

Des alternatives mécaniques pour le désherbage du maïs

O. Manceau¹, R. Blondel²

La mise au point de techniques de lutte contre les mauvaises herbes permettant de limiter les impacts indésirables sur l'environnement par ruissellement est un objectif particulièrement important pour le maïs en Bretagne. En effet, les épisodes pluvieux fréquents au printemps rendent son désherbage d'autant plus sensible que la couverture du sol est faible.

RESUME

Différentes techniques de désherbage du maïs, qui permettent de limiter les risques de pollution des eaux de surface par ruissellement, ont été expérimentées : le désherbage exclusivement mécanique par plusieurs hersages successifs suivis éventuellement de binages de l'inter-rang ; les combinaisons de désherbage mécanique et chimique : les deux opérations peuvent être successives (dans un ordre ou dans l'autre) ou simultanées grâce à un appareil spécialisé qui permet de ne traiter chimiquement qu'un tiers de la surface (et de semer éventuellement une culture en inter-rang). L'efficacité de ces techniques est satisfaisante mais demande surtout un excellent savoir-faire. Le désherbage combiné a un coût (intrants + travail) intermédiaire entre désherbage chimique et désherbage mécanique.

MOTS CLES

Désherbage, environnement, étude économique, fourrage, lutte raisonnée, maïs, technique culturale.

KEY-WORDS

Cultivation techniques, economical study, environment, forage, forage maize, integrated weed control, weeding.

AUTEURS

1 : Chambre d'Agriculture des Côtes-d'Armor, BP 540, F-22195 Plérin ; e-mail : MANCEAU@cotes-d-armor.chambagri.fr

2 : Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, 111 bd Maréchal de Lattre de Tassigny, CS 74223, F-35042 Rennes cedex ; e-mail : r.blondel@bretagne.chambagri.fr

En Bretagne, l'eau destinée à l'approvisionnement des réseaux de distribution est très majoritairement une eau de surface. Le risque de pollution des eaux par des produits phytosanitaires provient en grande partie du ruissellement de surface.

La mise au point de techniques de lutte contre les mauvaises herbes permettant de limiter les impacts indésirables sur l'environnement est un objectif commun à toutes les cultures. Pour le maïs, la concomitance possible entre les interventions de lutte contre les adventices et les épisodes pluvieux importants est d'autant plus à craindre que le sol reste longtemps avec une faible couverture végétale.

Pour limiter ce risque de ruissellement, il est possible d'aménager le paysage par l'implantation de bandes enherbées, de talus ou de haies. On peut aussi adapter l'assolement pour prendre en compte l'existence de parcelles à risques forts de ruissellement. D'autres techniques s'appuient sur des stratégies de désherbage intégrant des matières actives efficaces à faible quantité par hectare, à faible rémanence et présentant peu de risque d'entraînement par les eaux de ruissellement. Enfin, les solutions qui font l'objet de cet article s'appuient sur des interventions mécaniques, combinées ou non avec un traitement chimique.

1. Des techniques et du vocabulaire

Deux techniques mécaniques sont utilisées :

- le hersage, qui consiste en un ou plusieurs passages d'une herse spécialisée (herse étrille) sur la totalité de la surface cultivée ;
- le binage, qui consiste en un travail superficiel de l'inter-rang de maïs avec une bineuse munie généralement de socs à patte d'oie.

Ces deux techniques mécaniques peuvent être utilisées sans appui de techniques chimiques : pour un désherbage totalement mécanique, on aura une succession de hersage(s) puis binage(s).

Les techniques mécaniques peuvent aussi être combinées avec du désherbage chimique :

- en utilisant un matériel de pulvérisation polyvalent, on peut mettre en œuvre soit un désherbage chimique suivi de désherbage mécanique (par hersage ou binage), soit un désherbage mécanique suivi de désherbage chimique.

- un cas particulier est celui du désherbage mixte utilisant un matériel spécialisé qui combine bineuse et pulvérisateur avec traitement chimique uniquement sur le rang de maïs. Cette technique permet de ne traiter chimiquement qu'un tiers de la surface cultivée. Elle offre aussi la possibilité d'un semis de culture intermédiaire (CIPAN) sous couvert du maïs, avec une option d'équipement supplémentaire. Différents matériels sont présents sur le marché.

2. L'efficacité des techniques

Elle est plus ou moins " garantie " selon l'avancement des expérimentations, leurs variétés de situations et de conditions climatiques, et la maîtrise de la technique en conditions réelles de culture (application à des grandes parcelles, test et validation par un nombre élevé d'agriculteurs).

* Le désherbage mixte

Son principe permet un contrôle des mauvaises herbes en deux étapes :

- dès leur levée, et avant que leur concurrence ne s'exerce sur le maïs (c'est-à-dire au stade 4 à 5 feuilles de la culture), le premier passage permet de biner l'inter-rang et de pulvériser un herbicide sur le rang (soit environ 1/3 de la surface totale) ;

- le plus tard possible, mais suffisamment tôt pour éliminer les levées tardives dans l'inter-rang (stade 8-10 feuilles du maïs), un 2^e passage de bineuse permet un contrôle mécanique. Le traitement chimique sur le rang n'est normalement pas utile, car le maïs dépasse alors le stade critique de la sensibilité à la concurrence des adventices. C'est lors de cette deuxième intervention que peut avoir lieu le semis d'une interculture pour couvert hivernal (ray-grass d'Italie), voire d'une prairie destinée à succéder au maïs (ray-grass anglais). La croissance de cette interculture (ou culture intermédiaire "piège à nitrate" pour reprendre le vocabulaire agronomique retenu) est très faible pendant la période de présence du maïs, mais se manifeste dès la récolte de celui-ci.

Le tableau 1 reprend les exemples connus de comparaisons pour l'efficacité sur le rendement du maïs ensilage entre cette technique et le désherbage chimique classique considéré comme témoin (Le Gall et Thierry, 1999). Son incidence est rarement négative, elle est souvent positive par suite d'un effet du binage sur le réchauffement du sol.

Tableau 1 : Effet du désherbage mixte sur la production de maïs ensilage par rapport à un désherbage chimique (liste non exhaustive établie par Le Gall et Thierry, 1999).

Table 1 : Effects of combined weeding on the production of silage maize, as compared to that of chemical weeding (non-exhaustive list set up by Le Gall and Thierry, 1999).

| Lieu | Auteur | Organismes (C.A. : Chambre d'Agriculture) | Année | Conditions | Rendement maïs (t MS/ha) | |
|-----------------------------------|----------------------------|--|-------|------------------------|--|------------------|
| | | | | | Témoin | Désherbage mixte |
| Pays Bas | VAN DIJK | PAGV Lelystad | 1995 | binage | 12,0 | 11,5 |
| Suisse | IRLA | Station Fédérale d'Eco- nomie et de Génie rural | 1988 | binage | 13,2 | 14,4 |
| | | | 1988 | binage | 20,8 | 21,6 |
| Plurien (22) | M.M. CABARET | C.A. Côtes d'Armor | 1992 | binage + semis d'herbe | 21,2 | 20,1 |
| Crécom (22) | M.M. CABARET | C.A. Côtes d'Armor | 1993 | binage + semis d'herbe | 14,7 | 15,1 |
| | | | 1995 | binage + semis d'herbe | 15,6 | 15,6 |
| Querrien (29) | R. DIVERRES | C.A. du Finistère | 1993 | binage | 10,1 | 9,9 |
| St Loup du Gast (53) | J.C. LEBRETON, E. CONGY | C.A. de Mayenne | 1996 | binage sans atrazine | 15,2 | 15,3 |
| | | | 1997 | binage avec atrazine | 15,2 | 15,4 |
| | | | | binage sans atrazine | 20,1 | 19,6 |
| | | | | binage avec atrazine | 20,1 | 19,1 |
| | | | 1998 | binage sans atrazine | 14,8 | 13,0 |
| binage avec atrazine | 14,8 | 13,9 | | | | |
| Le Rheu (35) | D. HEDDAJ M. MAQUERE | ENSAR INRA | 1996 | binage | 12,0 | 13,0 |
| | | | 1996 | binage + semis d'herbe | 13,8 | 14,7 |
| | | | 1997 | binage | G. ANGOUJARD et coll. AGPM, INRA, SRPV | 18,6 |
| F. BOUCHER C.A. du Morbihan | 1997 | binage + semis d'herbe | | | 16,9 | 17,5 |
| La Blanche Maison (50) | M. BOUTRUCHE | C.A. de la Manche | 1997 | binage + semis d'herbe | 18,1 | 18,2 |
| | | | 1998 | binage + semis d'herbe | 15,7 | 15,6 |
| Le Luot (50) | M. BOUTRUCHE | C.A. de la Manche | 1998 | binage + semis d'herbe | 20,7 | 20,2 |
| Calvados (14) | M. VEDIE | C.A. du Calvados | 1998 | binage + semis d'herbe | 15,1 | 14,4 |
| Moyenne | | | | | 16,2 | 16,0 |

* Le hersage

La herse étrille est d'autant plus efficace qu'elle travaille sur des adventices très jeunes, sans pivot, sur un sol plat, avec un réglage d'agressivité (profondeur de travail et inclinaison des dents) adapté aux conditions de sol et au stade du maïs. On distingue donc deux types d'interventions :

– Le hersage très précoce : avant le stade "cigare" du maïs. Outre un nivellement du terrain, il permet un décalage de 10 jours des levées de mauvaises herbes. Dans nos essais, il n'a pas entraîné de baisse globale de la population d'adventices. Des pertes dans le peuplement du maïs peuvent être observées. Elles sont faibles (inférieures à 10%), et les conditions de pertes les plus fortes ont été identifiées : passage à un stade trop avancé du maïs, sol motteux, herse mal réglée.

– Les hersages après le stade trois feuilles du maïs. L'efficacité dans la lutte contre les adventices est variable ; elle est mauvaise sur les vivaces, les repousses de ray-grass, les dicotylédones à racines pivotantes, les dicotylédones précoces et/ou à développement rapide (stellaire, renouée des oiseaux...).

Les pertes de peuplement liées au hersage sont irrégulières et se produisent par plaques (quelques rangs arrachés sur quelques mètres). Pour cette raison, l'augmentation des densités de semis ne peut pas être une solution.

Si la conduite en binage exclusif a entraîné, dans nos essais, une baisse de rendement de 17% par rapport au témoin " désherbage chimique ", c'est par cumul de l'effet " pertes de pieds " et de l'effet " mauvaise maîtrise des adventices ". Ce n'est pas pour autant que la technique soit à rejeter, car nous verrons ci-dessous qu'elle n'avait pas été utilisée dans les meilleures conditions.

3. Deux voies d'optimisation : le savoir-faire et la combinaison mécanique + chimique

*** Le savoir-faire**

La différence d'efficacité entre les deux techniques présentées ci-dessus tient sans doute pour partie à des modes d'action différents sur l'ensemble sol - culture - adventices ; elle tient aussi pour beaucoup à la maîtrise que nous en avons.

La Chambre d'Agriculture des Côtes-d'Armor et sa Ferme Expérimentale de Crecom ont particulièrement travaillé sur le désherbage mixte depuis 1992, et l'ont appliqué en situation réelle (plusieurs parcelles agricoles) depuis 1995. La réussite dépend :

- de la date d'intervention, notamment pour le premier passage qui doit être précoce,
- du réglage des outils, et principalement des jets de pulvérisation. Ces points ont beaucoup progressé,
- de la conduite du matériel : apprendre à aller vite (8 km/h au 1^{er} passage, 12 km/h au 2^e passage) en faisant confiance à l'outil pour suivre le tracteur. Dans ces conditions, des pentes modérées et/ou des lignes de semis courbes ne posent pas de problème.

Sur les cinq dernières années, le désherbage mixte a été utilisé dans des conditions climatiques très différentes mais qui sont représentatives de celles que l'on peut rencontrer dans le centre et le nord de la Bretagne, en divers sites et conditions de sol. Nous estimons, en tant qu'expérimentateurs et que praticiens à l'échelle d'une exploitation, que cet aspect " maîtrise de la technique " est beaucoup plus important que les éventuelles difficultés dues à des situations pluvieuses.

Nous maîtrisons moins le hersage, que nous avons appris des agriculteurs biologiques, mais pour lequel nous ne respectons pas encore les modes d'emploi adéquats. Deux exemples peuvent le montrer :

- Dans nos essais, le désherbage intervient en lieu et place d'un désherbage chimique. Cette façon d'aborder le problème ne donne pas toutes ses chances à la technique du hersage : il faudrait notamment envisager de pratiquer un faux semis pour détruire les premières levées avant le semis du maïs, retarder la date de semis...
- Il est illogique de parler de technique de désherbage sans faire appel à la solution qui se place en amont : la rotation. Ainsi, les désherbages par hersage induisent 15% de perte par rapport au témoin " chimique " en cas de précédent maïs, et seulement 7% en cas de précédent prairie.

*** La combinaison mécanique + chimique**

Un exemple d'efficacité de cette combinaison est encore le désherbage mixte, qui par nature associe le binage et la pulvérisation d'herbicide. La combinaison des deux modes d'intervention permet d'assurer aussi bien la protection de la culture contre les adventices que la qualité des ressources en eau.

D'autres exemples ont été obtenus avec hersage et pulvérisation. Soit le hersage est positionné comme première intervention ; il est alors efficace contre les plantules d'adventices encore jeunes et il permet, par un élargissement de la fenêtre d'application du traitement chimique, de le positionner au meilleur moment et avec la plus faible dose (cf. le protocole d'essai " désherbage alternatif " présenté au tableau 2). Soit le traitement chimique en plein est positionné comme première intervention. Le ou les hersages ou binages auront lieu à des stades du maïs qui lui permettent de les supporter avec moins de pertes de pieds, et peuvent éviter d'autres interventions chimiques.

4. Quelques résultats sur les coûts des techniques

Le réseau d'essai 1999 en Bretagne permet un premier éclairage sur les coûts d'intrants, et le travail en temps et en coûts (tableau 2). Le coût de matériel est un élément difficile à chiffrer car il dépend de la polyvalence de l'outil (hersage des prairies ou des céréales) et des surfaces concernées.

Tableau 2 : Résultats obtenus sur le réseau d'essais de désherbage alternatif du maïs en Bretagne (1999).*Table 2 : Results obtained in the network of new maize weeding trials in Brittany (1999).*

| Essais | Modalités | Coûts moyens / ha : | | Temps de travail (h/ha) |
|---|--|---------------------|----------------|-------------------------|
| | | Intrants (F/ha) | Travail (F/ha) | |
| Désherbage chimique : | | | | |
| - 2 essais | Mikado (0,5 l/ha) + Milagro (0,5 l/ha) en 2 passages | | | |
| - 1 essai | Mikado (0,5 l/ha) + Milagro (0,5 l/ha) en 1 passage | | | |
| - 1 essai | Diplôme (1 kg/ha) puis Saxo (1,5 kg/ha) | | | |
| Moyenne (4 essais) | | 445 | 30 | 0 h 25 |
| Désherbage mixte : | | | | |
| 2 essais | 1 ^{er} passage (Mikado 0,75 + Milagro 0,75) | | | |
| Moyenne (2 essais) | | 130 | 80 | 1 h 10 |
| Désherbage exclusivement mécanique : | | | | |
| - 1 essai | 4 passages (2 hersages + 2 binages) | | | |
| - 1 essai | 3 passages (3 hersages) | | | |
| - 1 essai | 2 passages (2 hersages) | | | |
| Moyenne (3 essais) | | 0 | 70 | 1 h 00 |
| Désherbage chimique + désherbage mécanique : | | | | |
| - 1 essai | Diplôme (0,75 kg/ha) puis hersage | | | |
| - 2 essais | Diplôme (0,75 kg/ha) puis binage | | | |
| Moyenne (3 essais) | | 260 | 45 | 0 h 40 |
| Désherbage mécanique + désherbage chimique : | | | | |
| - 1 essai | Hersage puis Mikado (0,5 l/ha) + Milagro (0,5 l/ha) | | | |
| - 1 essai | Hersage puis Mikado (1 l/ha) | | | |
| - 1 essai | 2 hersages puis Saxo (1,5 kg/ha) | | | |
| Moyenne (3 essais) | | 240 | 40 | 0 h 35 |

5. Positionnement de différents choix selon différents critères

L'efficacité du désherbage est en soi un objectif tant pour le rendement que pour l'entretien des terres. L'impact possible sur les eaux de surface peut conduire à mettre en place des solutions liées à l'aménagement local : bandes enherbées, organisation des fossés et talus de protection, choix d'assolement. En dehors de ces solutions d'aménagement, le choix des stratégies par l'agriculteur se fera par un compromis entre le coût des produits, le temps de travail, le niveau de risque par rapport à l'environnement. Le tableau 3 propose une vision d'ensemble de ces critères par rapport aux grandes familles de solutions techniques pour le désherbage de maïs.

Tableau 3 : Clés de choix de techniques pour le désherbage du maïs.*Table 3 : Keys for the choice of a maize weeding technique.*

| Type de désherbage* | 100% chimique | Mixte | Chimique + Mécanique | Mécanique + Chimique | 100% mécanique |
|-----------------------------------|---|--|----------------------|----------------------|----------------|
| Efficacité du désherbage | + | + | + | +/- | ? |
| Propreté des sols | | | | | |
| Coût des intrants | - | + | +/- | + | + |
| Temps de travail | + | - | +/- | +/- | - |
| Coût du matériel | | | | | |
| Technicité requise | + | - | ++/- | - | - |
| Impact sur l'environnement | Limité à l'optimisation des produits et doses | +/-, selon diminution des quantités d'herbicides + diminution du ruissellement | | | ++ |

* : + : facilités ou avantages, - : contraintes ou inconvénients

6. De nouvelles perspectives pour la culture du maïs

Culture annuelle de printemps, le maïs présente des intérêts agronomiques certains, ainsi que certains risques environnementaux liés notamment à l'utilisation d'herbicides à une époque où les risques d'épisodes pluvieux violents sont importants (pluies d'orage).

Les techniques de désherbage proposées ici sont " nouvelles " car elles n'ont que rarement été appliquées au maïs par les agriculteurs qui le cultivent aujourd'hui et font appel à du matériel et du savoir-faire nouveaux.

Le désherbage mixte permet de diviser par trois les quantités d'herbicides mises en jeu, et de limiter les risques de ruissellement en maintenant une rugosité de surface élevée. Il est aujourd'hui bien maîtrisé par ceux qui l'appliquent sur plusieurs dizaines d'hectare chaque année, ce qui se fait le plus souvent sous la forme de prestations de services (CUMA ou ETA).

Le désherbage totalement mécanique, combinant hersage et éventuellement binage, offre des perspectives intéressantes mais son savoir-faire peut encore être optimisé. D'autres combinaisons " chimique + mécanique " restent ouvertes.

Travail présenté aux Journées d'information de l'A.F.P.F.
"Fourrages annuels et environnement",
les 28 et 29 mars 2000.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Le Gall A., Thierry J. (1999) : "Le désherbage mixte du maïs ", *Résultats désherbage maïs et nouvelles stratégies, résultats 1999*, document AGPM.

SUMMARY

Alternative devices, by mechanical means, for the weeding of maize

In maize cultivation, it is particularly important to perfect weeding techniques that limit undesirable side-effects on the environment. Chemical weeding of maize, when carried out under rainy conditions, is all the more critical as the soil cover is shallower.

A number of maize weeding techniques have been tested, that limit the risks of pollution by surface running waters : exclusively mechanical weeding, consisting in successive harrowings, possibly followed by hoeing between the rows ; combinations of mechanical and chemical weedings : the two operations may be carried out successively (in either order) or simultaneously, thanks to a special equipment that does the chemical treatment on one third only of the surface (and may also sow a new crop between the rows). These techniques are quite satisfactory but require an excellent know-how. The cost of a combined weeding (inputs + work) is intermediate between that of a chemical and that of a mechanical weeding.