IMPACT DE L'ETAT HYDRIQUE DU SOL SUR LE COMPORTEMENT ECOPHYSIOLOGIQUE D'UNE OLIVERAIE ADULTE AMENAGEE EN MESKAT (SAHEL TUNISIEN)

BEN SALEM Asma[1*], MAJDOUB Rajouene[1], M'SADAKYoussef[1]
et BOUJNAH Dalenda[2]
(1) Département du Génie des Systèmes Horticoles et du Milieu Naturel,Université de Sousse
Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, 4042 Chott Mariem, Tunisie
rmajdoub@yahoo.com; salem.asma@yahoo.fr; msadak.youssef@yahoo.fr
(2) Institution de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Agricoles, Institut de l'Olivier, 3000 Sfax, Tunisie. dalenda_boujnah@yahoo.fr

Résumé.- *Le système Meskat est la technique la plus adoptée depuis l'antiquité pour l'irrigation de la culture de l'olivier, spéculation la plus répandue dans le Sahel Tunisien. L'évaluation du comportement écophysiologique des oliviers plantés dans les mankâas selon l'état hydrique du sol a été effectuée à travers le suivi des paramètres écophysiologiques suivants: la conductance stomatique, le contenu relatif en eau au niveau des feuilles et le potentiel hydrique foliaire. Le dispositif expérimental retenu dans la région de Kroussia (gouvernorat de Sousse), est formé de trois bandes. Chacune est constituée de quatre casiers. Chaque casier est occupé par deux oliviers de variété «chemlali». L'état hydrique du sol a été apprécié par la mesure del'humidité du sol.Les résultats obtenus ont montré l'impact positif du système Meskat sur l'ensemble des indicateurs considérés. La conductance stomatique a augmenté, selon le gradient hydrique, de 50%. Une variation hautement significative a été relevée lors du suivi du potentiel hydrique foliaire également selon l'état hydrique des mankâas se traduisant par un accroissement de 30% pour une élévation de 8% pour l'humidité du sol. L'effet de la teneur en eau des mankâas sur l'écophysiologie de l'olivier a été également constaté par une amélioration de 45% du contenu relatif en eau. La contrainte hydrique du sol au niveau des casiers éloignés de l'impluvium a engendré une baisse remarquable au niveau des différents paramètres écophysiologiques étudiés.*

Mots clés: *Système Meskat, état hydrique du sol, écophysiologie, olivier, Tunisie littorale.*

IMPACT OF THE HYDRIC STATES OFTHE SOIL ON THE ECOPHYSIOLOGICAL BEHAVIOR OF ADULT OLIVERAIE DESIGNEDBY THEMESKAT(SAHEL OF TUNISIA)

Abstract.- *The Meskat system is the most common technique adopted since antiquity for irrigation of olive cultivation, the most widespread speculation in the Sahel of Tunisian. The evaluation of ecophysiological compartment of olive trees planted in mankâas according to the humidity of the soil was performed by monitoring the following ecophysiological parameters: stomatic conductance, relative water content in leaves and foliar hydric potential. In this context, an experimental device has been retained in the region of Kroussia (Governorate of Sousse). This device consists of three bands; each one consists of four compartments, each one occupied by two olive variety "chemlali". The hydric state of the soil was assessed by measuring of humidity. The results have demonstrated the positive impact of Meskat system on all indicators considered. Indeed, stomatic conductance increased as the water gradient of 50%. A highly significant variation occurred during follow-up of leaf water potential also in the water status mankâas resulting in an increase of 30% for an increase of 8% humidity of the soil. The effect of humidity in themankâason ecophysiology of the olive was also evidenced by a 45% improvement in the relative water content. Water stress in soil bins away from the catchment has led to dramatic declines in the various ecophysiological parameters studied.*

Keywords: *Meskat system, soil moisture, ecophysiology, olive, coastal Tunisia.*

Introduction

Dans les pays méditerranéens, l'oléiculture revêt une importance stratégique [1,2]. Néanmoins, la dépendance de cettespéculation des pluies très irrégulières inter et intra-annuelles, conduit à de faibles niveaux du potentiel de production oléicole [3,4,5]. Durant les années déficitaires et essentiellement dans les zones arides et semi arides, les apports pluviaux ne permettraient pas d'atteindre les besoins en eau nécessaires à la satisfaction de l'olivier [6,7].Le déficit hydrique est à l'origine des variations de réponses physiologiques. Cette variation se manifeste par la réduction du contenu relatif en eau au niveau des feuilles et par la diminution de la conductance stomatique et le potentiel hydrique foliaire [8,9]. Cette situation provient également d'une mauvaise utilisation de l'eau disponible. Par conséquent, l'exploitation des eaux pluviales et l'amélioration de l'efficacité de leur utilisation, par la gestion de l'humidité du sol, sont des facteurs essentiels pour améliorer la production oléicole.

La réduction du lourd fardeau imposé sur les cultures pluviales exige leur protection pour être exploitées d'une manière durable. Afin de remédier à cette situation et augmenter l'efficience agricole des pluies, un modèle de gestion durable a été adopté [4,10]**.**Ce modèle a été élaboré dans le cadre d'une stratégie décennale mise depuis 1990 par le Gouvernement Tunisien pour la mobilisation des eaux de surface et leur exploitation dans l'irrigation, la protection des terres en pente et l'aménagement intégré des versants [11]. Il s'agit de mettre en place de nombreux aménagements et techniques en fonction de la topographie, du climat local et de l'occupation des sols [12,13]. Parmi ces aménagements, le système *Meskat* est la technique la plus utilisée depuis l'antiquité pour l'irrigation de la culture de l'olivier, spéculation la plus répandue dans le Sahel Tunisien [14].Son principe consiste au captage, à l'amont, des eaux de ruissellement par l'impluvium (surface non plantée), et à la distribution des eaux collectées par des répartiteurs pour irriguer les oliviers plantés à l'aval dans les mankâas.

Pour la culture pluviale, l'activité physiologique de l'olivier est contrôlée par la disponibilité de l'eau dans le sol. Ainsi, la connaissance de 1'état hydrique des sols et de son évolution temporelle et spatiale est une information importante dans la compréhension du fonctionnement hydrique chez la plante. Plusieurs travaux de recherche en Tunisie ont étudié la variation du comportement écophysiologique de l'olivier sous l'effet du déficit hydrique et sous l'effet des régimes d'eau différents entre autres les études de Boujnah *et al.*(2004), Boussadia *et al.* (2008) et Charfi-Masmoudi *et al.* (2010) [15, 16, 17]. Ces dernières études s'intéressent essentiellement aux oliviers irrigués. Pour les oliviers en régime pluvial, les études ont concerné l'impact du système *Meskat* sur la vigueur [18, 20] et la fructification de l'olivier [19, 20]**.** Toutefois, d'après la documentation disponible, le suivi du comportement écophysiologique des oliveraies, conduites en mode pluvial, reste mal connu ou presque inexistant. Cette étude vise l'évaluation de la réponse écophysiologique d'une oliveraie adulte, aménagée par le système *Meskat*.

1.- Matériel et Méthodes

1.1.- Site d'étude

La présente étude est réalisée dans une exploitation agricole privée, propriété de la famille El Gzagza. Elle est localisée dans la région de Kroussia (Sousse, Tunisie littorale) de coordonnées géographiques : 35º43'58.62"N et 10º29'59.95"E. L'altitude de la parcelle

varie de 90 m à 120 m, par rapport au niveau de la mer. Cette exploitation, aménagée et régulièrement entretenue depuis le 17ème siècle, consiste en un système *Meskat* formé par un *impluvium* qui couvre une superficie de 20 ha et des *mankâas* totalisant une trentaine de casiers et couvrant une superficie de l'ordre de 15 ha. L'eau de ruissellement est collectée à l'aval de l'impluvium, ayant la forme d'un entonnoir, et est distribuée, à l'aide d'un partiteur, aux casiers (fig. 1). La régiond'étude est soumise à des précipitations d'une moyenne annuelle de l'ordre de 350mm, irrégulièrement réparties d'une année à l'autre. La température moyenne annuelle est de 19°C.; celle des maxima au mois de juillet, le plus chaud, est de 37°C., alors que celle des minima au mois de janvier, le plus froid, est de 5°C. Le sol est de type brun calcaire et rendzine. Le nombre d'événements pluvieux par an est en moyenne 35. L'olivier cultivé est la variété «*Chemlali*», largement répandue dans la région d'étude.

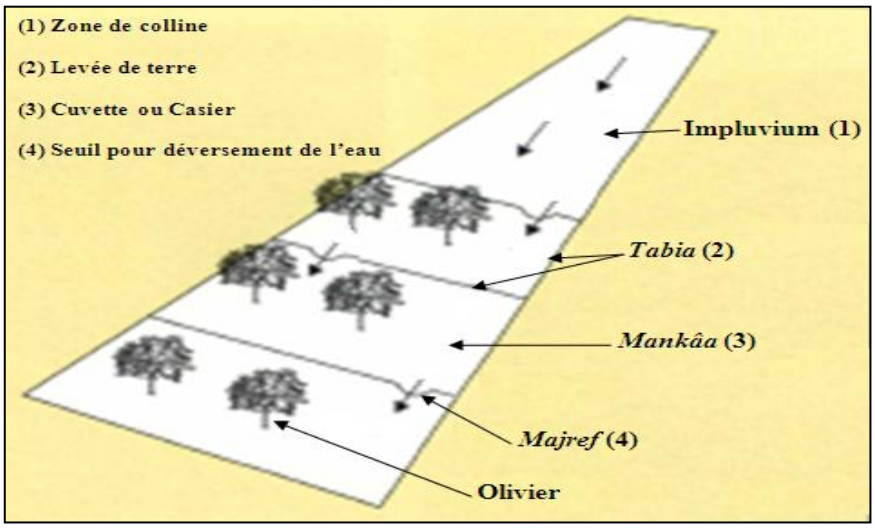

Figure 1.- Eléments constitutifs et fonctionnement du système *Meskat*

1.2.- Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté lors de cette étude est du type en bandes (fig. 2). Il est constitué de trois bandes: la bande gauche, la bande centrale et la bande droite, assimilées à des blocs. Chaque bande, qui appartient à une lignée d'héritiers, est formée par plusieurs casiers. Quatre casiers sont retenus pour chacune de ces bandes et, sont considérés comme des traitements: le casier amont du mankâa, le casier du milieu mankâa, le casier aval du mankâa et le casier témoin. Les distances entre le milieu de ces casiers et l'aval de l'impluvium sont 10 m, 47 m, 85 m et 126 m respectivement. Le casier amont profite de l'apport de plusieurs crues par an ; celui du milieu reçoit de l'apport de quelques crues, une à deux crues par an ; le casier aval bénéficie de l'apport d'au plus d'une crue par an et le casier témoin n'est affecté par le ruissellement que lors d'événement de fréquence rare. Les dimensions des casiers sont variables, soit en moyenne 20 m × 10 m. Pour chaque traitement, deux répétitions sont considérées, soit 2 arbres adultes par casier et 24 oliviers adultes au total.

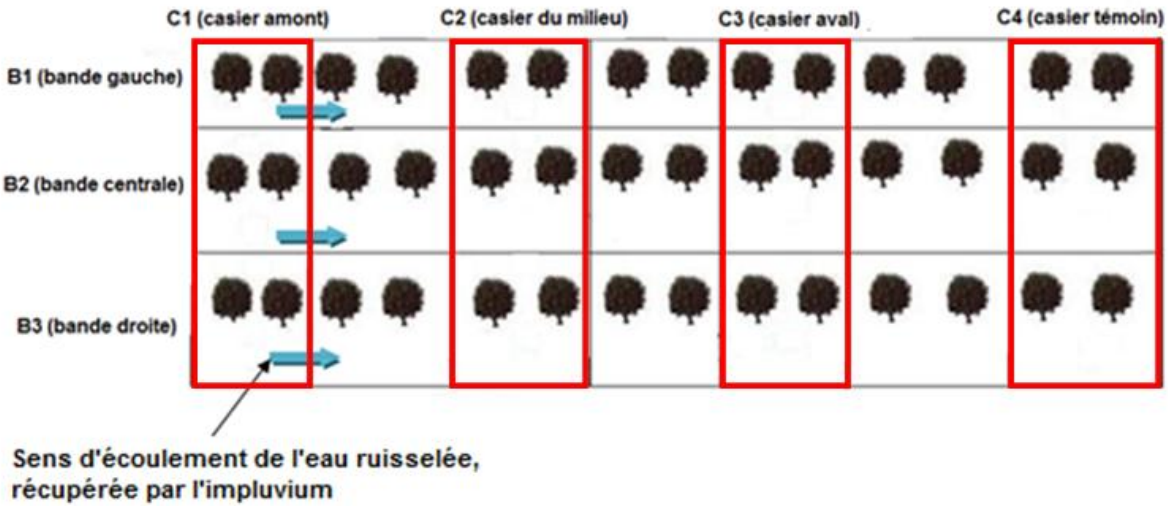

Figure 2.-Dispositif expérimental adopté

1.3.- Paramètres mesurés

Les mesures sont accomplies à deux dates différentes (18/05/2010 et 22/07/2010). L'état hydrique du sol, est apprécié au champ à partir du suivi de la teneur volumique (Hv). La mesure de Hv s'effectue par une sonde TDR selon deux profondeurs 0-20 cm et 20-40 cm [21]. Les paramètres écophysiologiques mesurés sont la conductance stomatique des feuilles (CS), le contenu relatif en eau dans les feuilles (CRE) et le potentiel hydrique foliaire (PHF). La conductance stomatique est déterminée *in situ* à l'aide d'un poromètre à diffusion (Delta-T AP4, Delta-T Devices, Cambridge, UK) sur quatre feuilles sélectionnées de chaque arbre suivant les quatre points cardinaux [17, 22]. Pour le contenu relatif en eau, la technique utilisée est celle de Barrs *et al.* (1962) [23] cité par Boujnah *et al.* (2004) [15]. Cette technique consiste au prélèvement de 10 feuilles de chaque arbre. Après la collecte, les pétioles de ces feuilles sont immergés immédiatement dans l'eau distillée pour conserver leur poids frais (P_f) qui est mesuré dès l'arrivée au laboratoire. Après 48 h, les feuilles sont pesées pour obtenir le poids en saturation (P_{sat}). Le poids sec (P_{sec}) est déterminé après la dessiccation des feuilles à l'étuve à 60°C pendant 24 h. Enfin, le CRE est calculé en appliquant la formule suivante [7, 22] :

$$CRE = \frac{P_f - P_{\sec}}{P_{sat} - P_{\sec}} \times 100$$

La détermination du PHF a été effectuée à l'aide d'une chambre à pression d'un gaz neutre (azote) appliqué sur une feuille donnée [17, 24, 25].

1.4.- Analyse statistique

La moyenne arithmétique des valeurs issues de chaque paramètre est calculée de façon à avoir une valeur représentative par casier. L'analyse statistique est effectuée par casier et par bande. L'analyse de la variance est réalisée en faisant appel à la procédure GLM (General Linear Models Procedure) à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) version 13. Pour les variables où le test F est significatif, la procédure GLM est suivie par une comparaison multiple des moyennes en ayant recours au test de

Tukey, afin de déceler éventuellement des différences significatives (p<5%).

2.- Résultats et discussion

2.1.- Impact de l'état hydrique du sol sur la conductance stomatique des feuilles

L'analyse de la variance a montré que la variation de la CS des feuilles est très hautement significative, selon les casiers et les bandes (tab. I). Le coefficient de détermination enregistré est de 0,95. Le coefficient de variation (>20%) montre une hétérogénéité des résultats obtenus. Selon le test de Tukey, la variation de la conductance stomatique présente une différence importante entre les casiers à proximité de l'impluvium et ceux plus éloignés (casiers témoins).

Tableau I.- Analyse de la variance des paramètres écophysiologiques de l'olivier [***: test de F très hautement significatif (p<0,1%);**: test de F hautement significatif (p<1%);* : test de F significatif (p<5%)]

Source de variation	CS	CRE	PHF
Casier	***103,05	***96,35	***23,10
Bande	***53,28	*5,59	***19,65
Coefficient de détermination	0,95	0,93	0,84
Coefficient de variation (%)	31,1	32,1	15,2

La CS varie de 140,4 mmoles.m^{-2}.s^{-1}pour les feuilles des arbres situés dans le casier amont, à 86,4 mmoles.m^{-2}.s^{-1} pour celles des arbres du casier aval. Au niveau du casier témoin, la CS est de l'ordre de 72,0 mmoles.$m^{-2}s^{-1}$(tab. II).

Tableau II.- Variation de la conductance stomatique selon les casiers et selon les bandes

Bande	Casier				Moyenne
	C1	C2	C3	C4	
	CS (mmoles/m^2/s)				
B1	146,94 a	83,69efg	58,56g	59,00g	87,05
B2	149,13a	131,63ab	112,88bcd	97,75cde	122,84
B3	125,13abc	113,00bcd	87,75def	59,38fg	96,31
Moyenne	140,40	109,44	86,40	72,04	

Pour les bandes, la CS a varié de 87,0 mmoles.m^{-2}.s^{-1} en moyenne pour les feuilles des arbres de la bande gauche à 122,8 mmoles.m^{-2}.s^{-1} pour celles des arbres de la bande centrale. La différence obtenue entre les deux périodes est en accord avec les résultats de Rana *et al.* (2005) [26] qui ont montré que l'évolution de la conductance stomatique est affectée par les conditions climatiques. En effet, selon Alves *et al.* (1998) [27], la conductance stomatique est un paramètre qui n'est pas purement écophysiologique, mais plutôt influencé par certains facteurs physiques tels que la température, l'état hydrique, la lumière, ...

Sur la figure 3, il apparaît que la CS présente presque la même allure pour les deux dates de mesure. Toutefois, une diminution de l'ordre de 26% est observée de mi-mai à fin juillet. Selon Giorio *et al.* (1999) [28], la conductance stomatique chez l'olivier est

contrôlée par l'humidité du sol. En effet, l'humidité relative du sol Hv varie, de l'amont vers l'aval, de 41 à 36% pour les dates 18-05-2010 et 22-07-2010, respectivement, pour la couche de 0-20 cm et de 35 à 30% pour la couche de 20-40 cm. Pendant la même période, cette variation est accompagnée d'une variationde 50% de la CS selon le sens d'écoulement des eaux du ruissellement (fig. 3). Ces résultats sont en concordance avec ceux signalés par Kramer et Boyer (1995) qui ont montré la variation proportionnelle entre la conductance stomatique et l'humidité du sol [29].

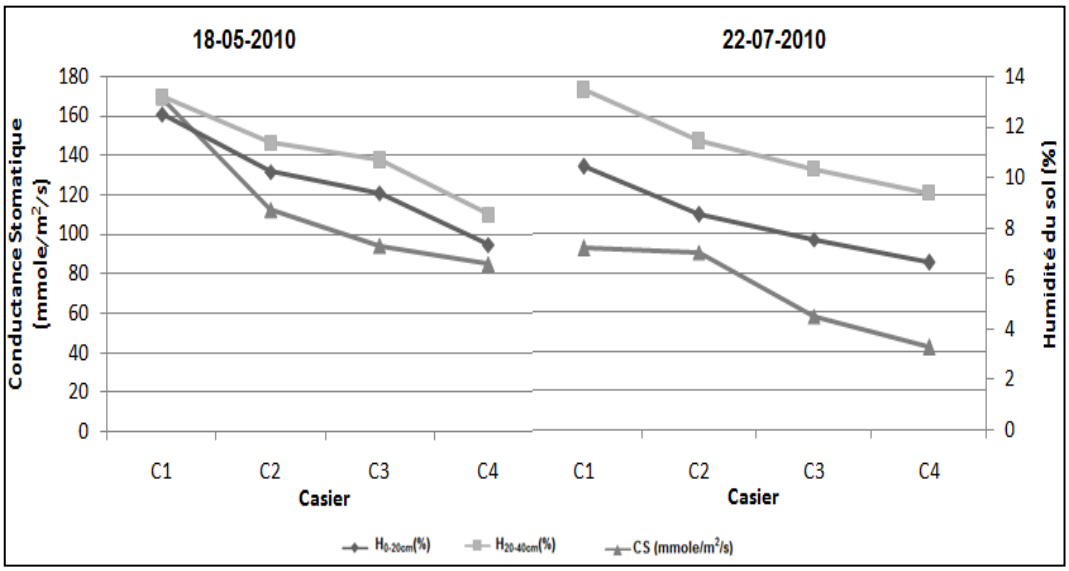

Figure 3.- Evolution de la conductance stomatique foliaire de l'olivier (mmoles/m^2/s) selon l'humidité du sol (%) et selon l'emplacement par rapport à l'impluvium (C_1, C_2, C_3 et C_4) pour deux dates de mesures différentes (18-05-2010 et 22-07-2010)

2.2.- Impact de l'état hydrique du sol sur le contenu relatif en eau

L'analyse de la variance montre que la variation du CRE au niveau des feuilles est très hautement significative selon les casiers et significative selon les bandes (tab.I). Le coefficient de détermination enregistré est de 0,93. Le coefficient de variation (>20%) montre une hétérogénéité des résultats obtenus. Pour le test de Tukey, la variation duCRE présente une différence importante entre les casiers à proximité de l'impluvium et ceux plus éloignés (casiers témoins).

Le CRE des feuilles se répartit de la même manière que la conductance stomatique des feuilles selon les casiers (tab. III). Il varie de 88,9% pour les feuilles des arbres du casier amont de la bande droite à 41,2% pour celles des arbres du casier témoin de la bande centrale. Les feuilles des arbres du casier du milieu se caractérisent par leur CRE plus élevé que celui des feuilles du casier témoin. La moyenne du CREdes feuilles est de 82,4 ; 71,6 ; 62,2 et 45,2% pour les arbres des casiers amont, milieu, aval et témoin, respectivement. Les observations montrent des différences significatives entre les bandes. La variation du CRE selon les bandes est de 64,0 ; 63,0 et 69,1% en moyenne pour la bande gauche, la bande centrale et la bande droite, respectivement. Selon Boujnah *et al.* (2004), le CRE spécule en fonction de la conductivité hydraulique de l'arbre et ceci à son tour lié au diamètre hydraulique des vaisseaux conducteurs, à l'âge de la plante et à la disponibilité de l'eau dans le sol [15].

Tableau III.-Variation du contenu relatif en eau selon les casiers et selon les bandes

Bande	Casier				Moyenne
	C1	C2	C3	C4	
	CRE (%)				
B1	82,7ab	75,1bc	53,4de	44,7e	63,98
B2	75,7bc	66,8c	68,1c	41,2e	62,95
B3	88,9a	72,8bc	65,0cd	49,6e	69,08
Moyenne	82,43	71,57	62,17	45,17	

La variation du CRE au cours des deux dates de mesure selon l'humidité relative du sol est présentée sur la figure 4. La variation du CRE est proportionnelle à la variation de Hv. Une augmentation de Hv (0-20 cm), de l'ordre de 41% pendant le mois de mai, s'accompagne d'une augmentation de 63% du CRE de l'amont vers l'aval, alors que pendant le mois de juillet et avec la même variation de Hv, le CRE varie de 20,5%. Ceci s'explique par l'effet de la forte évapotranspiration durant le mois de juillet [30]. Boujnah *et al.* (2004) signalent, pendant le suivi de l'état écophysiologique de l'olivier au mois de mai, cette culture garde une capacité cruelle de récupération de l'eau malgré qu'elle est confrontée à un stress hydrique pour une longue période [15]. Les mêmes constatations ont été rapportées par Fernandez *et al.* (1997) [31].

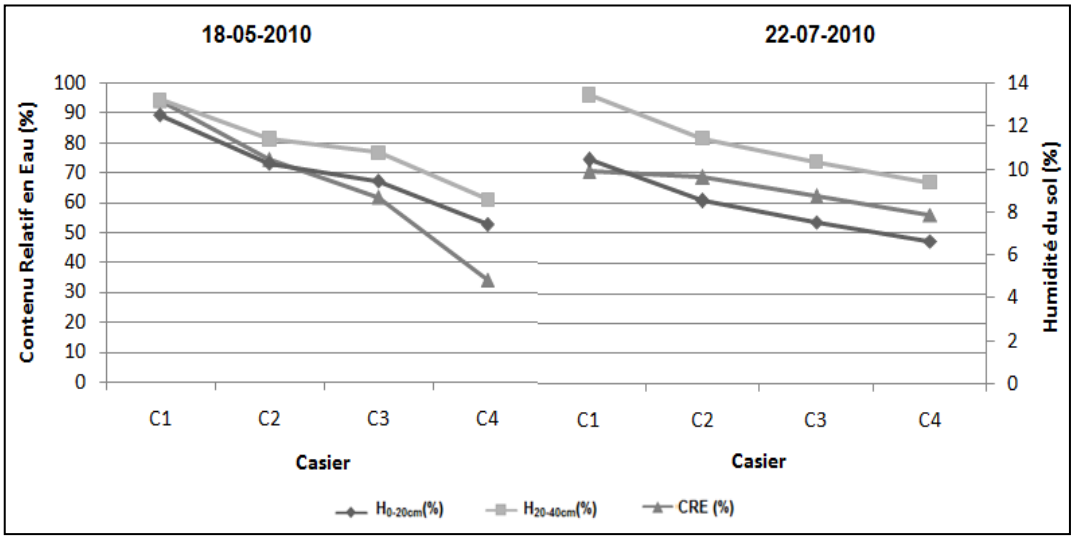

Figure 4.- Evolution du contenu relatif en eau au niveau des feuilles de l'olivier (%) selon l'humidité du sol (%) et selon l'emplacement par rapport à l'impluvium (C_1, C_2, C_3 et C_4) pour deux dates de mesures différentes (18-05-2010 et 22-07-2010)

2.3.- Impact de l'état hydrique du sol sur le potentiel hydrique foliaire

L'analyse de la variance a montré que la variation du PHF est très hautement significative selon les casiers et selon les bandes (tab. I). Le coefficient de détermination enregistré est de 0,84. Le coefficient de variation (<20%) montre une homogénéité des résultats obtenus. Le potentiel hydrique foliaire est significativement, selon le test de Tukey, plus élevé au niveau des arbres des casiers amont et du milieu, comparé aux arbres du casier témoin, indiquant l'effet bénéfique du système *Meskat*.

Le PHF varie de -35,2MPa, pour les feuilles des arbres du casier amont, à -40,4MPa pour celles des arbres du casier aval. Au niveau du casier témoin, le PHF est égal à -45,5MPa (tab. IV). Les ordres de grandeur ainsi obtenus montrent que la contrainte hydrique au niveau des oliviers est faible à modérée. Le potentiel moyen des feuilles des arbres est de -43,7 MPa, pour les feuilles des arbres de la bande gauche, -37,5 MPa pour celles des arbres de la bande centrale et de -37,0 MPa pour celles des arbres de la bande droite.

Tableau IV.- Variation du potentiel hydrique foliaire selon les casiers et selon les bandes

Bande	Casier				Moyenne
	C1	C2	C3	C4	
	PHF (MPa)				
B1	-41,6bcde	-41,9cde	-47,0e	-44,0de	-43,63
B2	-32,9a	-34,1abc	-37,1abcd	-46,0e	-37,53
B3	-31,0a	-33,1ab	-37,1abcd	-46,6e	-36,95
Moyenne	-35,17	-36,37	-40,40	-45,53	

L'humidité moyenne Hv du sol de deux dates considérées varie de 7,6 à 14,7%. Sachant qu'aucune pluie n'est enregistrée entre les dates de mesure, Hv diminue selon le sens d'écoulement de l'eau (de 13% au niveau du casier C_1 à 7% au niveau du casier C_4). Hv est plus importante en profondeur à cause de l'évaporation superficielle. En effet, une diminution de 8% est observée en fonction de la profondeur. Cette variation approuve une variation du PHF de 23 et 32% pendant les mois de mai et de juillet, respectivement (fig. 5).Le faible niveau hydrique du sol ne permet pas l'utilisation de l'eau pour une croissance optimale de la plante [32].

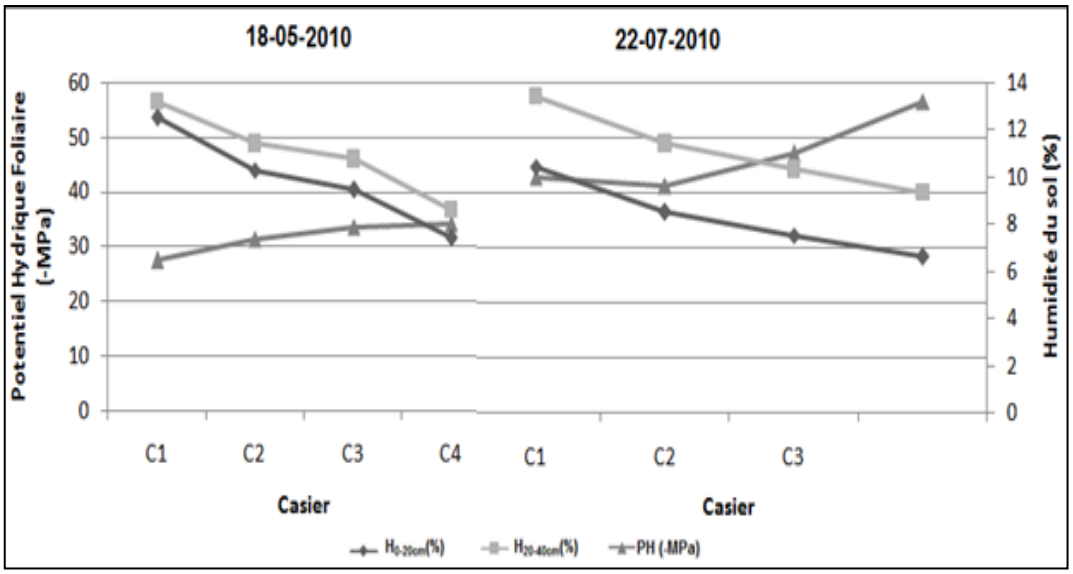

Figure 5.- Evolution du potentiel hydrique foliaire de l'olivier (-MPa) selon l'humidité du sol (%) et selon l'emplacement par rapport à l'impluvium (C_1, C_2, C_3 et C_4) pour deux dates de mesures différentes (18-05-2010 et 22-22-07-2010)

Conclusion

Les résultats de la présente étude laissent remarquer l'impact positif de l'état hydrique du sol sur l'ensemble des paramètres écophysiologiques considérés au niveau d'une oliveraie conduite en mode pluvial, aménagée en *Meskat*. La conductance stomatique augmente, selon le gradient hydrique. Une variation hautement significative est relevée lors de suivi du potentiel hydrique foliaire également selon l'état hydrique des *mankâas* se traduisant, par un accroissement, pour une élévation de la teneur en eau du sol. L'effet de la teneur en eau des *mankâas* sur l'écophysiologie de l'olivier est également constaté par une amélioration du contenu relatif en eau. La contrainte hydrique du sol au niveau des casiers éloignés de l'impluvium engendre une baisse remarquable au niveau des différents paramètres écophysiologiques étudiés.

Références bibliographiques

[1].- Braham M., 1997 - Activité écophysiologique, état nutritif et croissance de l'olivier (Olea europaea L.) soumis à une contrainte hydrique. Thèse de Doctorat d'Etat, Faculté des Sciences Agronomiques de Gand Belgique : 160 p.

[2].- Ben Rouina B., Taamallah H., Ammar E., 1999- Vegetation water used as a fertilizer on young olive plants. Acta Horticulturae ; 474(1) : 353-355.

[3].- Bachta M. S., 1995.- Compétitivité et ouverture des agricultures maghrébines: intensification et gestion des ressources naturelles en Tunisie. Options Méditerranéennes, 14 : 349-356.

[4].- Mtimet A., 2003 - Développement durable et gestion des ressources naturelles en Tunisie. CIHEAM, Options Méditerranéennes, 57: 159-162.

[5].- Elloumi M., Selmi S., Hammami M., Dellai H., Azizi N., 2006 - Développement local, institutions et gestion des ressources naturelles (Tunisie): Le cas de la communauté d'Ouled H'lel dans la délégation de Aïn Draham. Options Méditerranéennes, 71: 67-77.

[6].- Tognetti R., d'Andria R., Lavini A., Morelli G., 2006.- The effect of deficit irrigation on crop yield and vegetative development of *Olea europaea* L. (cvs. Frantoio and Leccino). European Journal of Agronomy, 25: 56–364.

[7].- Ben Ahmed Ch., Ben Rouina B., Boukhris M., 2007.- Effects of water deficit on olive trees cv Chemlali under field conditions in arid region in Tunisia. Scientia Horticulturae, 113: 267-277.

[8].- Kasraoui M.F., Braham M., Denden M., Mehri H., Garcia M., Lamaze T., Attia F., 2005- Effet du déficit hydrique au niveau de la phase photochimique du PSII chez deux variétés d'olivier. Comptes Rendus Biologies, 329: 98-105.

[9].- Chhab H., Braham M., Boujnah D., Ben Mariem F., Ghariani W., Mahjoub Z., Ben Elhadj S., 2007.- Dynamique de la conductance hydraulique chez l'olivier de table (*Olea europaea* L., cv Meski). Tropicultura, 25(2) : 103-107.

[10].- Boufaroua M., 2002 - Evolution des techniques de conservation des eaux et des sols en Tunisie. Ministère de l'agriculture, de l'environnement et des ressources hydrauliques DG/ACTA. Rapport technique : 625-635.

[11].- Roose E., Sabir M., 2001.- Stratégies traditionnelles de conservation de l'eau et des sols en zones méditerranéennes. Séminaire International, Montpellier 2000, "Hydrologie des régions méditerranéennes". Doc. Technique en Hydrologie, 51: 101-109.

[12].- El Amami S., 1984.- Les aménagements hydrauliques traditionnels en Tunisie. Publication du CRGR, Tunis, 68 p.

[13].- Prinz D. 2001.- Water Harvesting for Afforestation in Dry Areas. Proceedings, 10th International Conference on Rainwater Catchment Systems, Mannheim: 195-198.

[14].- Majdoub R., Brahim Zarred M., Khlifi S., Ben Salem A., 2012a. - Contribution à l'évaluation de l'effet des aménagements antiérosifs traditionnels sur certains paramètres chimiques du sol : cas du Meskat dans le Sahel Tunisien. European Journal of Scientific Research, 69(2): 250-259.

[15].- Boujnah D., Gouiaa M., Braham M., Guerfel M., Elloumi O., 2004.- Essai d'irrigation de sauvegarde d'oliviers dans des conditions de sécheresse accentuée dans le semi aride : aspects ecophysiologiques de récupération. Ezzaitouna, 10 (1 et 2) : 9-23.

[16].- Boussadia O., Ben Mariem F., Mechri B., Boussetta W., Braham M., Ben El Hadj S., 2008.- Response to drought of two olive tree cultivars (cv Koroneki and Meski). Scientia Horticulturae, 116 : 388–393.

[17].- Charfi Masmoudi Ch., Mezghani Ayachi M., Gouiaa M., Laabidi F., Ben Reguaya S., Oueled Amor A., Bousnina M., 2010.- Water relations of olive trees cultivated under deficit irrigation regimes. ScientiaHorticulturae, 125: 573-578.

[18].- Ben Salem A., Majdoub R., M'Sadak Y., 2013.- Caractérisation de la vigueur d'une oliveraie pluviale aménagée par le système *Meskat* (Semi-aride Tunisien). Tunis. J. Med. Plants Nat. Prod., volume 9(1), 2013, 13 p, accepté 25 Sepetembre 2012.

[19].- Ben Salem A., Majdoub R., M'Sadak Y., Khlifi S., Boujnah D., Gouiaa M., 2012.- Évaluation de l'efficacité du système *Meskat* envers le comportement fructifère d'une oliveraie conduite en mode pluvial. BioRessources, 2(2) : 59-69.

[20].- Majdoub R., Ben Salem A., M'Sadak Y., Khlifi S., Boujnah D., Gouiaa M., 2012b.- Impact du système *Meskat* sur le comportement de l'olivier (Olea Europea L., CV Chemlali) en Milieu Semi-Aride Tunisien. European Journal of ScientificResearch, 92(4) : 510-525.

[21].- Ferre P.A., Knight J.H., Rudolph D.L., Kachanoski R.G., 1998.- The sample areas of conventional and alternative time domain reflectometry probes. Water Resource Research 34(11): 2971–2979.

[22].- 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. Agriculture, Ecosystems and Environment, 106: 289-301.

[23].- Barrs H.D., Watherley P.E., 1962.- A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. Aust. J. Biol. Sci, 15: 413-428.

[24].- Grattan S.R., Greven M., Berenguer M.J., Connell J.H., Polito V.S., Vossen P.M., 2006.- Olive oil production as influenced by different quantities of applied water. Agricultural Water Management, 85: 133-140.

[25].- Moriana A., Pérez-López D., Prieto M. H., Ramírez-Santa-Pau M., Pérez-Rodriguez J. M., 2012.- Midday stem water potential as a useful tool for estimating irrigation requirements in olive trees. Agricultural Water Management, 112: 43-54.

[26].- Rana G., Katerji N., Lorenzi F., 2005.- Measurement and modelling of evapotranspiration of irrigated citrus orchard under Mediterranean conditions. Agricultural. For. Meteorol. 128: 199–209.

[27].- Alves I., Perrier A., Pereira L.S., 1998.- Aerodynamic and surface resistances of complete cover crops : how good is the `big leaf'. Trans. ASAE, 41(2): 345-351.

[28].- Giorio P., Sorrentino G., D'Andria R., 1999.- Stomatalbehaviour, leaf water status and photosynthetic reponse in field-grown olive trees under water déficit. Environ Exp. Bot., 42: 95-104.

[29].- Kramer P. P. J., Boyer J. S., 1995.- Water Relation of plants. Academic Press. New York, 495 p.

[30].- Natali S., Bignami C., Fusari A., 1991.- Water consumption, photosynthesis, transpiration and leaf water potential in *Olea europaea* L., cv Frantoio, at different levels of available water. Agr., 121: 205-212.

[31].- Fernandez J.E., Moreno F., Giron I.F., Blasquez O.M., 1997.- Stomatal control of water use in olive tree leaves. Plant Soil, 190: 179-192.

[32].- Michelakis N., Vouyoukalou E.G., 1995.- Plant growth and yield response of the olive tree cv. Kalamon, for different levels of soil water potentiel and methods of irrigation. Adv. Hort. Sci., 9: 136-139.