

L'entretien des sols à olivier en milieu aride : conséquences agronomiques et maîtrise par l'agriculteur

Ben Rouina B., Yousfi M., M'Laouah M., Louizi A.

in

Zekri S. (ed.), Laajimi A. (ed.).
Agriculture, durabilité et environnement

Zaragoza : CIHEAM
Cahiers Options Méditerranéennes; n. 9

1995
pages 125-134

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=96605586>

To cite this article / Pour citer cet article

Ben Rouina B., Yousfi M., M'Laouah M., Louizi A. **L'entretien des sols à olivier en milieu aride : conséquences agronomiques et maîtrise par l'agriculteur.** In : Zekri S. (ed.), Laajimi A. (ed.). *Agriculture, durabilité et environnement* . Zaragoza : CIHEAM, 1995. p. 125-134 (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 9)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

L'entretien des sols à olivier en milieu aride : conséquences agronomiques et maîtrise par l'agriculteur

B. BEN ROUINA
M. YOUSFI
M. M'LAOUAH
A. LOUIZI
INSTITUT DE L'OLIVIER
BP 263, 3018 SFAX
TUNISIE

RESUME - Sous le climat aride du sud tunisien, où la pluviométrie, caractérisée par son irrégularité et sa mauvaise répartition, n'excède pas 250 mm an⁻¹ l'entretien du sol par les façons culturales est primordial pour la bonne croissance et la fructification de l'olivier. Cependant, si auparavant les exploitations jouissaient des soins les plus méticuleux basés sur un dry farming strict, depuis les années 1970, l'introduction d'une mécanisation anarchique n'a cessé de dégrader un écosystème fragile suite la destruction de la structure du sol et l'érosion de la couche arable. Dans ce cadre, l'étude de l'impact agronomique et de son effet sur l'évolution des réserves hydriques du sol de certains outils de travail du sol a été réalisée. Bien qu'ils soient préliminaires les résultats montrent : (i) l'insuffisance de la pluviométrie a un effet dépressif sur la croissance et la fructification des oliviers en milieu aride ; (ii) les façons culturales de travail du sol permettent de limiter le développement de la végétation adventice et favorisent la meilleure infiltration de l'eau dans le sol ; (iii) l'introduction au cours de l'hiver de la charrue polysocs ou du cultivateur avec pointes qui travaillent sur une profondeur de 20 à 25 cm améliore le comportement hydrique du sol et permet une meilleure croissance des arbres.

Mots-clés : Milieu aride, olivier, technique de labour.

SUMMARY - "Soils for olive production in arid areas: agronomic implications for the farmer". Orchard tillage was considered fundamental in order to increase growth and yield of olive trees, especially in arid zones where rainfall varies considerably, and it is not well spread over time and does not exceed 250-300 mm per year. However, instead of the traditional tillage practices which had proved their efficiency, the using of anarchic motorization during the two last decades had generated a degradation, then a destruction of the soil structure and soil erosion, particularly in those fragile ecosystems. In order to assess the tilling system impact and their influence, both on the soil agronomical properties and the olive-tree growth and production, the effect of tilling tools was studied in field experiments. The preliminary results show that: (i) a lack of rainfall water has a negative impact on growth and reproduction development in cultivated dry areas; (ii) the tillage practices permit a control of weed development and to favours the multiplication of the infiltration preferential paths; (iii) the water infiltration and retention, the water behaviour and the root growth improved when the soil was ploughed in winter (20-25 cm deep).

Keys words: Arid area, olive trees, tillage.

Introduction

A l'état spontané, l'olivier se développe dans les milieux à pluviométrie supérieure à 400 mm, dans les endroits favorables à l'accumulation d'eau de ruissellement et surtout au-delà de l'isohyète 800 mm (Loussert et Brousse, 1978). Toutefois, sous

les climats semi-aride et aride de la Tunisie Centrale et du Sud, cet arbre est omniprésent et son maintien est à un développement approprié et modulable des structures racinaires et aériennes assez caractéristiques (Trigui, 1987), dépendant à leur tour des conditions climatiques, de la nature du sol et des techniques culturales.

Dans ces régions, l'oléiculture traditionnelle se limite aux sols légers, profonds et bien filtrants. Les densités de plantation sont faibles (17 à 50 arbres par hectare) et les exploitations jouissent des soins les plus méticuleux basés sur un "dry farming" strict utilisant une succession de façons culturales pour l'extirpation de toute végétation adventice nuisible. Par ailleurs, afin de pallier à un déficit hydrique permanent, les paysans utilisaient l'inondation dirigée par la création de petits ouvrages de conservation de l'eau et du sol (El Amami, 1984 ; Smane *et al.*, 1991) ; qui permettent d'exploiter rationnellement les eaux de ruissellement pour une meilleure utilisation par les plantes.

Cependant, avec la disparition de la traction animale, l'utilisation anarchique du tracteur et la méconnaissance des outils de travail du sol ; des problèmes agronomiques n'ont pas tardé à apparaître provoquant à la fois le réenvahissement des vergers par le chiendent (*Cynodon Dactylon*), la dégradation de la structure du sol par le tassement, aggravée par l'érosion suite à la destruction des aménagements de conservation de l'eau et du sol, ainsi qu'une régression, quoique non quantifiée, de la croissance et de la production des olivettes.

Etant donné l'absence de normes techniques y afférentes, notre recherche vise la rationalisation de l'utilisation du matériel approprié en fonction du type de sol et de la période d'intervention tout en intégrant un certain nombre de paramètres agronomiques qui servent au jugement de l'efficacité du travail entrepris. En effet, en dehors de quelques tentatives espagnoles (Pastor, 1991) qui parlent de 10 à 18 heures an⁻¹ de tracteur de 70 cv par hectare dans l'olivieraie Andalouse, aucune recherche n'a été entreprise dans ce sens.

Cependant, tous les avis concordent sur la recherche d'un optimum d'entretien du sol par labour qui permettra à l'arbre :

(i) D'exploiter au maximum le volume du sol dans lequel il est implanté :

Etudiant le pouvoir rhizogénique de l'olivier, le Bourdelles (1978), met en évidence l'existence d'un chevelu racinaire dense juste à quelques centimètres au-dessous de la couche arable ; de même qu'un système puissant pouvant explorer des profondeurs dépassant 5 m dans certains sols légers. Cet enracinement est fortement affecté par le tassement du sol lié à son tour aux façons culturales de travail du sol (Tardieu, 1990).

(ii) De recevoir et d'emmagasiner au maximum les eaux de pluie :

Le travail du sol a pour but majeur d'ameublir le sol par l'accroissement de sa porosité (Dalleine, 1980). Il permet ainsi de meilleurs infiltration et stockage des eaux de pluie (Tardieu *et al.*, 1990).

Par ailleurs, au cours de la saison pluvieuse, les labours permettent d'empêcher la formation d'une pellicule de battance qui induit une forte décroissance de l'infiltrabilité par la création d'une croûte structurale de quelques millimètres d'épaisseur (Boiffin *et al.*, 1990) et provoque des situations de ruissellement concentré pouvant engendrer l'érosion du terrain (Boiffin *et al.*, 1988). Ce même phénomène est rapporté par Trigui (1987) sur les sols sableux du Châal.

Par contre, au cours de la saison sèche, l'entretien du sol par binage brise les tubes capillaires et ralentit l'évaporation en raison de la formation d'un mulch. Celui-ci protège la réserve d'eau non évaporée qui pourra être utilisée par les racines de l'olivier (Trigui *et al.*, 1993).

(iii) D'éliminer la concurrence de la végétation adventice.

Dans les oliveraies tunisiennes, le travail du sol est pratiquement le seul moyen de conserver les terres "propres". En conditions d'aridoculture, la présence du chiendent entrave la bonne croissance des oliviers et réduit de 30% leurs productions (Institut de l'Olivier, 1992) ; quant aux autres espèces adventices, leur effet dépressif n'a jamais été évalué.

Matériel et méthodes

Tirant ses origines du savoir faire traditionnel des agriculteurs de la région qui utilisaient la charrue à soc, l'araire et la binette à lame ; ce travail se propose d'utiliser le tracteur en remplacement du dromadaire avec le même principe d'outils à savoir : la charrue polysocs, le cultivateur à dents semi-rigides équipés de pointes, de queue d'hirondelles ou de lames.

L'objectif de cette recherche est de :

(i) Choisir les meilleurs outils tractés pour le travail du sol en analysant leurs impacts agronomiques compte tenu du milieu naturel.

(ii) Déterminer le nombre optimum de façons annuelles de travail du sol.

Pour ce faire, une parcelle expérimentale du CFPMA Boughrara située à 35 km au nord de Sfax et plantée en oliviers à l'âge adulte a été choisie. Elle couvre 15 hectares et est subdivisée en 15 sous-parcelles de 1 ha chacune. Chacun des 5 traitements étudiés est placé sur 3 répétitions de 1 ha réparties au hasard, qui reçoivent les façons culturales suivantes :

T1 : 6 façons annuelles au cultivateur avec queue d'hirondelle (traitement standard : 6 QH).

T2 : 4 façons au cultivateur avec queue d'hirondelle au cours des saisons pluvieuses + 2 façons au cultivateur lames la saison sèche (4 QH + 2 L).

T3 : 2 façons à la charrue polysocs en automne-hiver + 2 façons au cultivateur à queue d'hirondelle au printemps + 2 façons au cultivateur avec lames en été (2 CPS + 2 QH + 2 L).

T4 : 4 façons au cultivateur combinant pointes sur la première rangée et queue d'hirondelle sur la 2ème +2 façons estivales au cultivateur avec lames (4(P-QH)+2 L).

T5 : On reprend T3 se limitant à un seul passage de la charrue polysocs (1 CPS + 2 QH + 2 L).

Entamés depuis septembre 1988, les contrôles intéressent :

(i) Le prélèvement manuel à la tarière d'échantillons de sol sur 4 profondeurs allant de 0 à 80 cm (pas de 20 cm) pour la détermination de l'humidité volumique du sol.

(ii) Le contrôle de la croissance végétative à l'aide de pousses marquées (pousses verticale et pendante) : longueur, nombre de paires de feuilles, longueur des entre-noeuds.

(iii) Le contrôle de la production annuelle des arbres.

(iv) L'analyse physico-chimique du sol.

(v) L'enregistrement de la pluviométrie.

Résultats et discussions

Vu sa rusticité et sa pérennité indéniables, l'olivier a peu profité des acquisitions de la recherche en matière d'entretien du sol et aucune norme nationale (ni régionale d'ailleurs) n'est disponible à l'heure actuelle. Ainsi, notre travail a été décidé suite à une enquête réalisée auprès de grands propriétaires (OTD notamment) concernant le nombre annuel des façons culturales pratiquées, afin de déterminer un optimum aussi bien pour les outils utilisés que pour le nombre de leurs passages. Après 5 ans d'essai, les présents résultats restent encore préliminaires et nécessitent d'être complétés par des études relatives à l'évolution de la physico-chimie du sol, aux problèmes d'érosion ainsi que les aspects économiques de l'entretien du sol.

Analyse physico-chimique du sol

Au démarrage de l'essai, un échantillon représentatif du sol a été prélevé sur une profondeur comprise entre 0 et 25 cm et analysé afin de caractériser ce sol léger, de couleur brun clair et particulièrement meuble. Les résultats de cette analyse sont consignés dans la table 1 et laissent apparaître le caractère sablonneux dominant de la parcelle (88%) ; de même qu'une pauvreté exceptionnelle de la couche arable en matières organique (0,4%) et minérale (azotes totales : 0,04% ; phosphates 0,03% et potassium : 0,016%).

Profil pédologique

L'examen du profil pédologique montre un sol brun isohumique à accumulation progressive, de texture légère dont la cohésion et la consistance augmentent avec la

sécheresse ; et à partir de 1 m de profondeur, ce sol présente un mycélium calcaire avec parfois des nodules vers 2 m.

Table 1. Analyse physico-chimique du sol de la localité de Boughrara (couche arable 0 - 25 cm de profondeur)

Analyse physique	Teneur
Sable grossier (0,2 - 2 mm) p. 1000	397
Sable fin (0,05 - 0,2 mm) p. 1000	346
Sable très fin (0,02 - 0,05 mm) p. 1000	152
Limon (0,002 - 0,02 mm) p. 1000	44
Argile (moins de 0,002 mm) p. 1000	71
Calcaire total p. 1000	46
Calcaire actif (méthode Drouineau)	17
Matière organique (méthode Anne) p. 1000	4,2
Azote "Kjeldahl" p. 1000	0,45
C/N	9,33
Analyse chimique	
Phosphates (Joret-Hebert) p. 1000	0,32
Magnésium échangeable p. 1000	0,063
Potasse échangeable p. 1000	0,165
Ca ++ (m q l ⁻¹)	7,1
Na+ (m q l ⁻¹)	9,3
Cl-- (m q l ⁻¹)	10
S04 - (m q l ⁻¹)	1,89
pH "eau"	8,4
Conductivité électrique	2,33
Densité apparente sèche	1,7

Pluviométries enregistrées

Au cours des 5 dernières années, la pluviométrie annuelle moyenne de la localité est de 264,9 mm, avec un maximum de 362,1 mm en 1989-90 et un minimum de 148,6 en 1990-91 (Table 2).

Par ailleurs, au cours de cette même période, on a enregistré deux fois des pluies exceptionnelles : 152,1 mm en janvier 1990 et 100,8 mm en février 1992 ; de même que 16 mois à pluviométrie nulle (< 1 mm).

Si l'on utilise la notion des pluies utiles développée par Trigui (1987), qui considère que des pluies inférieures à 5 mm ne profitent en rien à l'olivier, le nombre des mois secs sera ramené à 27 mois soit 45% de la période d'essai. d'où l'intérêt capital du travail du sol pour enrayer le ruissellement, favoriser l'infiltration et réduire l'évaporation des eaux de pluie.

Table 2. Pluviométrie mensuelle enregistrée au cours des cinq dernières années (mm)

Année	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août
1988-89	51	0	86,7	31,5	11,7	21,5	1,5	35,4	6,5	0,5	14	0,5
1989-90	9,5	33,3	9,9	50,5	152	0	22,5	31,5	11,5	11	0	30,3
1990-91	2,1	0	20,8	31,8	14	22,4	28,3	13,9	7,3	8	0	0
1991-92	62,8	24	30,6	0	0	101	51	36	25,2	0	0	7,3
1992-93	15,8	0	35	33,2	16,5	10,5	40	0	27	0	0	0
Moyenne	28,3	11,5	36,6	29,4	38,9	31	28,7	25,3	15,5	3,9	0,2	15,6

Caractéristiques hydriques du sol

Comme le sol est sablonneux, caractérisé par une densité apparente sèche élevée ($d = 1,7$) ; sa teneur en eau est constamment faible et évolue entre 25 et 120 litres d'eau par m^3 de sol selon les mois. Soient des humidités volumiques variant de 1,5% au cours de la saison sèche, à un maximum de 12% lors de la saison pluvieuse.

Comparés à d'autres résultats enregistrés sur sols limoneux ou argileux où l'humidité volumique est constamment supérieure à 20% et peut atteindre dans certains cas limites 50 à 60%, ces valeurs mettent en évidence le faible pouvoir de rétention des sols sableux.

En appliquant la formule de Gras pour le sol sableux de Boughrara, la valeur de la capacité de rétention (Hcr) est de 10,5%. Quant au point de flétrissement permanent (Hpf), il est évalué à 2%. Ainsi, l'humidité utile (H.U.) disponible pour l'olivier est de l'ordre de 8,5% soit environ 85 litres d'eau par m^3 de sol (humidité des 80 premiers centimètres du sol).

Effet de l'entretien du sol sur l'évolution de l'humidité

Après cinq années d'entretien du sol par des façons appropriées, utilisant différentes combinaisons d'outils travaillant à des profondeurs variant de 5 à 20 cm, l'étude des profils hydriques semble mettre en évidence un effet significatif de l'outil (Table 3).

En effet, l'analyse de l'évolution mensuelle des profils hydriques sur 4 horizons de 20 cm chacun, allant de 0 à 80 cm, montre des valeurs statistiquement différentes au seuil de 5% (Analyse de variance après transformation angulaire des données) et permet de classer les différents traitements selon les valeurs décroissantes de l'humidité utile du sol ($H.U. = Hcr - Hpf$) comme suit : T5 - T2 - T4 - T1 - T3 (Table 4).

Table 3. Evolution mensuelle de l'humidité volumique et des réserves utiles en eau du sol, tous traitements confondus (moyenne des cinq années d'étude)

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août
Happ. (%)	4,25	3,78	4,4	4,78	5,38	5,83	5,63	5,18	5,1	4,74	3,48	2,46
R.U. (l/m ³)	72,3	64,3	74,8	81,3	91,5	99,1	95,7	88,1	86,7	80,6	59,2	41,8

De ces résultats il se dégage que :

(i) L'utilisation de la charrue polysocs une fois par an en automne (T5) ouvre le sol sur une profondeur de 15 à 20 cm, favorise l'infiltration des eaux de pluie et améliore les réserves utiles en eau du sol. Toutefois, un 2^{ème} passage de cet outil (T3) entraîne d'importantes pertes d'eau par évaporation suite au retournement excessif du sol.

(ii) Malgré le fait qu'ils ouvrent mieux le sol, deux passages au cultivateur canadien avec pointes (T4) ont le même effet que deux passages à la charrue polysocs ; c'est dire qu'ils favorisent le dessèchement du sol.

(iii) En l'absence de la charrue polysocs (T5), il semble que 4 passages au cultivateur avec queues-d'hirondelle la saison humide, plus 2 façons estivales au cultivateur avec lames (T2), donne les meilleurs résultats.

(iv) Au cours de la saison sèche, un léger binage du sol par le cultivateur avec lames est suffisant pour créer un mulch qui réduit l'évaporation de l'eau du sol. De même, l'utilisation du cultivateur à queues d'hirondelle au cours de l'été (T1) est à proscrire puisqu'en retournant même légèrement le sol, il favorise son dessèchement.

Cependant, l'analyse statistique de l'évolution des réserves utiles en eau du sol en fonction de la pluviométrie ne présente aucune relation statistiquement significative. Cela semble résulter d'une part de la haute perméabilité du sol sableux dont la vitesse de filtration est très élevée et d'autre part de l'irrégularité caractéristique des pluies et de la fréquence des mois secs.

Effet de l'entretien du sol sur la croissance et la production

Eu égard à son cycle végétatif particulier caractérisé par le fait que la croissance et la fructification sont décalées d'une année (puisque les fruits sont portés par les rameaux d'un an) ; la production de l'olivier est tributaire des conditions du milieu et des soins culturaux.

Ainsi, l'effet de la pluviosité et par voie de conséquence des réserves hydriques utiles du sol sur l'importance de la production apparaît l'année suivante. C'est à dire, aux fortes pluies de l'année n-1 correspond une bonne production l'année n et inversement.

Autrement dit, les pluies exceptionnellement importantes améliorent les réserves hydriques du sol et induisent une forte croissance végétative qui s'exprimera par une bonne fructification l'année d'après. Par contre, les années sèches marquent beaucoup la production oléicole et affectent généralement le végétal ; puisque à chaque année de faible pluviométrie suit une ou plusieurs récoltes faibles voire nulles (Table 4).

Table 4. Evolution des réserves utiles en eau du sol en fonction de la profondeur du profil prospecté et des façons culturales (moyenne des cinq années d'étude)

Traitement	T1	T2	T3	T4	T5	Moyenne
A (0-20 cm)	65,1	67,0	60,9	63,8	75,3	66,4 D ^{††}
B (20-40 cm)	79,7	81,37	70,4	75,8	88,7	78,2 C
C (40-60 cm)	91,5	90,8	80,2	84,8	94,1	88,3 B
D (60-80 cm)	93,8	97,8	87,5	89,0	102,1	94,1 A
Moyenne	82,5 b [†]	84,2 b	74,8 c	78,4 c	90,1 a	81,7

[†]Différences significatives entre R.U. des cinq traitements au seuil 5%

^{††}Différences significatives entre profondeurs au seuil 1% (ANOVA)

L'examen des résultats enregistrés montre la haute dépendance de la croissance et de la fructification de la pluviométrie. En fait, à la faible pluviométrie de la campagne 1987-88 (94 mm de pluie) s'est produite une longation presque nulle des pousses avec des entre-noeuds très courts (0,65 cm/entre-noeud) ce qui a induit une production nulle en 1988-89. Cependant, les pluies diluviennes de janvier 1990 (pluviométrie de 362 en 1989-90) ont fait exprimer leur plein potentiel végétatif aux oliviers, qui ont réagi par la formation de pousses longues avec des entre-noeuds longs (2,5 cm/entre-noeud) et ont donné des productions élevées (115 kg/arbre).

Table 5. Evolution de la croissance végétative et de la production de l'olivier en fonction de la pluviométrie enregistrée

Année	Pluviométrie (mm)	Long. moy. de la pousse	Nb d'entre noeuds	Production (kg)
1987-88	94,2	2	3	-
1988-89	288,8	13	9	-
1989-90	362,1	27	11	22
1990-91	148,6	3	3	115
1991-92	337,7	19	12	-
1992-93	178	3,5	5	73

Toutefois, il est notoire de remarquer qu'au cours des 5 premières années de l'essai, l'effet des différentes combinaisons de travail du sol sur la croissance et la production est non significatif et semble être masqué par l'alternance stricte de la variété "chemlali" ; aggravée par les sécheresses qui se suivent : de 1987-88 à 1992-93 soit parmi 6 campagnes agricoles on dénombre 3 années pluviométriques déficitaires.

Conclusion

Bien qu'ils soient encore préliminaires, nos résultats mettent en évidence l'importance d'une multitude de facteurs qui régissent la croissance et la production de l'olivier. Ainsi, le problème de l'entretien de l'olivieraie par le travail du sol apparaît complexe et doit faire intervenir un certain nombre de paramètres essentiels : le sol, l'eau et la plante.

Par ailleurs, la détermination des besoins en eau de l'olivier dépend des conditions édapho-climatiques de la plantation, de la densité de peuplement (c'est-à-dire de l'importance du volume de sol procuré à l'arbre) et des façons culturales, sans pour autant négliger le cultivar et ses potentialités physiologiques de développement (profondeur d'enracinement, densité racinaire, régulation stomatique, etc).

Malgré leur effet certain sur l'importance des réserves hydriques du sol (effet statistiquement significatif au seuil de 5%), les façons culturales de labour semblent être sans effet sur la croissance et la production de l'olivier au cours des 5 premières années de notre essai. Cela peut résulter de l'alternance physiologique de la variété chemlali accentuée par les déficits de pluviométrie et leurs impacts sur le végétal.

En effet, chaque forte production ou année de sécheresse est accompagnée par une très faible croissance végétative et suivie l'année d'après, d'une fructification nulle tributaires des faibles réserves de l'arbre et de l'état chétif du rameau porteur liés à leur tour aux réserves hydriques du sol.

Par ailleurs, il est à noter que l'utilisation exclusive à longueur d'année du cultivateur canadien avec queues d'hirondelle (T1) tel qu'il est pratiqué maintenant dans la plupart des vergers en zone aride est à proscrire. Cet outil engendre la formation d'une semelle de labour superficielle (8 à 12 cm), induit la formation d'un chevelu racinaire dense dans les 20 premiers centimètres du sol et rend l'arbre plus vulnérable aux déficits hydriques fréquents. De plus, l'utilisation de cet outil au cours de la saison sèche retourne légèrement le sol et l'expose au dessèchement et il est préférable de le remplacer par le cultivateur à lames (T2).

Partant, pour pallier à l'effet nocif du cultivateur à queues d'hirondelle (semelles de labour superficielle), il est intéressant d'ouvrir le sol une fois par an par la charrue polysocs (T5) ou le cultivateur avec pointes (T4) qui travaillent sur une profondeur allant de 20 à 25 cm et améliorent les réserves hydriques du sol.

Enfin, il reste à signaler que malgré son caractère préliminaire, cette étude fournit de nombreux renseignements quant l'entretien du sol par les façons culturales et la maîtrise de ses faibles réserves hydriques, et mérite d'être complétée par l'étude de l'enracinement de l'olivier, des problèmes de ruissellement et de conservation de l'eau et du sol, ainsi que de l'action mécanique des différents outils sur la structure du sol.

Références

- Boiffin, J., Guerif, J. et Stengel, P. (1990). Le processus d'évolution de l'état structural du sol : quelques exemples d'études expérimentales récentes. Dans : *La structure du sol et son évolution* No. 53. INRA, pp. 37-69.
- Boiffin, J., Papy, F. et Eimberck, M. (1988). Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré. I. Analyse des conditions de déclenchement de l'érosion. *Agronomie*, 8 : 663-673.
- Bourdelle (Le), J. (1978). *Utilisation de l'eau en oléiculture, Etudes et techniques d'irrigation. Tendances actuelles*. Feuille d'information du COI. SP/T, 7, 4 p.
- Dalleine, E. (1980). *Les façons en travail du sol*. CNEEMA.
- El Amami, S. (1984). *Réflexions agronomiques sur les perspectives d'évolution de l'oléiculture tunisienne*. X Aniversario Red Cooperación Europea de Investigación en oleicultura. Cordoue.
- Institut de l'Olivier (IO) (1992). *Les moyens de lutte contre le chiendent* (en Arabe). Feuilles d'information No. 8. Ministère de l'Agriculture, Tunis.
- Loussert, R. et Brousse, G. (1978). *L'olivier*. Collection techniques agricoles et Productions méditerranéennes. France, 465 pp.
- Pastor, M. (1991). Non-labour et autres systèmes de labourage réduit en oléiculture. *Olivae*, 34.
- Snane, M.H., Toumi, M. et Chaabouni, Z. (1991). Un modèle d'optimisation des pluies pour les oliveraies. *Sécheresse*, 2 (1).
- Tardieu, F. (1990). Effet de l'état structural du sol sur l'enracinement. Que prendre en compte pour la modélisation. Dans : *La structure du sol et son évolution*. INRA, 53 : 91-109.
- Tardieu, F., Katerji, N. et Bethenod, O. (1990). Relation entre l'état hydrique du sol et quelques indicateurs de l'état hydriques du maïs après floraison. *Agronomie*, 10 : 617-626.
- Trigui, A. (1993). *Le secteur oléicole : Potentialité, Production et évolution à paraître*. Série Etudes, 1/93.
- Trigui, A. (1987). *Relations entre le climat, le sol et la production de la variété d'olivier Chemlali dans la région de Sfax (Tunisie)*. Thèse de Docteur es sciences. Académie de Montpellier.
- Trigui, A., Ben Rouina, B. et Msallem, M. (1993). *Investigations on productivity and olive production techniques in Tunisia*. FAO Inter-regional cooperative research network on olives. Working group on productivity and production techniques. Perugia, Italie, Nov. 1993, 10 pp.