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 الأرض و الكون
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 :

Etude comparative une variété locale et un autre introduite d'olivier (*Olea europaea* L.) dans la zone de Bordj Bou-Arreridj

Présenté par : DebacheAsma
Dilmi wafa

Soutenu le **:** 29/06/2025

Devant le jury :

Nom, Prénom	Grade	Affiliation
Président : Mme CHOURGHAL Nacira	Pro	Faculté SNV-STU, Univ. Bordj Bou Arreridj
Encadrant : Mr BAHLOULI Fayçal	Pro	Faculté SNV-STU, Univ. Bordj Bou Arreridj
Examinateur : Mr MAAMRI Khelifa	MCA	Faculté SNV-STU, Univ. Bordj Bou Arreridj

2024/2025

Remerciement

Avant tout, nous exprimons notre profonde gratitude envers **ALLAH**, le Tout-Puissant et Miséricordieux, qui nous a accordé la force, la persévérance et la patience tout au long de ces longues années d'études.

Nous adressons également nos sincères remerciements à notre encadreur, Monsieur **Bahlouli Fayçal**, pour sa disponibilité, ses conseils éclairés, sa patience et la confiance qu'il nous a témoignée. Son accompagnement a été essentiel à l'aboutissement de ce travail, que nous espérons être un témoignage de reconnaissance envers sa grande valeur humaine et professionnelle.

Nos remerciements vont aussi aux membres du jury, Madame C**hourghal Nacira** et Monsieur **Maamri Khelifa**, pour l'attention portée à notre recherche, leur disponibilité et les enrichissements qu'ils y ont apportés.

Nous n'oublions pas d'exprimer notre reconnaissance à l'ensemble de nos enseignants du département d'Agronomie de Bordj Bou Arreridj, ainsi qu'à tous ceux spécialisés en amélioration des plantes, pour leur précieuse contribution à notre formation.

Enfin, un grand merci à nos proches et amis pour leur soutien indéfectible, leurs encouragements constants et leur présence bienveillante tout au long de l'élaboration de ce mémoire.

D.Asma

D. Wafa

Dédicace

Je remercie tout d'abord Dieu de m’avoir donné courage et patience afin de réaliser ce modeste travail.

Je dédie ce travail à :

À mes parents,
Pour leur amour sans limite, leur soutien infaillible et les innombrables sacrifices qu’ils ont consentis pour me permettre d’arriver jusqu’ici. Rien de tout cela n’aurait été possible sans vous.
À ma famille.
À mes ami(e)s qui êtes ma joie de vivre.
À tous ceux et celles qui ont cru en moi, même lorsque je doutais moi-même.

D.Asma

Dédicace

Je dédie ce mémoire à mes chers parents, pour leur amour infini, leurs sacrifices et leur soutien indéfectible tout au long de mon parcours.
À ma mère, pour sa tendresse et ses prières constantes.
À mon père, pour sa sagesse et sa force qui m'ont toujours inspirée.
À mes sœurs bien-aimées, Ahlem, Latifa et Amani, merci pour votre amour, votre soutien et votre présence réconfortante à chaque étape.
À mes neveux Yara et Iyad, votre innocence et vos sourires ont été une source de joie et de motivation.
À mon ami et compagnon, Debache Asma
À toute ma famille, merci du fond du cœur.

D. Wafa

Table des matières

Remerciements et dédicaces

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction……..…….01

Partie I. Partie Bibliographique.

I.1- Caractéristique de l'olivier ……..…03

I.2-Botanique et physiologie de l'olivier…….……03

1.2.1- Classification botanique de l'olivier…….……03

1.2.2- Cycle vie de l'olivier……..03

1.2.3 - Cycle végétatif annuel……..…04

I.3-Les principales variétés d'olivier……05

Partie II. Matériel et méthodes

I –Matériel……..……...06

I.1-Présentation de la région d'étude……06

I.1.1-Objectif de l'étude……06

I.1.2 - Présentation de la région d'étude……...……06

I.1.3- Situation géographique……...06

I.1.4-Le relief……07

I .2.Caractéristiques du sol……..…07

I.3-Caractéristiques climatiques de la région de Bordj Bou Arreridj……..…07

I.3.1-Température……07

I.3.2-Précipitation……08

I.3.3. Humidité…….…08

I.3.4-Vent……..…08

II –Méthodes……...….09

II.1 - Matériel expérimental utilisé……...…09

II.1.1- Sur le terrain……..…09

II .1.1.1Matériel végétales……....09

II. 1.3 - Au laboratoire……10

II.2 - Méthodes d'études…….....…10

II.2.1 - Sur le terrain …….....10
II.2.2 -Au laboratoire…….....10
II.2.2.1. La surface foliaire…….….10
III .Résultats et discussion…….….12
III. 1.Caractères morphologique…….…12
III.1.1. Surface foliaire…….…….....….12
III.1.2. Longueur des rameaux…….……...12
III.1.3. Nombre de bouquets de fleur / rameau …….….15
III.1.4. Nombre de fleurs / bouquet de fleur…….….15
III.1.5. Taux de fécondation…….….…..16
III.2. Caractères physiologiques de la feuille……..…17
III.2.1. Densité stomatique…….……..17
III.3. Caractères phénologiques…….....18
III.3.1. Débourrement……...18
III.3.2. Formation des bouquets floraux…….....18
III.3.3. Floraison…….….....19
III.3.4. Fécondation……...19

Conclusion…….….20
Références Bibliographiques……..….....21
Les Annexe……..22
Résumé……...….24

Liste des Figures

Figure 1. Cycle de développement de l'olivier	04
Figure 2. Présentation du site étudié par satellite	06
Figure 3. Fixation des étiquettes sur l'arbre	09
Figure 4. Différentes matériels de l'empreinte épidermique	11
Figure 5. Surface foliaire des variétés : Chemlal et Arbequina	12
Figure 6. Comparaison de croissance moyenne entre les deux variétés	13
Figure 7. Densité stomatique des variétés Chemlal et Arbequina	17

Liste des tableaux

Tableau 1. Température moyenne (C°)	08
Tableau 2. Précipitations (mm)	08
Tableau 3. Humidité relative mensuelle (%)	08
Tableau4. Nombre de bouquets de fleur/rameau des variétés Chemlal et Arbequina	15
Tableau5.Nombre fleurs / bouquet de fleur des variétés Chemlal et Arbequina	15
Tableau 6. Nombre de fleur fécondé/rameau variété Chemlal et Arbequina	16
Tableau 7. Taux de fécondation de variété Chemlal et Arbequina	17
Tableau 8. Date des phases phénologiques pour les variétés Chemlal et Arbequina	18

Liste des abréviations

H : Humidité relative moyenne (%).

°C : degré Celsius.

% : pourcentage.

mm : millimètre.

Cm : centimètre.

T : Température moyenne (C°).

P : Précipitation.

ha : hectare

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction

L'olivier (*Olea europeae L.*) est un arbre millénaire originaire du bassin méditerranéen, symbole de longévité et de résistance, il est apparu il y a plus de 6 000 ans. Il a toujours été un symbole de paix, de richesse et de bénédiction. Son huile est utilisée dans la production de parfums, de médicaments et dans la vie quotidienne comme produit de base pour l'alimentation et l'éclairage **(TOUAMI, 2015)**. Il revêt une importance nutritionnelle, sociale, culturelle et économique importante pour les habitants de la région **(Claridge et Walton, 1992)**. Actuellement, près de 98 % des oliviers du monde sont cultivés dans le bassin méditerranéen. Les 2 % restants se trouvent en Amérique du Nord, en Amérique du Sud, en Australie, en Afrique du Sud, en Irak, en Afghanistan et, plus récemment, en Chine.

En Algérie, la culture de l'olivier est en pleine expansion, représentant une alternative intéressante à la reconversion de certaines cultures annuelles en coteaux et au développement de l'arboriculture dans un contexte de changement climatique et de raréfaction de l'eau d'irrigation (**MADR/DSASI/SDSA, 2013)**.

La culture de l'olivier revêt une importance économique et sociale considérable. Elle occupe une superficie d'environ 412 000 hectares, avec un patrimoine de 47 millions d'arbres, représentant ainsi plus de 50 % du verger arboricole national. Par ailleurs, cette filière mobilise une main-d'œuvre abondante, contribuant fortement à l'emploi rural **(D.S.A, 2014).**

La région de Bordj Bou-Arreridj, située à l'est de l'Algérie, présente un fort potentiel pour le développement de l'oléiculture. Elle abrite à la fois des variétés locales, issues d'une longue tradition de culture et d'adaptation au milieu, et des variétés introduites, sélectionnées pour leurs performances agronomiques.

Dans un contexte de changement climatique, de raréfaction des ressources hydriques et de recherche d'une oléiculture durable et rentable, le choix variétal revêt une importance stratégique. En effet, les variétés locales, bien que souvent mieux adaptées aux contraintes pédoclimatiques, peuvent présenter des rendements variables, tandis que les variétés introduites, sélectionnées pour leur performance, doivent encore démontrer leur aptitude à s'adapter aux conditions spécifiques du milieu.

Donc Quelle variété locale ou introduite présente les meilleures performances agronomiques, morphologiques et phénologiques dans les conditions semi-arides de la région de Bordj Bou Arreridj, et peut ainsi constituer un choix optimal pour une oléiculture durable.

L’objectif principal de ce travail est d’évaluer les différences morphologiques, phénolgiques et agronomiques entre une variété locale et une variété introduite d’olivier (*Olea europaea*) cultivées dans la région de Bordj Bou Arreridj, afin de dégager les potentialités respectives de chacune dans cette zone agro écologique. Les résultats obtenus pourraient contribuer à orienter les choix des agriculteurs et des décideurs en matière de stratégie de développement oléicole durable.

Cette étude vise à évaluer les différences en termes de croissance, de stades phénologiques, comparer les performances agronomiques et les caractéristiques morphologiques d’une variété locale et d’une variété introduite d’olivier (*Olea europaea*) cultivées dans des conditions similaires.

Notre travail a été divisé en trois parties :

- La première partie, généralités sur l’olivier
- La deuxième partie, matériels et méthodes, représentant les sites d'étude, les matériels végétaux utilisés et les techniques et méthodes utilisées pour comparer les deux variétés étudiés.
- Enfin une conclusion résumant les différents résultats obtenus.

I.1. Caractéristique de l'olivier

L'olivier (*Olea europaea* L.) est la principale espèce cultivée de la famille monophylétique des Oléaceae, avec 600 espèces réparties en 30 genres.

Les régions tempérées et tropicales de Malaisie et d'Asie sont les meilleures zones de culture des olives. Le nom du genre Olea est dérivé du mot grec « élasia », mais il compte 80 noms différents. Il existe environ 30 à 35 espèces du genre Olea, réparties en Asie, Afrique, Europe et Océanie. O. europaea L. est la seule espèce comestible d'*Olea europaea*.

Le bassin méditerranéen est une zone oléicole traditionnelle et contient 95% des oliveraies mondiales. Dans les pays méditerranéens et européens, la feuille d'olivier (O. europaea L.) est largement utilisée en médecine traditionnelle sous forme d'extrait, de tisane et de poudre.

Différents cultivars peuvent être distingués les uns des autres par la couleur et la forme drupe, la composition d'huile, la morphologie des feuilles et la phénologie. Les principaux points descriptifs correspondent à 42 caractéristiques de la morphologie des fruits et des feuilles pour leur identification. Les cultivars d'olive peuvent être utilisés à des fins alimentaires ou pour la production d'huile. L'olive est une espèce à croissance lente et extrêmement longue, avec une espérance de vie allant jusqu'à 1000 ans **(Mushtaq et *al*, 2020).**

I.2. Botanique et physiologie de l'olivier

1.2.1. Classification botanique de l'olivier

Selon **Iguergaziz (2012)**, L'arbre de l'olivier présente la classification botanique suivante:

- **Règne :** Plantae
- **Embranchement:** Spermaphyta
- **Sous embranchement :** Angiospermae
- **Classe :** Dicotylédones
- **Sous classe** : Astéridées
- **Ordre** : Lamiales
- **Famille** : Oleaceae
- **Genre** : *Olea*
- **Espèce** : *Olea europea* (Linné, 1753)
- **Sous-espece:** *Olea europaea oleaster* L. (oléastre)

1.2.2. Cycle de vie de l'olivier

Dans le cycle de vie d'un arbre, nous pouvons distinguer quatre périodes principales :

1. Jeunesse

2. Entrer dans la phase de production ;

3. L'âge adulte;

4. Période de vieillissement.

La durée de chaque période variera en fonction des conditions de croissance de l'arbre et de la variété. (**Alcalca et al., 1992).**

1.2.3 - Cycle végétatif annuel

Le cycle de croissance annuel de l'olivier est étroitement lié aux conditions climatiques de la zone à laquelle il s'adapte, dont la principale caractéristique est le climat méditerranéen. Après une période de croissance ralentie des plantes de novembre à février (dormance hivernale), arrive la période de réveil printanier (mars à avril), avec l'émergence de nouveaux bourgeons terminaux et l'éclosion de bourgeons axillaires, ces derniers étant bien différenciés et pouvant produire du bois (pousses) ou des fleurs **(ITAFV, 2009).**

Le cycle de vie de l'olivier est résumé dans la figure 1.

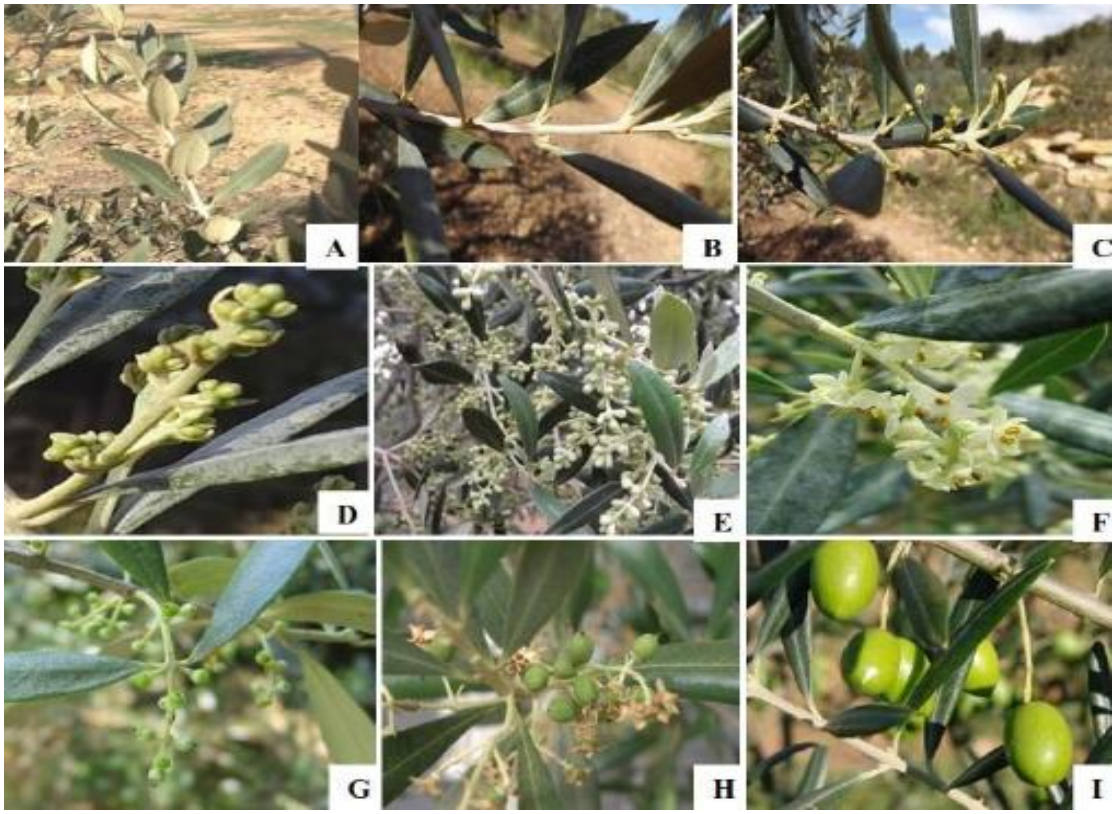

Figure 1. Cycle de développement de l'olivier (Colbrant et Fabre, 2011)

A : Stade hivernal ; **B** : Réveil végétatif ; **C** : Formation des grappes florales ; **D** : Gonflement des boutons floraux ; **E** : Différenciation des corolles ; **F** : Floraison ; **G** : Chute des pétales et nouaison ; **H** : Grossissement du fruit ; **I** : Maturation du fruit.

I.3. Les principales variétés d'olivier

D'après **Boukhari (2014)**,

1. Les variétés locales les plus cultivées sont :

-Chemlal : est la variété la plus dominante en Algérie, représentant près de 45% de la production totale.

-Sigoise: est une variété auto-fertile, elle représente 20 % du verger oléicole national. Généralement situé dans la partie occidentale du pays.

-Azeradj et Bouchouk : elles accompagnent généralement les peuplements de Chemlal dont Azeradj améliore la pollinisation. Elles présentent un gros fruit destiné à la conserverie et même à la production d'huile.

-Limli : elle représente 8 % du verger oléicole national, elle se rencontre dans la région d'Oued Soummam.

-Rougette de Mitidja :est une variété à huile installée dans la plaine de Mitidja et sur le piémont de l'Atlas, à faible altitude.

2-Les variétés introduites les plus cultivées sont :

-Arbaquina et Sevillana : la première est une variété espagnole tardive, la seconde une variété espagnole précoce, et elles sont cultivées dans la partie occidentale du pays.

-Frantoio et Leccino : récemment introduites, originaires d'Italie.

-Lucques : Originaire de France, souvent associée à Sigoise.

-Gordal et Verdial : originaires d'Espagne.

Matériel et Méthodes

I. Matériel.

I.1. Présentation de la région d'étude.

I .1.1.Objectif de l'étude.

Notre étude s'est effectuée au niveau d'un verger d'olivier privé, situé dans la commune d'El Annasser, wilaya de Bordj Bou-Arreridj afin de mettre en lumière les performances morphologiques, agronomiques et physiologiques d'une variété locale d'olivier (*Olea europaea L.)*Par rapport à une autre variété introduite.

Notre but est de mettre en évidence le comportement des deux variétés aux conditions pédoclimatiques de la région de Bordj Bou-Arreridj et d'identifier la variété la mieux adaptée vis à vis de ces différents paramètres testés.

I .1.2.Présentation de la région d'étude:

L'étude a été effectuée dans une oliveraie d'une superficie de 7 ha, le verger d'étude appartenant à un ingénieur agronome «Benouilli Amar», situé au niveau dans la commune d'El Anasser, wilaya de Bordj Bou Arréridj .

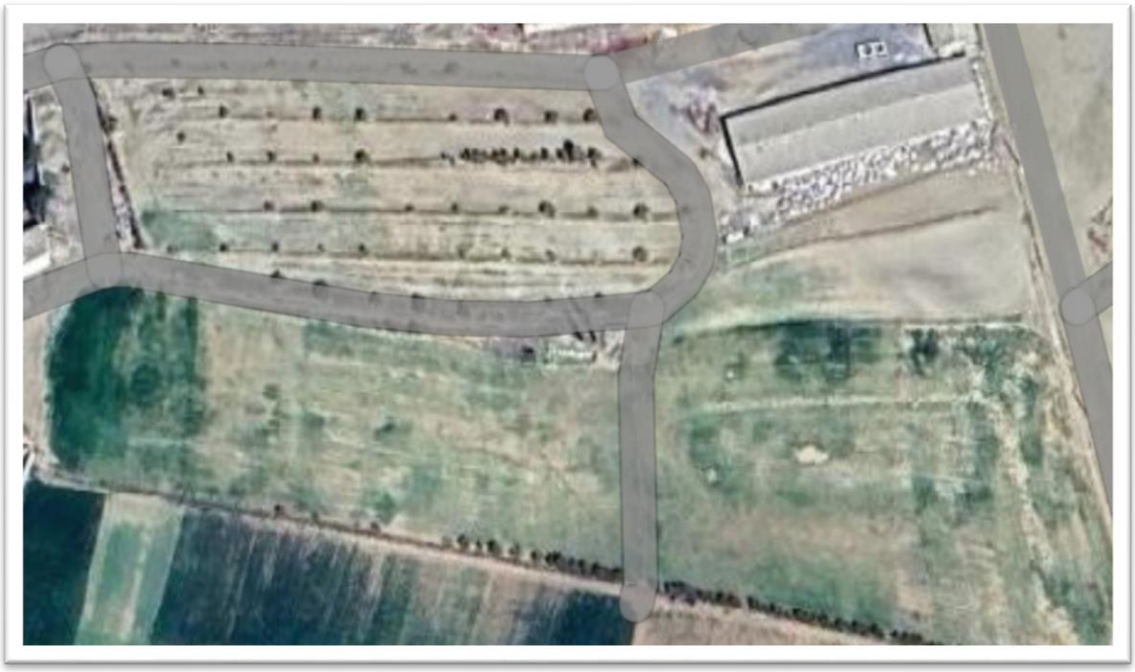

Figure2. Présentation du site étudié par satellite **(Maps 2025).**

I.1.3. Situation géographique.

La wilaya de Bordj Bou-Arréridj se situe à une latitude d'environ 36° 4′ N et une longitude de 4° 46′ E, à une altitude moyenne de 920 mètres. Elle est implantée au cœur des Hauts Plateaux, entre la région montagneuse de la Petite Kabylie au nord et les steppes du sud. Le chef-lieu de la wilaya, la ville de Bordj Bou-Arréridj, est situé à environ 230 km à l'est d'Alger et à 65 km à l'ouest de Sétif. D'une superficie de 4 115 km², elle fait partie de la région de transition entre zones montagneuses et

plaines intérieures. Son climat est de type semi-aride continental, caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers froids parfois neigeux, notamment dans les zones nord. La wilaya séduit par la diversité de ses paysages, où se succèdent montagnes, vallées, oueds saisonniers, forêts et terres agricoles fertiles, elle est composée de 10 daïras et de 34 communes.

I.1.4. Le relief.

Le relief de la Wilaya de Bordj Bou Arreridj se divise en trois unités morphologiques principales appartenant à deux zones géographiques distinctes, les Bibans au nord et les Hautes Plaines au centre-sud :

-La zone montagneuse du Nord englobe les communes : Bordj Zemoura, El Main, Theniat El Nasr, Colla, Mansoura et Tassamert. Elle est caractérisée par la présence des chaînes des Bibans, avec un relief escarpé et une forte couverture forestière.

-La zone des Hautes Plaines centrales comprend les communes : Bordj Bou Arréridj, Ras El Oued, El Hamadia, El M'hir, Ghilassa, Bordj Ghedir, Bir Kasdali et Haraza. Cette région, au relief modéré, constitue la plaine de la Medjana, propice à l'agriculture céréalière.

I .2.Caractéristiques du sol

L'olivier, reconnu pour sa plasticité, pousse sur tous types de sols. Cependant, les sols argileux, profonds et fertiles constituent les conditions optimales de son développement. Ils doivent posséder les propriétés physico-chimiques adéquates. La profondeur de sol nécessaire au développement de l'olivier doit être d'au moins 1 à 1,5 m **(Loussert et Brousse, 1978).**

Les sols de la wilaya de Bordj Bou Arreridj présentent des caractéristiques favorables à la culture de l'olivier *(Olea europaea L.).* Ces sols sont généralement sablo-limoneux à légèrement alcalins, avec un pH élevé et une salinité variable, parfois élevée mais généralement faible. Ils sont riches en calcaire et en matière organique, nutriments essentiels à l'olivier. De plus, la teneur en azote total est élevée et les niveaux de phosphore et de potassium disponibles dépassent les besoins des oliviers, ce qui favorise leur croissance et leur production.

I .3.Caractéristiques climatiques de la région de Bordj Bou Arreridj.

La région de Bordj Bou Arreridj, située dans le nord-est de l'Algérie, présente un climat semi-aride caractérisé par des étés très chauds et secs et des hivers froids et partiellement nuageux.

I. 3.1. Température.

La région de Bordj Bou Arreridj caractérisée par un climat continental, marqué par un froid extrême en hiver et une chaleur élevée en été. La température moyenne annuelle enregistrée au cours de l'année 2024 est de 17,8 °C. Cependant, la température moyenne maximale atteint 34,8 °C pendant le mois de juillet, tandis que la température moyenne minimale descend à environ 1,5 °C durant le mois de janvier (O.N.M, 2024).

Tableau 1. Température moyenne (C°) (weatherspark, 2025).

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
T (°C)	5.4	6.0	9.6	13.2	17.4

On observe une hausse progressive des températures, passant de 5,4 °C en janvier à 17,4 °C en mai. Cette augmentation traduit le passage de la saison hivernale au printemps, avec une montée marquée des températures à partir de mars. Le mois de mai affiche la température moyenne la plus élevée. Cette évolution est caractéristique d'un climat tempéré, où la transition saisonnière s'accompagne d'un réchauffement régulier.

I.3.2. Précipitation.

Tableau 2. Précipitations (mm) (weatherspark, 2025).

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
P (mm)	38	32	43	46	44

Les précipitations sont relativement faibles de janvier à mars (entre 32 mm et 43 mm).Avril se démarque par une forte hausse des précipitations avec 46 mm, ce qui est plus supérieur aux autres mois. En mai, les précipitations chutent à 44 mm, se rapprochant des niveaux observés en début d'année.

I.3.3. Humidité.

Tableau 3. Taux d'Humidité relative mensuelle (%) (Weatherspark, 2025).

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Humidité (%)	76	72	65	60	55

Le taux d'humidité est moyennement élevé en hiver avec 76% pendant le moi de Janvier, puis il diminue progressivement jusqu'à 55% en printemps durant le mois de Mai (Tableau 3).

I.3.4. Vent.

La vitesse horaire moyenne du vent à Bordj Bou Arreridj présente une variation saisonnière modérée au cours de l'année:

*Période la plus venteuse: de décembre à mai, avec des vitesses moyennes supérieures à12,6 km/h.

*Période la plus calme: de juin à novembre, avec des vitesses moyennes inférieures à12, 6 km/h.

*Le mois le plus venteux est mars, avec une vitesse horaire moyenne de 13,4 km/h, tandis que le mois le plus calme est août, avec une moyenne de 11,7km/h(O.N.M, 2024).

II. Méthodes.

II. 1. Matériel expérimental utilisé.

II.1.1. Sur le terrain.

Le matériel utilisé est le suivant :

- Étiquettes Pour identifier clairement les rameaux
- Marqueurs résistants à l'eau
- Règle en tissu

Figure3. Fixation des **étiquettes** sur l'arbre (Originale, 2025)

II .1.1.1Matériel végétales.

Le matériel végétal est constitué de six arbres, à raison de trois arbres/variété sur un verger d'olivier, les deux variétés testées sont : Arbequina et Chemlal, les arbres des deux variétés sont âgés de quatre années.

II .1.1.2.La variété Arbequina.

C'est la variété la plus cultivée dans la région de Catalogne dans le nord est de l'Espagne. Elle produit une huile de couleur allant du vert au jaune, avec un arôme doux et sucré. L'arbre est faiblement vigoureux, avec peu de branches. Les feuilles sont striées et s'élargissent au sommet, et le fruit est petit, ovale et presque symétrique **(COI, 2012b).**

II .1.1.2. La variété Chemlal.

Cette une variété à maturation tardive avec des fruits légers et allongés, adaptés à l'extraction d'huile, avec un rendement en huile de 18% à 22%. On la retrouve toujours avec d'autres variétés pour assurer sa pollinisation. Elle occupe 40% des oliveraies du pays, notamment en Kabylie, s'étendant des monts Zekal à l'ouest jusqu'aux Bibans à l'est. **(Mendil et Sebai, 2006).**

II.1.2. Au laboratoire.

Au laboratoire nous avons travaillé avec le matériel suivant:

- Vernis transparent.
- Ruban adhésif.
- Lame.
- Microscope optique.

II.2. Méthodes d'études.

II.2.1. Sur le terrain.

L'étude comparative entre une variété locale et une variété introduite d'olivier (*Olea europaea* L.) a été menée dans un verger, caractérisée par un climat semi-aride et un sol argilo-calcaire, favorable à la culture de l'olivier. Ce verger a été choisi en raison de la présence simultanée des deux variétés étudiées, cultivées dans des conditions culturales similaires (même mode d'irrigation, même type de sol et le même âge des arbres).

Notre travail s'est réalisé sur une période de quatre mois (à partir du mois de février au mois de Mai), qui consiste à prendre des mesures, lors de sorties périodiques de dix jours, un échantillon représentatif d'arbres de chaque variété a été sélectionné (03 arbres par variété), pour chaque variété on a sélectionné quatre rameaux.

Les rameaux sont identifiés par des étiquettes, portant toutes les informations concernant le numéro de l'arbre et le numéro du rameau sélectionné.

Les observations des rameaux ont porté sur plusieurs aspects : morphologique telle que la hauteur de l'arbre, le diamètre du tronc, la croissance des rameaux de l'année, et phénologique enregistrant les dates de débourrement, de floraison et de fécondation.

II.2.2. Au laboratoire.

Nous avons échantillonné 10 feuilles, 05 feuilles de chaque variété, afin de déterminer la densité stomatique par la méthode de mesure par l'empreinte épidermique.

Les stomates des feuilles d'olivier sont entièrement recouverts de poils, il faut les retirer pour observer les stomates, en appliquant une couche de vernis transparent sur la base de feuilles matures, une fois la couche de vernis sèche, on la retire avec un ruban adhésif et puis placé sur une lame de verre et observé au microscope. La densité optique des pores est calculée en comptant le nombre de pores par millimètre carré.

II.2.1. La surface foliaire

Les feuilles d'olivier, opposées, coriaces, ovales-oblongues, à marges entières et légèrement frisées, portées par un court pétiole ; elles sont gris-vert, avec un dessous blanchâtre et une seule

nervure. Elles contiennent très souvent des graisses, des cires, des chlorophylles, des acides (gallique et malique), des gommes et des fibres végétales **(Amouretti, 1985).**

La surface foliaire d'une feuille d'olivier (*Olea europaea L.*) varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment la variété (cultivar), l'âge de la feuille, les conditions climatiques et les pratiques culturales.

Nous avons prélevé 10 feuilles de chaque variété et 5 feuilles de chaque arbre, puis calculé la surface foliaire à l'aide de l'application « Pétiole Pro». Les mesures ont été prises le 10/05/2025.

« **Pétiole Pro**» est une application mobile avancée dédiée à l'analyse des feuilles et à la phénotypie environnementale des plantes. Elle permet aux chercheurs, agronomes et cultivateurs de mesurer avec précision des caractéristiques végétales telles que la surface des feuilles et d'autres paramètres morphologiques.

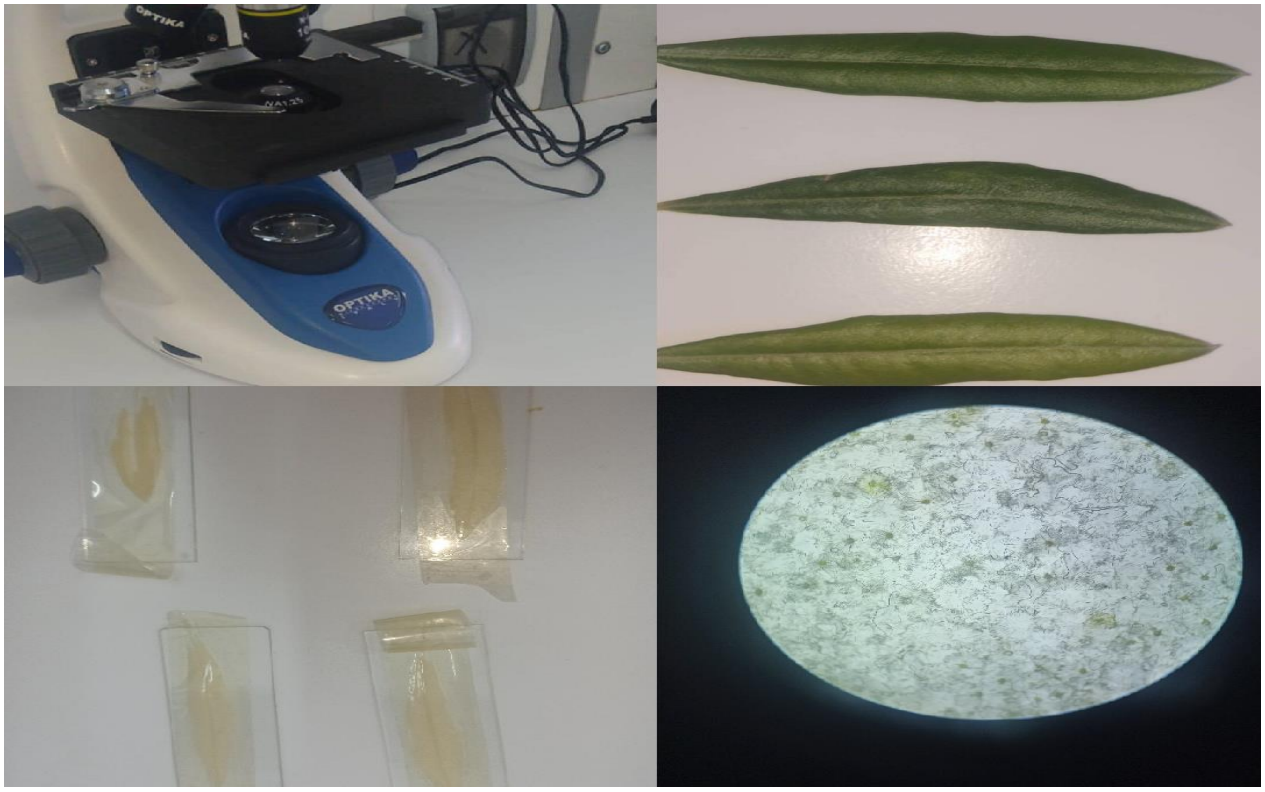

Figure 4. Différentes matériels de l'empreinte épidermique

Résultats et discussion

III. Résultats et discussion

III.1. Caractères morphologiques

III.1.1. Surface foliaire:

Les données observées révèlent une différence significative dans la surface foliaire entre les deux variétés Chemlal et Arbequina.

La variété Arbequina affichent une surface foliaire moyenne de 5.81 cm^2 tandis que celle la variété de Chemlal une moyenne de 4.88 cm^2.

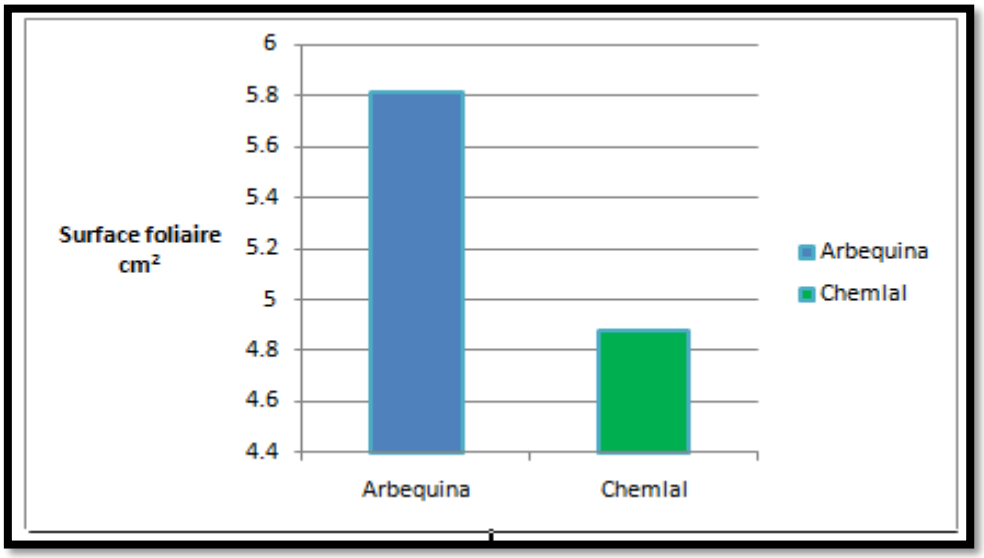

Figure 5. Surface foliaire des variétés Chemlal et Arbequina.

La variété Arbaquina possède une surface foliaire moyenne plus élevée que celle de Chemlal, ce qui suggère une plus grande capacité de capture de lumière solaire.

Une surface foliaire plus grande favorise généralement une meilleure photosynthèse, ce qui peut se traduire par une croissance plus vigoureuse.

En revanche, Chemlal, avec une surface plus petite, pourrait être mieux adaptée aux conditions arides ou semi-arides, car une surface réduite limite la perte d'eau par transpiration.

Analyse de la variance pour le paramètre surface foliaire

Différence non significative ($p = 0.30$)

Bien qu'Arbequina montre une plus grande surface foliaire, cette différence n'est pas statistiquement significative. Cela suggère que la surface des feuilles n'est pas un facteur déterminant dans la distinction des deux variétés à ce stade.

III.1.2. Longueur des rameaux :

Le tableau 4, montre l'évolution de la longueur des rameaux (R1 à R4) pour les trois arbres (Arbre01, Arbre02, Arbre03) de la variété Arbequina, mesurés sur une période de 10 semaines (S1 à S10).

Tous les rameaux montrent une croissance continue au fil des semaines. Le point de départ est 0 cm pour tous (S1), ce qui indique un suivi du développement dès le début de la pousse. Les deux variétés A**rbequina et Chemlal** montrent une croissance régulière sur l'ensemble des rameaux et des arbres.

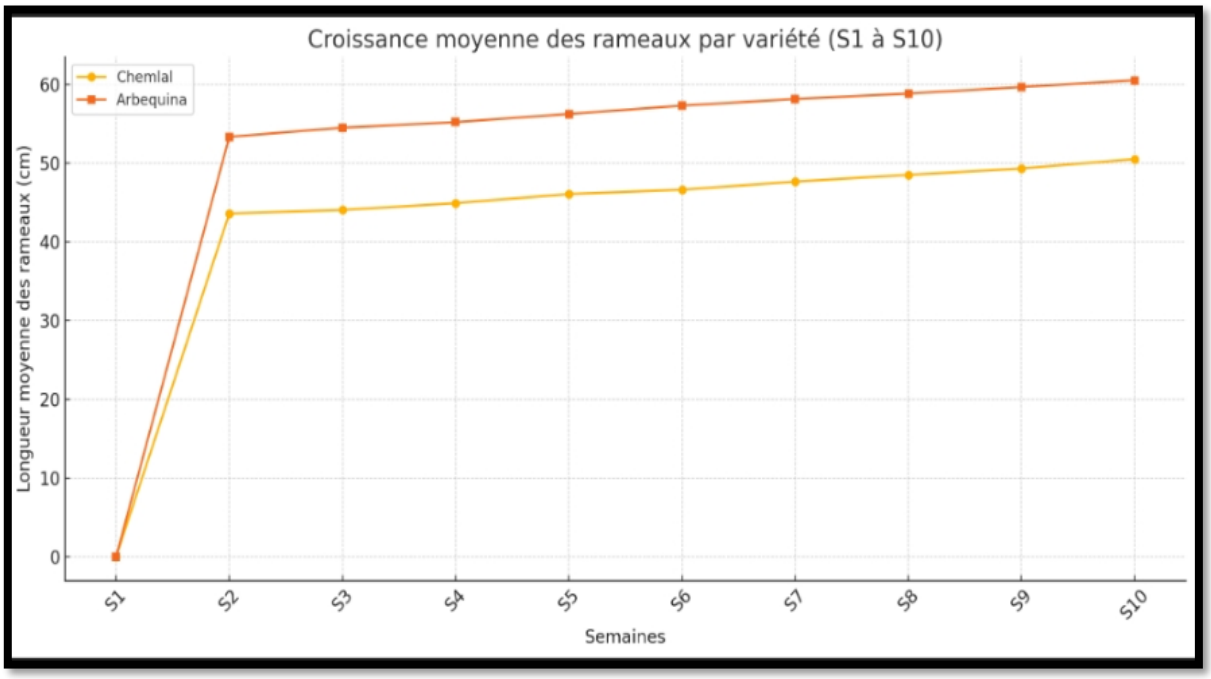

Figure 6. Comparaison de croissance moyenne des rameaux entre les deux variétés

La variété Arbequina montre une croissance plus rapide et atteint une longueur moyenne plus élevée que Chemlal durant tout le cycle de croissance.

Dès la deuxième semaine (S2), Arbequina présente une longueur moyenne des rameaux supérieure à celle de Chemlal, avec un écart qui se maintient tout au long de la période d'observation.

Durant la semaine S10 :Arbequina atteint environ 60,7 cm contre 50,6 cm pour la variété Chemlal, soit un écart d'environ 10 cm.

Cette différence reflète une vigueur végétative plus importante chez Arbequina, qui peut être attribuée à des facteurs génétiques propres à la variété, une meilleure aptitude à mobiliser les

ressources du sol, ou encore une plus grande sensibilité aux facteurs environnementaux (température, lumière, humidité).

La croissance des rameaux suit une tendance continue et régulière chez les deux variétés, mais Arbequina affiche une croissance plus rapide, particulièrement entre les semaines S2 et S5, où l'allongement des rameaux est le plus prononcé.

Chemlal, quant à elle, montre une croissance plus modérée, ce qui pourrait être un avantage dans des systèmes de culture où l'on souhaite maîtriser la vigueur (par exemple, en culture intensive ou en verger à haute densité).

Les différences observées ont des implications directes pour la conduite des vergers : Arbequina, avec sa croissance rapide, peut nécessiter un élagage plus fréquent pour maintenir la structure de l'arbre.

La vigueur peut aussi permettre une entrée en production plus précoce, ce qui est un avantage économique. En revanche, Chemlal, avec une croissance plus lente, pourrait mieux s'adapter à des conditions de stress hydrique ou à une gestion plus réduite

La variété Arbequina montre une meilleure performance en termes de croissance végétative des rameaux par rapport à Chemlal. Ce comportement la rend intéressante pour des systèmes de production visant un développement rapide. Toutefois, la croissance modérée de Chemlal peut être un atout dans des contextes où la maîtrise de la vigueur est souhaitable, notamment pour limiter les besoins en taille ou optimiser la gestion des ressources.

III.1.2. Nombre de bouquets de fleur / rameau :

Tableau 4. Nombre de bouquets de fleur/rameau de variété (Chemlal et Arbequina).

Arbequina	**Nombre de bouquets de fleur/rameau**		Chemlal	**Nombre de bouquets de fleur / rameau**	
Arbre01	R_1	15	Arbre01	R_1	35
	R_2	13		R_2	24
	R_3	20		R_3	31
	R_4	23		R_4	26
Arbre02	R_1	16	Arbre02	R_1	26
	R_2	5		R_2	23
	R_3	10		R_3	22
	R_4	12		R_4	28
Arbre03	R_1	39	Arbre03	R_1	22
	R_2	37		R_2	40
	R_3	34		R_3	36
	R_4	38		R_4	24

La fleur d'olivier est hermaphrodite, elle possède des organes mâles (étamines) et des organes femelles (pistils). La corolle est composée de quatre pétales blancs, soudés les uns aux autres à la base. Le calice, quant à lui, est formé de petits sépales verdâtres. Les fleurs sont solitaires, mais elles sont généralement regroupées en grappes de 10 à 40 fleurs.

La variété Chemlal est clairement plus florifère que la variété Arbequina. Cela peut indiquer une meilleure aptitude à la production de fruits si la floraison se traduit par une fructification efficace. Cette différence pourrait être liée à des facteurs génétiques, mais aussi à une meilleure adaptation de Chemlal aux conditions environnementales de l'étude.

Si l'objectif est la production de fruits, la variété Chemlal présente un potentiel supérieur. Cependant, il serait important de compléter cette étude par une évaluation de la nouaison et de la fructification, car une floraison abondante ne garantit pas toujours une bonne production fruitière.

Analyse de la variance pour nombre de bouquets de fleur / rameau

L'analyse de la variance nous indique qu'il existe un effet non significatif sur la variable (P =0,12) Aucune différence entre les deux variétés.

III.1.4. Nombre de fleurs / bouquet de fleur.

Tableau5. Nombre fleurs / bouquet de fleur de variété Chemlal et Arbequina.

Variété	Nombre fleurs / bouquet
Chemlal	21
Arbequina	16

Les résultats obtenus révèlent une disparité significative dans le nombre de fleurs par bouquet de fleur entre les deux variétés. Chemlal présente un nombre de fleurs plus élevé qu'Arbequina, avec 21 fleurs/bouquet, contre16 fleurs/bouquet pour la variété Arbequina.

La variété Chemlal montre une meilleure floraison, ce qui peut être un indicateur d'un potentiel de production fruitière plus élevé, à condition que la nouaison (formation des fruits) soit également efficace.

Arbequina, bien que plus faible en nombre de fleurs par bouquet, pourrait compenser par d'autres caractéristiques agronomiques comme une meilleure nouaison, tolérance au stress, ou qualité des fruits. La variété Chemlal semble plus prometteuse en termes de production florale.

Analyse de la variance pour nombre de fleurs / bouquet de fleur

L'analyse de la variance indique qu'il y a un effet significatif, Chemlal étant supérieur sur la variable (P =0,001). La forte production florale de Chemlal pourrait compenser les conditions difficiles par une plus grande probabilité de fructification. Arbequina présente moins de fleurs, mais cela peut être lié à une stratégie de meilleure qualité des fruits.

Cette analyse nous fait ressortir deux variétés :

Variété 01: qui représente la variété Chemlal avec une valeur de 21 fleur /bouquet.

Variété 02: qui représente la variété Arbequina avec une valeur de 16 fleur /bouquet.

Tableau 6. Nombre de fleur fécondé/rameau variété Chemlal et Arbequina.

Variété	Nombre de Fleur fécondé/rameau
Chemlal	917
Arbequina	1178

Le tableau montre le nombre total de fleurs fécondées par rameau pour les deux variétés d'olivier étudiées Chemlal 917 fleurs fécondées et Arbequina 1178 fleurs fécondées.

Ces résultats suggèrent que la variété Arbequina a présenté un nombre total de fleurs fécondées légèrement plus élevé que la variété Chemlal.

Analyse de la variance pour nombre de fleur fécondé/rameau

L'analyse de la variance indique qu'il y a un effet non significatif sur la variable nombre de fleur fécondé/rameau (P =0,94) entre les deux variétés.

III.1.5. Taux de fécondation.

Les résultats présentés dans le tableau 9 ont été obtenus grâce à formule suivante :

Taux de fécondation(%)=Nombre de fleurs fécondées / Nombre total de fleurs *100

Tableau 7. Taux de fécondation de variété Chemlal et Arbequina.

Variété	Taux de fécondation(%)
Chemlal	6.56%
Arbequina	16%

Le tableau 9 présente les taux de fécondation des deux variétés étudiées : Chemlal et Arbequina On observe que :

La variété Arbequina affiche un taux de fécondation de 16 %, ce qui traduit une meilleure aptitude à la nouaison dans les conditions de l'étude. En revanche, la variété Chemlal présente un taux nettement plus faible, de l'ordre de 6,56 %**,** ce qui suggère une moindre efficacité de fécondation.

III.2. Caractères physiologiques de la feuille:

III.2.1. Densité stomatique :

La densité stomatique est une mesure de l'abondance des stomates, ces pores présents sur la surface des feuilles, qui permettent les échanges gazeux entre la plante et l'atmosphère. L'augmentation de la densité stomatique favorise la survie des plantes dans des environnements particulièrement difficiles, Selon (**Noman et al, 2012 in Trabelsi, 2020**).

Les résultats ont montré que La variété Chemlal présente le plus grands nombres de stomates/mm^2 avec 345 stomates/mm^2, cependant la variété Arbequina enregistre 321 stomates/mm^2 (Figure 8).

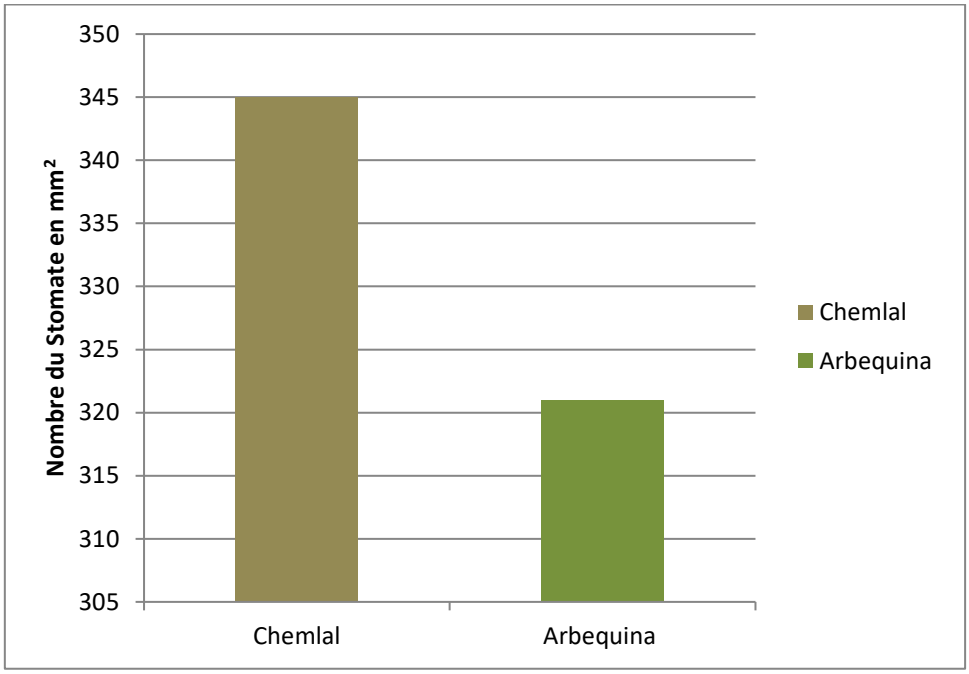

Figure 7. Densité stomatique des variétés Chemlal et Arbequina

III.3. Caractères phénologiques :

Tableau 08. Dates des phases phénologiques des deux variétés Chemlal et Arbequina

Variété	Date de Débourrement	Date de Formation des Bouquets Floraux	Date de Floraison	Date de Fécondation
Chemlal	07/03/2025	20/04/2025	15/05/2025	15/06/2025
Arbequina	07/03/2025	28/04/2025	25/05/2025	01/06/2025

Le tableau 8 présente une comparaison des phases phénologiques clés pour deux variétés d'olivier, Chemlal et Arbequina, à savoir : la date de débourrement, la formation des bouquets floraux, la floraison et la nouaison.

III.3.1. Débourrement

Le débourrement est la première phase du cycle végétatif annuel des plantes pérennes comme l'olivier. Il correspond à l'ouverture des bourgeons après la période de dormance hivernale.

Les deux variétés, Chemlal et Arbequina, présentent un débourrement simultané le 07 mars 2025. Cela suggère que les conditions climatiques ou agronomiques de la zone d'étude influencent de manière similaire sur les deux variétés à ce stade précoce.

III.3.2. Formation des bouquets floraux

La formation des bouquets floraux est une phase phénologique durant laquelle les bourgeons floraux se développent pour former des groupes de fleurs, appelés bouquets floraux, sur les rameaux de l'année.

Il existe une différence notable à ce stade. Chemlal forme ses bouquets floraux le 20 avril 2025, tandis qu'Arbequina les forme plus tard, le 28 avril 2025. Cette différence de 8 jours pourrait indiquer une précocité relative de Chemlal à cette étape du développement floral.

III.3.3. Floraison

La floraison est la phase phénologique durant laquelle les fleurs s'ouvrent complètement sur la plante. C'est l'étape où la reproduction sexuée peut avoir lieu, marquant le passage du développement végétatif au développement reproductif.

La floraison survient également plus tôt chez Chemlal (15 mai 2025) que chez Arbequina (25 mai 2025), avec un écart de 10 jours. Cela confirme la tendance de précocité de la variété Chemlal par rapport à Arbequina.

III.3.4. Fécondation

Chez l'olivier la fécondation correspond à l'union du gamète mâle, provenant du pollen, avec le gamète femelle situé dans l'ovule, aboutissant à la formation d'un zygote et marquant le début du développement du fruit. Cette étape fait suite à la pollinisation, moment où le pollen atteint le

stigmate et émet un tube pollinique permettant le transport des noyaux mâles jusqu'à l'ovule. Le succès de la fécondation dépend en grande partie de la compatibilité entre les variétés, car de nombreuses variétés d'oliviers présentent une auto-incompatibilité partielle. Ainsi, une pollinisation croisée entre individus compatibles est souvent nécessaire pour assurer une fécondation efficace, ce qui a un impact direct sur la nouaison et la productivité de l'arbre. **(Lavee et al, 2002).**

Dans le tableau 08, la comparaison des dates de entre les deux variétés d'olivier, Chemlal et Arbequina, montre une différence notable en termes de précocité. La variété Arbequina atteint la phase de nouaison le 01 juin, tandis que la variété Chemlal y parvient plus tard, le 15 juin, soit un décalage de 14 jours. Cette avance de la fécondation chez Arbequina indique qu'elle est plus précoce dans son cycle de développement reproductif par rapport à Chemlal.

Conclusion

Conclusion

La culture de l'olivier constitue un atout majeur pour le développement agricole de la région de Bordj Bou Arreridj, où les conditions pédoclimatiques semi-arides exigent un choix judicieux des variétés cultivées afin d'assurer un rendement optimal et durable. Notre étude comparative entre la variété locale Chemlal et la variété introduite Arbequina a permis de mettre en évidence des différences notables en termes de performances morphologiques, physiologiques et phénologiques.

Les résultats obtenus montrent que la variété Arbequina se distingue par une croissance végétative plus vigoureuse, avec une surface foliaire (5.81 cm^2) et une longueur des rameaux supérieures, ce qui traduit un fort potentiel de développement sous des conditions favorables.

De son côté, la variété Chemlal a démontré une meilleure floraison, un nombre plus élevé de bouquets et de fleurs par rameau, ainsi qu'une densité stomatique plus importante de 345 stomate /mm^2, des caractéristiques qui confirment son excellente adaptation aux contraintes du climat local et sa capacité à optimiser l'utilisation des ressources en eau.

En termes de précocité phénologique, Arbequina s'est révélée plus rapide dans le cycle de reproduction, atteignant plus tôt la phase de fécondation.

Cependant, Chemlal, par sa rusticité et son adaptation historique à la région, apparaît comme un choix plus sûr pour une culture résiliente face aux stress environnementaux.

Cette étude souligne ainsi l'intérêt de valoriser les variétés locales comme Chemlal, tout en envisageant l'introduction de variétés comme Arbequina dans des systèmes agricoles où les conditions et les pratiques permettent d'exploiter leur potentiel.

Cette étude souligne donc l'importance d'une approche raisonnée du choix variétal, tenant compte non seulement du rendement, mais aussi de la résilience aux contraintes climatiques locales. Elle invite à valoriser le patrimoine génétique local tout en envisageant l'introduction ciblée de variétés exotiques dans des systèmes adaptés.

Enfin, des études complémentaires, notamment sur la qualité de l'huile, la productivité à long terme et la résistance aux maladies, seraient utiles pour affiner les recommandations agronomiques.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

1-Alcalca A.R. and Barranco,D. ,1992 - Prediction of flowering time in olive for the.

2- Amouritti, M., & Comet, G. 1985. *Le* livre *de l'olivier*. Aix-en-Provence : Éditions Edisud.

3-Boukhari R. 2014. Contribution à l'analyse génétique et caractérisation de quelques variétés d'olivier et l'influence de l'environnement sur leurs rendements au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou. Magister en agronomie. Amélioration de la Production Végétale et Biodiversité. Université Tlemcen.

4-COI, 2012b. DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'OLÉICULTURE EN ESPAGNE. Conseil oléicole international, Fiche Descriptive, Politique - Espagne, 14 p.

5-Claridge M.F., Walton M. 1992. The European olive and its pests-management strategies. BCPC.

6- D.S.A, (2014). Direction des services agricoles de la wilaya de Bejaia : situation de filière

7-Igurgaziz N., 2012 : Essai d'élaboration d'un alimente sous forme de comprimés de dattes entières et/ou dé-sucrées Additionnés d'extrait à queux des fheilles d'olivier Algérien. Thèse de magister, Univ .Mohamed Bougara, Boumerdas, 129p.

8-ITAF, 2009 : Catalogue des variétés Algériennes de l'olivier P86-87.

9-Loussert, R., Brousse, G., 1978. L'olivier: Techniques agricoles et productions méditerranéennes. G.P. Maisonneuve et Larose, Paris, 464 p.

10- Lavee, S., Hanoch, E., & Wodner, M. 2002. *Olive pollination and fruit set in relation to cultivar compatibility*. Acta Horticulturae, 586, 105–111.

11-Mushtaq A., Hanif M. A., Ayub M. A., Bhatti I. A et Romdhane M., 2020. Olive. Medicinal Plants of South Asia , Edition Novel sources for drug discovery: 541-555 pages .

12-Mendil, M., Sebai, A., 2006. Catalogue des Variétés Algériennes de l'Olivier. ITAFV Alger, Ministere de l'agriculture et du développement rural, Algérie, 98 p.

13-MADR/DSASI/SDSA, 2013. Superficies et Productions Agricoles. Série (A) et (B) 2012. *Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural/Direction des Statistiques et des Systèmes d'Informations/Sous-Direction des Statistiques Agricoles.*, 12 p.

14-Touami F. 2015. Contribution à la caractérisation morphologique et agronomique de quelques variétés d'oliviers (*Oleaeuropeae*) cultivées dans une région semi-aride (Béni-Ourtilane).Thése. Ing. 3p.

15-Villa P. 2006. La culture de l'olivier. Ed : Vecchi S.A. Paris.

Les Annexe

Tableau 4.Longueur des rameaux pour chaque arbre de la variété Arbequina

Variété Arbequina	**semaines / rameaux**	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
Arbre01	R_1	0	54	55,7	57	58,2	58,7	60,1	60,5	62,5	63,5
	R_2	0	65,1	65,6	66,4	67,8	68,6	69	70,2	71	72,5
	R_3	0	50	50,2	51	52	53	53,2	55	55,4	57
	R_4	0	62	62,3	63	64,2	65,6	66,5	66,7	67,9	69
Arbre02	R_1	0	58,1	59,7	61	61,7	62,2	62,5	63,2	64,1	65
	R_2	0	39,1	39,5	40	42,9	43,1	44	44,1	44,9	45,5
	R_3	0	48	49	49,4	49,5	50,5	51	51,4	52,2	53,5
	R_4	0	41,5	42,7	42,8	42,8	44	44,1	44,6	45	46,5
Arbre03	R_1	0	61,2	62,5	63,2	64,1	65,2	66,5	67,7	68,6	69,5
	R_2	0	68,5	70,2	70,7	72,2	74,5	75	75,8	76,5	78
	R_3	0	46,4	48,4	49,2	50,3	50,5	51,6	53,1	53,5	54
	R_4	0	44,2	45,2	46,3	47	47,2	49	51	51,8	52,2

Tableau5.Longueur des rameaux pour chaque arbre de la variété Chemlal

Variété Chemlal	**semaines / rameaux**	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
Arbre01	R_1	0	60	60.3	60.7	61.8	62	62.1	62.9	63.5	63.8
	R_2	0	34	34.7	35.7	36.8	37.3	38.5	39	39.2	40.5
	R_3	0	51	52.1	54.4	54.8	55.2	55.3	56	56.8	59
	R_4	0	43	43.3	44	45	45.8	47.1	48.3	48.6	50.5
Arbre02	R_1	0	35	35.8	36.1	38	39	39.5	40.1	42.6	42.7
	R_2	0	37.1	37.5	38.3	39.4	40	40.6	41.2	42	42.6
	R_3	0	35	36.1	36.4	38.2	38.7	39.3	41	42	44
	R_4	0	46	47.1	49.1	50	50.5	52	52.1	52.5	54.5
Arbre03	R_1	0	27	27.6	28.1	29.7	30.5	31.3	32	33	34.2
	R_2	0	46	46.4	46.5	47.5	48	48.9	50	50.5	51
	R_3	0	64	64.2	65.2	66.2	66.7	67.6	69.5	70.6	71.8
	R_4	0	45	43.5	44.4	45.5	45.7	49.6	50.2	50.5	51.6

Résumé

ملخص

تركز هذه الدراسة على المقارنة بين صنف محلي وصنف مستورد من شجرة الزيتون المزروعة في منطقة برج بوعريريج بالجزائر، والتي شهدت في الآونة الأخيرة تطورا ملحوظا في زراعة الزيتون.الهدف الرئيسي هو تقييم الأداء الزراعي والفسيولوجي والشكلي للصنفين المحليين والمستوردين في الظروف المناخية الزراعية المحلية. تم إجراء ملاحظات على عدة معايير: النمو الخضري (طول الفروع)، الإزهار، عقد الثمار.و أظهرت النتائج أن الصنف المحلي أظهر تكيفًا أفضل مع المناخ شبه الجاف في المنطقة. ومن ناحية أخرى، أظهر الصنف المقدم، حساسية أكبر للقيود البيئية.وتتيح هذه المقارنة توجيهًا أفضل للاختيارات التي تم اتخاذها لزراعة الزيتون في هذه المنطقة، من خلال التوفيق بين الأداء والاستدامة، وتساهم في تثمين التراث الجيني المحلي.

كلمات مفتاحية:زيتون،صنف ،المقارنة،محلية،مستوردة.

Résumé

Cette étude porte sur la comparaison entre une variété locale et une variété introduite d'olivier *(Olea europaea L.)* cultivées dans la région de Bordj Bou-Arreridj, en Algérie, l'olivier a récemment connu un développement notable. L'objectif principal de l'étude est d'évaluer les performances agronomiques, physiologiques et morphologiques de deux variétés locale et introduite dans les conditions agro climatiques locales. Les observations ont été menées sur plusieurs paramètres : la croissance végétative (longueur des rameaux), la floraison, la nouaison. Les résultats ont montré que la variété locale présente une meilleure adaptation au climat semi-aride de la région, en revanche, la variété introduite a montré une sensibilité plus marquée aux contraintes environnementales. Cette comparaison permet de mieux orienter les choix variétaux pour la culture de l'olivier dans cette région, en conciliant performance et durabilité, et contribue à la valorisation du patrimoine génétique local.

Mots-clés : Olivier, variété, comparaison, locale, introduite.

Abstract

This study focuses on the comparison between a local and an introduced variety of olive tree (Olea europaea L.) cultivated in the Bordj Bou-Arreridj region of Algeria, which has recently experienced significant development in olive cultivation. The main objective is to evaluate the agronomic, physiological, and morphological performance of both the local and the introduced varieties under the local agro-climatic conditions.Observations were conducted on several parameters, including vegetative growth (shoot length), flowering, and fruit set. The results showed that the local variety exhibited better adaptation to the semi-arid climate of the region. In contrast, the introduced variety, showed greater sensitivity to environmental constraint.This comparison helps guide varietal choices for olive cultivation in the region by balancing performance and sustainability, and it contributes to the promotion of local genetic heritage.

Keywords: Olive tree, variety, comparison, local, introduced.