

- Risque d'élongation automnale,
- Risque de salissement de la parcelle en absence de désherbage,

Même si le risque d'échec est faible, il est nécessaire d'évaluer, dès fin janvier-début février, l'état de la parcelle de colza. Plusieurs points doivent être observés : la densité de pieds, leur vigueur, les dégâts d'insectes (en particulier les charançons du BT), le salissement.

A partir de ces observations, il faut prendre la décision de conserver ou remplacer le colza... Moins il y aura eu de charges sur le colza, plus il sera facile de le remplacer en cas d'échec...

Les points de vigilance

En objectif prioritaire "Concurrer les adventices", l'augmentation de la densité à 80-100 pieds/m², dont le but est d'accélérer la couverture du sol, se traduit par des pieds plus nombreux et moins développés ; leur sensibilité aux attaques d'altises ou de charançon du bourgeon terminal est accrue.

Ce type de stratégie d'implantation est efficace sur adventices sauf sur les espèces très nitrophiles comme la sanve ou la ravenelle.



Octobre 2014, Aix en Othe
Densité 80 graines/m²
+ 40 unités N au semis



Octobre 2014, Aix en Othe
Densité 20 graines/m²
+ 40 unités N au semis



Expérimentation locale : Intérêt d'un apport d'azote au semis du colza sur adventices
Essai CA10 - 2012 - Vauchassis - Aube - sol calcaire superficiel - Colza semé à 50 grains/m²
Essai en bande adjacentes non désherbées. Photos prises le 16/06/12



Pas d'azote au semis



40 unités d'azote au semis

La bande ayant reçu de l'azote au semis est beaucoup moins sale en bleuet que la bande sans azote (efficacité estimée à 95%). L'azote a dopé la couverture du sol à l'automne et renforcé la concurrence du colza vis-à-vis du bleuet.

Le désherbage mécanique

Mes parcelles se prêtent-elles au désherbage mécanique ?

Quel matériel choisir selon le type de sol de l'exploitation ?

Le désherbage mécanique doit se baser sur le type de sol majoritairement présent sur l'exploitation :

Situation - Type de sol	Choix de l'outil
Terres battantes	Préférer l'usage d'une houe rotative ou d'une bineuse. Le herse étrille ne pourra être utilisée qu'après avoir détruit la croûte de battance.
Terres à forte charge en cailloux	Tous les outils sont pénalisés par une forte charge en cailloux. Néanmoins, préférer l'usage d'une herse étrille ou d'une bineuse qui se comportent mieux que la houe rotative
Terres à ressuyage lent	Préférer l'usage de la houe rotative qui permet de travailler sur des terres plus humides que la herse étrille La bineuse aura des fenêtres d'intervention restreintes du fait des conditions d'humidité du sol
Résidus abondants en surface (rhizomes de luzerne, pailles, résidus de cultures intermédiaires ...)	Préférer l'utilisation de la houe rotative qui permet d'améliorer le débit de chantier en limitant les phénomènes de bourrage fréquents avec la herse étrille. L'utilisation de la bineuse est possible
Parcelles en devers	Tous les outils peuvent être utilisés Néanmoins les interventions de binage seront moins précises car il sera nécessaire de passer le soc à une distance plus éloignées du rang
Terres meubles qui manquent de cohésion	Préférer l'usage de la herse étrille ou de la bineuse

Cas particuliers

- Les sols qui ont tendance à faire des mottes en surface lors du passage des outils de désherbage mécanique peuvent limiter leur efficacité :

- Les adventices enracinées dans les mottes sont plus dures à déraciner ou à recouvrir.
- Les binages doivent être réalisés en s'écartant d'avantage du rang des jeunes cultures afin de ne pas emmener une grosse motte de terre qui déracinerait les plantules.

- Les sols durs en surface

Les outils de désherbage mécanique travaillent convenablement sur des sols friables en surface. Dès que les structures de sols sont resserrées, l'action mécanique des outils est perturbée. Ceci se traduit par deux phénomènes, "la trace" pour la herse étrille et "le piquage" pour la houe rotative.



Trace d'une herse étrille sur sol de craie dur. Avec une moindre vibration, la surface travaillée par la dent de herse est très restreinte.



Piquage d'une houe rotative avec montage inversé en sol de craie.
Les pluies de l'automne et l'absence de gel ont "bétonné" les sols en surface.



Critères de décisions pour déclencher son intervention

Une fois choisis le matériel de désherbage mécanique adapté à l'exploitation, la décision de déclencher son intervention doit faire suite aux réponses apportées aux quatre interrogations suivantes :

- Quels sont les stades de développement de la culture et des adventices ?
- Est-ce que les conditions prévues pendant et après intervention sont satisfaisantes ?

Est-ce que la culture est assez développée ?

Consulter les tableaux d'intervention en désherbage mécanique à la fin de cette partie (p.57 à 60).

Est-ce que les conditions d'intervention sont satisfaisantes ?

Les conditions de ressuyage influencent la qualité de travail des pièces mécaniques et donc l'efficacité du déracinement des adventices. Plus une parcelle se ressuie lentement, plus il sera difficile de réaliser un travail de qualité car les créneaux d'interventions seront très limités.

Conditions de ressuyage	Herse étrille	Houe rotative	Bineuse
Collant aux outils	Pas adapté		
Non adhérent aux outils	Moyennement adapté	Adapté	Pas adapté
Frais	Adapté		Adapté
Ressuyé			
Sec		Moyennement adapté	

Est-ce que les conditions prévues après intervention sont satisfaisantes ?

Une fois que les adventices sont déracinées, il est nécessaire d'éviter qu'elles repiquent. Des conditions séchantes favoriseront la dessiccation des adventices alors que des conditions humides favoriseront leur repiquage.

Plus les conditions sont séchantes, plus le nombre de jours sans pluie après intervention peut être faible tout en conservant une bonne efficacité.

Dans la pratique, les conditions optimales sont parfois difficiles à respecter. Dans ce cas, intervenir dès que possible.

Conditions optimales d'intervention

Valeur de l'évapotranspiration	< 0,5 mm/jour	> 0,5 mm/jour
Mois correspondant	Octobre à mars	Avril à septembre
Jours sans pluie après intervention	4 jours	2 jours

Source : ITAB/Arvalis

Les conditions climatiques après intervention peuvent également modifier la sélectivité du désherbage mécanique.

Conditions climatiques après intervention	Possibilité de désherbage mécanique
Périodes de gel dans les 2 à 3 jours suivant l'intervention	Eviter le désherbage mécanique
Conditions peu poussantes avec de faibles températures	Le désherbage mécanique est possible mais éviter de recouvrir la culture.
Risque de forte pluie après intervention sur les sols limoneux battants	
Conditions poussantes avec des températures douces, sans risque de gel.	Un désherbage mécanique est possible. Le buttage du rang sera sans conséquence pour les espèces peu sensibles au recouvrement.

5 solutions peuvent être mises en œuvre afin de limiter le recouvrement :

- Limiter la vitesse d'avancement,
- Intervenir sur des cultures plus développées,
- Utiliser des variétés de céréales à port dressé,
- Aménager des passages de roues : le recouvrement est plus important sur les zones où les céréales ont été écrasées par les roues,
- Choisir les bons équipements pour la bineuse : utiliser des socs de bineuse plats et non des socs pattes d'oies et privilégier des dents semi flexibles ou rigides au lieu de dents flexibles type vibroculteur.



Les adventices sont -elles suffisamment petites pour être efficace ?

Il est important **d'intervenir précocement sur des adventices peu développées**. Plus une adventice est développée, plus elle sera résistante aux passages mécaniques.

- Pour les outils de passage en plein (herse étrille et houe rotative), le stade optimal d'intervention est situé entre "fil blanc" et 1 à 2 feuilles de l'adventice.
- Pour les outils de passage en inter rangs (bineuses), l'intervention peut être efficace sur des adventices plus développées.

Outil	Stade des adventices					
	Fil blanc	Cotylédons	1 feuille	2 feuilles	3 feuilles	>3 feuilles
Herse étrille	Très efficace			Moyennement efficace		Pas efficace
Houe rotative	Très efficace		Moyennement efficace			Pas efficace
Bineuse	Très efficace					Moyennement efficace

L'efficacité du désherbage mécanique varie en fonction du type d'adventices. Les graminées sont généralement moins sensibles aux interventions mécaniques que les dicotylédones.

Quel que soit l'outil, les vivaces sont très difficilement contrôlables par ce levier.

Adventices	Herse étrille	Houe rotative	Bineuse
Dicotylédones annuelles	Très efficace		
Graminées annuelles	Moyennement efficace		Très efficace
Vivaces	Pas efficace		Moyennement efficace

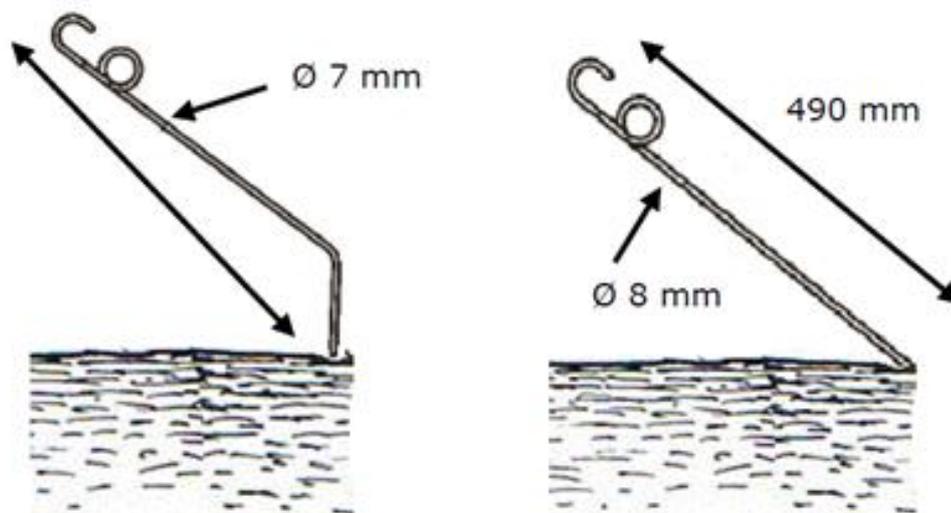
Choix du matériel

Les herse étrilles

Choix du type dents

4 paramètres doivent être pris en compte pour le choix des dents :

- La longueur de la dent : les dents longues peuvent intervenir dans des cultures à un stade avancé et s'adaptent aux irrégularités du sol. Elles sont plus souples et ont un meilleur suivi du sol. Les dents courtes sont plus pénétrantes dans les terres lourdes.
- Le diamètre de la dent : il est choisi en fonction du type de sol et de l'utilisation :
 - o Les 6 mm pour les sols légers, utilisables sur cultures fragiles (céréales à des stades jeunes, légumes, plantes sarclées) ;
 - o Les 7 mm (polyvalentes), pour des sols intermédiaires et hétérogènes et sur tous types de cultures ;
 - o Les 8 mm pour des sols lourds et utilisation sur prairie : dents plus dures donc plus agressives sur la culture.
- La forme de la dent est importante en fonction du type de sol : les dents droites (sans coude) sont à préférer dans les sols pierreux (évitent de ressortir des cailloux). Elles sont en revanche moins agressives.



- Le nombre de spires : il existe des dents à deux spires et des dents à une spire. Les premières sont moins sensibles à la casse, un paramètre plutôt à prendre en compte dans les terres lourdes.

Construction des sections

Les herse étrilles sont constituées de plusieurs sections (1,5 m en général) fixées au bâti. La structure de ces sections influe sur la capacité de l'outil à suivre les irrégularités du sol. On distingue 3 types de conception :

- Montage pendulaire à réglage section/section : Il s'agit du mode de conception de toutes les herse étrilles dites "classiques". L'inclinaison des dents est identique pour toutes celles d'une même section. Sur ces modèles, seul le mode de fixation du montage pendulaire au porte dents varie :
 - o La fixation par double chaîne : c'est ce que l'on retrouve sur les modèles Carré®, Breton® ou Einbock®,
 - o La fixation par quadruple chaîne : c'est ce que l'on retrouve sur les modèles Hatzenbichler®. Avec notre expérience, nous trouvons que ces modèles assurent un meilleur suivi de terrain que les doubles chaînes.



Herse étrille Breton®



Herse étrille Unia®

- Sans montage pendulaire à réglage dent/dent : chaque dent est fixée à un ressort indépendant qui permet de conserver une pression identique sur chaque dent. C'est ce que l'on retrouve sur les modèles Treffler® ou sur les nouveaux modèles Breton®. Il s'agit pour nous des herse étrilles qui permettent de réaliser les réglages les plus fins et sont donc intéressantes pour les légumiers de plein champ ou ceux qui travaillent sur des cultures sensibles au désherbage mécanique (lentille ...).



Herse étrille Treffler®

Les autres options

Au-delà du choix des dents et du bâti, d'autres options peuvent être prises en compte pour le choix d'une herse étrille :

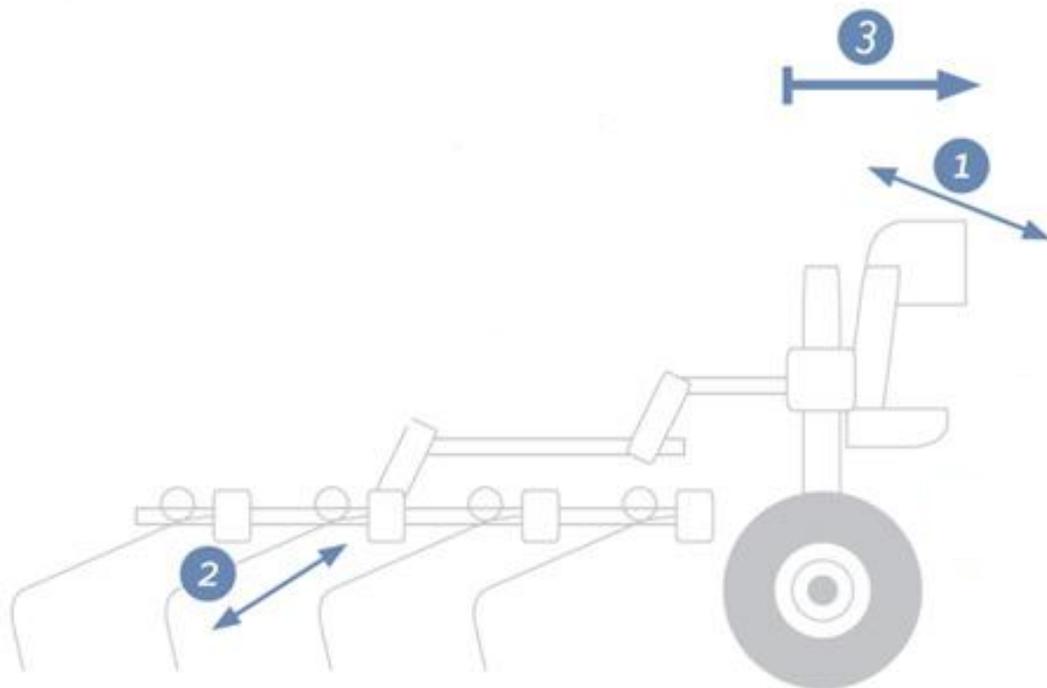
- Le réglage des roues de terrage peut être réalisé soit :
 - o Par un système à manivelle
 - o Par un système de broche à position multiple
- Le réglage de l'agressivité des dents peut être soit :
 - o Un réglage manuel qui impose de descendre du tracteur pour chaque réglage et de modifier l'agressivité des dents section par section (8 manipulations pour une 12 m),
 - o Un réglage hydraulique qui permet de modifier l'inclinaison des dents tout en restant en cabine. Cette option peut être intéressante dans les sols présentant une forte hétérogénéité.

Réglage de la herse étrille



Le réglage d'une herse étrille s'effectue en trois étapes :

- **Etape 1 :** Le réglage du troisième point permet de positionner la herse étrille à l'horizontale. Le réglage doit être réalisé sur une surface plane (cour de la ferme...).
- **Etape 2 :** Le réglage de l'inclinaison des dents permet de sélectionner l'agressivité avec laquelle on veut travailler. Plus les dents sont inclinées à la verticale, plus elles sont agressives. En général, le réglage se fait à l'aide d'un levier à position multiple.
- **Etape 3 :** La vitesse d'avancement est le dernier paramètre qui permet d'influer l'agressivité de l'outil. Plus la vitesse d'avancement sera importante, plus l'agressivité sera forte.



Limiter le phénomène de "masse" en herse étrille

Le phénomène de masse est observé lorsque l'on travaille avec la herse étrille dans le sens du semis. Les dents de la herse étrille ont tendance à fuir le rang pour travailler majoritairement dans l'inter rang. Le contrôle des adventices présentes sur le rang de la culture est donc moins bon.

On peut limiter ce phénomène de deux façons :

- En réalisant des interventions en diagonale à l'aide de la herse étrille (passage à 45° par rapport au sens du semis). Avec cette technique, on augmente l'agressivité des dents sur le rang de la culture,
- En utilisant une roto-étrilleuse qui travaille avec un angle de 30° par rapport au semis.

Cette technique a pour effet de rendre plus agressifs les passages de herse étrille pour la culture. elle est à privilégier pour des céréales avancées (stade tallage ou plus).

Les roto-étrilleuses

Les roto-étrilleuses se composent de dents droites moulées dans un disque en polyuréthane. Les éléments travaillent le sol avec un angle de 30°.

Deux marques de roto-étrilleuses existent sur le marché : Annarburger® et Einbock®.

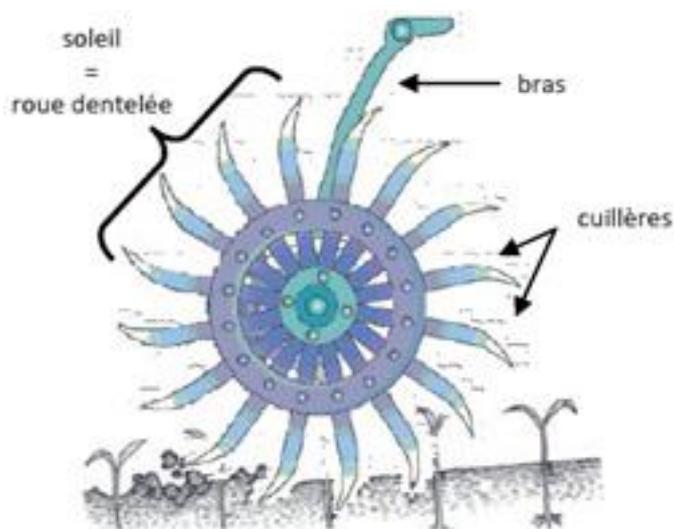


Les houes rotatives

Choix de la houe rotative

Le choix d'une houe rotative se fait à travers 3 critères principaux :

- **Le poids de l'outil** : bien que l'on puisse augmenter la pression des ressorts sur le bras, la majeure partie de l'agressivité d'une houe rotative se fait par son propre poids. Sur les terres légères, privilégier des houes avec un poids faible (Yetter®, Carré®...). Sur les terres lourdes, privilégier des houes avec un poids élevé (Hatzenbichler®, Breton®, Mainardi®).
- **Le sens de rotation des soleils** : on distingue les cuillères qui percutent le sol avec la pointe et celles qui percutent le sol avec le dos. Les dernières, moins agressives, se comportent mieux en terres à cailloux en limitant les projections.
- **Les options** : certaines marques proposent l'installation d'une rangée de dents de herse derrière les soleils. Ces dents augmentent l'agressivité de l'outil en complétant le travail réalisé par les soleils.



Les bineuses

Choix des socs et des dents

Je souhaite		Choix de la dent	Choix du soc	Visuel de l'élément	Inconvénient	
Biner dans des sols durs en surface ou battants		Dent de vibroculteur	Soc pattes d'oies		Risque de remontée de cailloux ou de mottes.	
Biner dans des sols à forte charge en cailloux					Mauvais contrôle de la profondeur ce qui rend ces dents moins efficaces en désherbage	
Biner des luzernes					Nécessite un nombre de dents plus important pour bien recroiser le travail.	
Biner sur des sols meuble à charge faible ou moyenne en cailloux	Sans avoir d'effet buttage sur le rang	Dent semi flexible	Lame Lelièvre		Faible capacité de pénétration dans les sols durs	
			Soc slash		Mauvais comportement en sol caillouteux Faible capacité de pénétration en sols durs.	
			Soc plat		Faible capacité de pénétration en sols durs.	
	En ayant un effet buttage sur le rang	Dent droite	Soc patte d'oie		Risque de casse important en présence de cailloux. Faible capacité de pénétration en sols durs.	
				Dent semi flexible		Faible capacité de pénétration en sols durs. Foisonnement de terre parfois important et risque de remontée des cailloux ou des mottes.
				Dent droite		Risque de casse important en présence de cailloux. Faible capacité de pénétration en sols durs. Foisonnement de terre parfois important et risque de remontée des cailloux ou des mottes.
Biner sur le rang		Dent semi flexible	Moulinet		Faible débit de chantier Utilisable que sur les cultures à grand écartement (maïs, tournesol, ...)	

Des combinaisons de dents peuvent être réalisées sur une même bineuse. Par exemple, pour travailler dans des sols durs on pourra combiner :

- Une première rangée d'éléments avec des dents de vibroculteur et des socs droits afin d'ouvrir le sol,
- Une seconde rangée d'éléments avec des dents semis flexibles et des socs plats afin de scalper les adventices.



Dents combinées sur une bineuse (Chambre d'agriculture 77)

Choix des protèges plants

On distingue deux principaux types de protèges plants :

- Les disques crénelés : le choix idéal dans les terres à cailloux. Néanmoins, ces disques contiennent moins bien le flux de terre que les tôles,
- Les tôles protectrices : les tôles assurent le meilleur contrôle du flux de terre. En revanche, elles sont moins adaptées aux terres à cailloux.

Les bineuses à faible écartement (< 25 cm)

Choix de l'inter rang

L'écartement entre rangs doit être un compromis entre les possibilités techniques de biner et la capacité de la culture à couvrir rapidement l'inter rang. On distingue deux orientations :

- Le binage à 15-20 cm : Il est réservé aux bineuses autoguidées. Aujourd'hui, seules les bineuses Garford® semblent pouvoir intervenir efficacement dans ces conditions. En dessous de 15 cm, on atteint la limite technique de ces bineuses.



*Bineuse caméra de marque Garford.
La caméra est fixée sur le mat.*

*Caméra Claas utilisée
notamment sur les bineuses Carré.*



- Le binage à 20-25 cm : Il est adapté aux bineuses autoguidées par caméra Claas et aux bineuses non autoguidées. En dessous de 20 cm, on atteint la limite technique des caméras Claas et de l'œil humain. Au-delà de 25 cm, il est difficile de trouver des variétés qui puissent couvrir convenablement l'inter rang. La majorité des systèmes sont semés entre 20 et 25 cm d'écartement.

Une perte de rendement en grands écartements (cas des céréales) ?

Les résultats d'essais publiés par Arvalis en 2011 en conventionnel témoignent, qu'en moyenne, la baisse de rendement est de 6 % pour des écartements de 25 cm en comparaison aux écartements inférieurs à 20 cm. Cette baisse atteint 15 % pour les écartements de 35 cm : moindre biomasse, moins bonne utilisation de la lumière et des éléments minéraux, moindre tallage...

Les pertes de rendement sont accentuées avec certaines variétés selon :

- Le port (les ports étalés compensent mieux que les ports dressés),
- La capacité à compenser une faible densité de pied (tallage, fertilité des épis...).

Enfin le milieu conditionne également le niveau de perte de rendement. Les sols et systèmes de culture à moindre potentiel sont moins pénalisés par des interlignes larges car le nombre de grains/m² est limité par d'autres facteurs (azote notamment).

On peut donc penser que la différence de 6% entre un blé à 25 cm et un blé à écartement standard observée en agriculture conventionnelle ne se retrouve pas en agriculture biologique.

Nous avons en revanche observé que le sol à tendance à minéraliser davantage dans des systèmes binés avec des écartements larges en comparaison à des systèmes non binés avec des écartements réduits.

Choix de la mise en place de passages de roues

Nous distinguons deux stratégies possibles sur le terrain :

- La stratégie avec passages de roues :
 - o les passages de roues sont utilisés pour se repérer plus facilement dans la parcelle lors des opérations de binage,
 - o Ils permettent de réaliser des interventions tardives après le début de montaison sans endommager la culture (écimages, interventions tardives de herse étrille pour la lutte contre le gaillet, semis sous couvert...).
 - o Des roues étroites sont souvent utilisées. Bien que l'on ne fasse pas de dégâts sur la culture, on occasionne en revanche des tassements plus importants sur les zones de roulage. Les zones de roulage peuvent même devenir difficiles à biner.



- La stratégie sans passages de roues :
 - o Pour se repérer dans la parcelle lors des opérations de binage, on resserre deux rangs au milieu du semoir (par exemple 12.5 cm pour les deux rangs centraux et 22 cm pour les autres),
 - o Les passages tardifs après le début de montaison sont souvent évités car ils occasionnent des dégâts importants sur la culture par écrasement,
 - o Des roues larges sont utilisées. Avant montaison, elles marquent un peu les cultures mais occasionnent moins de risque de tassement. La bineuse travaille mieux derrière les passages de roues.

Bineuse à betterave reconvertie en bineuse à céréale. Des passages de roues sont aménagés sur chaque passage de bineuse.



Choix du semoir

Une règle fondamentale est que l'ensemble des éléments semeurs soient sur le même poutre. Cela permettra d'éviter les phénomènes de resserrement des rangs dans les dévers. A partir de cette règle, on peut identifier sur le terrain deux stratégies :

- Le 100% binage : Au sein de cette stratégie, les agriculteurs utilisent en règle générale un semoir pour réaliser l'ensemble des semis entre 21 et 22 cm.
- La polyvalence : Au sein de cette stratégie, les agriculteurs utilisent en règle générale un semoir pouvant réaliser des semis entre 11 et 12.5 cm pour les cultures non binées. Lorsqu'un rang sur deux est bouché, cela permet de semer à des écartements adaptés au binage, entre 22 et 25 cm. Une stratégie adaptée aux fermes mixtes mais aussi aux fermes bio (semis à faible écartement sur les parcelles à priori propres ; semis écarté et binage sur les parcelles à priori plus sales).

Positionnement du désherbage mécanique de prélevée (ou désherbage "à l'aveugle")

Le désherbage mécanique de prélevée doit être déclenché selon deux paramètres :

- Le stade de la culture : le désherbage de prélevée ne doit pas être réalisé trop tard. Il est nécessaire d'intervenir avant que le coléoptile commence à monter vers la surface au risque de l'endommager. Limiter le terrage de l'outil permet de passer sur un coléoptile un peu plus développé (mais toujours vérifier qu'il y a plus d'1cm entre la surface du sol et le haut du coléoptile),
- Le stade de l'adventice : le désherbage de prélevée ne doit pas être réalisé trop tôt. Il est nécessaire d'attendre que les adventices soient germées au risque de limiter l'efficacité du passage.

Pour les semis d'automne et de printemps, les désherbages mécaniques sont souvent déclenchés 1 semaine après le semis. Pour les cultures d'été (tournesol, maïs, soja...), le stade optimal d'intervention peut déjà être atteint en 4 à 5 jours. Les sommes de températures peuvent aider à positionner un désherbage de prélevée. Il faut par exemple 200°C jour pour la levée du blé d'hiver.



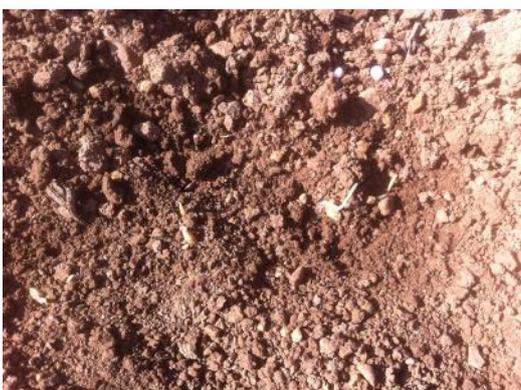
Radicelles en place. Le coléoptile n'a pas encore émergé.

Stade optimal pour le passage en prélevée.



Radicelles en place. Le coléoptile commence à émerger.

Stade limite pour le passage en prélevée.



Radicelles en place et coléoptile à moins de 1 cm de la surface.

Trop tard pour le passage en prélevée.

Stades et stratégies d'intervention en culture

Céréales d'hier et de printemps

Stades d'intervention en désherbage mécanique

Outil	Prélevée (aveugle)	1 feuille	2 feuilles	3 à 4 feuilles	Tallage	Début de montaison (épi 1 cm)	A partir de 1 nœud	SLP
Herse étrille	Recommandé	Déconseillé		Recommandé			Possible (si passage de roues)	
Rotoétrilleuse	Recommandé	Déconseillé					Déconseillé	
Houe rotative	Recommandé	Déconseillé	Possible				Possible (si passage de roues)	
Bineuse	Déconseillé							

Exemples de stratégies de désherbage mixte mécanique + chimique

Stratégie 1 – Céréale d'hiver

AUTOMNE			SORTIE HIVER / PRINTEMPS
Semis	Pré-levée (aveugle)	3 F - Début tallage	Tallage - montaison
Début octobre Densité : + 10 à 15%	1 passage Herse Étrille <i>inclinaison dents = faible</i> <i>profondeur = 2 cm</i> <i>vitesse = 8 à 10 km/h</i>	1 passage Herse Étrille <i>inclinaison dents = faible à moyenne</i> <i>profondeur = 2 cm</i> <i>vitesse = 4 à 6 km/h</i>	Désherbage chimique sur flore restante

Stratégie 2 – Céréale d'hiver

AUTOMNE		SORTIE HIVER / PRINTEMPS
Semis	2 F - Début tallage	Tallage - début montaison
Début octobre Densité : + 10 à 15%	Désherbage chimique sur flore dominante	plusieurs passages HE pour gérer les relevées <i>inclinaison dents = moyenne à forte</i> <i>profondeur = 3-4 cm</i> <i>vitesse = 6 à 8 km/h</i>

Stratégie 3 – Céréale de printemps

Pré-semis	Semis	Pré-levée (aveugle)	3 Feuilles - tallage	Fin tallage - montaison
Labour	Densité +10%	1 passage HE <i>inclinaison dents = faible</i> <i>profondeur = 2 cm</i> <i>vitesse = 8 à 10 km/h</i>	2 passage Herse Étrille <i>inclinaison dents = faible (3 F) puis moyenne à forte (tallage)</i> <i>profondeur = 2-3 cm</i> <i>vitesse = 4 km/h (3 F) puis 6-8 km/h (tallage)</i>	Rattrapage chimique si nécessaire



Colza

Stades d'intervention en désherbage mécanique

Outil	Prélevée (aveugle)	A Cotylédons	B1 1 feuille	B2 2 feuilles	B3 3 feuilles	B4 4 feuilles	B5 à C2 5 feuilles à reprise
Herse étrille	Recommandé	Déconseillé			Possible	Recommandé	Possible
Rotoétrilleuse	Recommandé	Déconseillé			Possible	Recommandé	Possible
Houe rotative	Recommandé	Déconseillé	Possible	Recommandé	Possible		
Binage	Déconseillé				Déconseillé		

Exemples de stratégies de désherbage mixte mécanique + chimique

Stratégie 1 - Colza

AUTOMNE			HIVER / SORTIE HIVER
Semis	Pré-levée - 2 F	3 à 8 Feuilles	Rosette
Date : 15-20 août Ecartement < 30 cm Densité : 60 à 80 gr/m ² Variété PS élongation	Désherbage chimique léger (type Novall 1)	2 à 3 passages HE <i>10-15 jours entre 2 passages</i> <i>passages de + en + agressifs</i>	Désherbage chimique éventuel sur graminées

Stratégie 2 - Colza

AUTOMNE			HIVER / SORTIE HIVER
Semis	Pré-levée - 2 F	3 à 8 Feuilles	Rosette
Date : 15-20 août Densité : 30 à 50 gr/m ² Traitement localisé sur le rang	-	2 passages bineuses <i>15-20 jours entre 2 passages</i>	Désherbage chimique éventuel sur graminées

Stratégie 3 - Colza

AUTOMNE			HIVER / SORTIE HIVER
Semis	Pré-levée - 2 F	3 à 8 Feuilles	Rosette
Date : 15-20 août Densité : 30 à 50 gr/m ²	Désherbage chimique léger en plein ou localisé	2 passages bineuses <i>15-20 jours entre 2 passages</i>	Désherbage chimique éventuel sur graminées

Maïs

Stades d'intervention en désherbage mécanique

Outil	Prélevée (aveugle)	1 feuille	3 à 4 feuilles	4 à 6 feuilles	6 à 8 feuilles	> 8 feuilles à LPT
Herse étrille	Recommandé	Déconseillé	Possible			Déconseillé
Rotoétrilleuse						Déconseillé
Houe rotative		Possible	Recommandé		Possible	Déconseillé
Binage	Déconseillé		Recommandé			

Féverole d'hiver et de printemps

Stades d'intervention en désherbage mécanique

Outil	Prélevée (aveugle)	1 feuille	2 à 4 feuilles	4 à 8 feuilles	> 8 feuilles (20 cm) ⇒SLP
Herse étrille	Recommandé	Déconseillé	Recommandé		Déconseillé
Rotoétrilleuse	Recommandé	Déconseillé	Recommandé		Déconseillé
Houe rotative	Recommandé	Déconseillé	Recommandé		Déconseillé
Binage	Déconseillé		Recommandé		

Pois d'hiver et de printemps

Stades d'intervention en désherbage mécanique

Outil	Prélevée (aveugle)	Stade crosse	1 à 2 feuilles	2 à 4 feuilles	5 à 6 feuilles	> 6 feuilles
Herse étrille	Recommandé		Possible	Recommandé		Déconseillé
Rotoétrilleuse						Déconseillé
Houe rotative						Déconseillé
Binage	Déconseillé					Déconseillé



Pois chiche

Stades d'intervention en désherbage mécanique

Outil	Prélevée (aveugle)	1 feuille	2 à 4 feuilles	5 à 6 feuilles	8 à 10 feuilles
Herse étrille	Recommandé	Déconseillé	Recommandé		
Houe rotative					
Bineuse	Déconseillé		Possible	Recommandé	

Soja

Stades d'intervention en désherbage mécanique

Outil	Prélevée (aveugle)	Stade crosse	Cotylédons	1 feuille unifoliolée	1 feuille trifoliée	10 à 20 cm	> 20 cm	SLP
Herse étrille	Recommandé	Déconseillé	Possible	Recommandé			Déconseillé	
Rotoétrilleuse								
Houe rotative		Limité						
Binage	Déconseillé			Recommandé				



Tournesol

Stades d'intervention en désherbage mécanique

Outil	Prélevée (aveugle)	Hypocotyle émergeant	Cotylédons	1 paire de feuilles	2 paires de feuilles	20 cm < H < 40 cm	> 40 cm
Herse étrille	Recommandé	Déconseillé		Limité	Possible	Limité	Déconseillé
Rotoétrilleuse							
Houe rotative		Déconseillé	Possible	Recommandé		Déconseillé	
Binage	Déconseillé			Recommandé			

► Contacts conseil technique

Aube - 03 25 43 72 72

Anthony LE QUEMENER
06 45 26 70 31
anthony.lequemener@aube.chambagri.fr

David JUSTEAU
06 76 67 35 97
david.justeau@aube.chambagri.fr

Marne - 03 25 43 72 72

Sylvain DUTHOIT
06
anthony.lequemener@aube.chambagri.fr

Haute-Marne - 03 25 35 03 22

Frédéric BERHAUT
06 14 13 62 97
fberhaut@haute-marne.chambagri.fr

Ardennes - 03 24 33 89 64

Vincent MAURICE
06
vincent.maurice@ardennes.chambagri.fr



**aGRICULTURES
& TERRITOIRES**
CHAMBRES D'AGRICULTURE
CHAMPAGNE-ARDENNE