

## Study of variations in pomological characteristics of olive fruits following irrigation by treated wastewater (EUT)

## Etude des variations des caractéristiques pomologiques des fruits d'olive suite à l'irrigation par les eaux usées traitées (EUT)

M. GHARSALLAOUI<sup>1</sup>\*, N. ZANOUNI<sup>2</sup>, S. GABSI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut de l'olivier

<sup>2</sup> Ecole Nationale d'ingénieur à Sfax

\*Corresponding author: mariem.gharsallaoui@yahoo.fr

**Abstract** – Olive growing is the most important crop in the Mediterranean area which has the central part of world oil production. In arid and semi-arid regions for yield maximization they use irrigation with treated wastewater, which is a very important alternative for these remarkable roles. Our study focused on changes in pomological characteristics following irrigation by treated wastewater in the South Sfax region, irrigation by these waters has been found to have no detrimental effect on these characteristics of the beneficial effects increase average fruit weight by 20 to 25%, so the results showed that the interruption of irrigation causes a depressive effect with reduced weight, moisture and even fat content. So, it is advisable not to interrupt.

**Keywords:** wastewater reuse, irrigation, olives, pomological characteristics.

**Résumé** - L'oléiculture est la culture la plus importante dans la zone méditerranéenne qui présente la partie centrale de production mondiale d'huile. Dans les régions arides et semi aride pour la maximisation du rendement ils ont recours à l'irrigation par les eaux usées traitées qui représente une alternative très importante pour ces rôles remarquables. Notre étude s'est concentrée sur les variations des caractéristiques pomologiques suite à l'irrigation par les eaux usées traitées dans la région de Sfax sud, Tunisie, on a obtenue que l'irrigation par ces eaux n'a aucun effet néfaste sur ces caractéristiques au contraire des effets bénéfiques augmentation de poids moyen du fruit de 20 à 25 %, aussi les résultats ont montré que l'interruption de l'irrigation entraîne un effet dépressif avec diminution du poids, de l'humidité et même de la teneur en matière grasse. Donc il est conseillé de ne pas faire l'interruption.

**Mots clés :** réutilisation des eaux usées, irrigation, olives, caractéristiques pomologiques.

### 1. Introduction

A travers les civilisations qui se sont succédés dans l'histoire de l'Homme, l'huile d'olive a conservé son rôle important dans le régime alimentaire des populations des pays oléicoles méditerranéennes et représente de nos jours un produit stratégique dans l'économie tunisienne. Il procure à la Tunisie le nom d'être le plus grand producteur de cette précieuse denrée en dehors de l'Union Européen et la quatrième mondiale après l'Espagne, l'Italie et la Grèce (Conseil Oléicole International).

Le patrimoine oléicole mondial renferme un nombre d'oliviers assez important de l'ordre de 850 millions d'arbres occupant une superficie d'environ 8.7 millions d'hectares. En Tunisie, l'oléiculture représente l'un des principaux secteurs stratégiques économiques et agricoles, il ya environs 60 millions arbres réparties à travers tout le pays couvrant 1.6 millions d'hectares ( Gharssallaoui et al ., 2011) La chemlali est une variété d'olivier productive et bien adaptée aux conditions arides du sud de la Tunisie, contribué à 80% de la production d'huile tunisien ( baccouri et al, 2007). Cette variété est plantée dans tout le territoire tunisien couvrant les 2/3 de l'olivieraie tunisienne. Vue l'importance que requière cette variété dans notre pays, elle a fait l'objet de plusieurs recherches (Chaari et al, 1992 ; Khabou et al, 1994, Braham, 1999, Khelif et al, 2002 et Ben Rouina et al, 2002).



Le climat de la Tunisie se caractérise par une faible pluviométrie, dans les régions arides souffre d'une pénurie d'eaux, pour réduire l'écart entre l'offre et la demande d'eau d'irrigation, la réutilisation des eaux usées traitées est nécessaire pour atténuer sensiblement la pénurie de l'eau agricole. Ainsi, ces eaux peuvent représenter une alternative avantageuse pour l'atténuation de la rareté croissante de l'eau d'irrigation (Christou et al., 2014) aussi pour la maximisation de rendement et l'élimination de l'alternance du rendement et de même de minimiser la pollution. La réutilisation des eaux usées présente plusieurs avantages sociaux, économiques et environnementales (Cornejo et al., 2013 ; Mo et Zhag, 2012).

Des eaux usées traitées provenant de la station d'épuration de Sfax sud ont été utilisées, sous les conditions arides du sud tunisien pour l'irrigation des cultures fourragères et par la suite des oliviers qui se trouvent en intercalaire avec ces cultures. (Gomez Rico et al., 2007) affirment qu'une bonne qualité de l'huile d'olive ne peut pas être extraite des fruits qui ont souffert d'un stress hydrique sévère.

Dans ce contexte, le présent travail vise à étudier les effets de l'irrigation par les eaux usées traitées et l'interruption de l'irrigation sur les caractéristiques pomologiques des olives de la variété chemlali.

## **2. Matériel et Méthodes**

Dans cette étude le régime pluvial a été pris comme témoin avec le quel on va comparer trois modes de conduite à savoir l'irrigation en alterné par les eaux usées traitées (en intercalaire avec l'avoine), l'irrigation en continue par les EUT (en intercalaire avec la luzerne) et une irrigation interrompue depuis cinq ans suite à un problème technique.

### **2.1. Matériel végétal**

Les échantillons d'olives de la variété chemlali ont été prélevés à un stade plein maturité à raison de 1 kg par échantillon.

### **2.2. site expérimentale**

Les parcelles expérimentales situées dans la région de Sfax dans le centre-est de la Tunisie Station expérimentale d'El Hajeb. Ces parcelles expérimentales sont caractérisées par des sols sablonneux, et l'utilisation de l'irrigation des cultures fourragère en insertion avec les oliviers.

### **2.3. détermination des paramètres pomologiques**

Les paramètres pomologiques des olives, à savoir le poids moyen d'un fruit, teneur en eau et le taux de la matière grasse ont des caractéristiques variétales. En effet, le patrimoine génétique de la variété présente une incidence significative sur ces paramètres (Cimato A. 1990).

#### **2.3.1. poids frais moyen du fruit (PMF)**

Ce paramètre est déterminé systématiquement pour chaque échantillon par pesée de trois lots de 100 fruits frais.

#### **2.3.2. teneur en matière grasse du fruit**

Ce paramètre, de très grande importance économique peut être déterminé selon différentes méthodes. Pour plusieurs raisons parmi lesquelles la fiabilité, la simplicité et la rapidité. Nous avons adapté la méthode suivante : Il a été déterminé par spectroscopie à basse résolution à impulsions de résonance magnétique nucléaire (RMN) méthode selon la norme ISO 8292-1: 2010. La teneur en matières grasses a été exprimée en pourcentage du poids frais ou du poids sec (teneur en huile, %, pf ou ps).

#### **2.3.3. La teneur en eau des fruits d'olive**

Il a été déterminé par la dessiccation selon la méthode de la norme UNE espagnol 55032: 1973.

## **2.4. Analyse statistique**

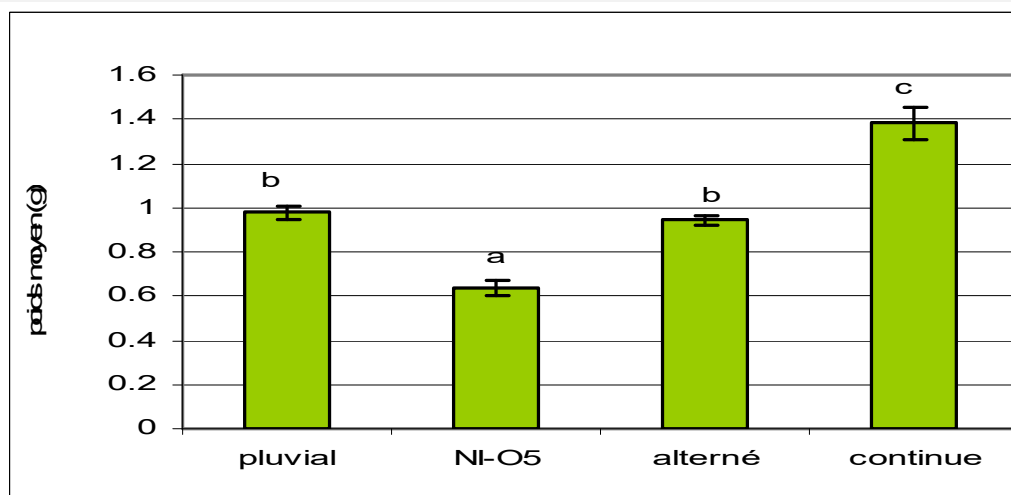
Toutes les analyses ont été effectuées en triple. Les valeurs de différents paramètres ont été exprimées en moyenne  $\pm$  Écart-type. Des différences significatives ( $P < 0,05$ ) ont été déterminées par le test de Fisher en utilisant le logiciel SPSS pour Windows (SPSS 11, USA).

### 3. Résultats et Discussion

Des études antérieures ont montré que plusieurs facteurs peuvent affecter les caractéristiques pomologiques des fruits.

#### 3.1. Poids moyen d'un fruit

Le poids moyen d'un fruit (PMF) est considéré comme étant un caractère variétal. Le patrimoine génétique de la variété a la plus grande influence sur le poids, la forme et les dimensions des fruits et des noyaux suivi du degré de maturité (Cimato, 1990). En plus de ces deux principaux facteurs, les conditions culturales interviennent également dans la détermination de ces paramètres (Fantanazza et Bladini, 1990, Michelakis, N, 1992).



<sup>a, b, c</sup> Les valeurs moyennes suivies des lettres différentes présentent des différences significatives ( $P \leq 0.05$ )

**Figure 1.** Poids moyen d'un fruit

Le poids moyen des fruits des échantillons étudiés varie entre 0,6 g pour les parcelles où l'irrigation a été interrompue depuis durant cinq années et 1,4 g pour les parcelles irriguées en continues. Ces résultats coïncident bien avec ceux de (Grati.N,2007) qui a trouvé durant cinq années d'étude que le poids moyen minimal de la variété chemlali Sfax est de 0,6 g alors que le poids maximal est de 1,8 g. (Lazzez A,2009) qui a étudié l'évolution du poids moyen des fruits de la variété chemlali dans trois régions différentes de la Tunisie au cours de la maturité a trouvé que le PMF de la variété Chemlali est relativement faible et ne dépasse généralement pas 1.2 g au cours du processus de maturation.

Les résultats obtenus montrent que l'interruption de l'irrigation engendre une chute du poids moyen du fruit. Il est aussi clair que l'irrigation en continue (en intercalaire avec la luzerne) a pour effet d'augmenter le poids moyen du fruit, alors que pour l'irrigation en alterné (intercalaire avec l'avoine) le poids moyen du fruit ne diffère pas beaucoup de celui provenant des parcelles conduites en régime pluvial.

En effet, (Dettori et Russo, 1993) ont signalé que l'irrigation a une incidence positive sur le poids des olives et essentiellement sur le poids des drupes, ils ont toutefois noté une augmentation de 20 à 25% du poids des échantillons irrigués par rapport à un témoin non irrigué. Dans notre cas on enregistre une augmentation du poids moyen de fruit de l'ordre de 40% suite à une irrigation en continue par rapport au régime pluvial et à l'irrigation alternée. Une diminution de l'ordre de 40% est aussi enregistrée suite à l'interruption de l'irrigation par rapport aux mêmes témoins (régime pluvial et irrigation alternée).

(Wiesman et al, 2004) qui ont étudiés l'influence de l'irrigation des oliviers par les eaux salines à long terme (durant 12 ans) sur la qualité des fruits et des huiles extraites ont confirmé que l'irrigation par ce type d'eau n'affecte pas le poids moyen d'un fruit. Par contre, Ben Ahmed et al.2007) qui ont essayé de trouver la dose et la période optimale de l'irrigation des cultivars de la variété tunisienne chemlali dans les régions arides ont montré que les fruits provenant des parcelles irriguées possèdent des poids moyen plus élevés que ceux relatifs au régime pluvial.

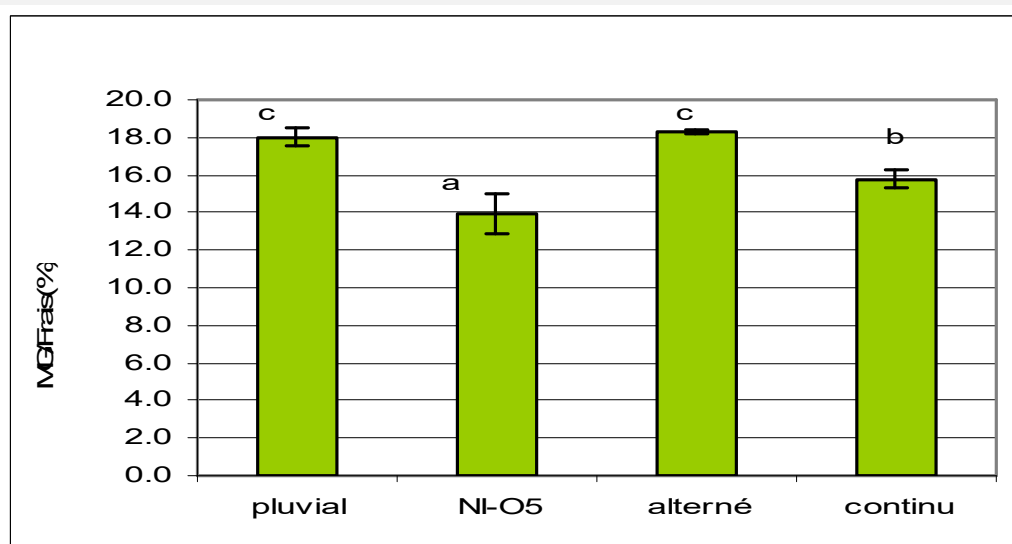
Aurora Gomez-Rico et al. (2005) qui ont étudié l'influence de différentes stratégies d'irrigation des cultivars Cornicabra sur les caractéristiques pomologique des fruits ainsi que sur la qualité de l'huile, ont montré que les poids moyen des fruits frais sont considérablement plus élevés pour les différents traitements d'irrigation par comparaison avec les conditions pluviales se qui se traduit par une production plus élevée observée dans les parcelles irriguées. Des résultats similaires sont observés par Lavee et al. (1990), Pastor et al. (1999), Patumi et al. (1999), Patumi et al. (2002), et Moriana et al. (2003) dans d'autres recherches.

### 3.2. Teneur en matière grasse

La principale finalité de la culture de l'olivier est la production de l'huile d'où l'importance de la détermination de la teneur en matière grasse. Ce paramètre peut être exprimé de différentes manières soit en matière grasse par fruit soit en pourcentage par rapport à la matière fraîche ou sèche.

#### 3.2.1. Teneur en matière grasse par poids frais

Le pourcentage de matière grasse par rapport au poids frais est la mesure la plus utilisée vue qu'elle est la plus demandée dans le commerce car les olives sont vendues par masse fraîche.



<sup>a, b, c</sup> Les valeurs moyennes suivies des lettres différentes présentent des différences significatives ( $P \leq 0.05$ )

**Figure 2.** Teneurs en matière grasse par poids frais

Les travaux de Lazzez et al. (2009) ont prouvé que le stade de maturité joue le rôle du facteur le plus déterminant sur le taux en matière grasse par rapport au poids frais pour la variété chemlali étudiés dans trois cites différents. Esti *et al.* (1998), montrent aussi que la variété et le stade de maturité sont les principaux facteurs qui influencent ce paramètre. Mais ça n'empêche que d'autres facteurs peuvent intervenir pour influencer la teneur en matière grasse des fruits d'olive comme le montre des études antérieurs menées par Loussert et al, 1978 et Walali et al., 1948 qui ont trouvé que ce paramètre est influencé par plusieurs facteurs, à savoir, le climat, les conditions culturales.

Les résultats obtenus montrent que pour les échantillons étudiés la teneur en matière grasse oscille entre 14% et 18% respectivement pour les échantillons provenant de la parcelle où l'irrigation a été interrompue et les échantillons provenant des parcelles conduites en pluvial. Ces résultats nous permettent de conclure encore une fois que l'interruption de l'irrigation affecte négativement la production oléicole. En effet, les fruits provenant de la parcelle où l'irrigation a été interrompu possèdent les teneurs en matière grasse par poids frais les plus faibles alors que pour les échantillons relatifs au régime pluvial et à l'irrigation en alternée les teneurs en matière grasse sont proches et appartiennent au même groupe. L'irrigation continue donne des olives relativement pauvres en matière grasse avec une

teneur de l'ordre de 16%. Ces résultats coïncident bien avec ceux d'El Antari *et al.*, (2000) qui ont prouvé que pour la variété Picholine marocaine, les olives récoltées dans les régions du sud qui reçoivent les quantités en eau les plus élevées présentent les taux en matière grasse les plus faibles en comparaison avec les fruits du nord où la pluviométrie est moins importante et pas la suite ils reçoivent des quantité d'eau moins intéressantes .

Weisman *et al.* (2004) ont confirmé que les deux traitements salins appliqué à la variété Barnea ont tendance à augmenter la teneur des fruits en matière grasse par comparaison au traitement contrôle (régime pluvial) ; ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par (Klein *et al.*, 1994, Gucci *et Tattini*, 1997, Wiesman *et al.*, 2002).

On trouve dans la littérature que les effets de l'irrigation sur la teneur en huile sont très controversés en fonction des différentes conditions expérimentales. En effet, dans un essai qui a durée 3 années, Selvestri *et al.* (1999) ont trouvé que, durant les deux premières années d'expérimentation, pour les fruits provenant des parcelles conduites en pluvial la teneur en huile est plus élevée par comparaison avec la conduite en irrigué, toutefois les résultats sont complètement inversés dans la troisième année d'expérimentation. Ces auteurs ont déterminé la teneur en huile par la méthode foss-let sur des échantillons de 50 fruits séchés. Grattan *et al.* (2006) ont observé que le pourcentage d'huile extraite par la méthode d'abencor diminue linéairement avec l'augmentation du volume d'eau.

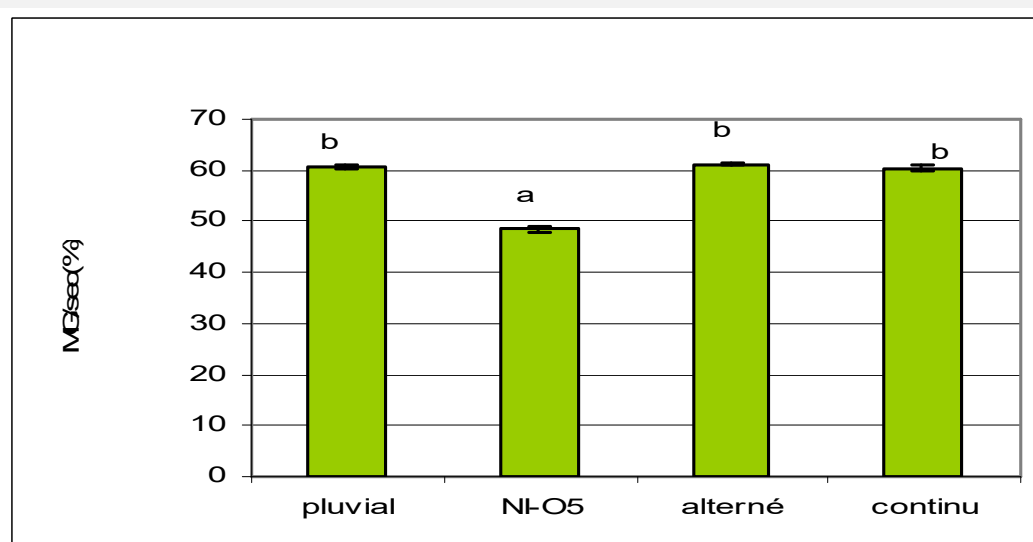
Iniesta *et al.* (2009) ont trouvé que la quantité d'huile d'olive extraite d'une masse de fruit fraîche (5 kg) est plus élevée pour les traitements de déficit hydriques étudiés.

D'autres auteurs n'ont pas trouvé de différence pour la teneur en huile entre les arbres irrigués ou non irrigués (Michelakis *et al.* 1994, Manrique *et al.* 1999, *et D'Andria et al.* 2004).

### 3.2.2. Teneur en matière grasse par poids sec

Vu que la teneur en matière grasse par poids frais est très influencée par l'humidité de la pulpe d'olive au moment de la récolte du fruit. Il s'avère donc nécessaire de déterminer la quantité d'huile existant dans le fruit par matière sèche afin de pouvoir faire les comparaisons tout en éliminant l'influence de la teneur en eau.

L'irrigation par les eaux usées traitées n'affecte pas la teneur des olives en matière grasse. En effet, le régime pluvial, l'irrigation en continue et l'irrigation alternée donne des fruits qui appartiennent statistiquement au même groupe avec un pourcentage en huile de l'ordre de 60% (le test de Duncan a montré des différences non significatives entre ces trois modes de conduite).



<sup>a, b, c</sup> Les valeurs moyennes suivies des lettres différentes présentent des différences significatives ( $P \leq 0.05$ )

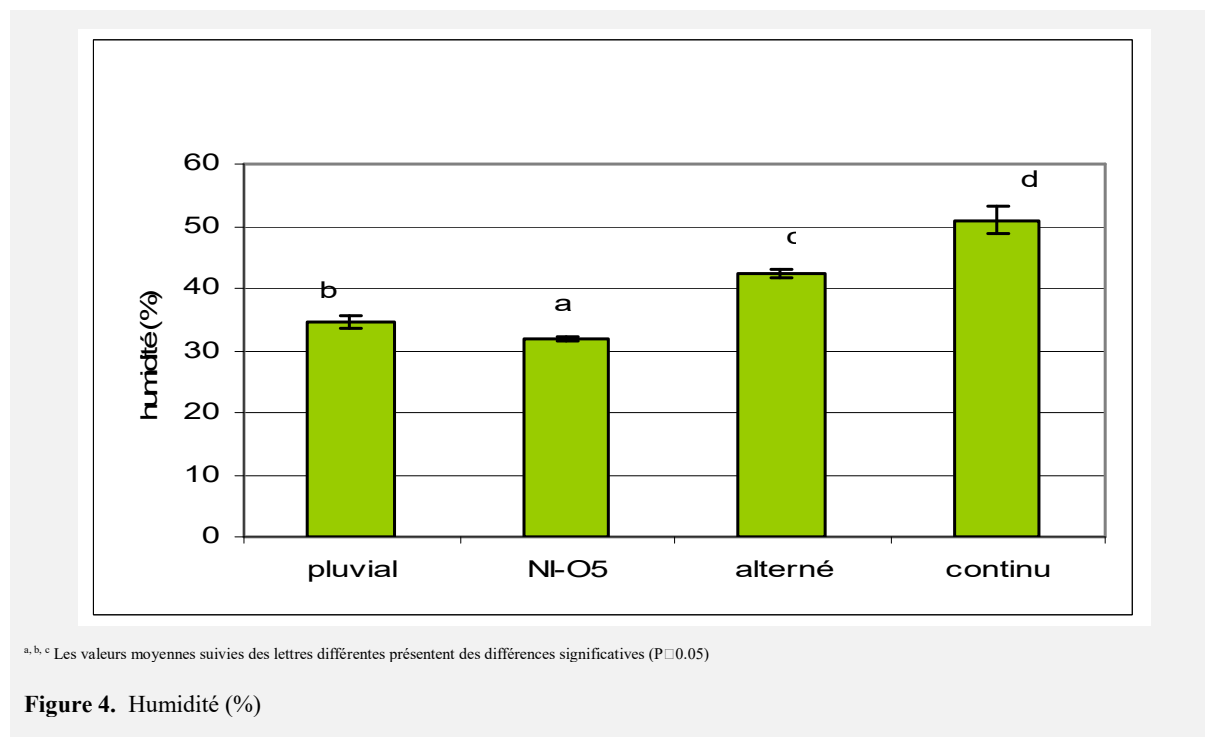
**Figure 3.** Teneur en matière grasse par poids sec

Les résultats trouvés par d'autres chercheurs pour la même variété et dans la même localité sont proches de nos résultats. En effet, Lazzez et al(2009) ont trouvés que les pourcentages de la matière grasse par poids sec de la variété chemlali varient entre 35.38% et 58.61% au cours de la maturité étudié dans la localité de Sfax. Alors que pour Grati et al. (2007) cette teneur varie entre 38 % et 57% pour la même variété cultivée dans la même localité. Comme pour la teneur en matière grasse par poids frais, les échantillons d'olives provenant des parcelles où l'irrigation a été interrompu possèdent des teneurs en huiles beaucoup plus faibles que les autres échantillons.

### 3.3. Humidité

La teneur en eau dans les olives est une mesure à suivre au cours de la maturité, en effet, les oléiculteurs utilisent ce paramètre comme un critère de choix du stade optimal de la cueillette. Lazzez et al. [2009] ont trouvé qu'une augmentation de la teneur en eau dans les olives à un stade de maturité avancé peut avoir un effet négatif sur le rendement en huile, où ces deux paramètres sont négativement corrélés ( $r = -0.77$ ).

En plus du rôle que joue ce paramètre pour la détermination de la période optimale de récolte, d'autre auteurs (Ait Yacine et al., 2001) ont montré que les eaux de végétation existant dans les olives contribuent au bon déroulement des réactions biochimiques qui s'y produisent au niveau des fruits. Les résultats obtenus nous permettent de constater que les olives provenant des parcelles irriguées en continu sont les plus riches en eau avec des teneurs de l'ordre de 55% suivies des olives provenant des parcelles irriguées en alternance avec des humidités proches de 45% alors que le régime pluvial donnent les olives moins hydratées ayant des teneurs en eaux qui ne dépassent pas les 35%. Il est aussi remarquable que l'interruption de l'irrigation provoque une diminution de la teneur des fruits en eaux qui sont devenus les moins riches en eaux même en comparaison avec le régime pluvial.



Ces résultats coïncident bien avec ceux obtenus par Alves *et al.* (1995) qui ont rapporté que le taux d'humidité des olives est tributaire des conditions environnementales liées à la pluviométrie et l'apport d'eau par l'irrigation. Bedbabis et al. (2009), qui ont aussi étudié l'effet de l'irrigation par les EUT sur le comportement de la variété chemlali, ont signalé que l'humidité des fruits qui ont fait l'objet de leur étude oscillent entre 51,83 et 63,11%. Les olives provenant des parcelles irriguées par les eaux usées traitées sont plus riches en eau par comparaison avec ceux provenant des parcelles irriguées par les eaux souterraines. Ces résultats peuvent être expliqués par la salinité élevée des eaux usées traité comme déjà confirmé par Klein et al. (1994). Qui ont démontré que stresse salin a pour effet d'augmenter l'humidité des fruits.

Gomez-Rico et al. (2007) ont trouvé que les valeurs moyennes des teneurs en eau des fruits sont un peu plus faibles lorsque les oliviers sont conduits en pluvial en comparaison avec les différentes stratégies d'irrigation qu'ils ont étudiés. Ben Temime (2006) a montré que les taux d'humidité des olives de la variété Chetoui plantée dans différentes parcelles du nord varient de 51,12% à 56,15%. Ceci montre bien que les olives de cette variété sont plus chargées en eau que celles de la Chemlali. Cette différence provient du fait que les olives Chetoui du nord reçoivent plus de quantité d'eau annuelle (entre 400 et 1000 mm/an) que la Chemlali plantée au centre et au sud, où les quantités de précipitations sont respectivement de (200 à 400 mm/an) et (100 à 200 mm/an) (Lehouerou HN, 1978). L'humidité des fruits est proportionnelle à la quantité d'eau reçue par les oliviers, un résultat attendu vu que l'humidité est un paramètre fortement corrélé à la quantité d'eau disponible pour l'olivier.

#### 4. Conclusion

L'importance de l'irrigation de l'olivier n'est plus à démontrer. En effet, les recherches citées ci-dessus montrent qu'une irrigation optimisée peut se traduire par une amélioration du rendement et de la qualité de l'huile d'olive. Malgré que tout le monde est maintenant convaincu par les effets bénéfiques de l'irrigation de l'olivier, l'oléiculture dans les pays méditerranéen arides et semi arides se heurte toujours à l'handicap de la rareté des ressources hydrique consacrées à l'irrigation de cette espèce surtout que les eaux de bonne qualité disponibles sont réservées aux cultures plus sensibles à la sécheresse et à la salinité. La réutilisation des eaux usées traitées peut constituer une solution à ce problème en constituant un moyen de préservation du rendement en huile d'olive (Palese et al. 2006). des études antérieures ont montrées que l'irrigation des oliviers par les EUT peut augmenter le rendement en olive (Lavee et al. 1990 ; Girona, 1996 ; Moriane et al. 2003) et par conséquent une augmentation de la production en huile par arbre (Grattan et al., 2006).

Les résultats montrent que l'irrigation par les EUT n'entraîne aucun effet néfaste sur ces caractéristiques. Au contraire, des effets bénéfiques ont été enregistrés sur les fruits, ils consistent notamment en une augmentation nette du poids moyen d'un fruit.

Par ailleurs, les résultats obtenus montrent que l'interruption de l'irrigation entraîne un effet dépressif sur les caractéristiques pomologiques des fruits avec une diminution du poids moyen d'un fruit, de son humidité et de sa teneur en matière grasse. Ces résultats sont confirmés par d'autres auteurs qui expliquent ce phénomène par le fait que si des oliviers cessent de bénéficier d'une irrigation complémentaire, ils perdent progressivement leur habilité à répondre adéquatement aux demandes d'évaporation de la journée, en présentant des amplitudes faibles des variation du flux de sève (Francisco L. Santos, et al., 2007).

#### 5. Références

- A. Christou, G. Maratheftis, E. Eliadou, C. Michael, E. Hapeshi, D. Fatta-Kassinou. Analyse d'impacts de la réutilisation des eaux usées traitées Deux discrètes Pour l'irrigation des cultures de tomate Sur la productivité des propriétés géochimiques du sol, la Sécurité des Fruits et des cultures. Agric. Ecosyst. Environ., 192 (2014), pp. 105-114.**
- Ait Yacine Z., Hilali S., Serhrouchini M., (2001).** Etude de quelques paramètres déterminants de la date de récolte des olives dans le périmètre de Tadla. *Olivae*, 88, 39-45.
- Alves M., Pinheiro C., Quintans F., Morais N., (1995).** Rapport entre l'indice de maturation et les processus chimiques déterminants du rendement et de la qualité de l'huile d'olive chez les variétés, Conserva de Elvas et Bial De Castelo Branco. *Olivae*, 57, 54-57.
- Andria R., Lavini A., Morelli G., Patumi M., Terenziani S., Calandrelli D., Fragnito F., (2004).** Effets des régimes hydriques sur cinq cultivars de type marinade et double aptitude (*Olea europaea* L.). *J. Hortic. Sci. Biotech.* 79, 18–25.
- Ben Temime S. (2006).** Effet du terroir sur les caractéristiques physico-chimique de l'huile d'olive de la variété chetoui. Thèse de doctorat, Université Tunis II, Faculté des sciences, 242p.
- Bedbabis S., Ben Rouina B., Palese A.M., Rhouma A., Gargouri K., Boukhris M., (2009).** Effet de l'irrigation par les eaux usées traitées sur la qualité d'huile d'olive de la variété "Chemlali". *J. Food Qual.* 32, 141–157.
- B. Baccouri, S. Ben Temime, W. Taamalli, D. Daoud, M. Msallem, M. Zarrouk. Caractéristiques analytiques des huiles d'olive vierges provenant de deux nouvelles variétés obtenues par roscsing contrôlée sur la variété Meski Food Chem., 14 (2007), p. 19-34.**

- Braham M., (1999).** Evaluation des exportations en azote, phosphore et potassium d'un hectare d'oliviers « chemlali » (*Olea Europa L.*). *Revu Ezzitouna* 5 ( 1 et 2) : 22-29.
- Ben Rouina B., Trigui A., Boukhris M., (2002).** Effet du climat et des conditions du sol sur les performances des chemlali de Sfax « oliviers ». *Acta Horticulturae* (1) 586: 285-289.
- Ben Ahmed C., Ben Rouina B., Boukhris M., (2007).** Effet du déficit hydrique sur l'olivier Chemlali sous conditions de terrain dans la région aride Tunis. *Science Horticulture*, 113, 267-277.
- Chaari A., Grati N., Trigui, A., (1992).** Aptitude des boutures semi-ligneuses de la variété d'olivier « chemlali de Sfax » (Tunisie) à l'enracinement sous nébulisation. Dans Procès-verbal de la 32ème Semaine scientifique DN Damas-Syrie, 7-13 Nov. 1992. Livre 3 partie 1, p. 389-406.
- Cimato A., (1990).** La qualité de l'huile d'olive vierge et les facteurs agronomiques. *Olivae*, 31, 20-31.
- Conseil Oléicole Internationale (2013) :** Norme Commerciale Applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignon d'olive. COI/T.15/NC n° 3/Rév. 7 mai 2013.
- Dettori S. et Russo G., (1993).** Influence du cultivar et du régime hydrique sur le volume de la production et de la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*, 49, 36-43.
- Esti M., Cinquanta L., Carrone A., Trevisonno M.C., La Notte E., Gambacorta G., (1996).** Composés antioxydants et les paramètres qualitatifs des huiles d'olive vierges en Molise. *Rev. Ital. Sost. Grasse*, 73, 147-150.
- El Antari A., Hilal A., Boulouha B., El moudni A., (2000).** Etude de l'influence de la variété, de l'environnement et des techniques culturales sur les caractéristiques des fruits et la composition chimique de l'huile d'olive vierge extra au Maroc, *Olivae*, 80, 29-36.
- Fantanazza G., et Bladini L., (1990).** Proposition pour un programme d'amélioration génétique de l'olivier. *Olivae*, 34, 32-40.
- Gharsallaoui M., Benincasa C., Ayadi M., Perri E., Khelif M., et Gabsi S., 2011.** Étude sur l'impact de l'irrigation des eaux usées sur la qualité des huiles obtenues à partir d'olives récoltées à la main et à partir du sol et extrait à différents moments après la récolte. *Scientia Horticulturae*, 7p.zzaitouna p71.
- Grati N., (2007).** Etude de la diversité génétique de l'olivier en Tunisie, Approche pomologique, chimique et moléculaire. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques. Faculté des sciences de Sfax. 350p.
- Gomez-Rico A., Desamparados M.S., Moriana A., Perez D., Oledilla N., Ribas F., Fregapane G., (2007).** *Food chemistry*, 100, 568-578.
- Grattan S.R., Berenguer M.J., Connell J.H., Polito V.S., Vossen P.M., (2006).** Production d'huile d'olive influencée par différentes quantités d'eau appliquée. *Agric. Water Manage.* 85, 133-140.
- Gucci R., Tattini M., (1997).** Tolerance à la salinité dans l'olive. *Hort. Rev.* 21, 177-214. ISO 8292-1: 2008 Graisses animales et Végétales et les huiles - Détermination de la teneur en matières grasses solides par RMN pulsée - Partie 1: Méthode directe. UNE. (1973). Espagnol norme 55032 UNE méthode.
- Iniesta F., Testi L., Orgaz F., Villalobos F.J., (2009).** Les effets de l'irrigation régulée et continue du déficit sur l'utilisation de l'eau, la croissance et le rendement des oliviers. *Eur.J. Agron.* 25, 258-265.
- Khaboo W., Trigui A., Ben Amor T. (1994).** Effet de l'état nutritif de l'arbre sur l'aptitude à l'enracinement des boutures semi-ligneuses de la variété d'olivier à huile « chemlali de Sfax ». *Revu Ezzitouna* 1 (1) : 2-13.
- Khelif M., Ayadi M., Grati N., Arous M.N., Rekik H., Hamdi M.T., Rekik B. (2002).** Identifying chelali olive variety in its traditional area. *Acta Horticulturae* 586 : 117-120.
- Klein I., Ben-Tal Y., Lavee S., De Malach Y., David I., (1994).** L'irrigation saline. *Manzanillo Et Uovo des arbres piccione. Acta Hort.* 356, 176-180.
- Lazzez A., (2009).** Etude des caractéristiques pomologiques des olives et physico-chimiques de l'huile de la variété chemlali : impact de la maturité, du site d'implantation et de la campagne oléicole. Thèse de Doctorat en Chimie Faculté des sciences de Sfax. 189p.
- Lavee S., Nashef M., Wodner M., Harshemesh H., (1990).** L'effet de l'irrigation complémentaire s'est ajouté aux vieux oliviers (*Olea europa* EA., Cv. Souri) sur les caractéristiques des fruits, le rendement et la production d'huile. *Advances in Horticultura science*, 4, 135-138.
- Lehouerou H. N., (1986)** Plantes tolérantes au sel de valeur économique dans le bassin méditerranéen. *Recyclage ET recherche sur la revégétalisation.*, 5, 319-341.



- Loussert R., et Brousse G., (1978).** L'olivier, édition G.P. Maisonneuve et Larose Paris, 465p.
- Moriana A., Orgaz F., Fereres E., Pastor M., (2003).** Réponses de rendement du verger d'olivier mature aux déficits hydriques. *Journal of American Society Horticultural Science*, 128, 425-431.
- Michelakis N., (1992).** L'amélioration de la qualité de l'huile d'olive en Grèce : Passé, Présent et avenir. *Olivae*, 42, 22-30.
- Michelakis N.I.C., Vouyoucalou E., Clapaki G., (1994).** La croissance des plantes et la réponse du rendement de l'olivier Kalamon, à différents niveaux de potentiel hydrique du sol et les méthodes d'irrigation. *Acta Hortic.* 356, 205-210.
- Manrique T., Rapoport H.F., Castro J., Pastor M., (1999).** Mesocarpe division cellulaire et l'expansion dans la croissance des fruits de l'olive. *Acta Hortic.* 474, 301-304.
- Pastor M. J., Castro M. J., Mariscal V., Vega F., Orgaz F., Fereres E., Handalgo J., (1999).** Réponse d'olive traditionnelle à différentes doses et stratégies de l'eau d'irrigation. *La recherche agricole*, 14, 393-404.
- Patumi M., d'Andria R., Fontanazza G., Morelli G., Giori P., Sorrentino G., (1999).** Rendement et qualité de l'huile d'arbres intensément formés de trois cultivars d'olive sous différents régimes d'irrigation. *Journal of horticultural Science and Biotechnology*, 74, 729-737.
- Patumi M., d'Andria R., Marsilio G., Fontanazza G., Morelli G., Lanza B., (2002).** Qualité de l'huile d'olive et de l'huile d'olive après la culture intensive de l'olivier monocône (*Olea europaea*, Cv. Kalamata) dans différents régimes d'irrigation. *Food Chemistry*, 77, 27-34.
- PK Cornejo, Q. Zhang, JR Mihelcic.** Quantifier les avantages de la récupération des ressources de services d'assainissement dans un cadre de pays en développement. *J. Environ. Manag.*, 131 (2013), pp. 7-15.
- Silvestri E., Bazzanti N., Toma M., Cantini C., (1999).** Effet du système de formation, irrigation et couverture ronde sur la performance des olives. *Acta Hortic.* 474, 173-175.
- Wiesman Z., Malach De.Y., David Y., 2002.** Olives et eau salée-Histoire de la réussite. *Int. Water Irrig.* 22, 18-21.
- Wiesman Z., Itzhak D., Ben Dom N., (2004).** Optimisation du niveau d'eau saline pour la production durable d'olives et d'huiles de Barnea dans des conditions désertiques. *Scientia Horticulturae*, 100, 257-266.
- Wallali I., Chimitah M., Loussert R., Mahou A., Boulouha B., (1984).** Caractères morphologiques et physiologiques de clones d'oliviers, Picholine marocaine. *Olivae*, 3, 26-30.
- W. Mo, Q. Zhang.** Systèmes de Traitement des eaux usées municipales peuvent être neutre en carbone. *J. Environ. Manag.*, 112 (2012), pp. 360-367.