

Réponse de l'olivier à la technique de dessèchement partiel des racines durant trois années consécutives d'essai

Soumaya Dbara^{1*}, M. Ben Mimoun² & R. Hellali²

Keywords: Olive tree- Deficit irrigation- Yield- Vegetation- Tunisia

Résumé

L'eau est un facteur limitant pour le développement de l'agriculture. Pour cette raison, l'amélioration de son efficacité est nécessaire par la recherche des stratégies de l'irrigation déficitaire. C'est dans ce cadre que la réponse de l'olivier à ces stratégies a été évaluée par l'étude de leurs effets sur la production et la végétation. L'essai a eu lieu en plein champ sur des arbres en production de la variété «Chetoui», par l'introduction d'une nouvelle technique d'irrigation qui consiste en un dessèchement partiel des racines appelée aussi PRD (Partial Root Drying). L'expérimentation a duré trois années consécutives par l'application de cinq traitements à savoir: le pluvial (sans aucune irrigation), 100%PRD et 50%PRD (irrigation avec respectivement 100% et 50% de la dose sur un seul côté de l'arbre avec une alternance de 10 jours), 100%ETc et 50%ETc (irrigation avec respectivement 100% et 50% de la dose sur les deux côtés de l'arbre). Les résultats ont montré que le rendement moyen par arbre a été légèrement affecté et que les différences ne sont pas significatives, surtout la dernière année de l'essai, à l'exception du pluvial. La détermination de l'indice de maturité a montré qu'il a augmenté par le déficit hydrique. Par contre, le taux d'huile n'a pas été influencé. Aussi, les résultats ont montré que les traitements déficitaires, indépendamment du mode d'apport, ont réduit la croissance végétative.

Summary

Olive Tree Response to Partial Root Drying during Three Consecutive Years

Water scarcity appears as one of the main factors limiting agricultural development. For this reason it is necessary to reduce water use for irrigation and thereby increasing crop water use efficiency. This experiment have lead to development of different irrigation practice (partial root drying and regulated deficit irrigation) which aims to study these effects on water use efficiency in olive trees under semi arid climate of Tunisia. The experiment was done during three consecutive years in a drip irrigated orchard of "Chetoui" the most important cultivar of north of Tunisia. Five irrigation treatments were applied: Rain fed (without irrigation), 100%PRD and 50%PRD (Respectively 100% and 50% of dose on one side alternating the wetted and dried sides of the root system every ten days) and 100%ETc and 50%ETc (respectively 100% and 50% of dose on both sides). Results showed that irrigation slightly affected yield and differences between treatments were no significant especially in the last year of the experiment except the rainfed. Ripening index measurement given that it increased with the increase of water deficit but the oil yield was unaffected. Also, results showed that vegetative growth was reduced by water deficit.

Introduction

L'olivier est réputé pour sa grande rusticité, lui permettant de se développer et de fructifier sous des conditions de climat subaride et sur des sols parfois très pauvres. Il supporte parfaitement la sécheresse, mais ses productions seront faibles et souvent aléatoires (9). Il est traditionnellement cultivé dans le bassin méditerranéen et il représente l'une des principales cultures en Tunisie. En revanche cette dernière compte parmi les pays les moins lotis en ressources hydriques et les perspectives de pénurie de l'eau sont devenues évidentes. Cette situation pourrait s'aggraver davantage à long terme avec les risques de l'accroissement de l'aridité. Par ailleurs, il a été démontré dans certains travaux que la production répond positivement à des apports

supplémentaires d'eau (7). Pour cette raison, l'aménagement hydraulique ainsi que les techniques d'irrigation sont devenus des outils nécessaires pour faire face à ce problème. L'irrigation déficitaire est parmi les remèdes adoptés. Elle est basée sur l'amélioration de la croissance, tout en réduisant les pertes d'évapotranspiration (4, 6). Cette dernière a été appliquée sur différentes espèces et sous différents climats. Malgré ses bénéfices, l'irrigation déficitaire nécessite la bonne connaissance des stades tolérants au stress hydrique et elle est difficile à appliquer par les agriculteurs. Récemment, une nouvelle technique a été développée, appelée «Dessèchement partiel des racines» (Partial Root Drying). Elle consiste à alterner l'irrigation des deux côtés de l'arbre. Le

¹Centre Régional des Recherches Agricoles de Sidi Bouzid, BP 357, Sidi Bouzid, 9100 Tunisie.

²Laboratoire d'arboriculture fruitière, Institut National Agronomique de Tunisie, Avenue Charles Nicolle, 1002 Tunis, Tunisie.

*Correspondance: Soumaya Dbara, Centre Régional des Recherches Agricoles de Sidi Bouzid, BP 357, Sidi Bouzid, 9100 Tunisie.

Téléphone: 0021676621950

Fax: 0021676621950

e-mail: soumayadbara@yahoo.fr

Reçu le 17.08.10 et accepté pour publication le 18.01.11.

développement de cette technique a été basé sur l'hypothèse de la synthèse et du transport des signaux chimiques de la partie desséchée du système racinaire pour induire la fermeture des stomates, sans changement important de la turgescence foliaire (8, 14). En fait, certains auteurs (6) ont étudié les stratégies de l'irrigation déficitaire (irrigation déficitaire raisonnée et dessèchement partiel des racines) et leur potentiel en horticulture. En effet, ils ont affirmé que la vigne et les arbres fruitiers sont les plus adaptés à cette stratégie sachant que les réponses étaient variables et fonction de l'espèce, de la variété et des conditions climatiques. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude, dont l'objectif consiste à étudier la réponse de l'olivier au dessèchement partiel des racines comparativement aux techniques de l'irrigation conventionnelle et déficitaire.

Matériel et méthodes

1. Site expérimental et matériel végétal

L'essai a été entrepris au nord de la Tunisie dans la région de 'Mornag' (Latitude 32°7, Longitude 10°14), au sein d'une olivette en production avec une densité de 8 x 8 mètres. Le sol est argileux limoneux. Le climat est semi-aride, caractérisé par une pluviométrie annuelle moyenne aux alentours de 450 mm avec des étés secs. La variété à huile choisie est 'Chetoui'. Elle est caractérisée par une forte alternance (irrégularité inter annuelle des récoltes dont l'année 'On' désigne l'année de la bonne production et 'Off' de la production faible).

2. Traitements hydriques appliqués

Au début de l'été, cinq traitements hydriques ont été appliqués selon un dispositif expérimental en blocs avec neuf répétitions. Le calcul des besoins en eau des oliviers a été effectué en se basant sur l'évapotranspiration culturale (ETc), estimée à partir de l'évapotranspiration potentielle (ETp), calculée à partir de la classe A et du coefficient cultural selon la

méthode de Penman Monteih proposée par la FAO (1). Les besoins en eau ont été quantifiés par 250 mm durant la période allant de mars à septembre. Les traitements appliqués sont:

- Pluvial: sans irrigation
- 100%PRD et 50%PRD: irrigations avec respectivement 100% et 50% des besoins en eau sur un seul côté de l'arbre avec une alternance de 10 jours.
- 100%ETc et 50%ETc: irrigations avec respectivement 100% et 50% des besoins en eau sur les deux côtés de l'arbre.

3. Paramètres suivis

Le suivi a porté sur la détermination du taux de chute des fruits au mois de juin de chaque année [Tc (%)] ainsi que sur la production en kilogrammes par olivier [Rdt (kg/arbre)].

A la récolte, trois échantillons de 100 olives par arbre ont été récoltés, dont la détermination de l'indice de maturité (IM) (10) et le taux d'huile [TH (%)] ont été effectués.

Concernant la végétation, la mesure de la longueur moyenne des pousses en centimètres [L (cm)] a été aussi effectuée après la récolte. Sachant que la moyenne est calculée sur une vingtaine de pousses par arbre, réparties sur les quatre directions.

4. Analyses statistiques

L'analyse de la variance (ANOVA) a été effectuée par le logiciel SPSS (10.0).

Résultats

1. Le taux de chute par arbre (%)

La détermination du taux de chute des jeunes olives au mois de juin a montré des différences significatives, tant entre les traitements qu'entre les années (Figure 1). En effet, les résultats ont montré que, pour les deux années de production 'ON' (Année 1 et Année 3)

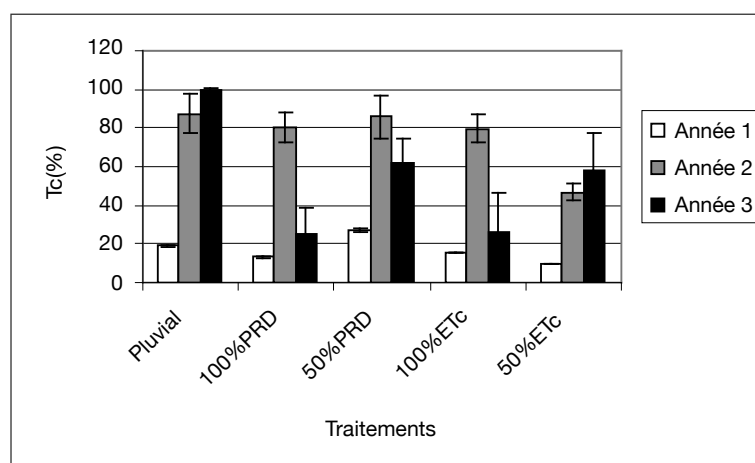


Figure 1: Le taux de chute des olives au mois de juin pour les trois années d'études et pour les cinq traitements (Pluvial, 100%PRD, 50%PRD, 100%ETc et 50%ETc).

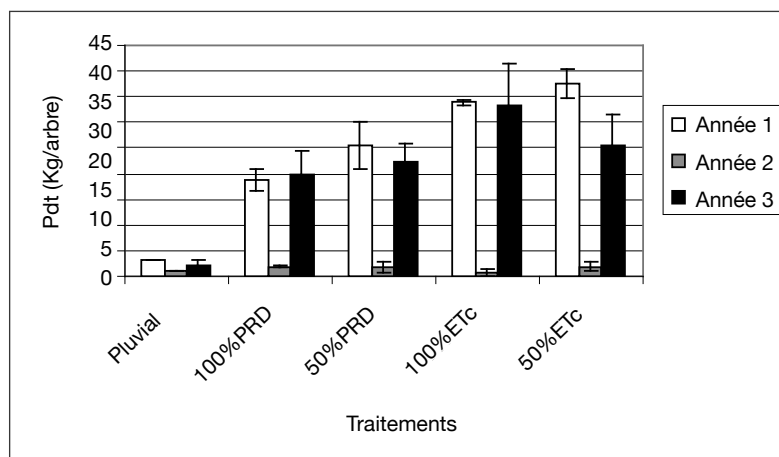


Figure 2: Le rendement moyen par olivier à la récolte pour les trois années d'études et pour les cinq traitements (Pluvial, 100%PRD, 50%PRD, 100%ETc et 50%ETc).

le pourcentage de chute le plus important est toujours obtenu au niveau des traitements les plus stressés (pluvial, 50%PRD et 50%ETc uniquement pour la troisième année). Par contre, les irrigations avec une dose de 100%, quel que soit le mode d'apport, c'est-à-dire sur les deux côtés ou sur un seul, le réduisait. Concernant la deuxième année 'OFF' il était très élevé pour tous les traitements à l'exception d'une légère diminution notée au niveau du traitement 50%ETc. L'étude de ce paramètre a montré qu'il est plus affecté par la dose que par le mode d'apport, puisque les irrigations avec 100%PRD et 100%ETc le réduisaient plus qu'avec 50%PRD et 50%ETc. Ceci affectera la production par arbre surtout que le calibre et le poids moyen ne seront pas affectés par le régime hydrique.

2. Le rendement moyen par arbre (kg/arbre)

A la récolte, la détermination du rendement moyen par arbre pour chaque traitement a révélé des différences significatives (Figure 2). Les traitements hydriques ont nettement affecté le rendement spécialement à la première et la troisième année (Années ON). Pour la deuxième année (Année OFF) tous les traitements ont donné une production faible.

Pour la première année de l'essai, il a été noté que les rendements les plus importants ont été obtenus au niveau des traitements 100%ETc et 50%ETc tandis

que les traitements PRD ont donné une production moyenne. Les plus faibles ont été observés au niveau du traitement pluvial. Pour la deuxième année, aucune différence significative entre les traitements n'a été notée. En dernière année de l'essai, les résultats ont montré une diminution de rendement seulement au niveau du traitement pluvial. Par contre, le rendement le plus important a été observé au niveau du traitement 100%ETc sachant que les traitements déficitaires ont donné les rendements intermédiaires sans aucune différence significative entre eux (50%PRD, 100%PRD et 50%ETc).

3. L'indice de maturité

Les résultats ont montré que ce paramètre est nettement affecté par les traitements hydriques (Tableau 1). A la première (Année ON) on a noté que l'indice de maturité était élevé aux traitements pluvial et déficitaires (50%ETc et 100 et 50%PRD) tandis que l'irrigation avec 100%ETc a diminué ce paramètre. En fait, la valeur de RI était inférieure à 3 pour 100%ETc, supérieure à 5 pour pluvial et entre 4 et 5 pour tous autres traitements. En dernière année, elle était égale à 3 pour 100%ETc, sans aucune différence significative avec 50%ETc, et entre 3 et 4 pour les autres traitements. A la deuxième (Année OFF), aucune différence significative n'a été notée entre les traitements.

Tableau 1

L'indice de maturité et le taux d'huile des olives à la récolte pour les trois années d'études et pour les cinq traitements (Pluvial, 100%PRD, 50%PRD, 100%ETc et 50%ETc). Chaque lettre désigne le même groupe homogène au seuil de 5%

	Année1		Année 2		Année 3	
	IM	TH (%)	IM	TH (%)	IM	TH (%)
Pluvial	5,26a	16	2,6b	19	3,76a	19,66
100%PRD	4,33a	16	3,48b	19	3,66a	19,67
50%PRD	4,74a	15	3,42b	16	4,05a	16,08
100%ETc	2,83b	16	3,18b	16	2,95b	17,05
50%ETc	4,68a	16	4,08b	16	3,64ab	18,87

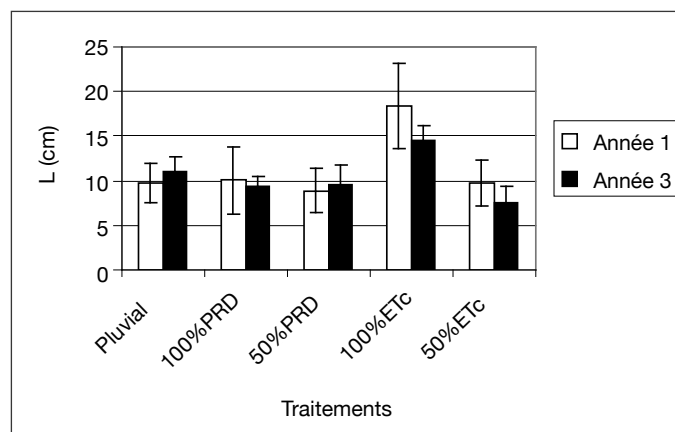


Figure 3: La longueur moyenne des pousses végétatives après la récolte pour les deux années de production et pour les cinq traitements (Pluvial, 100%PRD, 50%PRD, 100%ETc et 50%ETc).

4. Le taux d'huile (%)

Pour la première et la troisième année de l'essai (Années de production), les analyses statistiques n'ont pas montré de différences significatives comparativement au témoin (100%ETc). Alors que, pour la deuxième année (OFF) les traitements: pluvial et 100%PRD ont augmenté le rendement en huile par rapport aux autres traitements.

5. La longueur moyenne des pousses végétatives

Les résultats ont montré des différences significatives entre les traitements déficitaires et le témoin (100%ETc) (Figure 3). En effet, ce dernier a présenté une croissance végétative plus importante pour les deux années de production. La comparaison des traitements 100%PRD, 50%PRD et 50%ETc n'a pas montré de différences significatives pour les deux années (ON).

Discussion

Nos résultats ont présenté un faible rendement au niveau des traitements déficitaires par dessèchement partiel des racines (100%PRD et 50%PRD) la première année par rapport au témoin (100%ETc). Aussi, ce dernier a amélioré la production par rapport au pluvial. Ceci confirme ceux trouvés par d'autres, qui ont affirmé que les irrigations avec 50%PRD ont nettement réduit le rendement de l'olivier (2, 17). Certains ont essayé uniquement 50%PRD, mais à des fréquences d'alternance variable, et un témoin (100%ETc) (17). De même, ils ont attribué cette diminution à la réduction du nombre des fruits par arbre, ce qui est bien illustré par nos calculs du taux de chute (17). Nos résultats ont aussi montré que le traitement pluvial a donné la production la plus faible, notamment à la première et à la troisième années (ON). A la deuxième année (OFF) les différences entre les traitements étaient non significatives. Dans d'autres travaux, il a été affirmé que le traitement pluvial des oliviers donne un nombre

très faible d'olives (11). Cette constatation confirme ce que nous avons trouvé au niveau du taux de chute dont les calculs ont montré qu'il est le plus élevé pour le traitement pluvial.

La comparaison du traitement 50%ETc par rapport au témoin n'a pas montré de différence significative. Ceci concorde avec les constatations antérieures qui ont signalé que les restrictions hydriques de 33%ETc ont légèrement réduit le rendement, mais avec une amélioration de certaines caractéristiques des fruits (12). Par contre, à la troisième année, les irrigations déficitaires n'ont pas affecté le rendement. Cette dernière observation confirme celles trouvées chez la vigne, dont il a été démontré que les irrigations par dessèchement partiel des racines sont très adaptées puisque aucune différence significative n'a été notée par rapport au témoin (5, 15). D'autre part, et vu que la variété «Chetoui» est très alternante (16), le rendement de la deuxième année a été très faible. Aucune différence significative entre les traitements n'a été remarquée.

Pour l'indice de maturité, nos résultats confirment les travaux antérieurs qui ont affirmé qu'il est amélioré par les irrigations déficitaires (2, 10). Concernant le taux d'huile, les résultats n'ont pas montré de différence significative ce qui confirme ceux d'autres travaux où il a été signalé que les traitements PRD et le témoin ont donné des taux d'huile très proches (17). De même, d'autres auteurs ont trouvé que les restrictions hydriques n'ont pas amélioré ce paramètre (12). Par contre, il a été remarqué que ce paramètre est amélioré au niveau du traitement le plus stressant c'est-à-dire l'irrigation 50%PRD avec une alternance de quatre semaines (2). Il a été aussi, antérieurement démontré que la teneur en huile est inversement proportionnelle à la dose d'irrigation (10).

Le comportement végétatif des oliviers a été aussi évalué. En effet, il a été noté que les traitements déficitaires, ainsi que le pluvial, ont limité la longueur

moyenne des pousses. Ce résultat confirme plusieurs autres qui ont signalé que les traitements PRD (3, 17) ainsi que les restrictions hydriques (13) permettent un meilleur contrôle de la croissance végétative de l'olivier et de la vigne (5, 14, 15).

La limitation la plus importante a été obtenue au niveau du témoin (100%ETc) suivi de 100%PRD et enfin de 50%PRD. La même réponse a été aussi observée sur le nombre de feuilles par pousse (3).

Généralement, la réduction de la croissance végétative accompagnée d'une légère diminution du rendement au niveau des traitements déficitaires (notamment avec 50% des besoins en eau) montre une meilleure efficacité d'utilisation de l'eau (17).

Conclusion

En conclusion, l'irrigation avec 100%ETc a augmenté la production mais les traitements PRD, avec 50% des besoins, ainsi que ceux de l'irrigation déficitaire, sont apparus plus efficaces puisqu'ils ont limité la croissance végétative avec une légère réduction du rendement et sans aucun effet sur le taux d'huile.

L'application de la technique de dessèchement partiel des racines est encore limitée aux essais expérimentaux et l'étude de son effet sur la qualité de l'huile d'olive ainsi qu'à long terme est nécessaire.

Références bibliographiques

- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. & Smith M., 2000, Cropevapotranspiration. FAO: Irrigation and drainage paper, 56, 326 p.
- Aganchich B., El Antari A., Wahbi S., Tahi H., Wakrim R. & Serraj R., 2008, Fruit and oil quality of mature olive trees under partial rootzone drying in field conditions. *Grasaa y Aceites*, 59, 225-233.
- Aganchich B., Wahbi S., Loreto F. & Centritto M., 2009, Partial root zone drying: regulation of photosynthetic limitations and antioxidant enzymatic activities in young olive (*Olea europaea*) saplings. *Tree. Physiol.* 29, 685-696.
- Centritto M., Loreto F., Massacci A., Pietrini F., Villaniand M.C. & Zacchini M., 2000, Improved growth and water use efficiency of cherry saplings under reduced light intensity. *Ecol. Res.* 15, 385-392.
- Chaves M.M., Santos T.P., Souza C.R., Ortuno M.F., Rodrigues M.L., Lopez C.M., Maroco J.P. & Periera J.S., 2007, Deficit irrigation in grapevine improves water use efficiency while controlling vigour and production quality. *Ann of applied biology.* 150, 237-252.
- Costa J.M., Ortu M.F. & Chaves M.M., 2007, Deficit irrigation as a strategy to save water: physiology and potential application to horticulture. *J. Integ. Pl. Bio.* 49, 1421-1434.
- Fernandez J.E. & Morino F., 1999, Water use by the olive tree. *J. Crop. Prod.* 2, 101-162.
- Kang S. & Zhang J., 2004, Controlled alternate partial root zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. *J. Exp. Bot.* 55, 2437-2446.
- Loussert R. & Brousse G., 1978, L'olivier. Paris: Maisonneuve & Larose. 380 p.
- Motilva M.J., Tovar M.J., Romero M.P., Alegre S. & Girona J., 2000, Influence of regulated deficit irrigation strategies applied to olive trees (*Arbequina cultivar*) on oil yield and oil composition during the fruit ripening period. *J. Sc. Food. Agric.* 80, 2037-2043.
- Moriana A., Villalobos F.J. & Fereres, E., 2002, Stomatal and photosynthetic responses of olive (*Olea europaea* L.) leaves to water deficits, *Plant, Cell. Envir.* 25, 395-405.
- Patumi M., D'Andria R., Marsilio V., Fontanazza G., Morelli G. & Lanza B., 2002, Olive and olive oil quality after intensive monocone olive growing (*Olea europaea* L., cv. Kalamata) in different irrigation regimes. *F. Chem.* 77, 27-34.
- Solé Riera M.A., 1990, The influence of auxiliary drip irrigation with low quantities of water in olive trees in Las Garrigas. *Acta Hort.* 286, 307-310.
- Stoll M., Loveys B. & Dry P., 2000, Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevines. *J. Exp. Bot.* 51, 1627-1634.
- Santos T.P., Lopez C.M., Rodrigues M.L., Souza C.R., Maroco J.P. & Periera J.S., 2003, Partial rootzone drying: effects on growth and fruit quality of field grown grapevines. *Funct. Plant Biol.* 30, 663-671.
- Trigui A. & Msallem M., 2002, Oliviers de Tunisie: catalogue des variétés autochtones et types locaux. IRESA, IO, Tunisie, 200 p.
- Wahbi S., Wakrim R., Aganchich B., Tahi H. & Serraj R., 2005, Effects of partial rootzone drying (PRD) on adult olive tree (*Olea europaea*) in field conditions under arid climate I. Physiological and agronomic responses. *Agric. Ecosys. Envir.* 106, 289-301.

Soumaya Dbara, Tunisienne, Mastère et thèse de doctorat en cours, Attachée de recherches agricoles, Centre Régional des Recherches Agricoles de Sidi Bouzid, BP: 357, Sidi Bouzid 9100, Tunisie.

M. Ben Mimoun, Tunisien, Doctorat, Maître de conférences, Institut National Agronomique de Tunisie.

R. Hellali, Tunisien, Doctorat, Professeur de l'enseignement supérieur agricole, Institut National Agronomique de Tunisie.