



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 بوعريريج  
Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi 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 du stress hydrique sur la réflectance  
foliaire chez l'olivier (*Olea europaea* L).**

Présenter par : KADRI Rabia.

LOUNIS Oumessaad.

Soutenu le : 11 juin 2024

Devant le jury :

Président : Dr GUISSOUS M. M.C.A. Faculté SNV-STU, Univ. Bordj Bou Arreridj

Encadrant: Dr MAAMRI K. M.C.B. Faculté SNV-STU, Univ. Bordj Bou Arreridj

Examineur : Dr KELALECHE H. M.C.B. Faculté SNV-STU, Univ. Bordj Bou Arreridj

Année universitaire : 2023/2024

## REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout-puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, nous remercions Monsieur **MAAMRI Khelifa**, enseignant à l'Université de Mohamed El Bachir El Ibrahimi, qui nous a encadrés tout au long de ce mémoire et qui nous a fait partager ses brillantes intuitions, qu'il soit aussi remercié pour sa gentillesse, sa disponibilité permanente et pour ses nombreux encouragements et nous sommes ravis d'avoir travaillé sous sa direction.

Nous tenons à remercier Monsieur **GUISSOUS Mokhtar**, enseignant à l'Université de Mohamed El Bachir El Ibrahimi, le président du jury de ce mémoire d'avoir accepté de nous consacrer de son temps en examinant le manuscrit, nous sommes honorés et nous exprimons toute notre profonde reconnaissance.

Nos sincères remerciements à Madame **KELALECHE Hizia**, enseignante compétente dans l'Université de Mohamed El Bachir El Ibrahimi, l'examinatrice de ce travail, nous avons également été honorés de votre participation à notre jury de soutenance.

Sans oublier de remercier tous les ingénieurs de laboratoire qui nous ont facilité le travail en mettant à notre disposition tous les matériels et produits nécessaires  
Mr Fouad, Mme Sabrina.

Nous tenons à remercier aussi Professeur **Guendouz Ali** qui nous a fait partager ses connaissances.

Nos sincères remerciements à Monsieur **Sabane** et Monsieur **Ammar Benwili**

## DÉDICACES

*Je dédie ce modeste travail :*

*À mes très chers parents, en témoignage de ma reconnaissance pour  
leur amour, soutien et encouragement.*

*Je n'oublierai jamais leurs patiences et compréhension envers moi, et  
leurs aides qu'ils m'ont portés pour faciliter la tâche.*

*Que Dieu les garde et protège.*

*À toute ma famille :*

*Mes chers frères qui sont mon soutien dans cette vie*

*(Abd Eslem ,Walid et Khair edine).*

*Mes chers sœurs et ma cher belle sœur.*

*Mes chers neveux et nièces.*

*À mes meilleurs amis qui m'ont soutenu*

*(Asma M , Khansa ,Roula,Asma Y ).*

*À mon ame sœur À l'âme de feu mon cher ami, que je n'oublierai  
jamais (Reham).*

*À mon encadreur **Mr Maamri Khelifa***

*Au meilleur binôme et amie du monde pour son soutien morale et sa  
patience( **Oumessaad** ).*

*Toute personne qui occupe une place dans mon cœur.*

*Enfin, je n'oublie pas de me dédier ce travail pour mes efforts à faire  
ce modeste travail.*

**Rabia k.**

## DÉDICACES

Afin d'être reconnaissante envers ceux qui m'ont appuyé et encouragé à effectuer ce travail de recherche.

Je dédie ce mémoire :

**À ma mère** ma raison de réussir, parfaite exemple de la femme idéale, iconique Symbole d'amour, de tendresse, de sympathie et de sacrifice, qui m'a toujours Orientée pour acquérir le bonheur dans cette vie.

Puisse Allah Tout Puissant m'accorder la santé et le bonheur afin que je puisse Lui rendre la pareille à mon tour.

**À mon cher père** et à mon soutien dans la vie, vous témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que vous n'avez cessé de consentir pour moi . Que Dieu tout puissant vous garde et vous procure santé.

A mon cher frère **Abd elhakim**, A mes chères sœurs **Assia**, **Amina** Je vous dis que l'amour est inépuisable.....et que la bonté est sans limites. A ceux avec qui j'ai partagé toute ma vie a mes précieux bijoux et mon trésor, que dieu vous protège. Et pour **ma chère grand-mère**, je prie Dieu de prolonger sa vie.

**À mon grand-père**, paix a son âme. Qui m'a accablé de sa tendresse et de sa prière qui m'accompagne encore, votre mémoire ne m'a pas quitté et ne me quittera pas pour toujours.

A mes amies et sœurs **Khawla** et **Oumaima** pour leur soutien et leurs conseils, je vous remercie pour tout, je vous souhaite à toutes les deux une vie pleine de santé et de bonheur.

A mes amies proche **Reham**, **Asma**, **Roula**, merci pour le bonheur et les beaux souvenirs que nous avons passés ensemble dans université.

Je suis reconnaissante envers mon binôme **Rabia**, notre collaboration a été une véritable bénédiction, et je suis reconnaissante de t'avoir eu comme un partenaire et une amie proche.

Je te souhaite davantage de réussite dans votre vie.

Toute personne qui occupe une place dans mon cœur.

***Oumessaad***

## Table des matières

Remerciement et dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

INTRODUCTION.....	1
I-Matériels et Méthodes :.....	6
I-1-Description du site expérimental.....	6
I-2-Matériel végétal :.....	7
I-3-Paramètres mesurées :.....	8
I-3-1-Paramètres physiologique : (Dosage des pigments chlorophylliens) :.....	8
I-3-2- les paramètres morpho-physiologiques .....	9
I-3-2-1-la surface foliaire :.....	9
1-3-2-2-la réflectance foliaire:.....	10
1-3-2-3-le poids sec:.....	10
1-3-2-4-le poids spécifique:.....	11
1-3-2-5-teneur relative en eau :.....	11
1-3-2-6-changement de poids des feuilles:.....	11
1-4- analyse et traitement des données:.....	12
II -Résultats et discussions :.....	13
II -1- Résultats :.....	13
II-1-1- La chlorophylle A :.....	13
II-1-2- La chlorophylle B :.....	14
II-1-3- La chlorophylle A+ B :.....	14
II-1-4- La réflectance au spectre rouge (RR) :.....	15
II-1-5-La réflectance au spectre vert (RV) :.....	15
II-1-6-La réflectance au spectre bleu (RB) :.....	16
II-1-7-La réflectance totale (RT) :.....	16
II-1-8- Poids spécifiques:.....	17
II-1-9-La surface foliaire :.....	17
II-1-10-La teneur relative en eau :.....	17
II-1-11-Changements de poids 1h :.....	18
II-1-12-Changements de poids 2j :.....	18

<b>II-2-discussion:</b> .....	<b>19</b>
<b>II-2-1-les paramètres de la réflectance :</b> .....	<b>19</b>
<b>II-2-2-les paramètres de la teneur de la chlorophylle :</b> .....	<b>21</b>
<b>II-2-3-les paramètres morpho-physiologique :</b> .....	<b>22</b>
<b>Conclusion</b> .....	<b>26</b>
<b>Références bibliographique</b>	
<b>Annexes</b>	
<b>Résumé</b>	

## Liste des tableaux

<b>Tableau I :</b>	Valeurs des moyennes des paramètres de la teneur en chlorophylle.....	<b>13</b>
<b>Tableau II:</b>	Valeurs des moyennes des paramètres de la réflectance.....	<b>15</b>
<b>Tableau III:</b>	Valeurs des moyennes des paramètres morpho-physiologiques.....	<b>17</b>
<b>Tableau IV:</b>	Matrice de corrélation entre les paramètres étudiés.....	<b>19</b>

## Liste des figures

<b>Figure N°01:</b>	Présentation de site étudié par satellite (Satellite. Pro, 2024).....	<b>06</b>
<b>Figure N°02:</b>	Arbre d'olivier de la variété chemlal .....	<b>07</b>
<b>Figure N°03:</b>	La solution obtenue.....	<b>08</b>
<b>Figure N°04:</b>	Spectrophotométrie (JENWAY 6300).....	<b>09</b>
<b>Figure N°05:</b>	Description de la mesure de la surface foliaire à l'aide du logiciel Digimizer. ....	<b>09</b>
<b>Figure N°06 :</b>	Description de traitement des photos par le logiciel « Mesurim Pro (version 2.8) software ».....	<b>10</b>
<b>Figure N°07 :</b>	Les feuilles à 80 C° dans l'étuve .....	<b>11</b>
<b>Figure N°08:</b>	Histogramme des valeurs moyennes de la teneur en chlorophylle.	<b>14</b>
<b>Figure N°09:</b>	Histogramme des moyennes des paramètres de la réflectance.	<b>16</b>
<b>Figure N°10:</b>	Relation entre la réflectance au spectre rouge et la réflectance totale.....	<b>20</b>
<b>Figure N°11:</b>	Relation entre la concentration de la chlorophylle A et la chlorophylle A+B.	<b>21</b>
<b>Figure N°12:</b>	Relation entre le poids spécifique et la surface foliaire.....	<b>22</b>
<b>Figure N°13:</b>	Relation entre le changement de poids après 1h et la réflectance au spectre rouge. ....	<b>23</b>
<b>Figure N°14:</b>	Relation entre le changement de poids après 2j et le contenu chlorophylle B.	<b>23</b>
<b>Figure N°15:</b>	Radar de comparaison entre les paramètres étudiés.....	<b>24</b>

## Liste des abréviations :

**%** : Pour cent.

**C°** : Degré Celsius.

**N°** : Numéro.

**Cm** : Centimètre.

**Cm<sup>2</sup>** : Centimètre carré.

**ML** : Mili litre

**DO** : Densité optique.

**G** : Gramme.

**Ha** : Hectare.

**M**: Mètre.

**NM** : Nano mètre.

**FAO** : L'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

**RR** : La réflectance au spectre rouge.

**RV** : La réflectance au spectre vert.

**RB** : La réflectance au spectre bleu.

**RT** : La réflectance au spectre blanc ou total.

**Chl a** : La chlorophylle A.

**Chl b** : La chlorophylle B.

**Chl a+b** : La chlorophylle A+B.

**C.V** : Coefficient de variation.

**H** : Heure.

**J** : Jour.

**TRE** : Teneur relative en eau.

**R** : Coefficient de corrélation.

**LDS** : Least déférence signification

**EAI** : exploitation agricole individuelle.

**E** : est.

**N** : nord.

**Mg** : mili gramme.

**Change 1h**: Changements de poids 1 heure.

**Change 2j**: Changements de poids 2 jour.

# INTRODUCTION

## Introduction

---

L'olivier (*Olea europaea L.*) est une culture ancestrale dans la région méditerranéenne, occupant une place de premier plan depuis la préhistoire. Les études sur sa diversité morphologique et génétique révèlent une ségrégation de la population sauvage de l'olivier le long d'un axe est-ouest, reflétant ainsi sa division biogéographique dans le bassin méditerranéen. Cette division distingue les régions orientales des régions occidentales, séparées par des éléments géographiques majeurs tels que la Mer Adriatique et le désert de Libye. (Lumaret *et al.*, 2004 ; Besnard *et al.*, 2000 cité par Sanna, 2017).

L'olivier, une espèce thermophile bien adaptée au climat méditerranéen, aurait survécu dans des zones refuges thermophiles situées principalement dans les régions du sud du bassin méditerranéen, incluant le Levant et le nord de l'Afrique (Carrión *et al.*, 2010, cité par Dhia, 2018). Au cours des 30 dernières années, la superficie cultivée en oliviers est passée de 5,2 à 9,5 millions d'hectares, selon les données de la FAO (2011). Cette expansion s'explique principalement par la reconnaissance de la valeur nutritionnelle de son huile et sa capacité à s'adapter à différents milieux écologiques. Avec environ 9,5 millions d'hectares de plantations, ce qui équivaut à environ 865 millions d'arbres, l'olivier se classe au 24<sup>e</sup> rang parmi les 35 espèces les plus cultivées. Les principaux producteurs d'olives, selon le Conseil Oléicole International (COI, 2011), sont l'Espagne, l'Italie, la Grèce et la Turquie, qui représentent plus de 80% de la production mondiale en moyenne. Environ quatre-vingts pour cent de la production d'huile d'olive est consommée dans le bassin méditerranéen, totalisant 2,4 millions de tonnes pour la période 2010/2011 selon le COI (2011). Cependant, la demande ne cesse de croître et de se répandre au-delà de la région d'origine de l'olivier. Par exemple, la consommation d'huile d'olive aux États-Unis est passée de 88 000 tonnes en 1990 à 277 000 tonnes en 2011, au Japon de 4 000 à 35 000 tonnes et en Australie de 13 500 à 44 000 tonnes (COI, 2011, cité par Dhia, 2018).

En Algérie, l'olivier joue un rôle central dans l'agriculture et la production agricole, (Hobaya et Bendimerad 2012). De Tlemcen à Tébessa et d'Alger à Tamanrasset, la présence généralisée de l'olivier à travers tout le territoire algérien témoigne de l'attachement ancestral du peuple algérien à cette espèce et à ses dérivés. De Bejaia à Jijel, l'olivier prospère sur les montagnes de la chaîne des Babors en bord de mer, puis suit le massif de Collo à Skikda en direction de l'Est, avant de remonter vers Constantine à travers les monts d'El-milia et Mila.

## Introduction

---

Selon **DSA (2019)**, en ce qui concerne la surface oléicole occupée en Algérie, la wilaya de Bordj Bou Arreridj se classe en quatrième position. L'olivier a démontré qu'il s'agit d'une culture adaptée aux conditions climatiques et écologiques de la région. La wilaya de BBA a une superficie oléicole totale de 27 457 ha, avec un total de 2534710 arbres d'oliviers (**DSA, 2021**).

La famille des *Oléacées* comprend 20 à 29 genres selon la classification de (**Flahault, 1986**) et (**Morettini, 1972**), et 30 genres et 60 espèces selon la classification de (**Conquist, 1981**). Le genre *Olea* comprend 30 espèces et sous-espèces réparties dans le monde, toutes venant de zones où les conditions de croissance sont relativement difficiles (**Zohary, 1973**). La majorité des espèces sont soit des arbres, soit des arbustes. *L'Olea europaea* est la seule espèce à fruits comestibles à laquelle appartient l'olivier domestique, également connu sous le nom *d'Olea europaea* var *communis*, avec quelques subdivisions établies en fonction de la forme des feuilles et des fruits. La sous-espèce *Communis* est différente de la sous-espèce *Oleaster* à laquelle appartiennent des oliviers sauvages (**Chevalier, 1948 ; Ciferri, 1950**).

L'olivier cultivé est caractérisé par ses feuilles persistantes, conférant à l'arbre une apparence toujours verte. Bien que le port et la forme de l'olivier varient selon les variétés, leur développement est influencé par divers facteurs tels que les conditions climatiques, la qualité du sol et les pratiques agricoles (**Trigui, 1983**). Les traits utilisés pour décrire l'arbre incluent sa vigueur (faible, moyenne ou élevée), son port (retombant, étalé, dressé), la densité de son feuillage (lâche, moyenne ou compacte) et la longueur de ses entre-nœuds (courte, moyenne ou longue). Le tronc de l'olivier est initialement régulier et lisse, souvent de couleur grise, mais il devient progressivement irrégulier, rugueux et tortueux à mesure qu'il vieillit et atteint sa pleine maturité (**COI, 1997 ; Barranco et al., 2000 ; Villa, 2003**).

Les feuilles de l'olivier cultivé et de l'oléastre partagent plusieurs caractéristiques communes : elles sont lancéolées, avec de courts pétioles, et persistent toute l'année. Elles sont également lisses et coriaces, arborant une teinte verte cendrée sur leur face supérieure. Cependant, selon la variété, la face inférieure peut varier en couleur, pouvant présenter un aspect blanc soyeux qui crée le célèbre éclat argenté des feuilles (**Pagnol, 1975**). Une différence notable réside dans la taille des feuilles, l'oléastre ayant généralement des feuilles plus petites, mesurant entre 3 et 4 cm (**Boucher et al., 2011**).

## Introduction

---

Les feuilles persistantes de l'olivier remplissent diverses fonctions cruciales tout au long de leur durée de vie, notamment en ce qui concerne la transformation, le stockage et la distribution des réserves, des aspects qui ont été examinés dans plusieurs études antérieures (**Chartier, 1975**).

Elles sont disposées en paires sur le rameau avec un angle de 90 degrés entre chaque niveau de deux feuilles (**Lespinasse et Leterme, 2005**). Elles restent en place pendant trois ans et se renouvellent donc par tiers chaque année (**Polese, 2007**).

Une cuticule vert sombre d'une texture vernissée, imperméable, protège le dessus des feuilles exposé au soleil. La face inférieure est duveteuse et contrôle la sortie d'eau par un poil qui la coiffe comme un parasol. Il y a des matières grasses, des cires, des chlorophylles, des acides (gallique et malique), des gommés et des fibres végétales dans les feuilles (**Amouretti, 1985**).

Les végétaux, qu'ils soient terrestres ou aquatiques et impliqués dans le processus de photosynthèse, renferment des concentrations variables du pigment photosynthétique essentiel qu'est la chlorophylle. À l'échelle mondiale, environ un milliard de tonnes de chlorophylle sont synthétisées par les plantes chaque année, et ce pigment est présent dans les cellules végétales. La chlorophylle est responsable de la capture de l'énergie lumineuse, et il existe plusieurs variantes de ce pigment, identifiées de la lettre A à D, bien que toutes soient chimiquement similaires. Les chlorophylles A et B sont plus abondantes chez les végétaux terrestres, y compris les arbres comme l'olivier, ainsi que chez les algues vertes (**Jardinage.ooreka.fr, 2023**)

Les pigments sont présents dans tous les végétaux, y compris les chlorophylles qui sont des pigments verts, les carotènes qui sont des pigments orangés et les anthocyanes qui sont des pigments bleus rouges. Les pigments chlorophylliens sont les plus abondants. Le bleu (450 nm) et le rouge (660 nm) sont les deux bandes d'absorption de la chlorophylle. Ainsi, la forte absorption du rayonnement visible est due à la présence de pigments foliaires dans les végétaux, qui ont un maximum relatif de réflectance autour du vert (550 nm). (**EnvCAL, 2008**).

Traditionnellement, la méthode principale pour évaluer la quantité de chlorophylle dans les plantes impliquait l'utilisation d'un spectrophotomètre, ce qui nécessitait l'utilisation de tissus végétaux et prenait beaucoup de temps, en plus de potentiellement endommager les

## Introduction

---

plantes. Ainsi, une méthode alternative basée sur la spectroscopie de transmission et de réflectance est devenue largement répandue pour estimer la teneur en chlorophylle des feuilles de manière non destructive (**Gitelson et Merzlyak, 1994**).

Il est rare que la feuille d'olivier présente des symptômes de souffrance "stress" et d'insuffisance nutritionnelle. Le plus souvent, cette douleur entraîne une décoloration du vert foncé des feuilles. En cas de sécheresse intense, il est possible d'observer un jaunissement partiel et une diminution plus importante des feuilles (**Lavee, 1997**).

En milieu semi-arides et arides, l'olivier fait souvent face à un déséquilibre entre les pertes d'eau par transpiration et sa capacité d'absorption racinaire, le plaçant fréquemment en situation de stress hydrique pendant des périodes prolongées tout au long de l'année (**Boujnah, 1997**).

Le manque sévère d'eau peut entraîner une baisse du potentiel hydrique et une diminution de la turgescence, ce qui influence l'ouverture des stomates (**Stoll, 2000**). Cependant, il est important de noter que l'ouverture des stomates est davantage influencée par le dessèchement du sol, transmettant ainsi des signaux chimiques des racines vers les feuilles (**Zhang et al., 1987 ; Blackman et Davies, 1985**).

Le stress hydrique au niveau cellulaire entraîne une diminution des échanges gazeux, de l'assimilation du CO<sub>2</sub> et conduit à une réduction de la conductance stomatique due à la fermeture des stomates (**Braham, 1997**), ainsi qu'à une diminution du potentiel hydrique cellulaire. Ces facteurs entraînent une baisse de la photosynthèse, ce qui entraîne un ralentissement général des processus enzymatiques chez les plantes, conduisant ainsi à une croissance réduite. Des changements morphologiques tels que l'abscission des feuilles et des fruits ont été observés en réponse au stress, ainsi qu'une augmentation de la fuite d'ions au niveau cellulaire (**Masmoudi et al., 2004, cité par Lina, 2020**).

L'étude de la réflectance foliaire de l'olivier face au stress hydrique soulève plusieurs questions essentielles pour la gestion durable des cultures dans les régions arides et semi-arides. Dans quelle mesure la réflectance foliaire constitue-t-elle un indicateur fiable du stress hydrique, et comment cette information peut-elle être utilisée pour optimiser les pratiques de gestion des cultures ? Quels sont les mécanismes physiologiques et biochimiques qui expliquent les variations de la réflectance foliaire en réponse au stress hydrique ? Enfin, comment les techniques de mesure de la réflectance foliaire peuvent-elles être employées

## Introduction

---

pour développer des outils de diagnostic précoce du stress hydrique, permettant ainsi une intervention rapide et efficace afin de minimiser les pertes de rendement ?

L'objectif de notre travail est d'étudier l'effet de stress hydrique sur la réflectance foliaire chez l'olivier (*Olea europaea*L). En étudiant la réflectance foliaire de l'olivier soumis à différentes conditions de stress hydrique, nous cherchons à comprendre comment cette espèce végétale réagit à un environnement défavorable sur le plan hydrique. Pour mener à bien cette étude, nous utiliserons plusieurs techniques de mesure de la réflectance foliaire et en combinant leurs résultats, nous espérons obtenir des informations précieuses sur les mécanismes de réponse de l'olivier au stress hydrique, ce qui pourrait contribuer à améliorer les pratiques de gestion des cultures dans les régions sujettes à la sécheresse.

L'étude est structurée en trois chapitres. Le premier chapitre est consacré aux matériaux et méthodes, détaillant les protocoles expérimentaux et les techniques de mesure de la réflectance foliaire utilisées. Le deuxième chapitre se concentre sur la description et l'analyse des résultats obtenus, offrant une interprétation approfondie des données collectées et mettant en évidence les tendances observées. Enfin, le troisième chapitre propose une discussion critique, comparant nos résultats à ceux de recherches similaires. Le manuscrit se conclut par une conclusion synthétique qui résume les principaux résultats de l'étude et souligne les perspectives futures de recherche dans ce domaine.

# CHAPITRE 01

**I-Matériels et Méthodes :**

Notre étude vise à déterminer si le stress hydrique a un effet sur la réflectance foliaire chez l'olivier en examinant plusieurs paramètres. Pour ce faire, nous avons utilisé divers matériels et méthodes, permettant une analyse approfondie et rigoureuse.

**I-1-Description du site expérimental**

L'étude a été menée sur un site expérimental situé dans une exploitation agricole individuelle (EAI) appartenant à M. Benwili Ammar, à la commune d'El Anasser, dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj. Le site, situé à proximité de l'hôtel Lina, couvre une superficie de 21 hectares et est caractérisé par un climat semi-aride. Les coordonnées géographiques du site sont 36,07377° N, 4,84103° E, avec une altitude de 915 mètres.



**Figure N°01** : Présentation de site étudié par satellite (Satellite. Pro, 2024).

Afin d'étudier l'impact du stress hydrique sur les feuilles d'oliviers, deux traitements d'irrigation ont été comparés : un traitement pluvial et un traitement irrigué. L'exploitation agricole comprend un parc à bois géré en mode pluvial, où trois arbres de la variété Chemlel ont été sélectionnés pour le traitement non irrigué. De plus, elle abrite un verger irrigué par un système goutte à goutte, où trois oliviers de la même variété ont été choisis pour le traitement irrigué. ( le bouton floral est un stade de floraison le 25 avril 2024).

**I-2-Matériel végétal :**

L'Algérie possède un riche patrimoine oléicole, comprenant 164 variétés d'oliviers, tant autochtones qu'importées de différentes régions de la Méditerranée, y compris d'outre-Atlantique. Des recherches approfondies, citées par (Mendil et Sebaï ,2006), ont permis de recenser 72 variétés autochtones, dont 36 sont officiellement reconnues. Le reste des variétés autochtones est actuellement en cours d'identification et de caractérisation. Les variétés nationales les mieux adaptées sont généralement recommandées pour les régions d'origine, afin d'optimiser la production et la qualité des olives.

Pour cette étude, nous avons choisi d'utiliser la variété Chemlel, reconnue pour ses qualités agronomiques et sa résistance aux conditions climatiques de la région. Elle est caractérisée par une grande vitalité et un port arrondi, semi-retombant, est principalement utilisée pour la production d'huile. Ses fruits, de petite taille (2,5 g en moyenne), donnent un rendement en huile élevé, variant de 16% à 18%, et sont réputés pour la qualité supérieure de l'huile produite. La variété Chemlel est auto-stérile et nécessite la présence d'autres variétés pour la pollinisation. En Kabylie, elle est traditionnellement cultivée en association avec d'autres espèces qui assurent la pollinisation. Cette variété rustique et tardive se distingue par son fruit allongé et léger (**Figure N°02**).



**Figure N°02 :** Arbre d'olivier de la variété chemlal .

**I-3-Paramètres mesurées :****I-3-1- Dosage des pigments chlorophylliens:**

La détermination des teneurs en chlorophylle A et B a été réalisé selon la méthode de Rao et le Blanc (1965). Cette méthode implique un broyage puissant de 0,25 g de feuilles d'oliviers fraîches, finement coupées pour faciliter le broyage, avec l'ajout de sable et d'acétone (20 ml à 80%). La solution verte obtenue est ensuite filtrée à l'aide d'un filtre à papier (**Figure N°03**). Les mesures spectrophotométriques (JENWAY 6300) (**Figure N°04**) sont effectuées à deux longueurs d'onde (645 et 663 nm) (**Bouchelaghem, 2012**). Les concentrations en chlorophylle A et B sont ensuite calculées à partir des valeurs d'absorbance obtenues à ces deux longueurs d'onde, en utilisant les équations suivantes :

- **Chl a** :  $12,07 \text{ (DO663)} - 2,69 \text{ (DO645)}$
- **Chl b** :  $22,9 \text{ (DO645)} - 4,86 \text{ (DO663)}$
- **Chl a+b** :  $8,02 \text{ (DO645)} + 20,20 \text{ (DO663)}$



**Figure N°03:** La solution obtenue.

Le spectre visible, qui couvre une plage de 380 à 780 nm, est généralement défini entre 400 et 700 nm. La lumière verte, perçue par l'œil humain, correspond à des longueurs d'onde comprises entre 490 et 570 nm. La lumière rouge, quant à elle, a une longueur d'onde de 620 à 750 nm et une fréquence de 400 à 484 THz.

Les plantes sont particulièrement sensibles aux ondes rouges, notamment dans la zone comprise entre 660-670 nm pour la chlorophylle A et 635-645 nm pour la chlorophylle B.

Cependant, elles sont moins sensibles aux ondes rouges de longueur d'onde supérieure à 670 nm.

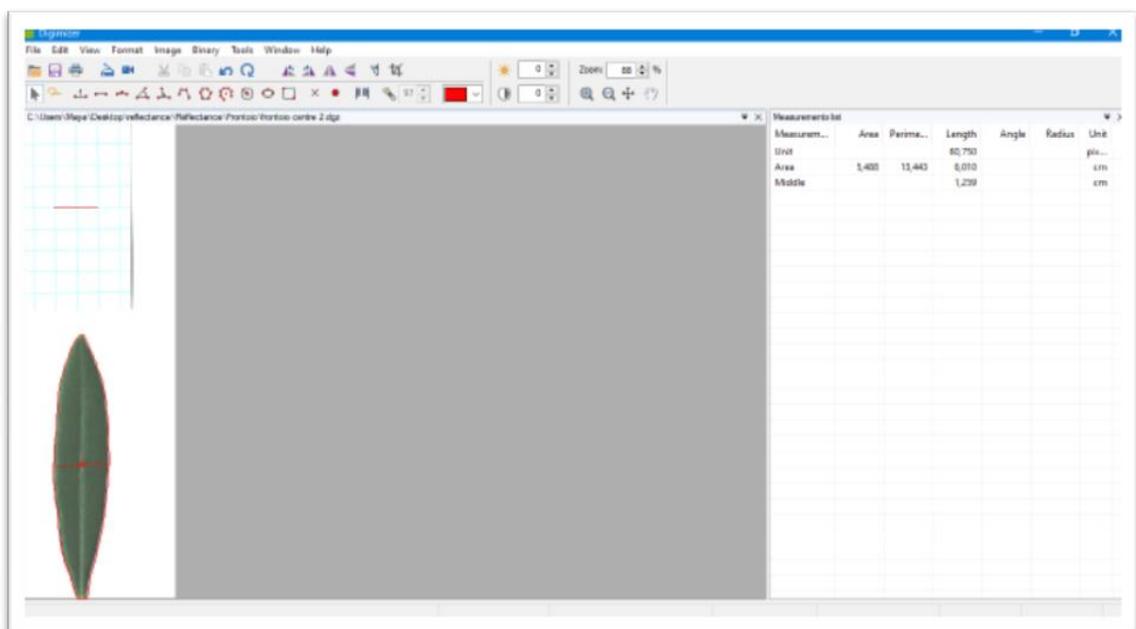


**Figure N°04 :** Spectrophotomètre (JENWAY 6300).

**I-3-2-Paramètres morpho-physiologiques:**

**I-3-2-1 La surface foliaire :**

La surface des feuilles d'oliviers a été mesurée à l'aide du logiciel "**Digimizer**". Ce logiciel d'analyse d'images, facile à utiliser et flexible, permet de réaliser des mesures manuelles précises ainsi que des mesures automatiques des caractéristiques des objets (**Digimizer, 2021**) (**Figure N°05**). En insérant les images numérisées des feuilles dans le logiciel, nous avons pu déterminer la surface foliaire (en cm<sup>2</sup>).

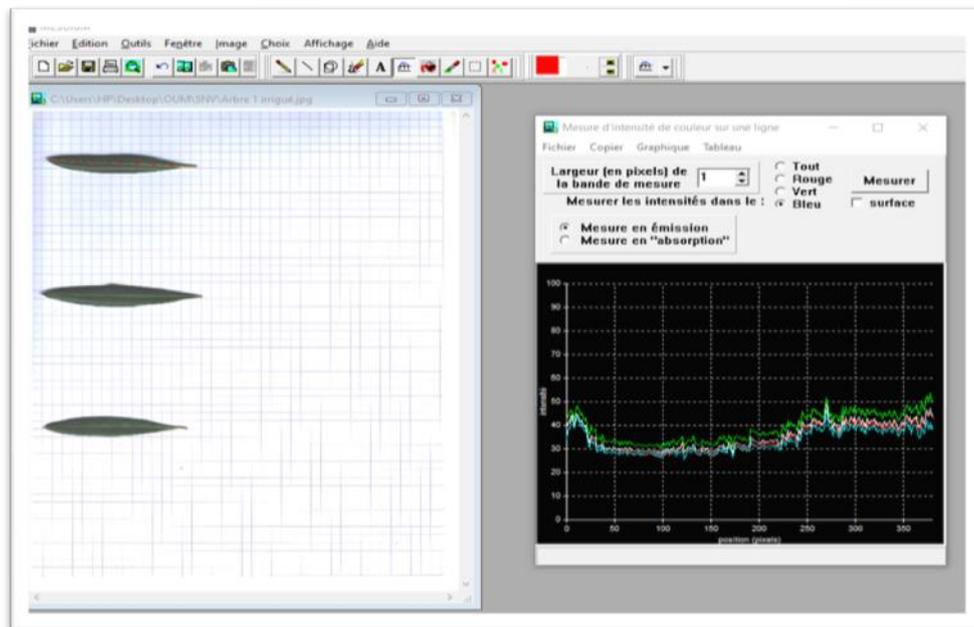


**Figure N°05:** Description de la mesure de la surface foliaire à l'aide du logiciel Digimizer.

## I-3-2-2 -La réflectance foliaire :

La réflectance, un indicateur indirect de la teneur en chlorophylle, a été mesurée en collectant des feuilles de six arbres (irrigués et non irrigués). Pour chaque arbre, trois feuilles ont été prélevées : une face exposée au soleil, une face à l'ombre et une feuille du centre de l'arbre.

Les feuilles ont été numérotées par traitement et scannées. Les images obtenues ont ensuite été traitées à l'aide du logiciel "**Mesurim Pro (version 2.8)**" (**Figure N°06**). Ce logiciel gratuit, disponible en ligne, permet de réaliser diverses opérations sur les images numérisées, notamment l'analyse de végétaux, de fossiles, de roches et de bactéries (**gratilog, 2017**).



**Figure N°06** : Description de traitement des photos par le logiciel « Mesurim Pro (version 2.8) software ».

## I-3-2-3 -Le poids sec:

Pour déterminer le poids sec des feuilles, nous avons d'abord cueilli des feuilles fraîches. Ces feuilles ont ensuite été placées dans une étuve à 80°C pendant 48 heures (**Figure N°07**) afin de les sécher complètement. Une fois le séchage terminé, les feuilles ont été retirées de l'étuve et pesées. Cette opération a été réalisée pour cinq feuilles différentes, provenant à la fois des arbres irrigués et des arbres non irrigués.



**Figure N°07:** Les feuilles à 80 C° dans l'étuve.

#### **I-3-2-4 -Le poids spécifique :**

Le poids spécifique des feuilles est calculé en utilisant les deux paramètres précédents: le poids sec et la surface des feuilles. Ce paramètre est obtenu en divisant le poids sec (exprimé en grammes) par la surface foliaire (exprimée en cm<sup>2</sup>).

#### **I-3-2- 5-Teneur relative en eau :**

La teneur relative en eau représente la quantité d'eau contenue dans les feuilles par rapport à leur poids sec. Exprimée en pourcentage, elle est calculée en comparant le poids des feuilles fraîches au poids des feuilles séchées. Cette mesure permet d'évaluer l'état d'hydratation des feuilles à un moment donné et de quantifier l'impact du stress hydrique sur la plante.

La teneur en eau des feuilles peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Teneur relative en eau (\%)} = [(masse B - masse D) / (masse B - masse A)] \times 100$$

**Masse B :** les feuilles fraîches. / **masse D:** poids des feuilles séchées / **masse A:** le poids de ce papier absorbant.

#### **I-3-2-6- Changement de poids des feuilles :**

Le changement de poids des feuilles, également appelé perte de poids, quantifie la quantité d'eau perdue par les feuilles d'olivier en raison du stress hydrique. Il est calculé en mesurant le poids des feuilles fraîches, puis en les laissant sécher pendant une période définie, avant de mesurer à nouveau leur poids. La différence entre le poids des feuilles fraîches et le poids des feuilles séchées représente le changement de poids. Cette mesure permet de suivre

l'évolution de la déshydratation des feuilles au fil du temps, par exemple toutes les 1 heures ou toutes les 48 heures.

**1-4 – Analyse et traitement des données :**

Pour analyser les données de cette expérience, nous avons utilisé l'analyse de la variance (**ANOVA**), un outil statistique permettant de comparer les moyennes de différents groupes expérimentaux (**Sawyer, 2009**). Le logiciel statistique **COSTAT** a été utilisé pour effectuer l'analyse, et les résultats ont ensuite été interprétés. Les graphes et les tableaux illustrant les résultats ont été créés à l'aide d'Excel 2016.

# CHAPITRE 02

## II -Résultats et discussions :

### II -1- Résultats :

Dans cette étude, nous examinons l'effet du stress hydrique sur la réflectance foliaire de l'olivier, en la comparant à plusieurs paramètres étudiés qui sont répartis comme suit :

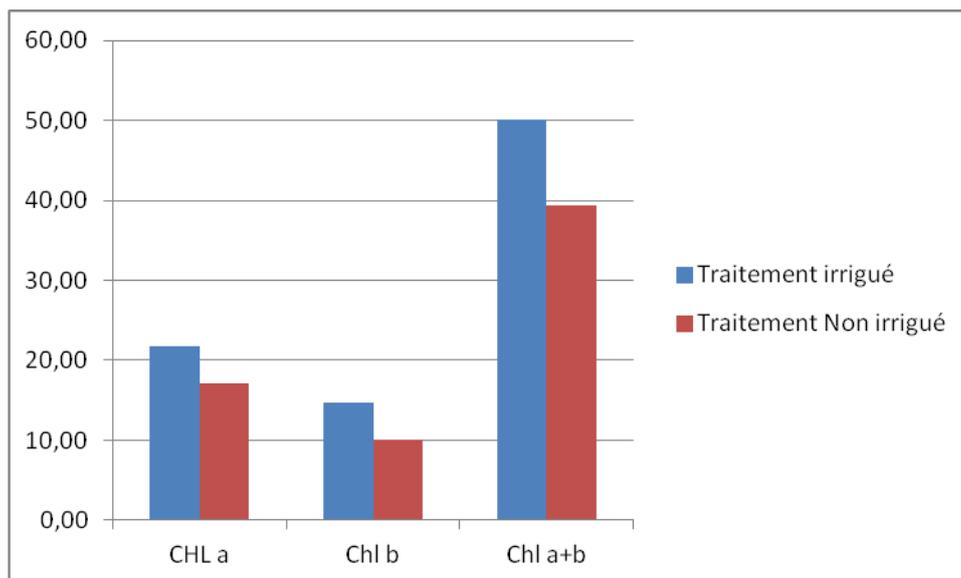
- Paramètres liés à la teneur en chlorophylle, incluant la chlorophylle A, la chlorophylle B et la chlorophylle A+B.
- Paramètres de réflectance, regroupant la réflectance dans les spectres rouge (RR), vert (RV), bleu (RB) et la réflectance totale (RT).
- Paramètres morphologiques des feuilles, tels que la surface foliaire, le poids sec, le poids spécifique, la teneur en eau des feuilles et le changement de poids des feuilles.

**Tableau I** : Valeurs des moyennes des paramètres de la teneur en chlorophylle.

	CHL a	Chl b	Chl a+b
Traitement Irrigué	21,78 (a)	14,66 (a)	50,11 (a)
Traitement non Irrigué	17,03 (a)	10,02 (a)	39,36 (a)
Moyenne	19,41	12,345	44,73
CV %	16,11	35,47	18,34
LSD 0.05	7,08	9,92	18,60

#### II-1-1- La teneur en chlorophylle A :

L'analyse de variance révèle qu'il n'y a pas de différences significatives entre les traitements pour la chlorophylle A, avec une différence minimale significative (LSD) au seuil de 5 % de 7,09. La moyenne générale est de 19,41  $\mu\text{g/ml}$ , variant de 17,03  $\mu\text{g/ml}$  pour les traitements non irrigués à 21,78  $\mu\text{g/ml}$  pour les traitements irrigués (**Tableau I**). Le coefficient de variation (CV) de 16,11 % indique une dispersion modérée des données autour de cette moyenne, suggérant une variabilité raisonnable dans les observations (**Figure N°08**).



**Figure N°08 :** Histogramme des valeurs moyennes de la teneur en chlorophylle.

### II-1-2- La teneur en chlorophylle B :

La moyenne générale de la concentration en chlorophylle B est de 12,34 µg/ml, variant de 10,02 µg/ml pour les traitements non irrigués à 14,66 µg/ml pour les traitements irrigués (**Figure N°08**). L'analyse de variance (ANOVA) ne révèle aucune différence significative entre les traitements pour la chlorophylle B, avec une différence minimale significative (LSD) au seuil de 5 % de 9,92. Le coefficient de variation (CV) de 35,47 % (**Tableau I**).

### II-1-3- La chlorophylle A+ B :

Le coefficient de variation (CV) pour la chlorophylle A+B est de 18,34 %, indiquant une dispersion modérée des données autour de la moyenne, qui est de 44,73 µg/ml (**Figure N°08**). L'analyse de variance révèle qu'il n'y a pas de différences significatives entre les traitements, et le test de comparaison des moyennes donne une valeur de LSD de 18,60. La concentration la plus élevée de chlorophylle A+B est observée dans les traitements irrigués avec 50,11 µg/ml, tandis que la concentration la plus faible est observée dans les traitements non irrigués avec 39,36 µg/ml (**Tableau I**).

**Tableau II** : Valeurs des moyennes des paramètres de la réflectance.

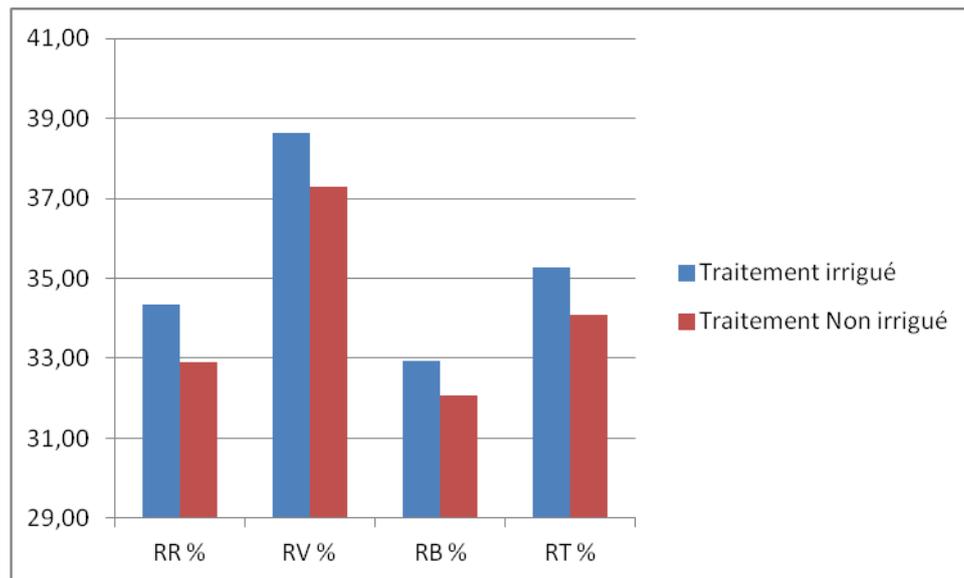
	<b>RR</b>	<b>RV %</b>	<b>RB %</b>	<b>RT %</b>
<b>Traitement Irrigué</b>	34,34 (a)	38,64 (a)	32,94 (a)	35,25 (a)
<b>Traitement non Irrigué</b>	32,901 (a)	37,29 (a)	32,07 (a)	34,09 (a)
<b>Moyenne</b>	33,6205	37,96	32,51	34 ,67
<b>CV %</b>	6,05	6,65	4,79	5,81
<b>LSD 0.05</b>	4,61	5,72	3,53	4,57

**II-1-4- La réflectance au spectre rouge (RR) :**

L'analyse de variance (ANOVA) ne révèle aucune différence significative entre les traitements irrigués et non irrigués en ce qui concerne la réflectance au spectre rouge. Le seuil minimal de différence significative (LSD) est de 4,62 (**Tableau II**). La réflectance moyenne dans le spectre rouge est de 33,62, s'étalant de 32,9 pour le traitement non irrigué à 34,34 pour le traitement irrigué (**Figure N°09**). Le coefficient de variation (CV) de 6,06% indique une faible dispersion des données autour de la moyenne, suggérant une faible variabilité dans les observations.

**II-1-5-La réflectance au spectre vert (RV) :**

Le coefficient de variation (CV) de 6,65 % indique une faible dispersion des données autour de la moyenne. L'analyse de variance (ANOVA) ne révèle aucune différence significative entre les traitements irrigués et non irrigués en ce qui concerne la réflectance au spectre vert. La réflectance moyenne dans le spectre vert est de 37,96, variant de 37,29 pour le traitement non irrigué à 38,64 pour le traitement irrigué (**Figure N°09**). Le seuil minimal de différence significative (LSD) est de 5,72 (**Tableau II**).



**Figure N°09** : Histogramme des moyennes des paramètres de la réflectance.

#### II-1-6-La réflectance au spectre bleu (RB) :

La réflectance moyenne dans le spectre bleu est de 32,51, variant de 32,07 pour le traitement non irrigué à 32,94 pour le traitement irrigué (**Figure N°09**). Une faible variabilité dans les observations est indiquée par le coefficient de variation (CV) de 4,79%. L'analyse de variance (ANOVA) ne révèle aucune différence significative entre les traitements irrigués et non irrigués en ce qui concerne la réflectance au spectre bleu et la comparaison des moyenne par le (LSD) donne une valeur est de 3,53 (**Tableau II**).

#### II-1-7-La réflectance totale (RT) :

Il n'y a pas de différence significative entre les traitements irrigués et non irrigués en ce qui concerne la réflectance totale, selon l'analyse de variance (ANOVA). Le seuil minimal de différence significative (LSD) est de 4,57 (**Tableau II**). La réflectance moyenne est de 34,67, s'étalant de 34,67 pour le traitement non irrigué à 35,25 pour le traitement irrigué (**Figure N°09**). Le coefficient de variation (CV) de 5,81% indique une faible dispersion des données autour de la moyenne.

**Tableau III** : Valeurs des moyennes des paramètres morpho- physiologiques.

	<b>Poids spécifiques</b>	<b>Surface</b>	<b>TRE</b>	<b>Change 1h</b>	<b>Change J2</b>
<b>Traitement Irrigué</b>	0,027 (a)	7,04 (a)	42,46 (a)	-0,0041 (a)	-0,116 (a)
<b>Traitement non Irrigué</b>	0,024 (a)	6,47 (a)	45,36 (b)	-0,0041 (a)	-0,108 (a)
<b>Moyenne</b>	0,026	6,76	43,91	-0,0041	-0,112
<b>CV %</b>	29,96	25,32	1,50	56,29	28,42
<b>LSD 0.05</b>	0,017	3,88	1,49	0,005	0,072

**II-1-8- Poids spécifiques:**

Le poids spécifique moyen est de 0,02 g/cm<sup>2</sup>. L'analyse de variance (ANOVA) ne révèle aucune différence significative entre les traitements irrigués et non irrigués. Le test PPDS (5%) pour la comparaison des moyennes indique une valeur de 0,017 (**Tableau III**). Le régime irrigué présente une valeur légèrement supérieure (0,027 g/cm<sup>2</sup>) par rapport au régime non irrigué (0,024 g/cm<sup>2</sup>). Le coefficient de variation (CV) est de 29,96%, ce qui indique une variabilité relativement élevée des données par rapport à la moyenne.

**II-1-9-La surface foliaire :**

La surface foliaire moyenne est de 6,76 cm<sup>2</sup>. L'analyse de variance (ANOVA) ne révèle aucune différence significative entre les traitements irrigués et non irrigués. Le test PPDS (5%) pour la comparaison des moyennes indique une valeur de 3,88 (**Tableau III**). Le régime irrigué présente les plus larges feuilles avec une valeur de 7,04 cm<sup>2</sup>, tandis que le régime non irrigué présente les plus petites feuilles avec une valeur de 6,47 cm<sup>2</sup>. Le coefficient de variation (CV) de 25,32% indique une variabilité relativement élevée des données par rapport à la moyenne.

**II-1-10-La teneur relative en eau :**

L'analyse de variance (ANOVA) révèle une différence hautement significative entre les traitements irrigués et non irrigués en ce qui concerne la teneur relative en eau. Le traitement non irrigué présente une teneur moyenne plus élevée (45,36) que le traitement irrigué (42,46). La moyenne générale des traitements est de 43,91. Le coefficient de variation (CV) est très faible, à 1,50 %, ce qui indique une faible variabilité des données par rapport à la moyenne.

Le test de la différence significative la plus petite (LSD) à un niveau de confiance de 0,05 révèle deux groupes homogènes avec une valeur de 1,49 (**Tableau III**).

**II-1-11- Changements de poids 1h :**

L'analyse de variance (ANOVA) ne révèle aucune différence significative entre les traitements irrigués et non irrigués en ce qui concerne les changements de poids après une heure. Les deux traitements présentent une moyenne identique de -0,0041, indiquant qu'en moyenne, il n'y a pas de changement de poids après une heure pour les deux groupes. Le coefficient de variation (CV) est de 56,29%, ce qui indique une variabilité relativement élevée des données par rapport à la moyenne. Le test de la différence significative la plus petite (LSD) à un niveau de confiance de 0,05 donne une valeur de 0,005 (**Tableaux III**).

**II-1-12- Changements de poids 2j :**

L'analyse de variance (ANOVA) ne révèle aucune différence significative entre les traitements irrigués et non irrigués en ce qui concerne les changements de poids après deux jours. Le traitement irrigué présente une perte de poids moyenne de -0,116, tandis que le traitement non irrigué présente une perte de poids moyenne légèrement moindre de -0,108. La moyenne générale des deux traitements est de -0,112, indiquant une perte de poids moyenne similaire pour les deux groupes. Le coefficient de variation (CV) est de 28,42%, ce qui indique une variabilité modérée des données par rapport à la moyenne. Le test de comparaison des moyennes (LSD) à 5% enregistre une valeur de 0,072 (**Tableaux III**).

**II-2- Discussion :**

**Tableau IV :** Matrice de corrélation entre les paramètres étudiés.

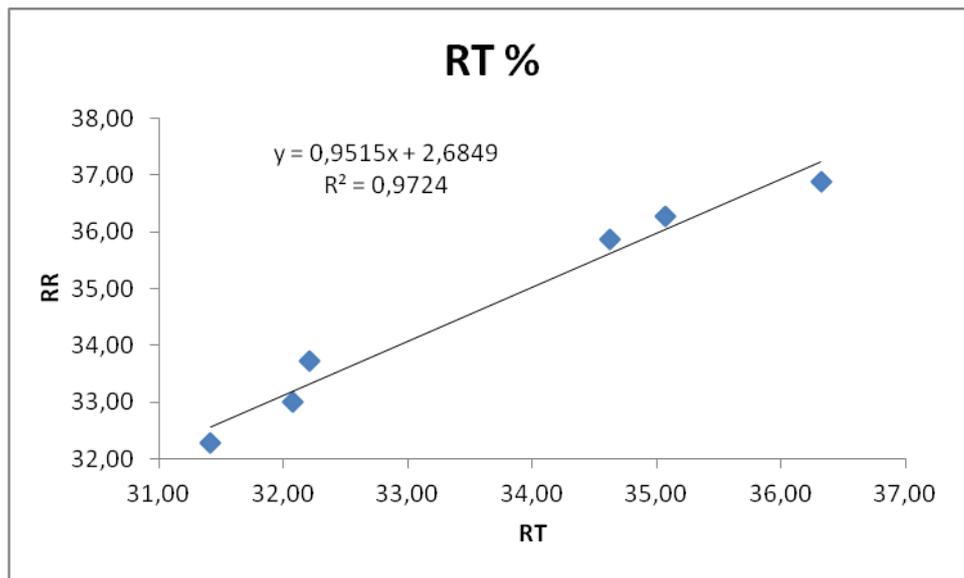
Variables	RR %	RV %	RB %	RT %	CHL a	Chl b	Chl a+b	P spé	Surface	TRE	Change 1h	Change J2
RR %	<b>1</b>	<b>0,99</b>	<b>0,84</b>	<b>0,99</b>	-0,15	-0,50	-0,31	0,42	-0,24	-0,42	0,75	0,74
RV %	<b>0,99</b>	<b>1</b>	<b>0,85</b>	<b>0,99</b>	-0,22	-0,57	-0,37	0,42	-0,26	-0,34	0,81	0,79
RB %	<b>0,84</b>	<b>0,85</b>	<b>1</b>	<b>0,91</b>	-0,17	-0,49	-0,28	0,42	-0,15	-0,28	<b>0,85</b>	0,67
RT %	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	<b>0,91</b>	<b>1</b>	-0,20	-0,57	-0,35	0,45	-0,26	-0,34	<b>0,83</b>	0,79
CHL a	-0,15	-0,22	-0,17	-0,20	<b>1</b>	0,66	<b>0,97</b>	0,49	-0,19	-0,50	-0,37	-0,28
Chl b	-0,50	-0,57	-0,49	-0,57	0,66	<b>1</b>	0,79	-0,30	0,57	-0,57	-0,59	<b>-0,88</b>
Chl a+b	-0,31	-0,37	-0,28	-0,35	<b>0,97</b>	0,79	<b>1</b>	0,34	-0,01	-0,50	-0,43	-0,46
P spé	0,42	0,42	0,42	0,45	0,49	-0,30	0,34	<b>1</b>	<b>-0,83</b>	-0,03	0,39	0,66
Surface	-0,24	-0,26	-0,15	-0,26	-0,19	0,57	-0,01	<b>-0,83</b>	<b>1</b>	-0,42	-0,16	-0,74
TRE	-0,42	-0,34	-0,28	-0,34	-0,50	-0,57	-0,50	-0,03	-0,42	<b>1</b>	-0,09	0,23
Change 1h	0,75	0,81	<b>0,85</b>	<b>0,83</b>	-0,37	-0,59	-0,43	0,39	-0,16	-0,09	<b>1</b>	0,69
Change J2	0,74	0,79	0,67	0,79	-0,28	<b>-0,88</b>	-0,46	0,66	-0,74	0,23	0,69	<b>1</b>

**II-2-1-Les paramètres de la réflectance:**

La réflectance dans le spectre lumineux rouge présente une forte corrélation positive et significative avec la réflectance totale, avec un coefficient de corrélation de 0,99 (**Figure N°10**). Cette forte corrélation suggère que la réflectance rouge peut être un indicateur fiable de la réflectance totale dans cette étude.

En revanche, la réflectance rouge montre une relation faible et négative avec le contenu en chlorophylle et d'autres paramètres physiologiques. Cela signifie que lorsque la réflectance rouge augmente, le contenu en chlorophylle et d'autres paramètres physiologiques tendent à diminuer, bien que cette relation ne soit pas significative dans ce cas.

Enfin, la réflectance rouge présente une corrélation positive et significative avec les changements de poids après 1 heure et 2 jours, avec des coefficients de corrélation respectifs de 0,75 et 0,74 (**Tableau IV**).



**Figure N°10** : Relation entre la réflectance au spectre rouge et la réflectance totale.

La réflectance dans le spectre bleu présente une forte corrélation positive et significative avec la réflectance globale et les changements de poids observés après une heure, avec un coefficient de corrélation de 0,85 (**Tableau IV**). Cette corrélation suggère que la réflectance bleue pourrait être un outil précieux pour prédire ou surveiller les changements de poids à court terme.

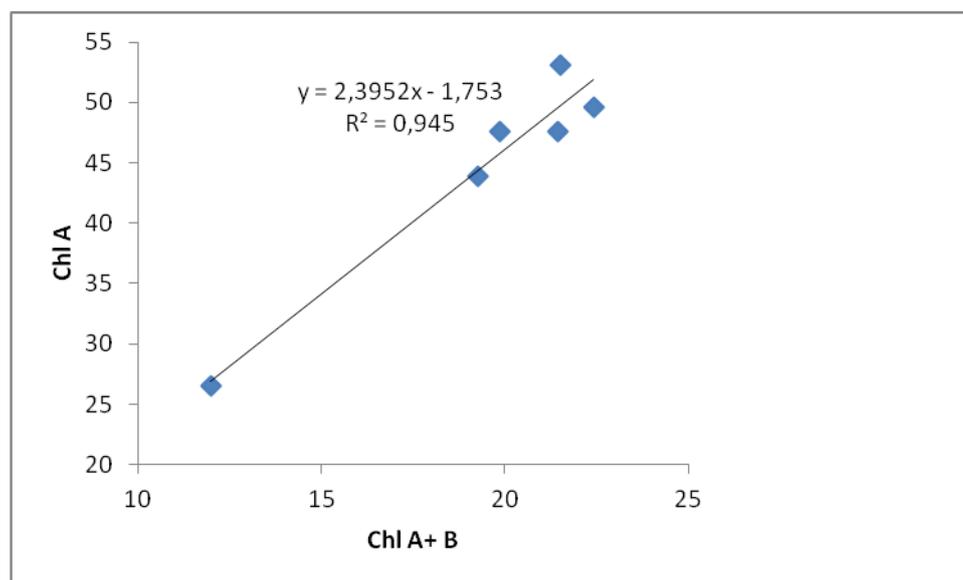
Cependant, la réflectance bleue montre également une relation inverse, bien que faible, avec d'autres paramètres physiologiques étudiés. Cela signifie que lorsque la réflectance bleue augmente, les valeurs des autres paramètres physiologiques ont tendance à diminuer.

L'étude menée par **Gouni.M** et **Kebaili.M** en **2021-2022** a exploré la relation entre la réflectance foliaire et la teneur en chlorophylle chez sept géotypes d'oliviers. En analysant dix paramètres distincts, l'étude a révélé que la variété Sigoise présentait les valeurs de réflectance les plus élevées, à l'exception du spectre vert. À l'inverse, la variété Neb Djmel a affiché les valeurs les plus faibles pour les spectres rouge, bleu et total. Ces résultats suggèrent des différences significatives dans la réflectance foliaire entre les géotypes d'oliviers, ce qui pourrait avoir des implications pour la gestion et la sélection des variétés.

### II-2-2- Les paramètres de la teneur de la chlorophylle:

Le contenu en chlorophylle A présente une corrélation positive et significative avec le contenu en chlorophylle A+B, avec un coefficient de corrélation de 0,97 (**Figure N°11**).

En revanche, la concentration en chlorophylle A est négativement corrélée avec tous les paramètres de réflectance et les paramètres physiologiques. Elle présente également deux corrélations positives non significatives avec le contenu en chlorophylle B ( $r= 0,66$ ) et le poids spécifique ( $r= 0,49$ ) (**Tableau IV**).



**Figure N°11** : Relation entre la concentration de la chlorophylle A et la chlorophylle A+B.

Le contenu en chlorophylle B présente une corrélation négative et significative avec le changement de poids après 2 jours ( $r= -0,88$ ). De plus, il présente une corrélation positive avec la concentration en chlorophylle A ( $r= 0,66$ ), la concentration en chlorophylle A+B ( $r= 0,79$ ) et la surface foliaire ( $r= 0,57$ ) (**Tableau IV**).

La concentration en chlorophylle A+B présente des corrélations négatives non significatives avec les paramètres de réflectance et les paramètres physiologiques. En revanche, elle présente des corrélations positives avec les concentrations de chlorophylle A et le poids spécifique ( $r=0,34$ ) (**Tableau IV**).

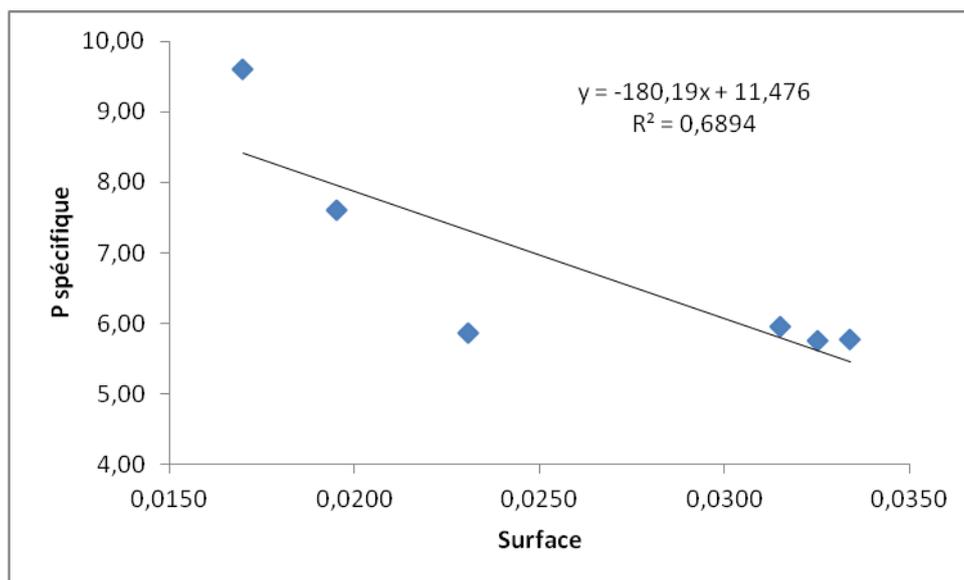
Nos résultats sont en accord avec ceux de **Gouni et Kebaili (2022)**, qui ont trouvé que les corrélations entre la réflectance au spectre rouge et le contenu en chlorophylle A+B et A ont démontré des relations moyennes et positives ( $r = 0,46$  et  $r = 0,40$  respectivement), tandis

que la relation avec la chlorophylle B était faible et négative ( $r = -0,16$ ). Des résultats similaires ont été observés pour la réflectance au spectre vert. La réflectance au spectre bleu a montré des relations non significatives mais positives avec les chlorophylles A ( $r = 0,52$ ), A+B ( $r = 0,52$ ) et B ( $r = 0,15$ ). Quant à la réflectance totale, elle a montré une relation non significative et légèrement négative avec la chlorophylle B ( $r = -0,15$ ), ainsi que des relations positives mais non significatives avec les chlorophylles A et A+B ( $r = 0,48$  et  $r = 0,49$ ).

### II-2-3- les paramètres morpho-physiologiques :

Le poids spécifique présente une corrélation négative et significative avec la surface foliaire ( $r=-0.83$ ) (**Figure N°12**). Il présente également une corrélation positive non significative avec le changement de poids après 2 jours ( $r=0.66$ ) (**Tableau IV**).

De plus, le poids spécifique présente des relations négatives et faibles avec les paramètres de réflectance, les contenus en chlorophylle et les autres paramètres physiologiques.



**Figure N°12** : Relation entre le poids spécifique et la surface foliaire.

La surface foliaire ne présente aucune corrélation significative avec les autres paramètres étudiés. Cependant, elle présente une corrélation négative et importante avec le changement de poids après 2 jours, avec un coefficient de corrélation de ( $r=-0.76$ ) (**Tableau IV**).

Le changement de poids présente une corrélation positive et significative avec la réflectance au spectre bleu ( $r=0.85$ ) et la réflectance totale ( $r=0.83$ ) (**Tableau IV**). La relation entre le changement de poids après 1 heure et la réflectance au spectre rouge est illustrée dans

la (Figure N°13). Le changement de poids après 2 jours présente une corrélation positive avec la réflectance au spectre rouge, mais cette corrélation n'est pas significative (Tableau IV).

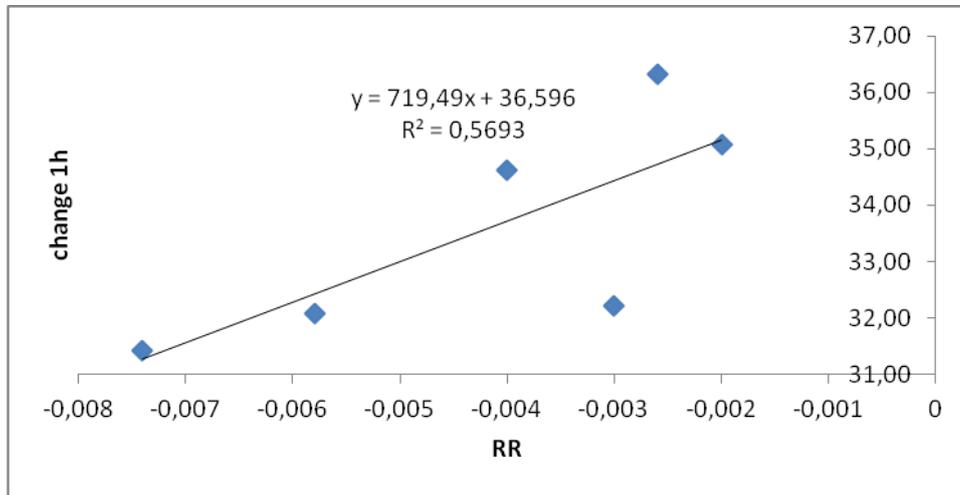


Figure N°13 : Relation entre le changement de poids après 1h et la réflectance au spectre rouge.

Le changement de poids après 2 jours présente une seule corrélation significative et négative avec le contenu en chlorophylle B ( $r=-0.88$ ) (Figure N°14). Il présente également une corrélation positive et importante avec les paramètres de réflectance et les paramètres physiologiques (Tableau IV).

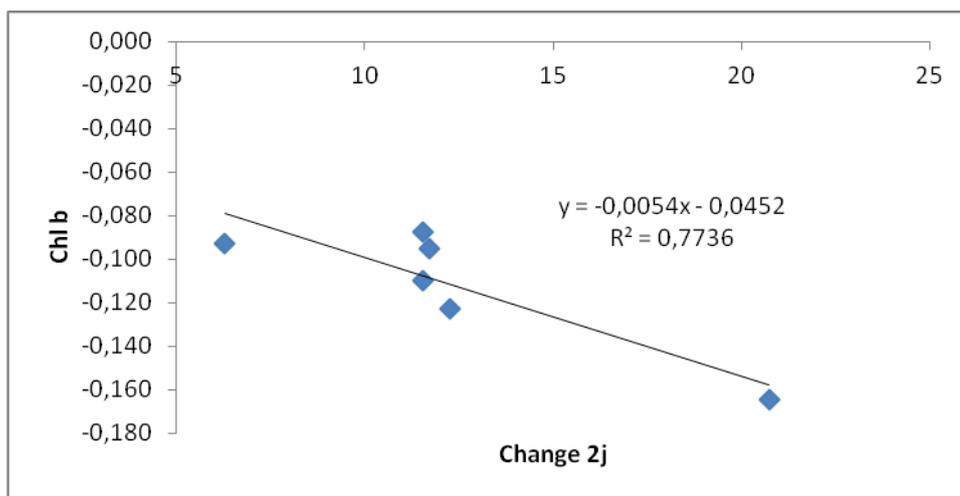
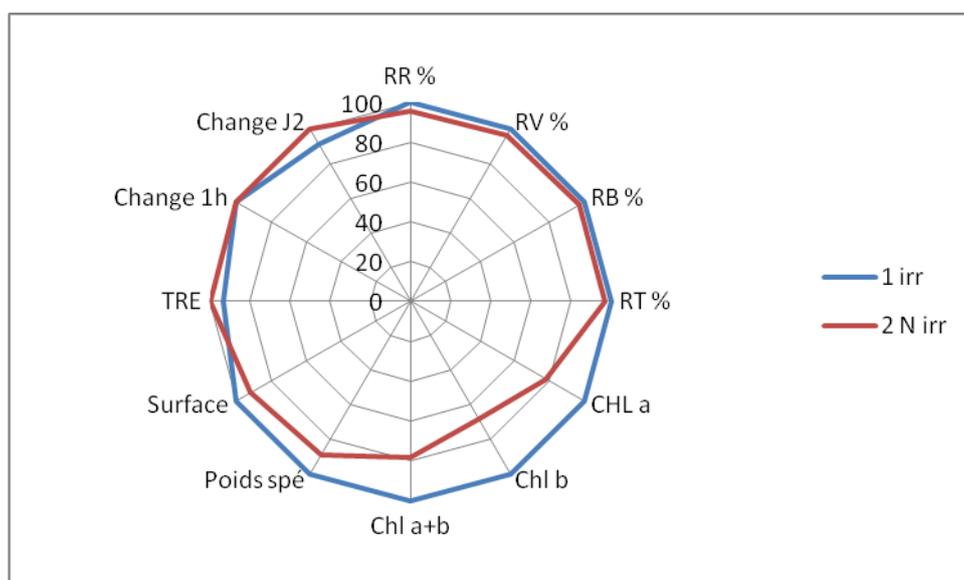


Figure N°14 : Relation entre le changement de poids après 2j et le contenu chlorophylle B.

Le radar de comparaison met en évidence des différences notables entre les traitements irrigués et non irrigués, notamment des valeurs plus élevées en pourcentage pour la réflectance et la teneur en chlorophylle dans les traitements irrigués, tandis que les traitements non irrigués présentent une meilleure capacité de rétention d'eau, se traduisant par des valeurs plus élevées pour la teneur relative en eau et le changement de poids (**Figure N°15**).

Les deux régimes hydriques convergent pour la réflectance, le changement de poids et le taux de transpiration, mais divergent pour la teneur en chlorophylle, le poids spécifique et la surface foliaire, suggérant que l'irrigation peut influencer la croissance et le développement des plantes de manière différente selon les paramètres considérés.



**Figure N°15** : Radar de comparaison entre les paramètres étudiés.

L'étude de **Jan-Chang et Chaur-Tzuh** (2008) a confirmé la relation entre la réflectance spectrale et la concentration de chlorophylle chez diverses espèces d'arbres du sud de Taiwan. Des corrélations significatives ont été observées pour quatre espèces : *Daphniphyllum glaucescens*, *Michelia compressa*, *Illicium dunnianum* et *Machilus kusanoi*, avec des valeurs de  $R^2$  élevées (respectivement 0,508, 0,667, 0,503 et 0,774) et des valeurs de  $p$  inférieures à 0,000. Ces résultats confirment la théorie de **Horler et al.** (1983) et suggèrent

que les données hyperspectrales peuvent être utilisées pour estimer la concentration de chlorophylle dans les feuilles des plantes.

L'étude de (**Gendouz *et al.*, 2013**) a mis en évidence une corrélation significative et inverse entre la teneur en chlorophylle et la réflectance des feuilles de blé dur dans les domaines rouge et bleu ( $r = -0,77^*$ ,  $r = -0,66^*$ ). Cette relation est cohérente avec les observations de (**Carter et Knapp ,2001**) qui ont associé les variations de la teneur en chlorophylle, mesurables par la réflectance spectrale, au stade de croissance et de vieillissement des feuilles.

L'étude de (**Tabet.S et Hachani Y,2022**) a révélé l'impact du déficit hydrique sur les paramètres physiologiques de deux variétés d'oliviers, Chetoui et Chemlali. Les résultats ont montré une diminution significative du potentiel hydrique, du contenu en eau relatif, de la conductance stomatique et du potentiel osmotique chez les deux variétés en conditions de stress hydrique. Cependant, la variété Chetoui a subi une diminution plus importante de ces paramètres, suggérant une moindre résistance à la sécheresse par rapport à la variété Chemlali.

Les deux variétés ont mis en place des mécanismes d'adaptation pour faire face au stress hydrique, notamment la réduction du potentiel hydrique foliaire de base et la fermeture des stomates pour limiter la transpiration. Les effets du stress hydrique se sont manifestés principalement au niveau des feuilles, entraînant l'arrêt de la croissance du limbe, une sénescence accélérée après la floraison et une réduction de la surface foliaire. Ces changements ont eu un impact négatif sur la photosynthèse et la production de composés organiques.

# **CONCLUSION**

## Conclusion

---

L'étude menée durant la campagne 2023-2024, visant à identifier une relation entre le stress hydrique et la réflectance foliaire de l'olivier, a permis d'explorer les variations de 12 paramètres physiologiques et de réflectance spectrale entre des traitements irrigués et non irrigués.

Bien que l'analyse n'ait pas révélé de différences significatives pour la concentration en chlorophylle et la réflectance spectrale, des variations notables ont été observées pour les paramètres physiologiques tels que la surface foliaire, le poids spécifique et le changement de poids après 1 heure et 2 jours. Ces paramètres ont montré des valeurs significativement plus élevées dans les traitements irrigués, suggérant un impact positif de l'irrigation sur la croissance et le développement des oliviers.

Ces résultats, bien que ne démontrant pas une relation directe entre le stress hydrique et la réflectance foliaire, mettent en évidence l'importance de l'irrigation pour la croissance et la vigueur des oliviers. L'absence de différences significatives pour la chlorophylle et la réflectance spectrale pourrait s'expliquer par la période d'étude relativement courte ou par la capacité des oliviers à compenser le stress hydrique en utilisant des mécanismes physiologiques non mesurés dans cette étude.

Des recherches complémentaires sont nécessaires pour approfondir l'impact du stress hydrique sur la réflectance foliaire et identifier des indicateurs plus sensibles pour la détection précoce du stress hydrique chez l'olivier. Il serait intéressant d'étudier l'évolution de ces paramètres sur une période plus longue, d'intégrer des analyses biochimiques et d'évaluer la réponse des oliviers à différents niveaux de stress hydrique. De plus, l'utilisation de techniques de télédétection pourrait permettre d'évaluer la réflectance foliaire à grande échelle et de suivre l'état physiologique des oliviers dans des conditions réelles.

## Référence bibliographique :

---

- Amouretti, M., & Cornet, G. (1985). *Le livre de l'olivier*. Ed. Edisud.
- Bouchelaghem, S. (2012). *Contribution à l'étude de l'impact d'un engrais couramment utilisé en Algérie (NPK) sur la croissance, le métabolisme et le développement racinaire d'un modèle végétal : blé dur (Triticum durum Desf)*. (Thèse de doctorat). Université Badji Mokhtar, Annaba.
- Boucher, Ch., Yves, D., Chaux, D., & Nestlé, S. (2011). *Guide des arbres et arbustes de méditerranée*. Paris.
- Boujnah, D. (1997). *Variations morphologiques anatomiques et écophysiological en rapport avec la résistance à la sécheresse chez l'olive (Olea europaea L)*. (Thèse de doctorat d'état). Faculté des sciences agronomiques de Gand (Belgique).
- Carter, G. A., & Knapp, A. K. (2001). Leaf optical properties in higher plants: Linking spectral characteristics to stress and chlorophyll concentration. *American Journal of Botany*, 88(4), 677-684.
- Chartier, P. (1975). Photosynthèse : De la feuille à la culture. In A. Trigui (1997). *La jaunissement des oliviers à la fin de l'hiver : I-considérations biologiques et physiologiques*.
- Chevalier, A. (1948). L'origine de l'olivier cultivé et ses variations. *Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture Tropicale*, 303-304, 125.
- Conquist. (1981). *Perspectives de développement de l'olivier dans les monts des ksour*.
- Dhia, G. (2018). *Effet du stress salin sur le comportement physiologique et morpho-biochimique de jeunes plants de variétés d'olivier cultivé (Olea-europea) locales et introduites non greffés et greffés sur oléastre* (Thèse de doctorat en sciences). Université Djillali Liabes De Sidi Bel Abbes.
- Digimizer. (2021). Digimizer: Easy-to-use image analysis software. Retrieved May 13, 2024, from <https://www.digimizer.com/>
- DSA. (2019). *Direction des Services Agricole de Bordj Bou Arreridj*.
- DSA. (2021). *Direction des Services Agricole de Bordj bou Arreridj*.
- Flahault, R. (1986). L'olivier. *Annales de l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier*, France, T II. In Fertilidad de las variedades d'olivo espanolas (pp. 25-28). Garcia, A., Ferreira, J., Frias, L., & Fernandez, A. (Eds.). Séminaire International sur l'Olivier, 6-17 octobre 1975, Cordoue, Espagne.
- Gitelson, A., & Merzlyak, M. N. (1994). Spectral reflectance changes associated with autumn senescence of Aesculus hippocastanum L. and Acer platanoides L. leaves. Spectral features and relation to chlorophyll estimation. *Journal of Plant Physiology*, 143(3), 286-292.

## Référence bibliographique :

---

- **Gratilog. (2017).** Mesurim Pro v 3.4 (Fr). Retrieved May 13, 2022, from <http://www.gratilog.net/xoops/modules/mydownloads/singlefile.php?cid=138&lid=3131>
- **Guendouz A., Guessoum S., Maamri K., Benidir M., & Hafsaj M. (2013).** performance of ten durum wheat (*triticum durum* desf.) cultivars under semi-arid conditions (north africa - algeria-). *indian journal of agricultural research.* 47(4): 317-3221.
- .
- **Hobaya, O., & Bendimerad, M. (2012).** *Contribution à l'étude des ravageurs de l'Olivier Olea europea a Tlemcen* (Doctoral dissertation).
- **Horler, M., Dockray, J., & Barber, J. (1983).** Red edge measurements for remotely sensing plant chlorophyll content. *Advances in Space Research*, 3(2), 273-277.
- Chang, J., & Tzuhn, C. (2008).** Correlation analysis between indices of tree leaf spectral reflectance and chlorophyll content. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing, and Spatial Information Sciences*, XXXVII, Part B7, 237.
- **Knipling, E. B. (1970).** Physical and physiological basis for the reflectance of visible and near-infrared radiation from vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 1(3), 155-159.
- **Lavee, S. (1997).** Biologie et physiologie de l'olivier. *In Encyclopédie mondiale de l'olivier* (pp. 84-01-61883-5). Conseil Oléicole International, Principe de Vergara, Espagne.
- **Lespinasse, J., & Leterme, E. (2005).** *De la taille à la conduite des arbres fruitiers.* Éditions Rouergue.
- **Morettini, A., Bini, G., & Bellini, E. (1972).** Comportamento di alcune cultivar di olivo de tavola francesi e spagnole nella maremma toscano. *Rivista della Orto-Floro-Frutticoltura Italiana*, 56, 18.
- **Pagnol, J. (1975).** *L'olivier.* Aubanal.
- Sanna, A. (2017).** *Contribution à la caractérisation et à l'identification des écotypes d'olivier Olea europaea. L dans la région des Aurès* (Thèse de doctorat en sciences). Université de Batna 2.
- **Zohary, D., & Hopf, M. (1994).** *Domestication of plants in the old world—The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe, and the Nile Valley.* Clarendon Press.

## Annexes

**Annexes 01 : Les moyennes totaux pour les 12 paramètres étudiés.**

	RR %	RV %	RB %	RT %	Change J2	Change 1h	P spé	Surface	TRE	CHL a	Chl b	Chl a+b
1 irr	34,63	38,97	34,04	35,88	-0,095	-0,004	0,03	5,76	43,41	22,41	11,71	49,59
1 irr	36,32	41,10	33,25	36,89	-0,088	-0,002	0,03	5,78	42,08	21,44	11,54	47,64
1 irr	32,07	35,85	31,55	33,00	-0,165	-0,005	0,01	9,6	41,88	21,5	20,74	53,11
2 N irr	31,410	35,290	30,163	32,280	-0,123	-0,007	0,02	5,86	45,74	19,27	12,26	43,92
2 N irr	32,210	36,620	32,333	33,727	-0,110	-0,003	0,03	5,95	45,43	19,86	11,54	47,64
2 N irr	35,070	39,957	33,740	36,267	-0,093	-0,002	0,01	7,61	44,89	11,98	6,28	26,53

**Annexes 02 : Matrice de corrélation entre les paramètres étudiés.**

Variables	RR %	RV %	RB %	RT %	CHL a	Chl b	Chl a+b	P spé	Surface	TRE	Change 1h	Change J2
RR %	<b>1</b>	<b>0,99</b>	<b>0,84</b>	<b>0,99</b>	-0,15	-0,50	-0,31	0,42	-0,24	-0,42	0,75	0,74
RV %	<b>0,99</b>	<b>1</b>	<b>0,85</b>	<b>0,99</b>	-0,22	-0,57	-0,37	0,42	-0,26	-0,34	0,81	0,79
RB %	<b>0,84</b>	<b>0,85</b>	<b>1</b>	<b>0,91</b>	-0,17	-0,49	-0,28	0,42	-0,15	-0,28	<b>0,85</b>	0,67
RT %	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	<b>0,91</b>	<b>1</b>	-0,20	-0,57	-0,35	0,45	-0,26	-0,34	<b>0,83</b>	0,79
CHL a	-0,15	-0,22	-0,17	-0,20	<b>1</b>	0,66	<b>0,97</b>	0,49	-0,19	-0,50	-0,37	-0,28
Chl b	-0,50	-0,57	-0,49	-0,57	0,66	<b>1</b>	0,79	-0,30	0,57	-0,57	-0,59	<b>-0,88</b>
Chl a+b	-0,31	-0,37	-0,28	-0,35	<b>0,97</b>	0,79	<b>1</b>	0,34	-0,01	-0,50	-0,43	-0,46
P spé	0,42	0,42	0,42	0,45	0,49	-0,30	0,34	<b>1</b>	<b>-0,83</b>	-0,03	0,39	0,66
Surface	-0,24	-0,26	-0,15	-0,26	-0,19	0,57	-0,01	<b>-0,83</b>	<b>1</b>	-0,42	-0,16	-0,74
TRE	-0,42	-0,34	-0,28	-0,34	-0,50	-0,57	-0,50	-0,03	-0,42	<b>1</b>	-0,09	0,23
Change 1h	0,75	0,81	<b>0,85</b>	<b>0,83</b>	-0,37	-0,59	-0,43	0,39	-0,16	-0,09	<b>1</b>	0,69
Change J2	0,74	0,79	0,67	0,79	-0,28	<b>-0,88</b>	-0,46	0,66	-0,74	0,23	0,69	<b>1</b>

**Annexe 03 : Résultats des analyses de la variance (ANOVA).**

Source	df	Type I SS	MS	F	P
-----					
Main Effects					
Irrigation	1	12.615	12.615	29.030031	.0057 **
Error	4	1.7382	0.43455<-		
-----					
Total	5	14.3532			
-----					
Model	1	12.615	12.615	29.030031	.0057 **
-----					
Source	df	Type I SS	MS	F	P
-----					

# Annexes

---

Main Effects						
Irrigation	1	2.033508167	2.0335082	0.499474	.5187	ns
Error	4	16.28519733	4.0712993<-			
-----						
Total	5	18.3187055				

Source	df	Type I SS	MS	F	P	
-----						
Main Effects						
Irrigation	1	173.34375	173.34375	2.5744236	.1839	ns
Error	4	269.3321333	67.333033<-			
-----						
Total	5	442.6758833				
Model	1	173.34375	173.34375	2.5744236	.1839	ns

# Résumé

## Résumé :

Une étude menée en 2023-2024 a examiné l'impact du stress hydrique sur la réflectance foliaire de l'olivier en comparant des traitements irrigués et non irrigués. L'analyse de 12 paramètres physiologiques et de réflectance spectrale a révélé des différences significatives pour la surface foliaire, le poids spécifique et le changement de poids, avec des valeurs plus élevées dans les traitements irrigués. Bien que la concentration en chlorophylle et la réflectance spectrale n'aient pas montré de différences significatives, les résultats suggèrent que l'irrigation est bénéfique pour la croissance et le développement des oliviers. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour identifier des indicateurs plus sensibles à la détection précoce du stress hydrique et pour approfondir l'impact du stress hydrique sur la réflectance foliaire de l'olivier.

**Mots clés :** Oliviers, Stress hydrique, Réflectance foliaire, teneur chlorophylle, Paramètres physiologiques.

## Abstract :

A study conducted in 2023-2024 investigated the impact of water stress on olive leaf reflectance by comparing irrigated and non-irrigated treatments. Analysis of 12 physiological and spectral reflectance parameters revealed significant differences in leaf area, specific weight, and weight change, with higher values in irrigated treatments. While chlorophyll concentration and spectral reflectance did not show significant differences, the results suggest that irrigation is beneficial for olive growth and development. Further research is needed to identify more sensitive indicators for early detection of water stress and to further investigate the impact of water stress on olive leaf reflectance.

**Keywords:** Olive trees, Water stress, Leaf reflectance, Chlorophyll content, Physiological parameter

## ملخص

أجريت دراسة خلال الفترة 2023-2024 لدراسة تأثير الإجهاد المائي على انعكاس أوراق شجرة الزيتون، وذلك بمقارنة المعالجات المروية وغير المروية. كشفت تحليلات 12 معلمة فسيولوجية وانعكاس طيفي عن اختلافات كبيرة في مساحة الورقة، والوزن النوعي، وتغير الوزن، مع قيم أعلى في المعالجات المروية. على الرغم من عدم وجود اختلافات كبيرة في تركيز الكلوروفيل وانعكاس الطيف، تشير النتائج إلى أن الري مفيد لنمو وتطور أشجار الزيتون. هناك حاجة إلى مزيد من البحث لتحديد مؤشرات أكثر حساسية للكشف المبكر عن الإجهاد المائي، وللمزيد من البحث في تأثير الإجهاد المائي على انعكاس أوراق الزيتون.

**الكلمات المفتاحية:** أشجار الزيتون، الإجهاد المائي، انعكاس الأوراق، محتوى الكلوروفيل، المعلمات الفسيولوجية