
Soumis le : 29 Aout 2012

Forme révisée acceptée le : 21 Mai 2014

Email de l'auteur correspondant :

rmajdoub@yahoo.com

Nature & Technologie

Etude du comportement végétatif d'une oliveraie en *Meskat*

Majdoub R.¹, Ben Salem A.¹, M'sadak Y.¹, Khelifi S.², Boujnah D.³ Et Gouiaa M.¹

¹ Université de Sousse, Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, 4042 Sousse, Tunisie

² Université de Jendouba, Ecole Supérieure des Ingénieurs de l'Équipement Rural de Medjez El bab, 9070 Béja, Tunisie

³ Institution de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Agricoles, Institut de l'Olivier de Sfax, 3000 Sfax, Tunisie

Résumé

La surface agricole de la région de Sousse (Sahel tunisien) est caractérisée par la dominance de l'oléiculture pluviale. Cette dernière est affectée par un déficit hydrique aigu et une dégradation intense du sol. Pour pallier cet obstacle, l'Etat a mis une stratégie de conservation des eaux et du sol. Cette stratégie vise, entre autres, la valorisation des aménagements antiérosifs traditionnels hérités du savoir faire paysan, notamment le système *Meskat*. En effet, les terrains en pente sont aménagés en *meskats* de façon à contrôler le ruissellement en le dirigeant vers les *mankâas*. Dans le but d'étudier l'impact de ce système sur le comportement végétatif de l'olivier «chemlali», un dispositif expérimental en bandes a été retenu dans la région de Kroussia (délégation de Msaken). L'étude a porté principalement sur les paramètres végétatifs suivants : longueur de la pousse (LP), nombre et longueur des entre-nœuds (NEN) et (LEN), surfaces foliaires des feuilles âgées (SFFA), moyennes (SFFM) et jeunes (SFFJ). Ces paramètres ont été évalués expérimentalement in situ et/ou au laboratoire avec deux répétitions par casier. Les résultats obtenus montrent l'impact positif du système *Meskat* sur l'ensemble des indicateurs étudiés. En effet, une amélioration selon le sens de l'écoulement de l'eau a été observée. Il est de 47, 25, 56, 25, 20 et 37% respectivement pour LP, NEN, LEN, SFFA, SFFM et SFFJ. Ceci est expliqué par le recueil d'une quantité d'eau importante au niveau des casiers les plus proches de l'impluvium qui ont révélé une amélioration au niveau des caractéristiques végétatives de l'olivier plus importante que celle au niveau des casiers éloignés du *Meskat* (témoins).

Mots clés : Système *Meskat* ; Ruissellement ; Olivier ; Comportement végétatif ; Semi-aride.

Abstract

The farmed area of Sousse region is characterized by the dominance of rainfed olive groves, which is severely influenced by water deficit and intense soil degradation. To overcome this obstacle for olive trees' development, Public authorities have set a strategy for water and soil conservation. This strategy aims, among others, the development of traditional erosion control practices inherited from the knowledge of peasant knowhow, notably the *Meskat* system. Indeed, in semi-arid zone, where rainfall is insufficient, sloping lands are fitted as *meskats* in order to guide runoff water to the *mankâas*. In order to study the impact of this system on the vegetative growth of olive tree variety "chemlali", an experimental strip was selected in the Kroussia canton (M'Saken, Southern Sousse). The study focused on six vegetative parameters: length of fruiting shoots (LP), number of internodes (NEN), length of internodes (LEN) and leaf areas of old (SFFA), medium age (SFFM) and young leaves (SFFJ). These parameters were measured experimentally in situ and/or laboratory with two replicates. The results show the positive impact of the *Meskat* system on all studied indicators. Indeed, an improvement in the direction of runoff flow was observed. It was about 47, 25, 56, 25, 20 and 37%, respectively for LP, NEN, LEN, SFFA, SFFM and SFFJ. This can be explained by the higher amount of collected water at the nearest compartments to the catchment area which has shown an improvement in vegetative characteristics of the olive tree greater than that at the compartments far away from *Meskat* (controls).

Keywords: *Meskat* system; Runoff; Olive tree; Vegetative behavior; Semi-arid.

1 Introduction

La dominance du secteur oléicole est une caractéristique commune des zones méditerranéennes [1, 2]. La disponibilité de l'eau est considérée le principal facteur qui limite la production de l'olivier sous climat Méditerranéen se caractérisant par l'irrégularité de la distribution de la pluie avec une température et une évapotranspiration élevées [3]. Le secteur oléicole joue un rôle économique très important. Néanmoins, dans les dernières décennies, il a connu une baisse remarquable sous l'effet de la rareté de l'eau. En Tunisie, l'olivier se développe dans une fourchette de précipitations allant de 800 mm/an, à l'Extrême Nord, à 150 mm/an, au Sud-Est. Les précipitations annuelles sont irrégulières. En effet, les trois-quarts de ces pluies sont observés en hiver pendant la période du repos végétatif de l'arbre. Par ailleurs, afin de pallier au déficit hydrique permanent, les paysans utilisent les eaux de ruissellement par la création des ouvrages de conservation des eaux et du sol qui permettent d'exploiter rationnellement les eaux de ruissellement pour une meilleure utilisation par les plantes tels que le système *Meskat* dans le gouvernorat de Sousse et le système de *Jessours* dans les gouvernorats de Mednine et de Tataouine, etc. [4, 5].

La région de Sousse représente l'une des plus anciennes régions oléicoles de la Tunisie où l'olivier fait partie des traditions et de la vie quotidienne des agriculteurs et de la population. Selon le COI [6], le nombre de pieds d'oliviers est de 29 millions (41,4%) réparti sur la totalité de la superficie de cette région. La majorité des oliveraies, conduite en pluvial, reçoit un appoint d'eau à travers l'exploitation des eaux de ruissellement par le système *Meskat*. Ce dernier est un aménagement hydraulique traditionnel qui procure aux oliviers un complément d'eau appréciable pour leur production [7]. Le principe du système *Meskat* consiste à l'utilisation de la surface amont, surface non cultivée, comme impluvium et la surface aval pour la plantation d'oliviers [8]. L'eau collectée par

l'impluvium, va être transportée par des rigoles pour se répartir dans des *mankaâs* (ou casiers) afin d'irriguer les oliviers. Le passage de l'eau d'un casier à l'autre s'effectue à l'aide des majrefs ou ouvertures au niveau des *tabias*, levées de terre séparant les casiers [9].

Plusieurs recherches ont été entreprises pour comprendre la réponse de la productivité de l'oléiculture envers la disponibilité de l'eau [10]. L'étude de Snane *et al.* [5], qui a contribué à l'optimisation de la quantité de pluie pour les oliveraies aménagées par le système *Meskat* dans la région du Sahel, a montré que la production peut atteindre 60 kg d'olives par arbre sous une pluviométrie moyenne de 320 mm. L'étude de Ennabli [11], portant sur le dimensionnement du système *Meskat*, a montré que les parcelles non aménagées ont donné un rendement moyen de 40 kg/arbre avec une pluie annuelle de fréquence 50% alors que pour les parcelles aménagées, le rendement a atteint environ 60 kg/arbre. Ce qui montre l'importance du système *Meskat* pour les oliveraies du Sahel. Toutefois, l'incidence de ce système sur le comportement végétatif de l'olivier reste mal connue, et c'est essentiellement pour cet objectif que la présente étude a été entreprise.

2. Matériel et méthodes

2.1. Site d'étude

La zone d'étude est localisée dans la région de Kroussia, délégation de M'Saken du gouvernorat de Sousse. Les coordonnées du site sont 35°43'58.62" Nord et 10°29'59.95" Est (Carte d'Etat Major Sousse Sud-Ouest). C'est une zone à climat semi-aride avec une pluviométrie annuelle moyenne de 350 mm. La répartition temporelle des précipitations est variable généralement entre 1 mm (juillet) et 70 mm (octobre). Les mois les plus froids sont janvier et février. Le minimum mensuel de température atteint est de 14°C, le maximum mensuel est de 28°C au mois d'août (moyenne pour 5 années). Il s'agit d'une oliveraie conduite en régime pluvial, aménagée par un *meskat* qui couvre une superficie de l'ordre de 20 ha et des *mankaâs* totalisant une trentaine de casiers plantés par l'olivier « *chemlali* », âgé d'environ 300 ans (rabattement à 4 reprises au lieu du

rajeunissement de l'arbre) et couvrant une superficie de l'ordre de 15 ha. L'eau de ruissellement est collectée à l'aval du *meskat* qui prend la forme d'un entonnoir, puis distribuée, à l'aide d'un répartiteur, aux casiers (Figure 1). L'oliveraie reçoit souvent un entretien annuel de 3 à 4 façons culturales pour ameublir le sol sans retournement.

2.2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté, de type en bandes, a été considéré en automne 2009. Il est constitué de trois bandes B1, B2 et B3, assimilées à des blocs. Au niveau de chaque bande, quatre casiers (*mankâas*) ont été retenus C1, C2, C3 et C4. Ces derniers ont été choisis de manière à avoir entre le *meskat* et le milieu des casiers des distances de 10, 47, 85 et 126 m, respectivement. Les casiers C1 reçoivent des apports hydriques substantiels à forte fréquence (toutes les précipitations engendrant du ruissellement) considérant leur proximité des *meskats*. Les casiers C2 bénéficient aussi d'un apport des eaux pluviales non négligeable mais à des fréquences plus faibles que les précédentes.

Les apports des eaux de crues sont assez rares pour les casiers C3 étant donné qu'ils soient assez éloignés du *meskat*. Les casiers C4, ne bénéficiant pratiquement pas d'apports hydriques, à l'exception des précipitations diluviennes de très faible récurrence, sont assimilés, dans le dispositif adopté, à des parcelles témoins. Les dimensions des casiers sont variables, soient en moyenne 20 m par 10 m. Pour chaque *mankâa*, deux arbres par casier ont été considérés comme deux répétitions, soit 24 arbres au total.

2.3. Paramètres étudiés

Les paramètres de végétation qui ont été relevés sont : longueur de la pousse (LP), nombre des entre-nœuds (NEN), longueur des entre-Nœuds (LEN), surface foliaire des feuilles âgées (SFFA), des feuilles moyennes (SFFM)

et des feuilles jeunes (SFFJ). Les paramètres LP et NEN ont servi pour l'estimation de LEN :

$$LEN = \frac{LP}{NEN}$$

Pour tenir compte du degré d'exposition à la lumière (étiolement), cinq rameaux ont été sélectionnés au hasard pour chaque arbre, à la hauteur d'homme, selon les quatre orientations (Sud, Nord, Est, Ouest) et le centre de l'arbre. Les longueurs de la pousse ont été mesurées à l'aide d'une règle graduée.

Pour évaluer la surface foliaire, vingt feuilles ont été prélevées de chaque arbre pour chaque catégorie des feuilles (âgées « 2 ans », moyennes « d'un an, feuilles de la saison écoulée » et jeunes « de l'année »). Ce paramètre a été mesuré à l'aide d'un système informatisé d'analyse d'images composé d'une caméra vidéo type Hitachi KP-D 40 color digital reliée à un ordinateur. L'image observée par la caméra est affichée sur l'ordinateur. Une fois prise, l'image est analysée par le logiciel Win Dias. Les feuilles sont disposées l'une à côté de l'autre et la surface foliaire de chaque catégorie de feuilles est déterminée moyennant le système d'analyse d'images déjà mentionné.

2.4. Analyse statistique

L'analyse de la variance a été utilisée pour traiter les résultats obtenus en utilisant le logiciel SPSS version 13 [12]. Pour les variables où le test F est significatif, la procédure GLM (General Linear Models Procedure) a été suivie par une comparaison multiple des moyennes en ayant recours au test de Tukey, afin de relever éventuellement des différences significatives.

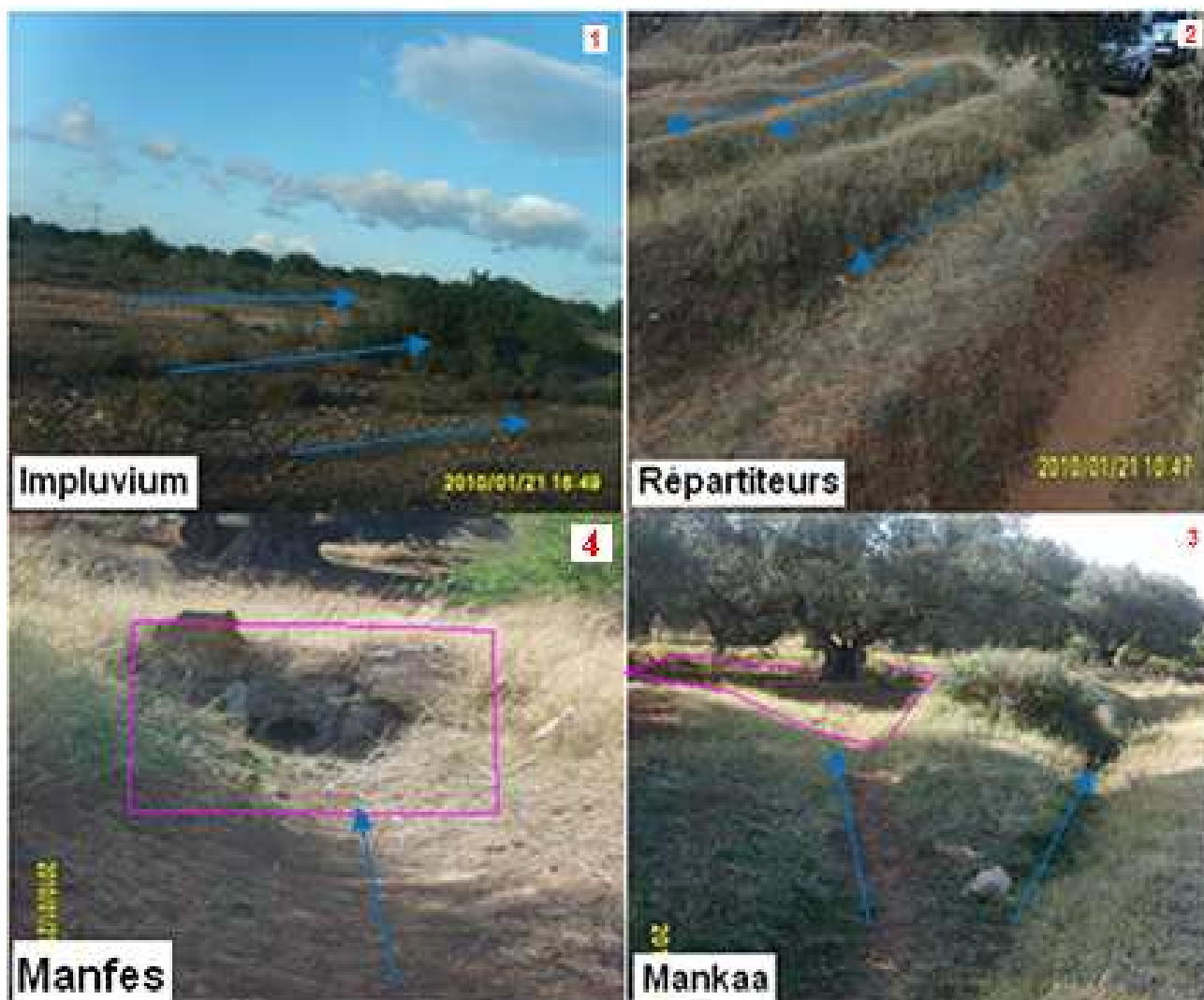


Figure 1. Composantes du système *Meskat* étudié

3 Résultats et discussion

Le suivi des paramètres de fructification, de vigueur et d'écophysologie a fait l'objet de trois publications, respectivement [13] [14] et [15]. Les résultats présentés ci-après se limitent à l'étude du comportement végétatif de l'oliveraie considérée comme il a été relaté au niveau des paramètres étudiés.

3.1. Impact du système *Meskat* sur la longueur de la pousse

L'analyse de la variance de la LP montre une différence significative selon les casiers et les bandes. L'interaction entre les casiers et les bandes démontre également une différence significative (Tableau 1). Le coefficient de détermination est de 0,79. Le coefficient de variation de la

longueur de la pousse, évalué largement à plus de 20%, indique la forte variabilité de ce paramètre. En effet, la Figure 2 montre une diminution en allant de C1 (16,0 cm) à C4 (8,5 cm). Ceci est expliqué par la collecte d'une quantité d'eau importante au niveau des casiers les plus proches de l'impluvium. Par ailleurs, le développement végétatif de l'olivier au niveau de trois bandes est différent. En effet, la LP observée est de 14,0; 13,8 et 10,7 cm pour les bandes B1, B2 et B3 respectivement. Au niveau du casier C1 de la bande B3 et du casier C4 de la bande B1, les oliviers sont en année « moins » c'est-à-dire non productifs l'année d'expérimentation.

Tableau 1. Analyse de la variance des paramètres de végétation de l'olivier

Source de variation	LP	NEN	LEN	SFFA	SFFM	SFFJ
Casier	***11,94	**4,77	***17,10	3,35	*4,68	**7,24
Bande	**11,64	*4,54	***17,59	2,15	1,12	3,53
Interaction Casier×Bande	**6,80	***8,38	**5,87	0,03	0,06	2,14
Coefficient de détermination	0,79	0,73	0,83	0,13	0,20	0,57
Coefficient de variation (%)	58,40	56,10	58,60	18,40	12,80	34,90

*** : test de F très hautement significatif ($p < 0,1\%$); ** : test de F hautement significatif ($p < 1\%$); * : test de F significatif ($p < 5\%$).

Une tendance de diminution de la LP, en s'éloignant de l'impluvium, a été remarquée, ce qui permet de dire que le système *Meskat* influe sur la croissance végétative de l'olivier. Ce résultat est en accord avec ceux de Greven *et al.* [16] qui ont montré que la LP d'un arbre irrigué est plus élevée que celle d'un arbre ayant subi un stress hydrique. Dbara *et al.* [17] ont montré également qu'un traitement déficitaire au niveau des racines de l'arbre de l'olivier limite l'élongation des pousses fructifères.

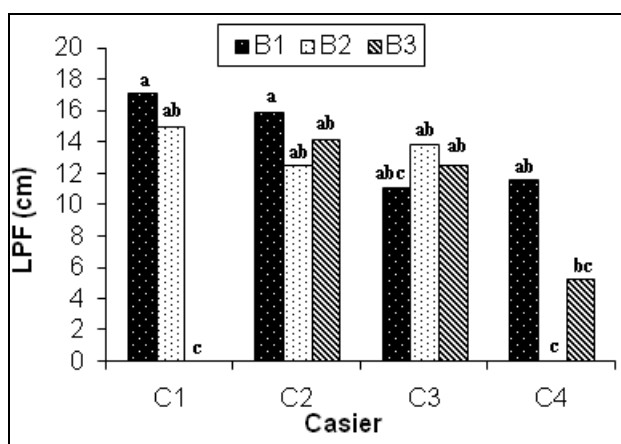


Figure 2. Variation de la longueur de la pousse en fonction des casiers et des bandes

Certains arbres n'ont pas enregistré une tendance de diminution. Ceci peut être expliqué par le fait que la LP n'est pas affectée exclusivement par la quantité d'eau reçue, mais c'est le résultat de la concurrence qui existe entre les développements végétatif et fructifère de l'olivier et le niveau de sa production [18]. Il convient de noter que les productions fruitières (rendement en olives) et l'impact résultant de l'alternance de production sur la croissance végétative ont été discutés par Ben Salem *et al.* [13].

Il est à noter que les arbres du casier C1 de la bande B3 et ceux du casier C4 de la bande B1 n'ont pas enregistré une élongation de leurs pousses. Ceci est peut être expliqué par un niveau hydrique du sol très bas ou par une production d'olives élevée. Selon le test de Tukey, les casiers les plus proches de l'impluvium ont des longueurs des pousses fructifères plus élevées que ceux des casiers témoins. La croissance de la LP est bien contrôlée par la croissance végétative qui est à son tour conditionnée par la pluviométrie et créée au printemps [19]. Cette croissance va contribuer par la suite à l'augmentation du rendement en olives.

3.2. Impact du système *Meskat* sur le nombre et la longueur des entre-nœuds

L'analyse statistique du NEN et de la LEN montre une différence significative selon les casiers et selon les bandes. L'interaction entre les casiers et les bandes dévoile une différence significative pour le NEN et la LEN (Tableau 1). Le coefficient de détermination du NEN et de la LEN est de 0,73 et 0,83, respectivement. Le coefficient de variation évalués largement à plus de 20% pour les deux paramètres, indiquent leur forte variabilité.

Le NEN et la LEN présentent la même tendance de variation étant donné que ces derniers sont liés par l'équation présentée dans la section 2.3. Selon le tableau 2, la LEN varie de 0,4 cm pour les casiers C4 à 1,3 cm pour les casiers C2 ; ce qui montre une diminution selon le sens d'écoulement de l'eau. Pour la variation de la LEN entre les trois bandes, les arbres n'ont pas le même comportement. La moyenne maximale de la LEN a été

enregistrée pour la bande B1 (1,4 cm), alors que la moyenne minimale a été observée au niveau de la bande B3 (0,7 cm).

Tableau 2. Variation de la longueur des entre-nœuds (cm) par casier et par bande

Bande	Casier				Moyenne
	C1	C2	C3	C4	
B1	1,7a	1,49a	1,44a	0,82abc	1,36
B2	1,17ab	1,28ab	1,16ab	0c	0,90
B3	0c	1,21ab	1,02ab	0,44bc	0,67
Moyenne	0,96	1,33	1,21	0,42	

La LEN semble être non affectée par la quantité d'eau reçue par les oliviers. D'ailleurs, Fernandes Serrano et Abela [17-20] ont constaté que l'irrigation des oliviers « *Galiga Vulgare* » au Portugal n'entraîne aucune influence sur la longueur moyenne de l'entre-nœud.

3.3. Impact du système *Meskat* sur la surface foliaire des feuilles âgées

L'analyse statistique n'a montré aucune différence significative dans les conditions expérimentales considérées. D'ailleurs, le coefficient de détermination enregistré est très faible (0,13). Le coefficient de variation de la SFFA qui ne dépasse pas 20%, montre la faible variabilité du paramètre. Ceci peut être expliqué par le fait que les feuilles âgées ont achevé leur développement pour atteindre une surface stable. Cependant, la SFFA diminue en s'éloignant du *meskat* (Figure 3). En effet, cette constatation pourrait être expliquée par le fait que les feuilles des oliviers défavorisés laissent plus de temps pour atteindre la surface maximale. Il est à signaler que la SFFA la plus élevée est observée au niveau du premier casier (C1), elle est de 5,1 cm², alors que celle observée au niveau du dernier casier (C4) n'est que de 3,8 cm². La moyenne de la SFFA pour B1, B2 et B3 est de 4,3; 4,0 et 4,8 cm² respectivement.

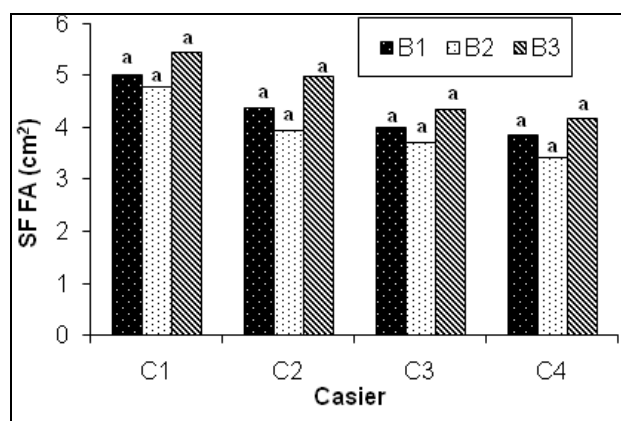


Figure 3. Variation de la surface foliaire des feuilles âgées par casier et par bande

3.4. Impact du système *Meskat* sur la surface foliaire des feuilles moyennes

L'analyse de la variance de la SFFM montre une différence significative selon les casiers et non significative selon les bandes et pour l'interaction casier x bande. Le coefficient de détermination enregistré est également très faible (0,20). Le coefficient de variation est inférieur à 20%, ceci explique l'homogénéité de la SFFM (Tableau 1).

Les trois bandes ont la même allure de variation de la SFFM et des moyennes de 2,6; 2,8 et 2,6 cm² ont été observées pour B1, B2 et B3 respectivement (Tableau 3).

Tableau 3. Variation de la surface foliaire des feuilles moyennes (cm²) par casier et par bande

Bande	Casier				Moyenne
	C1	C2	C3	C4	
B1	2,98a	2,66a	2,48a	2,34a	2,62
B2	3,23a	2,86a	2,65a	2,54a	2,82
B3	2,98a	2,57a	2,51a	2,45a	2,63
Moyenne	3,06	2,70	2,55	2,44	

En considérant les casiers, la SFFM varie de 2,4 (C4) à 3,1 cm² (C1) selon la quantité d'eau reçue suite au ruissellement. Ce qui montre que les feuilles moyennes continuent encore leur développement et par conséquent la SFFM est affectée par la quantité d'eau accumulée par le système *Meskat*, et particulièrement, par la position des casiers.

3.5. Impact du système *Meskat* sur la surface foliaire des feuilles jeunes

Les résultats statistiques de l'analyse de la variance de la SFFJ montrent une différence significative selon les casiers et non significative selon les bandes ainsi que pour l'interaction entre eux. Le coefficient de détermination enregistré est de 0,57 et le coefficient de variation est de loin supérieur à 20%, indiquant la variabilité marquée de la SFFJ (Tableau 1).

La SFFJ varie de 1,9 cm² au niveau des casiers les plus proches de l'impluvium à 1,2 cm² au niveau des casiers les plus éloignés (Figure 4). Ceci est expliqué par la disponibilité d'une quantité d'eau plus importante pour les oliviers plantés dans les premiers casiers comparativement à ceux des derniers casiers. Cette quantité d'eau est nécessaire pour permettre une augmentation de la surface foliaire des jeunes feuilles qui sont en pleine extension. Les trois bandes ne se comportent pas de la même façon. En effet, la SFFJ moyenne est de 1,3 ; 1,8 et 1,5 cm² respectivement pour B1, B2 et B3, sans toutefois l'existence d'une différence significative entre les bandes.

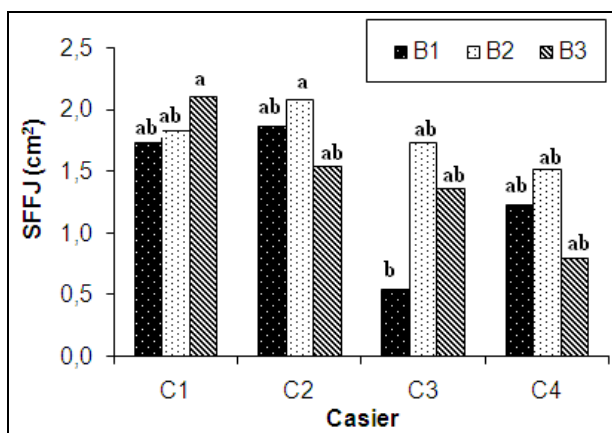


Figure 4. Variation de la surface foliaire des feuilles jeunes par casier et par bande

4. Conclusion

Le système *Meskat* constitue une technique traditionnelle de conservation des eaux et du sol très répandue au niveau des oliveraies au Sahel tunisien, caractérisé par un climat semi aride. Il est à la source de l'extension des oliveraies dans cette zone du pays. L'étude agronomique mise en œuvre a permis de dévoiler l'impact positif de ce système sur certains paramètres végétatifs de l'olivier conduit en

mode pluvial. En effet, une augmentation de 47, 25, 56, 25, 20 et 37%, a été constatée respectivement pour tous les paramètres considérés (longueur de la pousse, nombre d'entre-nœuds, longueur des entre-nœuds, surface foliaire des feuilles âgées, surface foliaire des feuilles moyennes et surface foliaire des feuilles jeunes). Sachant que le cycle biologique de l'olivier se déroule sur deux années, le développement végétatif ainsi observé, serait un bon support pour une production future. De plus, les résultats acquis montrent que l'incidence agronomique du système *Meskat* dépend de la position des *mankâas* (casiers) par rapport au *meskat* (impluvium). De ce fait, les eaux pluviales collectées par le *meskat* seront dirigées vers les premiers casiers qui recueillent alors la plus grande quantité d'eau qui diminue en s'éloignant du *meskat*. L'impact sur le comportement végétatif de l'olivier ne peut être garanti, entre autres, que par l'entretien du système *Meskat*. A cet égard, la sensibilisation des agriculteurs quant à l'intérêt de ce système hérité de nos ancêtres est indispensable afin de le protéger contre le délaissement de plus en plus marqué et l'urbanisation massive dans la région notamment ces dernières années.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement Messieurs Gazzah K. et Ben Hssen M. de la Cellule Territoriale de Vulgarisation de M'Saken pour leur assistance et leur participation à la collecte des données. Il en est de même pour Mme Ammari et Mr Chikhaoui de l'Unité Spécialisée de l'Institut de l'Olivier à Sousse pour leur aide au cours de l'expérimentation.

Références bibliographiques

- [1] Kasraoui M.F., Braham M., Denden M., Mehri H., Garcia M., Lamaze T. et Attia F., 2005. Effet du déficit hydrique au niveau de la phase photochimique du PSII chez deux variétés d'olivier, Comptes Rendus Biologie, 329, p. 98-105.
- [2] Grattan S.R., Greven M., Berenguer M.J., Connell J.H., Polito V.S. and Vossen P.M., 2006. Olive oil

production as influenced by different quantities of applied water. *Agricultural Water Management*, 85, p. 133–140.

[3] **Duran Zuazo V.H., Rodriguez Pleguezuelo C.R., Arroyo Panadero L., Martinez Raya A., Francia Martinez J.R. and Carceles Rodriguez B., 2009.** Soil conservation measures in rainfed olive orchards in South-Eastern Spain : Impacts of plant strips on soil water dynamics. *Pedosphere*, 19(4), p. 453-464.

[4] **El Amami, S., 1983.** Une nouvelle conception des aménagements hydrauliques en Tunisie. Presses universitaires de France, Vendome, 68p.

[5] **Snane M.H., Toumi M. et Chaabouni Z., 1991.** Un modèle d'optimisation des pluies pour les oliveraies. *Sécheresse*, 1(2), p. 12-16.

[6] **COI (Conseil Oléicole International), 2006.** L'oléiculture en Tunisie. Document technique, 25p.

[7] **Majdoub R., Brahim Zarrad M., Khelifi S. et Ben Salem A., 2012.** 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), p. 250-259.

[8] **Brahim Zarrad M., Majdoub R. et Khelifi S., 2010.** Etude de l'impact du système *Meskat* sur le sol : Indicateurs physiques (région de Kroussia, Sousse). Actes des 17^{èmes} Journées Scientifiques sur les Résultats de la Recherche Agricole, Nabeul, Tunisie, p. 984-993.

[9] **Ben Salem A., Majdoub R. et Khelifi S., 2010.** Contribution à l'étude de l'impact du système *Meskat* sur le sol : Indicateurs chimiques (région de Kroussia, Sousse). Actes des 17^{èmes} Journées Scientifiques sur les Acquis de la Recherche Agricole, Nabeul, Tunisie, p.768-779.

[10] **Bakker M., Govers G. and Rounsevell M., 2004.** The crop productivity- erosion relationship : an analysis based on experimental work. *Catena*, 57, p. 55-76.

[11] **Ennabli, N., 1993.** Les aménagements hydrauliques et hydroagricoles en Tunisie, INAT, Département du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, 182p.

[12] **SPSS, 2004.** SPSS® 13.0, Brief Guide. ISBN 0-13-154242-7. SPSS Inc., Chicago.

[13] **Ben Salem A., Majdoub R., M'Sadak Y., Khelifi S., Boujnah D. et Gouiâa M., 2012.** Evaluation de l'efficacité du système *Meskat* envers le comportement fructifère d'une oliveraie conduite en mode pluvial. *Revue des Bio Ressources*, 2 (2) : 59-69.

[14] **Ben Salem A., Majdoub R. et M'Sadak Y., 2013.** Caractérisation de la vigueur d'une oliveraie pluviale aménagée par le système *Meskat* (semi-aride Tunisien). *Tunisian Journal of Medicinal Plants and Natural Products*, 9 (1). (Sous Presse)

[15] **Ben Salem A., Majdoub R. M'Sadak Y. et Boujnah D., 2013.** Impact de l'état Hydrique du sol sur le comportement Ecophysiologique d'une oliveraie adulte aménagée en *Meskat* (Sahel Tunisien). *Algerian Journal of Arid Environment (ISSN 2170-1318)*, 3 (2) : 4-14.

[16] **Greven M., Neal S., Green S., Dichio B. and Clothier B., 2009.** The effects of drought on the water use, fruit development and oil yield from young olive trees. *Agricultural Water Management*, 96, p. 1525-1531.

[17] **Dbara S, Ben Mimoun M. et Hellali R., 2011.** Réponse de l'olivier à la technique de dessèchement partiel des racines durant trois années consécutives d'essai. *Tropicultura*, 29(2), p. 70-74.

[18] **Gouiaa M., Boujnah D. et Mehouchi T., 2011.** Caractéristiques écophysiologiques de l'olivier (*Olea europaea L.*) planté à différents écartements. *Revue des Régions arides*, 26(2), p. 33-37.

[19] **Oukabli A., Rafiq Hamayed D., Haddidou A. et Boulouha B., 2006.** Performance de la variété d'olivier Picholine marocaine conduite sous climat marocain semi-aride avec des irrigations d'appoint. *Olivae*, 106, p. 41-84.

[20] **Fernandes Serrano J.M. et Abela V., 1984.** L'irrigation goutte à goutte : Comportement de la variété «galega vulgare». Bilan de 4 années d'observation. *Olivae*, 4, p. 31-37.