

EFFECT OF TILLAGE ON CROP ESTABLISHMENT, YIELD, AND WATER USE OF SUNFLOWER IN RAINFED CONDITIONS OF MEKNES (MOROCCO)

[IMPACT DU TRAVAIL DU SOL SUR L'INSTALLATION DE LA CULTURE, LA PRODUCTIVITE ET L'UTILISATION DE L'EAU CHEZ LE TOURNESOL EN CONDITIONS PLUVIALES DE LA REGION DE MEKNES (MAROC)]

Abdellah Aboudrare, ENA Meknès, Département de Machinisme Agricole,
B.P. S/40, 50 000 Meknès, Maroc
E-mail: aboudrare@hotmail.com

Ahmed Bouaziz, IAV Hassan II, Département d'Agronomie et d'Amélioration des Plantes, B.P. 6202 Rabat, Maroc
E-mail: a.bouaziz@iav.ac.ma

Philippe Debaeke, INRA, Unité d'Agronomie, B.P. 27, 31326 Castanet -Tolosan cedex, France
E-mail : debaeke@toulouse.inra.fr

Hassan Chekli, ENA Meknès, Département de Machinisme Agricole,
B.P. S/40, 50 000 Meknès, Maroc.

Abstract

The effects of several soil tillage methods (with or without ploughing, at different dates: early and late in autumn) on crop establishment, yield and water use of rainfed sunflower were studied at ENA-Meknès between 1994 and 1998, on a moderately deep clay soil with an available soil water of 160 mm/m. The success of crop establishment was related to climatic conditions, particularly to the amount and distribution of rainfall before and after planting, and to seedbed structure resulting from tillage. Yield and water use efficiency were not affected by soil tillage provided plant density was the same.

Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de différentes techniques de travail du sol (avec ou sans retournement) et de leur date de réalisation (précoce ou tardif) sur la productivité et l'utilisation de l'eau chez le tournesol pluvial. Les expérimentations ont été conduites à l'ENA de Meknès entre 1994 et 1998, sur un sol argileux moyennement profond de réserve utile évaluée à 160 mm/m. Les résultats montrent que la réussite de l'installation de la culture est tributaire des conditions climatiques (en particulier quantité et répartition des pluies avant et après le semis) et des états structuraux du lit de semences.

résultant des techniques de travail du sol utilisées. Pour des peuplements similaires, le rendement grain ainsi que l'efficacité d'utilisation de l'eau du tournesol ne sont pas affectés significativement par le mode de travail du sol (modalité et époque de travail).

Introduction

Il existe peu d'études sur l'impact du travail du sol sur le rendement et l'utilisation de l'eau chez le tournesol (Sin et al., 1996) contrairement au blé (Bouaziz et Bruckler, 1989). Les travaux existants montrent que les rendements du tournesol ne sont pas très affectés par la méthode de travail du sol. Mais, pour des raisons de préservation de l'environnement (conservation de l'eau et du sol) et de réduction des coûts de production, la tendance est à l'utilisation des techniques de travail du sol conservatrices (chisel, paraplow, travail minimum, non travail du sol) (Unger, 1990; Bonari et al., 1996; Sin et al., 1996, Blamey et al., 1997; Halvorson et al., 1999; Norwood, 1999). Ces techniques présentent, toutefois, l'inconvénient de favoriser la prolifération des adventices et la dégradation de la structure du sol (sols battants).

L'objectif de ce travail est d'étudier l'impact de différentes techniques de travail du sol sur l'installation, l'utilisation de l'eau et la productivité du tournesol en conditions pluviales de la région de Meknès (Maroc) pour diverses situations climatiques.

Matériels et Méthodes

Les expérimentations ont été conduites sur le site expérimental de l'ENA de Meknès (Maroc) entre 1994 et 1998, sur un sol argileux moyennement profond (80-100 cm) de réserve utile évaluée à 160 mm/m.

Deux facteurs ont été étudiés: 1) la date de travail du sol avec ses deux variantes travail précoce (réalisé en juin après récolte du blé) et travail tardif (réalisé en mars juste avant l'installation du tournesol); 2) le type d'outils avec cinq variantes: labour à la charrue à socs (25-30 cm) (CHS); travail au paraplow (25-30 cm) (PAR); travail au chisel (20-25 cm) (CHZ); travail au covercrop (8-10 cm) (CC) et non travail du sol (NW). Le dispositif expérimental est un split-plot à 4 répétitions en 1994/95 et 1995/96 et un bloc aléatoire complet à 4 répétitions en 1996/97 et 1997/98 (variantes du facteur date de travail dissocié en deux expérimentations: « travail précoce » et « travail tardif » avec un seul facteur étudié: méthode de travail du sol).

Pour toutes les expérimentations, un désherbage chimique en interculture a été effectué après levée des adventices. Les reprises (selon les années vibroculteur, rototiller, cultivateur à dents ou herse lourde) ont été homogènes pour tous les traitements. Le tournesol (cv. Florasol) est semé au printemps (entre le 15 mars et le 1er avril selon les années) et reçoit 42 kg N/ha, 84 kg de P₂O₅/ha et 42 kg de K₂O /ha. Un binage mécanique est effectué en mai et la récolte est réalisée en août.

Les principales mesures effectuées par parcelle élémentaire sont: l'humidité du sol (méthode gravimétrique: 3 carottes sur 100 cm de profondeur par tranches de 10-20 cm), la densité apparente (méthode des petits cylindres), la surface foliaire (méthode simplifiée CETIOM sur 10 plantes), la matière sèche aérienne totale (6 plantes prélevées à maturité), la profondeur et la répartition racinaire à la floraison (méthode de grille maillée) et le rendement grain et ses composantes (échantillon de 50 capitules ou relation diamètre du capitule-nombre

de grains). L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide du logiciel statistique «STATISTIX» 1.0 (Analytical Software, Tallahassee, USA). L'analyse de la variance a été réalisée pour comparer les traitements et la plus petite différence significative (LSD) a été retenue pour classer les moyennes au seuil de probabilité $\alpha = 0.05$.

Résultats et Discussions

Pluviométrie des quatre années d'expérimentation. La pluviométrie des quatre années d'expérimentation s'est traduite, tant dans sa répartition que dans la hauteur totale reçue, par une grande irrégularité, caractéristique du climat méditerranéen. Les quantités de pluie enregistrées de septembre à août sont de 264, 673, 569 et 554 mm respectivement pour 1994/95, 1995/96, 1996/97 et 1997/98. Comparées à la moyenne sur 41 ans (1960-2000) qui est de 530 mm pour Meknès, l'année 1994/95 est très sèche (suivi de la culture limité à la levée) alors que l'année 1995/96 est très pluvieuse; les années 1996/97 et 1997/98 sont moyennes. Les quantités de pluie tombées au cours du cycle de la culture (mars-août) sont de 119, 145, 184 et 127 mm respectivement pour 1994/95, 1995/96, 1996/97 et 1997/98.

Effet sur l'installation de la culture. Pour une même densité de semis, les peuplements moyens varient entre années (Tableau 1) en raison des conditions climatiques (pluviométrie) et physiques (structure plus ou moins grossière du lit de semences). A ceci s'ajoute un effet supplémentaire du type de travail du sol. En 1994/95, la levée a été compromise par la sécheresse et les attaques des insectes et oiseaux, ce qui a donné lieu à des peuplements très faibles. Pour les années 1995/96 et 1996/97, la levée s'est déroulée en conditions hydriques et physiques relativement favorables et les peuplements n'étaient pas affectés par le mode de travail du sol. En 1997/98, le semis a été précédé par une longue période de sécheresse (1.5 mois), d'où une humidité au semis qui est proche du point de flétrissement, notamment pour PAR et CHZ, et en-dessous de cette limite pour CHS et CC; seul NW conserve une humidité au-dessus du point de flétrissement. Cette différence d'humidité permet d'expliquer en partie l'effet significatif du travail du sol sur le peuplement (Tableau 1). Ajoutons à cela l'effet physique de prise en masse notée sur les traitements CC et PAR en raison de la succession d'une période très humide et d'une période très sèche. Les effets de la date de travail du sol et de l'interaction technique x date de travail ne sont pas significatifs sur le peuplement.

Effet sur l'enracinement du tournesol. Pour les deux années 1996 et 1997, le travail du sol a eu un effet marqué sur l'enracinement du tournesol, s'expliquant par le mode d'action de chacun des outils utilisés. En effet, la réparation racinaire est assez homogène sur le profil après labour en raison d'un état structural poreux sur les 25-30 cm. Dans le cas du chisel et du paraplow, on note une concentration des racines sur le passage des dents. Pour le covercrop, la majeure partie des racines est localisée au niveau des 10 premiers centimètres en raison d'une discontinuité structurale au delà de 10 cm s'expliquant par une utilisation répétée de cet outil. La profondeur racinaire maximale se situe, en fonction des années, à 60-80 cm.

Effet sur le rendement grain et ses composantes. L'effet du travail du sol sur le rendement grain et ses composantes n'est pas significatif pour les deux années 1996 et 1997 (Tableau 1) en dépit des différences d'enracinement nettes, en particulier entre CHS et CC. Ce résultat s'expliquerait par la capacité du tournesol à s'adapter aux mauvaises conditions de pénétration racinaire, résultat concordant avec celui de Bonari et al. (1996) et Unger (1990) qui rapportent dans diverses conditions de milieu que le travail du sol affecte peu le rendement grain du tournesol. En 1998, les différences initiales peuplement se sont traduites

par des différences significatives de rendement grain et de ses autres composantes (Tableau 1). Pour la même année, la faiblesse du rendement dans le cas de CC et PAR s'explique, en plus du faible peuplement, par la forte infestation adventice. Les différences inter-annuelles de rendement grain et de ses composantes s'expliquent par la pluviométrie au cours du cycle de la culture et par les températures maximales de fin de cycle (juin et juillet) qui étaient particulièrement élevées en 1996, ce qui a fortement limité le poids de 1000 grains au cours de cette année (34.4 g). Signalons également que la date de travail du sol tout comme l'interaction date x technique de travail n'affectent pas significativement le rendement grain et ses composantes. On relève lors de ces expérimentations la capacité du tournesol à compenser les faibles densités et à se développer correctement même en conditions de faible pénétration racinaire et de forte infestation par les mauvaises herbes.

Tableau 1. Effet du travail du sol sur le rendement grain (Rdt) et ses composantes.

Années	Modalités de travail du sol	Nombre pieds/m ²	Nombre grains/capitule	Nombre grains/m ²	Poids de 1000 grains (g)	Rdt grain (q/ha)
1995/96 (moyenne travail précoce et tardif)	CHS	5.63	995	5568	35.2	19.5
	CHZ	5.46	986	5332	33.9	18.1
	PAR	5.12	1011	5170	33.6	17.4
	CC	4.83	967	4635	34.7	16.2
	Moyenne	5.26	990	5176	34.4	17.8
	LSD (0.05)	ns	ns	ns	ns	ns
1996/97 (travail précoce)	CHS	6.20	1204	7458	45.2	33.7
	CHZ	6.10	1192	7263	44.7	32.4
	PAR	6.00	1224	7344	47.0	34.5
	CC	6.28	1176	7382	43.7	32.1
	NW	5.85	1179	6895	45.4	31.5
	Moyenne	6.08	1195	7269	45.2	32.9
1996/97 (travail tardif)	CHS	5.93	1209	7162	46.5	33.3
	CHZ	5.98	1214	7255	46.4	33.5
	PAR	5.75	1207	6941	45.3	31.4
	CC	5.90	1226	7228	44.6	32.1
	Moyenne	5.89	1214	7147	45.7	32.6
	LSD (0.05)	ns	ns	ns	ns	ns
1997/98 (travail précoce)	CHS	4.25 a	1156 a	4927 a	53.5 a	26.7a
	CHZ	4.42 a	1049 b	4637 a	48.9 ab	22.7 a
	PAR	3.43 b	909 c	3118 b	41.1 bc	12.8 b
	CC	2.08 c	711 d	1412 c	33.8 c	5.2 c
	NW	4.23 a	1193 a	4995 a	47.1 ab	23.7 a
	Moyenne	3.68	1003	3818	44.9	18.2
	LSD (0.05)	0.37	94.7	413.4	9.5	6.8
	C.V. (%)	17.6	16.5	18.9	13.7	24.3

Nombre plantes/m² en 1994/95 : 1.22 b (CHS); 1.16 b (CHZ); 1.56 a (PAR); 1.65 a (CC);
ns: non significatif au seuil 5 %; C.V.: coefficient de variation

Effet sur l'utilisation de l'eau. Au cours des deux années, 1996 et 1997, l'évapotranspiration réelle totale (ETR) n'est pas affectée par la technique de travail du sol (Tableau 2). Les différences d'enracinement entre les quatre techniques de travail du sol ne se sont pas traduites par des différences de consommation en eau. On peut penser soit aux

superficiel, soit à la forte capacité d'absorption de l'eau par les racines du tournesol, bien que la densité chute rapidement au delà de 20 cm. L'effet de la date de travail du sol n'est pas significatif sur l'ETR tout comme l'interaction entre les deux facteurs étudiés. En 1998, les différences de consommation en eau constatées (Tableau 2) s'expliqueraient par la différence de peuplement et d'indice foliaire entre les traitements.

Tableau 2. Effet du travail du sol sur la consommation en l'eau (ETR), la matière sèche totale (MST), l'indice de récolte (IR) et l'efficacité d'utilisation de l'eau pour le grain (EUEgr) et la matière sèche (EUEms).

Années	Méthodes Travail du sol	ETR (mm)	MST (q/ha)	IR	EUEgr (kg/mm/ha)	EUEms (kg/mm/ha)
1995/96 (moyenne travail précoce et tardif)	CHS	275.0	73.3 a	0.27	7.1	26.7 a
	CHZ	292.0	71.8 a	0.25	6.3	24.6 b
	PAR	271.0	72.6 a	0.24	6.4	26.8 a
	CC	278.9	62.9 b	0.26	5.8	22.6 c
	Moyenne	279.2	70.1	0.25	6.4	25.2
	LSD (0.05)	ns	4.50	ns	ns	1.43
1996/97 (travail précoce)	CHS	277.8	130.9	0.26	12.1	47.2
	CHZ	282.5	131.9	0.25	11.5	47.0
	PAR	283.1	125.9	0.27	12.3	45.0
	CC	283.4	130.4	0.25	11.5	46.7
	NW	310.7	120.5	0.26	10.2	39.1
	Moyenne	287.5	127.9	0.26	11.5	45.0
1996/97 (travail tardif)	CHS	274.0	113.5	0.30	12.3	41.4
	CHZ	298.3	126.1	0.27	11.4	42.5
	PAR	288.5	125.4	0.25	11.0	43.7
	CC	279.3	112.6	0.30	11.7	40.7
	Moyenne	285.0	119.4	0.28	11.6	42.1
	LSD (0.05)	ns	ns	ns	ns	ns
1997/98 (travail précoce)	CHS	266.5 a	69.8 a	0.38	9.7 a	26.2 a
	CHZ	273.0 a	66.9 a	0.35	8.4 a	25.1 a
	PAR	240.8 ab	38.2 b	0.35	5.3 b	15.8 b
	CC	226.8 b	19.1 c	0.27	2.5 b	9.0 b
	NW	268.6 a	69.4 a	0.34	8.9 a	26.0 a
	Moyenne	255.2	52.7	0.34	7.0	20.4
	LSD (0.05)	38.1	19.1	ns	2.9	9.1
	C.V. (%)	9.7	23.6	21.0	28.1	28.9

Effet sur la matière sèche, l'indice de récolte et l'efficacité d'utilisation de l'eau. Pour des peuplement similaires, le travail du sol n'affecte pas significativement la matière sèche, l'indice de récolte et l'efficacité d'utilisation de l'eau (Tableau 2). Les différences constatées en 1996 et 1998 s'expliquent par des différences de peuplement à la levée et des problèmes d'infestation par les adventices (cas du covercrop et paraplow en 1998). L'effet de la date de travail du sol tout comme celui de l'interaction date x technique de travail n'est pas significatif sur les trois variables.

Conclusions

Il ressort de ce travail que la réussite de l'installation de la culture est tributaire des conditions climatiques, en particulier quantité et répartition des pluies avant et après le semis, et des états structuraux (lit de semences) résultant de l'application des techniques de travail du sol. Des résultats identiques ont été obtenus sur blé (Bouaziz et Bruckler, 1989). Par ailleurs, pour des peuplements similaires, et en dépit des différences d'enracinement entre traitements, le rendement grain ainsi que l'efficacité d'utilisation de l'eau du tournesol ne sont pas affectés par le mode de travail du sol (date et technique de travail). Par conséquent, le choix d'une technique de travail du sol doit tenir compte au delà de ses effets recherchés sur le stockage de l'eau en interculture, de considérations économiques (coût du matériel et de passages d'outils), environnementales (énergie, préservation de l'eau et du sol) et organisationnelles (temps de travail). Le travail du sol au chisel combiné à un désherbage chimique en interculture est la stratégie qui répond à cet objectif (Aboudrare, 2000).

Références Bibliographiques

- Aboudrare, A. 2000. Stratégies de stockage et d'utilisation de l'eau pour le tournesol pluvial dans la région de Meknès. Thèse de Doctorat Es-Sciences Agronomiques. IAV Hassan II. Rabat (Maroc). 175 pp. + annexes.
- Blamey, E.P.C, R.K. Zollinger, and A.A. Schneiter. 1997. Sunflower production and culture. In: Sunflower Technology and production. A.A. Schneiter (ed.). Agronomy Monograph No. 35, ASA-CSSA-SSSA. Madison, Wisconsin, USA. pp. 595-670.
- Bonari, E., M. Mazzoncini, N. Silvestri and L. Angelini. 1996. Effects of different soil tillage systems on sunflower yields and soil physical characteristics. Proc 14th Int. Sunf. Conf., 1996, China. p. 333-337.
- Bouaziz, A. and L. Bruckler. 1989. Modeling of wheat seedling growth and emergence: II. Comparison with field experiments. Soil Sci. Soc. Am. J. 53:1838-1846.
- Halvorson, A.D., A.L. Black, J.M. Krupinsky, S.D. Merrill and D.L. Tanaka. 1999. Sunflower response to tillage and nitrogen fertilization under intensive cropping in a wheat rotation. Agron. J. 91:637-642.
- Norwood, C. A. 1999. Water use and yield of dryland row crops as affected by tillage. Agron. J. 91:108-115.
- Sin, Gh., S. Ionita, M. Popa and Gh. Petcu. 1996. Research results on the effects of soil tillage techniques, sowing date and plant density on sunflower production. Proc. 14th Int. Sunf. Conf., 1996. China. p. 351-354.
- Unger, P.W. 1990. Sunflower. In: Irrigation of Agricultural Crops. B.A. Stewart and D.R. Nielson (eds). ASA Monograph No. 30, ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI. p. 775-791.