



TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE

MADRPM/DERD

● N° 59 ● Août 1999 ●

PNNTA

Intensification de la céréaliculture en irrigué Cas des Doukkala

Introduction

La céréaliculture constitue la principale activité au niveau de la campagne marocaine. Elle couvre une superficie estimée à plus de 5 millions d'hectares, soit 80% des terres cultivées, et concerne près d'un million et demi d'exploitations agricoles. Cette importance au niveau de la superficie emblavée reflète le rôle que revêtent les céréales et leurs dérivées dans l'alimentation humaine à l'échelle nationale. En effet, ces produits fournissent 70% des besoins calorifiques et 75% des besoins protéiques. Cependant, depuis l'indépendance, le Maroc a connu un déséquilibre entre le taux d'accroissement de la population et celui de la production céréalière. Ce déséquilibre a généré un déficit céréalier systématique qui n'a cessé d'augmenter pour atteindre environ 25 % des besoins du pays.

Pour faire face à ce déficit céréalier, l'accroissement de la production doit être réalisé par l'amélioration du rendement, étant donné que les superficies emblavées semblent atteindre leur maximum. Les rendements moyens réalisés restent faibles: 10 à 12 qx/ha et loin du potentiel offert par le milieu. Dans ce sens, plusieurs travaux ont été conduits dans l'objectif de diagnostiquer la conduite des céréales et d'élaborer des itinéraires techniques adaptés aux différentes régions du pays. Il ressort de ces travaux que l'accroissement du rendement dans les zones bour est limité par la faiblesse des précipitations, la non généralisation du désherbage chimique et de la fertilisation, notamment azotée. La possibilité de surmonter l'obstacle climatique dans les zones irriguées a donné naissance, après la sécheresse des années 80, à l'opération intégrée de blé tendre visant la généralisation de l'irrigation du blé dans tous les périmètres irrigués. Cependant, les rendements demeurent encore en deçà des potentialités. Un projet de Recherche-Développement visant l'amélioration de la productivité a été entrepris à l'IAV Hassan II en collaboration avec la DPV dans les périmètres du Tadla et des Doukkala.

La démarche générale adoptée dans cette étude consiste à: (i) connaître les contraintes physiques et les potentialités de production, à travers l'étude du climat et des types de sol, (ii) analyser les pratiques des agriculteurs en matière de conduite des céréales et dégager les contraintes agronomiques et socio-économiques, (iii) effectuer des expérimentations ou synthèses par technique afin d'avoir des références régionales en matière de conduite des céréales et enfin (iv) conduire des essais de synthèse sous forme d'itinéraires techniques pouvant aboutir à des recommandations pour les agriculteurs.

Ce document est une synthèse des points (iii) et (iv) pour les travaux réalisés dans les Doukkala.

La nature des Problèmes agronomiques

L'évaluation des écarts aux potentialités de production a montré que les principales contraintes agronomiques sont:

La non-maîtrise des techniques d'installation des cultures: presque la moitié des semences sont perdues (faibles taux de levée) à cause des lits de semences grossiers et de la non utilisation de semoirs et de rouleaux. Les agriculteurs ont trouvé la solution de facilité, qui est de forcer la dose de semis. Cependant, l'utilisation de semences sélectionnées est largement répandue (80 % des agriculteurs).

Une fertilisation non raisonnée en fonction des possibilités offertes par les sols et les précédents culturaux: richesse en minéraux (N, P et K) et dynamique de leur libération, pour l'azote notamment. Ceci se manifeste par des réponses assez variables et des dépenses parfois inutiles. Rappelons que le poste des engrais correspond à peu près au 1/3 des charges.

La non généralisation des traitements phytosanitaires: lutte chimique contre les mauvaises herbes et les maladies cryptogamiques. Il y a en moyenne une différence de 9 qx/ha entre ceux qui désherbent et ceux n'effectuent pas cette opération; et on peut gagner en moyenne 7 qx/ha si on applique des fongicides foliaires au bon moment.

Les attaques des moineaux posent d'énormes problèmes dans les Doukkala et la DPVCTRF devrait entreprendre un programme de lutte raisonnée et intégrée pour enrayer, ou du moins diminuer l'impact négatif de ce fléau.

L'amélioration de tout l'itinéraire technique constitue la clé de la réussite. Il s'agit de raisonner les techniques en fonction des objectifs de rendement à atteindre, en le décomposant en plusieurs étapes, par le biais des composantes de rendement et en tenant compte des interactions entre techniques et des compensations entre



SOMMAIRE

n° 59

Céréaliculture irriguée

- La nature des problèmes agronomiques.....p.1
- La conduite actuelle de la culture.....p.2
- L'apport des expérimentations par technique....p.3
- Les essais itinéraires techniques.....p.4

composantes. Exemple, si l'on dépasse une certaine densité de peuplement, de l'ordre de 350 à 400 pieds/m², il faudra non seulement penser aux traitements fongicides et herbicides mais aussi, aux régulateurs de croissance pour éviter la verse.

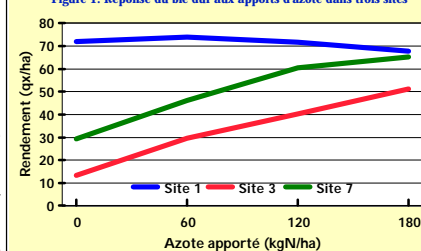
L'apport des expérimentations par technique

Les expérimentations relatives à la fertilisation azotée

L'objectif de cette partie est l'élaboration de stratégies de fertilisation azotée du blé dur dans les Doukkala par: (i) Le suivi des états du peuplement végétal en vue de dégager les modèles d'élaboration du rendement, et (ii) la détermination de la dose d'azote à apporter pour atteindre un rendement visé donné.

Pour cela, on a installé huit essais en 1992-93 sur des parcelles d'agriculteurs ayant des fertilités initiales contrastées. La variété de blé dur MARZAK a été soumise à quatre traitements azotés: 0, 60, 120, et 180 kgN/ha.

Figure 1: Réponse du blé dur aux apports d'azote dans trois sites



L'effet "site" a été constaté sur l'ensemble des variables étudiées, notamment le rendement grain (Figure 1). Les sites S₁ (Zemamra) et S₃ (Bennour) se sont distingués, en extériorisant les meilleures performances. Les rendements réalisés en moyenne, varient de 13 qx/ha sur S₃ (Zemamra) à 71 qx/ha sur S₁ (Zemamra). L'effet de l'azote a été très hautement significatif sur tous les sites excepté S₁. La décomposition du rendement en ses deux principales composantes a montré qu'une large gamme de variation du rendement grain (99%) peut être associée à la variabilité du nombre de grains/m². Le poids de 1000 grains est peu variable et marque une diminution à des nombres de grains/m² élevés. L'estimation du rendement à partir de la matière sèche au stade B est satisfaisante.

L'azote absorbé à la maturité a fortement varié entre sites de 46 kgN/ha sur S₂-N₂ à 284 kgN/ha sur S₁-N₃ (Zemamra). Il permet d'expliquer 88% de la variabilité du rendement grain. L'efficacité d'utilisation et le coefficient d'utilisation apparent de l'engrais sont respectivement 3,4 kgN/ql de grain et 67%.

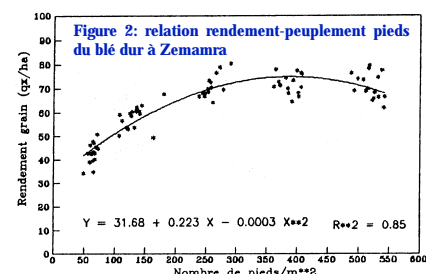
La fourniture du sol, calculée par la méthode des bilans, se trouve fortement corrélée à l'azote absorbé par le témoin et à l'azote minéralisable par la méthode d'incubation anaérobie (NAN).

L'azote minéralisable (NAN) et l'azote nitrique initial sur une profondeur de 60 cm semblent de bons indices de la fertilité du sol, corrélés aux rendements. La teneur en matière organique liée à ces deux indices a été retenue comme critère simple de prévision de l'azote minéralisable au cours du cycle de la culture. C'est un bon indicateur pour la prévision de la dose d'azote optimale à apporter.

Le peuplement optimal et son obtention

Les travaux ont été menés dans deux stations expérimentales du périmètre irrigué des Doukkala: Zemamra et M'touh. L'objectif est la recherche d'un peuplement optimal du blé dur ainsi que les modalités de son installation. A cette fin deux essais ont été conduits en 1992-93 sur chacun des deux sites. Les facteurs étudiés sont la densité de semis, avec les niveaux: 75, 150, 300, 450 et 600 graines/m², et les modalités d'application du régulateur de croissance (Cycocel): (i) un témoin non traité, (ii) application au stade mi-tallage, (iii) application en début montaison, et (iv) Cycocel appliqué à la mi-tallage et en début montaison.

Les résultats obtenus montrent qu'à Zemamra, le peuplement optimal est d'environ 350 pieds/m² (Figure 2). Les rendements grains réalisés sont très élevés et hautement corrélés au nombre de grains/m², au peuplement épi et au nombre de pieds/m². A M'touh, les rendements obtenus ont été faibles à cause des conditions du milieu qui ont été défavorables. Ainsi, on n'a pas pu dégager une densité de semis optimale. Néanmoins, les rendements réalisés ont été hautement corrélés au nombre de grains/m², au peuplement épi et au peuplement pieds.



La verse a été observée à Zemamra lorsque la densité dépasse 450 épis/m². Elle a touché 12% de la surface des parcelles non traitées. Les trois modalités d'application des régulateurs de croissance ont montré des efficacités comparables. Elles ont réduit la surface versée de 48 % et ont permis un gain de rendement de 2,8 qx/ha par rapport au témoin non traité. Nous considérons cependant que ce traitement ne vaut le coût que pour les agriculteurs très performants, qui visent des rendements de 75 à 80 qx/ha.

Pour le second essai, neuf séquences de travaux du sol ont été testées en 1992-93. Les résultats obtenus montrent que la réussite du semis dépend de la structure du lit de semence, de l'état sanitaire et de la profondeur de semis. Les meilleurs taux de levée ont été réalisés par les séquences "CD + CC + rotavator + semoir + rouleau" et "CD + CC + herse alternative + semoir + rouleau" à Zemamra et par les séquences "Sous soleuse + CC croisé + semoir + rouleau", "CD + CC + rotavator + semoir + rouleau" et "CD + CC + herse alternative + semoir + rouleau" à M'touh. Les taux les plus faibles ont été obtenus par la séquence

La conduite actuelle de la culture

Avant de chercher les variantes d'itinéraires techniques performants, nous avons jugé utile de rappeler les grands traits qui caractérisent la conduite technique des blés en irrigué dans les Doukkala:

Place de la culture du blé dans la succession des cultures: Le blé peut succéder à huit précédents culturaux, dominés par la betterave et le maraichage en dérobé après betterave. Aucune différence n'a été décelée entre les précédents à blé dur et à blé tendre en irrigué. Le blé dur occupe 2/3 de la sole céréale.

La pré-irrigation (Demkel): Cette pratique n'est pas fréquente pour l'installation des céréales dans les Doukkala. On gagnerait cependant à la pratiquer pour éviter les problèmes de levée sur les sols Faïd et gagner en terme de précocité si des variétés à cycle long sont mises au point.

La préparation du sol: Les séquences de travail du sol pour l'installation des blés dans la région étudiée sont représentées par les trois combinaisons "nCC", "CD+nCC" et "CS+nCC" qui représentent respectivement 57, 39 et 4 % des cas. La plupart des agriculteurs enquêtés (70%) visent l'affinement des lits de semences après un travail du sol. Cet objectif reste cependant non encore atteint.

Le semis: Pour les blés durs, les agriculteurs des Doukkala disposent d'une large gamme de choix de variétés, comparativement aux blés tendres. Les semences sélectionnées sont utilisées dans 80% des situations suivies. Le choix de telle variété est fonction de sa productivité (75 %), de sa qualité semoulière (15 %) et de son prix de vente au marché à la récolte (10%). La date de semis marque une nette variabilité entre les agriculteurs. En effet, la période des semences s'étale sur Novembre (63 %), Décembre (34 %) et début Janvier (3 %).

Conscient des pertes en semences au moment de l'installation, les agriculteurs forcent les doses de semis afin de garantir un peuplement pieds de départ adéquat. Les doses moyennes de semis, pour le semis à la volée (85 % des cas) et le semis au semoir (15 % des cas) sont respectivement de 2,45 et 2 qx/ha.

La fertilisation minérale: Pratique très courante dans la zone d'étude. Les engrais de fond sont souvent apportés sous forme ternaire (NPK) ou binaires (NP) avec une dominance (50%) de la formule 14-28-14. Les engrais de couverture sont représentés dans 80% des

situations par l'urée (46%). L'analyse de la dose totale apportée par chaque élément fertilisant a montré que le précédent cultural n'est pas pris en considération dans le raisonnement de la fertilisation minérale.

L'irrigation: Deux modes d'irrigation à la parcelle sont utilisés sur blés dans les Doukkala: l'irrigation gravitaire par planche ou bassins et l'irrigation par aspersion avec matériel mobile. Le nombre d'irrigations oscille entre 2 et 3 pour le gravitaire et entre 2 à 5 pour l'aspersif. Les doses totales moyennes apportées sont de 1.844 et 2.151 m³/ha respectivement pour l'aspersif et le gravitaire. Ce qui, en plus de la pluviométrie, permettrait de subvenir aux besoins des cultures qui sont de l'ordre de 550 mm (5.500 m³/ha).

Désherbage de la culture: Une quinzaine de mauvaises herbes, dont les dicotylédones représentent 75 %, ont été inventoriées sur les blés dans les Doukkala. Les principales graminées sont l'avoine, l'alpiste et le ray-grass. Chercher un grain propre et commercialisable est le principal objectif visé par les agriculteurs qui traitent contre les adventices. Pour lutter contre ces adventices, les agriculteurs ont recours surtout à la lutte chimique avec l'utilisation des dés herbants comme *Agroxone*, *Printazol 75* et *2,4D* contre les dicotylédones, *Grasp 604* et *Illoxan* contre les graminées. Le travail du sol et la succession des cultures contribuent aussi à limiter l'envahissement des champs par les adventices.

La protection de la culture: Sur les parcelles visitées, nous avons constaté l'existence importante aussi bien des pourritures de racines et collets (fusariose) que des maladies de feuillage (septoriose et rouille). Toutefois, les agriculteurs en cherchant un épi sain et un bon remplissage du grain ne traitent que dans 47% des cas et seule la lutte chimique est signalée. Les produits utilisés sont *Impact*, *Tilt*, *Horizon* et *Plantazon*.

Devant le manque de méthodes appropriées de lutte, les moineaux causent d'énormes dégâts sur les blés dans les Doukkala. En outre, la cécidomyie et la mouche grise du blé, peu fréquentes dans la zone, échappent à tout traitement.

La récolte: Cette opération est réalisée de façon mécanique entre la fin Mai et la mi-Juin. Il n'y a pas de différence entre les situations suivies. Les pertes à la récolte varient de 0,5 à 3,5 qx/ha avec une moyenne de 1,7 qx/ha.

"CC croisé + semis à la volée + CC" sur les deux sites. Les rendements réalisés par les différentes séquences ne sont pas statistiquement différents mais on note qu'à Zemamra, les séquences qui ont réussi un peuplement pieds élevé "Sous soleuse + CC croisé + semoir + rouleau", "CD + CC + rotavator + semoir + rouleau" et "CD + CC + herse alternative + semoir + rouleau" ont réalisés des rendements relativement élevés.

Les essais itinéraires techniques

Au niveau de cette partie de l'étude, l'objectif était de construire des "itinéraires techniques" qui s'ajustent aux objectifs des agriculteurs. Pour ce faire, deux objectifs de rendement ont été considérés: 40 et 80 qx/ha, correspondant respectivement à une conduite extensive et intensive. Une décomposition de ces rendements objectifs en différentes composantes a été réalisée afin d'avoir des objectifs intermédiaires à satisfaire par étape (Tableau 1):

Tableau 1: Décomposition du rendement en composantes intermédiaires

Objectif de rendement	Composantes du rendement				
	NP/m ²	NE/m ²	NGE	NG/m ²	PMG
40 qx/ha	150	200	40	8.000	50-54
80 qx/ha	350	450	36	16.000	48-50

NP/m²: nombre de pieds par m² (levée), NE/m²: nombre d'épis par m² (épiation), NG/m²: nombre de grains par m² et NGE: Nombre de grains/épi (anthèse), PMG: poids de 1000 grains et rendement final (maturité).

Sur ces deux grandes stratégies, qui correspondent au départ à des densités de semis (semis clair et semis dense) avec une conduite "optimale" en terme de fertilisation azotée, dés herbage chimique, traitement fongicide et anti-verse (ou régulateur de croissance), des itinéraires techniques qui diffèrent de l'optimum par un seul facteur ont été testés (Tableau 2).

Tableau 2: Les itinéraires techniques de blé dur testés

Itinéraire	Traitements				
	No	Qualificatif	Dose d'azote	Dés herbage	Fongicide
I	Optimum	Optimum	Précoce	Oui	Oui
II	- cycocel	Optimum	Précoce	Oui	Non
III	- fongicide	Optimum	Précoce	Non	Oui
IV	D. tardif	Optimum	Tardif	Oui	Oui
V	- herbicide	Optimum	Non	Oui	Oui
VI	+ 40U	Optimum+40U	Précoce	Oui	Oui
VII	- 40U	Optimum-40U	Précoce	Oui	Oui
VIII	- azote	Sans Azote	Précoce	Oui	Oui

Pour la fertilisation azotée, ne sont concernés que les itinéraires techniques I, VI, VII et VIII. Pour le dés herbage chimique, on comparera les itinéraires I, IV et V. Pour le fongicide, les itinéraires techniques I et III, et pour le traitement anti-verse, les itinéraires I et II. Les essais ont été menés sur trois sites "Faïd", "Hamri" et "Tirs" en 1993-94.

Réalisation des objectifs de rendement

En général, le rendement visé a été atteint, voire même dépassé, au niveau de la faible densité de semis et ce au niveau des trois sites.

Le rendement-grain a oscillé entre 32 et 60 qx/ha pour le semis clair et entre 40 et 78 qx/ha pour le semis dense. Les rendements les plus élevés ont été atteints par le biais de l'itinéraire VI, et les plus faibles étaient relevés au niveau des itinéraires V, VII et VIII (Tableau 3).

L'effet de la densité de semis était clair sur les trois sites. En moyenne, la densité forte (400 gr./m²) a dépassé la plus faible (200 gr./m²) d'environ 18,7%. En revanche, la variabilité inter-sites était faible, les rendements moyens réalisés étaient statistiquement similaires (48,5, 52,8 et 51,0 qx/ha respectivement pour le "Faïd", "Hamri" et "Tirs").

Itinéraire technique	Semis clair			Semis dense		
	Faid	Hamri	Tirs	Faid	Hamri	Tirs
I Optimum	44	50	52	62	65	60
II - cycocel	44	48	52	62	67	60
III - fongicide	43	47	50	59	59	56
IV D. tardif	37	47	48	55	55	52
V - herbicide	32	41	39	44	54	44
VI +40U	50	51	60	69	78	61
VII -40U	44	43	43	49	54	52
VIII - azote	44	42	43	41	45	48

Par ailleurs, la dose d'azote a constitué un facteur discriminatoire significatif (sur le "Faid") à hautement significatif (sur le "Hamri" et le "Tirs"). Le rendement grain augmentait parallèlement à l'augmentation de la quantité d'azote apportée (Tableau 3). A ce propos, la dose d'azote la plus forte (dose optimale+40U) s'est distinguée de la dose la plus faible (dose optimale-40U) et du témoin non fertilisé sur les trois sites. La dose optimale est restée intermédiaire entre les doses qui l'encadrent (dose optimale+40U) et (dose optimale-40U) sans pour autant s'en différencier de manière significative.

D'un autre côté, le désherbage chimique n'a engendré aucune amélioration significative du rendement grain au niveau des sites "Faid" et "Hamri". Par contre, sur "Tirs", site ayant connu la plus forte infestation par les mauvaises herbes, les pertes de rendement occasionnées par la présence des adventices étaient statistiquement significatives (Tableau 3). Néanmoins, la différence de 6 qx/ha observée entre le désherbage précoce et tardif n'a pu être prouvée sur le plan statistique. Au niveau du témoin non désherbé (Tirs), les pertes en grain se chiffraient à environ 26% par rapport au traitement désherbé précoce. Ceci montre que la décision de désherber ou non doit être raisonnée en fonction de chaque situation. La détermination, sur la base de la densité et/ou de la biomasse des mauvaises herbes, d'un seuil tolérable des infestations pour lequel la chute du rendement est inférieure aux coûts du traitement herbicide est requise pour une meilleure rentabilité du désherbage.

Le raisonnement de la fertilisation azotée

L'analyse des corrélations entre certains traits agronomiques et les indices de disponibilité de l'azote a montré que l'azote nitrique initial serait un bon indice pour l'estimation du rendement grain du témoin et de l'azote prélevé par ce témoin. En revanche, l'appréciation de la minéralisation au niveau de la rhizosphère serait mieux faite par le biais de l'indice de permanganate acide.

Néanmoins, pour qu'un indice de disponibilité de l'azote soit opérationnel, sa détermination doit être simple, rapide, reproductible et insensible aux traitements de l'échantillon du sol avant l'analyse. Ceci disqualifierait les méthodes biologiques (dont l'indice d'incubation anaérobie) qui nécessitent une durée minimale d'une semaine avant tout pronostic. L'azote nitrique initial, quant à lui, pose des problèmes au niveau du moment d'échantillonnage et du nombre de répétitions à même de donner une appréciation relativement fiable de cet indice. La teneur en matière organique ainsi que l'indice de permanganate acide offrent des possibilités intéressantes puisqu'ils répondent parfaitement à la définition d'un bon indice de disponibilité.

Par ailleurs, le choix du trait agronomique à utiliser pour l'appréciation des fournitures du sol reste très délicat. L'azote minéralisé au niveau de la rhizosphère, calculé par la méthode du bilan, reste potentiel tant que la dynamique de minéralisation ne correspond pas de manière parfaite au rythme d'absorption de l'azote par la culture. L'azote prélevé par le témoin serait plus aléatoire que le rendement grain, à en juger par les coefficients de

corrélations obtenus aussi bien avec l'indice d'incubation anaérobie qu'avec l'azote nitrique initial. Aussi, le rendement grain du témoin nous semble être un meilleur indicateur de la richesse du sol en azote. Ce rendement peut être estimé à partir de l'azote nitrique initial si les limitations relatives à cet indice sont levées. Sinon, la teneur en matière organique, dont la détermination est plus rapide que l'indice de disponibilité de l'azote, pourrait être un bon estimateur de ce rendement.

Ainsi, le calcul de la dose d'azote à apporter (KgN/ha) pour l'obtention d'un rendement objectif peut être fait moyennant la relation suivante:

$$\text{Dose à apporter} = (\text{Rdt visé} - \text{rdt témoin}) \times (\text{EUN}/\text{CUA})$$

Avec:

- Rdt visé: rendement-grain objectif (qx/ha).
- Rdt témoin: rendement-grain du témoin estimé à partir de l'un des indices de disponibilité de l'azote (qx/ha).
- EUN: efficacité d'utilisation de l'azote. La valeur moyenne correspondant à deux années d'essais et aux meilleurs traitements est de 3,5 KgN/quintal de grain produit.
- CUA: coefficient d'utilisation de l'engrais azoté. Sur les deux années d'essais, la moyenne trouvée sur les meilleurs traitements est de 65 %.

Compte tenu de ce qui précède, une estimation de la dose à apporter pourrait se faire par la relation simple suivante:

$$\text{Dose} = 5,4 \times (\text{Rdt visé} - \text{Rdt témoin})$$

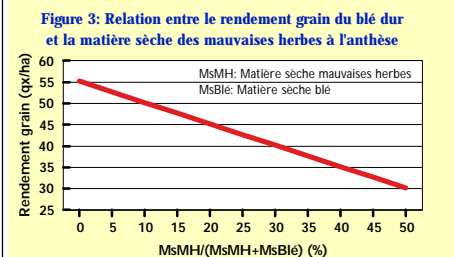
Le rendement du témoin est fonction de la matière organique comme suit:

$$\text{Rdt témoin} = -2,3 + 27,1 \times \text{Mo}(\%)$$

Effet du désherbage chimique

Le cortège floristique rencontré était dominé par les dicotylédones (81 % des espèces) dont les annuelles représentent 94%. Néanmoins, les graminées les plus nuisibles à l'échelle nationale (ray-grass, folle avoine et *Phalaris*) étaient présentes.

La matière sèche du blé était significativement réduite par la concurrence des mauvaises herbes au niveau du site "Hamri", alors que cette réduction n'était significative qu'au seuil de probabilité de 8% au site "Tirs". Au "Faid", les mauvaises



herbes n'étaient pas à même d'entraver l'accumulation de matière sèche par le blé, et réduisent le rendement grain (Figure 3).

Par ailleurs, le traitement herbicide, à fortiori précoce, a réduit sensiblement la matière sèche des espèces adventices. Cet effet était significatif aux seuils de probabilité de 7, 2 et 4% respectivement pour les sites "Faid", "Hamri" et "Tirs".

Les prélèvements d'azote par les mauvaises herbes, qui constituent des pertes à court terme, étaient très appréciables, notamment au niveau des témoins non désherbés, où des valeurs supérieures à 100 KgN/ha ont été enregistrées.

Les pertes de rendement liées à la présence des mauvaises herbes se situaient en moyenne (sols confondus) aux environs de 24 % par rapport au désherbage précoce et de 13 % par rapport au désherbage tardif. Ces pertes n'étaient significatives qu'au niveau du site "Tirs" ayant connu la plus forte infestation. A ce sujet, il faudrait envisager la faisabilité, sur le plan économique, de deux traitements herbicides notamment en cas de

précédent non sarclé ou de parcelles très infestées. Lorsque le degré d'infestation nécessite une intervention beaucoup plus précoce (stade 3 feuilles par exemple), d'autres molécules doivent être utilisées. A ce niveau, l'agriculteur dispose d'une gamme de spécialités de plus en plus variées, capables de répondre à la majorité des problèmes de désherbage. Il lui reste la décision de traiter ou non. Les principaux facteurs à prendre en compte sont fonction du degré d'infestation de la parcelle, de la succession des cultures, des variétés utilisées, du type du sol, et de la flore adventice dominante.

Effet des régulateurs de croissance

L'emploi du régulateur de croissance n'a eu aucun effet significatif ni au niveau de l'accumulation de la matière sèche ni sur le rendement grain ou ses composantes.

Les surfaces versées à la récolte étaient faibles (cas du site "Hamri") à nulles (cas des sites "Faid" et "Tirs"). Sur "Faid", le stress hydrique subi par la culture aurait retardé la croissance du blé et donc l'occurrence d'une verse attendue vu l'importance des peuplements épis réalisés. Sur "Hamri" comme au "Tirs", les faibles peuplements épis n'auraient pas nécessité l'emploi de ce produit. En effet, la verse, qui dépend du peuplement épis, ne deviendrait inquiétante qu'à partir d'une densité d'épis au m² de 450.

De façon générale, l'emploi du régulateur de croissance n'était pas justifié et ce pour deux raisons que nous estimons essentielles: d'une part, la faiblesse des peuplements épis réalisés et d'autre part, le raisonnement de la dose d'azote apportée; cet élément n'aurait pas été en excès. signalons également la résistance variétale comme cause probable.

Enfin, il est évident qu'au niveau du semis clair l'emploi du régulateur de croissance est économiquement déconseillé, à fortiori dans les conditions marocaines où le tallage épis est limité.

Par contre, au niveau du semis dense, le risque de verse serait plus important. Etant donné que le régulateur de croissance doit être appliqué au plus tard au "stade B", la prédiction du peuplement épis s'avère nécessaire pour juger de l'opportunité économique d'un traitement anti-verse. Pour ce faire, et partant de la corrélation entre la matière sèche au "stade B" et le peuplement épis établie par plusieurs auteurs, nous avons opté pour une prédiction du seuil de matière sèche accumulée au "stade B" au delà duquel un traitement s'imposerait. Ce seuil correspond à un peuplement de 450 épis/m². A ce propos, seules les valeurs correspondant aux traitements ayant réalisé les plus hauts rendements ont été retenues. La forme de l'équation proposée s'écrit :

$$\text{Peuplement épi} = 87,2 \times X^{(0,44)}$$

avec X: la matière sèche au "stade B" (qx/ha).

Ainsi, la valeur critique de la matière sèche du blé au "stade B" au delà de laquelle le peuplement-épis dépasserait le seuil de 450 épis/m² est d'environ 35 qx/ha.

Effet du traitement fongicide

De manière analogue au régulateur de croissance, l'emploi du fongicide n'a eu aucun effet ni sur la production de matière sèche ni sur le rendement grain ou ses composantes.

A Sidi Bennour (sites "Faid" et "Hamri"), les humidités relatives de l'air relativement faibles n'auraient pas favorisé le développement de



maladies cryptogamiques. Par contre, à Zemamra, les conditions hygrométriques étaient beaucoup plus propices pour un éventuel développement fongique notamment pendant la montaison. A cet égard, signalons qu'une attaque de la septoriose, s'était déclarée au niveau du site "Tirs" pendant la deuxième décennie de février. Un produit fongicide à base de carbendazine et d'hexaconazole (*Planète*) a été aussitôt appliqué de manière systématique par l'agriculteur. Le traitement en végétation a été de ce fait généralisé au niveau des deux autres sites et à toutes les parcelles et seul l'emploi du fongicide sur épis a été retenu en tant que facteur discriminatoire.

Par ailleurs, certaines attaques de la rouille brune ont été relevées pendant la dernière phase du cycle cultural ("anthese-maturité"), notamment à Zemamra. Néanmoins, leur caractère sporadique ainsi que les faibles humidités relatives de l'air pendant cette phase auraient atténué leur sévérité et par la suite le remplissage du grain a été épargné.

Aussi, d'autres études sont-elles nécessaires pour juger de l'opportunité économique d'un traitement fongicide, a fortiori pendant la phase végétative (humidités relatives de l'air plus élevées qu'en fin de cycle surtout à Zemamra). Il est généralement accepté que les applications de fongicides ne devraient pas être faites à titre "préventif", mais plutôt quand les conditions liées à l'environnement et à la culture indiquent l'éventualité d'une attaque cryptogamique et d'une rentabilité économique subséquente à la réduction de la gravité de la maladie par le traitement. En effet, l'incidence des maladies dépend en grande partie des conditions météorologiques. En outre, la connaissance des conditions dans lesquelles une maladie peut atteindre des proportions épidémiques est d'un intérêt primordial. A ce propos, les risques de maladies peuvent être estimés par différents modèles, intégrant les caractéristiques du climat, des systèmes de culture, des observations de symptômes et du nombre de grains par m² prévu. En l'absence de tels modèles, un suivi de près de la culture, surtout pendant la montaison (fortes humidités relatives de l'air), s'imposerait pour le déclenchement d'un traitement fongicide dès l'apparition des premiers symptômes d'une maladie "économiquement dangereuse". Cette action curative est d'autant plus justifiée si l'on sait que les maladies les plus rencontrées dans les Doukkala (septoriose et rouille brune) ne sont pas très épidémiques.

Aspect économique

Au niveau du semis clair, les charges sont dominées par celles relatives à l'engrais de fond et au coût de l'eau d'irrigation (Tableau 4). Pour ce qui est du semis dense, l'utilisation des engrais alourdit énormément les charges. La part relative à l'utilisation des produits phytosanitaires reste intermédiaire. Par ailleurs, l'analyse des marges brutes relatives aux différents itinéraires techniques montre que:

- L'itinéraire VI (dose optimale + 40U) a permis de dégager les marges brutes les plus importantes.
- Les marges brutes sont plus élevées pour un semis dense que pour un semis clair.
- Les marges brutes les plus faibles correspondent aux itinéraires V (sans désherbage) et VIII (sans apport d'azote).
- Au niveau du semis dense, les marges brutes dégagées étaient plus élevées au niveau du site "Hamri" comparativement au site "Faïd". Le site "Tirs" est resté intermédiaire. Par contre, au niveau du semis clair, aucune tendance n'a pu être relevée.

Recommandations

Les itinéraires techniques testés ont été conçus en fonction des objectifs de rendement considérés. Le choix de l'objectif de production dépend cependant des facteurs et conditions susceptibles d'être limitatifs étant donné le milieu et le système de culture. A cet égard, le seul moyen utilisable pour déterminer l'itinéraire technique le plus pertinent dans un système de contraintes donné, est la simulation. Il faut pour cela disposer de logiciels ou de systèmes "expert" prenant en charge l'effet des techniques culturales et du milieu ainsi que le rendement visé. Chaque fois que la surveillance d'une parcelle est difficile, que l'organisation du travail risque d'empêcher de réaliser des traitements herbicides, fongicides ou régulateurs de croissance à un stade précis, ou qu'on voudra réduire les coûts, on aura intérêt à réduire l'objectif du rendement.

Aussi, serait-il intéressant d'expérimenter une démarche de construction des itinéraires techniques à grande échelle dans les Doukkala en choisissant un échantillon représentatif d'agriculteurs et en utilisant un logiciel tel que GERBLE. L'objectif de rendement sera défini en concertation avec chaque agriculteur et un itinéraire technique prenant en compte les contraintes liées à l'organisation du travail au sein de l'exploitation agricole correspondante, sera défini. Les comparaisons, aussi bien sur le plan agronomique qu'économique, seront faites avec un itinéraire technique témoin relatant la conduite propre de l'agriculteur. Enfin, vue la masse des résultats disponibles, en matière d'amélioration des itinéraires techniques sur les Doukkala, on peut émettre les recommandations suivantes:

- Semer vers le 15-20 Novembre, pour profiter de la période pluvieuse, tout en essayant de ne pas s'isoler des autres agriculteurs, sachant que les semis trop précoces peuvent être attaqués par les moineaux.
- Choisir des variétés productives, de bonne qualité, résistantes aux maladies et à la verse et utiliser des semences certifiées ou au moins traitées.
- Désherber précocement, c'est à dire au stade 3-4 feuilles du blé, contre les dicotylédones et les monocotylédones selon le degré d'infestation, à une semaine d'intervalle lorsque l'on doit utiliser les deux types de désherbants.
- Apporter les quantités d'engrais nécessaires, en se basant sur les analyses du sol ou sur la formule moyenne le cas échéant.

• Apporter l'eau nécessaire par irrigation, en se renseignant auprès des CDA ou des arrondissements de l'ORM-VAD, qui devrait suivre le bilan hydrique et apporter le conseil en d'irrigation.

• Traiter si c'est nécessaire en s'informant auprès des techniciens sur les risques encourus en fonction des variétés utilisées et des conditions climatiques.

• Eviter les pertes à la récolte en assurant un contrôle au champ lors du passage de la moissonneuse-batteuse.

En matière d'organisation des agriculteurs, il est recommandé d'organiser la profession localement pour que les agriculteurs soient près de leurs intérêts, par CDA ou arrondissement. Nous proposons dans ce sens de mettre sur pieds une organisation d'agriculteurs qui pourrait s'intituler «le club des 80 quintaux», en sélectionnant par CDA les agriculteurs qui produisent pour vendre et non pas pour autoconsommer. Cette structure peut avoir un bureau régional avec des antennes locales avec leur propre bureau. Ces agriculteurs bien encadrés et assistés du point de vue gestion, peuvent s'équiper en matériel et équipements de stockage. Ils peuvent aussi être sensibilisés sur les aspects qualité et devenir des partenaires à part entière des minotiers. Comme il peuvent s'organiser en matière de recours au service d'autrui, achat de semences, d'engrais, travaux à façon...

D'autres mesures d'accompagnement sont indispensables pour lever un certain nombre de contraintes, notamment:

- Le financement: allègement des modalités d'octroi de crédit, tout en s'assurant des possibilités de recouvrement, sachant que le blé n'est pas automatiquement livré à la CAM.
- L'encadrement des agriculteurs: il doit être renforcé pour les agriculteurs qui veulent intensifier pour vendre et non pour autoconsommer. Sans oublier ces derniers, mais il peut y avoir un effet d'entraînement
- La promotion du privé (jeunes promoteurs et autres) notamment en amont de la production (intrants, travaux à façon) et aussi en aval pour résoudre les problèmes de stockage, de conditionnement et aboutir à une meilleure qualité.
- La formation continue des cadres (ingénieurs et techniciens) et des agriculteurs par l'organisation de visites ailleurs sur des thèmes précis ou de séances de durée limitée avec un programme ciblé ■.

Par Dr. Ahmed BOUAZIZ

Coordinateur du projet

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

Remerciements:

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une convention entre la DPV et l'IAV Hassan II, Marché n° 91/1/DPV/DCLF.

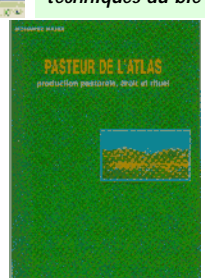
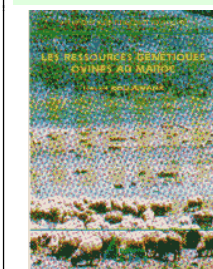
L'auteur remercie toute l'équipe qui a participé à la réalisation de ce travail, notamment les Prof. SOUDI et BOUHACHE. Ainsi que Prof. BAMOUH pour nous avoir incité à partager cette expérience avec un public plus large..



A. BOUAZIZ
A. RAHMOUNE
(1998)
GERBLE
Un logiciel de construction d'itinéraires techniques du blé

Mohamed MAHDI
(1999)
Professeur de Sociologie Rurale à l'ENA Meknès

Pasteurs de l'Atlas
Production pastorale, droit et rituel
347 pages
DL 141/1999



I. BOUJENANE
(1999)
Les ressources génétiques ovines au Maroc
Actes Editions IAV Hassan II

Tableau 4: Charges, valeurs de la production et marges brutes (Dh/ha) relatives aux itinéraires techniques de blé dur testés (cas du semis dense et du sol Tirs)

Opération	Itinéraires techniques							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Travail du sol	300	300	300	300	300	300	300	300
Engrais de fond	991	991	991	991	991	991	991	991
Semis	900	900	900	900	900	900	900	900
Désherbage chimique	494	494	494	494	494	494	494	494
Traitement fongicide	714	714	385	714	714	714	714	714
Réducteur de paille	335	0	335	335	335	335	335	335
Engrais de couverture	702	702	702	702	702	867	537	0
Irrigation	1.085	1.085	1.085	1.085	1.085	1.085	1.085	1.085
Total charges	5.895	5.560	5.566	5.895	5.400	6.060	5.729	5.192
Total recettes	19.875	19.925	18.555	17.405	14.705	20.370	17.760	15.960
Marge nette	13.980	14.365	12.989	11.510	9.305	14.310	12.031	10.768