

Conséquences de la nuisibilité des mauvaises herbes sur la production du blé d'hiver en Tunisie: les seuils d'intervention et la rentabilité du désherbage.

C. Carême* & T. Sghaier**

Keywords: Weeds — Winter wheat — Herbicide — Negative effects — Crop losses — Economic thresholds.

Résumé

L'évolution d'un traitement au diclofopméthyl + mécoprop sur du blé dur a été suivie pendant 8 années dans 13 sites expérimentaux répartis dans le nord de la Tunisie. On a étudié successivement dans les essais, le niveau de production pluriannuel du témoin non désherbé, les gains de rendement dus au désherbage, les pertes relatives, les seuils d'intervention et la rentabilité du désherbage. Les résultats montrent que le désherbage du blé dur au diclofopméthyl + mécoprop doit s'inscrire dans un itinéraire technique comme une opération culturale indispensable à l'accroissement de la productivité des exploitations agricoles.

Summary

The evolution of diclofopmethyl + mecoprop weed control on winter wheat has been followed up during 8 years in 13 experimental sites through the north of Tunisia. In the trials, the level of pluriannual yield of the untreated control, the yield increase due to weed control, the relative losses, the economic thresholds and the weed control rentability have been successively studied. The results show that the winter wheat weed control by diclofopmethyl + mecoprop must be set into a technical route as a necessary cultural operation to increase the productivity of the farming estates.

1. Introduction

Dans un article précédent (4), nous avons décrit la méthodologie utilisée pour concevoir et réaliser un système automatique d'analyses de résultats d'essais démonstratifs dans des cultures annuelles, ceci dans le cadre d'un projet belgo-tunisien de défense des cultures. Les modalités de traitement de l'information y sont précisées, faisant appel aux outils statistiques et informatiques.

Dans cette communication, nous nous proposons d'effectuer une synthèse des principaux résultats enregistrés sur le blé, cette culture ayant fourni le plus de données, soit respectivement 687 résultats d'essais démonstratifs récoltés en blé dur et 127 en blé tendre (5).

En effet, la céréaliculture est de loin la culture la plus importante en Tunisie, elle couvre environ 850.000 hectares dans le nord du pays. La productivité actuelle est encore relativement faible, les rendements moyens ne dépassent pas 12-13 q/ha et en année particulièrement bonne (1985), ils atteignent 15 q/ha (1).

Dans une agriculture moderne, l'utilisation du désherbage chimique s'inscrit dans un itinéraire technique comme une opération indispensable à l'accroissement des rendements. Le désherbage des céréales aux herbicides polyvalents, efficaces à la fois sur les graminées et sur les dicotylédones, n'atteint les 100.000 hectares qu'en année pluvieuse, soit le tiers des surfaces désherbées, les 2/3 restants étant essentiellement traités aux phytohormones (3).

Les résultats des essais démonstratifs présentés dans cette étude sont basés sur une analyse pluriannuelle des gains de rendement en grain à la récolte sur une période de 8 années

d'observations (1981-1989), pour l'association herbicide diclofopméthyl + mécoprop par rapport à un témoin non désherbé. Nous étudierons successivement, par site expérimental, appelé aussi point d'appui, les pertes de production du témoin non désherbé par rapport au traitement diclofopméthyl + mécoprop, les seuils économiques de nuisibilité ou seuils d'intervention et la rentabilité du désherbage.

2. Matériel et méthodes

Le dispositif expérimental et les méthodes d'études ont déjà été décrits (4) (9). Chaque essai démonstratif comprend un témoin vrai non désherbé et une ou plusieurs parcelles traitées avec des herbicides différents. Pour chaque parcelle élémentaire étudiée, le dispositif expérimental ne comprend qu'un seul bloc aléatoire lorsqu'il y a plus de deux traitements herbicides ou des parcelles adjacentes témoin-traité dans le cas de deux objets seulement. Chaque parcelle élémentaire a une longueur de 100 mètres et une largeur de 24 mètres, soit 2400 m².

Dans chaque point d'appui, une vingtaine d'essais sont réalisés chaque année jusqu'à la récolte. Les répétitions annuelles et pluriannuelles sont effectuées chez des agriculteurs différents. Il s'ensuit que sur les 814 démonstrations réalisées en blé et ayant fait l'objet d'un échantillonnage à la récolte, la pression du désherbage est relativement peu importante, voire nulle pour certaines espèces comme les graminées. En effet, en pratique, l'herbicide le plus utilisé, le 2-4D, est uniquement efficace sur les dicotylédones.

Les rotations et les façons culturales sont celles habituellement réalisées dans ces régions (rotations quadriennales et triennales en climat sub-humide et dans les périmètres

* Station de la Défense des Cultures, Béja (Tunisie)

** Ministère de l'Agriculture (Défense et Protection des Cultures), Tunis, Tunisie.

Reçu le 16 04 91 et accepté pour publication le 06 08 91

irrigués, rotations triennales et biennales en climat semi-aride). La fertilisation est identique pour tous les essais d'un point d'appui, suivant en cela les recommandations en la matière. Les principales variétés de blé dur utilisées sont Karim, Ben Bechir, Inrat 69 et Chili, cette dernière variété tardive étant surtout cultivée dans les régions semi-arides les plus sèches.

En région agroclimatique sub-humide (500-700 mm), la densité de mauvaises herbes varie en moyenne de 200 à 400 plantes au m², tandis qu'en région agroclimatique semi-aride (300-500 mm), elle varie de 100 à 300 plantes au m². Un tiers de la flore adventice est constitué par des graminées annuelles. En climat sub-humide, *Avena sterilis*, *Lolium* spp. et *Phalaris* spp. sont les trois graminées les plus importantes, tandis que seules les deux premières le sont en climat semi-aride.

Les 2/3 restants sont représentés par des dicotylédones annuelles ou vivaces dont la liste complète par région agroclimatique et leur sensibilité aux herbicides a été publiée précédemment (2)(3).

En région sub-humide, les dicotylédones les plus importantes sont : *Galium tricornutum*, *Torilis nodosa*, *Fumaria* spp., *Papaver* spp., *Anagallis arvensis*, *Veronica* spp., *Anacyclus clavatus*, *Polygonum* spp., *Raphanus raphanistrum*, *Ridolfia segetum* et *Ammi majus*. En région semi-aride, il faut y ajouter : *Scandix pecten-veneris*, *Calendula arvensis*, *Bunium pachypodium*, *Melilotus sulcata*, *Rapistrum rugosum* et *Sonchus arvensis*.

Pour chaque parcelle élémentaire, la récolte s'effectue par prélèvement d'un échantillon à la moissonneuse-batteuse (420 m²) et pesée de l'échantillon récolté. Dans cette étude

sont reprises les données de 13 sites expérimentaux qui couvrent l'ensemble des arrondissements agricoles du nord tunisien, à l'exception de Bizerte.

Cette étude a trait uniquement au blé dur et au traitement herbicide au diclofopméthyl + mécoprop (900 g/ha + 1.006 g/ha), application herbicide en post-levée de la céréale depuis le stade 2-3 feuilles jusqu'au stade plein tallage, par comparaison au témoin vrai non désherbé. A cause de l'étalement des traitements herbicides pendant environ un mois (20 essais par point d'appui), les stades d'application de l'herbicide peuvent différer légèrement d'un essai à l'autre en fonction de la date de semis, les parcelles les plus précoces étant traitées les premières.

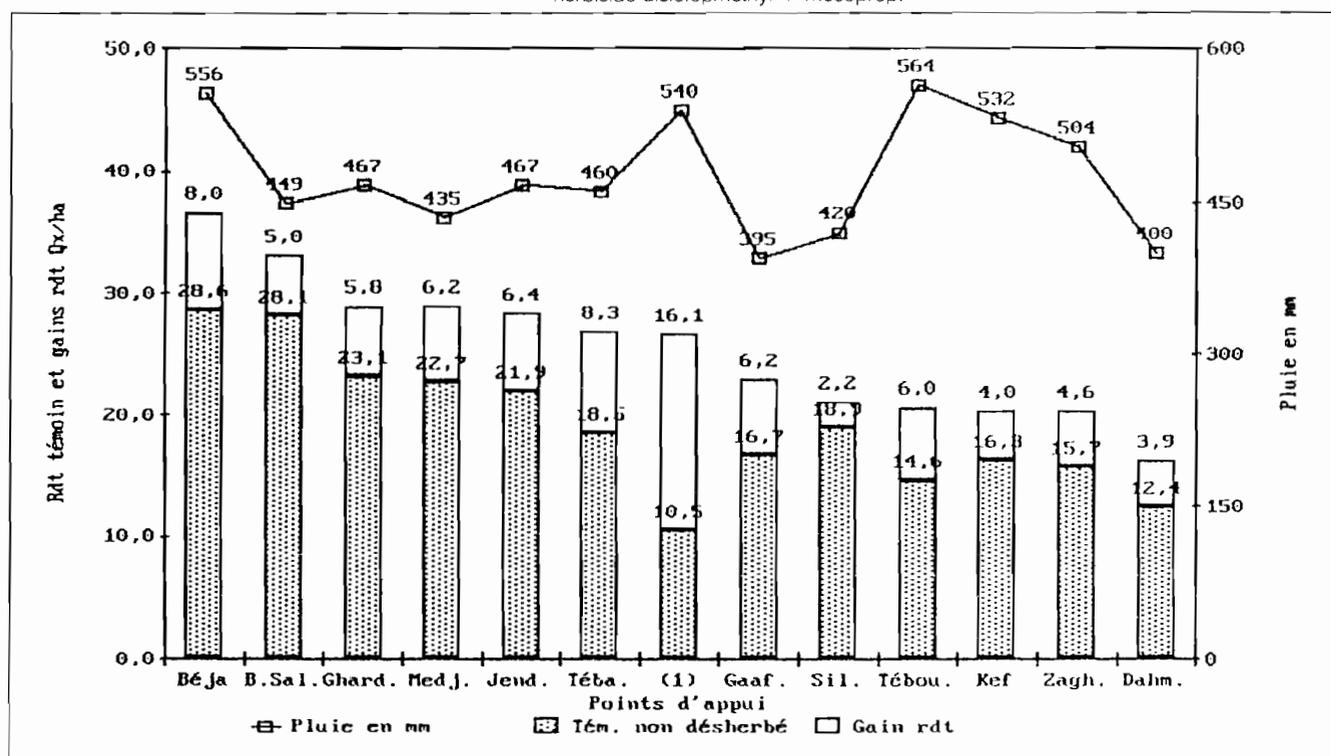
Le traitement au diclofopméthyl + mécoprop a été choisi pour cette étude, car il a été le seul herbicide polyvalent utilisé pendant les 8 années consécutives pour l'ensemble des points d'appui. Il est aussi considéré comme l'association herbicide la plus performante sur l'ensemble de la flore adventice pendant cette période.

3. Résultats

Le niveau pluriannuel de production du blé dur

La figure 1 représente le niveau de production en grain en q/ha du témoin vrai en moyenne pluriannuelle pour les différents points d'appui ainsi que les gains de rendement observés pour l'association diclofopméthyl + mécoprop. Comme on peut le constater pour les essais démonstratifs, le niveau de production est généralement supérieur à la moyenne régionale qui est de l'ordre de 10 à 13 q/ha. Cette production varie cependant très fort d'un point d'appui à un autre suivant les conditions agroclimatiques locales.

Figure 1 — Moyennes pluriannuelles des témoins non désherbés et les gains de rendement en blé dur en q/ha par point d'appui pour l'association herbicide diclofopméthyl + mécoprop.



(1) Mateur: moyenne de 2 années seulement.

Les contraintes résultant de l'utilisation du 2-4D par les agriculteurs dans le point d'appui de Mateur, en lieu et place d'un témoin non désherbé, ne permettent de présenter qu'une moyenne sur deux années seulement.

Les accroissements de rendement observés pour l'association diclofopméthyl + mécoprop varient d'un maximum de 16,1 q/ha à Mateur à un minimum de 2,2 q/ha à Siliana.

Les gains de rendement sont plus importants dans les régions de Béja et de Mateur, situées en climat sub-humide que dans les régions semi-arides plus sèches, où la moyenne des suppléments de rendement s'établit généralement entre 4 et 6 q/ha, excepté pour Tébourba où cette moyenne est plus élevée.

En analyse pluriannuelle, tous les résultats obtenus en blé dur pour le traitement au diclofopméthyl + mécoprop sont significatifs ou hautement significatifs.

Les pertes de récolte pluriannuelles et les seuils d'intervention

Les pertes de récolte observées entre les parcelles témoins et les parcelles désherbées au diclofopméthyl + mécoprop sont la conséquence de la concurrence qu'exercent les adventices sur le blé pour les éléments nutritifs, surtout l'azote et l'eau du sol.

Elles s'expriment en pour cent par le rapport entre les gains de rendement de la parcelle désherbée comparativement au témoin vrai d'une part, et le rendement de la parcelle désherbée d'autre part.

La courbe supérieure de la figure 2 présente par ordre décroissant les pertes relatives pluriannuelles observées dans les essais démonstratifs en blé dur entre 1981 et 1989 dans les différents sites expérimentaux.

Les pertes pluriannuelles extrêmes causées par la nuisibili-

té des adventices varient de 60,5% à Mateur, point d'appui situé en région agroclimatique sub-humide, à 10,4% à Siliana, point d'appui situé en climat semi-aride.

Les pertes pluriannuelles des autres sites expérimentaux se classent entre ces deux extrêmes et l'on peut considérer que les pertes relatives moyennes atteignent 1/5 à 1/3 de la récolte suivant les localisations, les conditions agroclimatiques, notamment la pluviosité et la densité des mauvaises herbes.

Le non-emploi d'un désherbant polyvalent tel que le diclofopméthyl + mécoprop efficace à la fois sur les graminées et les dicotylédones entraîne à plus ou moins long terme des pertes de production de blé très importantes qui ne sont sans doute pas sans conséquence économique sur la production céréalière du pays.

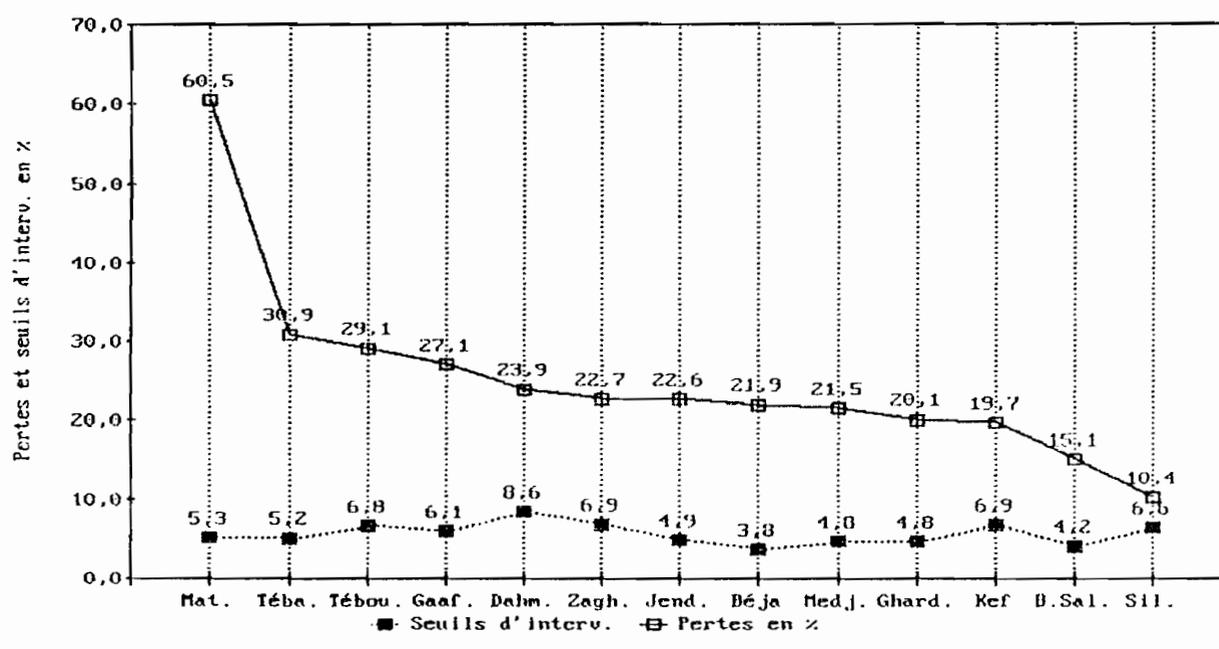
La courbe inférieure de la figure 2 représente les seuils de rentabilité appelés également seuils d'intervention.

Le seuil d'intervention, en pour cent, exprime le rapport qui existe entre le seuil économique pluriannuel en q/ha et le rendement moyen de la parcelle désherbée également exprimé en q/ha.

Ils représentent les seuils pluriannuels où les pertes de récolte sont égales aux coûts de la lutte (10). Le seuil d'intervention pluriannuel représente donc, sur la base des observations des années précédentes, le niveau d'infestation des mauvaises herbes à partir duquel une opération de désherbage devient rentable, compte tenu du coût de l'opération et de la valeur de la récolte (6).

Le coût du traitement herbicide par hectare pour le diclofopméthyl + mécoprop est assez constant pendant les 8 années d'observation : ce coût moyen équivaut à 1,4 q de blé dur par hectare. Il varie de 1,2 à 1,6 q/ha (le coût du traitement varie de 13,2 DT/ha en 1982 à 31,3 DT/ha en 1989, tandis que le prix du quintal de blé dur varie de 11 DT/q en

Figure 2 — Pertes pluriannuelles relatives et seuils d'intervention enregistrés sur une culture de blé dur de 1982 à 1989 par le témoin non désherbé par rapport à l'association diclofopméthyl + mécoprop.



1982 à 22,2 DT/q en 1989). Notons que les herbicides utilisés dans les céréales sont subventionnés à environ 50% (5).

La détermination du seuil d'intervention est d'un intérêt pratique certain, elle permet de ne traiter que lorsque l'infestation adventice devient économiquement dangereuse pour l'agriculteur. La courbe des seuils d'intervention de la Fig. 2 montre que tous les points d'appui ont des pertes pluriannuelles supérieures à ce seuil. Il s'ensuit que la situation est économiquement dangereuse pour le blé dur dans tous les sites étudiés si l'on ne désherbe pas au diclofopméthyl + mécoprop. Seul le point d'appui de Siliana a un seuil d'intervention qui se rapproche des pertes, donc une rentabilité plus faible du désherbage.

Le seuil d'intervention pluriannuel est inversement proportionnel au rendement de la parcelle désherbée. En effet, plus le rendement est élevé, plus le seuil est petit et par conséquent, la rentabilité du désherbage importante. Ainsi, à Bèjà, point d'appui où les rendements escomptés en l'absence d'adventices sont élevés, le seuil de rentabilité est faible ($1,4 \text{ q } 100/36,6 = 3,8\%$).

A Mateur, malgré un niveau de production peu important du témoin (10,5 q/ha), le seuil de rentabilité demeure cependant peu élevé (5,3%). En effet, le rendement moyen en l'absence d'adventices est plus important (26,6 q/ha). Par contre, au Kef ou à Dahmani, par exemple, où les rendements sont moins élevés, le seuil d'intervention est plus important, respectivement 6,9 et 8,6% et par conséquent, la rentabilité du désherbage est plus faible.

En conséquence, et comme nous le verrons par la suite, la rentabilité financière du désherbage est généralement plus importante dans les régions où les rendements en grain sont les plus élevés, c'est-à-dire dans les régions agroclimatiques sub-humides bénéficiant d'une pluviosité plus abondante, ou dans les régions agroclimatiques semi-arides qui utilisent l'irrigation d'appoint.

La rentabilité pluriannuelle du désherbage

La rentabilité pluriannuelle d'un traitement herbicide se définit comme étant le rapport qui existe entre la plus-value nette

(plus-value brute — coût du désherbage) réalisée grâce au désherbage, exprimée en q/ha et le coût du traitement également exprimé en q/ha. Comme nous l'avons vu précédemment, pour tous les sites étudiés, ce coût moyen équivaut à 1,4 q/ha de blé dur.

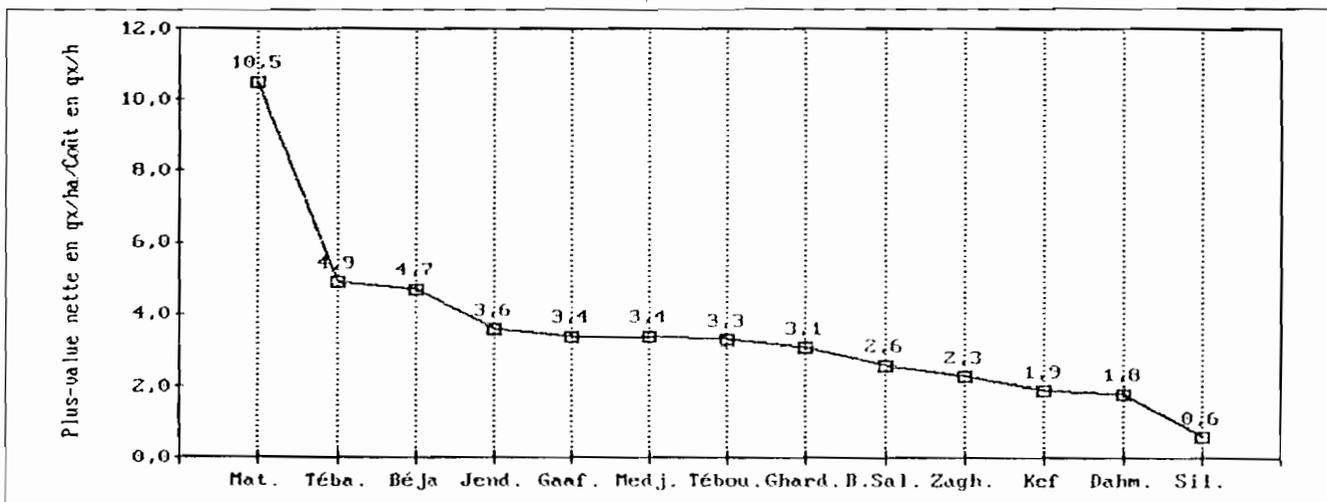
Comme le montre la figure 3, la rentabilité financière du désherbage au diclofopméthyl + mécoprop diminue grosso modo de la région du nord du pays à climat sub-humide vers les régions plus méridionales et bénéficiant d'un climat semi-aride plus sec, en relation avec les conditions agroclimatiques locales, l'irrigation, le niveau de production et la pression des mauvaises herbes. L'effet positif de l'irrigation se remarque surtout à Tébourba, à Jendouba et à Medjez où la rentabilité financière du désherbage est excellente pour ces trois sites expérimentaux, tous situés dans le semi-aride. D'autre part, la rentabilité pluriannuelle du point d'appui de Siliana n'est que légèrement positive, cette région subissant de grandes variations des résultats, consécutives à une variabilité régionale et climatique importante.

A Bèjà, les bénéfices financiers réalisés sont 4,7 fois plus importants que les investissements consentis pour le désherbage. Le point d'appui de Mateur se distingue ici également par une rentabilité financière exceptionnelle qui traduit bien, pour ce point d'appui, un niveau de production plus faible qu'à Bèjà et les conséquences d'un environnement moins favorable. En l'absence de comptages précis de la densité des adventices dans les parcelles témoins, il demeure difficile d'en apprécier les effets, les estimations visuelles utilisées n'étant pas suffisamment précises dans ce cas (5).

Il convient également de remarquer que pendant les années très sèches (1986, 1988, 1989), il n'y eut pas ou peu de traitement et de récolte de démonstrations dans les régions agroclimatiques semi-arides, l'agriculteur ne jugeant pas nécessaire d'investir dans le désherbage des céréales.

En analyse pluriannuelle, le désherbage du blé au diclofopméthyl + mécoprop est une opération agricole rentable, voire très rentable, dans les régions les plus favorisées, conséquence directe de la nuisibilité de la flore adventice et de l'efficacité du désherbage.

Figure 3 — Valeur de la rentabilité pluriannuelle d'un traitement au diclofopméthyl + mécoprop appliqué sur une culture de blé dur dans les différents sites expérimentaux.



A l'instar des mécanismes économiques qui prévalent dans les engrais, le désherbage devient attractif pour l'agriculteur si le rapport entre la plus-value nette/coût de désherbage est supérieur à 2, ce qui est le cas pratiquement pour tous les sites étudiés, sauf Siliana (8).

4. Discussion

En Tunisie, comme dans la plupart des pays à céréaliculture intensive, on ne cultive pas impunément ensemble du blé et des mauvaises herbes. Il est donc impératif d'améliorer le désherbage lorsqu'il est pratiqué et de désherber les champs qui ne le sont pas encore.

En effet, la nuisance exercée par les adventices dans une culture annuelle est à relier principalement à leurs effets négatifs sur la croissance et le développement de la plante cultivée. Les pertes de rendement qu'elles occasionnent traduisent les résultats de la concurrence entre les mauvaises herbes et la culture (6).

L'estimation des pertes de rendement dues à la nuisibilité des adventices doit constituer une aide à la décision de traiter ou non. C'est un paramètre agronomique important, mais la plupart du temps l'agriculteur n'est pas à même d'estimer les pertes potentielles auxquelles il s'expose à plus ou moins long terme. Ces pertes sont fonction de la rotation, du travail du sol, des variétés ensemencées, de la flore annuelle, du stock semencier du sol, des réinfestations, de la pluviométrie, etc.

Globalement, le stock semencier augmente sur les parcelles non désherbées alors qu'il reste relativement stable sur les parcelles désherbées, comme l'ont montré des expérimentations récentes sur l'évolution générale du potentiel semencier (7).

Par ailleurs, comme le désherbage de l'espèce adventice réduit son abondance les années suivantes, le seuil économique annuel de nuisibilité tend à décroître sous la pression d'un désherbage rationnel, après un certain nombre d'années, dépendant du potentiel du sol à l'origine (6).

L'estimation du seuil pluriannuel d'intervention, qui correspond au niveau d'infestation des mauvaises herbes pour lequel les pertes sont égales au coût de la lutte, apporte une

aide à la décision. Dans le cas étudié, une culture de blé dur et un traitement au diclofopméthyl + mécoprop, l'estimation du seuil de rentabilité permet d'affirmer, sur la base des observations des années précédentes effectuées au même endroit, que le traitement herbicide est en moyenne rentable et quel est le gain moyen espéré.

Ainsi, malgré l'absence de données sur les seuils biologiques de nuisibilité des principales adventices correspondant à la densité critique à partir de laquelle une perte de rendement est statistiquement décelable, la décision de traiter est aisée à prendre dans les régions où les résultats sont les plus significatifs. Elle consiste, pour l'agriculteur, à investir en début de campagne l'équivalent financier de 1,4 q/ha de blé dur pour financer le désherbage.

5. Conclusions

En conclusion, les résultats de cette étude basée sur 8 années d'observations du désherbage du blé d'hiver dans le nord de la Tunisie permettent de dégager une approche globale des conséquences économiques de la nuisibilité de la flore adventice sur le blé dur et d'établir des prévisions de risques à plus ou moins long terme. Dans la majorité des régions étudiées, le désherbage chimique s'avère indispensable pour accroître les rendements.

L'étude des seuils d'intervention permet d'affirmer que, lorsque l'agriculteur ne pratique aucun désherbage, la situation est économiquement dangereuse dans toutes les régions, particulièrement dans les régions du nord les plus arrosées et, par conséquent, les plus exposées à la concurrence des mauvaises herbes et donc à des pertes de production élevées.

Malgré de grandes variations climatiques et régionales, cette étude a, pour la première fois, permis de réunir un grand nombre d'observations sur la rentabilité du désherbage chimique du blé d'hiver pour l'ensemble des régions céréalières du nord tunisien.

Dans l'état actuel de nos connaissances, le désherbage sélectif du blé doit s'inscrire dans un itinéraire technique comme une opération culturale indispensable pour augmenter la production céréalière et la rentabilité des exploitations agricoles.

Références bibliographiques

1. Anonyme, 1987. Une stratégie pour les céréales. Publication du Ministère de l'Agriculture et de la FAO - Tunis.
2. Carême C. & Fraselle J., 1988. Connaissances récentes sur les populations de mauvaises herbes et les herbicides utilisés dans les céréales d'hiver en Tunisie. 8ième Coll. Int. 'Biologie, Ecologie et Systématique des mauvaises herbes' - Dijon, pp. 383-392.
3. Carême C & Sghaier T., 1990. Etude de l'influence des facteurs agroclimatiques sur l'efficacité et la rentabilité du désherbage du blé d'hiver en Tunisie. EWRS Symposium. Integrated Weed Management in Cereals - Helsinki - pp. 281-288.
4. Carême C., Gharbi A. & Claustriaux J.J., 1991. Conception et mise en œuvre d'un système intégré de gestion de démonstrations et d'essais phytosanitaires en Tunisie. Tropicultura, 8, 2, pp. 90-92.
5. Carême C., Karbous B., Sghaier T., Mussche G., Ben Harrath B. & Kadraoui Y., 1991. Projet 'Consolidation de la Défense des Cultures' Rapport final - Ministère de l'Agriculture, Tunis - Ministère de la Coopération au Développement, Bruxelles - 290 p. (à paraître).
6. Caussanel J.P., 1989. Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle : situation de concurrence bispécifique. Agronomie 9, pp. 219-240.
7. Dessaint F., Chadoeuf R. & Barralis G., 1990. Etude de la dynamique d'une communauté adventice : Influence à long terme des techniques culturales sur le potentiel semencier Weed Research Vol. 30 - pp. 297-306.
8. Donnez M.P. & Pussemier L., 1991. Evaluation du projet tuniso-belge de défense des cultures. Partie I: Défense des végétaux. Administration Générale de la Coopération au Développement - 46 p.
9. Gharbi A., Sghaier T., Claustriaux J.J. & Carême C., 1991. Elaboration et utilisation de logiciels interactifs pour l'analyse d'essais et de démonstrations phytosanitaires. Tropicultura, 8, 3, pp. 144-146.
10. Lochon S., Jauzein P., 1986. Nuisibilité du Ray-grass : les seuils d'intervention. Phytoma - Défense des Cultures. Nov. 1986.