

## Mieux utiliser les herbicides pour concilier désherbage et environnement

**V. Bibard**

**Désherber une parcelle de maïs est une opération culturale qui aujourd'hui doit être envisagée sous un double aspect. Il ne suffit plus de détruire des mauvaises herbes. Les contraintes environnementales et économiques sont telles que l'exploitant doit intégrer de nouveaux paramètres de raisonnement.**

### *RESUME*

Il convient d'abord d'identifier les adventices présentes sur la parcelle et d'en évaluer la nuisibilité sachant que le maïs est sensible à la concurrence, surtout entre 4 et 12 feuilles. Ensuite, l'agriculteur devra avec son technicien caractériser chaque parcelle selon le risque de transfert des produits phytosanitaires vers l'environnement à l'aide du diagnostic parcellaire établi par le CORPEN. Intégrant le comportement des matières actives dans le sol, cette méthode tient compte du type de sol, de la place de la parcelle dans l'environnement et des techniques culturales. Elle propose ensuite des solutions adaptées au contexte (choix des cultures, façons culturales, aménagement des parcelles et choix des herbicides). Ainsi, le producteur pourra choisir la stratégie de désherbage qui sera la plus judicieuse et mettre en œuvre les produits les mieux appropriés au contexte environnemental et technique de la parcelle.

### *MOTS CLES*

Désherbage, eau du sol, fourrage, lutte raisonnée, maïs, mauvaise herbe.

### *KEY-WORDS*

Forage maize, integrated weed control, soil water, weed, weed control.

### *AUTEUR*

A.G.P.M., 21, chemin de Pau, F-64121 Montardon ; valerie.bibard@agpm.com

Le désherbage du maïs a pour objectif principal de permettre à la culture d'extérioriser au mieux son potentiel de production en limitant à un niveau acceptable la concurrence des mauvaises herbes. A cet effet, il doit être raisonné et géré au niveau de l'exploitation en tenant compte du matériel de l'exploitation et du temps de travail disponible. En revanche, il est nécessaire d'affiner le raisonnement du désherbage à la parcelle, en particulier selon le type de sol et la flore adventice présente. Enfin, les conditions climatiques généralement rencontrées doivent être prises en compte dans le choix des stratégies et des produits à mettre en œuvre.

Compte tenu de ces différents paramètres, on peut d'ores et déjà identifier trois grands types de stratégies de désherbage d'une culture de maïs : en " pré-levée ", en " post-levée " précoce ; tout en " post-levée " (ou " tir à vue ").

## 1. Les adventices du maïs : la flore et son évolution

Les principales adventices rencontrées dans les parcelles de maïs (tableau 1) sont des graminées estivales (panics, sétaires, digitaires) et des dicotylédones résistantes aux triazines (chénopodes, morelles, amarantes et renouées essentiellement persicaires).

On observe cependant une évolution de cette flore due notamment aux réductions des doses d'atrazine utilisées (en moyenne 725 g d'atrazine par hectare en 1999). C'est ainsi qu'on voit apparaître des mercuriales, renouées des oiseaux, arroches... Concernant les adventices vivaces, le liseron des haies reste la bête noire des maïsiculteurs, surtout en monoculture.

**Tableau 1 : Les principales adventices du maïs (source : AGPM).**

**Table 1 : Main weeds of maize (source : AGPM).**

<b>Graminées</b>	<b>Fréquence d'apparition (% zone cultivée)</b>	<b>Dicotylédones</b>	<b>Fréquence d'apparition (% zone cultivée)</b>
Digitaire	34	Chénopode	63
Sétaire	34	Morelle Noire	47
Panic pied de coq	33	Amarante	41
Vulpin des champs	20	Liseron des champs	30
Panic faux millet	20	Chardon	24
Folle avoine	17	Liseron des haies	23
Chiendent pied de poule	13	Renouée persicaire	22
		Renouée liseron	15
		Mercuriale annuelle	12

## 2. La nuisibilité des adventices

Le raisonnement d'une stratégie de désherbage quelle qu'elle soit peut se résumer par "appliquer le bon produit au bon moment, à la bonne dose et dans le respect des bonnes pratiques". Aussi, cette réflexion implique d'identifier les adventices attendues sur la parcelle et leur nuisibilité en caractérisant notamment un seuil au dessous duquel le manque à gagner en terme de production, causé par la concurrence des adventices, est inférieur au coût du désherbage. Elle se doit également de tenir compte du niveau d'infestation en adventices non seulement en regard de la production de la culture en cours mais aussi en terme de potentiel grainier pour les années suivantes. C'est surtout à ce niveau qu'intervient le stade de développement des adventices dans l'évaluation de leur nuisibilité. Celle-ci diffère d'une adventice à l'autre et, pour une même adventice, elle varie selon le stade du maïs, ainsi qu'avec le nombre et le stade de développement des mauvaises herbes.

Des études menées depuis 1996 au sein des essais désherbage du réseau Centre-Ouest (Chambres d'agriculture et AGPM) nous permettent d'acquérir quelques éléments d'information au sujet de la nuisibilité des adventices dans le maïs. Les comparaisons portent sur le rendement grain et se font chaque année par rapport à une parcelle témoin "bien désherbée" sur laquelle la nuisibilité des adventices ne s'exerce pas. Les principaux résultats obtenus conduisent à identifier pour le maïs une période critique de sensibilité à la

concurrence des adventices entre 4-5 feuilles et 12-13 feuilles du maïs. Durant cette période, on notera que :

- certaines adventices sont plus nuisibles que d'autres. Dans le réseau Centre-Ouest, on constate qu'à densité égale, le chénopode semble plus préjudiciable que la sétaire. En effet, dans des essais menés par les Chambres d'Agriculture de Charente et Charente-Maritime avec l'AGPM, on a pu constater que 90 sétaires par m<sup>2</sup> peuvent conduire à une perte de rendement de 20% environ quand 80 chénopodes par m<sup>2</sup> provoquent une perte de plus de 30% ;

- plus la densité des adventices est importante et plus le préjudice est fort : ainsi, dans un essai conduit en Bretagne avec les Lycées Agricoles et l'AGPM en 1999, on a pu noter qu'avec moins de 200 arroches au m<sup>2</sup> on pouvait déjà perdre 25% du rendement en matière sèche et qu'au delà de 200 arroches par m<sup>2</sup> cette perte allait jusqu'à 80% ;

- plus on tarde à intervenir et plus les dégâts sont importants : dans les essais menés par les Chambres d'Agriculture de Charente et Charente-Maritime et par l'AGPM, on constate qu'un traitement vers 5 feuilles du maïs conduit à une légère perte de rendement (-4%). En revanche, si le traitement intervient vers 8 feuilles du maïs, la perte avoisine 15% et peut atteindre plus de 55% si rien n'est fait avant 12 feuilles.

Au regard de ces éléments, il convient de veiller au désherbage des parcelles de façon à contrôler la concurrence des adventices entre 4 et 12 feuilles du maïs. Pour cela une panoplie de stratégies possibles est à la disposition des maïsiculteurs.

### 3. Le risque environnemental

Depuis quelques années, des travaux sont menés pour d'une part tenter de quantifier les impacts des activités agricoles sur l'environnement et en particulier sur la qualité de l'eau, et d'autre part pour étudier l'effet des pratiques culturales ou des aménagements parcellaires sur la limitation des transferts de molécules phytosanitaires vers le milieu.

#### \* Pollution ponctuelle

La contamination des eaux par les produits phytosanitaires n'est pas seulement d'origine spécifiquement agricole. En effet, les traitements des abords de routes, de voies ferrées ainsi que l'utilisation de produits phytosanitaires pour les jardins amateurs sont également source de contamination potentielle du milieu. Dans ces situations, ce sont surtout des pollutions accidentelles ou pollutions ponctuelles qui sont les principales responsables de la contamination des eaux par les phytosanitaires.

D'après une étude réalisée par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, 75% des incidents recensés en contamination des eaux résultent de pollutions accidentelles liées soit à une mauvaise utilisation du matériel, soit à des problèmes de gestion et d'élimination des emballages. Une étude similaire en Allemagne signale également que 70% des contaminations sont d'origine accidentelle.

Les leviers d'amélioration sont alors relativement simples à mettre en œuvre et les marges de progrès importantes. On peut distinguer trois grands types d'actions dont les effets sont rapidement visibles :

- plus de précaution dans la phase de remplissage du pulvérisateur (éviter par exemple les débordements de cuve...);
- le nettoyage et l'élimination des emballages (vider totalement et rincer les bidons 3 fois en épandant l'eau de rinçage...);
- nettoyer le pulvérisateur après utilisation et épandre sur la parcelle le fond de cuve dilué...

#### \* Pollution diffuse

Les pollutions d'origine diffuse, moins spectaculaires, sont liées à l'entraînement des produits appliqués sur la parcelle vers les eaux superficielles d'abord puis les eaux souterraines ensuite. Des études montrent que moins de 1% de la quantité d'herbicide appliquée sur une parcelle est susceptible de se retrouver dans les eaux. Il n'en demeure pas moins vrai que ce 1% peut suffire à poser des problèmes de qualité de l'eau. Pour limiter ce risque, plutôt que diminuer la quantité de matière active appliquée, il convient d'envisager la mise en œuvre de techniques qui limitent le transfert d'eau de la parcelle vers les eaux du milieu. Pour cela, on tentera

de maintenir une certaine rugosité de surface et on pourra procéder à l'aménagement des parcelles par des dispositifs limitant le ruissellement. Des études montrent en effet qu'une bande enherbée de 6 à 18 m de large en aval d'une parcelle limite l'entraînement des matières actives de 80 à 100% (selon la largeur de la bande et la nature de la matière active) en freinant le ruissellement de l'eau sur cette parcelle.

#### 4. Comportement d'une matière active dans le sol

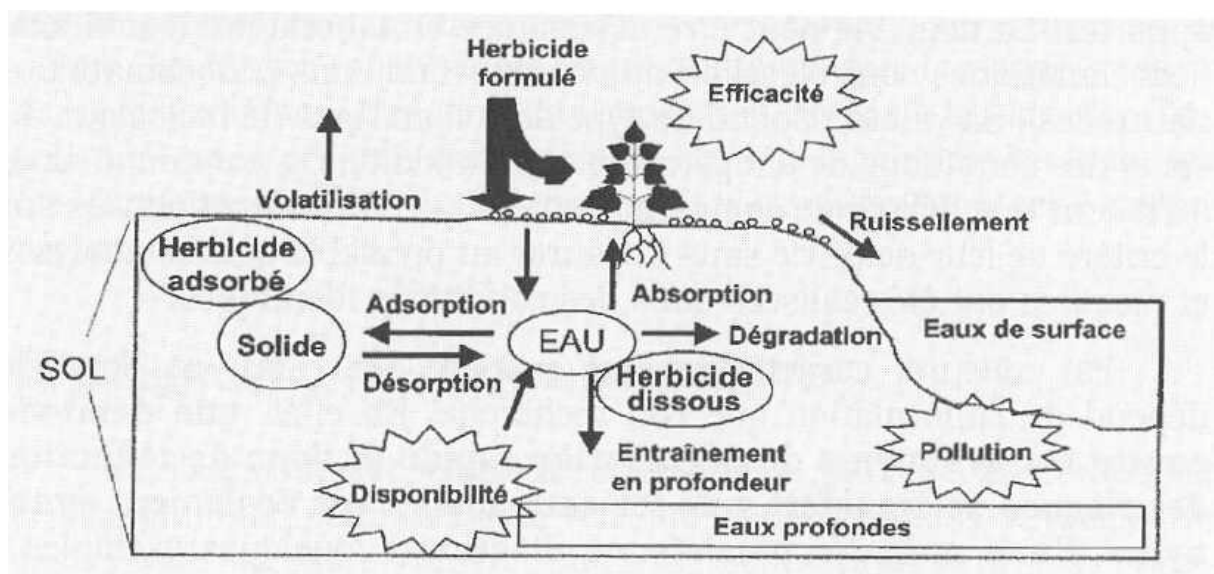
Le sol est quelque chose de vivant ; il est de ce fait important de comprendre comment une matière active s'y comporte (figure 1) afin de connaître les différentes formes de l'herbicide dans le sol.

Seule la fraction d'herbicide dissoute dans la solution du sol est efficace (figure 2). Par ailleurs, la dégradation par la microflore du sol ne se fait également que sur cette fraction. On peut donc rencontrer des situations de " re-largage " de matière active adsorbée ou bloquée dans les agrégats du sol (suite à un travail du sol par exemple), re-largage suivi de dissolution et de dégradation par la microflore du sol.

Les principaux outils utilisés pour caractériser le comportement d'une matière active dans le sol sont sa demi-vie (DT50) et son affinité pour le sol (Koc). Pris de façon indépendante, ces critères sont insuffisants à refléter la réalité. Par ailleurs, ce sont des paramètres à double tranchant dans leur interprétation.

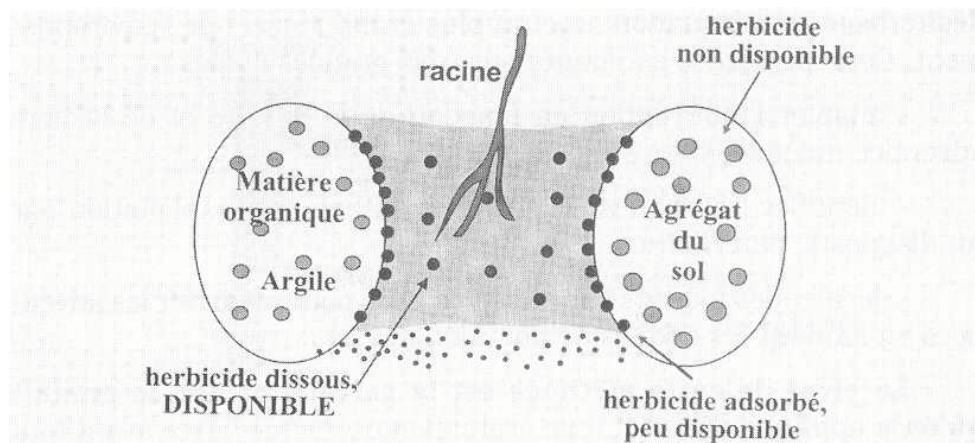
**Figure 1 : Devenir d'un herbicide dans le sol (source : Barriuso et al., 1996, INRA).**

**Figure 1 : Fate of a herbicide in the soil (source : Barriuso et al., 1996, INRA).**



**Figure 2 : Les différents états d'un herbicide dans le sol (source : INRA).**

**Figure 2 : The various states of a herbicide in the soil (source : INRA).**



### \* **Persistance de la matière active**

Cette notion est liée à la demi-vie, c'est-à-dire au nombre de jours nécessaires pour que la microflore du sol dégrade 50% de la quantité apportée. La demi-vie peut être déterminée en laboratoire (conditions pédoclimatiques contrôlées) ou au champ (conditions pédoclimatiques naturelles). Sa valeur dépend du type de sol, de l'activité biologique du sol et des conditions de température et d'humidité. On comprend alors qu'il sera très délicat de comparer entre elles des matières actives sur le critère de leur demi-vie sans s'assurer au préalable que les analyses et mesures ont été réalisées dans des conditions identiques.

Par ailleurs, caractériser une matière active sur sa demi-vie dépend de l'information que l'on recherche. En effet, une demi-vie courte est synonyme de dégradation rapide et donc de réduction des risques de transfert vers les eaux mais c'est également synonyme d'une moindre persistance d'action ! (quelques exemples : métolachlore : 90 jours ; glyphosate : 47 jours ; diméthénamid : 14 jours).

### \* **Affinité avec le sol**

Le Koc est un coefficient qui permet de caractériser la mobilité des matières actives c'est-à-dire leur aptitude à se fixer et à former des complexes avec les particules du sol. Il détermine la proportion de substance active qui sera bloquée ou adsorbée par le sol. Ce critère dépend donc du type de sol (teneur en argile) et de la teneur en matière organique.

Là encore, l'interprétation de ce paramètre varie selon l'angle sous lequel on se place. Plus le Koc est élevé et moins la matière active est mobile dans le sol. Ainsi, on réduira les risques de transfert vers les eaux, mais également la proportion de substance active efficace (quelques exemples : glyphosate : 750 cm<sup>3</sup>/g ; diméthénamid : 253 cm<sup>3</sup>/g ; métolachlore : 108 cm<sup>3</sup>/g). En revanche, le risque d'accumulation de la substance dans le sol sera supérieur et la dégradation par la microflore du sol ralentie.

## **5. Concilier désherbage et environnement**

Le CORPEN (Comité d'Orientation pour la Réduction de la Pollution des Eaux par les Nitrates, les phosphates et les produits phytosanitaires provenant de l'activité agricole) a élaboré une méthode permettant de mettre en place une démarche de raisonnement du désherbage en adéquation avec un plus grand respect de l'environnement. Cette démarche est fondée sur trois grandes étapes :

- adapter l'intervention en fonction de la culture et de la flore adventice nuisible,
- identifier les risques de pollution diffuse sur l'exploitation par un diagnostic parcellaire,
- décider des moyens à mettre en œuvre pour maîtriser les adventices en limitant les risques de pollution des eaux.

Le pivot de cette méthode est la parcelle et non le produit qu'on y applique. En effet, une évaluation du risque basée avant tout sur le produit reviendrait à confondre les notions de danger et de risque. Le danger est inhérent au produit alors que le risque provient d'une exposition au danger. Cette exposition est liée à la parcelle. C'est pourquoi on se propose d'abord de déceler sur la parcelle les éventuels dysfonctionnements et autres causes pouvant augmenter cette exposition au danger.

### \* **Diagnostic du risque parcellaire**

Le diagnostic est réalisé à l'échelle de la parcelle, en compagnie de l'agriculteur, pour inciter à réfléchir à de nouvelles stratégies de désherbage mettant en œuvre toutes les techniques culturales et aménagements parcellaires existant.

Le diagnostic parcellaire se décompose en deux étapes, à savoir l'identification des parcelles les plus vulnérables (" parcelles à risque ") et l'inventaire des actions possibles d'amélioration.

L'identification des parcelles à risque consiste à caractériser les voies de circulation de l'eau dans chaque parcelle et à évaluer le devenir de l'eau issue de chaque parcelle. Les critères utilisés sont simples et facilement observables au champ. La démarche nécessite la prise en compte de la culture, du travail du sol et de la succession des cultures sur la parcelle.

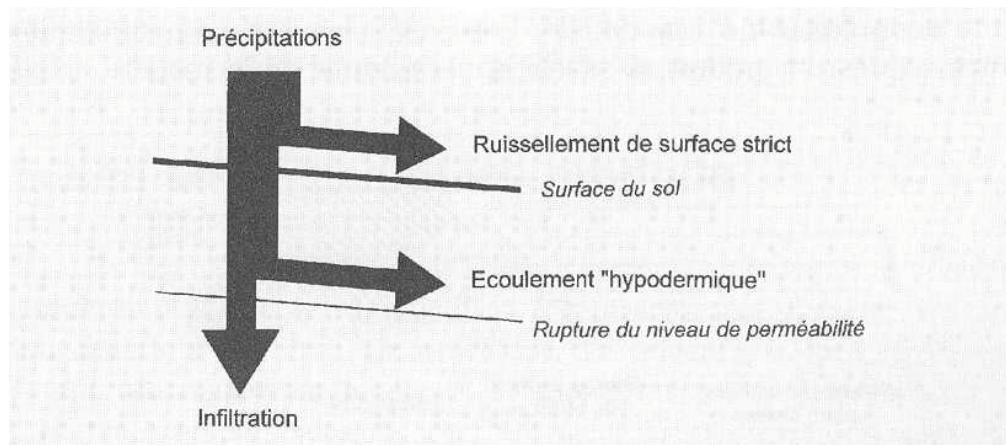
Dans un premier temps, on s'assure de l'adéquation des interventions à la flore adventice à détruire. Ensuite, on évalue les possibilités de transfert des produits phytosanitaires. Pour cela, il s'agit de comprendre les écoulements de l'eau à la parcelle et de resituer la parcelle dans le paysage afin de définir la destination des ces écoulements.

L'une des principales causes de transfert des produits est la circulation de l'eau excédentaire hors de la parcelle. Ce sont surtout les circulations rapides d'eau qui sont susceptibles d'entraîner des résidus phytosanitaires. De façon schématique, on distingue trois types de circulation d'eau auxquels s'ajoute également le transfert par le réseau de drainage (figure 3).

A l'issue de l'observation de la parcelle, on aboutit à une caractérisation des voies dominantes de circulation de l'eau à deux périodes clefs de l'année : l'hiver et le début du printemps (pluies fréquentes), et la fin du printemps et l'été (pluies orageuses). Une fois ce travail réalisé, on confronte les résultats obtenus avec les pratiques de désherbage de l'agriculteur, parcelle par parcelle, en fonction des différentes cultures qu'elles sont susceptibles de recevoir.

**Figure 3 : Les différents modes de circulation de l'eau dans le sol (source : CORPEN).**

**Figure 3 : The various flows of water in the soil (source : CORPEN).**



### \* Proposer des solutions adaptées

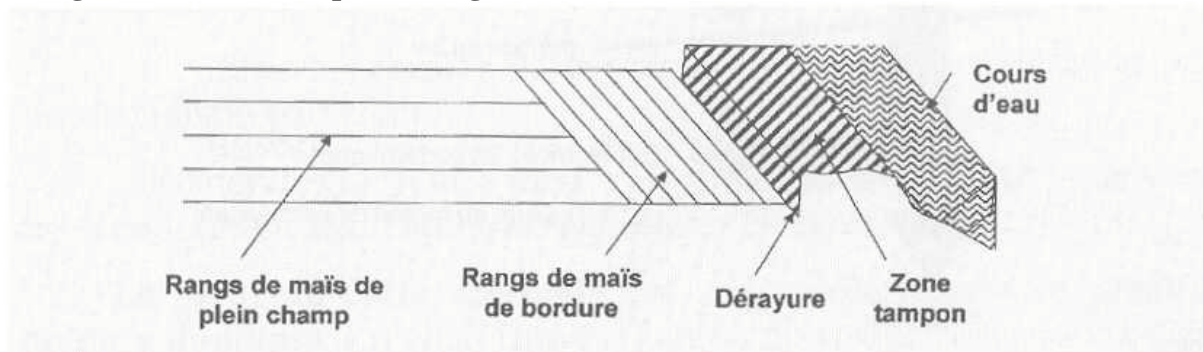
La dernière étape de la démarche consiste à proposer des solutions techniques dans les parcelles où un risque de transfert a pu être identifié. Ces solutions sont de trois niveaux :

– Dans un premier temps, on recherchera avec l'exploitant des pratiques culturales permettant de réduire l'utilisation des herbicides.

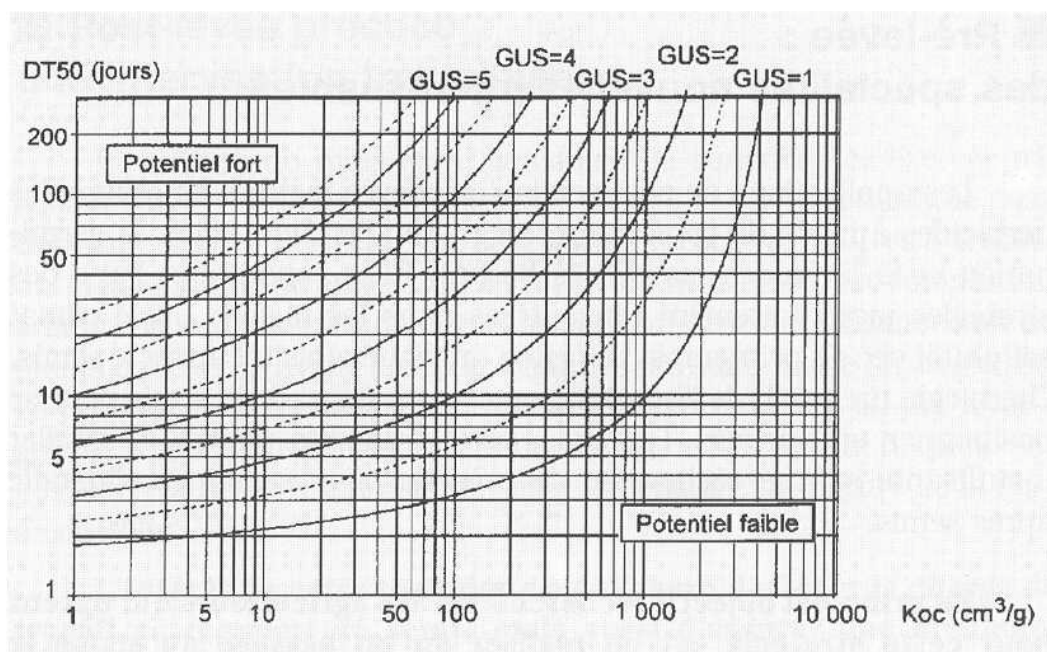
– Ensuite, on étudiera la mise en place de pratiques culturales ou d'aménagements de la parcelle limitant les risques de transfert des produits, en réduisant notamment la circulation de l'eau excédentaire. On peut alors envisager, par exemple, de mettre en place une zone tampon entre parcelle et rivière, dans le cas où la voie dominante de circulation d'eau est le ruissellement de surface (figure 4). Ces zones tampons ont de multiples intérêts : elles permettent effectivement de réduire le risque de pollution des cours d'eau par les différents intrants pouvant être appliqués sur la parcelle, tout d'abord en éloignant de la berge les appareils d'épandage, mais également en constituant un filtre pour les eaux de ruissellement qui se déversent dans le cours d'eau. Ce filtre naturel retient en effet une grande partie des matières en suspension contenues dans les eaux de ruissellement, à savoir des substances chimiques, mais également des particules du sol contribuant ainsi à ralentir très nettement l'érosion des parcelles.

– En dernier recours, si les solutions précédentes ne sont pas satisfaisantes, on pourra envisager la substitution de produits. C'est le cas notamment dans les parcelles drainées ou celles dans lesquelles on a une infiltration rapide : on peut jouer sur les périodes de désherbage pour éviter l'entraînement des produits. Mais cela n'est pas toujours possible. On essaie alors d'orienter le choix de l'agriculteur sur l'utilisation de produits qui répondent à son souci d'efficacité agronomique et qui sont moins sujets aux transferts que ceux qu'il utilise habituellement. Deux critères permettent de guider ce choix : le potentiel de mouvement de la matière active et la dose d'utilisation du produit.



**Figure 4 : Schéma de positionnement d'une zone tampon (source : AGPM).****Figure 4 : Schematic positioning of a buffer zone (source : AGPM).**

Le premier de ces critères est basé sur des caractéristiques intrinsèques du produit, à savoir la persistance de la matière active (appréhendée par la demi-vie, DT50) et sa mobilité dans le sol (Koc, liée à l'affinité de la matière active pour le sol et fortement liée à la nature même du sol, teneur en argile et en matière organique notamment). La démarche consiste à positionner chaque produit sur une courbe d'isopotential de mouvement (courbe de Gustafson, figure 5) dont l'équation tient compte à la fois de la persistance et de la mobilité des produits. L'utilisation de l'indice de mobilité de Gustafson ne permet pas un classement des matières actives mais une appréciation comparative et qualitative de leurs possibilités de transfert. On choisira un produit qui se positionne sur une courbe d'isopotential inférieure à celle du produit habituellement utilisé.

**Figure 5 : Courbes d'isopotential de Gustafson (source : CORPEN).****Figure 5 : Gustafson's isopotential curves (source : CORPEN).**

Le second critère est la dose d'utilisation de l'herbicide. Une diminution de 50% de la quantité de matière active appliquée permet de diminuer significativement le risque de transfert de résidus dans des situations correspondant à une vulnérabilité modérée de la parcelle.

La démarche CORPEN ne propose aucune hiérarchie entre les critères de potentiel de mouvement et de doses d'application. Elle est une approche globale qui permet de raisonner le désherbage et l'utilisation des herbicides en étant attentif à la qualité de l'eau. Elle se base pour cela sur une analyse objective, prenant en

considération le milieu, les cultures et les produits. Elle aboutit à des solutions multiples, adaptées à la situation individuelle de chaque parcelle.

## 6. Les stratégies et les produits

Au regard des différents éléments évoqués, on comprend que raisonner le désherbage du maïs n'est pas un vain mot. En effet, il s'agit tout à la fois de réduire la nuisibilité des adventices, tout en tenant compte du risque parcellaire et en choisissant alors les stratégies et produits les mieux adaptés.

### \* Pre-levée : des spécialités nouvelles intéressantes

Les applications de post-semis / pré-levée mettent en œuvre des herbicides à mode de pénétration racinaire afin d'empêcher la germination et la levée des mauvaises herbes. Elles constituent l'une des stratégies majoritairement rencontrées dans les régions où le climat est plutôt sec au printemps : en effet, appliqué aussitôt après le semis, l'herbicide tire profit de l'humidité relative générée par le semis pour se positionner en surface. Toutefois, cette humidité pourra se révéler insuffisante si une sécheresse de près de deux semaines s'installe après semis.

Le principal objectif recherché par les agriculteurs qui optent pour cette stratégie est de réaliser en un passage au semis le désherbage de leur culture. Cela nécessite une bonne connaissance de la parcelle et de la flore potentielle afin de choisir *a priori* les produits adaptés. Outre la simplicité de positionnement et l'aspect préventif sécurisant de ce type de désherbage, il convient d'ajouter qu'économiquement cette stratégie pourra être d'un coût modéré si effectivement le passage unique suffit. Or, ce n'est pas toujours le cas. En effet, les herbicides racinaires concernés ont besoin d'une humidité suffisante pour déployer toute leur efficacité. De plus, des problèmes de sélectivité peuvent se présenter sur certains types de sol (sols filtrants ou à préparation soufflée essentiellement), incitant alors les utilisateurs à réduire les doses et par conséquent l'efficacité potentielle. Enfin, dans les situations de flore difficile ou de levées échelonnées, un second désherbage " de rattrapage " peut se révéler indispensable, augmentant alors considérablement le coût de la stratégie. Notons également qu'un désherbage spécifique sera nécessaire pour contrôler une éventuelle flore vivace.

Malgré tout, cette stratégie de désherbage de pré-levée représente encore une part non négligeable du marché. Ainsi, la stratégie en un passage unique en pré-levée du maïs se révèle être un objectif de plus en plus réaliste mettant en œuvre des spécialités nouvelles (tableau 2) dont les performances sont intéressantes, à conditions toutefois de les appliquer dans le respect des préconisations et des bonnes pratiques...

**Tableau 2 : Quelques herbicides utilisés en pré-levée du maïs (source : AGPM).**

**Table 2 : A few herbicides used before maize germination (source : AGPM).**

Produits commerciaux	Matières actives	Dose homologuée	Grammage (g/ha)
Diplôme	flufénacet + métosulam	1 kg/ha	625
Duelor S	métolachlore + bénoxacor	3 l/ha	2 883
Frontière	diméthénamide	1,6 l/ha	1 440
Gao	métolachlore + métosulam	4 l/ha	2 025
Lagon / Acajou	isoxaflutol + aclonifen	1 l/ha	575
Lasso MT	alachlore	5 l/ha	2 400
Merlin / Emerode	isoxaflutol	0,133 kg/ha	998
Trophée / Harness MT	acétochlore	5 l/ha	2 000
Wing / Béloga S	pendiméthaline + diméthénamide	4 l/ha	1 000
Arizona, Indiana	pendiméthaline +alachlore	7 l/ha	2 600

### \* Post-levée précoce : une intervention très ciblée

La culture du maïs étant sensible à la concurrence exercée par les mauvaises herbes essentiellement entre 4 et 12-13 feuilles, le positionnement d'un herbicide en post-levée précoce (entre 1 et 3 feuilles du maïs) est une stratégie qui, en terme de nuisibilité, est comparable à la pré-levée. Dans les deux cas, les adventices sont



éliminées ou du moins contrôlées avant le stade 4 feuilles du maïs. Cette stratégie met en pratique des produits à pénétration racinaire utilisés en pré-levée à grande souplesse d'utilisation, renforcés au besoin par un herbicide de post-levée à pénétration foliaire, selon la densité et la nature de la flore à contrôler.

L'intérêt de cette technique est d'abord d'alléger la charge de travail au moment du semis mais aussi d'assurer une meilleure sélectivité des herbicides racinaires. De plus, le coût du désherbage pourra être réduit en visant le passage unique. Cela impose en contrepartie d'intervenir sur des adventices très jeunes (environ 2 feuilles pour les dicotylédones et 1 feuille pour les graminées). Dans le cas contraire, un second passage sera nécessaire, notamment si les dicotylédones et les graminées ne lèvent pas en même temps ! Par ailleurs, cette stratégie exige une certaine humidité dans le sol de façon à permettre la pénétration racinaire des produits.

### \* Tout en post-levée : " tir à vue ", ajusté en fonction de la flore présente

Les stratégies " tout en post-levée " permettent notamment de s'affranchir de l'effet sol et de son humidité ; en revanche, une préparation du sol peu motteuse est un atout majeur dans la réussite de ce type de désherbage. C'est une technique qui, comme la précédente, permet de diminuer la charge de travail au semis. De plus, le " tir à vue " doit cette appellation au fait qu'on choisit les herbicides en fonction de la flore visiblement présente sur la parcelle. Cette stratégie permet notamment de contrôler les adventices vivaces et annuelles les plus difficiles à maîtriser, à condition de pouvoir traiter au moment opportun, ce qui n'est pas toujours possible compte tenu des aléas climatiques notamment. Cependant, si contrairement aux applications de pré-levée, l'efficacité des herbicides utilisés ici est peu sensible aux conditions d'humidité du sol, leur mode de pénétration foliaire implique des conditions de température comprises entre 15 et 25°C autour du traitement et une humidité de l'air suffisante (supérieure à 70%) au moment du traitement. De telles conditions climatiques sont alors le gage d'une efficacité et d'une sélectivité correcte. En effet, des conditions stressantes avant le traitement (fortes amplitudes thermiques, températures très basses ou au contraire très élevées, stress hydrique...) fragilisent la culture du maïs et renforcent la cuticule des feuilles des adventices rendant alors plus difficile la pénétration de la substance active.

En général, le " tir à vue " intègre deux passages relativement rapprochés. Dans ce cas, le coût du désherbage est souvent supérieur mais le risque d'échec s'en trouve fortement réduit. Ainsi, par exemple, en cas de flore mixte on pourra envisager un premier passage combinant un antigaminées et un antidicotylédones, suivi d'un second passage avec un antigaminées ou un antidicotylédones ou les deux en fonction de la flore résiduelle. La notion de nuisibilité de cette flore résiduelle intervient également dans la décision du second passage : est-il vraiment économiquement et techniquement justifié ? En effet, le maïs, rappelons-le, est sensible à la concurrence des adventices entre 4 et 12-13 feuilles environ. Durant cette période critique, plus on tarde à intervenir et plus cette compétition est importante, surtout si la pression en adventices est élevée et si ces adventices sont déjà bien développées. En revanche, les levées tardives, intervenant en fin de période critique sont souvent peu préjudiciables pour le maïs.

Les produits à pénétration foliaire disponibles (tableau 3), dont les sulfonilurées, permettent notamment d'apporter des solutions contre les graminées estivales difficilement contrôlées par les herbicides de pré-levée. Le principal gage de réussite de cette stratégie dite du " tir à vue " réside essentiellement dans le stade des adventices lors du premier traitement : celles-ci doivent être jeunes, c'est-à-dire qu'il convient d'inter-

**Tableau 3 : Quelques herbicides utilisés en post-levée du maïs (source : AGPM).**

**Table 3 : A few herbicides used after maize germination (source : AGPM).**

Produits commerciaux	Matières actives	Dose homologuée	Grammage (g/ha)
Mikado	sulcotrione	1,5 l/ha	450,0
Milagro	nicosulfuron	1,5 l/ha	60,0
Eclat (+ agral)	prosulfuron + bromoxynil	0,5 kg/ha	315,0
Emblem	bromoxynil octanoate	2,25 kg/ha	450,0
Basamaïs	bentazone	2,5 l/ha	1200,0
Lentagran 600	pyridate	1,5 l/ha	900,0
Titus (+ trend)	rimsulfuron	0,05 kg/ha	2,5

venir avant le stade 4 feuilles pour les dicotylédones et avant 1 talle pour les graminées. Le second passage contrôle les levées tardives des mauvaises herbes.

## Conclusion

On retiendra que désherber une parcelle de maïs est une opération dont le raisonnement est souvent complexe. En effet, de nombreux paramètres interviennent. On pourra citer pour mémoire la disponibilité de l'exploitant, la parcelle (type de sol, topographie...), la nature et la densité de la flore, la vulnérabilité du milieu par rapport à la qualité de l'eau... Ces éléments conditionnent les choix stratégiques du producteur. Celui-ci dispose néanmoins d'une palette de produits et de stratégies lui permettant d'adapter au mieux le désherbage de sa parcelle au contexte environnemental et technico-économique de sa situation.

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

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGPM et SPV (1999) : *Protection du maïs : lutte contre les mauvaises herbes*, édition 2000, publication AGPM, décembre 1999.

AGPM (2000) : "La norme eau potable : un pour dix milliards !", *AGPM-Infos Technique*, n°259, éditions AGPM.

AGPM (2000) : "Raisonnement le désherbage à la parcelle selon le type de sol et la flore", *AGPM-Infos Technique*, n°261, éditions AGPM.

Bibard V. (2000) : "Stratégies culturales : raisonner le désherbage du maïs", *Perspectives Agricoles*, n°254, 40-42.

Bibard V., Collin J.M., Vincent J. (2000) : "Nuisibilité des adventices en culture de maïs", *Phytoma La Défense des Végétaux*, n°523, 26-29.

CORPEN, Groupe Techniques d'Application et de Manipulation des produits phytosanitaires utilisés en agriculture (1996) : *Eléments pour prévenir les risques de pollution des eaux*, 83 p.

CORPEN, Groupe Phytopratt, Désherbage (1999) : *Eléments de raisonnement pour une maîtrise des adventices limitant les risques de pollution des eaux par les produits phytosanitaires*, 161 p.

Gauvrit C. (1996) : *Efficacité et sélectivité des herbicides*, INRA éditions, 148 p.

Real B., Fagot M. (1999) : "Pollution diffuse par les produits phytosanitaires. La démarche CORPEN", *Perspectives Agricoles*, n°250, 72-77.

## SUMMARY

### **A better utilization of weed-killers to accommodate weeding practices to the environment**

The weeding of maize fields should nowadays be contemplated with an ever widening approach. No longer is the eradication of weeds sufficient, since new environmental and economic constraints are weighing heavily on the farmers' minds.

The first step is to identify the weed species present on the field and to assess their noxiousness. Trials made since 1996 have shown that the critical phase for maize extends from the 4 leaf to the 12 leaf-stages. During this period, competition by weeds for water, mineral nutrients and light may severely affect crop yields.

With the assistance of a technician, the farmer, as a next step, will have to assess the risks of herbicide transfer from his field to the outside environment. This risk is linked mainly to the flow of excess water leaving the field. The farmer and the technician will together set up a diagnosis of the various fields of the farmer, using the CORPEN method. This diagnosis allows for the soil type, the place of the field in the environment, and the usual cultivation practices. When the diagnosis is made,

the CORPEN method proposes various solutions adapted to the local conditions. These regard, as the case may be, the choice of crops, the cultural operations, the arrangements of plots (e.g. on riversides) and, as a last resort, the choice of the herbicides.

Thus armed and informed, the farmer will be able to choose among the array of weeding strategies that best adapted to his own situation and to use the products most appropriated to the existing environmental and technical conditions.