



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بو عريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahim B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques

# Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Amélioration des plantes

Thème :

**Effet de l'irrigation et de la fertilisation azotée sur la croissance végétative de l'olivier (*Olea europaea* L.) dans la zone semi-aride cas de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.**

Présenté par :  
MADANI Radhia  
TOUBACHE Kahina

Soutenu le : 19 / 09/2022

Devant le jury :

Président :	M <sup>me</sup> KELALECHE Hizia	MCB	Faculté SNV-STU
Encadrant :	M <sup>r</sup> BELGUERRI Hemza	MCB	Faculté SNV-STU
Examineur :	M <sup>r</sup> BAHLOULI Fayçal	Pr	Faculté SNV-STU

Année universitaire : 2021/2022

## Remerciement

*Nous remercions tout d'abord **ALLAH** le tout puissant de nous avoir donné la santé, la patience et la volonté pour réaliser ce modeste travail.*

*Je remercie chaleureusement mon encadreur **Mr Hemza Belguerri** pour son aide précieuse et ses conseils éclairés dans la direction de mon travail, ainsi que pour sa grande disponibilité et son immense gentillesse.*

*Nous exprimons notre reconnaissance à **Kelaleche Hizia** qui a accepté de présider jury.*

*Nous remercions également **Bahlouli Fayçal** que nous faisons l'honneur d'examiner ce mémoire nous exprimons notre reconnaissance aussi envers mes enseignants et mes camarades de promotion 2022.*

*Nous remercions mon oncle **Ammar** pour la chance qui a donné à nous pour réaliser ce travail dans son verger.*

*Nous remercions également toutes les familles **Toubache** et **Madani**.*

*A ceux et celles qui m'ont aidé d'une façon ou d'une autre, de près ou de loin dans mon travail, je les remercie du fond du cœur.*

*\*Merci à tous\**

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail  
A ma mère  
A mon père  
A mes frères et sœurs  
A tout ma famille et belle famille  
A mon cher binôme radhia  
Pour leur réconfort moral et sa famille.  
Qui me reconnaisse et qui m'ont aidé et contribué à la réalisation  
de ce travail.  
E à la fin je dédie ce travail à moi-même.*

*\*KAHINA\**

## Dédicace

*Je dédie ce travail  
A ma mère  
A mon père  
A mes frères et sœurs  
A toute ma famille et belle famille  
A mon cher binôme kahina  
Pour leur réconfort moral et sa famille  
Qui me reconnaissance et qui m'ont aidé et contribué à la  
réalisation de ce travail.  
E à la fin je dédie ce travail à moi-même.*

**\* RADHIA \***

# Sommaire

Remerciement

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction .....	1
1. Généralités sur l'olivier .....	3
1.1. Origine et distribution.....	3
1.2. Classification botanique .....	3
1.3. Importance de l'olivier en Algérie.....	4
1.4. Importance de l'olivier dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj .....	4
1.5. Caractérisation morphologique de l'olivier .....	5
1.5.1. L'arbre .....	5
1.5.1.1. Système aérien de l'olivier .....	5
1.5.1.2. Système racinaire.....	6
1.6. Cycle végétatif annuel .....	6
1.7. Croissance végétative .....	7
2. Matériel et méthodes .....	9
2.1. Caractéristiques générales du site expérimental .....	9
2.1.1. Présentation de la wilaya de bordj Bou Arreridj .....	9
2.1.3. Caractéristiques climatiques .....	10
2.1.4. Caractéristiques du sol.....	11
2.2. Caractéristiques de la plantation.....	11
2.2.1. Caractéristiques générales .....	11
2.2.2. Matériel végétal .....	12
2.3. dispositif expérimental .....	12
2.4. Définition des traitements.....	12
2.4.1. Stratégies d'irrigation .....	12
2.4.2. Doses de fertilisant appliquée.....	13
2.4.3. L'orientation de la plantation .....	13
2.5. Application du système d'irrigation.....	14
2.6. Application de la fertilisation azotée.....	14
2.7. Contrôles réalisés .....	15
2.7.1. Floraison et nouaison.....	15
2.7.2. Croissance végétative .....	15
2.7.2.1. Longueur des pousses.....	15
2.7.2.2. Volume de la frondaison de l'arbre .....	16
2.8. Analyses statistiques.....	16
3. Résultats et discussions .....	17
3.1. Quantité d'eau appliquée durant l'irrigation .....	17
3.2. Paramètres reproductifs .....	17
3.2.1. Analyse de la variance.....	17
3.2.2. Etudes des valeurs moyennes .....	18
3.2.2.1. Floraison .....	18
3.2.2.2. Taux de nouaison.....	20

3.3. Paramètres de croissance végétative.....	22
3.3.1. Volume de la frondaison et circonférence du tronc.....	23
3.3.1.1. Analyse de la variance.....	23
3.3.1.2. Etude des valeurs moyennes.....	24
3.3.1.2.1. Volume de frondaison relatif (VFR) .....	24
3.3.1.2.2. Circonférence du tronc relative (CTR).....	25
3.3.2. Longueur des pousses de l'année .....	25
3.3.2.1. Analyse de la variance.....	25
3.3.2.2. Etude des valeurs moyennes.....	26
3.3.2.3. Evolution de la longueur des pousses en fonction des stratégies de l'irrigation .....	27
3.3.2. Efficacité de l'irrigation (volume de frondaison par rapport à la quantité d'eau appliquée (m <sup>3</sup> de frondaison/m <sup>3</sup> d'eau d'irrigation) .....	28
Conclusion.....	29
Références bibliographiques.....	30

## Liste des figures

Figure	Page
<b>Figure 01:</b> Production d'huile d'Olive en Algérie	<b>04</b>
<b>Figure 02:</b> la répartition de la surface occupée par l'oléiculture dans la wilaya de bordj Bou Arreridj	<b>05</b>
<b>Figure 03:</b> Cycle végétative et de reproduction d'olivier	<b>07</b>
<b>Figure 04:</b> Localisation de la wilaya de bordj Bou Arreridj	<b>10</b>
<b>Figure 05:</b> Localisation de la parcelle expérimentale	<b>11</b>
<b>Figure 06 :</b> Le dispositif expérimental et la distribution de traitement	<b>12</b>
<b>Figure 07 :</b> Les deux faces de la haie selon l'orientation de la plantation d'oliveraie	<b>13</b>
<b>Figure 08 :</b> La fertilisation azotée	<b>14</b>
<b>Figure 09 :</b> Le stade de comptage des fleurs et des fruits après nouaison	<b>15</b>
<b>Figure 10 :</b> Les mesures des longueurs des pousses	<b>15</b>
<b>Figure 11 :</b> La mesure des dimensions de l'arbre	<b>16</b>
<b>Figure 12 :</b> Quantité d'eau appliquée durant l'irrigation pour les deux stratégies d'irrigation	<b>17</b>
<b>Figure 13 :</b> Effet de la stratégie d'irrigation sur l'intensité florale(IF).	<b>19</b>
<b>Figure 14 :</b> Effet de la dose d'azote appliquée sur l'intensité florale (F).	<b>19</b>
<b>Figure 15 :</b> Effet du choix de l'orientation de la plantation sur l'intensité florale (IF).	<b>20</b>
<b>Figure 16 :</b> Effet de la stratégie d'irrigation sur le taux de nouaison (TN%).	<b>21</b>
<b>Figure 17 :</b> Effet de la dose d'azote appliquée sur le taux de nouaison (TN%).	<b>21</b>
<b>Figure 18 :</b> Effet de l'orientation de plantation sur le taux de nouaison (TN%).	<b>22</b>
<b>Figure 19 :</b> Effet de l'irrigation et la fertilisation azotée sur le volume de frondaison de l'olivier.	<b>24</b>
<b>Figure 20 :</b> Effet de l'irrigation et la fertilisation azotée sur la circonférence du tronc.	<b>25</b>
<b>Figure 21 :</b> Effet de l'irrigation, la fertilisation azotée et l'orientation de plantation sur la longueur des pousses de l'année.	<b>27</b>
<b>Figure 22 :</b> Evolution de la longueur des pousses en fonction des stratégies de l'irrigation	<b>27</b>
<b>Figure 23 :</b> Volume de frondaison par rapport à la quantité d'eau appliquée (m <sup>3</sup> de frondaison/m <sup>3</sup> d'eau d'irrigation)	<b>28</b>

## Liste des tableaux

Tableau	page
<b>Tableaux 01 :</b> Les données climatiques de la zone de bordj Bou Arreridj	<b>10</b>
<b>Tableaux 02 :</b> Carrés moyens de l'analyse de la variance des caractères l'intensité florale (IF) et le taux de nouaison (TN)	<b>18</b>
<b>Tableau 03 :</b> Carrés moyens de l'analyse de la variance du volume de frondaison relatif (VFR) et la circonférence de tronc relative (CTR)	<b>23</b>
<b>Tableau 04 :</b> Carrés moyens du l'analyse de la variance de la longueur des pousses de l'année.	<b>26</b>

## Liste des abréviations

°C : degré Celsius.  
**CTA** : circonférence du tronc absolue (cm).  
**CTF** : circonférence du tronc finale (cm).  
**CTI** : circonférence du tronc initiale (cm).  
**CTR** : circonférence du tronc relative (%).  
**DL** : degré de liberté.  
**ETC** : évapotranspiration de la culture.  
**ET0** : évapotranspiration de référence.  
**H (%)** : humidité.  
**Ha** : hectare.  
**IDC** : irrigation déficitaire contrôlée.  
**IF** : intensité floral.  
**Kg** : kilogramme.  
**Km<sup>2</sup>** : kilomètres carré.  
**LPA** : longueur des pousses absolue (cm).  
**LPF** : longueur des pousses finale (cm).  
**LPI** : longueur des pousses initiale (cm).  
**LPR** : longueur des pousses relative (%).  
**m<sup>2</sup>** : mètre carré.  
**mm** : millimètre.  
**N** : azote.  
**P** : précipitation.  
**SV** : source de variance.  
**T max** : température maximale.  
**T min** : température minimale.  
**T moy** : température moyenne.  
**T** : température.  
**TN** : taux de nouaison.  
**V** : volume.  
**VFA** : volume de frondaison absolu (cm).  
**VFF** : volume de frondaison final (cm).  
**VFI** : volume de frondaison initial (cm).  
**VFR** : volume de frondaison relatif (%).



## Résumé

Le changement climatique ces dernières années a influé négativement sur la disponibilité des ressources hydriques, d'où vient la nécessité de trouver des stratégies d'irrigation qui économisent de l'eau tout en gardant voir améliorant les performances productives et qualitatives de l'olivier. Ce travail est mené sur un verger d'olivier intensive de la Variété Chemlal dans la zone semi- aride de Bordj Bou Arreridj, dont l'objectif est l'évaluation de l'effet de l'application des deux stratégies d'irrigation qui sont l'irrigation complète (R-100) et l'irrigation déficitaire contrôlée (IDC) dont on a appliqué une réduction du 75% à partir du début du mois de Juillet jusqu'à 15 Septembre. Ces deux stratégies ont été combinées avec l'application d'azote (N) avec deux doses : (N-0, sans application du N ; N-50, application de 50 kg ha<sup>-1</sup>). En plus de l'effet de ces deux facteurs on a étudié l'effet de l'orientation de la plantation en comparant les paramètres reproductifs et végétatifs entre les deux faces de la ligne. Comme résultats de ce travail on a trouvé que l'application des réductions d'eau d'irrigation peut économiser jusqu'à 25 % d'eau d'irrigation sans effets préjudiciables sur les performances végétatives de l'olivier, avec une augmentation de l'efficacité de l'irrigation sur le volume de frondaison de l'arbre, pour la fertilisation azotée tous les paramètres végétatifs ( volume de frondaison, circonférence du tronc et longueur des pousses), ainsi les paramètres reproductifs (floraison et nouaison) n'ont pas eu une réponse en appliquant de l'azote ce qui peut être expliquée par la concentration élevée de cet élément au niveau de la feuille. L'orientation de plantation na pas eu un effet sur les différents paramètres étudiés dans ce stade de développement du verger.

**Mots clés :** irrigation déficitaire, olivier, azote, orientation de plantation, paramètres végétatifs.

## Abstract

Climate change in recent years has had a negative impact on the availability of water resources, hence the need to find irrigation strategies that save water and at the same time maintaining or improving the productive and qualitative performances of the olive trees. This work was carried out on an intensive olive orchard of the Chemlal variety in the semi-arid zone of Bordj Bou Arreridj, which the aim was to evaluate the effect of the application of two irrigation strategies which are the full irrigation (R-100) and regulated deficit irrigation (RDI) with reduction of 75% was applied from the beginning of July until September 15<sup>th</sup>. These two strategies were combined with application of nitrogen (N) with two doses: (N-0, without application of N ; N-50, application of 50 kg ha<sup>-1</sup>). In addition to the effect of these two factors, the effect of orientation of the plantation by comparing the reproductive and vegetative parameters between the two faces of the line. As results of this work, the application of irrigation water reductions can economize up to 25% of irrigation water without detrimental effects on the vegetative performance of the olive tree, with an increase in the efficiency of irrigation on the tree canopy volume, for nitrogen fertilization, all the vegetative parameters (volume of canopy, trunk circumference and shoot length), as well as the reproductive parameters (flowering and fruit set) did not have a response by applying nitrogen, which can be explained by the high concentration of this element in leaf . The orientation of the planting did not have an effect on the different parameters studied in this stage of orchard development.

**Key words:** regulated deficit irrigation, olive tree, nitrogen, planting orientation, vegetative parameters.

## ملخص

كان لتغير المناخ في السنوات الأخيرة تأثير سلبي على الموارد المائية، و من هنا جاءت الحاجة إلى إيجاد استراتيجيات ري توفر المياه مع الحفاظ أو تحسين الأداء الإنتاجي و النوعي لشجرة الزيتون. تمت هذه الدراسة على بستان زيتون مكثف ل من الصنف شمالي في المنطقة شبه الجافة لبرج بوعريريج، و الهدف منه هو تقييم تأثير تطبيق استراتيجيتي الري وهما الري الكامل و الري الناقص المتحكم فيه حيث تم تطبيق تخفيض بنسبة 75 % من بداية شهر جويلية حتى 15 سبتمبر. تم الجمع بين هاتين الإستراتيجيتين مع تطبيق عنصر الأزوت بجرعتين : (بدون تطبيق الأزوت، و تطبيق 50 كغ في الهكتار) بالإضافة إلى تأثير هذين العاملين، فمن ذلك بدراسة تأثير توجيه خطوط الغرس من خلال مقارنة الخصائص الإنتاجية و الخضرية بين وجهي خط الغرس. كنتيجة لهذا العمل وجدنا بأن تطبيق تخفيضات في مياه الري يمكن أن يوفر ما يصل إلى 25 % من مياه الري دون آثار ضارة على الأداء الخضري لشجرة الزيتون، مع زيادة في كفاءة الري على حجم مظلة الشجرة، بالنسبة للتخصيب بالأزوت، لم يكن له تأثير على معايير النمو الخضري والمعايير الإنتاجية، والذي يمكن تفسيره من خلال التركيز العالي لهذا العنصر على مستوى الورقة. لم يكن هناك تأثير لإتجاه خطوط الغرس على العوامل المختلفة التي تمت دراستها في هذه المرحلة من تطور البستان.

**الكلمات المفتاحية:** الري الناقص، شجرة الزيتون، الأزوت، إتجاه خطوط الغرس، المعايير الخضرية.

# **Introduction**

## Introduction

L'olivier (*Olea europaea* L.) est l'arbre caractéristique de la région de bassin méditerranéen. C'est l'un des éléments majeurs de l'économie agricole de certains pays de cette région (**Frah et al., 2015**).

L'Algérie fait partie des principaux pays méditerranéens dont le climat est plus propice à sa culture. Vu la rusticité et l'adaptation de l'olivier. Sa culture occupe les terres des zones difficiles (**Bouladjoul, 2016**) (les zones arides et semi-arides cas de wilaya de Bordj Bou Arreridj), l'oléiculture dépend largement aux conditions climatiques (précipitation en premier lieu), dont la grande partie des surfaces cultivées se situe dans des zones montagneuses ainsi dans des zones qui se caractérisent par une faible pluviométrie (**Grini et Bendjedou, 2021**). La productivité de l'olivier est limitée à la fois par la disponibilité de l'eau et des nutriments, étant affecté le rendement de plusieurs degrés selon les sols, la variabilité des précipitations au cours de la saison et l'alternance ou l'effet de l'année (**Belguerri, 2016**).

L'irrigation est une technique destinée à corriger le déficit pluviométrique. Elle consiste à apporter artificiellement de l'eau aux végétaux cultivés pour augmenter la production et améliorer le développement des plantes (**Trabelsi, 2020**). Cependant, soucieux d'économiser plus d'eau, des recherches ont été réalisées dans différentes régions de la Tunisie notamment à Kairouan, Sfax, Mornag et Nabeul pour étudier la possibilité de réduire les apports d'eau d'irrigation sans affecter significativement la production et ce en utilisant le concept de l'irrigation déficitaire, qui a été utilisé en Espagne pour mieux contrôler le développement végétatif des arbres et leur productivité (**Masmoudi-Charfi, 2012**).

Le rendement de l'olivier et la qualité d'huile sont fortement influencées par un ensemble de facteurs non exclusifs comme le génotype ou l'état nutritionnel et hydrique de la plante (**Belguerri, 2016**). la fertilisation assurer le développement d'une bonne structure de l'arbre, équilibre entre la végétation et production (**Masmoudi-Charfi et al., 2016**), l'arbre a des besoins importantes en azote **N** pour assurer son développement végétatif (développement des jeunes rameaux, formation de nouvelles feuilles et de pousses). Dans le cas d'une carence en azote, les feuilles prennent une coloration verte pal, plus ou moins prononcée pouvant aller jusqu'à leur chute : elles deviennent alors jaune (**Baba Hamed, 2017**).

La culture de l'olivier traditionnelle ou extensive se caractérise par des faibles rendements et des exigences plus ou moins pareils que celles du système intensives

(Belguerri, 2016) (plusieurs mécanismes sont pris en considération dans ce sens), où la connaissance des besoins en eau d'olivier est de ce fait nécessaire pour un pilotage efficient de l'irrigation, particulièrement dans les plantations intensives (Masmoudi-Charfi et Ben Mechlia, 2004). D'après Belguerri (2016) le choix de l'orientation de la plantation des oliveraies est essentiel dans ce système de culture. La plupart des oliveraies sont orientées Nord-Sud (N-S) ce qui assure une distribution équitable de la radiation solaire entre les deux faces de la haie et par conséquent une production d'huile similaire.

L'objectif visé dans ce travail est d'étudier le comportement végétatif, de l'olivier de variété « Chemlal » cultivé en intensif vis-à-vis de différentes stratégies d'irrigation (irrigation complète avec 100% des besoins de la plante, irrigation déficitaire et sous régime pluviale), dans le but d'économiser des quantités d'eau tout en gardant la même croissance végétative. Ces stratégies d'irrigation ont été accompagnées par l'application de deux traitements d'azote pour déterminer l'effet de cet élément sur la croissance végétative d'une part et sur l'amélioration du comportement de l'arbre en cas de déficit hydrique en étudiant l'interaction entre ces deux facteurs (irrigation et fertilisation). Comme troisième facteur indépendant, l'effet de l'orientation de plantation sur la croissance végétative.

Cette étude comporte trois chapitres : le premier chapitre comporte des généralités sur l'olivier, un deuxième chapitre qui comporte la démarche et les protocoles expérimentaux adoptés et un troisième chapitre comportant les résultats obtenus et leur discussion.

## 1. Généralités sur l'olivier

### 1.1. Origine et distribution

L'olivier, comme la plupart des plantes naturalisées dans le bassin méditerranéen (habitat idéal pour sa propre croissance), est originaire de la région caucasienne où sa culture commença il ya **6000** ou **7000** ans ; puis il se diffusa sur les cotes de la Syrie, de la Palestine, et en Egypte. Entre le IX<sup>e</sup> et le VIII<sup>e</sup> siècle avant **J.-C.**, il fut introduit jusqu'en Grèce par des marchands phéniciens, où il devint un des piliers de la civilisation hellénique et méditerranéenne (**villa, 2003**).

Actuellement, il existe des études archéologiques et génétiques qui indiquent une domestication en plusieurs points du bassin méditerranéen sur une très longue période. Plus récemment, on sait que les phéniciens l'ont introduit dans la péninsule Ibérique. Les romaines ont ensuite développé sa culture car l'huile était forte appréciée à Rome. Avec l'occupation arabe, la culture a été renforcée et diversifiée par l'importance de l'olivier dans le sud de l'Espagne (**Grini et Bendjedou, 2021**).

En Algérie, la culture de l'olivier remonte à la plus haute antiquité. Nos paysans s'y consacraient avec art durant plusieurs siècles. L'olivier et ses produits constituaient alors l'une des bases essentielles des activités économique de nos populations rurales. L'huile d'olive faisait l'objet d'un commerce intense entre l'Algérie et Rome, durant l'époque romaine. Depuis cette époque, l'histoire de l'olivier se confonde avec l'histoire de l'Algérie et les différentes invasions ont eu un impact certain sur la répartition géographique de l'olivier dont nous avons hérité à l'indépendance du pays (**Abd elkebir et al., 2020**).

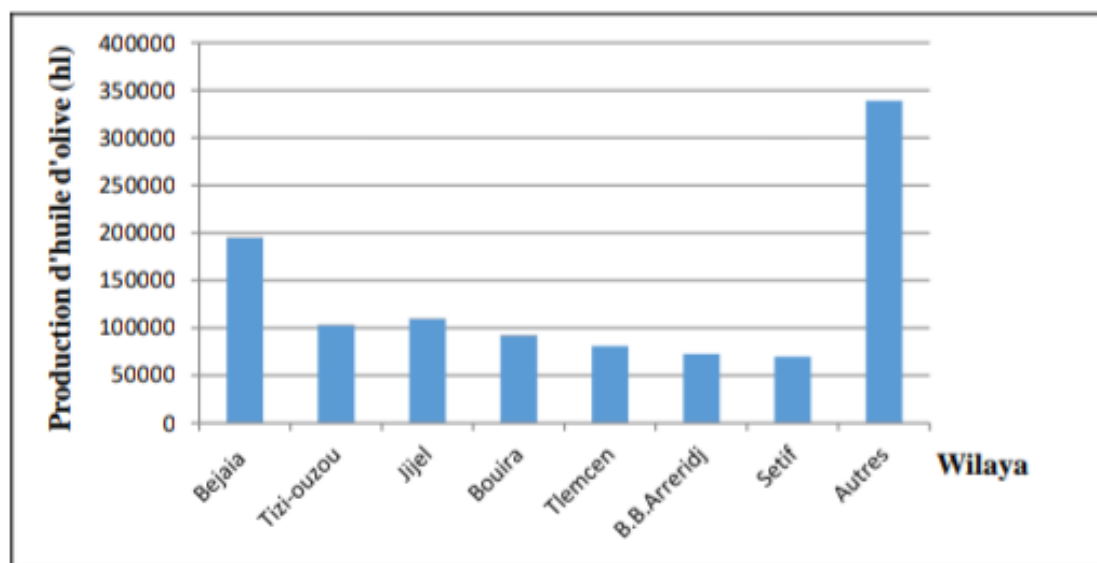
### 1.2. Classification botanique

La classification botanique de l'olivier selon (**Larabi et Khanous, 2016**), est la suivante :

<b>Règne :</b>	Plante
<b>Sous règne :</b>	Tracheobionate
<b>Division :</b>	Magnoliphytes
<b>Embranchement :</b>	Spermaphytes
<b>Sous embranchement :</b>	Angiospermes
<b>Classe :</b>	Dicotylédones
<b>Sous classe :</b>	Astéridées
<b>Ordre :</b>	Lamiales
<b>Famille :</b>	Oléacées
<b>Genre :</b>	Olea
<b>Espèce :</b>	europaea

### 1.3. Importance de l'olivier en Algérie

Depuis 2014, la production d'olives d'Algérie a augmenté de 12,1% par an. En 2019, le pays était classé 8<sup>ème</sup> parmi les pays les plus producteurs dont la production d'olives était de 8687551 q, avec un rendement de 75,92 kg/ arbre. La production de l'huile durant la campagne 2019 est de 1 062 234 hl avec un rendement de 18,51 /q. les principales régions sont : Bejaia 18,33% (194713 hl), Jijel 10,34% (109791), Tizi-Ouzou 9,7% (103074 hl), (Grini et Bendjedou, 2021). (Figure 01)

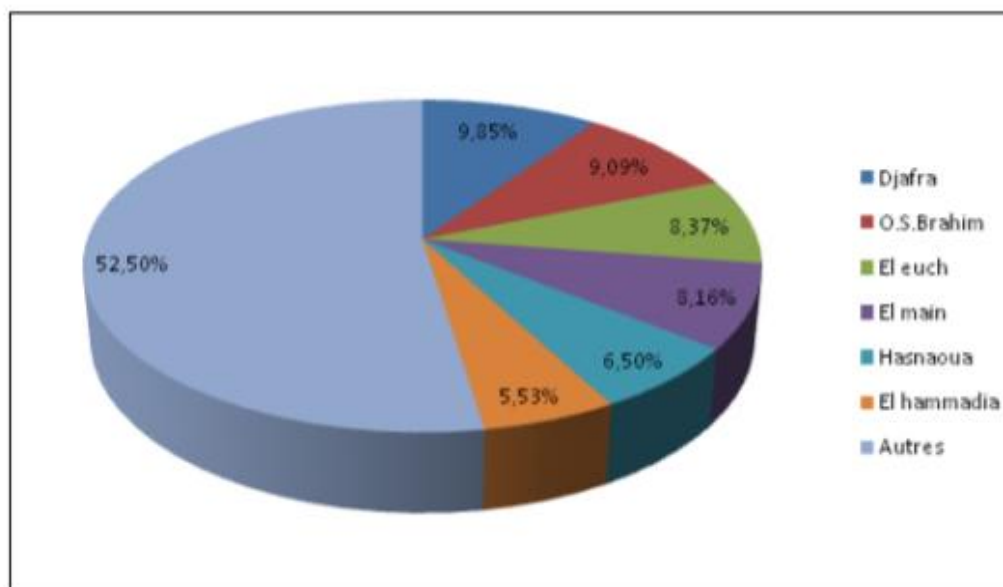


**Figure 01 :** Production d'huile d'olive en Algérie (Grini et Bendjedou, 2021).

### 1.4. Importance de l'olivier dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj

La wilaya de bordj Bou Arreridj se classe en sixième position par rapport à la production d'huile en Algérie, la culture d'olivier dans la wilaya de bordj Bou Arreridj occupe en 2020 (26330,5 ha) pour une production de (197956 q) avec un rendement de 15,6 l/q. la période (2012-2020) la production totale d'olive s'élève à 11946 q d'olive de table et à 186010 q d'olive à huile (Grini et Bendjedou, 2021).

La surface occupée durant la campagne 2012-2020 a augmenté de 21544 ha à 26385,5 ha, et était maximale dans l'année 2018 (226478 ha). Les oliveraies sont localisées essentiellement dans les communes suivantes : Djafra 9,85%, Ouled Sidi Brahim 9,09%, El Euche 8,37%, El main 8,16%, (Grini et Bendjedou, 2021). (Figure 02)



**Figure 02 :** La répartition de la surface occupée par l'oléiculture dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj (DSA 2020).

## 1.5. Caractérisation morphologique de l'olivier

### 1.5.1. L'arbre

L'olivier cultivé est un arbre toujours vert grâce à ces feuilles persistantes. Le port et la forme de l'arbre sont des caractéristiques variétales mais leur développement dépend des conditions climatiques, de la qualité du sol et des techniques culturales. Les caractères retenus pour la description de l'arbre sont : la vigueur (faible, moyenne ou élevée), le port (retombant, étalé, dressé), la densité de feuillage qui est qualifiée de lâche, moyenne ou compacte et la longueur des entre-nœuds qui peut être courte, moyenne ou longue. Le tronc de l'olivier est régulier et lisse, généralement de couleur grise et devient irrégulier, rugueux et tortueux lorsqu'il est dans la force de son âge (Trabelsi, 2020).

#### 1.5.1.1. Système aérien de l'olivier

##### a) Tronc

Selon Abbas et Zitouni (2019), le tronc est jaunâtre puis passe à la brune très claire. Il est très dur, compact, court, trapu (jusqu'à 2m de diamètre), et port des branches assez grosses, tortueuses, et lisse.

##### b) Rameaux

D'après Lomenche (2010) Les jeunes pousses présentent une écorce claire, de section quadrangulaire. En vieillissant, les rameaux passent du vert-gris au gris-brun et deviennent cylindriques.

### c) Feuilles

Persistantes, opposées, coriaces, ovales oblongues, à entières et un peu enroulés, portées par un court pétiole ; elles sont vert grisâtres, à vert sombre dessous blanchâtres et à une seule nervure dessous. Très souvent, elles contiennent des matières grasses, des cires, des chlorophylles, des acides (gallique et malique), des gommés et des fibres végétales (**Missat, 2012**).

### d) Fleurs

Les fleurs d'olivier sont groupées en inflorescence comportant un nombre des fleurs, variables d'un cultivar à un autre de 10 à plus de 40 par grappe en moyenne. Les fleurs individuelles peuvent être hermaphrodites ou staminées (**Haddou, 2017**).

### e) Fruits

La période de la mise à fruit s'étale d'octobre à novembre les fruits sont ovoïdes gros (1,5 à 2 cm), longtemps verts, puis noirs à complète maturité, de forme variable suivant les variétés à pulpes charnue huileuse (**Haddou, 2017**).

#### 1.5.1.2. Système racinaire

Les racines de l'olivier ont une importante capacité d'exploitation du sol. Leur développement est étroitement lié aux caractéristiques physico-chimiques du sol, au climat et au mode de conduite de l'arbre. (**Akkouche et Bektache, 2021**)

#### 1.6. Cycle végétatif annuel

Le déroulement annuel du cycle végétatif (**figure 03**) de l'olivier est en étroite relation avec les conditions climatiques de son aire d'adaptation, caractérisée essentiellement par le climat méditerranéen. Après la période de ralentissement des activités végétatives (repos hivernal) qui s'étend de novembre à février, le réveil printanier (mars-avril) se manifeste par l'apparition de nouvelles pousses terminales et l'éclosion des bourgeons axillaires, ces dernier, bien différenciés, donneront soit du bois (jeunes pousses), soit des fleurs (**ITAF, 2017**). Au fur et à mesure que la température printanière s'adoucit, que les jours s'allongent et l'inflorescence se développe ; la floraison aura lieu en mai –juin (**ITAF, 2017**).

C'est en juillet –aout que l'endocarpe se clarifie (durcissement du noyau). Les fruits grossissent pour atteindre leur taille normale fin septembre-octobre. Suivant les variétés, la maturation est plus ou moins rapide (**Girona 2001**).

La récolte s'effectue de la fin septembre pour les variétés précoces récoltées en vert, jusqu'en février pour les variétés tardives à huile.



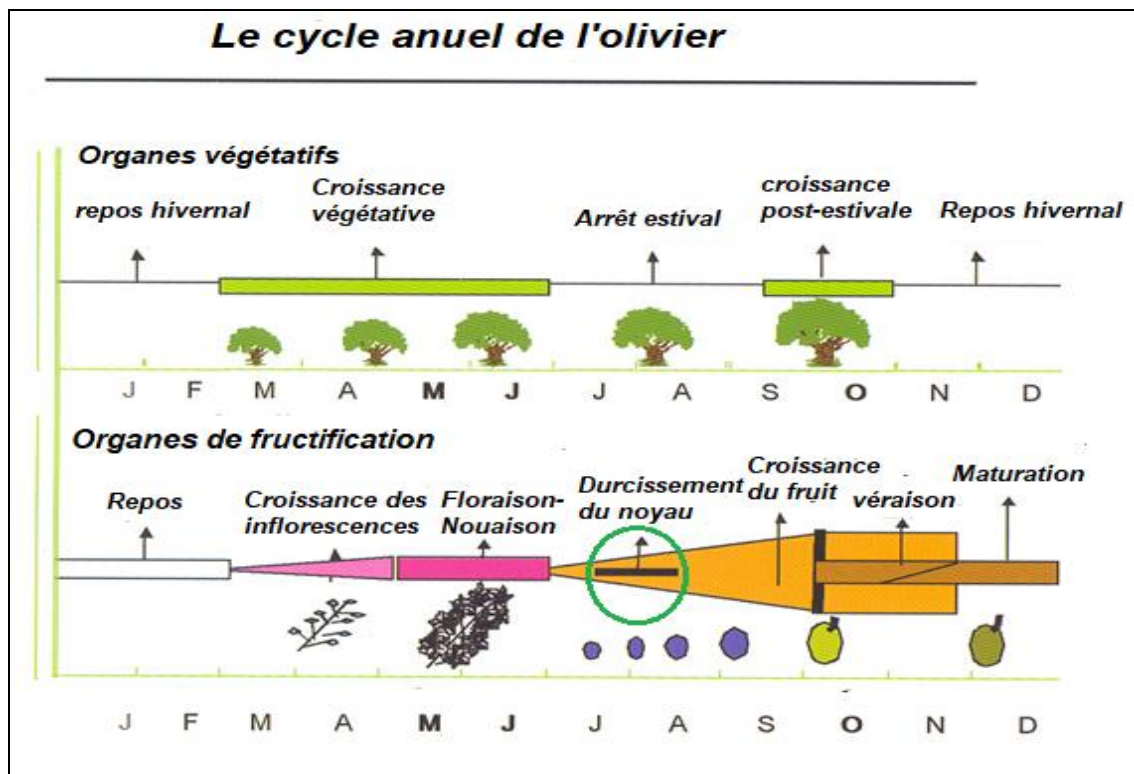


Figure 03 : Cycle végétatif et de reproduction d'olivier (Girona 2001).

### 1.7. Croissance végétative

Selon **Fernandez et Moreno (1999)**, la croissance est définie comme étant l'ensemble des phénomènes biologiques qui se manifestent par une augmentation irréversible des dimensions et du poids d'une plante ou des organes qui le composent. En plus, l'allongement de tout rameau est le résultat de processus d'organogenèse au niveau d'une zone de prolifération cellulaire et de la croissance des tissus et organes néoformés.

La croissance de l'olivier est marquée essentiellement par l'accroissement des bourgeons développés pendant la saison précédente (pousse d'un an). La croissance végétative de l'olivier se déroule en deux vagues importantes, printanières et automnales avec une vague estivale moins importante (**Rallo et Cuevas 2008**).

- **La vague printanière** : elle commence avec le réveil végétatif selon **Jardak (1994)** et démarré normalement fin janvier- début février. La croissance dans cette vague ait lieu quand les températures sont supérieures à 12°C et on parle d'une croissance plus

active au printemps et la pousse qui en résulte est la plus importante . La vitesse de croissance végétative ainsi que le débourrement des bourgeons latéraux sur les rameaux d'un an sont très élevés (**Trabelsi, 2020**).

- **La vague estivale** : durant l'été, la croissance végétative connaît un ralentissement très important à cause des températures à 35°C qui causent la fermeture des stomates et par conséquent la diminution des échanges gazeux et la photosynthèse (**Rallo et Cuevas 2008**).
- **La vague automnale** : la croissance végétative reprend en automne lorsque les températures baissent. La pousse automnale est moins importante que celle printanière et elle est absente chez certains cultivars (**Trabelsi, 2020**).

### 2. Matériel et méthodes

#### 2.1. Caractéristiques générales du site expérimental

##### 2.1.1. Présentation de la wilaya de bordj Bou Arreridj

La région de Bordj Bou Arreridj est située sur le territoire des hautes plaines à cheval sur la chaîne de montagne des Bibans. Elle occupe une superficie de 4,115 km<sup>2</sup> et se situe à plus de 900 mètres d'altitude. Géographiquement, elle est limitée au nord par la montagne de Mrissan, au sud par la montagne de Maadid, à l'ouest par la montagne de Tafrest et à l'est par la forêt de Boumergued. La topographie de la région de Bordj Bou Arreridj est divisée en trois zones : la première zone est celle des hauts plateaux qui commence par la série de Bibans à l'ouest jusqu'au barrage d'Ain Zada, elle est délimitée au nord par les hauteurs de Theniet El Nasser et de Bordj Zemmoura et du côté sud par les montagnes de Maadid. La deuxième zone montagneuse est formée au nord par la chaîne de Bibans qui s'étend d'Ouled Sidi Ibrahim à l'ouest jusqu'au Bordj Zemmoura, à l'est et au sud par la chaîne de montagnes de Bordj Ghedir et Ras El Oued. La troisième zone représente des steppes occupant le sud-ouest de la région de Bordj Bou Arreridj (**Boulal et Tayeb, 2018**).

##### 2.1.2. Localisation de la parcelle expérimentale

La parcelle où l'étude a été menée est située dans la région d'Akhrof (BBA) qui est localisée sur la sortie est du chef-lieu de la wilaya cote de la route nationale N° 05 sur une altitude de 978 m, Les coordonnées géographiques DMS (degrés minutes secondes) sont 36° 04' 26" Nord de latitude et 4° 50' 23" Est de longitude.

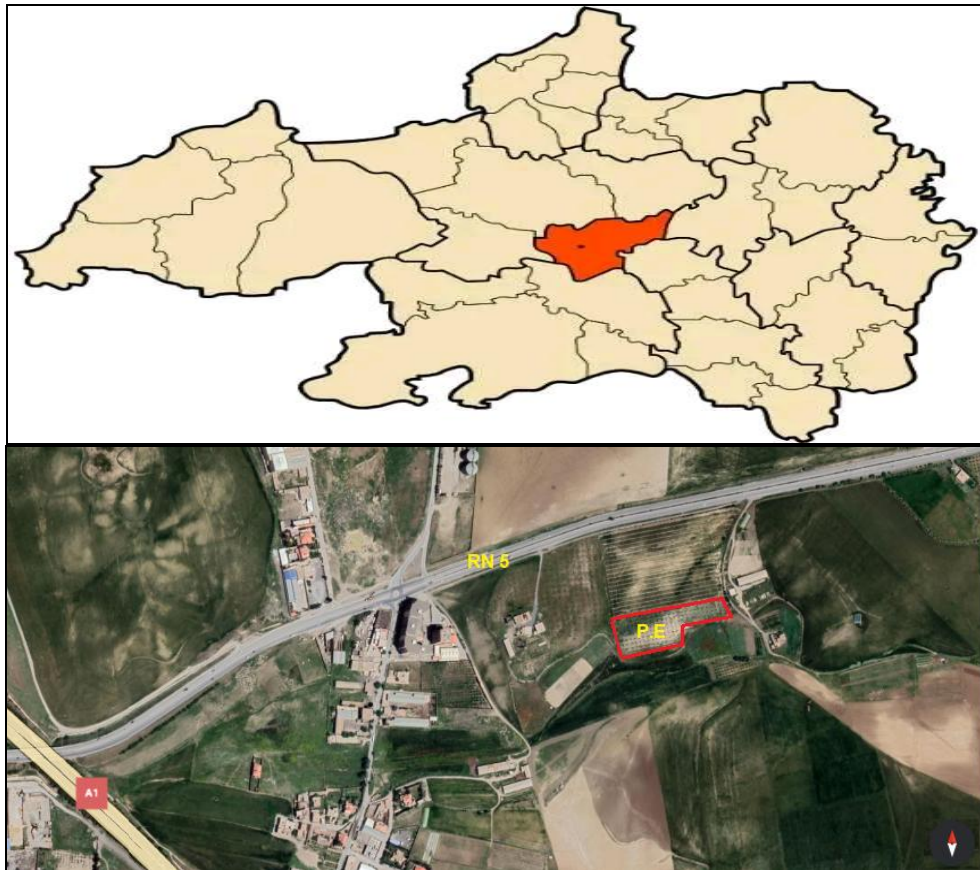


Figure 04 : Localisation de la parcelle expérimentale (Google Maps, 2021).

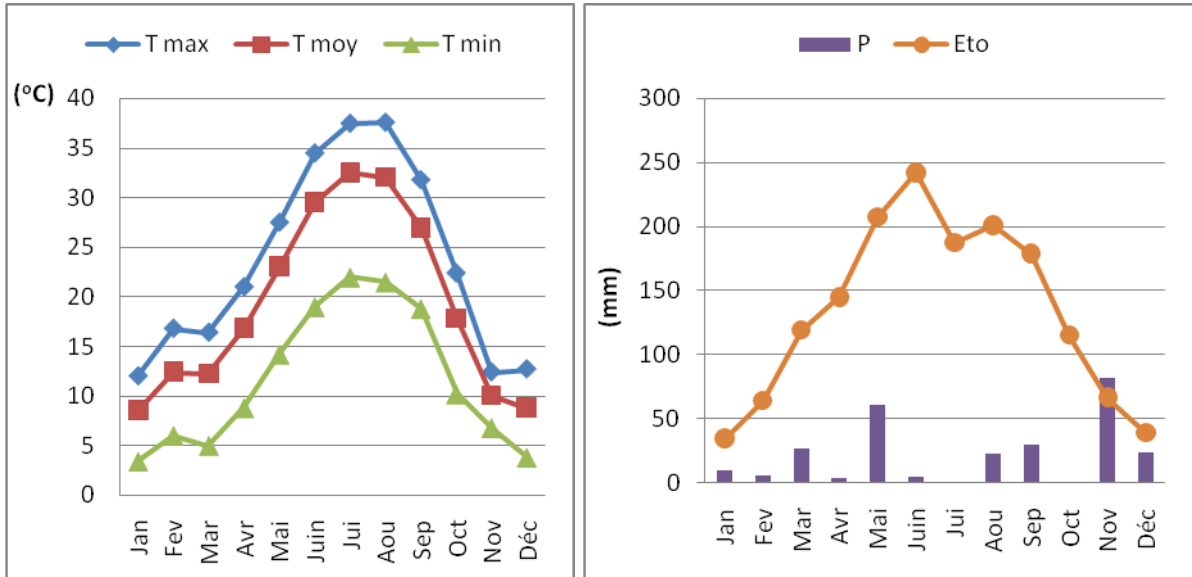
### 2.1.3. Caractéristiques climatiques

La région de Bordj Bou Arreridj est caractérisée par un climat semi aride continental sec. La pluviométrie moyenne annuelle est de 270 mm, irrégulièrement répartis. L'évapotranspiration de référence (ET<sub>o</sub>) (Penman-Monteith) moyenne annuelle est de 1600 mm, avec une période estivale très sèche due à l'absence des pluies et aux températures très élevées (Tableau 01)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
<b>T max</b>	12	16,8	16,4	21	27,5	34,5	37,5	37,6	31,8	22,4	12,4	12,7
<b>T moy</b>	8,5	12,4	12,2	16,8	23	29,5	32,5	32	26,9	17,8	10	8,8
<b>T min</b>	3,4	6	5	8,8	14,2	19	22	21,5	18,8	10,2	6,8	3,8
<b>P</b>	9,5	6	27	4	60,2	5	0	22,1	30	0,5	82	24
<b>H (%)</b>	66,5	50	54	46,5	42	30	23	26	38,8	53,2	82	71,5
<b>Eto</b>	34,3	64,1	119,1	144,8	207,5	242,3	187,6	201,2	178,7	115,3	66,6	39,1

Tableau 01 : Les données climatiques de la zone de Bordj Bou Arreridj (TuTiempo, 2021).

Les précipitations maximales ont lieu au printemps et en automne. Cette région est caractérisée par une amplitude thermique élevée du faite que la température est très élevée en été par contre en hiver on enregistre des valeurs très basses. La période hors-gelé est entre les mois de Mai et Octobre (inclus).



**Figure 05 :** Evolution des données climatiques de la zone d'études durant l'année TuTiempo, 2021).

### 2.1.4. Caractéristiques du sol

Les sols sont classés dans l'intervalle (peu profonds à profonds). Ils sont des sols bien drainés de texture limoneuse à limono-argileuse. La capacité de rétention en eau du sol diminue à mesure qu'on descend au fond de la vallée, avec la diminution de la profondeur du sol. C'est un sol calcaire avec un pH=7,9, le taux de la matière organique est de 3,5 %, avec une conductivité électrique (CE 1: 5) de 1 dS m<sup>-1</sup>. Le niveau du Phosphore (P) est très élevés par contre le Potassium (K) présente une valeur basse avec une valeur normale de l'azote totale. Le sol est apte pour la culture de l'olivier malgré sa texture limoneuse qui peut poser quelques problèmes de perméabilité et d'aération.

## 2.2. Caractéristiques de la plantation

### 2.2.1. Caractéristiques générales

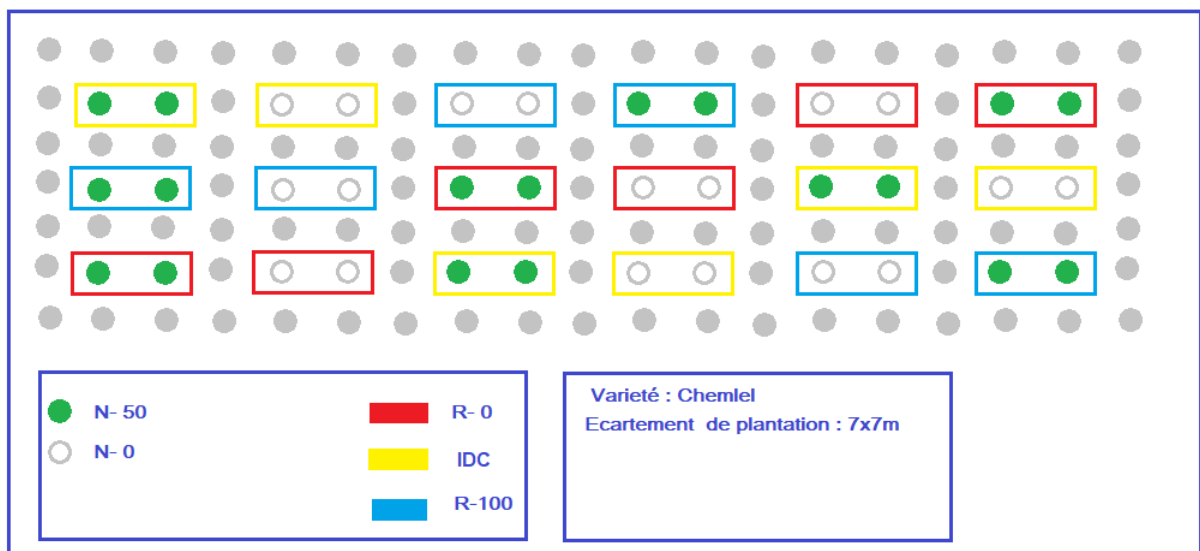
La parcelle expérimentale présente une superficie de 1 hectare dont 4165 m<sup>2</sup> est utilisée pour l'essai. La plantation est réalisée en 2014 avec une densité de la plantation de 204 arbres par hectare (7x7m) et une orientation de plantation E-0.

## 2.2.2. Matériel végétal

Notre matériel végétale est la variété Chemlal c'est une variété cultivée essentiellement en grande kabylie ou elle occupe une place importante dans l'économie de la région. Elle représente environ 40% des oliviers cultivés en Algérie. Les arbres sont très vigoureux, de grande dimension, à port sphérique et semi-retombant. Ses rameaux fruitiers sont longues et souples. Les fruits sont petits, ovoïdes et d'un poids de 2.5 g. c'est une variété destinée à la production de l'huile dont le rendement en huile est de 18 à 22% (**Chaouadi et Smaili, 2017**).

## 2.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental appliqué est blocs aléatoires avec trois (03) répétitions, dont l'unité expérimentale se compose de 02 arbres distribués en ligne, les déférents contrôles ont été effectués sur les 02 arbres de la ligne, entourés par des arbres de bordure qui séparent entre les parcelles élémentaire, 03 facteurs ont été étudié sur le dispositif expérimentale : l'irrigation, la fertilisation azoté et l'orientation de plantation.



**Figure 06 :** Le dispositif expérimental et la distribution de traitement.

## 2.4. Définition des traitements

### 2.4.1. Stratégies d'irrigation

#### a). L'irrigation complète (*R-100*)

Application de l'ETc journalière par système d'irrigation goutte à goutte en couvrant 100% des besoins de la plante toute au long de la campagne agricole (Mars - Octobre), selon la méthode (FAO) (**Allen et al., 1998**). La valeur du coefficient de la culture (Kc) utilisé était

de 0.7 selon **Girona *et al.* (2002)**. Le coefficient de réduction  $K_r$  adopté est de 0,08 qui a été calculé selon la méthode de **Soria *et al.* (2001)**.

### **b). Irrigation déficitaire contrôlée (IDC)**

Application du 100% des besoins hydriques de la plante, avec une réduction de 75% à partir du début du mois de Juillet jusqu'au début du mois de Septembre (les moments où l'olivier est moins sensible au déficit hydrique) (**Orgaz *et al.*, 2005**). Puis l'application de nouveau 100% des besoins de la plante jusqu'à la fin d'Octobre

### **c). Régime pluvial (R-0)**

Sans application de l'irrigation ou irrigation zéro.

### **2.4.2. Doses de fertilisant appliquée**

#### **Azote (N)**

**N-0** : sans application de cet élément, qui donne une information sur la capacité de réserve de l'arbre et surtout les apports de la minéralisation de la matière organique du sol.

**N-50** : application du 50 kg d'azote par hectare

### **2.4.3. L'orientation de la plantation**

L'orientation de la plantation l'oliveraie est E-O, par la conséquence la ligne présente deux faces : une face mieux exposée aux rayons solaires et d'autre face qui est mal ensoleillée. En plus de l'étude de l'effet des stratégies d'irrigation, la dose d'élément fertilisant (N), on a étudié l'effet d'orientation de la haie en comparant entre ses deux faces.



**Figure 07** : Les deux faces de la haie selon l'orientation de la plantation d'oliveraie.

### 2.5. Application du système d'irrigation

Le système dans notre parcelle expérimentale est d'arrosage localisée ou bien goutte-à-goutte, la distribution des tuyaux et la pris d'eau avec les parcelles élémentaires d'irrigation 100% et d'irrigation déficitaire. Dans la culture de l'olivier, il est utile d'avoir recours à l'irrigation en goutte-à-goutte car elle permet d'optimiser les productions, de réduire les couts et d'améliorer la qualité de la récolte.

Les avantages de l'irrigation dépendent, parfois même sensiblement, des facteurs pédologiques, des pratiques culturales et des conditions climatiques. Sous les climats plus arides ou pendant les saisons particulièrement sèches, l'utilisation d'un système d'irrigation en goutte-à-goutte permet une nette augmentation de la productivité et l'obtention de fruits de haute qualité. Dans la culture moderne de l'olivier, l'irrigation en goutte-à-goutte représente un facteur de production particulièrement important, qui peut et doit être utilisé non seulement pour éliminer les risques liés aux conditions saisonnières défavorables mais aussi et surtout pour contrôler la production tout en améliorant sa qualité ([www.toro-ag.it](http://www.toro-ag.it), 2014).

### 2.6. Application de la fertilisation azotée

On a appliqué dans notre expérience 50 kg d'azote (N) par hectare en appliquant l'urée 46%, on a 208 arbres par hectare, 50 kg (N) sur 208 arbres égale 250 gramme par arbre, donc la quantité utiliser d'engrais urée 46% est de 110 kg/ha. 500 grammes d'engrais ont été appliquées par arbre divisé sur deux applications 250g/arbre au début de débourrement et 250 g/arbre après la nouaison.



**Figure 08** : L'application de l'engrais azotée.



### 2.7. Contrôles réalisés

#### 2.7.1. Floraison et nouaison

Pour évaluer la floraison on fait le comptage des boutons floraux (figure08) avant son épanouissement pour faciliter l'opération. Sur 2 arbres de chaque parcelle élémentaire, 2 pousses de l'année antérieure par arbre sur les deux faces de la haie ont été choisis au hasard. On a conservé les mêmes pousses pour compter le nombre des fruits finales pour chaque pousse qui nous permet de calculer en suite le taux de nouaison.

$$\text{Taux de nouaison(\%)} = (\text{nombre des fruits}/\text{nombre des fleurs}) * 100.$$



**Figure 09:** Le stade de comptage des fleurs et des fruits après la nouaison.

#### 2.7.2. Croissance végétative

##### 2.7.2.1. Longueur des pousses

Les mesures de ce paramètre ont été réalisées sur deux pousses de l'année par chaque arbre contrôle de la parcelle élémentaire sur les deux faces de la ligne par l'utilisation d'un mètre chaque 15 jours. Avec un total de 04 pousses par parcelle élémentaire.



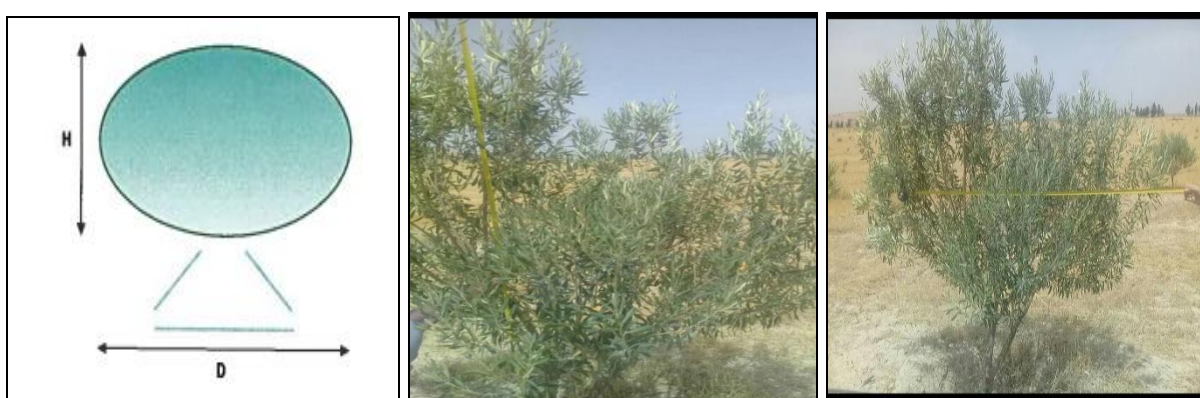
**Figure 10 :** Les mesures des longueurs des pousses.

### 2.7.2.2. Volume de la frondaison de l'arbre

Les calculs du volume de frondaison ont été réalisés avant et après l'application de la réduction d'eau d'irrigation par la mesure des dimensions des deux arbres parcelle élémentaire, la hauteur (H), la largeur (D).

Le volume de frondaison de l'arbre a été calculé selon la formule de **Soria et al (2001)** suivante :

$$V = \pi/6D^2H$$



**Figure 11:** Mesure des dimensions de l'arbre.

### 2.7.2.3. Circonférence Du Tronc De L'arbre

Les mesures de périmètre du tronc à été réalisés à l'aide un mètre sur les deux arbre de chaque parcelle élémentaire au début de la saison d'irrigation et après l'application de l'irrigation déficitaire.

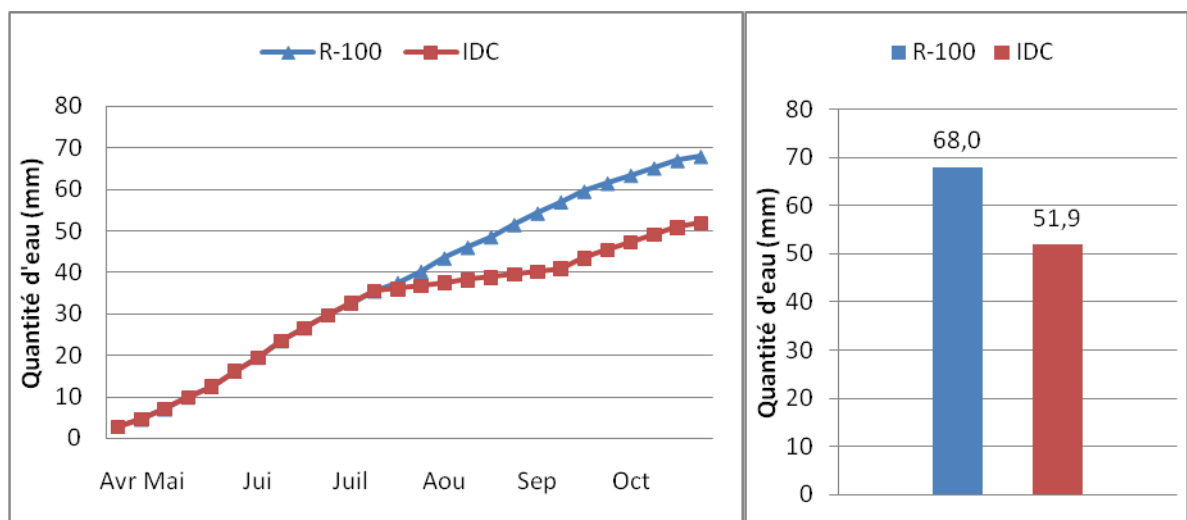
## 2.8. Analyses statistiques

Les analyses statistiques de résultats obtenues ont été réalisées à travers le programme statistique JMP® la version 10 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) en utilisant l'analyse de variance (ANOVA). Pour la séparation de moyens on a utilisé le test t-Student, probabilité de  $P \leq 0,05$ .

**3. Résultats et discussions**

**3.1. Quantité d'eau appliquée durant l'irrigation**

La période d'irrigation a commencé durant la deuxième semaine du mois d'avril et va continuer jusqu'au mois d'octobre sur les deux stratégies d'irrigations. La quantité d'eau appliquée est égale à l'évapotranspiration de la culture (**ETc**). La courbe suivante montre l'évolution de la quantité d'eau d'irrigation dans les différents traitements d'irrigation jusqu'à la fin du cycle, le traitement R-100 montre les valeurs les plus élevées de la quantité d'eau appliquée avec un cumule de 68 mm, dans l'irrigation déficitaire contrôlé (IDC) on a appliqué une quantité de 51 mm, ce qui représente 75 % un par rapport au traitement de référence (R-100) (Figure 12).



**Figure 12 :** Quantité d'eau appliquée durant l'irrigation pour les deux stratégies d'irrigation.

**3.2. Paramètres reproductifs**

**3.2.1. Analyse de la variance**

L'analyse de variance indique un effet significatif du traitement d'irrigation sur l'intensité florale, la dose d'azote appliquée et l'orientation de plantation n'ont pas eu un effet significatif sur ce paramètre, le taux de nouaison (TN) n'a pas été affecté significativement par aucun des trois facteurs étudiés (Tableau 02).

**Tableau 02** : Carrés moyens de l'analyse de la variance des caractères l'intensité florale (IF) et le taux de nouaison (TN).

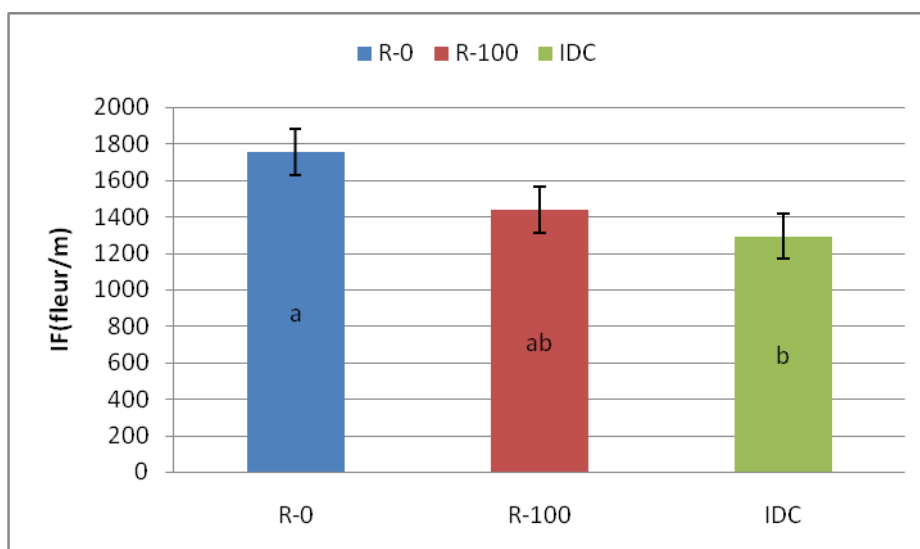
SV	DL	IF	TN
Block	2	511394,32 <sup>ns</sup>	234,7806 <sup>ns</sup>
<b>Effet moyen</b>			
TRT Irrig	2	<b>1348357*</b>	52,9902 <sup>ns</sup>
TRT N	1	57240 <sup>ns</sup>	29,9687 <sup>ns</sup>
TRT Face	1	444488 <sup>ns</sup>	39,7621 <sup>ns</sup>
<b>Interaction</b>			
TRT Irrig*TRT N	2	215828 <sup>ns</sup>	122,8634 <sup>ns</sup>
TRT Irrig*TRT Face	2	447204 <sup>ns</sup>	80,3453 <sup>ns</sup>
TRT N* TRT Face	1	119638 <sup>ns</sup>	108,6833 <sup>ns</sup>
TRT Irrig*TRT N*TRT Face	2	212313 <sup>ns</sup>	47,4317 <sup>ns</sup>
Error	60	378832	82,6663

*SV : Source de variation, DL : degré de liberté, IF : intensité florale (fleurs/m), TN : taux de nouaison (%) ns, \*, \*\*\* : effet non significatif, significatif et hautement significatif au seuil de probabilité de 5% et 1% respectivement*

### 3.2.2. Etudes des valeurs moyennes

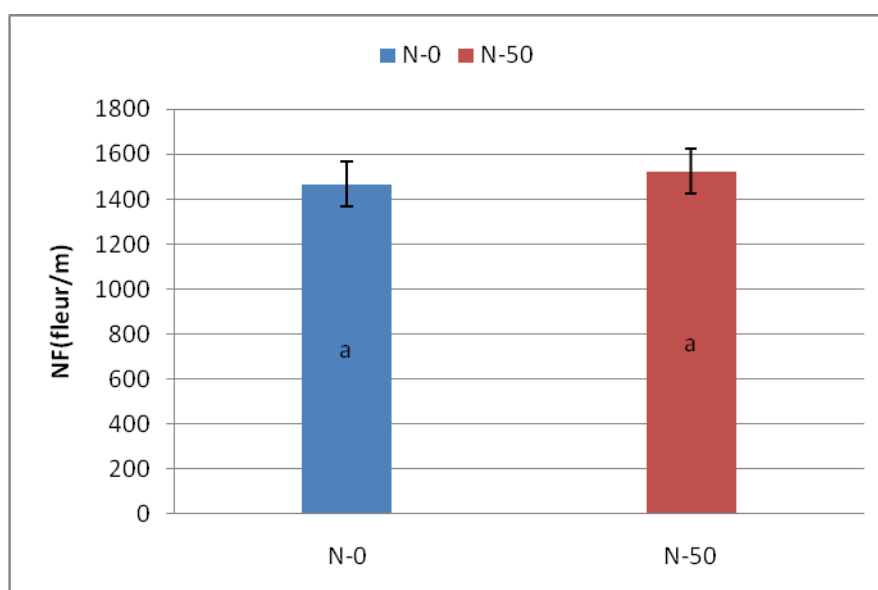
#### 3.2.2.1. Floraison

Les stratégies d'irrigation (irrigation à 100 % des besoins hydriques de la plante ou l'irrigation déficitaire) n'ont pas donné une différence significative sur le nombre de fleurs par mètre linéaire de la végétation, le trainement R-0 (régime pluvial) qui est le témoin a donné des valeurs supérieures que celles obtenues dans les traitements R-100 et IDC, cet résultats est due probablement au phénomène de l'induction florale qui a lieu a l'été de l'année passée dont le régime hydrique était le même chez tous les arbre de l'essais. **Rallo et Cuevas, (2008)** expliquaient que la croissance végétative et le développement des fruits sont des phénomènes cycliques dans l'olivier, la croissance végétative se termine dans la même année alors que les processus qui conduisent à la formation des fruits nécessitent deux station consécutives : la première se caractérise par la formation des bourgeons, leur induction florale et l'établissement de la dormance des ces bourgeons. La deuxième année se caractérise par le développement des inflorescences, des fleurs et des fruits en terminant par leur maturation. Ces résultats sont compatible avec ceux de **Belguerri, (2016), Metheney et al., (1994) et Gucci et al., (2007)**.



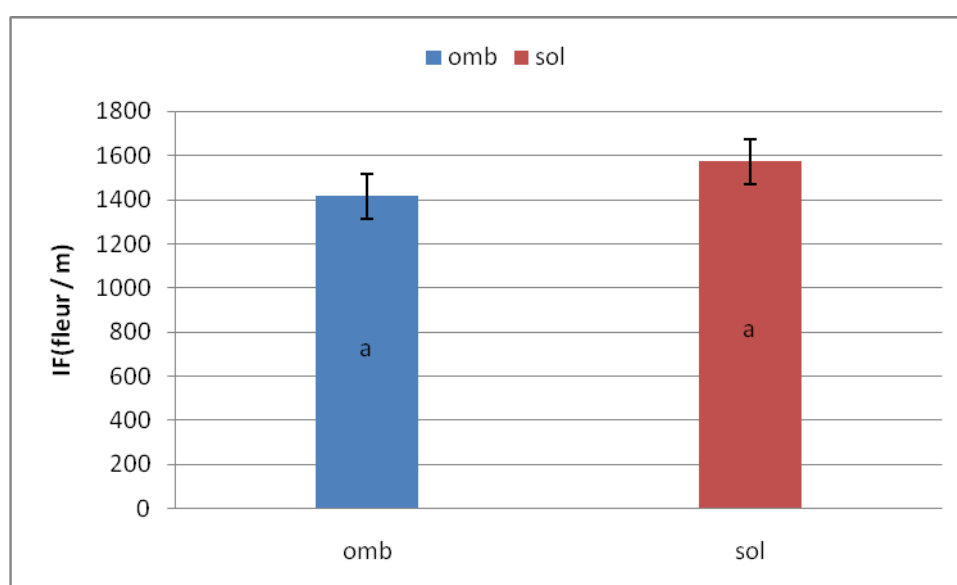
**Figure 13 :** Effet de la stratégie d’irrigation sur l’intensité florale (IF). Les lettres minuscules différentes indiquent la différence significative entre les traitements, selon le test t-Student. Les barres verticales représentent l’erreur standard de la moyenne.

L’application d’azote n’a pas eu un effet significatif sur le nombre des fleurs par mètre linéaire de végétation (Tableau 02), malgré les trainements avec 50 kg de N /ha a donné des valeurs moyennes un peu plus élevées par rapport aux traitements N-0 (Figure 14). Pour qu’il y ait une réponse significative il faut avoir une concentration de cet élément au niveau des feuilles inférieure au niveau optimum qui est de 1,5 à 2 % (**Fernandez-Escobar 2008**), (**Beutel *et al.*, 1983**), et pour savoir cette concentration il faut faire une analyse foliaire.



**Figure 14 :** Effet de la dose d’azote appliquée sur l’intensité florale (IF). Les lettres minuscules différentes indiquent la différence significative entre les traitements, selon le test t-Student. Les barres verticales représentent l’erreur standard de la moyenne.

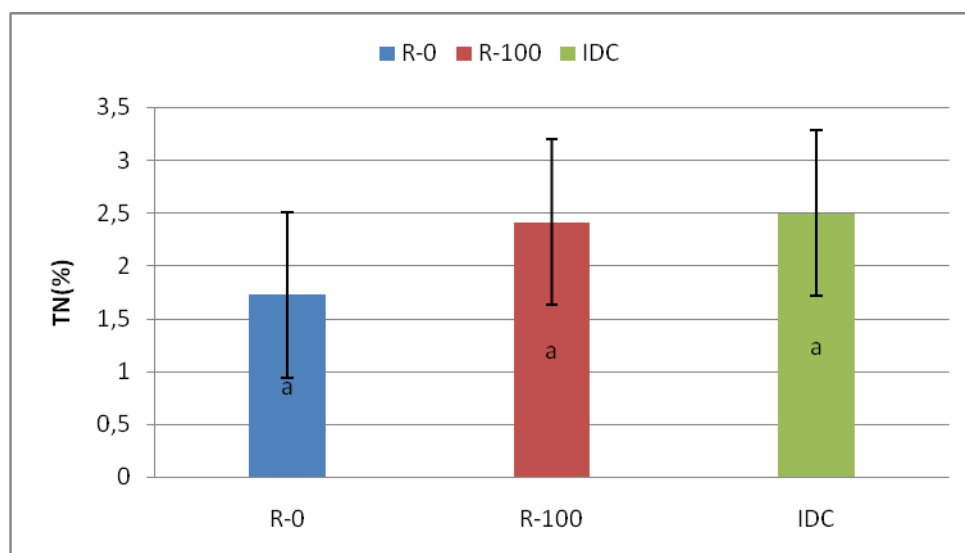
L'orientation de plantation n'a pas eu un effet significatif sur ce paramètre (Figure 15 et Tableau 02) car les dimensions de plantation sont élevées (7X7) ainsi le volume de des arbres qui est réduit ce qui permet une distribution plus ou moins équitable de la lumière sur toute la frondaison de l'arbre. En comparant les moyennes la face ensoleillée (coté sud) quand même a donné des valeurs un peu plus élevées que la face de l'ombre (coté nord) (Figure 15), cela est dû à l'activité photosynthétique. **Proietti (2000)** a trouvé que la réduction de l'activité photosynthétique diminue l'accumulation des saccharides dans la feuille de l'olivier et par conséquent affecte l'initiation florale.



**Figure 15 :** Effet du choix de l'orientation de plantation sur l'intensité florale (IF). Les lettres minuscules différentes indiquent la différence significative entre les traitements, selon le test t-Student. Les barres verticales représentent l'erreur standard de la moyenne.

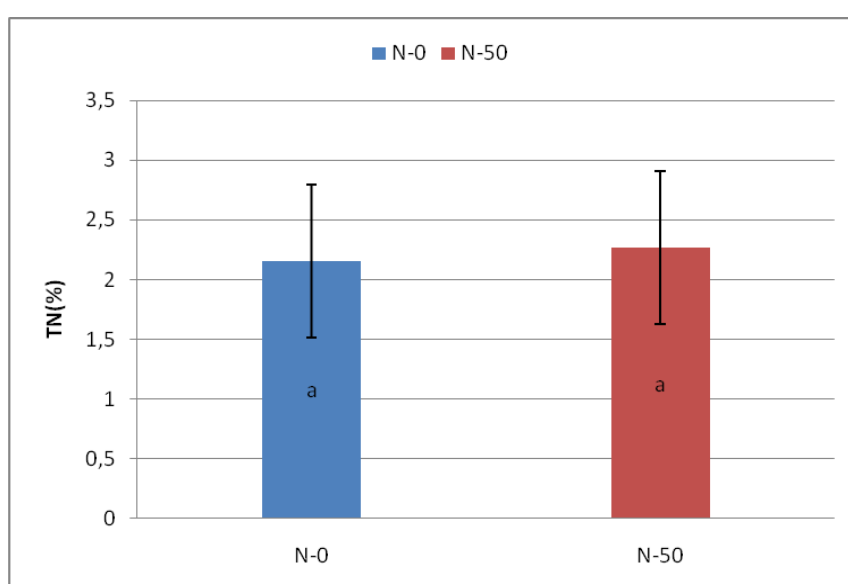
### 3.2.2.2. Taux de nouaison

Le taux de nouaison défini comme le pourcentage des fleurs qui ont donné des fruits. Statistiquement on n'a pas enregistré des différences significatives entre les trois traitements d'irrigation (Tableau 02), mais les valeurs moyennes obtenues (Figure 16) montrent que l'irrigation avec 100 % des besoins de l'arbre a donné des valeurs de 2,41 % supérieures à celles obtenues en régime pluviale (1,72%). L'irrigation déficitaire a donné presque les mêmes valeurs (2,50%) obtenues en R-100 car au moment de la nouaison on n'a pas encore réduit les quantités d'eau appliquées. Ce résultat est compatible avec ce de **Caruso et al, (2011)** qui on trouvé que le déficit hydrique diminue le taux de nouaisons ainsi la croissance végétative.



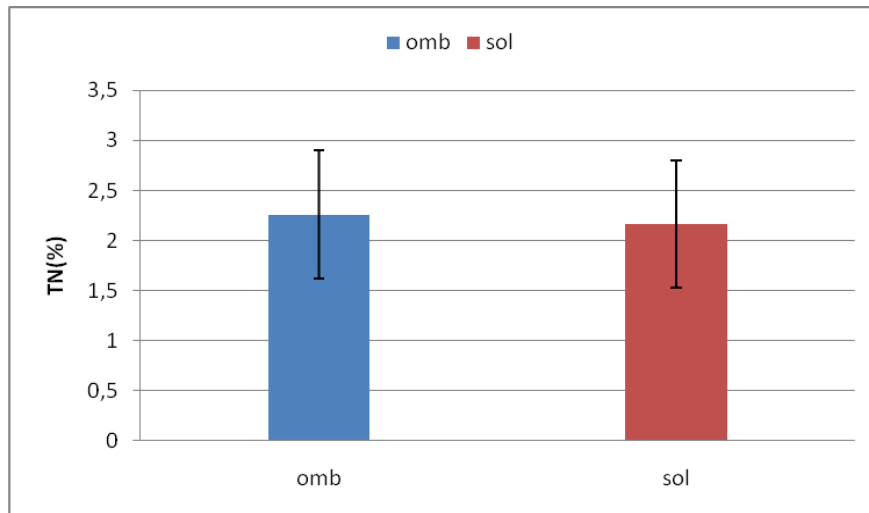
**Figure 16** : Effet de la stratégie d'irrigation sur le taux de nouaison (TN %). Les lettres minuscules différentes indiquent la différence significative entre les traitements, selon le test t-Student. Les barres verticales représentent l'erreur standard de la moyenne.

La dose d'azote appliquée n'a pas un effet significatif sur le taux de nouaison (Tableau 02) entre les deux traitements (N-0) et (N-50), mais les valeurs moyennes obtenues (Figure 17) montrent que la dose d'azote (N-50) a donné des valeurs de (2,26%) supérieures à celle obtenues en (N-0) (2,15%), **Saidat et Moussaoui, (2021)** ont trouvé que la majorité des agriculteurs appliquent les fertilisants sans avoir aucune idée sur l'état nutritive de leurs arbres chose qui se peut réaliser par les analyses foliaires préalables ce qui influence négativement sur l'efficacité de la fertilisation.



**Figure 17** : Effet de la dose d'azote appliquée sur le taux de nouaison (TN %). Les lettres minuscules différentes indiquent la différence significative entre les traitements, selon le test t-Student. Les barres verticales représentent l'erreur standard de la moyenne.

L'orientation de plantation n'a pas un effet significatif sur ce paramètre (Figure 18) et (Tableau 02) parce que la densité de plantation est élevée (7X7) ainsi le volume de frondaison des arbres qui est réduit ce qui permet une distribution plus ou moins équitable de la lumière sur les deux faces de la haie.



**Figure 18 :** Effet de l'orientation de plantation sur le taux de nouaison (TN %). Les lettres minuscules différentes indiquent la différence significative entre les traitements, selon le test t-Student. Les barres verticales représentent l'erreur standard de la moyenne.

### 3.3. Paramètres de croissance végétative

Pour avoir des résultats fiables et éliminer l'effet des volumes de frondaison, des circonférences du tronc et des longueurs des pousses initiales on n'a pas fait la comparaison entre les valeurs mesurées mais on a procédé à calculer le volume de frondaison relatif, la circonférence du tronc relative et la longueur des pousses relative pour savoir le taux de croissance absolu de chaque paramètre par rapport à la croissance finale ou globale. La valeur relative de ces deux paramètres est calculée comme suit :

$$\mathbf{VFR = (VFA / VFF) * 100}$$

$$\mathbf{CTR = (CTA / CTF) * 100}$$

$$\mathbf{LPR = (LPA / LPF) * 100}$$

Dont

$$\mathbf{VFA = VFF - VFI}$$

$$\mathbf{CTA = CTF - CTI}$$

$$\mathbf{LPA = LPF - LPI}$$



Dont :

**VFR** : Volume de frondaison relatif (%).

**VFA** : Volume de frondaison absolu (cm).

**VFF** : Volume de frondaison final (cm).

**VFI** : Volume de frondaison initial (cm).

**CTR** : Circonférence du tronc relative (%).

**CTA** : Circonférence du tronc absolue (cm).

**CTF** : Circonférence du tronc finale (cm).

**CTI** : Circonférence du tronc initiale (cm).

**LPR** : Longueur des pousses relative (%).

**LPA** : Longueur des pousses absolue (cm).

**LPF** : Longueur des pousses finale (cm).

**LPI** : Longueur des pousses initiale (cm).

### 3.3.1. Volume de la frondaison et circonférence du tronc

#### 3.3.1.1. Analyse de la variance

L'analyse de la variance montre que les deux paramètres végétatifs, volume de la frondaison de l'arbre et la circonférence du tronc ont été affecté significativement par le facteur irrigation tandis que la fertilisation azotée n'a pas eu un effet significatif sur ces paramètres (Tableau 03).

**Tableau 03** : Carré moyen de l'analyse de la variance du volume de frondaison relatif (VFR) et la circonférence du tronc relative (CTR).

SV	DL	CTR	VFR
Block	2	90,323*	309,43 <sup>ns</sup>
<b>Effet moyen</b>			
TRT Irrig	2	225,428***	1402,26***
TRT N	1	0,684 <sup>ns</sup>	15,22 <sup>ns</sup>
<b>Interaction</b>			
TRT Irrig*TRT N	2	6,617 <sup>ns</sup>	95,06 <sup>ns</sup>
Error	18	12,300	89,83

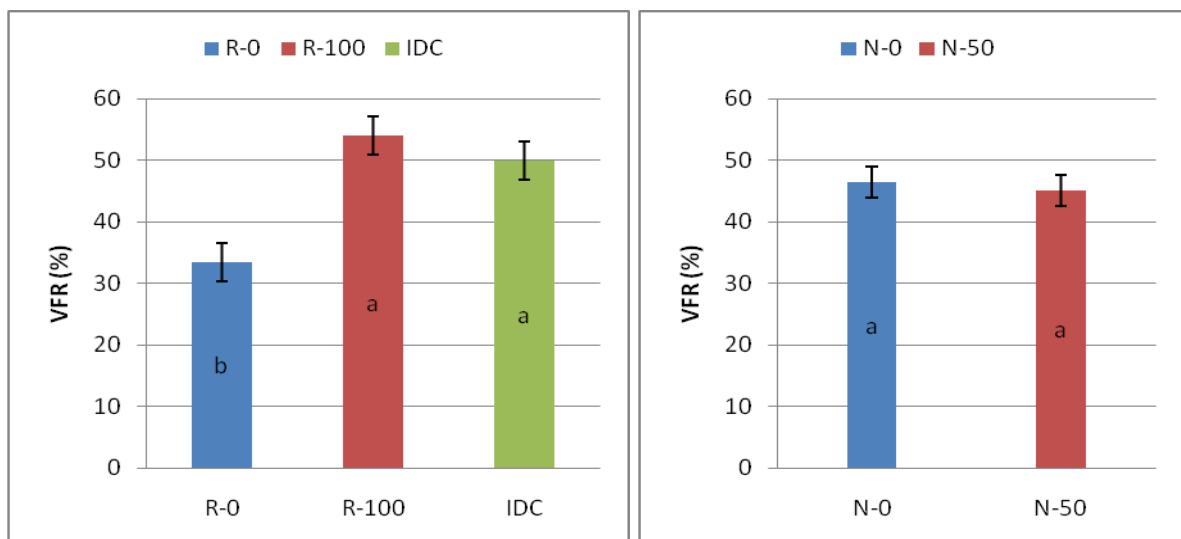
*SV* : Source de variation, *DL* : degré de liberté, *CTR* : circonférence du tronc relative (%), *VFR* : volume de frondaison relatif (%) ns, \*, \*\*\* : effet non significatif, significatif et hautement significatif au seuil de probabilité de 5% et 1% respectivement

3.3.1.2. Etude des valeurs moyennes

3.3.1.2.1. Volume de frondaison relatif (VFR)

Le volume de frondaison a été affecté par l'application de l'irrigation dont on a enregistré une différence hautement significative entre les traitements irrigués (R-100, IDC) et non irrigué ou pluvial (R-0). L'irrigation complète (R-100) et l'irrigation déficitaire (IDC) ont montré respectivement un taux de croissance du volume de frondaison de 54 % et 50 % par rapport au volume final de l'arbre tandis que le traitement conduit en régime pluvial a donné un taux de croissance qui n'a pas dépassé les 33 % cela est dû au stress hydrique qui influe sur l'ouverture des stomates et par conséquent sur la photosynthèse en diminuant la croissance végétative (Iniesta *et al.*, 2009). La réduction de la quantité d'eau d'irrigation (IDC) n'a pas eu un effet néfaste sur ce paramètre (figure 19)

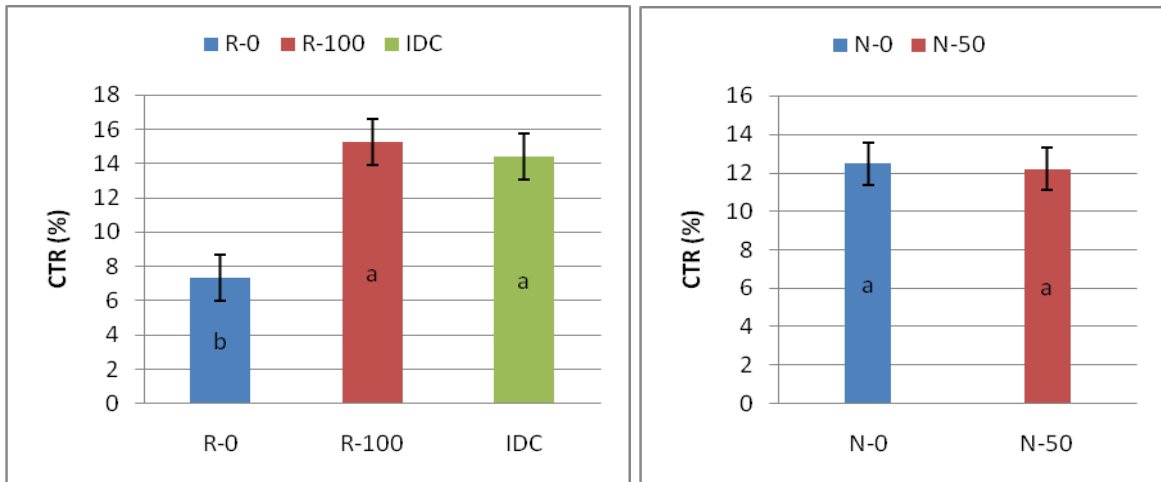
La fertilisation azotée n'a pas eu un effet significatif sur ce paramètre dont on n'a pas enregistré une différence claire entre les deux traitements (N-0 et N-50) (figure 19). Cela est dû probablement au niveau d'azote dans le sol, dont on a trouvé des valeurs normales et au taux élevé de la matière organique. Pour avoir une idée claire sur l'état nutritif des arbres, une analyse foliaire est indispensable pour savoir la cause de ne pas avoir une réponse significative en appliquant le fertilisant azoté. Jasrotia *et al.*, (1999) ont trouvé que l'augmentation de la concentration d'azote et du potassium au niveau de la feuille augmente significativement le volume de la frondaison et la circonférence du tronc de l'olivier.



**Figure 19** : Effet de l'irrigation et la fertilisation azotée sur le volume de frondaison de l'olivier. Les lettres minuscules différentes indiquent la différence significative entre les traitements, selon le test t-Student. Les barres verticales représentent l'erreur standard de la moyenne.

**3.3.1.2.2. Circonférence du tronc relative (CTR)**

Comme le volume de frondaison, la circonférence relative du tronc (CTR) a répondu positivement et significativement à l'application de l'irrigation, dont l'irrigation complète et l'irrigation déficitaire (R-100 et IDC ) ont donné des taux de croissance de la circonférence du tronc de 15 % et 14% respectivement, supérieur à ceux enregistrés au traitement R-0, qui a donné la moitié par rapport aux autres traitements, avec une valeur moyenne de 7%. L'azote pareil que le volume de frondaison n'a pas eu un effet significatif sur ce paramètre (figure 20).



**Figure 20 :** Effet de l'irrigation et la fertilisation azotée sur la circonférence du tronc. Les lettres minuscules différentes indiquent la différence significative entre les traitements, selon le test t-Student. Les barres verticales représentent l'erreur standard de la moyenne.

**3.3.2. Longueur des pousses de l'année**

**3.3.2.1. Analyse de la variance**

L'analyse de la variance de la longueur des pousses a montré un effet hautement significatif du facteur irrigation tandis que les autres facteurs étudiés (fertilisation azotée et orientation de plantation) n'ont pas eu un effet significatif (Tableau 04)

**Tableau 04 :** Carré moyen de l'analyse de la variance de la longueur des pousses de l'année (LPR).

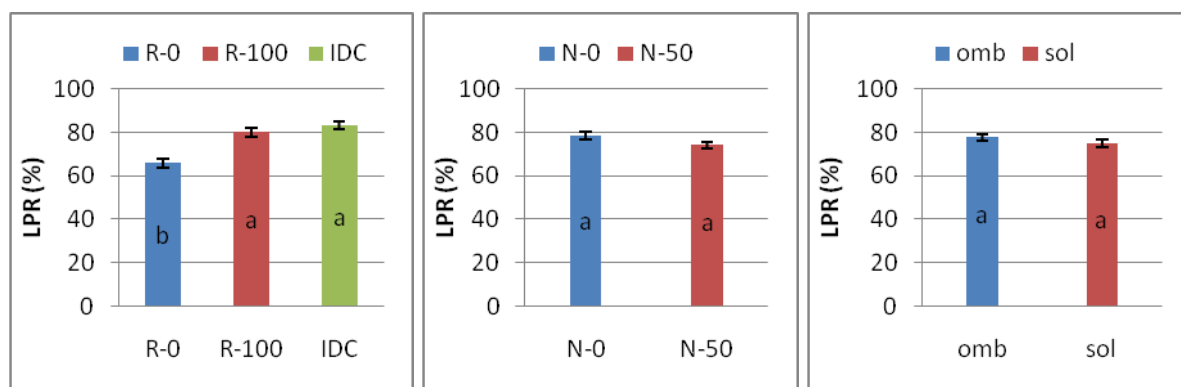
	<b>DL</b>	<b>LPR</b>
Block	2	370,579*
<b>Effet moyen</b>		
TRT Irrig	2	2046,7***
TRT N	1	336,0 <sup>ns</sup>
Coté	1	133,9 <sup>ns</sup>
<b>Interaction</b>		
TRT Irrig*TRT N	2	83,2 <sup>ns</sup>
TRT Irrig*coté	2	237,6 <sup>ns</sup>
TRT N*coté	1	0,6 <sup>ns</sup>
TRT Irrig*TRT N*coté	2	56,4 <sup>ns</sup>
Error	60	92,9

*SV : Source de variation, DL : degré de liberté, LPR: longueur des pousses relative (%), ns, \*, \*\*\* : effet non significatif, significatif et hautement significatif au seuil de probabilité de 5% et 1% respectivement*

### 3.3.2.2. Etude des valeurs moyennes

La longueur des pousses de l'année représentée par la longueur des pousses relative (LPR) est affectée positivement et significativement par l'application de l'irrigation (R-100 et IDC) dont on a enregistré des valeurs moyennes de taux de croissance de 80 % et 83% respectivement, le traitement R-0 a donné un taux de croissance de 65%. cela est du au stress hydrique qui influe sur l'ouverture des stomates et par conséquent sur la photosynthèse on diminuant la croissance végétative (**Iniesta et al., 2009**). L'application de l'azote n'a pas eu un effet significatif sur ce paramètre, la même explication du volume de frondaison et la circonférence du tronc au dessus est valable pour la longueur des pousses.

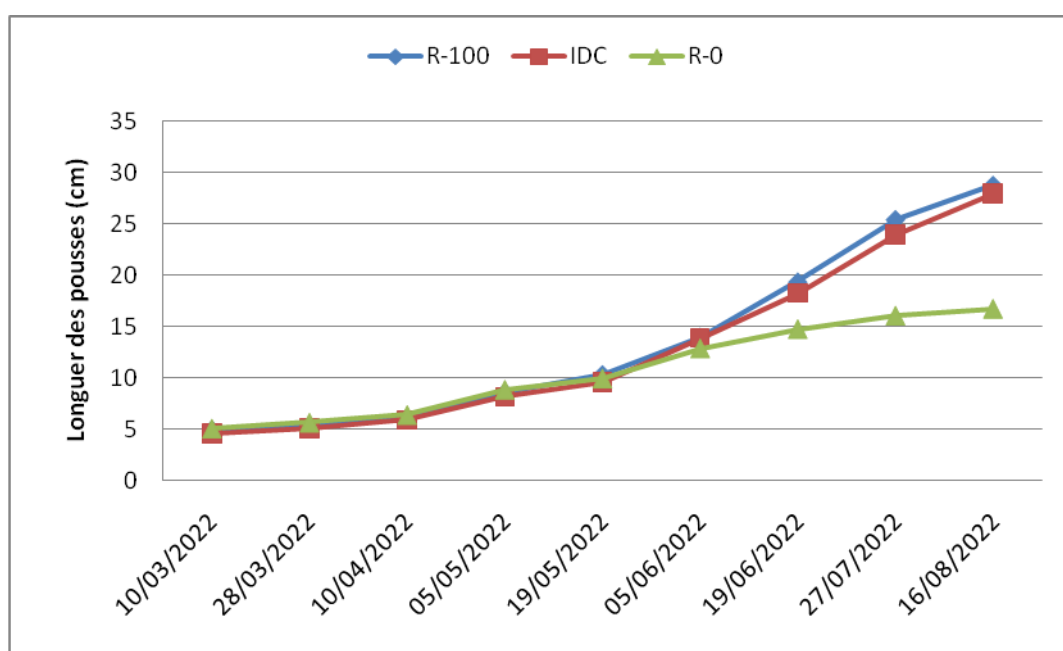
L'orientation de plantation aussi a eu un effet non significatif sur ce paramètre, dont on n'a pas enregistré des différences entre les deux coté de la ligne (nord et sud, cela est due a la faible densité de plantation, qui permet la pénétration de la lumière est par conséquent une distribution équitable entre les deux coté de la ligne



**Figure 21 :** Effet de l'irrigation, la fertilisation azotée et l'orientation de plantation sur la longueur des pousses de l'année. Les lettres minuscules différentes indiquent la différence significative entre les traitements, selon le test t-Student. Les barres verticales représentent l'erreur standard de la moyenne.

### 3.3.2.3. Evolution de la longueur des pousses en fonction des stratégies de l'irrigation

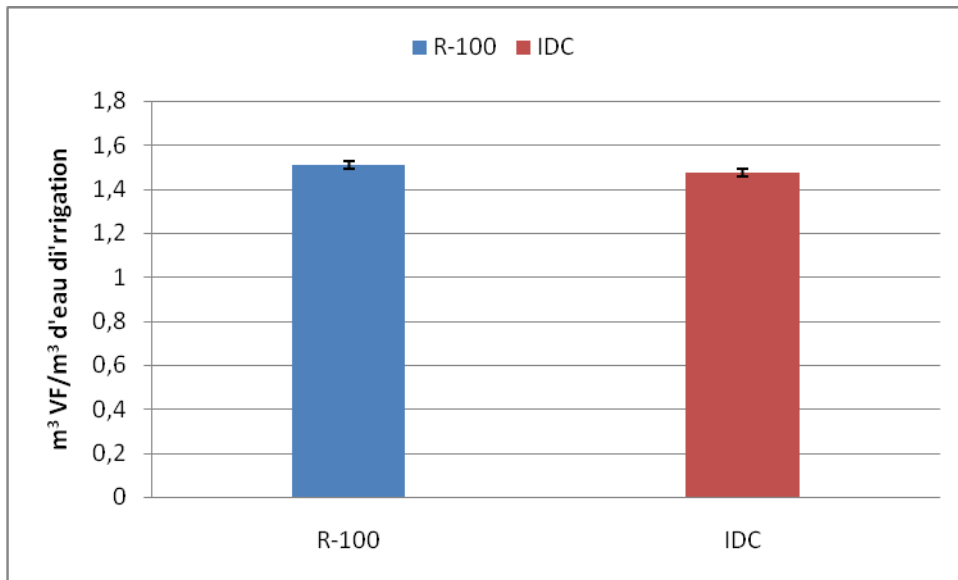
Comme le montre la courbe ci-dessous, la croissance végétative représentée par la longueur des pousses de l'année, n'a pas été affecté par l'irrigation jusqu'au mois de Juin ou les traitements conduits en régime pluvial ont présenté un ralentissement due au stress hydrique causé par l'augmentation de la température et la diminution des précipitations, tandis que les traitement conduits en irrigué ont continué sa croissance avec une supériorité légère de l'irrigation complète R-100 par rapport à l'irrigation déficitaire IDC à partir du début du mois de Juillet où on a appliqué des réductions des quantité d'eau d'irrigation.



**Figure 22 :** Evolution de la longueur des pousses en fonction des stratégies de l'irrigation.

**3.3.2. Efficience de l'irrigation (volume de frondaison par rapport à la quantité d'eau appliquée ( $m^3$  de frondaison/ $m^3$  d'eau d'irrigation))**

L'irrigation déficitaire a montré une efficience pareil a celle de l'irrigation complète dont l'application de  $1 m^3$  d'eau donne  $1,5 m^3$  de volume de frondaison pour les deux traitements malgré dans l'irrigation déficitaire on a appliqué une réduction de 25 % par rapport à l'irrigation complète (100%).



**Figure 23 :** Volume de frondaison par rapport à la quantité d'eau appliquée ( $m^3$  de frondaison/ $m^3$  d'eau d'irrigation).

### **Conclusion**

L'eau est un facteur limitant pour le développement de l'agriculture. L'amélioration de son efficacité d'utilisation est donc nécessaire et peut passer par des stratégies d'irrigation déficitaire. L'objectif de ce travail est d'élaborer une stratégie d'irrigation et de fertilisation qui permet d'économiser de l'eau en améliorant les performances végétales et productives de l'olivier sous des conditions intensives.

Les résultats de ce travail indiquent que l'application de la stratégie de l'irrigation déficitaire a contribué à la réduction des quantités d'eau d'irrigation en économisant environ 25%, sans effets néfastes sur les performances végétales ni sur les paramètres de la reproduction, tels que la nouaison et la floraison de l'olivier.

Concernant la croissance végétative représentée par la longueur des pousses, la circonférence du tronc et le volume de frondaison, l'application de l'IDC a réduit ce paramètre mais avec des conséquences positives en réduisant la densité de la végétation sans arriver à un point critique ce qui permet d'augmenter l'illumination ou l'éclairage de la frondaison de l'arbre en favorisant les activités photosynthétiques, par conséquent une efficacité de production de la frondaison plus élevée.

L'orientation de la plantation de la haie n'a pas eu un effet significatif sur tous les paramètres étudiés dont la face qui a reçu des quantités de rayonnements solaires incidents élevés a présenté des résultats pareils que l'autre face qui reste une bonne partie de la journée à l'ombre, cette situation reste temporaire vu que l'olivieraie est encore jeune avec des volumes de frondaison des arbres faibles mais au fur et à mesure de l'évolution des arbres, le choix de l'orientation de plantation devient indispensable.

L'azote n'a pas eu un effet positif sur tous les paramètres étudiés, une des explications de cette absence de réponse c'est que l'arbre n'a pas un déficit de cet élément. Pour établir un plan de fertilisation azotée, une analyse foliaire est indispensable pour savoir la concentration de cet élément dans la feuille et par conséquent évaluer les besoins exacts de l'arbre, l'absence de tels outils peut se traduire par des pertes d'azote et des coûts de production élevés.

### Références bibliographiques

- Abbas, H., et Zitouni, F. (2019).** Caractérisation morphologique et étude phytochimique de l'extrait des feuilles de trois variétés d'olivier (*Olea europaea*. L) dans la région de Biskra. Mémoire de master, université Mohamed Khider, Biskra, 34p.
- Akkouche, H., et Bektache, Y. (2021).** Impact des pratiques culturales sur l'alternance de production chez l'olivier. Mémoire master, université A-MIRA, Bejaia, 52p.
- Abd Elkebir, O. E., Diafi, L., et Djemiat, S. (2020).** Caractérisation morphologique de la variété chemlal d'olivier (*Olea europaea*) de deux régions (Msila et Bouira) et évaluation de la qualité de l'huile d'olive. Mémoire master, université Mohamed Boudiaf, Msila, 66p.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., et Smith, M. (1998).** Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage 56 : 1-15.
- Belguerri, H. (2016).** Contribution à l'étude de l'effet de l'irrigation et la fertilisation azotée et potassique sur les performances productives et qualitative de l'olivier super-intensif. Thèse de doctorat, université de Lleida, 201p.
- Bouladjoul, N. (2016).** Apport de la fertilisation pour l'amélioration de l'enracinement des boutures d'olivier on serre à nébulisation (pépinière de Kissir-Jijel). Mémoire master, université Mohammed Seddik Benyahia, Jijel, 42p.
- Boulal, R., et Tayeb, I. (2018).** Etude de la biodiversité entomologique au niveau des deux sites Boumergued et El Hammadia dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj. Mémoire master, université de Mohamed El Bachir El Ibrahimi, B.B.A, 42p.
- Baba Hamed, A.M. (2017).** Effet des facteurs agro-écologiques sur le rendement et la qualité d'huile d'olive. Mémoire master, université Abou Beker Belkaid, Tlemcen, 132p.
- Beutel, J. Uriu, K. et Lilleland, O. (1983) :** Leaf analysis for California deciduous fruits. In soil and plant tissue testing in California, university of California Bull. 1879.
- Chaoudi, Z., et Smaili, S. (2017).** Caractérisation physio-chimique de l'huile d'olive de la variété « chemlal » et étude de son activité biologique à l'égard de deux insectes ravageurs des graines stockés *Rhysopertha dominica* (Coleoptera : bostrychidae) et *Sitophilus oryzae* (Coleoptera : curculionidae). Mémoire master, université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 73p.
- Caruso Giovanni, Rapoport Hava F. et Gucci Riccardo, (2011):** Long-term evaluation of yield components of young olive trees during the onset of fruit production under different irrigation regimes. *Irrig Sci* (2013) 31 : 37-47.
- Direction des services agricoles (2020).**



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- Frah, N., Baala, H., et Loucif, A. (2015).** Etude de l'arthropodofaune dans un verger d'olivier à Sefiane (w. BATNA EST-Algérie), *Lebanese science journal*, 45, pp.37.
- Fernandez-Escobar, R. (2008) :** Fertilizacion. In *El cultivo del olivo*, 2008, Barranco. D, Fernandez-Escobar, R. y Rallo, L. Eds. Junta de Andalucia et Mundi-Prensa, Espana, 864p, pp.299-335.
- Fernández J.E., et Moreno F. (1999).** Water use by olive tree. *Journal of Crop Production*. Vol 2: 101-162.
- Grini, S., et Bendjedou, S. (2021).** Influence des conditions climatiques sur l'évolution de la culture de l'olivier (*Olea europae L.*) e zone semi-aride, cas de la wilaya de Bordj Bou Arreridj. Mémoire master université Mohamed El Bachir El Ibrahimi, B.B.A, 28p.
- Girona, J., (2001).** Estrategias de riego deficitario controlado en olivar. En : consejeria de Agricultura y Pesca Junta de Andalucia. Programacion de riegos en olivar. Serie Olivicultura y Elaiotecnica. Sevilla. 41-57.
- Girona, J., Luna, M., Arbonés, A., Mata, M., Rufat, J., et Marsal, J. (2002).** Young olive trees responses (*Olea europea*, cv "Arbequina") to different water supplies. Water function determination. *Acta Horti* 586: 277-280.
- Gucci, R., Lodolini, E., et Rapoport, H. F. (2007):** Productivity of olive trees with different water status and crop load, the journal of horticultural science and Biotechnology, 82: 4, 648-656.
- Haddou, D. (2017).** L'infestation de la teigne de l'olivier dans quelques vergers. Mémoire master, université de Tlemcen, 55p.
- ITAF (2017).** La culture d'olivier.
- Iniesta F, Testi L, Orgaz F, Villalobos F. J. (2009):** The effects of regulated and continuous deficit irrigation on the water use, growth and yield of olive trees. *Europ. J. Agronomy* 30, pp : 258-265.
- Jardak, T. (1994) :** Contribution à l'étude de la dynamique des populations de la teigne de l'olivier dans la région de Sfax. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences biologiques. Faculté des Sciences de Tunis, 247 p.
- Jasrotia A, Singh R. P, Singh J. M ET Bhutani V. P. (1999).** Response of olive trees to varying levels of N and K fertilizers. *Acta Horticulturae*, (474), 337-340.
- Larabi, N. M., et Khanous, S. (2016).** Inventaire de l'entomofaune de l'olivier dans deux stations de la région de Mostaganem (Hassi Mamèche et Hadjaj). Mémoire master, université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 68p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- Lomenche, H. (2010).** L'olivier : intérêt dans les produits cosmétiques. Thèse d'état de docteur en pharmacie, université de NANTES, 111p.
- Missat, L. (2012).** Perspectives de développement de l'olivier dans les monts ksour. Mémoire e vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état, université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 88p.
- Masmoudi-Charfi, C., Monssiurs : Mesallem, M., Ajmi, L., Sai, B., Siala, S., et Kchaou, M. (2016).** Mise en place et conduite d'une plantation intensive d'olivier. Institution de la recherche et de l'enseignement supérieurs agricoles, institut de l'olivier- station du nord, Tunisie, 115p, pp. 74.
- Masmoudi Charfi, C. (2012).** Manuel d'irrigation de l'olivier techniques. Institution de la recherche et de l'enseignement supérieur agricoles, institut de l'olivier, Tunisie, 206p.
- Metheney, P., Ferguson, L., Golhamer, D. A., et Dunai, J. (1994).** Effects of irrigation on manzanillo olive flowering and shoor growth. *Acta Horticulturae*, (356), 168-171.
- Orgaz, F., Villabolos, F., Testi, L., Pastor, M., Hidalgo, J.C., et Freres, E. (2005).** Programación de riegos en plantaciones de olivar. Metodología para el cálculo de las necesidades de agua de riego en el olivar regado por goteo. In *Cultivo del olivo con riego localizado. Diseño del cultivo y las instalaciones. Programación de riegos y fertirrigación.* (2005). Pastor, M. (Eds.). Junta de Andalucía y Mundi-Prensa, España, 783 p, pp. 85-136.
- Proietti, P. (2000) :** Effect of fruiting on leaf gas axchange in olive (*Olea europea* L.).*photosynthetica* 38 : 397-402.
- Rallo, I., et cuevas, j. (2008).** Fructificacion y produccion. In. *El cultivo de l'olivo*, (2008), Barranco, D., Fernandez-Escobar, R. et Rallo, L. (Eds.). Junta d'Andalicia et Mundi-Prensa, Espana 864p, pp. 191-237.
- Saidat, A., et Moussaoui, Z. (2021).** Les différentes pratiques culturales appliquées dans l'arboriculture fruitière et leurs impacts sur les performances productives dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj. Mémoire master, université de Mohamed el Bachir el Ibrahimy, B.B.A, 32p.
- Soria, L., Orgaz.F, Fernandez. E et Pastor.M . (2001):** Programation de riego en olivar et su aplicación a la comarca de la Loma (Jaen) In *Programacion de riegos en olivar*, 2001, Pastor. M, Hidalgo. J, Vega. V, Girona. J, Soria. L, Orgaz. F, Fernandez. E, Fernandez. M et Rojo. J. (Eds.). Junta de Andalucía.
- Trabelsi, L. (2020).** Adaptation des stratégies nutritionnelles de l'olivier (*Olea europaea*. L) à différentes régimes hydriques en milieu aride. Mémoire de doctorat, l'école nationale d'ingénieurs de Sfax, 242p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**Villa. (2003) :** La culture do l'olivier. De Vecchi S.A, Paris. pp 143.

**toro-agriculture, (2014) :** [www.toro-ag.it](http://www.toro-ag.it)