



**Mieux connaître
les mauvaises herbes pour mieux
maîtriser le désherbage**



Christiane SCHAUB
Service Environnement - innovation

octobre 2010

SOMMAIRE :

Comment raisonner la protection des cultures avec moins de produits phytosanitaires ?

Comment maîtriser des mauvaises herbes

p 3

1. En estimant leur nuisibilité
2. En tenant compte de leur mode de reproduction, aptitude à la germination, évolution du stock de semences dans le sol
3. En appréciant leur cycle

Quel est le potentiel en mauvaises herbes d'un sol ?

A. - Mieux identifier les mauvaises herbes

p 6

Germination des adventices

Seuil de nuisibilité des mauvaises herbes

B. - Stratégie de lutte contre les adventices

p11

La gestion préventive :

- rôle des rotations
- choix des cultures et leur place dans la rotation
- le travail du sol
- limiter l'ensemencement en graines de mauvaises herbes

La gestion curative

C. - Les outils de désherbage mécanique

p14

Choisir son matériel

Comment obtenir l'efficacité maximale

Les différents types de matériels et leurs spécificités

- Herse étrille
- Bineuse à socs
- Bineuse étoile
- Bineuse à torsion
- Bineuse à doigts
- Houe rotative
- Le brûlage au gaz
- Les systèmes de guidage sur les bineuses autopilotées

Les périodes optimales pour le désherbage mécanique

Les avantages des mauvaises herbes

p24

Biologie des mauvaises herbes

Bibliographie

Annexes :

**Maîtriser les adventices dans les cultures biologiques
(fiche 1 Agronomie RMT DevAB)**

**Champs cultivés , les soi-disant « mauvaises herbes » sont
Ecologiquement très importantes (doc. OFEFP Suisse)**

L'allélopathie : quand les plantes produisent leurs herbicides (réussir céréales grandes cultures n° 143)

**Incidence des médiateurs chimiques dans le sol sur les populations d'adventices et de plantes cultivées (doc.
CIRAD-CA GEC AMATROP)**

clé de détermination des graminées

INTRODUCTION :

COMMENT MAITRISER DES MAUVAISES HERBES

Afin de définir une bonne stratégie de maîtrise des mauvaises herbes ou adventices, il est primordial de bien reconnaître les espèces présentes dans vos parcelles.

Mieux connaître les mauvaises herbes :

1. en estimant leur nuisibilité,



2. en tenant compte de leur mode de reproduction, aptitude à la germination, évolution du stock de semences dans le sol (voir tableau),

Caractéristiques de quelques adventices				
Stock semencier	Espèces	TAD*	Observations	Maîtrise et contrôle
Ephémère	Bromes	Proche de 100 %	Disparaissent rapidement à partir du moment où de bons modes de gestion sont mis en œuvre	Broyage et fauchage des bords de champs. Introduction d'une culture de printemps ou d'été dans la rotation
Transitoire	La plupart des graminées annuelles et quelques dicotylédones (lampsane, matricaire, bleuet...).	Entre 75 et 85 %	Même si le taux de décroissance du stock semencier est assez rapide, le niveau de production de graines de ces plantes est si élevé qu'elles peuvent entretenir et développer rapidement, en TCS, un fort salissement de la parcelle.	Les faux semis sont en partie efficaces comme le recul des dates d'implantation. Il est cependant important de revoir la rotation et surtout de faire succéder deux cultures où la/les adventices problématiques sont bien contrôlées afin de réellement faire pression sur le stock en place.
Moyennement persistant	La majorité des dicotylédones (ga illet, chénopode blancs, moutarde, coquelicot, pensée, linaira, capselle bourse à pasteur, amarantes, renouées, rumex...).	Proche de 50 %	L'épuisement d'un tel stock sans apport ultérieur nécessite au moins 6 à 8 ans dans le cas du labour. Cependant, il semblerait qu'en TCS et semis direct l'épuisement du stock de ces semences soit beaucoup plus rapide à partir du moment où elles sont conservées en surface.	Les faux semis sont en partie efficaces comme le recul des dates d'implantation. Il est cependant important de revoir la rotation et surtout de faire succéder deux cultures où la/les adventices problématiques sont bien contrôlées afin de réellement faire pression sur le stock en place. A terme il serait logique, dans un itinéraire TCS et semis direct, d'avoir beaucoup moins de soucis avec ce type d'adventices qu'en labour qui est en fait peu efficace.
Persistant	Mouron des champs et mouron femelle, grémil et un certain nombre de légumineuses (vesce, gesce...).	Voisin de 10 %	Après 10 ans en labour, on peut retrouver encore plus de 30 % de l'apport initial. Ces espèces font partie en traditionnel du « fonds de salissement » et elles sont présentes partout.	A l'inverse du labour, c'est certainement sur ces espèces que les TCS et le semis direct peuvent montrer le plus de différence à partir du moment où le système est cohérent. Les couverts végétaux en exerçant une forte concurrence sur ces plantes peuvent être un complément intéressant.

* Taux annuel de décroissance

3. en appréciant leur cycle afin de mieux les combattre profondeur de germination, époque de levée et production de graines (voir tableau).

Les adventices posent un problème de concurrence à certaines périodes (voir fiche culture) et peuvent entraîner des pertes de rendement et diminuer la qualité des récoltes. Il existe un seuil de nuisibilité pour chacune des espèces (*voir tableau*).

En désherbage mécanique il est plus facile de détruire 40 espèces différentes que lorsqu'il n'y a que 3 à 4 espèces par parcelle



Définitions (AFPP - CEB 2002)

■ **Adventice** (Botanique)

- « Espèce végétale **étrangère** à la flore indigène d'un territoire dans lequel elle est **accidentellement introduite** et peut s'installer »

■ **Mauvaise herbe** (Malherbologie)

- « Plante herbacée ou ligneuse **indésirable** à l'endroit où elle se trouve »





Quel est le potentiel en mauvaises herbes d'un sol ?

La production de graines de mauvaises herbes est souvent sous-estimée

Dans les parcelles les plus propres, on peut compter environ 500 graines de mauvaises herbes au m².

Dans les parcelles les plus sales on aura jusqu'à 500 000 graines/m² ce qui représente en poids environ 125 g/m².

Il est évident qu'il vaut mieux avoir un sol faiblement pourvu en graines d'adventices.



Quantité de semences dans le sol

- Rabaté en 1927 en France :
 - seuil de propreté environ 150 000 gr/m²
- Dans les années 1990, l'INRA (Barralis et Chadoeuf) et par l'ACTA (Verdier) :

Terre propre de 1000-1500 à 5000 gr/m ²
Terre moyennement propre de 5000 à 10000 gr/m ²
Terre sale > 10000 gr/m ²



A. - Mieux identifier les mauvaises herbes

	Mauvaises herbes	Durée de végétation approximative (en mois)	Nombre approximatif de graines par plante	Durée de vie des graines dans le sol (en années)
	Véronique persicaire Ehrenpreis (Veronica persica) Persischer Ehrenpreis	2 - 6	50 - 100	58
	Renouée des oiseaux Knötterich (Polygonum aviculare) Vogelknötterich	4 - 6	125 - 200	30 - 58
	Renouée persicaire Wasserkrütt (Polygonum persicaria) Flohknötterich	4 - 6	200 - 800	30 - 58
	Tabouret de champs Pfannigkrütt (Thlaspi arvense) Ackerhellerkraut	2 - 5	environ 900	30
	Renouée liseron Schwarzl wenda (Polygonum convolvulus) Windknötterich	5 - 7	100 à 1 000	22
	Ortie brûlante Sangessel Kleine (Urtica urens) Brennessel	/	100 à 1 000	
	Seneçon vulgaire Kreuzelkrütt Gemeines (Senecio vulgaris) Kreuzkraut	2 - 5	plusieurs 1 000	
	Chardon Deschel (Cirsium arvense) Ackerkratzdistel	6 - 10	4 000 - 5 000	25
	Chenopode hybride Schissmelta Bastard- (Chenopodium hybridum) Gänsefuss	4 - 6	1 000 - 15 000	

	Chenopode blanc Schissmelta (Chenopodium album) Weisser Gänsefuss	4 - 6	3 000 - 20 000	39
	Galinsoga Knopfkrütt Kleinbl. (Galinsoga parviflora) Franzosenkraut	2 - 4	5 000 - 30 000	10
	Capselle bourse à pasteur Taschelkrütt (Capsella burs-pastoris) Hirtentäschelkraut	2 - 5	2 000 - 40 000	
	Matricaire Mutterkrütt (Matricaria perforata) Geruchlose Kamille	4 - 8	10 000 - 200 000	
	Amaranta réfléchie Güller Kried Rauhaariger (Amaranthus retroflexus) Fuchsschwanz	4 - 6	jusqu'à 1 million	
	Gaillet Gratteron Klieb (Galium aparine) Klettenlabkraut	4 - 11	350 - 500	7 - 8
	Matricaire camomille Kamille (Matricaria sp.) Echte Kamille			11
	Liseron des champs Wanda (Convolvulus arvensis) Ackerwinde	5 - 7	500	20
	Moutarde Senf (Sinapis arvensis) Ackersenf	4 - 5	50 - 250	35
	Morelle noire Nachtschatten (Solanum nigrum) Schwarzer Nachtschatten	4 - 6	env. 500	40

	Mouron des oiseaux Vogelmiere (<i>Stellaria media</i>) Vogelmiere	2 - 5	2 000 - 20 000	6 - 68
	Ortie royale Nasselkampf (<i>Galeopsis tetrahit</i>) Gemeiner Hohlzahn			35 - 68
	Digitaire sanguine Hirse (<i>Digitaria sanguinalis</i>) Bluthirse	4 - 6	2 000	3
	Brome (<i>Bromus sterilis</i>) Taube Trespe			2 - 5
	Folle avoine Walhaver (<i>Avena fatua</i>) Flughafer	6	50 - 1 000	3 - 8
	Chiendent Zwagga (<i>Agropyron repens</i>) Quecke	6 - 8	50/are	10
	Agrostis Windhalm (<i>Apera spica-venti</i>) Straussgrass	7 - 10	1 000 - 12 000	2 - 11
	Vulpin Fuchschwanz (<i>Alopecurus myosuroides</i>) Ackerfuchsschwanz	5 - 9	80 - 2 000	11
	Panic Hirse (<i>Echinochloa crus-galli</i>) Hühnerhirse	4 - 6	200 - 500	11
	Paturin annuel Wagggrass (<i>Poa annua</i>) Einjährige Rispe	2	env. 450	68

GERMINATION DES ADVENTICES

Noms des adventices	Noms latins des adventices	Noms alsaciens des adventices	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Lamier pourpre	Lamium purpureus	Süger														
Mouron des oiseaux	Stellaria media	Vogelmiere														
Pâturin annuel	Poa annua	Weggrass														
Agrostis jouet du vent	Apera apica-venti	Windhaln														
Vulpin des champs	Alopecurus syosuroides	Fuchsschwanz														
Folle avoine	Avena fatus	Weldhaver														
Moutarde des champs	Sinapis arvensis	Senf														
Renouée (feuilles patience)	Polygonus Lapathilolium	Knötterich														
Galinsoga cilié	Galinsoga ciliata	Knopfrütt														
Panic pied-de-coq	Echinochlos crus-galli	Hahnespor														
Digitaire sanguine	Digitaria sanguinalis	Hirse														
Chardon des champs	Cirsium arvense	Deschel														
Chiendent rampant	Agropyron repens	Zwagga														
Liseron des champs	Convolvulus arvensis	Wenda														
Gaillet gratteron	Galium aparine	Klieb														
Chénopode blanc	Chenopodium album	Schissmelda														
Morelle noire	Solanus nigrus	Nachtschatten														

Déroulement approximatif de la végétation d'adventices dans le Sud de l'Allemagne.

Source : « Grundlagen der Unkrautbekämpfung », Koch/Hurle 1977. Unkraut bekämpfung im Ackerbau, Korsmo 1930, Bayer/Shell Best. Tab.

Pour les espèces annuelles :

la couleur la plus sombre représente l'époque principale de germination

la ligne pointillée le début de la maturation des graines au cas où elle n'est pas possible toute l'année.

Seuil de nuisibilité des mauvaises herbes :

➤ en maïs

Mauvaises herbes	Seuil de nuisibilité plantes/m ²	Nuisibilité décroissante
Panic faux millet	5	1
Panic pied de poule	5	2
Arroche	3	3
Chénopode	3	4
Morelle noire	3	5
Amaranthe	3	6
Renouée persicaire	3	7
Renouée des oiseaux	3	8
Vulpin	10	9
Folle avoine	3	10
Gaillet gratteron	0.5	11
Renouée liseron	5	12
Camomille	5	13
Mouron des oiseaux	5	14
Agrostis	10	15
Ray Grass	10	16
Brome	10	17
Ortie royale	3	18
Repousse de céréales	5	19
Seneçon commun	10	20
Anthemis des champs	3	21
Colza	3	22
Chrysanthème des moissons	5	23
Laiteron	3	24
Ortie brûlante	10	25
Galinsoga - Parviflora	10	26
Lamier	10	27
Vesce	3	28
Capselle bourse à pasteur	20	29
Pâturin annuel	30	30
Véronique	20	31
Pensée sauvage	20	32
Chiendent commun	3	33
Liseron des champs	1	34
Chardon des champs	1	35
Rumex	1	36
Pomme de terre	3	37
Renouée aquatique	3	38
Souchet	1	39
Prêle	5	40

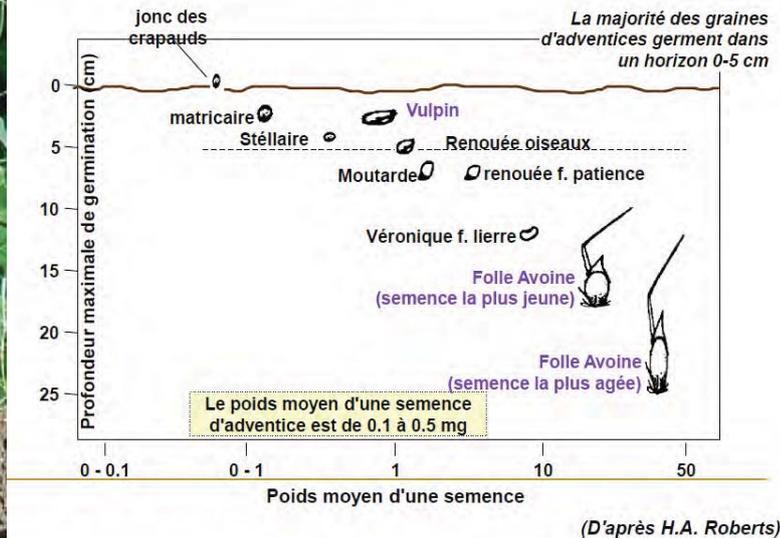
➤ en céréales

Mauvaises herbes	Seuil de nuisibilité plantes/m ²
Vulpin	30
Agrostis	20
Gaillet gratteron	0,1 - 0,5
Pensées sauvages	5 - 10
Renouées	2

Seuil de nuisibilité plantes/m² = nombre de plantes au m² pouvant entraîner une chute de rendement
 Nuisibilité décroissante = de la plus agressive à la moins agressive
 (Source : RPFR - Bade-Wurtemberg)



La profondeur de germination augmente avec la taille des semences



B. - Stratégie de lutte contre les adventices

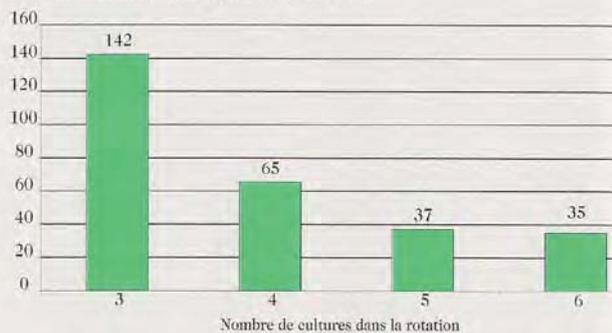
La gestion préventive

Rôle des rotations

Le rôle de la rotation est primordial car la flore adventice présente dans la parcelle est étroitement liée au système de culture.

Figure 1 - Le salissement des parcelles avant semis des céréales est inversement proportionnel à la longueur de la rotation et donc à la diversité des cultures

Nombre de plantules /m² avant semis des céréales d'hiver en fonction de la longueur de la rotation



Source : Christophe DAVID, ISARA de Lyon.

1. Une succession de 2 à 7 ans de prairies temporaires suivie de 1 à 3 cultures annuelles réduit fortement l'intensité de la flore adventice (pression en mauvaises herbes très faible),
2. Une succession de 3 à 4 années de prairies temporaires ou de luzerne suivie de 3 ou 4 années de cultures annuelles réduit l'intensité de la flore adventice (pression faible à moyenne),
3. Une succession de cultures de 3 ans entraîne une flore adventice abondante difficile à maîtriser. Plus la rotation est courte, plus la gestion va être difficile (dans cette situation, un déchaumage et un faux semis s'imposent pour contenir les mauvaises herbes.

Choix des cultures et leur place dans la rotation

- ✓ Choisir des têtes de rotation à effet "nettoyant"
- ✓ Alternier culture d'hiver et de printemps
- ✓ Alternier grand écartement et cultures denses
- ✓ Jouer sur la capacité de chaque culture à étouffer les mauvaises herbes
- ✓ Semer et planter (régulièrement) à bonne densité.

Le travail du sol

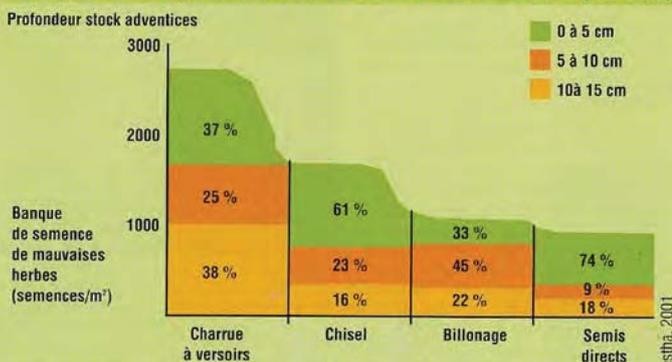
Le déchaumage et les faux-semis permettent de favoriser la levée des mauvaises herbes et leur destruction avant l'implantation de la culture. Il est important que la culture ait toujours de l'avance sur les adventices et que sa levée soit rapide afin de précéder les adventices.

Limiter l'ensemencement en graines de mauvaises herbes

- En évitant toujours les montées à graines des mauvaises herbes cela limitera la pression des adventices surtout dans le cas de plantes qui produisent beaucoup de graines et quand la durée de vie des graines dans le sol est longue,
- En utilisant toujours des semences propres lors du semis de la culture.



Distribution des semences dans le sol en fonction du type de travail du sol : culture de maïs (Canada)



Dans cette expérimentation le nombre de graines d'adventices est plus élevé en labour mais seul un tiers de ce stock est à risque puisque toutes les graines sont réparties de manière homogène sur l'ensemble du profil travaillé. Avec la simplification, le stock global diminue mais se concentre en surface pour une pression adventive quasi équivalente. Cependant la technique de culture sur billon qui intègre deux binages/buttages pendant la culture du maïs semble apporter un bénéfice intéressant. Les auteurs signalent également que ce sont, contrairement aux cultures d'hiver, les graminées annuelles qui sont les plus affectées par le changement de pratique alors que l'impact est quasi nul sur les dicotylédones estivales.

Source : Swanton et Srinestha, 2001

Évolution du stock semencier en non-labour (sans arrivée de nouvelles semences)



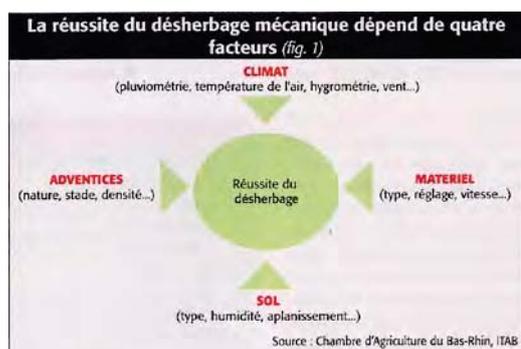
Même si cette étude cache la variabilité qui peut exister entre différentes espèces, elle montre que le stock de graines viables peut s'épuiser rapidement et de manière très significative à la surface du sol. Ces chiffres appuient également l'idée de la double alternance, une technique qui consiste à positionner non pas une seule culture mais deux consécutivement pour endiguer une adventice récalcitrante. La première année avec une réduction importante de 70 % laisse tout de même un stock de 30 % en moyenne, suffisant pour entretenir une pression des adventices à un niveau élevé alors qu'une année supplémentaire permet vraiment d'abaisser le niveau et d'écartier le risque d'infestation massive sur la culture suivante.



La gestion curative

Outre l'utilisation de produits de synthèse, le désherbage peut être très bien maîtrisé avec des techniques mécaniques ou thermiques.

L'efficacité du désherbage mécanique ou thermique n'est plus à prouver, il suffit de bien analyser la situation dans laquelle vous vous trouvez : le climat, le type de sol et l'enherbement en mauvaises herbes (des années précédentes) vous permettront de choisir le type de matériel le mieux adapté à votre situation.



Ce n'est pas le matériel qui manque sur le marché ; une vaste gamme de matériel est disponible. Définissez les objectifs que vous souhaitez atteindre avec le désherbage mécanique et vous trouverez toujours un matériel adapté à votre situation.

Les différents modes d'actions :

Destruction par arrachage, par sectionnement des racines, recouvrement de la jeune plantule, l'épuisement des réserves et pour le désherbage thermique l'éclatement des cellules.

Quel que soit le matériel, en désherbage mécanique on intervient toujours sur des mauvaises herbes jeunes (maxi. 2 à 4 feuilles).

Les 1^{ère} interventions se font sur des mauvaises herbes en cours de germination (stade filament blanc) avant l'apparition des cotylédons ou de la 1^{ère} feuille (passage à l'aveugle) avant la levée de la culture. Il est important de toujours avoir un décalage de croissance entre la culture et les mauvaises herbes, la culture doit être plus développée que les mauvaises herbes.

C. - Les outils de désherbage mécanique

Le nombre important de démonstrations réalisées avec le matériel de désherbage mécanique nous a permis de constater une robustesse des cultures très intéressante notamment dans le cas d'un passage de herse étrille.

Choisir son matériel

L'équipement en matériel de désherbage mécanique nécessite de savoir :

- ✚ Quels problèmes souhaitez-vous résoudre avec le désherbage mécanique ?
- ✚ A quel moment avez-vous le temps d'intervenir ?
- ✚ Dans quelles cultures voulez-vous intervenir ?

A partir du moment où vous avez une réponse claire à ces questions, vous trouverez toujours une solution efficace aux problèmes que vous avez. Il existe une multitude de matériels, chacun ayant ses propres spécificités.

Comment obtenir l'efficacité maximale ?

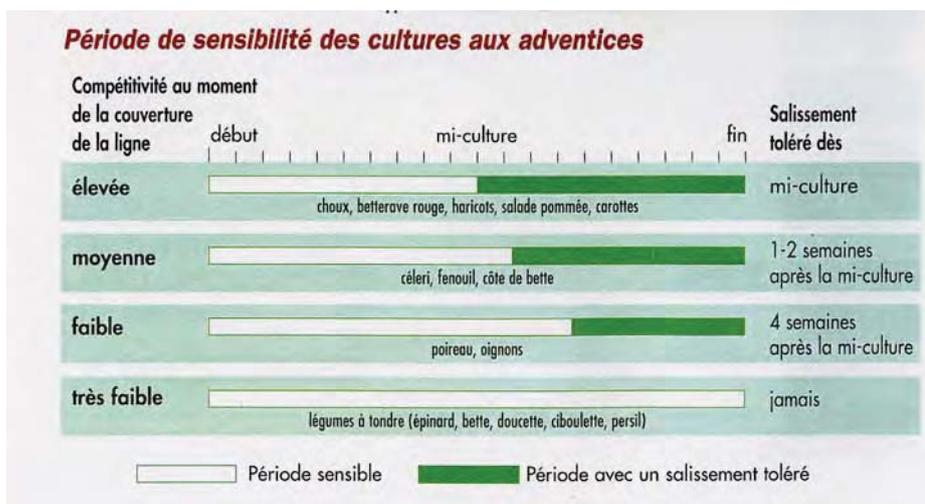
En désherbage mécanique ou thermique il est important d'intervenir toujours sur des mauvaises herbes petites.

Plus les mauvaises herbes sont petites, plus l'efficacité de l'intervention sera meilleure. Une première intervention dès la germination des adventices a toujours une très bonne efficacité. Il est inutile d'intervenir sur des mauvaises herbes trop développées, l'efficacité du désherbage mécanique sera réduite.

Il est important que la culture ait toujours de l'avance sur les adventices et chaque culture a une période de sensibilité aux mauvaises herbes.

(Ex : Maïs ⇒ sensibilité entre le stade 4 et 8 feuilles de la culture)

En général la période de sensibilité démarre avec la levée de la culture et s'étend sur une période plus ou moins longue selon la culture. En cultures légumières, cette période peut varier de 2 à 4 semaines ou même plus.



Après cette période de sensibilité, qui correspond à une période de concurrence entre culture et adventices, la présence de quelques mauvaises herbes dans une parcelle n'est pas catastrophique surtout quand la culture est bien implantée.

Pour le binage avec des outils à dents et à pattes d'oies il est important de respecter l'enracinement de la culture. Pour le maïs, respectez les indications du tableau ci-dessous :

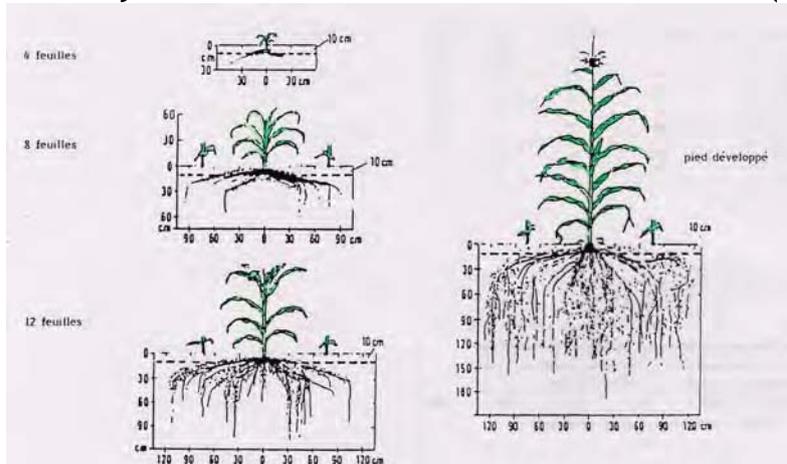
Indications de profondeur et de largeur de travail en fonction du stade du maïs

Stade du maïs	Distance entre le rang de maïs et le 1er soc en cm	Profondeur maximale en cm
Jusqu'au stade 4 feuilles	10 - 15	5
6 à 8 feuilles	au moins 15	5
2 à 3 nœuds	au moins 15	5 (10)
2 à 3 nœuds après apport de lisier	au moins 20	environ 10

d'après HEPTING - 1990

Exemple de développement racinaire :

Développement du système racinaire du maïs en fonction du stade (ESTLER 1981)



Les différents types de matériel et leurs spécificités :

	Description	Utilisation du matériel sur toutes les cultures en ligne		Observations
		sur le rang	en interligne	
	<ul style="list-style-type: none"> herse à dents souples (herse sarceleuse) 	*	*	Appareils utilisables sur céréales d'hiver, maïs, pommes de terre, betteraves sucrières, etc... en pré-levée ou post-levée en respectant les stades de sensibilité de la culture. Travail en plein, bonne efficacité sur adventices jeunes peu enracinées. Dents escamotables pour certains modèles (ex : Rabewerk)
	<ul style="list-style-type: none"> bineuse autoguidée (attelage ventral ou arrière) 		*	Adaptable à toutes les largeurs d'interligne. Les éléments de binage sont composés de dents de différentes formes à socs ou pattes d'oies de taille variable (cœur de 25, rasette anglaise ou simplement des dents de vibroculteur). Des disques de protection lisses ou crantés, ou même des plaques permettent de protéger la culture de petite taille. Les éléments de buttage (socs ou disques) permettent de recouvrir les adventices sur le rang. Très bonne efficacité jusqu'au stade 4 feuilles des adventices.
	<ul style="list-style-type: none"> Brûlage 	*	*	Solution de secours en conditions humides. Efficace sur adventices jeunes et peu d'action sur graminées. A utiliser en prélevée essentiellement.
	<ul style="list-style-type: none"> bineuse à cages roulantes 		*	"Bügelhacke" - les cages roulantes travaillent sur une profondeur de 1 à 4 cm et affinent la terre en surface en arrachant les adventices. Bonne efficacité sur adventices jeunes.
	<ul style="list-style-type: none"> bineuse soleil 	*		La "Finger hacke" travaille sur le rang, adapté aux grandes cultures maïs, betteraves, tabac, aux cultures légumières mais aussi aux pépinières. L'angle d'attaque est réglable, s'utilise dans un interligne de 45 cm à 1 m.
	<ul style="list-style-type: none"> houe rotative 	*	buttage ou débutage sur le rang	De grandes ou petites étoiles à pointes roulent sur le sol. Travail en surface (à 2-4 cm). Permet de butter ou débutter successivement en fonction du réglage ou travailler sur l'ensemble de la surface. Effet limité sur graminées.
	<ul style="list-style-type: none"> houe rotative type Yetter 	*	*	De grandes étoiles à pointes qui roulent sur le sol en plein. Attention aux cultures sensibles.
	<ul style="list-style-type: none"> bineuse à brosses type "Bartschi" 		*	Cette bineuse a été développée en Suisse dans les cultures légumières. Les brosses sont montées sur l'axe horizontal et le réglage de l'interligne peut être adapté aux différentes cultures (interligne > 16 cm), plaques de protection pour les plantes. Très bonne efficacité en sol léger et sur adventices avant le stade 6 f.
	<ul style="list-style-type: none"> Trennhacke (Weihenstephaner) 		*	Peignes rotatifs et pattes doigts. Les peignes tournent à grande vitesse. Production de terre fine (tunnel pour protéger la culture en place). Bonne protection de la culture.
	<ul style="list-style-type: none"> porte personnes 	*		Appareil polyvalent permettant de faciliter certaines récoltes et le binage manuel.

Herse étrille / elle déracine et recouvre, travaille sur toute la surface et ameublait superficiellement

Type de sol et état

L'outil convient bien aux sols meubles, légers et moyennement lourds

Le sol ne doit pas être trop humide, la rosée matinale peu réduire l'efficacité de l'outil

Efficacité sur la ligne

Bonne, mais le danger d'endommager la culture est plus grande

Stade optimal d'intervention

Adventices : du stade radicule au stade cotylédons, faible efficacité sur les graminées et les adventices à enracinement profond

Culture : Avant la levée de la culture et après la levée dès le stade 4 f si elle est bien enracinée

Combinaison avec d'autres outils

Bonne efficacité en combinaison avec la bineuse à doigts, dents montées à l'arrière

Cultures concernées

Haricots, pois, maïs, choux, betteraves rouges, poireaux, céleris, oignons et épinards



Réglages

Augmenter la densité de plantation de 2 à 5 pour compenser les pertes, travailler le plus superficiellement, en remuant peu le sol. En règle général plus la vitesse d'avancement et grande, plus le travail est agressif

L'angle d'attaque des dents doit être adapté à la culture

Utilisation précoce : mettre les dents à plat afin de ménager la culture

Utilisation tardive : si la culture est bien enracinée, les dents peuvent être dressées, ce qui les rend agressives.

Vitesse 3-7km/h



Bineuse à socs / elle coupe, recouvre et butte légèrement

Type de sol et état

L'outil supporte un empierrage modéré et des mottes (si la culture est protégée par des disques ou des tunnels).

Efficacité sur la ligne

Léger buttage avec socs inclinés et vitesse augmentée (> 3 km/h)

Buttage efficace avec ajout de lames de buttage

Stade optimal d'intervention

Adventices : bonne efficacité contre les adventices de grande taille, fortement enracinées et contre les grandes graminées.

Culture : avec protection par des disques dès le stade cotylédons, jusqu'à ce que le passage provoque des dégâts sur la culture.

Limites d'utilisation

Une vitesse trop élevée peut occasionner des dégâts par buttage, surtout dans les cultures semées.

Si le sol est croûté, il faut monter des disques de protection et des griffes brisant la croûte.

On peut trouver des outils de binage et de buttage, pourvus de roues de guidage de la butte.

Cultures concernées

Toutes les cultures en lignes.

Convient également au travail sur butte.



Réglages

Pour une bonne efficacité, le bord d'attaque des socs doit être bien aiguisé. En sols légers, exercer peu de pression avec les parallélogrammes. Plus le sol est lourd et plus la pression exercée sur l'outil doit être élevée. Les possibilités de réglage des ressorts dépendent du type de parallélogramme (la pression exercée sur les outils peut être réglée avec la tension des ressorts).

La profondeur optimale des lames est d'environ 2 cm et le réglage se fait au moyen de la roue.

Combinaison avec d'autres outils

Bonne efficacité en combinaison avec la bineuse à doigts, dents montées à l'arrière (bineuse à torsion), butteuse et brise mottes

Vitesse 3-5 km/h.



Bineuse étoile /elle déracine, recouvre et ameublir à 5 - 10 cm

Type de sol et état

L'outil supporte un empierrage modéré et est utilisable en sols lourds.

Efficacité sur la ligne

Selon le réglage des étoiles, buttage ou débutage (travail en retirant de la terre sur ligne).

Stade optimal d'intervention

Adventices : du stade cotylédons au stade 4f, peu efficace sur les grandes graminées et les adventices à enracinement profond.

Culture : dès le stade 4 f de la culture jusqu'à ce que le passage occasionne de gros dégâts aux feuilles. Si la vitesse d'avancement est élevée, on a un effet marqué du buttage avec le risque de recouvrir les plantes.

Limites d'utilisation

L'utilisation de la bineuse étoile peut augmenter la pression d'infestation des adventices, la bineuse remue beaucoup de terre et ramène des semences en situation favorable à la germination.

Cultures concernées

Cultures en lignes robustes comme le chou, céleris, poireaux, oignons, épinards, haricots et maïs.

Convient également au travail sur butte.



Réglages

Outil très polyvalent et exigeant quant à ses conditions d'utilisation.

Buttage : les étoiles sont dirigées vers l'intérieur. Plus l'angle par rapport à la ligne est ouvert et plus l'action est agressive.

Débutage : les étoiles sont dirigées vers l'extérieur.

En retournant tout l'élément, on peut utiliser l'outil également dans les cultures sur buttes.

Vitesse 3-6 km/h.



Bineuse à torsion / elle déracine et recouvre

Type de sol et état

Peu de mottes, peu de pierres et pas de croûte

Efficacité sur la ligne

Bonne en sols meubles.

Insuffisante en sols durs et lourds.

Stade optimal d'intervention

Adventices : bonne efficacité contre les adventices du stade radicales au stade cotylédons.

Culture : si elle est bien enracinée jusqu'au stade de recouvrement de l'interligne.

Limites d'utilisation

L'efficacité de l'outil est médiocre dans les sols très lourds et croûtés, car les dents ne peuvent pas y pénétrer.

Utiliser des dents de 6-7 mm de section dans les sols légers, 7-9 mm dans les sols lourds.

Si l'on combine la bineuse à torsion avec la bineuse à doigts, on obtient de très bons résultats contre les grandes adventices également. Travailler le plus près possible de la ligne avec des socs de binage à plat, afin d'ameublir le sol à proximité des plantes cultivées pour que la bineuse à torsion puisse mieux pénétrer.

Les plantes doivent être bien enracinées dans le sol, de manière à ne pas être arrachées.

Cultures concernées

Haricots, maïs, choux, betteraves rouges, poireaux, laitues et autres salades, oignons, céleri, plantes médicinales et aromatiques.

Vitesse 3-6 km/h.



Réglages

Plus l'extrémité des deux dents s'approche des plantes et plus le travail est agressif. Croiser les dents (1-5 cm) lorsque la culture est bien enracinée. Pour une efficacité optimale, incliner légèrement vers le bas la pointe des dents.

Réglage agressif : les dents se croisent largement. La pression liée à l'avancement les sépare à nouveau dans le sol.

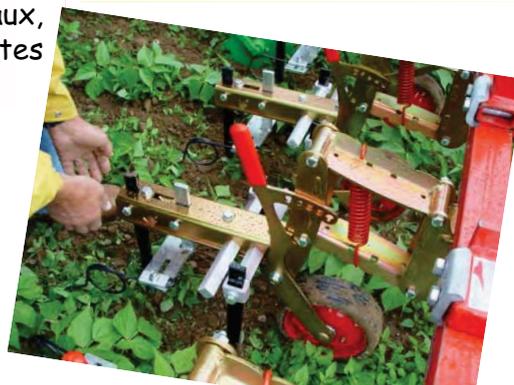
Réglage peu agressif : les dents ne se croisent pas.

Une vitesse lente est plus agressive qu'un avancement plus rapide. La vitesse écarte les dents, ce qui ménage la culture.

Combinaison avec d'autres outils

Bonne efficacité en combinaison avec la bineuse à socs ou à couteaux entre les lignes.

Si l'on combine la bineuse à doigts avec une bineuse à torsion ou une étrille, on obtient de très bons résultats contre des adventices.



Bineuse à Doigts/ elle déracine, recouvre et ameublir à 5 - 10 cm de profondeur

Type de sol et état

Peu de mottes
Peu de pierres

Efficacité sur la ligne

Bonne en sols légers

Insuffisante en sols durs et contre les adventices fortement enracinées

Stade optimal d'intervention

Adventices : du stade radicules au stade cotylédons.

Culture : si elle est bien enracinée :
Dès le stade 4 feuilles.

Limites d'utilisation

Avant de passer la bineuse à doigt, vérifier toujours le bon enracinement des plantes. Elles peuvent être bien ancrées en peu de jours. Pour les mini-mottes, il faut attendre 5-7 jours avant que la bineuse puisse être utilisée.

Les grosses pierres peuvent se prendre entre les doigts et occasionner des dégâts à la culture.

Dans les sols lourds, il est recommandé d'utiliser des doigts plus rigides que dans les sols légers

Cultures concernées

Haricots, maïs, choux, betteraves rouges, poireaux, laitues et autres salades, plantes médicinales et aromatiques



Réglages

Plus l'espace entre les doigts est réduit, plus le travail est agressif. Dans les cultures jeunes, monter les disques avec 2-4cm de distance entre les doigts. Dès que les plantes sont bien enracinées, rapprocher les doigts jusqu'à contact et même jusqu'à ce qu'ils se croisent (max 2 cm).

Le sol doit être légèrement ressuyé. S'il est trop humide, les doigts et l'arbre d'entraînement s'encrassent. Dans les sols lourds, il est recommandé d'utiliser des doigts plus rigides que dans les sols légers.

On obtient une très bonne efficacité en combinaison avec des couteaux de binage horizontaux entre les lignes. Si l'on combine la bineuse à doigts avec une bineuse à torsion ou une étrille, on obtient de très bons résultats contre les grandes adventices.

Le travail à la bineuse à doigts est possible si la butte est suffisamment large (12-15 cm)

Vitesse 3-6 km/h



Houe rotative / elle déracine, recouvre et ameublit

Type de sol et état

L'outil casse la croûte, supporte un empierrage modéré et est utilisable en sols lourds

Efficacité sur la ligne

Travaille en plein

Stade optimal d'intervention

Adventices : dès la germination au stade 4f, peu efficace sur les grandes graminées et les adventices à enracinement profond

Culture : dès le semis en surface jusqu'à ce que le passage occasionne de gros dégâts aux feuilles.

Intervenir impérativement sur adventices jeunes

Limites d'utilisation

L'utilisation de la houe rotative peut augmenter la pression d'infestation des adventices, la bineuse remue beaucoup de terre et ramène des semences en situation favorable à la germination

Les sols fortement empierrés

Cultures concernées

Cultures en lignes robustes comme poireaux, céleri, haricots, maïs



Réglages

Outil très polyvalent qui ameublit le sol.

Travaille sur toute la largeur. Possibilité de levée certains éléments

Plus la vitesse d'avancement est élevée, moins on aura de dégâts sur la culture

Vitesse 6-12 km/h



Le brûlage au gaz / détruit les cellules des plantes

Type de sol et état

Sol finement grumeleux
Peu de mottes
Peu de pierres

Efficacité sur la ligne

Appareil multirangs : bonne
Appareil de traitement en plein sous
caisson : moyenne à bonne

Stade optimal d'intervention

Adventices : du stade cotylédons au stade 2
feuilles vraies.

Culture :

Dicotylédones en pré-levée
Monocotylédones en pré et post-levée

Limites d'utilisation

Prudence avec l'utilisation d'outils de brûlage.

Le brûlage des oignons en post-levée peut retarder la croissance et par la suite la maturation. Le risque de dommages est réduit si l'on ne flambe pas plus tard que le stade fouet.

L'efficacité de l'opération est fortement réduite par le vent si les outils n'ont pas de protection latérale.

La lutte contre les adventices à fort enracinement comme le chardon, le chiendent de même que contre les monocotylédones (les graminées) est difficile. Dès le stade 2 feuilles le résultat n'est pas durable.

Cultures concernées

En prélevée : semis germant lentement

En postlevée maïs, poireaux, oignons

Appareil multirangs : poireaux, maïs



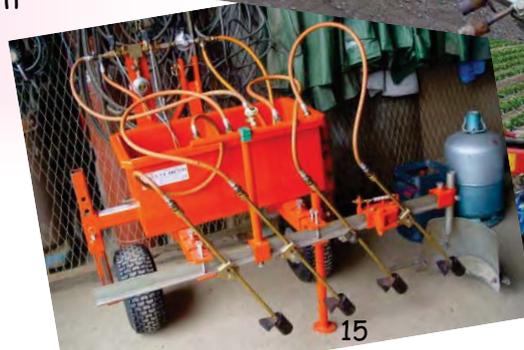
Réglages

Le test tactile est la plus importante aide à la décision pour le choix de la vitesse d'avancement, de la pression du gaz, du réglage et de l'espacement des brûleurs. Presser la feuille de l'adventice entre les doigts : après relâchement, la marque du doigt doit être visible. Si ce n'est pas le cas, l'efficacité sera insuffisante.

Si la marque du doigt n'est pas visible, réduire la vitesse d'avancement ou augmenter la pression du gaz.

Si les feuilles sont roussies ou si le flambage dégage de la fumée, augmenter la vitesse, qui est normalement de 3-6 km/h. A vitesse élevée, l'efficacité est réduite

Vitesse 3 (-6) km/h.





Les systèmes de guidage sur les bineuses autopilotées

Mai-juin 2009

Le dispositif de guidage a pour objectif de **faciliter la tâche du chauffeur**, d'**augmenter la vitesse de travail** (jusqu'à 15 km/h) et donc le rendement de chantier **sans perdre en précision** (travail de 5 à 10 cm du rang), voire en l'améliorant. Il permet également de **conserver une bonne trajectoire, y compris sur parcelle en dévers**. Le débit de chantier peut atteindre 4 ha/heure (en 6 rangs avec un bon parcellaire).

On peut distinguer deux types de matériels à correction de guidage : les bineuses à correction passive et les bineuses à correction active ou bineuses autopilotées. La correction de guidage des bineuses a pour objectif d'**ajuster le positionnement des éléments bineurs** sur la zone à travailler. A travers un dispositif repérant une ligne de référence (marquage préalable ou non), la bineuse désherbe la culture en **respectant totalement les rangs** même si le tracteur a une trajectoire en zigzag, et ce **sans que le chauffeur n'ait à intervenir**.

Le dispositif de correction peut être intégré à la bineuse ou adapté à une bineuse déjà utilisée, au moyen d'une interface de guidage.

Les guidages actifs

➤ Système avec marquage préalable au sol

Le semoir est équipé d'une roue de traçage métallique - composée d'un double disque convexe - placée dans l'axe du semoir. Une **trace profonde (20 cm) est réalisée au moment du semis**, elle servira de référence de guidage pour les passages de la bineuse. La bineuse est équipée d'une **roue palpeuse** à crête vulcanisée qui va se loger dans la trace de guidage réalisée au semis. Un décalage de la bineuse par rapport à la trace provoque un déplacement de la roue palpeuse. Celui-ci est transmis via des capteurs au système électrique et hydraulique qui **réaligne le bâti par l'actionnement de vérins**. En vue d'un deuxième passage, la trace de roue peut être réimprimée à l'arrière de la bineuse.



Roue palpeuse à crête vulcanisée

Points forts : vitesse, confort, grande précision à tous les stades, même avant la levée du maïs

Points faibles : trace au semis (difficile à organiser si plusieurs semoirs différents interviennent), le passage de la herse étrille ou de la houe rotative nécessite de relever les dents ou les étoiles au niveau de la trace

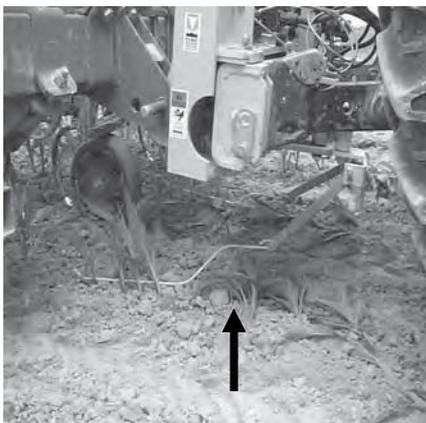
Prix : 15 000 € pour bineuse toute équipée avec un traceur sur semoir

Constructeurs : Agronomic, Ribouleau ...

➤ Système à palpeurs de rang

Le rang de maïs constitue la référence de guidage la plus fiable. Le principe du système repose sur la **palpation des rangs par deux tiges palpeuses métalliques**. Si la bineuse est décalée par rapport aux rangs, deux capteurs détectent le décalage sur les tiges palpeuses et commandent la correction de position de la bineuse au moyen d'un dispositif électro-hydraulique.

Ce dispositif équipe une **interface à placer entre le tracteur et la bineuse**. Il permet de convertir des bineuses existantes au guidage automatique. Il est constitué d'un bâti fixe attelé au tracteur et d'un attelage destiné à la bineuse. Le bâti et l'attelage sont articulés sur un axe vertical. La correction consiste à décaler angulairement la bineuse. Celle-ci, pour se remettre en ligne, se décale transversalement en déplaçant les bras d'attelage du tracteur ; les **stabilisateurs doivent être libres**.



Points forts : confort, grande précision, ne nécessite pas de traçage préalable au semis, excellente prise en charge des semis en courbe

Points faibles : ne peut être utilisé qu'à partir de 6 feuilles du maïs, trajectoire très légèrement sinusoïdale avec certains systèmes

Prix : 6 000 € environ pour l'interface

Constructeurs : Buffalo distribué par Agriser, Agronomie

← L'un des palpeurs sur le rang

➤ Système à capteurs photo-électriques

Ce système est constitué de deux **capteurs photo-électriques placés de chaque côté du rang**. Ils détectent en continu la position du maïs et transmettent l'information au système hydraulique qui repositionne les éléments bineurs sur la bonne trajectoire.

Ce dispositif équipe **une interface à placer entre le tracteur et la bineuse**. Il permet donc de **convertir des bineuses existantes au guidage automatique**. Il est constitué d'un bâti fixe attelé au tracteur et ancré sur le sol grâce à des roues disques, et d'un bâti mobile coulissant dans deux carrés et formant glissière via un vérin hydraulique commandé par le dispositif de détection et l'électrovanne.



← Les capteurs de chaque côté du rang

Points forts : confort, grande précision dès le stade 3 feuilles, ne nécessite pas de traçage préalable au semis

Points faibles : réglage sensible, ne distingue pas les grandes mauvaises herbes du maïs aux stades avancés (chénopodes)

Prix de l'interface : environ 5 400 €

Constructeurs : Précizo (Gaudin-49) ...

➤ Système à reconnaissance vidéo

Le rang de maïs est visionné par une ou deux **caméras** qui envoient les images à un boîtier électronique. Ce boîtier convertit les données d'images reçues en une ligne représentant l'alignement du maïs, qu'il compare à la position d'une ligne théorique, de guidage, en se basant sur la **reconnaissance des couleurs ou le contraste**. Lorsqu'il y a écart entre la ligne du maïs et la ligne théorique, le boîtier commande un déplacement latéral de la bineuse par l'intermédiaire d'une électrovanne qui actionne les vérins hydrauliques.

Points forts : grande précision sur maïs jeunes (dès 3 feuilles), ne nécessite pas de traçage préalable au semis

Points faibles : détection de rang difficile en présence de nombreuses adventices, impossible sur maïs très développé (à partir de 7 feuilles)

Prix : environ 13 000 euros

Prix pour adaptation : caméra + boîtier électronique + installation sur bineuse existante : 6 000 €

Constructeurs : Garford (machine toute équipée) , Ecodan (système adaptable vendu par Agronomic), Kress (système adaptable vendu par l'Atelier de Val de Saone)

L'autopilotage en action



Témoignage d'utilisateur : Mickaël LEROY - Président de la CUMA de la Vallée Avec 360 000 l de lait, son exploitation compte 104 ha de SAU dont 33 de maïs

Quelles sont les raisons qui ont poussé la CUMA de la Vallée à investir dans une bineuse ?

L'objectif principal était de diminuer l'utilisation de produits phytosanitaires. Les adhérents étaient également sensibles à l'aspect agronomique du désherbinage : pouvoir soulever le sol entre les rangs de maïs et ainsi améliorer l'aération et la pénétration de la pluie. Quelques agriculteurs réalisaient déjà du binage avec des vieux outils et étaient très motivés par l'utilisation d'un matériel mieux adapté. La subvention du PVE a favorisé l'achat de la bineuse.

Quelle satisfaction tirez-vous de l'utilisation de la bineuse sur votre exploitation ?

Sur les 33 ha de maïs, je réalise du binage pour la moitié environ. Grâce à son utilisation, j'ai pu réduire l'utilisation de produits phytosanitaires sur mon exploitation. L'économie réalisée est non négligeable. Alors qu'un passage avec le pulvérisateur coûte 60€, utiliser la bineuse revient à 45€.

Quel type de matériel utilisez-vous ?

Nous souhaitons un matériel avec un débit de chantier intéressant. Nous nous sommes donc orientés vers un système d'autoguidage. Une bineuse 8 rangs était indispensable car notre semoir a le même nombre de rangs. La CUMA a donc opté pour une désherbineuse 8 rangs Agronomic avec guidage par caméra et palpeurs.

Nous sommes conscients que c'est une activité qui demande une grande précision dans son exécution. C'est pourquoi, pour plus de tranquillité, et pour les adhérents qui le souhaitent, nous mettons à disposition un chauffeur.

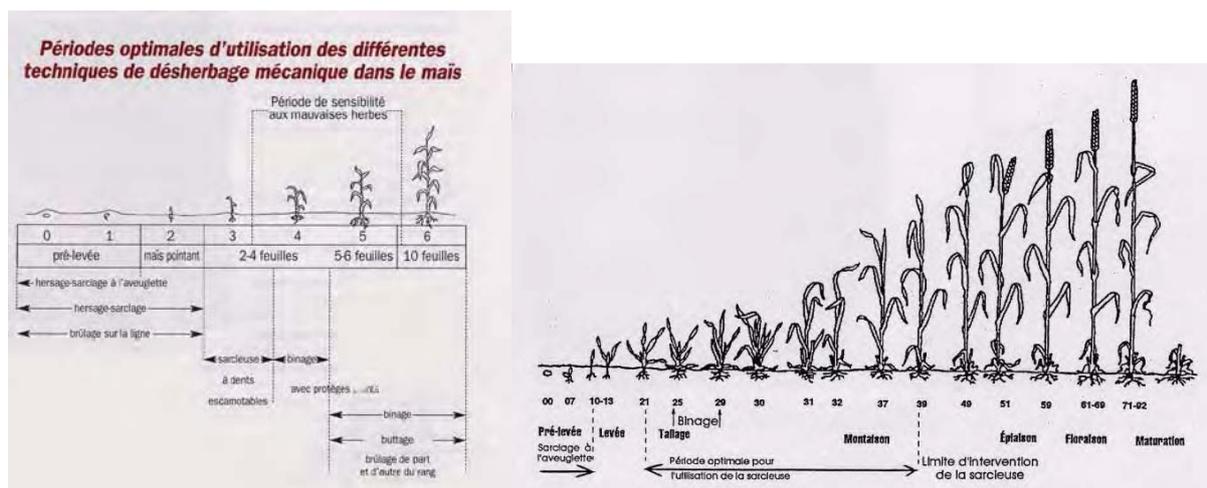
L'activité désherbinage fait-elle de nouveaux adeptes ?

C'est une activité récente (moins de 2 ans) mais en développement. Au départ, nous étions 9 adhérents. Récemment, nous avons accueilli 2 nouvelles personnes. C'est une activité qui suscite de l'intérêt auprès d'autres adhérents de la CUMA. Peut-être vont-ils franchir le pas prochainement.

Matériel	Bineuse autopilotée 6 rangs	
Prix d'achat (€ HT)	18 000	
Amortissement (€ HT/an)	3 600	
Frais financiers (€ HT/an)	443	
Frais divers (assurances, frais de gestion, etc)	100	
Charges fixes/an (€)	4 143	
Surfaces binées en ha	150	220
Charges fixes (€/ha)	27,6	18,9
Réparation (€/ha)	3	3
Coût (€/ha)	30,6	21,9
Temps de passage / ha	4 ha / h	

Pour en savoir plus contacter votre Fdcuma

Les périodes optimales pour le désherbage mécanique dans le blé :



Plus on interviendra tard plus le nombre de passages va être élevé en désherbage. Dans tous les cas les interventions doivent être les plus précoces possibles, au stade levée des mauvaises herbes, pour être le plus efficace de nombreux outils de désherbage existent (photos ci-jointes). Lorsque l'on utilise uniquement le désherbage mécanique ou thermique comme en agriculture biologique, l'association de plusieurs outils est souvent nécessaire sur la rotation pour désherber efficacement.

Les avantages des mauvaises herbes

Les herbes compagnes peuvent aussi présenter quelques aspects positifs :

- ✓ L'amélioration de la structure du sol
- ✓ Ce sont des plantes hôtes pour les prédateurs. Elles servent de nourriture et de refuge pour les parasites et les auxiliaires. Exemple : Tant que l'altise peut se nourrir de Galinsogas, elle n'ira pas sur les crucifères (colza, radis...)
- ✓ La lutte contre l'érosion et elles assurent une meilleure régulation de l'eau
- ✓ Elles absorbent les excédents de fertilisation

Donc le fait d'avoir quelques mauvaises herbes dans un champ n'est pas catastrophique.

Biologie des mauvaises herbes

Les voies de conservation des espèces

- ✓ **Production de graines**
- ✓ **Multiplication végétative**

Les espèces annuelles :

Reproduction exclusivement par les graines (chénopodes, amarantes, panics, coquelicots...)

Les espèces biennuelles :

Elles survivent deux ans : carottes sauvages, armoises...

Les espèces vivaces :

Elles se multiplient indéfiniment par fragmentation de leur appareil végétatif. Il faut savoir que les vivaces se multiplient aussi par les graines.

- ✓ Tiges souterraines (rhizome du chiendent...)
- ✓ Tiges aériennes rampantes (stolons de la potentille)
- ✓ Racines chargées de réserves (tubercules)

LE CHARDON :

Propagation par *les rhizomes*, il s'allonge de 2 à 4 m/an et peut même aller jusqu'à 12 m/an. Chaque fragment de rhizomes de 1,25 cm de longueur va produire un nouveau plant.

Les graines vont tomber dans un rayon de 30 m autour du pied et vont germer dès qu'elles sont enfouies à moins de 5 cm de profondeur. La survie des graines dans le sol peut être de 20 ans.

Bibliographie :

- ✧ Maîtriser les adventices en grandes cultures
Guide technique de l'ITAB 2005
- ✧ Agriculture sans herbicides, principes et méthodes
Joseph Pousset - éditions Agri-décisions 2002
- ✧ Unkrautpraxis-mechanische Unkrautregulierung im Gemüsebau-FIBL-Agroscope
FAW Wädenswil -PPO Wageningen
- ✧ Lässt Du das Unkraut blühend stehen
DLR Rheinpfalz 2005
- ✧ Moyens de lutte au chardon des champs
Club agro-environnemental - Bio-action - Québec - 2005
- ✧ Techniques de désherbage du maïs faisant peu ou pas appel aux produits chimiques
SUAD 67 - Compte-rendu - 1992
- ✧ Faisabilité du désherbage mécanique des céréales d'hiver
SUAD 67 - Compte-rendu - 1998

ANNEXES

Maîtriser les adventices dans les cultures biologiques



Après un rappel sur l'importance des actions préventives et en particulier la technique des faux semis, cette fiche est centrée sur les techniques curatives de gestion des adventices en agriculture biologique (AB), essentiellement basées sur le désherbage mécanique.

Maîtriser les adventices dans les cultures biologiques

Les adventices sont des plantes qui entrent en concurrence avec les cultures en place pour la lumière, les éléments minéraux et la ressource hydrique, sans oublier certains effets positifs liés à leur présence (augmentation de la biodiversité, plantes permettant de lutter contre le tassement, plantes indicatrices...). La gestion et le contrôle des adventices doivent être intégrés aux itinéraires techniques. L'objectif n'est en aucun cas de tendre vers l'éradication, mais de maîtriser leur développement pour limiter la concurrence sur les cultures.

Gérer le système de culture pour prévenir la multiplication/apparition, des adventices

En AB, la gestion de la flore adventice est axée sur la complémentarité entre les méthodes préventives et les méthodes curatives en végétation.

Parmi les méthodes préventives, la **rotation des cultures** (alternance de cultures de printemps, d'été, de printemps et d'hiver; insertion de prairies temporaires...) est primordiale et per-

met de perturber le cycle des adventices ayant une période de germination déterminée.

Le travail du sol permet de limiter les adventices par amélioration de la structure du sol (effet quelquefois bénéfique du décompactage) ou en les éliminant soit par enfouissement des graines en profondeur (choix du labour pour les espèces à Taux Annuel de Décroissance (TAD*) élevé ou les graminées vivaces), soit par déstockage superficiel (effet faux semis).

Enfin, la **couverture du sol** participe activement à limiter le développement des adventices. Certaines cultures ou couverts végétaux peuvent être utilisés pour leur fort pouvoir concurrentiel: les triticales, les grands épeautres et les seigles sont nettement plus concurrentiels qu'un blé tendre sur les dicotylédones ou graminées annuelles; la mise en place d'une luzernière sur 3 ou 4 ans, régulièrement fauchée, est une des techniques les plus efficaces pour lutter contre les vivaces et les pluriannuelles; les engrais verts ou plantes pièges à nitrates sont des couverts supplémentaires utiles pour lutter contre le développement des adventices.

Agir précocement par le déstockage des graines, ou faux semis

L'objectif est de faire germer le plus possible de graines d'adventices présentes dans les premiers centimètres du sol, pour les détruire ensuite par un passage d'outil.

Les interventions de déchaumage sont les premières interventions permettant la réalisation du déstockage de graines, notamment celles produites dans la culture précédente. Le nombre d'interventions dépend directement du nombre de nouvelles germinations d'adventices; elles permettent de nettoyer le lit de semences en réalisant un travail très superficiel sans remonter de graines en surface. Elles sont souvent réalisées à la herse étrille avant la culture.

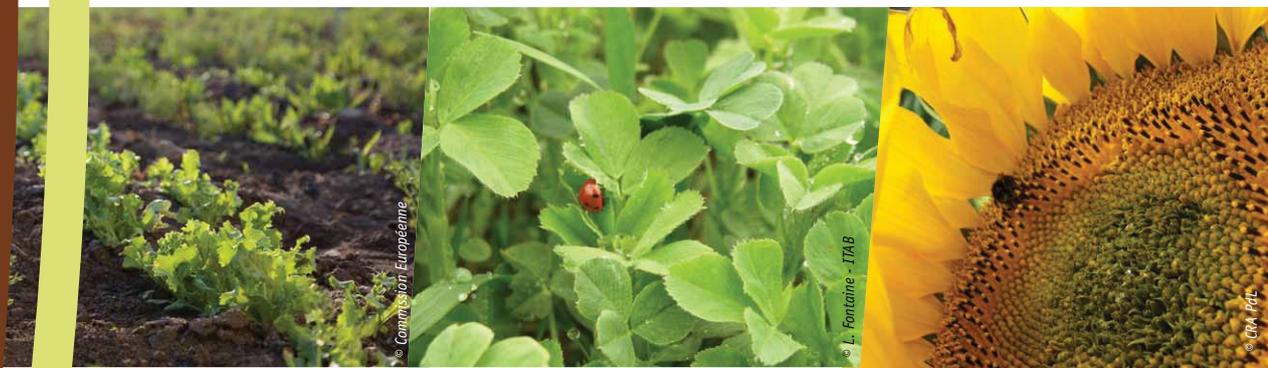
*TAD: % de graines qui meurent après enfouissement dans le sol. Les espèces à TAD élevé sont, par exemple: les bromes, vulpins et ray grass et dans une moindre mesure, la morelle.



Cette fiche a été élaborée dans le cadre du RMT DévAB. Elle est issue d'un document composé de 30 fiches et d'un chapitre introductif définissant l'innovation en AB. Ce document est téléchargeable sur www.devab.org, rubrique Axe 1.



Rédacteur:
L. Prieur, CREAB.
Relecteurs: J. Arino, chambre d'agriculture 32; L. Fontaine et L. Fourrié, ITAB; J.-L. Giteau, chambre d'agriculture 22; A. Glandières, CRAMP; J. Lieven, CETIOM; J. Pousset, Consultant; V. Zaganiacz, GRABHN.
Travail coordonné par
M. Gerber et L. Fontaine, ITAB; C. Cresson, ACTA.



du côté
des
CHERCHEURS

Optimiser le désherbage mécanique

Un programme piloté par l'ITAB et ARVALIS-Institut du végétal vient de démarrer, avec pour objectif l'optimisation et la promotion du désherbage mécanique en grandes cultures et en productions légumières, en AB et en agriculture conventionnelle en réduction d'herbicides (Compte Affectation Spécial Développement Agricole et Rural 2009-2011).

L'organisation générale du projet se décline en trois objectifs majeurs :

- identifier, tester et valider des **pratiques de désherbage** innovantes, res-

pectueuses de l'environnement, simples, efficaces et abordables économiquement ; ceci implique le repérage de telles techniques, la mise en place d'essais d'évaluation ou de comparaison de stratégies de désherbage et leur évaluation en termes d'efficacité opérationnelle, économique et environnementale ;

- apprécier le **niveau de nuisibilité et d'acceptabilité d'adventices** dans une culture donnée, afin d'optimiser le nombre et le type d'interventions à mettre en œuvre ; cela suppose une bonne connais-

sance de la parcelle : adventices présentes ou susceptibles de l'être (notions de stock semencier, taux de multiplication...), conditions pédoclimatiques, successions culturales, situation azotée...

- fournir aux agriculteurs en AB ou limitant l'utilisation d'herbicides des **outils leur permettant d'optimiser leurs pratiques**, mais aussi **transférer** ces techniques à des agriculteurs ne les pratiquant pas à ce jour (problématique de périmètres de captage, bassins versants sensibles, conversion à l'AB...).



© Chambre d'Agriculture Drome

Pour améliorer l'efficacité de cette technique, il convient de semer un peu plus tard en AB qu'en agriculture conventionnelle (de l'ordre d'une quinzaine de jours en général). Pour les cultures d'hiver, un décalage de semis va limiter la germination des adventices par rapport à la culture (ce décalage sera également important vis-à-vis de l'efficacité de la herse étrille). En culture d'été, le décalage va permettre de semer sur un sol bien réchauffé ce qui favorisera la vitesse des levées et leur homogénéité.

Cette technique de déstockage de graines associée à une rotation alternant régulièrement les cultures d'été et d'hiver permet déjà une bonne maîtrise des adventices. Le seul bémol vient du fait que l'augmentation du nombre de passages a tendance à affiner le sol, ce qui peut poser quelques problèmes de ressuyage sur les sols argileux en cas d'automne ou de printemps humide.

Les actions curatives : le désherbage en végétation

L'objectif est d'utiliser des outils ayant une action mécanique de destruction des adventices, qui travaillent soit en plein (à la fois le rang et l'inter-rang) soit uniquement l'inter-rang. Certains outils ont une efficacité sur une période de temps courte liée au stade de développement de l'adventice (herse étrille, houe rotative), d'autres restent efficaces sur des adventices développées mais le nombre de passages peut être limité par le développement de la culture (binage du tournesol ou du maïs par exemple).

La herse étrille



Outil emblématique de l'AB, elle a été développée pour le désherbage des céréales à pailles et des prairies, mais est maintenant utilisée sur la majorité des cultures. La herse étrille agit à la fois par arrachage de la plante mais aussi par recouvrement, c'est-à-dire qu'elle casse les mottes qui

recouvrent de terre les jeunes adventices les privant de lumière. La herse étrille sera donc plus efficace sur sol légèrement motteux. L'efficacité de l'outil est très bonne (jusqu'à 80 % mesurée) entre les stades germination et cotylédons des adventices, pour ensuite décroître de façon très importante (l'efficacité à des stades plus développés mais jeunes dépendra des espèces présentes). Le passage de la herse étrille peut être réalisé en post semis pré-levée ou en végétation. Les réglages de l'agressivité des dents ainsi que de la vitesse d'avancement (en général de 3 à 10 km/h) sont réalisés en fonction de la résistance à l'arrachement et au recouvrement de la culture en place.

La houe rotative

Cet outil est à privilégier sur les sols légers et en particulier sur les limons battants où il fait également office



d'écrouteuse. Par contre, il est à éviter sur sols caillouteux, car les cailloux bloquent les roues. Son efficacité et son emploi sont assez semblables à la herse étrille ; la houe rotative travaille en plein (en pré-levée ou en végétation) ; elle est active par arrachage et recouvrement sur des adventices jusqu'au stade cotylédon ; son efficacité augmente avec la vitesse d'avancement. La houe rotative peut être utilisée plus tôt que la herse étrille, quand le sol n'est pas parfaitement ressuyé. Les deux outils peuvent être complémentaires, en les utilisant de façon alternée.

Les bineuses



Elles permettent le désherbage de toutes les cultures semées à grands écartements (à partir de 25 cm). Les bineuses ont l'avantage d'être beaucoup moins sensibles au stade de l'adventice,

mais le nombre de passages est parfois limité par la hauteur de la culture (tournesol et maïs). En règle générale, un des passages est réalisé avec buttage pour obtenir un effet de recouvrement des adventices présentes sur le rang.

Actuellement, il existe un nombre très important de bineuses qui se distinguent par leur positionnement et les équipements utilisés. Au niveau du positionnement, il existe : les bineuses ventrales montées sur porte outils, les bineuses avant, et les bineuses arrière. Les bineuses ventrales restent les plus confortables d'utilisation avec une bonne précision mais nécessitent un porte outil. Les bineuses avant, même avec un tracteur à capot plongeant, restent inconfortables d'utilisation. Les bineuses arrière guidées par disques sont les moins précises et mal adaptées pour le travail en devers. Les équipements bineurs sont très variés, il existe des bineuses à dents (pattes d'oies, ailettes, lame Lelièvre...), des bineuses à étoiles (adaptée aux sols légers) et des bineuses à lames animées.

Le développement du binage sur céréales

Le binage se développe actuellement sur les céréales ou protéagineux, certainement car la fenêtre d'utilisation des autres outils de désherbage peut être réduite, liée au stade de développement des adventices et au nombre de jours limité pour réaliser les travaux (surtout en cas de conditions humides). Il reste délicat compte tenu de la structure de peuplement de ces cultures, nécessitant traditionnellement de faibles écartements entre les rangs. Le matériel disponible guidera l'itinéraire technique à mettre en place. Les essais réalisés avec des bineuses guidées par des disques de terrage ont démontré qu'un écartement important entre les rangs est indispensable, de l'ordre de 35 cm (semis 1 rang sur 2). Cette technique reste difficile à appliquer (précision de la conduite) et le semis à double densité sur le rang (pour compenser le rang absent) n'est pas sans poser de problème pour le développement de la culture.

En alternative, certains préfèrent semer deux rangs collés (> 6 cm) avec un inter-rang de 35 cm, ou semer « à la volée » sur une largeur de 8 cm, toujours avec un inter-rang de 35 cm. Cette technique est difficile mais demeure néanmoins une stratégie intéressante pour les parcelles à fort risque de salissement. Le binage des céréales est largement facilité avec des bineuses ayant un système de guidage par capteurs ou caméras. Ces équipements permettent de réduire les inter-rangs (20 cm voire 17,5), d'amoindrir les risques de destruction de la culture, d'augmenter la vitesse de chantier; les capteurs visualisant plusieurs rangs améliorent fortement la précision. Cette technique peut se voir couplée à l'usage de la herse étrille en décalé ou en combiné (bineuse + herse étrille). Le binage permet également de lutter plus efficacement contre certaines graminées mais aussi d'étaler dans le temps les chantiers de désherbage. Toutefois, le temps de passage de la bineuse reste supérieur à celui de la herse étrille, et le binage des cultures à faibles écartements reste délicat.

Amélioration du matériel de binage

Dernièrement deux nouveautés sont apparues sur les bineuses : les équipements couplant un désherbage sur le rang et les systèmes de guidage par caméra. Les équipements couplés à la bineuse, permettant de limiter le salissement sur le rang : sarcluse à doigt, ou rotosarcluse, sont ainsi constituées de doigts plastiques ou de brosses en plastique ou en métal (doigts Kress). Ces éléments utilisables aussi bien en grandes cultures qu'en maraîchage apportent un plus pour le désherbage sur le rang de la culture.

Les systèmes de guidage et de correction de la trajectoire de la bineuse, de deux types : guidage physique (disque,



Binage en Loire Atlantique



Agriculteur bio en Loire Atlantique, Jean-Martial Poupeau cultive ses céréales et protéagineux avec des écartements larges de 33 cm en moyenne, depuis 2006. Auparavant, il utilisait la herse étrille mais les possibilités d'intervention et donc son efficacité, étaient souvent limitées en terres limoneuses battantes, surtout après les hivers humides. Le binage permet d'écrouter plus facilement le sol et autorise des interventions plus tardives jusqu'à l'épiaison.

Au niveau du matériel, il partage avec un collègue bio un porte-outils Fendt, un 275 GT, avec un relevage entre-essieux sur lequel est installé une poutre permettant de biner 4 mètres en céréales et 6 rangs en maïs et tournesol. Au total, environ 120 ha de cultures par an sont binées (blé, avoine, féverole, tournesol, lupin, colza), avec pour chacune de 1 à 3 passages par an. Ce matériel est très souple d'utilisation puisqu'il est possible de décaler les éléments selon l'écartement. De plus, il dispose de différents

types de socs qui permettent de biner et même de faire un buttage sur le rang pour le dernier passage. « C'est un travail qui n'est pas trop fatiguant, car on bine en regardant devant soi. Une visée placée sur la poutre permet de ne pas trop s'approcher des rangs ». Le débit de chantier est de 7 à 8 km/h, ce qui permet de biner 1,5 à 2 ha/h. La densité de semis est inchangée (environ 350 grains/m² en blé). Concernant les résultats, il est trop tôt pour faire un bilan, d'autant plus que les sols ont des potentiels faibles. En 2006, les rendements étaient de 30 q/ha en orge pois et avoine nue avec une propreté excellente. La propreté était aussi bonne en 2007 mais avec de mauvais rendements. En 2008, les rendements ont approché les 25 q/ha en blé avec une propreté satisfaisante. « Je pense que les écartements larges ont aussi un effet positif sur les maladies car ils permettent d'avoir une végétation plus aérée moins propice à la propagation des champignons ». L'outil présente cependant quelques inconvénients : il est peu adapté aux sols pierriers en raison de la casse des socs et du temps nécessaire à enlever les pierres pour ne pas gêner la récolte.

D'après Cap Élevage n° 31, janvier 2009, p. 12, J.-L. Giteau (CA 22)

ACTUELLEMENT IL EXISTE TROIS TYPES DE GUIDAGE AVEC CAPTEURS OU CAMÉRA

Modèle	Capteurs	Repères	Sociétés / distributeur	Coût TTC	Contraintes	Nb rang
Precizo	Cellule photo-électrique	Base des tiges + vert	SARL Godin	7 000 €	Stade jeune, pas de guidage avant 5 cm, vision de vert	1
Eco-Dan	Caméra numérique simple ou double	Feuilles (vert)	Stecomat et Carré	12 000 €	Manque à la levée, fort salissement	1 ou 2
Robocrop	Vision robotique	Feuilles (vert)	Agrilead	15 000 €	Manque à la levée, fort salissement	Plusieurs (largeur 1,2 m)

RÉSUMÉ DES AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES OUTILS DE DÉSHERBAGE MÉCANIQUE

Outil	Avantages	Inconvénients
Herse étrille : tous sols	Débit de chantier élevé. Utilisation en plein et sur de nombreuses cultures. Outil peu coûteux.	Spectre d'action limité : dépend du stade de l'adventice ; inefficace sur les vivaces installées ; peu efficace sur graminées et travaille mal en sol battu ou mal ressuyé
Bineuse : tous sols	Aération et ameublissement du sol. Accélération de la minéralisation. Bonne efficacité sur adventices développées. Période d'intervention longue	Temps de travail important. Ne travaille que dans l'inter-rang (sauf doigt Kress). Nécessite un semis adapté. Réglages minutieux nécessaires.
Houe rotative : sols légers sans cailloux	Débit de chantier élevé. Utilisation en plein. Microlabour, éclatement de la croûte de battance, limite le ruissellement.	Spectre d'action limité : dépend du stade de l'adventice et inefficace sur les vivaces. Outil coûteux.

coutre, obus) et capteur ou caméra. Les guidages physiques maintiennent la bineuse sur une trajectoire particulière, les systèmes avec capteurs ou caméras permettent de modifier la trajectoire de la bineuse pour qu'elle bîne toujours l'inter-rang au plus près de la culture (cf. tableaux ci-dessus).

Les outils de désherbage thermique

À l'heure actuelle, le désherbage thermique est une technique utilisée surtout pour le maraîchage ou les cultures spéciales comme les alliées ou les endives. Il s'agit avant tout d'un outil de désherbage de pré-levée, à utiliser sur les espèces à levée lente. Le choix du désherbage thermique est à évaluer en fonction de son coût (lié au coût du pétrole) et des cultures en place sur la ferme. Une variante du désherbage thermique est **la solarisation**. Cette technique consiste à couvrir le sol d'une bâche plastique pendant une période de cinq semaines minimum afin d'engendrer une élévation de la température (> 40 °C) des 30 premiers centimètres du sol. Cette élévation de température détruit les graines adventices et a également une efficacité sur certains champignons pathogènes ou ravageurs du sol.

Autres outils de désherbage

En maraîchage, le GRAB (Groupe de Recherche en AB) a développé un outil de travail du sol polyvalent intégrant le désherbage curatif (bineuse étoile) : le Matériel de Techniques Culturelles Simplifiées (MTCS). Il s'agit d'un outil conçu pour travailler en système de **planches permanentes** et qui peut réaliser la quasi-totalité des interventions de sol : travail du sol, désherbage, buttage ; le nettoyage des passages de roues est possible en adaptant les éléments de travail (disques ou dents). Cet appareil a de plus l'avantage de ne pas être relié à la prise de force du tracteur. Il existe également du matériel de désherbage adapté à la culture des plantes à parfums aromatiques et médicinales (PPAM) avec les bineuses à lavande ou la bineuse rotative inter-cep qui permet de travailler entre les plantes semées à grands intervalles sur un même rang.

Combiner les techniques pour maîtriser les adventices

La réussite du désherbage en AB nécessite la combinaison de techniques préventives et curatives mais également la combinaison des outils de désherbage. En effet, la herse étrille, la houe rotative ou le désherbage thermique sont bien adaptés au désherbage de pré-levée ou précoce avec une action en plein. Ils permettent donc en combinaison avec la bineuse sur une culture à large écartement d'obtenir un résultat optimal. L'ensemble des outils présentés est utilisable pour **tous les systèmes de culture**, grandes cultures, polyculture, maraîchage. Ils devront être choisis selon les cultures présentes sur l'exploitation. En viticulture et arboriculture, la gestion du salissement est différente et passe soit par l'usage d'outils à dents travaillant à différentes profondeurs soit par la mise en place de couverts.

Enfin, notons qu'il existe actuellement des systèmes de guidage du tracteur via GPS (GéoPositionnement par Satellite). Cette technique est actuellement en cours de test, notamment pour voir si elle permet de guider correctement la bineuse sur des parcelles en devers.

Pour en savoir +

- Bertrand C., Lizot J.F., Mazolier C. (2000), « Les techniques de désherbage utilisables en agriculture biologique », GRAB, 27 p.
- Poussel J., (2003), Agriculture sans herbicides : principes et méthodes, Éditions la France Agricole, 704 p.
- ITAB (2005), Maîtriser les adventices en grandes cultures biologiques – Guide technique de l'ITAB, Ed. ITAB, N° ISBN : 2-9-515855-5-1, 112 pages.
- Chambre d'Agriculture de l'Yonne (2005), Bien choisir et mieux utiliser ses outils de désherbage mécanique. Guide pratique à destination des techniciens et agriculteurs en technique biologique et/ou conventionnelle. LLB-Communication – CA89
- Alter Agri n° 84, juillet août 2007 : dossier désherbage
- Biofil n° 54, septembre octobre 2007 : dossier désherbage
- Zaganiacz V. (2007), Réseau de parcelles sur les Adventices en Grandes Cultures Bio de Haute-Normandie : Étude de l'enherbement global des parcelles sur 5 ans d'observations de 2002 à 2006. 60 pages
- Chambre d'Agriculture des Côtes d'Armor (2008), Guide simplifié des techniques alternatives de désherbage des cultures.
- Site de l'ITAB www.itab.asso.fr : actes de journées techniques, articles Alter Agri...
- Site du GRAB www.grab.fr : fiche MTCS, solarisation
- Site guidage tracteur par GPS : <http://www.innovgps.fr/Autoguidage.html>

Documents DévAB en lien

- Axe 1 - Agronomie – Fiche n°3 : Cultiver sans labour en AB
- Axe 1 - Production – Fiche n°3 : Grandes cultures biologiques
- Axe 1 - Production – Fiche n°4 : Légumes biologiques
- Axe 2 – Document AB et Environnement, Chapitre Fertilité et services environnementaux des sols.

CHAMPS CULTIVÉS

DESCRIPTION

Les champs ne sont pas seulement l'habitat des cultures, mais aussi de quelques espèces, les «adventices» ou «mauvaises herbes», qui leur sont associées parce qu'elles sont adaptées à la culture en place et au mode de culture.

ÉTAT ACTUEL ET MENACES

«À la mauvaise graine il n'arrive jamais rien !»

Si une lutte acharnée de plusieurs décennies contre les adventices des cultures, faisant appel aux techniques modernes (herbicides, triage des semences, semis dense, etc.) a effectivement réussi à en diminuer quelque peu le nombre, c'est à peine si la gravité des problèmes a diminué, car on n'a fait que les déplacer. Obtenir des cultures totalement dépourvues d'adventices est apparemment impossible. En effet, les sols fertiles sont très vite de nouveau recouverts d'une végétation abondante.

Et pourtant ! Il y a certaines «mauvaises herbes» à qui il arrive quelque chose... La flore adventice multicolore et variée des cultures d'antan a cédé la place à des associations végétales uniformisées, composées d'un petit nombre d'espèces non spécialisées et peu visibles. Subsistent les adventices problématiques, opiniâtres et impossibles à éliminer, comme l'agrostide-jouet-du-vent, le panic pied de coq, l'ortie royale ou galéopsis Tétrahit, le liseron des champs, le gaillet gratteron, le chiendent rampant, et d'autres encore.

Il a fallu 5'000 ans pour que les cultures se développent et s'installent dans le centre de l'Europe, et avec elles une flore adventice riche de plusieurs centaines d'espèces différentes. Aujourd'hui, après quelques décennies d'agriculture moderne intensive, plus du tiers de ces espèces est menacé ou considéré comme disparu. Selon les régions, la flore adventice suisse comptait de 100 à 140 espèces, desquelles près de 40 sont aujourd'hui portées disparues ou cantonnées sur quelques rares surfaces - d'ailleurs menacées - au Valais. Pour cette raison, les adventices des cultures font partie du «groupe écologique» des plantes les plus menacées.

IMPORTANCE POUR LA PROTECTION DE LA NATURE

Les lisières des champs exploitées extensivement et les surfaces en friche offrent une chance de survie à beaucoup d'espèces de plantes sauvages menacées d'extinction. Une flore adventice diversifiée offre aussi habitat et nourriture à d'innombrables organismes animaux, petits ou grands. Chaque espèce de plante sauvage permet en moyenne à 12 espèces animales herbivores de vivre, sans compter les nombreuses espèces butineuses et les innombrables prédateurs ou parasites qui en vivent indirectement.

IMPORTANCE ÉCOLOGIQUE POUR L'AGRICULTURE

Les dernières décennies ont surtout accordé une grande importance aux aspects négatifs des adventices. Il est absolument indéniable que les adventices peuvent nuire aux cultures agricoles, que ce soit comme concurrentes pour les nutriments, l'eau, la lumière, l'espace (aérien et souterrain), comme hôtes intermédiaires de maladies ou de ravageurs, ou encore par d'autres facteurs. Cependant, on reprend toujours plus conscience que les adventices peuvent aussi comporter des avantages :

Protection contre l'érosion par l'eau

Les adventices protègent le sol contre le ruissellement. Cette constatation est déjà utilisée en pratique depuis longtemps, p. ex. en viticulture, soit par l'enherbement permanent soit par des semis. Les semis de couverture dans les maïs sont un autre exemple de l'efficacité de la couverture végétale dans la lutte contre l'érosion.

Amélioration du sol

Les adventices aèrent le sol, améliorent sa structure, favorisent l'activité et le développement des organismes terricoles et contribuent à la formation d'humus.

Fixation des nutriments / Réduction du lessivage des nitrates

Les adventices peuvent fixer des éléments nutritifs (p. ex. fixation de l'azote atmosphérique par les légumineuses). D'autre part, en absorbant de l'azote

«Mauvaises» herbes	Stations				Nourriture pour:						
	Dé-combres	Bords de ch.	Jardins	Terr. vagues	Oiseaux	Hyménoptères		Coléoptères		Papillons	
						Adultes	Larves	Adultes	Larves	Adultes	Larves
Cirse des champs	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Réséda des teinturiers				•		•		•	•	•	•
Petite mauve		•	•		•			•	•		•
Armoise vulgaire	•			•			•	•		•	•
Petite linaira		•							•	•	•
Onagre bisannuelle	•			•	•					•	•
Chicorée sauvage		•		•		•				•	•
Herbe aux goutteux			•	•		•		•	•		•
Ortie dioïque	•	•	•	•				•	•		•
Capselle bourse-à-pasteur	•	•	•		•	•		•	•	•	•
Tussilage, taconnet	•			•				•	•	•	•
Bouillon blanc	•			•				•	•	•	•
Bardane à petite tête		•		•	•			•	•		•
Gaillet gratteron		•	•	•	•			•	•	•	•
Laitue scariole	•			•	•	•		•	•	•	•
Renoncule rampante		•	•	•		•		•	•	•	•
Vipérine vulgaire	•			•		•		•	•	•	•
Panais cultivé		•		•	•			•	•	•	•
Tanaisie vulgaire		•		•		•		•	•		•
Morelle noire	•		•	•	•				•		•
Matricaire sans ligules	•	•		•							•
Brome stérile	•				•		•				•
Renouée des oiseaux	•	•	•	•	•			•	•	•	•
Mouron des oiseaux		•	•	•		•		•	•	•	•
Herbe aux chantres	•	•						•	•	•	•
Lamier blanc	•					•			•	•	•
Carotte sauvage	•	•	•		•	•		•	•	•	•
Liseron des haies	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•

Les soi-disant «mauvaises herbes» sont écologiquement très importantes, car elles servent de nourriture à de nombreuses espèces animales.

en solution dans le sol, elles réduisent le lessivage des nitrates et contribuent donc à stabiliser le cycle de l'azote dans le sol.

Amélioration de la qualité et augmentation des rendements

Quelques adventices peuvent, lorsqu'elles se développent en très grand nombre, exercer des influences positives sur la qualité et le rendement des cultures, comme l'ont montré des essais et des observations portant sur la nielle des blés, le bleuet, le chiendent et sur d'autres encore. Même les plantes «viticoles» des vignobles sont un exemple étonnant des effets positifs de beaucoup d'adventices.

Les adventices favorisent les auxiliaires

Les adventices servent d'abri, d'hivernage et d'habitat à beaucoup d'auxiliaires (cf. tableau). Par

exemple, plus la couverture du sol par les plantes sauvages est dense, plus l'activité des coléoptères prédateurs terricoles augmente (cf. illustration). À certains stades de leur cycle de développement, beaucoup de parasites capables de réguler les populations des ravageurs des cultures doivent pouvoir se nourrir du nectar ou du pollen des adventices en fleur. De même, les adventices offrent une nourriture de substitution aux auxiliaires prédateurs, soit directement, soit indirectement en servant d'abri à de nombreuses bestioles pouvant servir de proie de substitution. Lorsque les cultures se mettent à pousser et que les ravageurs commencent à s'y développer, les auxiliaires peuvent à nouveau se tourner vers leurs proies de prédilection et en empêcher la pullulation.

Les adventices sont aussi des plantes-leurres

D'ailleurs, on voit souvent que les ravageurs des cultures s'attaquent aussi aux adventices, ce qui

diminue les dégâts causés aux plantes cultivées. L'inverse a aussi pu être démontré : les pucerons, p. ex., peuvent mieux se développer dans les champs dés herbés chimiquement que dans les parcelles non traitées où les adventices abondent.

Les adventices stabilisent l'économie de la nature

D'une manière générale, les biocénoses diversifiées, p. ex. les associations de plantes adventices, stabilisent les relations entre les éléments constituant les écosystèmes du paysage agricole.

CONFLITS D'OBJECTIFS ET DÉSAVANTAGES

On ne peut pas remonter le temps : il est incontable qu'une lutte efficace contre les mauvaises herbes est nécessaire pour garantir les rendements. Mais il y a dilemme pour l'agriculture, qui doit d'une

part produire des rendements quantitativement et qualitativement satisfaisants, et d'autre part préserver la diversité des habitats et des espèces qui font le paysage de nos campagnes, et le dilemme est particulièrement évident dans le contexte des problèmes liés à la flore adventice des cultures. Il s'agit en fait moins d'un conflit irréductible que d'une nécessité, vitale pour l'homme d'aujourd'hui : mieux utiliser son habitat et préserver la diversité des espèces y cohabitant avec lui, faute de quoi il lui sera impossible de garantir à long terme le bon fonctionnement de l'économie de la nature.

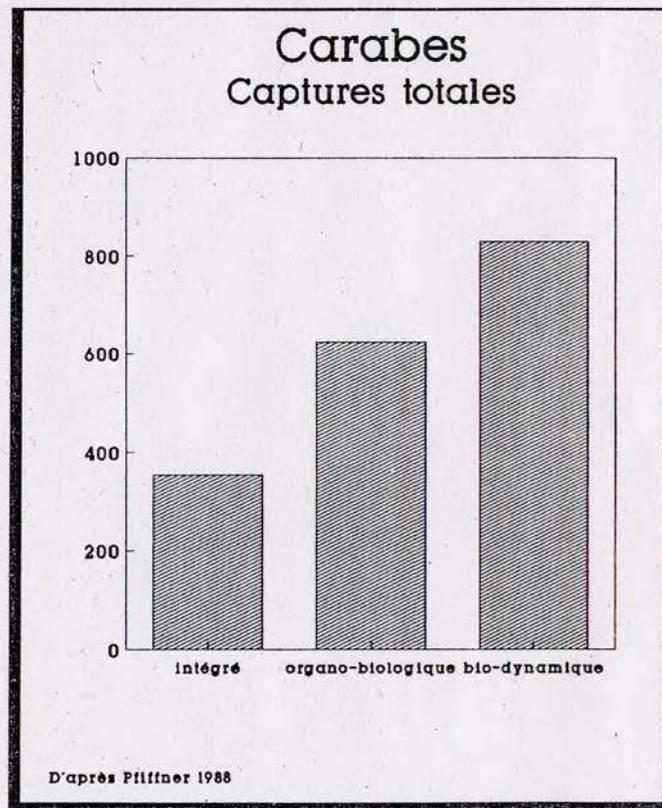
Conservé la flore sauvage dans les champs et les cultures signifie tout d'abord qu'il faut reconnaître la complexité du tissu de relations «adventices-cultures», en ne pas tenir compte seulement des dégâts causés par les adventices, mais aussi des multiples avantages de la couverture végétale des champs. Malheureusement, beaucoup de ces relations ne sont pas encore bien connues et doivent faire l'objet de nouveaux efforts de recherche - efforts à fournir non seulement par la recherche agronomique, mais aussi par les agriculteurs eux-mêmes. À l'avenir, les praticiens devront peser beaucoup plus soigneusement les avantages et les inconvénients des adventices, et adapter le mode d'exploitation en conséquence.

QUE FAIRE ?

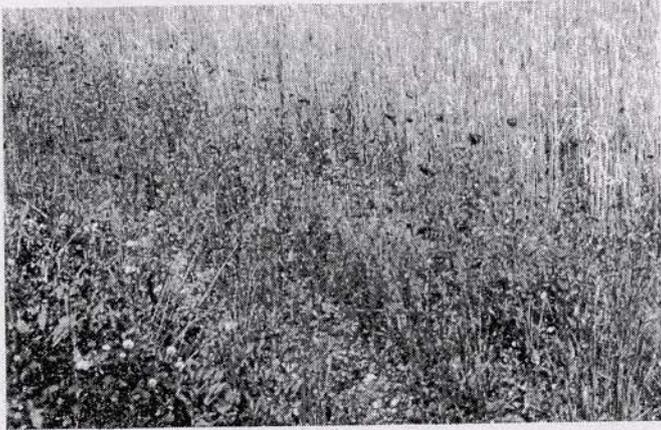
Les adventices des cultures doivent leur habitat à l'exploitation des champs par l'homme. Ce qui suit doit montrer quelles sont les possibilités actuelles de conserver - au moins en partie - la diversité des espèces, primordiale pour l'équilibre agro-écologique, de l'entretenir et de la développer. Les mesures à prendre exigent une coopération entre les milieux de l'écologie et ceux de l'agriculture.

1. Exploitation des champs

En coordonnant les méthodes de culture et en employant des méthodes plus douces pour lutter contre les «mauvaises herbes», on peut obtenir dans les champs une flore adventice plus diversifiée et plus équilibrée, qui permet une densité correcte de la culture, puisque la concurrence des adventices entre elles a pour résultat de diminuer les invasions et de les rendre contrôlables. Deux méthodes praticables vont dans cette direction : en premier lieu l'agriculture biologique, mais aussi la production intégrée.



Comme les champs cultivés selon la méthode biologique présentent une flore adventice plus diversifiée que les cultures conventionnelles, elles offrent un abri à un plus grand nombre d'auxiliaires. Il n'est donc pas étonnant de trouver nettement plus de carabes prédateurs en vie dans les cultures biologiques.



Bordure de champs extensive, avec des coquelicots

2. Installation de bordures de champs extensives

Une méthode très prometteuse pour conserver partiellement la flore adventice des cultures est l'installation de bordures de champs extensives qui, sur une largeur semblable à celle des bandes enherbées (cf. paragraphe «Bandes enherbées»), ne reçoivent qu'un peu d'engrais, mais ni herbicides ni pesticides. Des études scientifiques montrent que l'éventail des espèces peut être beaucoup plus large dans les bordures non traitées des champs, et aussi que des espèces devenues rares y sont de nouveau plus fréquentes. Les craintes que les mauvaises herbes puissent envahir tout le champ depuis les bords ne se sont pas vérifiées lors de ces essais. Par ailleurs, ces bordures de champs extensives peuvent subir des baisses de rendement pour lesquelles aucune aide de l'État n'est prévue pour le moment. Les *bordures de champs extensives*, permettant d'élargir l'éventail des espèces, sont un bon complément des *bandes enherbées*, et forment avec elles un véritable réseau de surfaces écologiques de compensation.

3. Développement des habitats de substitution

Il est aussi important de conserver et de développer de nombreux habitats de substitution pour les plantes sauvages que l'on trouve dans les champs. Les décharges à ciel ouvert, les carrières abandonnées, les talus, les bords des chemins et des routes ainsi que les terrains vagues urbains offrent des conditions de vies adaptées à quelques espèces - de loin pas à toutes - de la flore adventice des cultures, sinon menacées d'extinction.

Aujourd'hui, ces refuges sont eux aussi gravement menacés. Les bords des chemins reçoivent en effet

souvent des herbicides, notamment lors de l'entretien des routes. Beaucoup de régions tiennent à conserver le revêtement dur des chemins, ce qui restreint encore les habitats de ces espèces.

4. Conservation de «réserves en plein champ»

Renoncer aux herbicides dans les champs ou dans les bordures de champs extensives ne suffit pas à conserver la totalité de la flore adventice des cultures, car les pratiques actuelles en matière de fertilisation favorisent en premier lieu les espèces exigeantes en nutriments. Bien des herbes sauvages autrefois communes dans nos champs n'y apparaissent plus pour cette raison, ou restent rares à cause du triage des semences. Depuis quelques temps, des agriculteurs isolés tentent ce pari : cultiver leurs champs en recourant aux techniques modernes, mais en renonçant aux herbicides et aux engrais minéraux. Les diminutions de rendements doivent pouvoir être prises en charge, ce qui implique une collaboration entre les paysans et les organisations de protection de la nature.

5. Maintien de cultures spéciales

La mise en place et l'entretien de certaines cultures spéciales comme l'amidonniér, l'engrain, le millet, le lin et le chanvre demandent beaucoup de main-d'oeuvre et ne sont habituellement entreprises que par des institutions privées. L'important ici n'est pas le rendement, mais la conservation de certaines cultures d'antan et de leur flore adventice caractéristique. À côté de l'importance pour la conservation de la nature, les aspects agro-historiques jouent aussi un rôle important. C'est la raison pour laquelle ces cultures sont actuellement conservées comme «pièces de musée», avant tout dans des «musées de plein-air». Ces anciennes cultures spéciales peuvent aussi être cultivées à petite échelle dans les jardins botaniques, les réserves naturelles à but pédagogique ou didactique ou les jardins des écoles.

QUI OFFRE SON SOUTIEN ?

- Institut de recherche de l'agriculture biologique (IRAB), Oberwil (adresse en annexe)
- Ligue suisse pour la protection de la nature (LSPN), Bâle (adresse en annexe)
- Organisations locales de protection de la nature.



[QUAND LES PLANTES PRODUISENT LEURS HERBICIDES]

L'allélopathie

Certaines espèces végétales synthétisent des molécules qui agissent sur d'autres. Une propriété complexe.

L'allélopathie, c'est un peu la guerre biochimique des plantes. En 1984, un chercheur américain, Rice, en a donné la définition : « Tout effet direct ou indirect, positif ou négatif, d'une plante (micro-organismes inclus) sur une autre, par le biais de composés biochimiques libérés dans l'environnement ». Certaines plantes cultivées comme le seigle, le sorgho ou quelques crucifères, possèdent cette propriété. Celle-ci fait l'objet de recherches qui étudient principalement les effets négatifs des espèces sur d'autres.

L'allélopathie trouve en agriculture plusieurs utilisations. L'isolation des molécules allélopathiques sert à créer de nouveaux herbicides. C'est le cas de la mésotrione. Cette molécule est obtenue à partir de la leptostérone, fabriquée par un arbuste australien, le *Callistemon citrinus*. La mésotrione est utilisée dans le Callisto (un herbicide de post-levée du maïs développé par Syngenta) comme molécule active. L'identification des variétés sécrétrices

de molécules anti-adventices améliore la sélection des semences. Ainsi, il est possible de sélectionner certaines variétés de riz qui sécrètent, par voie racinaire, un acide (acide hydroxamique) agissant sur les adventices.

► Des actions diverses par des molécules banales

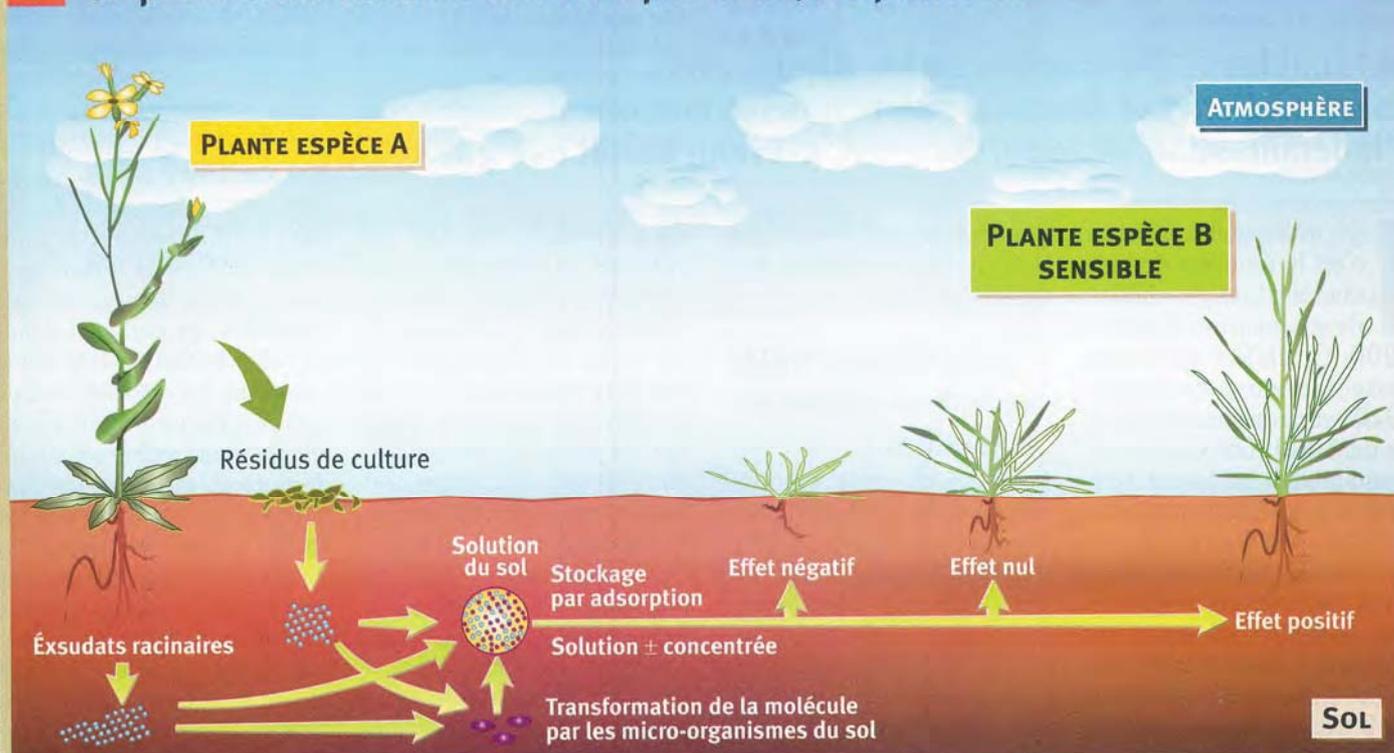
Autre application de l'allélopathie : la gestion de la rotation et le choix des plantes de couvertures. François Pellissier et Geneviève Chiapusio, chercheurs au Laboratoire de dynamique des écosystèmes d'altitude de l'Université de Savoie (Chambéry), expliquent : « dans le cadre d'une collaboration avec des chercheurs suisses, nous avons constaté que l'utilisation d'*Artemisia annua* (armoise annuelle) en interculture permet de diminuer les adventices du maïs. Lors de la décomposition de cette plante, des molécules stockées seront libérées dans le sol ».

Si l'allélopathie est connue depuis l'antiquité, elle demeure néanmoins méconnue du fait de

sa complexité. « Il faut parvenir à isoler le phénomène allélopathique de toutes les autres actions qui peuvent interférer : effet d'ombrage, effet de la compétition pour les ressources du milieu..., explique Pascal Marnotte, chercheur au Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) de Montpellier. Il faut également isoler la molécule allélopathique, molécule souvent aussi banale qu'un phénol. » Une même molécule peut avoir un effet positif ou négatif, selon sa concentration. Cette dernière varie en fonction de la présence de micro-organismes capables de modifier la structure des molécules. D'autre part, le taux d'humidité du sol agit en diluant la solution humique et modifie les concentrations des molécules toxiques.

Également source de variabilité, les plantes cibles elles-mêmes n'ont pas toutes la même sensibilité aux composés allélopathiques. « Les plantes cibles sont parfois capables d'annihiler le pouvoir toxique des molécules, poursuit François Pellissier. Cela dépend des enzymes qu'elles synthétisent. » Le sac de nœud de ces hostilités souterraines n'est pas prêt d'être dénoué...
MARION IVALDI

Un phénomène variable influencé par le sol, les plantes...



INCIDENCE DES MEDIATEURS CHIMIQUES DANS LE SOL SUR LES POPULATIONS D'ADVENTICES ET DE PLANTES CULTIVEES

Introduction

Dès l'antiquité, l'homme a observé que certains végétaux gênaient le développement d'autres espèces voisines : Théophraste (IIIe av.JC) remarquait que le pois chiche détruisait les mauvaises herbes et Pline (Ie ap.JC) que le noyer ne laissait pousser aucune plante sous son feuillage. Au siècle dernier, de Candolle suggéra que la fatigue des sols pourrait être due à des exsudats des cultures. En 1937, Molisch précisa le phénomène et créa la terme d'allélopathie.

Les phénomènes de concurrence entre végétaux se composent d'une part de la compétition pour les ressources du milieu (eau, air, élément minéraux, espace) et d'autre part de l'**allélopathie** (ou télétoxicité).

Mode d'émission des substances :

- *volatilisation* : notamment pour les plantes des régions arides et de la garrigue méditerranéenne (*Eucalyptus*, *Salvia*).
- *lessivage* des parties aériennes : c'est le cas du noyer. Le lessivage des feuilles d'*Abutilon theophrasti* Medik. inhibe le développement du soja.
- *décomposition* des organes morts : problèmes des résidus de récolte.
- *exsudats racinaires* : émission des racines vivantes ou libération des parties mortes.

Nature chimique :

Les composés allélopathiques sont en majeure partie des métabolites secondaires, qui ne jouent aucun rôle dans le métabolisme de base de la plante émettrice.

- *gaz toxiques* : le cyanure ou l'ammoniac inhibe la germination et la croissance des plantes, alors que l'éthylène stimule la germination.
- *acides organiques* : l'acide citrique inhibe la germination à [0,1%] ; les acides oxalique ou acétique, très abondants, peuvent inhiber la germination.
- *composés aromatiques* : acides phénoliques, coumarines (parmi les composés naturels les plus phytotoxiques) ; alcaloïdes : caféine et nicotine ; flavonoïdes, tannins : peu efficace ; une quinone, la juglone du noyer, inhibe la croissance des plantes herbacées comme la luzerne, mais également des arbres comme le pommier.
- *terpénoïdes* : *Salvia* et *Eucalyptus* (camphre)

Facteurs influant la production :

- *conditions du milieu* : lumière (qualité, intensité et photopériode), température, stress hydrique.
- *éléments minéraux* : une déficience en azote ou en phosphate augmente la production de scopolétine chez le tabac.

- *espèces productrices* : variétés, organes (racines, feuilles, fleurs, fruits).
- *facteurs biotiques* : attaques parasitaires (et emploi de pesticides).

En règle générale, les stress ont tendance à augmenter la production de composés allélopathiques (réponse à l'agressivité du milieu ?), mais on observe de nombreuses exceptions.

Devenir des substances

- Quel que soit le mode d'émission par la plante productrice, les substances vont évoluer et migrer dans le milieu : volatilisation, ruissellement, lessivage, dégradation.
- Rôle important des microorganismes du sol : par exemple, la dhurrine émise par *Sorghum halepense* (L.) Pers. est transformée par l'action des microorganismes en acide cyanhydrique et p-hydroxybenzaldéhyde.

Modes d'action

Les effets des substances allélopathiques sur la germination ou sur la croissance des plantes-cibles ne sont que les signes secondaires de modifications primaires.

En fait, peu d'effets spécifiques sont attribuables à ces produits, qui ont aussi bien des actions inhibitrices que des actions stimulantes.

Il est important de remarquer que les doses efficaces sont la plupart du temps très faibles ($\mu\text{M/l}$) et qu'on observe de fortes variations (inhibition ou stimulation) en fonction de la dose.

- *division cellulaire* : la coumarine inhibe la mitose dans les racines d'oignon.
- *croissance et synthèse* : les composés phénoliques ont une action sur la régulation des hormones de croissance.
- *photosynthèse et respiration* : la scopolétine réduit la photosynthèse chez le tournesol et le tabac par fermeture des stomates.
- *perméabilité membranaire* : les composés phénoliques accroissent le flux de potassium hors des tissus racinaires.
- *absorption minérale* : acide férulique inhibe l'absorption de potassium par les plantes (confusion avec les effets de la compétition).
- *cycle de l'azote* : fixation de l'azote et nitrification.

Un même composé peut avoir de multiples sites d'action : par exemple, l'acide férulique agit aussi bien sur la respiration mitochondriale que sur la synthèse de la chlorophylle et l'activité des hormones de croissance.

Facteurs influant l'activité des substances

- *nature du sol* : les composés allélopathiques ont une activité réduite lorsqu'ils sont fixés par les argiles ou la matière organique, alors qu'ils sont totalement disponibles dans un sol très sableux ; un amendement calcaire aurait la propriété de lier ces composés et de les inactiver.
- *eau* : un apport d'eau dilue les substances et diminue leur activité (rôle du drainage).
- *état de la plante réceptrice* : stress.
- *substance actives* : durée de vie des substances (décomposition, migration) - synergie.

Définition de l'allélopathie

Ensemble des phénomènes qui sont dus à l'émission ou à la libération de substances organiques par divers organes végétaux, vivants ou morts et qui s'expriment par l'inhibition ou la stimulation de la croissance des plantes se développant au voisinage de ces espèces ou leur succédant sur le même terrain (Caussanel, 1975).

Application de l'allélopathie

En situation naturelle, il semble que l'allélopathie doive contribuer à la répartition spatiale des espèces et à l'organisation des successions végétales.

Le tapis herbacé des zones de forêt de montagne (myrtilles, fougères) libère des acides phénoliques qui empêchent la germination des épicéas, qui pourraient être protégés par des mycorrhizes sélectionnés.

Les phénomènes allélopathiques trouvent de nombreuses applications dans le domaine de l'agriculture.

Concurrence des mauvaises herbes sur la culture

- les propriétés allélopathiques ont été mises en évidence pour plus de 90 espèces de mauvaises herbes, par exemple, *Agropyrum repens* (L.) P.Beauv. (chiendent), *Chenopodium album* L. (chénopode).

Lutte contre les mauvaises herbes

- *sélection de variétés* ayant un pouvoir allélopathique : avoine, tournesol, concombre et riz.
- *élaboration d'herbicides* : cynméthylène développé par Shell à partir de cinéol (composé terpénique de l'eucalyptus) pour le désherbage des cultures de soja, d'arachide et de cotonnier.

Gestion des rotations culturales : effets sur la culture suivante.

- *autotoxicité* : le blé peut subir un effet dépressif s'il est implanté après une précédente culture de blé avec de fortes variations variétales. Le sorgho ou la luzerne ont le même comportement. Un exemple de limitation des risques d'autotoxicité : cas du riz pluvial et du riz irrigué.
- *successions nettoyantes* : culture de tournesol.
- *cultures associées* : l'action des substances allélopathiques sur la fixation de l'azote peut perturber l'établissement des légumineuses dans les prairies.

Itinéraires techniques

- *résidus de récoltes* : c'est actuellement un problème qui prend de l'importance avec le développement des techniques de travail minimum. L'enfouissement des résidus de récoltes permet de diluer les composés allélopathiques libérés par leur décomposition et de limiter leurs effets sur la culture suivante.
- *plantes de couverture* : une couverture permanente du sol réduit la prolifération des mauvaises herbes par l'obscurité qu'elle dispense, par la compétition pour les ressources du milieu et, aussi, par des effets allélopathiques fréquemment suggérés par l'expérience.

Bibliographie

- CAUSSANEL J.P., 1975. Phénomène de concurrence par l'allélopathie entre adventices et plantes cultivées. *COLUMA-EWRC. Cycle international de perfectionnement en malherbologie*. 7 p.
- DOBREMEZ J.F., GALLET C. & PELLISSIER F., 1995. La guerre chimique chez les végétaux. *La recherche*. 26. 912-916.
- PUTNAM A.R. & TANG C.-S., 1986. The Science of allelopathy. *Wiley Interscience*. USA. 317 p.
- RICE E.L., 1984. Allelopathy. Physiological ecology. *Academic Press Inc*. 413 p.
- RIZVI S.J.H. & RIZVI V., 1991. Allelopathy : basic and applied aspects. *Chapman and Hall*, New-York. 480 p.
- THOMSON A.C., 1985. The chemistry of allelopathy : biochemical interactions among plants. American Chemical Society Symposium series 268. 470 p.
- LANCE C., REBOUL V., DE RAÏSSAC M., MARNOTTE P., 1996. Mise en évidence d'effets allélopathiques de *Calopogonium mucunoides* Desv. 10^e Coll. Int. sur la biologie des mauvaises herbes. Dijon (France). 11-13 sept. 1996. 83-89.