

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou
Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques
Département des sciences agronomiques



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme du master académique en agronomie

Option : Production végétale

Thème

**Etude la variabilité génétique de l'olivier
cultivé (*Olea europaea*) dans la région Naciria
(Boumerdès)**

Proposé par : Mr Daoudi Laala

Présenté par : -Mme Achaibou Kenza

-Mme Belkessam Narimane

Devant le jury :

Président : Mr Merrouki Kamel

M.A.C.B. à l'UMMTO

Promoteur : Mr Daoudi Laala

M.A.C.B. à l'UMMTO

Examineur : Mr Taguemout Madjid

M.A.C.B. à l'UMMTO

Promotion :2024-2025

Remerciement

Ce mémoire représente l'aboutissement d'un travail de longue haleine, mené à la fois sur le terrain et au sein du laboratoire de production végétale de l'Université de Tizi-Ouzou. Sa réalisation n'aurait pas été possible sans le soutien et la contribution de nombreuses personnes, que nous tenons à remercier sincèrement.

Avant tout, nous remercions Allah le Tout-Puissant, pour nous avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires à l'accomplissement de cette étude.

*Nous exprimons notre profonde gratitude à Monsieur **DAOUDI Laala**, notre encadrant, pour son accompagnement, ses conseils avisés, sa disponibilité constante et sa confiance tout au long de ce travail.*

*Nous remercions chaleureusement Monsieur **MERROUKI Kamel**, président du jury, pour l'intérêt qu'il a porté à notre mémoire, ainsi que pour ses remarques pertinentes et sa bienveillance.*

*Nos remerciements s'adressent également à Monsieur **TAGUEMOUT Madjid**, examinateur, pour ses observations constructives et son implication dans l'évaluation de notre travail.*

Nous tenons aussi à exprimer notre reconnaissance à l'ensemble du personnel du laboratoire de production végétale, pour leur accueil, leur assistance technique et leur disponibilité, qui nous ont été d'un grand soutien durant la réalisation de ce projet.

Enfin, nous adressons nos sincères remerciements à tous ceux qui ont apporté leur aide et contribué à la réalisation de ce travail, de près ou de loin.

Dédicace

À mes chers parents que j'aime énormément.

Merci pour votre amour éternel, votre patience et votre présence constante. Vous êtes ma plus grande source de force et d'inspiration.

*À ma chère sœur **Mélissa**,*

Merci pour ton soutien, ta tendresse et ta bienveillance tout au long de ce chemin.

*À mes frères **Abdelaziz** et **Abdenour**,*

Merci pour votre affection, vos encouragements et votre confiance, qui m'ont tant apporté.

Ce mémoire est le fruit de votre soutien, de votre foi en moi et de tout l'amour que vous m'avez donné.

Je vous le dédie, du fond du cœur.

Kenza

Dédicace

À ma chère maman,

Pour ton amour inconditionnel, ta patience et ta force. Tu as toujours été ma source d'inspiration et mon refuge dans les moments de doute. Merci pour ta présence constante et ton soutien sans faille tout au long de ce parcours.

À la mémoire de mon cher papa,

Que Dieu t'accorde sa miséricorde et la paix éternelle. Même en ton absence, ta sagesse, tes valeurs et ton souvenir m'accompagnent chaque jour. Ce travail porte en lui une part de toi.

*À mes chères sœurs **Lydia**, **Melissa** et **Meriem**,*

Merci pour votre amour, vos encouragements et votre présence rassurante. Vous êtes ma force et mon équilibre.

Ce mémoire est le fruit de votre soutien, de votre foi en moi et de tout l'amour que vous m'avez donné.

Je vous le dédie, du fond du cœur.

Narimane

Liste des abréviations :

ITAFV : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne

IOC : International Olive Council (Conseil Oléicole International)

L/I : Longueur / Largeur

A.V.J-C : avant jésus-christ

°C : Degrés Celsius

Mm : Millimètre

FAO : Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)

COI : Conseil Oléicole International (équivalent à IOC)

FAOSTAT : Base de données statistiques de la FAO

APS : Acta Physiologiae Plantarum ou American Phytopathological Society

ITAF : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière

SSR : Simple Sequence Repeats (microsatellites)

AFLP : Amplified Fragment Length Polymorphism

RAPD : Random Amplified Polymorphic DNA

ADN : Acide Désoxyribonucléique

PCR : Polymerase Chain Reaction (Réaction de Polymérisation en Chaîne)

SNP : Single Nucleotide Polymorphism

ISSR : Inter Simple Sequence Repeat

SCAR : Sequence Characterized Amplified Region

SAM : sélection assistée par marqueurs

M : mètre

°N : nord

°E : est

G : gramme

Ppm : partie par million

L : longueur

I : largeur

T : température

Cm : centimètre

C.V : coefficient de variation

P : probabilité

SCE : sommes des carrés des écarts

DDL : degrés de liberté

ET : écart type

Liste des figures

Figure 1: Répartition de l'olivier dans le bassin méditerranéen.....	6
Figure 2: Carte oléicole d'Algérie (ITAFV , 2008)	9
Figure 3 : Olivier cultivé (image originaire)	13
Figure 4 : Inflorescence (grappe florales).....	14
Figure 5: Stade repère de l'olivier	19
Figure 6: Fleurs d'olivier par André Bervillé	20
Figure 7: Structure de la fleur de l'olivier(Raymond,2022).....	21
Figure 8: Grains de pollen d'Olea europaea observés au microscope photonique au G : 40X10 (BRETON et BERVILLE ,2012).....	23
Figure 9: Localisation géographique du terrain étudié par GPS	32
Figure 10:Diagramme ombrothermique.....	35
Figure 11: Disposition des arbres étudiés	36
Figure 12: Feuilles d'olivier.....	37
Figure 13: Branche contenant plusieurs.....	38
Figure 14 : Une inflorescence sans corolles montrant la fertilité des fleurs.....	39
Figure 15: Pollinisation libre de l'olivier	40
Figure 16: Sacs en papier de l'auto-pollinisation.....	41
Figure 17: Grains de pollen d'olivier germés et no germés observés au microscope optique au grossissement 100(photo originaire).....	42
Figure 18 : Distribution des classes de caractère longueur moyennes des feuilles pour les arbres étudiés	45
Figure 19 : Distribution des classes de caractère largeur moyennes des feuilles pour les arbres étudiés	46
Figure 20 :Distribution des classes de caractère L/l moyennes des feuilles pour les arbres étudiés	48
Figure 21 :Distribution des classes de caractère longueur moyennes des inflorescences pour les arbres étudiés.....	50
Figure 22: Distribution des classes de caractère nombre d'étages floraux des arbres étudiés.....	52
Figure 23: Distribution des classes de caractère nombre moyennes des fleurs par inflorescences des arbres étudiés	53
Figure 24: Distribution des classes de caractère taux d'avortement moyennes des arbres étudiés	55
Figure 25 : Distribution des classes de caractère taux de nouaison moyenne des arbres étudiés.....	61
Figure 26 :Distribution des classes de caractère taux de germination de pollen moyennes des arbres étudiés.....	63

Liste des tableaux :

Tableau 1: Les pays reproducteurs d'oliviers en 2021	7
Tableau 2 : La description des principaux stades est la suivante	18
Tableau 3: Températures moyennes mensuelles, maxima et minima dans la région Naciria a Boumerdès durant l'année 2025 (accuweather 2025).....	33
Tableau 4: Relevé pluviométrique mensuelles de Boumerdès de janvier à mai 2025 (Clamate Data 2025)	34
Tableau 5: Relevé l'humidité relative moyenne mensuelle du janvier a mai en 2025 a Naciria (Climate Data 2025)	34
Tableau 6: Composition de milieu de culture utilisé pour la germination du pollen in vitro	42
Tableau 7: Résultats sur les moyennes relatives au caractère longueur des feuilles pour l'ensemble des arbres étudiées	45
Tableau 8: Analyse des résultats de la variance à un facteur pour le caractère longueur moyenne des feuilles des arbres étudiés	45
Tableau 9 : Résultats des moyennes de la largeur des feuilles.....	46
Tableau 10: Résultats de l'analyse de la variance pour le caractère largeur moyenne des feuilles.....	47
Tableau 11 : Résultats des moyennes relatives de caractère L/l	47
Tableau 12: Résultats de l'analyse de la variance pour le caractère L/l des feuilles	48
Tableau 13: Résultats des moyennes relatifs au caractère longueur des inflorescences des arbres étudiés	49
Tableau 14 : Analyse des résultats de la variance ANOVA pour le caractère longueur d'inflorescence	50
Tableau 15: Résultats de NEWEMAN et KEULS relatif au caractère longueur moyenne de l'inflorescence chez les arbres étudiés	51
Tableau 16 : Résultats des moyennes relatifs au caractère nombre d'étages floraux.....	52
Tableau 17: Analyse des résultats de la variance ANOVA pour le caractère nombre d'étages floraux	52
Tableau 18: Nombre moyenne des fleurs par inflorescence des arbres étudiés.	53
Tableau 19 : Résultats de l'analyse de la variance de taux d'avortement des ovaires des arbres étudiés	54
Tableau 20: Résultats relatifs au taux d'avortement de l'ovaire chez les arbres étudiés.....	54
Tableau 21: Résultats de l'analyse de la variance de taux d'avortement des ovaires des dix arbres	56
Tableau 22: Résultats de NEWEMAN et KEULS relatif pour le taux d'avortement de l'ovaire des dix arbres	56
Tableau 23 : Présente les moyennes relatives au taux de nouaison pour chaque arbre étudié	61

Tableau 24 : : Analyse des résultats de la variance à un facteur pour le caractère taux de nouaison des arbres étudiés	61
Tableau 25: Présente les moyennes relatives au taux de germinations de pollen de 3 arbres	62
Tableau 26 : Analyse des résultats de la variance à un facteur pour le caractère taux de germination du pollen de l'olivier (oléastre) pour trois arbres.....	63

Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Généralité sur l'olivier

I-1- Origine et domestication	4
I-2- Botanique et taxonomie	4
I-3- L'oléiculture dans le monde.....	5
I-3-1- Superficie et production.....	6
I-3-2- Commercialisation	7
I-4- Oléiculture en Algérie	8
I-4-1- Production et superficie	8
I-4-2- consommation	8
I-5- Exigence naturel	9
I-6- Exigence pédologique.....	11

Chapitre II : Caractéristiques morphologiques et physiologiques et la biologie florale de l'olivier

II-1- Caractéristiques morphologiques.....	13
II-1-1- Description de l'olivier	13
II-1-2- Les feuilles	13
II-1-3- Les fleurs	13
II-1-4- Les fruits	14
II-2- Caractéristique physiologique.....	15
II-2-1- Cycle végétatif annuel	15
a) Repos hivernal.....	15
b) Revaille végétatif.....	15
c) Mise à fleur	15
d) Pollinisation	16
e) Fécondation	16
f) Nouaison	16
g) Chute physiologique des fruits.....	17

h) Maturation du fruit	17
II-2-2- Les stades repères de l'olivier	17
II-3-Biologie florale	20
II-3-1-Floraison	20
II-3-2-Pollinisation	21
II-3-2-1-Phénomène de stérilité	22
➤ Stérilité femelle	22
➤ Stérilité male.....	22
II-3-2-2-Phénomène d'incompatibilité.....	22
➤ Auto-incompatibilité.....	22
➤ Inter-incompatibilité	22
II-3-2-3-Le pollen	22
II-3-3-Nouaison	23

Chapitre III : Caractérisation variétales morphologiques et moléculaires

III-1-étude des variétés d'olivier par une description morphologique	26
III-2-étude des variétés d'olivier par une description moléculaire	26

Chapitre IV : Matériel et méthodes

IV-1-Situation géographique de la station d'étude	32
IV-2-Caractéristique climatique de la région d'étude	32
IV-3-Problématique et objectifs de l'étude	36
IV-4-Le matériel végétal	36
IV-5-Travail réalisé sur le terrain	37
a-Feuille.....	37
- Longueur	37
- Largeur	37
- L/l	37
b-Inflorescence :	38
- Longueur d'inflorescence.....	38
- Nombre d'étage floraux	38
- Nombre moyenne de fleur par inflorescence	38
- Taux d'avortement d'ovaire	38

c-Stade phrénologique	39
d- Nouaison	40
- Pollinisation.....	40
- Auto-pollinisation.....	40
IV-6-Travail réalisé au laboratoire	41
- Germination du pollen in vitro	41
IV-7-Analyse statistique des données	43

Chapitre V : résultats et discussion

V-1-Etude des caractères des feuilles de l'olivier	45
1- Longueur	45
2- Largeur	46
3- Rapport L/l	47
V-2-Etude des caractères des inflorescences de l'olivier	49
1- Longueur d'inflorescence.....	49
2- Nombre d'étage floraux	51
3- Nombre de fleurs par inflorescence.....	53
4- Avortement de l'ovaire.....	54
V-3- étude des stades phénologique	58
V-4-étude de caractère taux de nouaison	61
1- Pollinisation libre	61
2- Auto-pollinisation.....	62
V-5-étude de la germination in vitro du pollen	62
Conclusion générale	66

Référence bibliographique

Annexes

Introduction générale

L'olivier (*Olea europaea* L.) est une espèce fruitière emblématique du bassin méditerranéen, cultivée depuis des millénaires pour ses fruits et surtout pour son huile, largement utilisée dans les domaines alimentaire, médicinal et culturel (Tous et al, 2008). Il est considéré comme l'une des espèces les mieux adaptées au climat méditerranéen, occupant à lui seul près de 80 % de la superficie mondiale consacrée à cette culture (Debbahi et al, 2022). À l'échelle mondiale, plus de 12 millions d'hectares sont plantés en oliviers, regroupant environ 2 600 variétés, témoignant d'une grande diversité génétique préservée (Rugini et al, 2016 ; Debbahi et al, 2022). Cette culture joue ainsi un rôle clé dans l'agriculture durable et l'économie de nombreuses régions (Sansoury, 1984).

En Algérie, l'olivier est largement implanté, notamment dans plusieurs wilayas, avec une forte concentration dans la région centre du pays, en raison de l'augmentation de la demande en huile d'olive et du soutien apporté par les politiques publiques (Acila et al, 2021). Actuellement, le patrimoine oléicole algérien comprend 138 variétés, dont 36 variétés locales issues d'un long processus de sélection naturelle, ainsi que des variétés introduites d'Espagne, d'Italie et de France (ITAFV, 2023).

L'identification et l'étude de la variabilité génétique sont devenues des priorités pour la sélection de nouveaux cultivars. Grâce aux avancées technologiques, la caractérisation morphologique constitue un outil précieux pour différencier les variétés et identifier de nouveaux génotypes (Titouh et al, 2021). Elle permet également de sélectionner les cultivars les mieux adaptés à des conditions environnementales précises (Iqbal et al, 2019). Par ailleurs, le Conseil Oléicole International (IOC) a mis en place un système standardisé de caractérisation morphologique, génétique et moléculaire pour une meilleure identification des variétés (Barranco, 1994). Ces dernières années, la recherche s'est enrichie grâce à l'apport de la génomique, de la chimie et de l'analyse morphologique, permettant une meilleure compréhension des caractéristiques variétales et l'identification de gènes d'intérêt (Titouh et al, 2021)

Dans ce contexte, l'objectif de notre thématique est d'étudier la variabilité génétique de l'olivier et sa biologie florale

Pour atteindre les objectifs fixés, ce travail a été réalisé selon les étapes suivantes :

- Une synthèse bibliographique portant :
 - Quelques aspects généraux relatifs à l'olivier
 - Sur la biologie florale de l'olivier
 - Ainsi que sur la diversité morphologique et moléculaire de l'espèce.

- Au niveau expérimental, notre étude vise a les objectifs suivants :
 - Étude morphologique des feuilles à travers la mesure de leur longueur, de leur largeur, ainsi que du rapport longueur/largeur (L/l).
 - Observation des stades phénologiques clés des différentes variétés étudiées afin de suivre l'évolution du cycle floral.
 - Analyse biométrique de l'inflorescence portant sur le nombre d'étages floraux, la longueur de l'inflorescence, le nombre moyen de fleurs par inflorescence, ainsi que le taux d'avortement ovarien.
 - Évaluation des mécanismes de reproduction, notamment la pollinisation libre et l'autopollinisation, afin de mieux comprendre le niveau d'auto-fertilité du matériel utilisé
 - Étude de la germination des grains de pollen in vitro dans le but d'estimer leur viabilité, leur performance germinative et les effets du génotype ainsi que de la composition du milieu de culture sur leur comportement.

Chapitre I : Généralité sur l'olivier

1.1. Origine et domestication :

L'olivier (*Olea europaea* L.) est un arbre vivace, à feuillage persistant, reconnu pour sa longévité remarquable. Originaire des zones subtropicales, notamment de la région méditerranéenne, il est cultivé depuis l'Antiquité. Des découvertes archéologiques sur l'île grecque de Santorin ont révélé des feuilles fossiles d'olivier datant de la période paléolithique et néolithique, estimées à environ 37 000 ans (Therios, 2005)

L'origine de l'olivier est généralement attribuée à l'est du bassin méditerranéen, où sa culture remonte à environ 4 800 av. J.-C. (Therios, 2009). Dès 3 500 av. J.-C., durant la civilisation minoenne, l'olivier était déjà cultivé et ses fruits récoltés manuellement sur l'île de Crète (Cardogan.G, 1980). Sa diffusion s'est ensuite poursuivie à travers la péninsule ibérique, l'Afrique du Nord et l'ensemble de l'Europe du Sud. Plus récemment, au cours des cinq derniers siècles, l'espèce a été introduite dans d'autres régions du globe, notamment en Amérique, en Afrique du Sud, en Australie, en Chine et au Japon. Néanmoins, la majorité de la production mondiale reste concentrée dans le bassin méditerranéen (Connor.DJ, 2005)

L'olivier s'adapte particulièrement bien aux latitudes comprises entre 30° et 45°, tant au nord qu'au sud (Torre.M et al, 2017). Sa tolérance à la sécheresse, ainsi que sa capacité à se développer dans des sols pauvres et peu profonds, font de lui une espèce précieuse pour les zones semi-arides et arides. Cette robustesse, couplée à une réponse favorable à l'amélioration des conditions culturales, renforce son intérêt agronomique (Fernandez J.E, 2014).

1.2. botanique et taxonomie

L'olivier (*Olea europaea* L.) est une espèce ligneuse pérenne appartenant à la famille des oleaceae, qui comprend environ 30 genres et 600 espèces (Besnard et al, 2001)

Selon MAILLARD, 1975 L'olivier est classé :

- Embranchement : Phanérogames
- Sous Embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Famille : Oléacées
- Tribu : Oléinées
- Genre : *Olea*
- Espèce : *Olea europaea* L.

Les oliviers sont des polyploïdes qui contiennent 46 chromosomes ($2n = 46$, $n = 23$). Battaglia 1955, Coutinho 1958 et Mehra 1969 ont montré que l'*Olea europaea* L. a la même formule chromosomique que d'autres *Olea*

Il existe deux formes inter fertiles de la sous -espèce *europaea* de l'olivier (sauvage et cultivé) .leur longue coexistence dans la région méditerranéen est attestée par des découvertes archéologiques et paléobotaniques.

I.1.1 L'oléastre :

Appelé *Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris*. Il se présente sous forme spontanée (sauvage), à fruits ordinairement petits et nombreux donnant une huile fine d'un gout amer. Selon (Louvet et Brousse, 1978), il existe plusieurs types d'oléastres qui se différencient par le port, la forme des feuilles, les époques de floraison et de fructification.

Daoudi (1994) signale que l'oléastre est une espèce très rustique ayant une longévité plus grande que l'espèce cultivée. Les oliviers sauvages se reproduisent sexuellement, ils sont pollinisés par le vent et les oiseaux (Alcantara et Rey, 2003).

La présence de l'olivier sauvage est considérée comme le meilleur bioindicateur de la flore de la région méditerranéenne (Rubio et al ; 2002), aussi jouant un rôle dans la protection des sols contre la désertification à cause de leur grande résistance au vent et à la sécheresse (Mulas ,1998).

I.1.2 L'olivier cultivé

Appelé *Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sativa*. , présente un port plus vigoureux que l'oléastre, il peut atteindre 15 à 20 m de hauteur sans l'intervention de l'Homme par la taille. Il donne de gros fruits mais peu nombreux, ces derniers sont destinés à la conserve ou à la production d'huile.

Cependant, sa productivité dépend fortement des conditions pédoclimatiques, du mode de culture, ainsi que des pratiques agronomiques adoptées. Sa culture est répandue dans toutes les régions méditerranéennes, notamment dans les zones à hiver doux et à été sec.

I.3.L'oléiculture dans le monde

Dans le monde, l'Olivier occupe environ 10 million hectares la densité de plantation variant de 17 à 400 arbres par hectare. On y cultive 800 millions d'olivier, dont 97% dans le bassin méditerranéen. . (Charlet, Marc, et Maurice Wild ,1985).IL est cultivé dans des aires géographiques où les chutes de pluie annuelles sont en moyenne de 350 à 400 mm et les

températures estivales de 40°C ce qui correspond à la zone tempérée entre 30 et 45° parallèle Nord Sud.

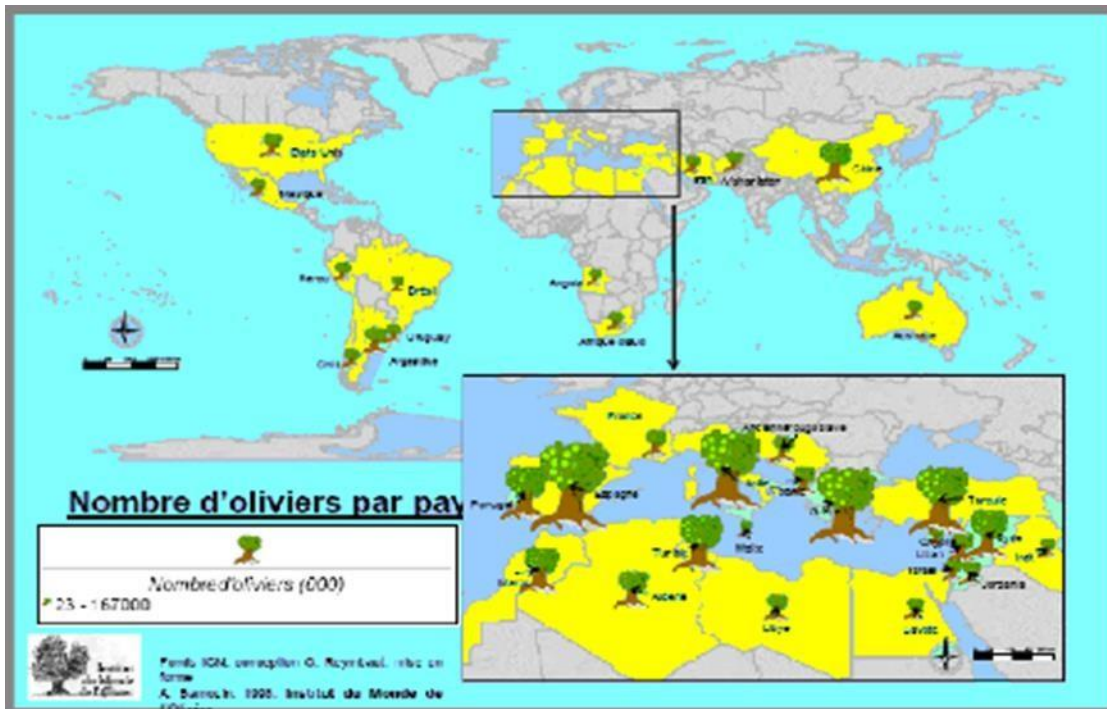


Figure 1: Répartition de l'olivier dans le bassin méditerranéen

I.1.3 Superficie et production :

L'olivier joue un rôle économique, social et environnemental majeur dans de nombreuses régions du monde, notamment dans le bassin méditerranéen.

Selon les données de la FAO, la production mondiale d'olives a atteint environ 23 millions de tonnes en 2021 avec une superficie cultivée d'environ 11,1 millions d'hectares, dont plus de 8 millions sont situés en méditerranée.

Le conseil oléicole international (COI, 2021) estime la production mondiale de l'huile d'olive en 2021 atteint environ 3,1 millions de tonnes, soit une augmentation de 2,9% par rapport à l'année précédente.

Tableau 1: Les pays reproducteurs d'oliviers en 2021

rang	Pays	Production (tonnes)	Superficie (hectare)	Rendements (KG /hectares)
1	Espagne	8.256.550	2.623.290	3.147,4
2	Grèce	3.240.063	903.080	3.587,8
3	Italie	2.270.630	1.129.000	2.011,2
4	Turquie	1.738.680	889.168	1.955,4
5	Maroc	1.590.504	1.104.083	1.440,6
6	Portugal	1.375.750	380.410	3.616,5
7	Égypte	976.062,76	99.102	9.849,1
8	Algérie	704.619	440.008	1.601,4
9	Tunisie	700.000	1.280.811	546,5
10	Syrie	566.042,94	693.106	816,7

I.1.4 Commercialisation :

L'oléiculture occupe une place significative sur le marché mondial des produits agricoles, un secteur en pleine expansion ces dernières années. Les pays du bassin méditerranéen dominant largement la production et l'exportation de l'huile d'olive et des olives de table. Les principaux acteurs sont l'Union européenne, l'Égypte, l'Argentine, le Maroc, la Turquie, la Tunisie et la Syrie. Ensemble, ils assurent respectivement 95,04 % et 91,30 % des exportations mondiales totales d'huile d'olive et d'olives de table.

L'Algérie est l'un des principaux pays méditerranéens dont le climat est plus favorable à la culture de l'olivier, où il est l'une des principales espèces fruitières au niveau national. Elle est considérée comme une activité cruciale pour des populations rurales. Elle joue un rôle important dans le développement agricole national

C'est un pays oléicole, sa culture remonte à l'Antiquité, nos paysans s'y sont consacrés avec art pendant plusieurs siècles (Abdessemed, 2017). L'olivier est l'arbre fruitier le plus cultivé en Algérie, cette culture occupe une place très importante avec plus d'un tiers du verger arboricole algérien (Boukhari, 2014).

Selon le ministère algérien de l'Agriculture et du Développement Rural, l'oléiculture représente 45% de la surface totale de l'arboriculture fruitière et occupe, de ce fait, la 1re place au plan national avec des capacités de production réparties sur l'ensemble du territoire. Le pays a de fait atteint son autosuffisance oléicole

I.4.Oléculture en Algérie**I.4.1 Production et superficie :**

L'Algérie est l'un des principaux pays méditerranéens dont le climat est plus favorable à la culture de l'olivier, où il est l'une des principales espèces fruitières au niveau national. Selon les statistiques de la FAO (FAOSTAT, 2021), l'olivier en Algérie est cultivé sur une superficie de 440 008 ha, soit 34,09 % du verger national, avec une production de 704 619 tonnes, le rendement est estimé à 1,6014 t/ha.

La production d'huile d'olive en Algérie est estimée à 80.000 tonnes durant la campagne 2017-2018, soit une augmentation de 27% par rapport à la période précédente, tandis que la superficie réservée à l'oléiculture est constituée de 56,3 millions d'oliviers dont 32,3 millions d'oliviers productifs, soit un taux de 57%. L'oléiculture est concentrée dans sept principales wilayas (Béjaïa, Tizi-Ouzou, Bouira, Bordj-Bou-Argeridj, Jijel, Sétif et Mascara). Les superficies oléicoles cultivées en Algérie ont presque triplé au cours des dix-sept dernières années ; passant de 170.000 hectares en 2000 à 487.000 hectares en 2017 (Oreggia et al ., 2017)

I.1.2 Consommation :

La consommation nationale d'huile d'olive est estimée à environ 240 000 tonnes, soit une moyenne de 6 litres par habitant et par an, et 30 litres par foyer (APS, 2022 ; COI, 2022). Cette consommation varie fortement selon les régions : en Kabylie, elle atteint jusqu'à 11– litres/habitant/an et 54 litres/foyer/an. Cette tendance s'explique par les habitudes culturelles, les usages thérapeutiques et l'intérêt diététique de l'huile d'olive.

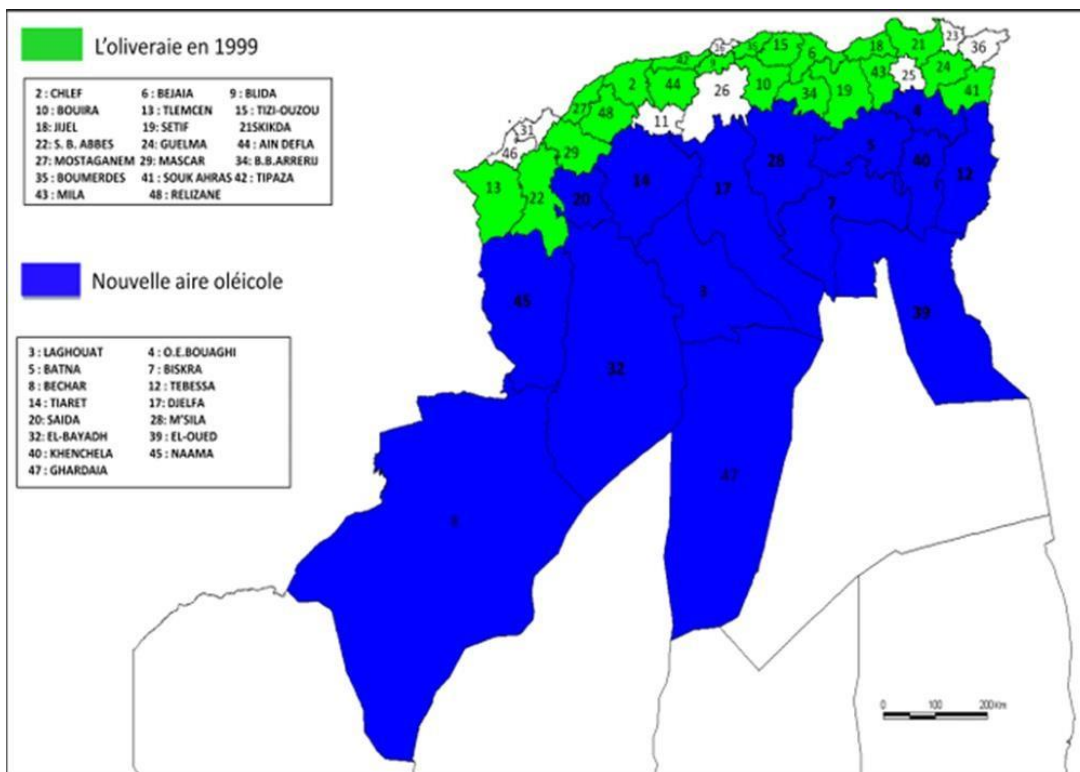


Figure 2: carte oléicole d'Algérie (ITAFV, 2008)

1.5 exigence naturel

➤ Climatique :

- Le climat :

La culture de l'olivier est bien connue dans la zone méditerranéenne, caractérisée par un hiver doux et humide et un été sec et chaud. (R.BOUKHARI et S. GAOUR 2018)

L'olivier cette isotherme délimite sa zone de culture en latitude (entre 22 et 45° dans l'hémisphère nord et de l'équateur au 37ème parallèle dans l'hémisphère sud) (Baldy, 1990).

- Les températures :

L'olivier est un arbre thermophile caractéristique des régions chaudes, malgré sa capacité de supporter les températures élevées de l'été, les températures supérieures à 40°C causeront des brûlures qui endommagent son appareil foliacé ainsi que la chute des fruits (Lousert et Brousse, 1978).

L'olivier ne peut pas résister à des températures inférieures à -15°C, r, en effet les températures de (-5 à -6°C) peuvent être dangereuses, surtout durant le repos végétatif. Les dégâts se manifestent suite à l'impuissance du système racinaire à pomper l'eau ainsi que les nutriments vers la partie aérienne en provoquant le dessèchement de cette partie (Baldy, 1990).

- La pluviométrie :

Pour atteindre une croissance et un développement optimaux de l'olivier, une pluviométrie bien répartie allant de 450 à 600 mm est nécessaire. , (R.BOUKHARI et S GAOUR 2018)

Sachant que le climat pluvieux favorise le développement des champignons tels que le repilo et le repilo plomizo. En endommagent les feuilles de l'olivier, qui finissent par être sèches en affaiblissant les arbres en cas d'absence de traitement phytosanitaires. (fr.excelentesprecios)

- L'humidité :

Le taux élevés d'humidités de l'air peut nuire à la croissance de l'arbre en favorisant les maladies cryptogamiques (R.BOUKHARI etS GAOUR 2018)

L'humidité excessive perturbe la pollinisation anémophile ; pour cela on évite cette culture à proximité immédiate de la mer (au moins 10 km), (Lousert et Brousse, 1978).

L'humidité élevé , la grêle et les gelées printanières constituent des contraintes majeures qui endommagent la floraison et la fructification de l'olivier. (R.BOUKHARI etS GAOUR 2018)

- La lumière :

La bonne exposition au soleil de l'olivier donne des meilleurs rendements. Les pentes orientées au sud et bien ensoleillées favorisent un développement plus important R.BOUKHARI etS GAOUR 2018)

La lumière est un facteur important au cours de la floraison. Selon Daoudi (1994), l'évolution florale est inhibée sur les arbres qui ne reçoivent pas assez de lumière. (R.BOUKHARI etS GAOUR 2018)

- Le vent :

La pollinisation chez l'olivier est essentiellement anémophile. De ce fait, le vent joue un rôle primordial dans la production de l'olivier car la pollinisation est essentiellement anémophile mais aussi les vents chauds provoquent des brûlures sur les arbres et assèchent les stigmates durant la floraison, ce qui pourrait entraîner la perte de la récolte. (R.BOUKHARI etS GAOUR 2018)

➤ **Exigences pédologiques :**

L'olivier, connu pour sa plasticité, est cultivé dans toutes sortes de types de sol, le plus souvent dans des terrains pauvres là où les autres cultures n'auraient pas pu être envisagées.

Néanmoins, il préfère les sols légers à texture sableuse permettant le développement en profondeur et en largeur des racines. Selon Lousert et Brousse (1978), la profondeur du sol nécessaire à l'arbre doit être au minimum de 1 à 1,5 m ; elle peut arriver jusqu'à 6 m dans la région de Sfax (Yankovitch et Berthelot, 1947 ; Lousert et Brousse, 1978).

C'est la structure et la texture du sol qui déterminent la perméabilité, la capacité de rétention ainsi que la dynamique de l'eau dans le sol et son aération.

Chapitre II

Caractéristiques morphologiques et
moléculaires et la biologie florale de l'olivier

II.1. Caractéristiques morphologiques :

II.1.1. Description de l'olivier :

L'olivier (*Olea europaea* L) est une espèce emblématique du bassin méditerranéen, répandue dans les régions à climat chaud, sec et ensoleillé. Il se distingue par sa grande capacité d'adaptation aux conditions environnementales variées (Lousser et Brousse, 1978)

L'arbre peut atteindre une hauteur moyenne de 10 à 15 m et un diamètre de tronc de 1,5 à 2 m dans les zones relativement chaudes, pluvieuses ou bien irriguées (Loussert et Brousse, 1978). Il se caractérise par sa pérennité et sa grande longévité.



Figure 3 : olivier cultivé (image originale)

II.1.2. Feuille :

Les feuilles sont persistantes disposées d'une manière opposées, ovales allongées, portées par un court pétiole, coriaces, entières, enroulées sur les bords, d'un vert foncé luisant sur la face supérieure et d'un vert clair argenté avec une nervure médiane saillante sur la face inférieure. Elles vivent en moyenne trois ans puis jaunissent et tombent, principalement en été. (ITAF, 2013)

Selon LOUSSERT et BROUSSE, 1978 indiquent que la forme et les dimensions des feuilles varient selon les variétés, elles peuvent être ovales ; oblongues ; lancéolées oblongues et parfois linéaires, mesurant entre 3 à 8 cm de long et de 1 à 2,5 cm de large.

Leur face inférieure est recouverte de petits poils qui leur permettent de retenir la plus infime quantité d'humidité tout en s'exposant au maximum aux rayons solaires.

II.1.3. Fleurs :

Les fleurs sont généralement blanches, hermaphrodite contient une corolle, deux étamines, un calice à quatre pétales ovales, et un ovaire de forme arrondie qui porte un stylet assez épais

et terminé par un stigmate (c'est-à-dire qu'elles possèdent à la fois des organes mâles et femelles) .

La plupart des variétés oliviers sont auto-fertiles, c'est-à-dire que leur propre pollen peut féconder leurs propres ovaires. La fécondation se fait principalement par le vent et ne dure qu'une petite semaine par an. S'il ne pleut pas trop durant cette période, 5 à 10% des fleurs produiront des fruits pour une bonne production (ITAF, 2013)

Selon Loussert et Brousse 1978, les fleurs de l'olivier sont regroupées en inflorescences constituées par des grappes longues et flexueuses comporter de 4 à 6 ramifications secondaires âgées de deux ans, et un nombre de fleurs par inflorescence varie de 10 à 40 par grappe en moyenne(DAOUDI ,1994)



Figure 4 : inflorescence (grappe florales)

II.1.3.Fruit :

Le fruit de l'olivier est appelé olive est une drupe de forme sphérique, ovoïde ou ovoïde-allongé (Loussert et Brousse, 1978).Il est composée de trois parties :

- L'exocarpe (peau), qui contient les stomates
- Mésocarpe (flesh), qui est la partie comestible du fruit
- L'endocarpe (noyau), y compris la graine.

A la maturité, la couleur de l'olive varie selon le cultivar :elle peut être noir violacée ,verte ou parfois brun cuivré. La taille du fruit de l'olivier est variable, même sur un même arbre, et dépend du cultivar, de la charge fructifère, de la fertilité du sol, de l'eau disponible et des pratiques culturales (Therios, 2009).

II-2-Caractéristique physiologique

II.2.1.Cycle végétatif annuel :

Selon MENDIL (2012), le cycle végétatif de l'olivier est étroitement liée relation aux conditions climatiques de son aire d'adaptation, caractérisée essentiellement par le climat méditerranéen

Ce cycle débute dès les mois de décembre - janvier avec l'induction florale, la différenciation florale se manifeste ensuite au printemps, suivie de la floraison. Enfin la croissance et la maturation des fruits se produisent au cours de l'été, de l'automne et d'une partie de l'hiver : la maturation peut d'ailleurs s'étendre sur une partie de la troisième année (selon les conditions climatiques et les cultivars).

a) Repos hivernal

C'est une période de semi repos, s'étendant de décembre jusqu'au début mars s'étendant, durant laquelle l'activité végétative est ralentie. Selon LOUSSERT et BROUSSE(1978), ce phénomène s'explique par les basses de températures. D'après, ANAGNOSTOPOULOS, (1956) et LOUSSERT et BROUSSE (1978), certaines variétés nécessitent ce repos hivernal pour fleurir et se fructifier, afin que l'arbre reconstitue ses réserves et accumule une certaine quantité de froid nécessaire pour l'induction florale.

b) Le réveil végétatif :

Correspond à la reprise de l'activité biologique après la période de repos hivernal, généralement à la fin de l'hiver ou au début du printemps. Il est déclenché principalement par la hausse des températures : lorsque celles-ci dépassent un seuil de base situé entre 7 et 10 °C, l'activité métabolique reprend progressivement (Tous et al., 2010). Ce seuil thermique est nécessaire pour activer le développement des bourgeons et la croissance des jeunes pousses. La durée de ce réveil peut varier selon les conditions climatiques locales

Dans les régions méditerranéennes, comme en Algérie ou en Tunisie, ce réveil est souvent observé entre février et avril, en fonction des fluctuations climatiques interannuelles (Ben Rouina et al., 2006).

c) Mise à fleur : chez l'olivier repose sur trois étapes principales :

- Induction florale :

L'induction florale est un phénomène physiologique complexe qui marque la transition de l'état végétatif à un état reproductif (ROLAND, 1982).ce processus est principalement influencé par l'action du froid hivernal, avant toute transformation visible de l'arbre.

Selon milella(1961), cette phase débute fin novembre et se poursuit durant les mois de décembre et janvier.

- Différenciation florale :

La différenciation florale se manifeste lorsque les bourgeons floraux commencent à subir des transformations morphologiques visibles. Elle se traduit par un élargissement du point végétatif suivi de l'allongement de l'axe floral et de la formation des organes de la fleur (sépale, pétale, étamine et pistil). Ce processus se déroule 40 à 60 jours avant la floraison, c'est-à-dire elle se déroule généralement entre février et mars. (Loussert et Brousse, 1978)

D'une manière générale, la floraison se déroule en Algérie entre mi-avril et fin mai, avec une durée moyenne de 7 à 15 jours

d) La pollinisation

Chez l'olivier la pollinisation est principalement anémophile, c'est-à-dire assurée par le vent qui transporte les grains de pollen d'un arbre à un autre (Hartmann et Bentel, 1986), que si le pollinisateur se trouve à moins de 30 m de la variété à polliniser.

Selon DAOUDI (1994), la pollinisation croisée est nécessaire pour assurer une bonne fructification. En effet, NAIT TAHEEN et al. (1995), ont montré que le taux de nouaison est significativement plus élevé en cas de pollinisation croisée comparée à celui obtenu en autopolinisation avec des taux variables en fonction du pollinisateur.

e) La fécondation

La fécondation est l'étape suivante immédiatement la pollinisation. Elle correspond à la fusion des noyaux reproducteurs mâle et femelle en donnant naissance à l'embryon et à l'albumen (GAUTIER, 1987).

D'après Nouri (1994), le taux de fleurs fécondées est de 1 à 5%; peut suffire pour obtenir une récolte satisfaisante

f) Nouaison et Grossissement du fruit

Nouaison est la phase où l'ovaire se développe et grossit pour se transformer en fruit, on dit que le fruit est noué. VILLEMEUR et DOSBA (1997), estiment que seulement 1 à 2 % de fleurs donneront des fruits.

Ce processus est fortement influencé par plusieurs facteurs environnementaux et physiologiques, notamment les conditions climatiques, l'état nutritionnel de l'arbre, la gestion de l'irrigation ainsi que la qualité de la (ARGENSON, 1999).

Après la nouaison, les fruits grossissent pour atteindre la taille normale (vers la fin septembre - octobre)

g) Chute physiologique des fruits

La chute physiologique commence juste après la nouaison, réduisant le nombre des fruits en développement afin de maintenir un équilibre entre la charge fructifère et les capacités physiologiques de l'arbre.

Selon ARGENSON, (1999), une première chute intervient environ deux semaines après la pleine touchant près de 50% des fruits noués et une autre chute est notée au cours des deux semaines suivantes. Ce phénomène naturel disparaîtra progressivement et constituera un éclaircissage naturel

D'après DAOUDI (1994), a constaté que les fruits issus d'autopollinisation semblent chuter plus facilement que ceux obtenus par pollinisation croisée. Cela s'explique par la croissance rapide du tube pollinique dans le cas de la pollinisation croisée qu'en autopollinisation.

h) Maturation

La maturation est la dernière phase du cycle de développement du fruit de l'olivier. Elle correspond à un ensemble de modification physiologique et biochimique durant laquelle le fruit s'enrichit en huile et acquiert toutes ses qualités diététiques et organoleptiques.

D'après ARGENSON (1999), ce processus débute généralement à la mi-octobre quand le commence a changé de couleur, et se poursuit jusqu' à mi-novembre ou janvier selon les cultivars et les conditions climatiques.

ABDULGARI et AYSON (1994) signalent que la durée de maturité dépend essentiellement de la variété, de la zone de culture et de l'irrigation.

II.2.2.Stade repère de l'olivier :

Selon les travaux de P. Colbrant et P. Fabre, le développement des bourgeons floraux chez l'olivier se divise en plusieurs stades repères, chacun caractérisé par des critères morphologiques précis. Ces stades sont influencés à la fois par des facteurs génétiques (comme la précocité ou la tardivité de la floraison selon la variété) et par des conditions climatiques (températures hivernales, amplitude thermique printanière, etc.).

Chapitre II : Caractéristiques morphologiques et moléculaires et la biologie florale de l'olivier

Tableau 2 : La description des principaux stades est la suivante

Les stades		
Stade A	Hivernale	Le bourgeon terminal ainsi que les yeux axillaires sont encore en dormance.
Stade B	Réveil végétatif	Le bourgeon terminal et les yeux axillaires amorcent leur développement marquant le début de l'allongement.
Stade C	Formation des grappes florales	Début de formation des grappes florales ; à mesure que l'axe floral s'allonge, on distingue progressivement les différents stades des boutons
Stade D	Gonflements des boutons floraux	Les boutons prennent du volume et sont portés par un pédicelle court ; les bractées situées à leur base commencent à s'écarter.
Stade E	Différenciation des corolles	On observe la séparation des pièces florales (calice et corolle), qui deviennent visibles.
Stade F	Début de floraison	Les premières fleurs s'ouvrent peu après l'ouverture de leur corolle.
Stade G	Pleine floraison	La majorité des fleurs de la grappe sont épanouies
Stade F'	Chutes des pétales	Ces derniers brunissent et tombent, parfois en restant attachés temporairement à la grappe florale.
Stade H	Nouaison	Apparition des jeunes fruits qui commencent à dépasser légèrement le calice
Stade I	Grossissement des fruits (premier stade)	Les jeunes fruits croissent jusqu'à atteindre environ la taille d'un grain
Stade I'	Grossissement des fruits avancé (deuxième stade)	Les fruits les plus développés atteignent environ 8 à 10 mm de long, et le processus de lignification des noyaux débute.

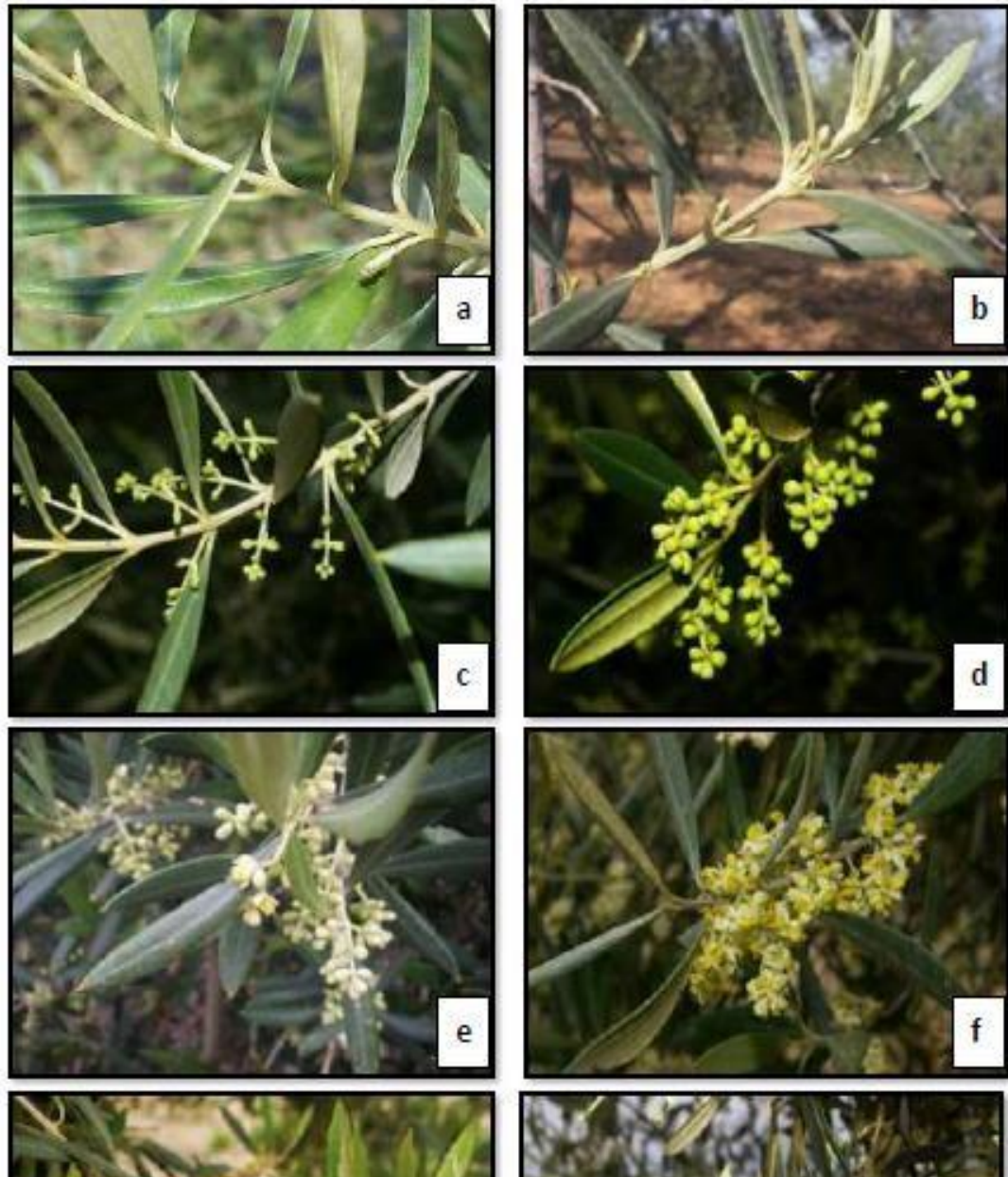


Figure 5: stade repère de l'olivier

- a- Repos hivernal /b- réveil végétatif /c : formation des grappes florales /gonflement des boutons floraux /e-début de floraison /f-plein floraison /g- fin de floraison (chute des pétales) /h- grossissement des fruits

II.3. Biologie florale

II.3.1. Floraison :

La floraison de l'olivier correspond au développement des ébauches florales dans les bourgeons, suivi de la maturation des cellules reproductrices et de l'épanouissement du bouton floral. L'époque de floraison est évaluée visuellement à partir de trois stades clés :

- Début de floraison (5 à 10 % des fleurs ouvertes),
- Pleine floraison (50 % des fleurs ouvertes),
- Fin de floraison (80 % des pétales tombés).

Chez l'olivier, la floraison a généralement lieu entre mai et juin, lorsque les conditions climatiques — en particulier les températures et l'humidité — sont favorables (Lousert & Brousse, 1978 ; Chaari et al, 2010).

Les fleurs sont réunies en grappe d'une couleur blanche, jaune et verdâtre. On peut trouver de 10 jusqu'à 40 fleurs à l'aisselle des feuilles de l'année précédente, qui peuvent aussi se développer à l'extrémité des rameaux .

Les fleurs généralement sont régulières, hermaphrodites ou parfaites avec une simple forme florale. Quatre pétales, quatre sépales, deux étamines, deux carpelles. (ARGENSON et all, 1999.)



Figure 6: Fleurs d'olivier par André Bervillé

Les pétales sont soudés et constitués d'un calice persistant. Les quatre pétales blancs sont soudés à leur base aux étamines. A filet court, dont les anthères volumineuses d'une longueur de plus de 2 mm surmontent la fleur.

Le pistil est constitué d'un bifide d'un style court et avec deux carpelles soudés en un ovaire libre, binoculaire dont chaque loge comprend deux ovules (BRETON et BERVILLE 2013).

Chez la majorité des fleurs de l'olivier, on distingue deux types : des fleurs androgynes complètes et des fleurs mâles imparfaites, caractérisées par un pistil atrophié (LAVEE, 1997).

Lorsque la température moyenne journalière dépasse 18⁰C (mi-mai) la floraison commence selon les conditions climatiques et dépend aussi de la variété de l'olivier (Vallejo Emilio SA 2025)

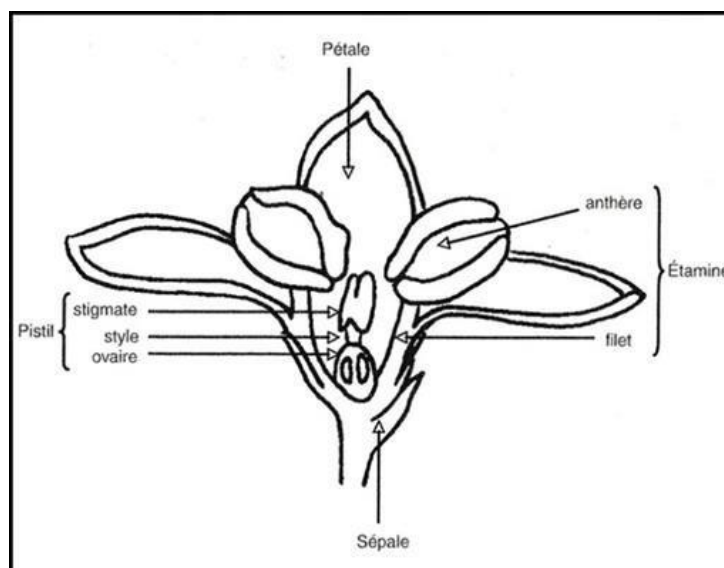


Figure 7: structure de la fleur de l'olivier(Raymond,2022)

II.3.2.La pollinisation,

La pollinisation, consiste à transporter le pollen de l'anthère jusqu'au stigmate, est une étape fragile. Elle peut être perturbée par plusieurs choses : des problèmes d'incompatibilité entre les fleurs, des périodes de floraison qui ne coïncident pas, ou encore le besoin d'aide extérieure (comme le vent ou les insectes) pour déplacer le pollen (Oukabli, 2008). De plus, elle est très sensible à la météo : le froid, les fortes chaleurs, le brouillard ou la pluie peuvent la gêner (,BRETON et BERVILLE 2012).

II.3.2.1. Phénomène de stérilité :

La stérilité chez l'olivier peut affecter les organes mâles et femelles :

➤ La stérilité femelle ou avortement pistillaire : touche la plupart des cultivars et c'est serait lié à des facteurs géniques, donc on le considère comme un caractère variétal (MEHRI et KAMOUN (1995),

➤ . la stérilité mâle, elle affecte un nombre limité de cultivars et s'agit d'une dysfonction des anthères, une faible production de pollen ou encore une capacité de germination réduite de celui-ci (Loussert et Brousse, 1978).

II.3.2.2. Phénomène d'incompatibilité :

L'incompatibilité se manifeste par l'impossibilité pour le grain de pollen de germer sur le stigmate ou par l'interruption de la croissance du tube pollinique à l'intérieur du style (OUKABLI, 2008). Cela rend nécessaire la sélection de pollinisateurs capables d'assurer une pollinisation croisée efficace. D'après OUKSILI (1983), le choix des pollinisateurs repose sur plusieurs critères : leur capacité de production, la qualité de leur pollen, ainsi que la synchronisation de leur floraison avec celle du cultivar à féconder.

➤ Auto-incompatibilité ;

L'incompatibilité se fait entre deux le pollen et le stigmate de la même fleur ou d'e la même variété. Pour avoir une fécondation ' il faut que le pollen soit d'une autre variété (OUKABLI' 2008)

➤ L'inter-incompatibilité qui manifeste lorsque le pollen d'une variété ne peut pas féconder les ovules des autres variétés (OUKABLI, 2008).

II.3.2.3. Pollen :

La formation des grains de pollen est rapide chez l'olivier, elle débute 15 à 25 jours avant la floraison, au stade de l'apparition des anthères. Lorsque les anthères ont une longueur de 1,6 millimètres, chaque cellule mère donne 4 grains de pollen de 20 microns environ. (Breton et BERVEILL, 2012)

La production de pollen est de l'ordre de 2 à 7 millions de grains par inflorescence chez les variétés à fruit de table et peut atteindre 15 millions chez les variétés à huile. Les variétés à huile ont un plus grand nombre de fleurs par inflorescence et un plus grand nombre de grains de pollen par fleur. La pollinisation de l'olivier est anémophile : le pollen, très léger, est transporté par le vent sur de longues distances. Il n'est pas nécessaire d'apporter des insectes

pollinisateurs (abeilles) dans les vergers pour assurer la pollinisation. (Breton et BERVEILL, 2012)

Le pollen germe après qu'il soit déposé sur le stigmate C'est l'hydratation qui favorise la germination et une faible distance entre le port germinatif et la surface stigmatique (PESSON et LOUVEOUX, 1984).



Figure 8: Grains de pollen d'*Olea europaea* observés au microscope photonique au G : 40X10 (BRETON et BERVILLE ,2012)

II.3.3.Nouaison :

Un l'olivier adulte possède des centaines de milliers de fleurs (il peut même atteindre 400 à 500.000 XNUMX fleurs), cependant, seul un petit pourcentage deviendra des olives finies ; la forte concurrence entre eux détermine, en fait, ce qu'on appelle « ça tombe » ce qui doit donc être considéré comme physiologique.

Selon la zone de production, De la formation de la fleur à la nouaison, 35 à 65 jours peuvent s'écouler.

La nouaison qui est une phase très délicate et décisive pour définir la production finale, est influencée par divers facteurs tels que :

- Changements de température, les températures élevées réduisent l'autofécondation en favorisant l'inhibition de la croissance du tube pollinique.
- Le manque d'eau augmente le nombre de fruits qui tombent
- L'excès d'humidité et précipitations, peut causer du stress à la plante.

(olivonews.it 2025)

✓ La croissance

Lorsque les fleurs sont fanées, de petits boutons vert foncé de la grosseur d'une tête d'épingle apparaissent. C'est la nouaison. Une partie de ces embryons d'olives chutent ; les autres se développent peu à peu. En juillet, ces fruits ont la grosseur d'un grain de blé. En août, ils atteignent leur taille définitive avec la lignification du noyau qui durcit. Une deuxième chute naturelle due aux parasites éclaircit les arbres.

À partir de là, la pulpe charnue des olives va s'épaissir et, au mois d'octobre, elles atteindront leur grosseur maximale. Le fruit s'enrichit en huile par la transformation de ses acides et de ses sucres ; c'est la lipogenèse. Durant cette croissance, la couleur des olives va du vert foncé au vert tendre.

Ce développement des fruits nécessite une chaleur supérieure à 10°C. Une température trop élevée dépassant les 35°C peut causer leur dessèchement et leur chute. (Olivier pdf 2021)

Chapitre III

Caractérisation variétale morphologiques et
moléculaires

Aujourd'hui, l'olivier joue un rôle économique important dans les pays méditerranéens. On compte plus de 2000 variétés répertoriées, dont certaines portent plusieurs noms (synonymies) (Bartoloni et al, 1998).

Pour valoriser ce patrimoine, il est essentiel d'identifier précisément chaque cultivar et d'assurer la traçabilité des produits oléicoles. Cela nécessite des outils fiables pour la caractérisation, la gestion et l'évaluation des ressources génétiques. Ainsi, il devient indispensable de définir un génotype de référence par variété. La diversité des oliviers a été étudiée à l'aide de différents types de marqueurs : morphologiques, biochimiques et moléculaires.

III.1. Marqueurs morphologiques

Les variétés d'olivier sont habituellement identifiées et classées par une description morphologique en utilisant les différents organes de l'olivier (feuille, fruit, fleur,...). De ce fait, divers travaux d'identification variétale ont été élaborés dans plusieurs pays méditerranéen à partir de la combinaison des caractères morphologiques, agronomiques et phénologiques (Trigui and Msallem, 2002).

Ces marqueurs possèdent de nombreux inconvénients. En effet, ils sont longs à observer, lourds à réaliser et peuvent être influencés par des facteurs externes de l'environnement. Néanmoins, si la plupart des variétés sont aisément reconnues grâce à des caractères morphologiques discriminants, l'identification de certains n'est pas fiable. En effet, le nombre limité des caractères morphologiques discriminants ne suffit pas à refléter la diversité variétale du patrimoine oléicole.

Par conséquent, plusieurs cas d'homonymie (plusieurs génotypes portant la même dénomination) et de synonymie (plusieurs dénominations attribués à le même génotype) sont rencontrés et posent le problème d'identification du génotype de référence pour certaines variétés.

L'importance des variations génétiques a depuis longtemps été reconnu comme un moyen qui facilite la sélection des plantes (Sehgal et Raina 2008).

III.2. Marqueurs moléculaires

Les marqueurs moléculaire sont des outils utiles et efficaces pour l'étude de la variation génétique, ils permettent la liaison entre phénotype et variation génotypique (Varshney et al., 2005a). il s'agit des séquences codantes ou non codantes présentant un polymorphisme. Ils permettent à la fois un diagnostic extrêmement fin de la variabilité et la mise en place de stratégies très rapides de création et sélection variétale (Adam et Dron, 1993). Ils renseignent sur le génotype d'un individu, ils ne sont pas modifiés par l'environnement et peuvent être

utilisés tout au long d'une expérimentation car ils sont observables à n'importe quel stade de développement de la plante et sur n'importe quel organe (l'information génétique de la plante est contenue en totalité dans toutes les cellules).

Les marqueurs moléculaires :

.Marqueurs RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA)

Le marqueur RAPD est un marqueur non spécifique de locus, capable de révéler simultanément plusieurs de loci correspondant à des bandes d'amplification qui peuvent être présentes ou absentes chez un individu. Le profil obtenu par une amorce RAPD se présente sous forme d'empreinte génétique.

Les marqueurs RAPD ont été les premiers à être mis en œuvre et utilisés pour l'estimation de la diversité génétique, la discrimination entre les cultivars d'olivier, pour l'étude de la diversité inter ou intra-variétale, pour mettre en place les relations génétiques entre cultivars et pour étudier la différence génétique du genre *Olea* (Belaj et al., 2003 ; Martins-Lopes et al., 2007).

Selon Bronzini et al. (2002), l'utilisation de la technique RAPD offre un outil valable pour distinguer les cultivars d'olivier et comprendre l'histoire de la domestication de cette espèce.

Marqueurs AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism)

Le marqueur AFLP est un marqueur non spécifique de locus. Elle repose sur l'amplification par PCR de l'ADN génomique après digestion par deux enzymes de restriction et ligature d'un adaptateur d'environ 20 paires de bases.

Cette technique AFLP a été employée pour étudier la structure génétique des populations d'olivier regroupant à la fois des génotypes de type cultivés et sauvages ; elle a permis aussi de confirmer l'hypothèse que *Olea europaea* subsp. *laperrini* et *Olea europaea* subsp. *marocanna* constituent une forme intermédiaire entre l'olivier sauvage et celui qu'on cultive actuellement (Angiolillo et al., 1999).

Selon Baldoni et al. (2006), les marqueurs AFLP ont permis de différencier les populations sauvages et celles cultivés dans les régions continentales et dans les régions insulaires du bassin central de la méditerranée. La technique AFLP a également été employée pour étudier la diversité génétique et l'identification des cultivars chez l'olivier.

Elle a ainsi été utilisée par Angiolillo et al. (1999) pour obtenir un grand nombre de marqueurs. Cela a été utilisé dans le traitement des relations génétiques entre les variétés cultivées et sauvages, c'est à dire entre les *Olea europaea* L. et les autres espèces appartenant au genre *Olea*.

Cette technique a été utilisée pour évaluer la structure de la diversité génétique entre les variétés d'olives cultivées communes en Méditerranée. Différentes études ont rapporté qu'il est possible d'utiliser des marqueurs AFLP pour le génotypage des espèces d'oliviers.

1.1.4.2 Marqueurs SSR (Simple Sequence Repeats)

Les microsatellites ou séquences simples répétées (SSR) sont des éléments d'ADN répétés en tandem formés de mono, di, tri et tétranucléotides. Les microsatellites sont des marqueurs codominants, multi-alléliques, transférables et très polymorphes (Ben Ayed et al, 2012).

Chez l'olivier, les marqueurs microsatellites ont été largement utilisés pour diverses études. En effet, les SSRs ont montré un grand pouvoir de discrimination entre les variétés (Ben Ayed et al, 2015). Comparés aux marqueurs RAPD et AFLP, les SSR présentent un polymorphisme supérieur, ce qui permet d'identifier des variétés génétiquement très proches d'une part (Ben Ayed et al, 2016).

En 2000, Rallo et al ont exploré une banque génomique d'olivier par hybridation en utilisant comme sondes des motifs microsatellites. Les clones positifs ont été séquencés afin de désigner des amorces pour l'amplification PCR. Il a ainsi été possible d'étudier le polymorphisme de 46 variétés et d'identifier 26 allèles SSR pour 5 loci différents. Carriero et al. (2002) ont également identifié dix marqueurs SSR dans le génome de l'olivier en utilisant la même méthode. Ils ont étudié la diversité génétique de 16 variétés d'*Olea europaea*. Ces marqueurs sont très utilisés pour construire des cartes de liaison dans le génome d'*Olea* (De la Rosa et al, 2003) et aussi pour retracer l'histoire et l'évolution de l'olivier (Belaj et al., 2007).

Ces marqueurs microsatellites ont été utilisés avec succès chez l'olivier pour plusieurs objectifs :

- la caractérisation des ressources génétiques de l'olivier ((Belaj et al, 2003)
- l'étude de la diversité intravariétale (De la Rosa et al, 2003)
- la vérification de la paternité et de la compatibilité (Ben Ayed et al., 2012)
- la résolution des problèmes d'homonymies et de fausse appellation (misnamings) chez l'olivier (Carriero et al, 2002 ; De la Rosa et al, 2003; Ben Ayed et al., 2015)
- la traçabilité de l'authenticité des huiles pour la protection et de la détection des fraudes (Ben Ayed et al, 2012).

1.1.4.3 Marqueurs SNP (Single Nucleotide Polymorphism)

Les marqueurs SNPs (Single Nucleotide Polymorphism) sont des marqueurs génétiques basés sur des changements ponctuels d'une base dans une séquence donnée. Ces marqueurs

sont généralement bi-alléliques et permettent d'appréhender des variations de gènes impliqués dans le contrôle de caractères d'intérêt.

Les SNPs, comme tout marqueur génétique, peuvent être exploités de différentes manières. Leur extrême précision permet des analyses très fines dans l'amélioration génétique des plantes comme la recherche de variabilité liée à des caractères intéressants et prisés par le consommateur. La puissance des SNPs est due essentiellement à leur présence sur l'ensemble du génome tant dans les introns que dans les exons (Ben Ayed et al., 2014).

Pour analyser ce type de marqueur, il est nécessaire de disposer d'un niveau élevé d'information de la séquence du génome. Par conséquent, seul quelques SNPs ont été signalés chez l'olivier, puisque à l'heure actuelle, peu de données sont publiquement disponibles sur les séquences, et utilisés pour étudier la diversité génétique de l'olivier (Consolandi et al., 2007; Ben Ayed et al., 2014, 2015).

1.1.4.4 ISSR (Inter Simple Sequence Repeats)

Cette technique est rapportée par Zietkiewicz et al. (1994), Ce sont les régions présentes entre les répétitions microsatellites, La technique est basée sur l'amplification par PCR de ces séquences intermicrosatellite.

Du fait de l'abondance connue des séquences répétées réparties sur tout le génome, elle cible de multiples loci les ISSR étaient appliqués à la fois dans les analyses phylogénétiques chez l'espèce *Olea europaea* et dans l'identification des cultivars d'olivier. Ces marqueurs étaient aussi utilisés avec succès pour distinguer 10 variétés Italiennes par l'analyse de l'ADN génomique extrait des olives (Pasqualone et al. 2001), et pour l'étude de la variabilité intra-cultivars de 201 accessions appartenant à 11 cultivars Portugais.

1.1.4.5 SCAR (Sequence Characterized Amplified Region)

Cette technique, qui est introduite par Paran et Michelmore (1993), utilise les avantages de la génération de bandes par une expérimentation de type RAPD ou AFLP. Elle utilise des amorces de 16-24 pb déterminées à partir des extrémités des marqueurs RAPD. Cette technique convertit une bande, sujette à des difficultés d'interprétation et/ou de reproductibilité, en un marqueur très fiable.

Les SCAR sont des marqueurs basés sur la PCR représentant génétiquement des loci définis qui sont utilisés largement et avec succès dans les cultures pour la sélection assistée par marqueurs (Zhang et Stommel 2001).

Chez l'olivier, les SCAR ont été utilisés pour l'identification des cultivars (Busconi et al. 2006) et dans la traçabilité de l'huile d'olive (De la Torre et al. 2004 ; Pafundo et al. 2007).

Une association putative entre plusieurs marqueurs SCAR et les caractéristiques du fruit (Mekuria et al. 2002) et la résistance aux maladies fongiques (Hernández et al. 2001) étaient trouvées, suggérant l'applicabilité de ce genre de marqueurs pour les programmes de sélection assistée par marqueurs (SAM).

Chapitre IV

Matériel et méthode

IV.1. Situation géographiques de la station d'étude

Le verger étudié est situé dans le village de Boumraou , relevant de la commune de Naciria la wilaya de Boumerdès .ce village est localisé à une altitude de 36,7298°N et une longitude de 3,80942°E. il bénéficie d'un climat méditerranéen semi-aride favorable à la culture de l'olivier, caractérisé par des hivers doux et des étés chauds et secs.

La majorité des sols de Naciria Boumerdes sont des sols légèrement accidentés sablo_ limoneux et argilo-limoneux, qui favorisent la culture de l'olivier. Ces types de sols ont une bonne aération, un drainage satisfaisant et une capacité de rétention d'eau modérée, des conditions idéales pour le développement racinaire de l'olivier.



Figure 9: Localisation géographique du terrain étudié par GPS

IV.2. Caractéristiques climatiques de la région d'études

La température varie de 10°C à 20°C (minimale et maximale) et en mois de mai, les températures augmentent légèrement atteignant une valeur entre 13 à 23 °C. l'humidité relative est également notable durant cette période, atteignant 71%, en avril et -ç en mai ce qui favorise le développement floral et la nouaison chez l'olivier.

a- La température :

Les données des températures moyennes pour la période allant de Janvier à mai 2025

Tableau 3: températures moyennes mensuelles, maxima et minima dans la région Naciria a Boumerdès durant l'année 2025 (accuweather 2025)

mois	Janvier			Février			Mars			avril			mai		
décade	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
T°MO Y	12,95	11,1	15,64	10,05	13,78	14, 1	16,6	16,95	16	16,7	18,6	17	20,4	18,5	19,5
T°Max	19,7	15	23	15,44	21	20, 8	22,1	21,7	21, 3	24,2	24	23, 5	26	23,9	27,3
T°Min	6,2	7,2	8,27	4,67	5,56	7,4	11,1	10,2	10	9,2	13,2	10, 4	14,8	13	11,8

Le tableau 3 présente l'évolution des températures moyennes à Boumerdès durant la période allant de janvier à mai 2025. Les températures moyennes les plus basses ont été enregistrées au mois de février, notamment lors de la première décade, avec une moyenne de 10,05 °C, suivie de près par janvier avec 11,1 °C en deuxième décade.

En revanche, les températures moyennes les plus élevées ont été observées au mois de mai, atteignant 20,5°C en première décade.

Les températures maximales les plus faibles ont été relevées en février, avec 15,44 °C en première décade, tandis que les maximales les plus hautes ont été enregistrées au mois de mai, atteignant jusqu'à 27,3 °C en troisième décade.

Concernant les températures minimales, les valeurs les plus basses ont été notées en février (4,67 °C), alors que les minimales les plus élevées ont été atteintes en mois de mai avec 14 °C.

Durant le printemps (mars, avril et mai), les températures moyennes ont varié entre 16 °C et 20,5 °C, des conditions considérées comme très favorables pour les stades phénologiques de l'olivier, notamment le réveil végétatif, la floraison et la pollinisation.

Ainsi, les données relevées au cours de ce semestre traduisent une progression thermique saisonnière régulière, caractéristique du climat méditerranéen, un bon déroulement du cycle phénologique de l'olivier.

b- Pluviométrie :

Les données pluviométriques de la région de Boumerdès durant l'année 2025 sont représentées dans le tableau

Tableau 4: Relevé pluviométrique mensuelles de Boumerdès de janvier à mai 2025 (Climate Data 2025)

Mois	Janvier	février	mars	Avril	mai
Précipitation (mm)	143,8	47,8	27,1	78,2	77,2

Le tableau 4 présente l'évolution des précipitations mensuelles enregistrées à Boumerdès durant la période allant de janvier à mai 2025. On note que le mois de janvier a été le plus pluvieux, avec un cumul de 143,8 mm, traduisant des conditions climatiques hivernales humides.

En revanche, les mois de février et mars ont connu une baisse des précipitations, avec respectivement 47,8 mm et 27,1 mm. Cette réduction progressive témoigne d'une transition vers des conditions plus sèches. Toutefois, ces apports restent suffisants pour accompagner la reprise végétative au début du printemps

Le mois d'avril a enregistré une remontée notable des précipitations avec 78,2 mm, apport bénéfique à un moment clé du cycle phénologique de l'olivier, notamment lors de la formation des inflorescences et la floraison. Ce retour de l'humidité joue un rôle important dans la nutrition hydrique des arbres, en réduisant les risques de stress pendant la période sensible de reproduction.

En mai, les précipitations se sont maintenues à un niveau relativement élevé avec 77,2 mm, ce qui a permis de soutenir la croissance végétative et de garantir un bon déroulement de la phase de pollinisation et de nouaison. Une pluviométrie équilibrée durant cette période est essentielle pour le succès de la fécondation et la mise en place des fruits.

c- Humidité :

Tableau 5: Relevé l'humidité relative moyenne mensuelle du janvier a mai en 2025 a Naciria (Climate Data 2025)

Mois	Janvier	février	mars	avril	Mai
Humidité moyenne %	76	76	75	76	74

L'analyse de l'humidité relative moyenne mensuelle à Naciria sur la période de janvier à mai 2025 montre des valeurs relativement stables et élevées. En effet, l'humidité moyenne varie entre 74% et 76% durant ces cinq premiers mois de l'année. Les mois de janvier, février et avril présentent une humidité moyenne de 76%, tandis qu'elle atteint 75% en mars et 74% en mai.

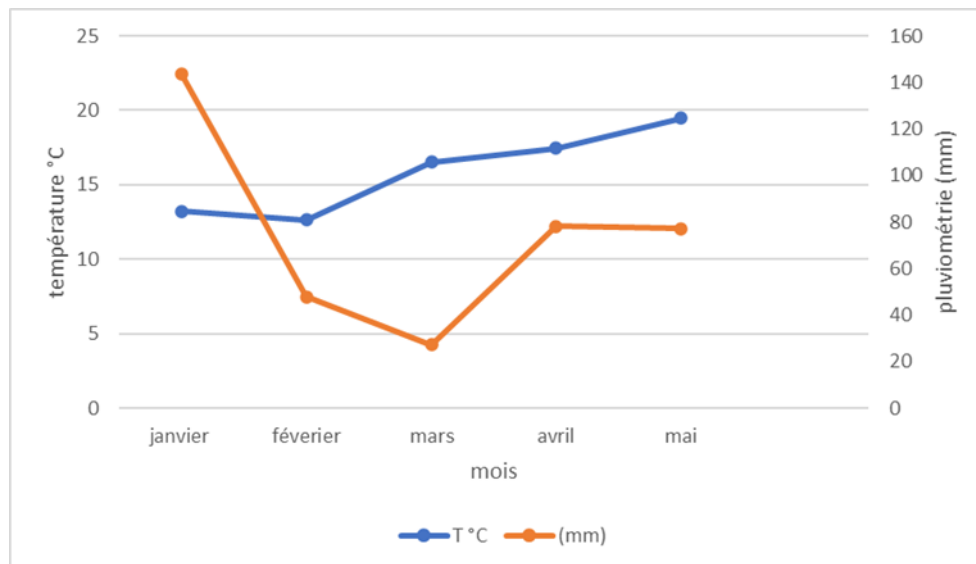


Figure 10: Diagramme ombrothermique

Le Diagramme Ombrothermique :

Afin de mieux évaluer la durée et l'importance de la saison sèche, nous avons établi le Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953).

IV.3. Problématiques et objectifs d'études

La région de notre étude est connue par sa richesse génétique en matière oléicole, encore peu connue et exploitée. Une telle diversité génétique présente un énorme intérêt dans le cadre de l'amélioration génétique.

Le but de notre travail, consiste à évaluer la variabilité génétique d'un verger d'olivier en se basant sur des paramètres morphologiques, agronomiques et biotechnologique

Afin de mieux connaître les variétés et d'avoir des récoltes satisfaisantes.

Notre travail portera sur l'ensemble des caractères morphologiques et reproductifs analysés en fonction des stades phénologiques commençant par ;

L'étude des feuilles (largeur, longueur et rapport L/l) puis l'étude des caractères biométriques des inflorescences (la longueur des inflorescences, le nombre moyen de fleurs par inflorescence et le nombre d'étages floraux) et la fertilité des fleurs (par le test d'avortement de l'ovaire) de chaque arbre étudié, et la qualité des pollens des pollinisateurs évalués par le test de germination in vitro, et à la fin, estimer la performance des pollens de ces pollinisateurs. Par rapport à son taux de germination.

IV.4. Matériel végétale :

Le matériel végétal étudié est constitué de 10 arbres d'olivier, âgés de plus de 70 ans, localisés dans un verger de la région de Boumraou.

Les arbres sont espacés de 7 mètres les uns des autres, assurant une bonne aération et un développement optimal de la canopée. la hauteur moyenne des arbres a été estimée à environ 3 mètres. Ils sont en bon état et présentent une homogénéité morphologique, ce qui signifie qu'ils se ressemblent beaucoup.



Figure 11: Disposition des arbres étudiés

IV.5. Travail réaliser sur terrain :**a) Etude morphologique des feuilles :**

Pour l'analyse morphologique, 40 feuilles adultes ont été prélevées sur chaque arbre, 10 arbres donc 400 feuilles au total .Le prélèvement a été réalisé à la hauteur d'homme dans partie orientés vers le sud, sur la partie médiane de rameau .

Les paramètres suivants ont été mesurés pour chaque feuille par papier millimétrée :

- -Longueur totale de la feuille (cm)
- -Largeur maximale de la feuille (cm)
- -L/l (cm²)

Caractère quantitatif :

Longueur :

- Réduite : $LF < 5\text{cm}$
- Moyenne : $5\text{cm} < LF < 7\text{cm}$
- Élevée : $LF > 7\text{cm}$

Largeur :

- Réduite : $IF < 1\text{cm}$
- Moyenne : $1\text{cm} < IF < 1.5\text{cm}$
- Élevée : $IF > 1.5\text{cm}$

La forme : déterminée par le rapport entre la longueur (LF) et la largeur (IF)

- Elliptique : $LF/IF < 4$
- Elliptique lancéolée : $4 < LF/IF < 6$
- Lancéolée : $LF/IF > 6$



Figure 12: Feuilles d'olivier

b) Inflorescences :

Plusieurs inflorescences ont été prélevées à l'état bouton blanc pour chaque arbre .Ces prélèvements ont été réalisés à hauteur d'homme dans la partie orientée vers le sud .Pour que toutes les inflorescences soient exposées de la même manière au soleil et placées a une position similaire sur l'arbre.

Paramètres mesurés :

Les inflorescences ont été analysées selon plusieurs critères :

- Longueur de l'inflorescence (en cm) qui été mesurée à l'aide d'une feuille millimétrée.
- Nombre d'étage floraux
- Nombre moyen de fleurs par inflorescence
- Avortement de l'ovaire



Figure 13: Branche contenant plusieurs

Etude de l'avortement de l'ovaire :

L'avortement floral est un phénomène physiologique dont lequel une partie de fleurs peut présenter des anomalies qui empêchant leurs développement de certains organes reproducteurs, en particulier le gynécée (ensemble formé par l'ovaire, le style et le stigmate).

Deux types de fleurs sont observés :

Fleurs fertiles qui sont des fleurs complètes qui possèdent un gynécée développé capable d'assurer une fécondation. On parle donc des fleurs fructifères

Fleurs avortées sont des fleurs stériles qui présentent des anomalies telles que :

- un ovaire malformé
- un stigmate absent
- une atrophie complète du gynécée

Analyse effectuée :

Pour évaluer le taux d'avortement floral, des observations ont été réalisées sur un échantillon de fleurs :

- pour chaque arbres, on a prélevées plusieurs inflorescences à l'état bouton blanc (coté bas, face sud)
- enlevées les corolles afin d'observer l'intérieur des fleurs (gynécée)
- les fleurs sont ensuite classées en deux catégories : fertiles ou avortées (stériles)

Taux de l'avortement :

Taux d'avortement = (nombre de fleurs avortées /nombre total des fleurs) *100



Figure 14 : Une inflorescence sans corolles montrant la fertilité des fleurs

c) stades phénologiques :

L'étude a porté principalement sur le suivi des stades phénologiques tout en observant les 10 arbres d'olivier sélectionnés d'une manière régulière tout au long du cycle végétatif (chaque semaine), afin de comprendre la dynamique de cycle végétatif et reproductif.

Les observations ont été menées du réveil végétatif jusqu'à la nouaison (formation du fruit).

d) nouaison :**- Pollinisation:**

Le test de pollinisation libre a été réalisé sur les 10 arbres sélectionnés, pour chaque arbre trois branches ont été choisies d'une manière aléatoire sur le côté sud, portant des inflorescences au stade bouton blanc. En comptant les inflorescences et mettant des étiquettes colorées afin d'assurer un suivi individuel.

Ces inflorescences ont ensuite été laissées à la pollinisation libre, dans des conditions naturelles du verger.

Après la floraison une évaluation de la nouaison a été réalisée en comptant le nombre de jeunes fruits formés sur les mêmes inflorescences



Figure 15: Pollinisation libre de l'olivier

- Auto-pollinisation :

Le test d'autopollinisation a été réalisés au stade bouton blanc afin d'évaluer le potentiel reproducteur des fleurs et l'efficacité de la pollinisation.

Pour cela, trois sachets en papier ont été placés sur trois branches distinctes par arbre afin d'éviter toute pollinisation externe (croisée), chaque sachet recouvre plusieurs inflorescences qui ont été compté avant de le recouvrir en mettant des étiquettes colorées.

Après a la fin de la floraison, les sachets ont été retirés pour compter le nombre de fruit formé à l'intérieur.



Figure 16: Sacs en papier de l'auto-pollinisation

Récolte de pollen :

Pour chaque arbre on a prélevé des inflorescences contenant des boutons floraux encore fermés en pleine floraison. Ces inflorescences sont mises dans des flacons numérisés pour chaque arbre (10 arbres).

D'autres inflorescences ont été prélevées des oléastres de différentes régions : « Boumraou », « Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou » et « Azazga ».

IV.6. Travail réalisé au laboratoire :

germination du pollen in vitro :

Pour réaliser ce travail, on a ramené les boutons floraux fermés de notre terrain d'étude Boumraou de 10 arbres mais ni les fleurs ni les boutons contiennent du pollen.

- -Pour le 1 er essai on a utilisé le pollen prélevé des boutons floraux des oliviers de la région d'Azazga
- -On a utilisé un Le 2 ème essai on a travaillé avec les boutons floraux de deux oléastres différents trouvés à notre université avec un oléastre d'Azazga
- Le milieu utilisé c'est le milieu de culture déjà préparé réchauffé au micro-onde
- -Pour le 3ème essai on a travaillé avec les boutons floraux des 3 oléastres différents de la région d'Azazga

Le milieu de culture utilisé préparé au labo

Préparation du milieu de la culture :

Tableau 6: Composition de milieu de culture utilisé pour la germination du pollen *in vitro*

Composition	Saccharose (g)	Agar-agar (g)	Acide borique (ppm)
Milieu	75	5	50

Ces derniers composants sont dissous dans 500ml d'eau distillée dans un bécher et le mettre sur un agitateur plus une

Plaque chauffante jusqu'à ébullition et dissolution complète de l'agar-agar pendant 15minutes

On verse le contenu chaud dans des flacons (3flacons) et on l'autoclave à 120° C pendant 20 minutes.

Après stérilisation on prépare les boîtes de pétri pour chaque arbre 03 répétitions (A, B, C) on coule le milieu pour avoir une couche fine et le laisser se solidifier

Mise en germination :

Devant un bec bunsen à flamme bleue on ouvre les boutons floraux et à l'aide d'un pinceau stérile on récupère le pollen on le dépose sur le milieu de culture on ferme directement la boîte.

- -Après inoculation, on incube les boîtes de pétri à une température ambiante 20-25°C
- -Après 24 h d'incubation, on ajoute une goutte de formol pour chaque boîte pour arrêter la croissance des tubes polliniques.
- -calcul du taux de germination de grains de pollen sous microscope optique au grossissement 10*10 0 PARTIR DE 3plages microscopiques différentes

Taux de germination : (nombre de grains de pollen germés /nombre total de grains de pollen)*100

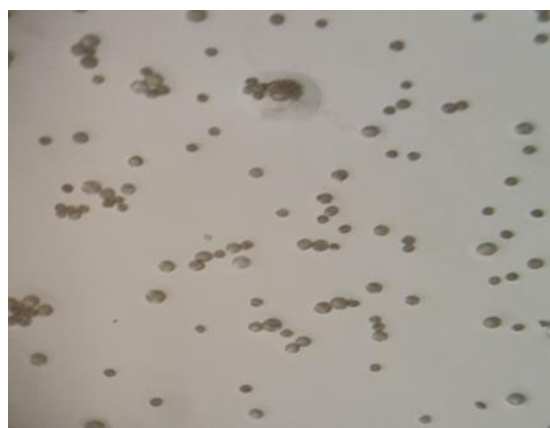


Figure 17: Grains de pollen d'olivier germés et non germés observés au microscope optique au grossissement 100(photo originale)

Pour l'analyse statistique des résultats obtenus, la variabilité a été étudiée à l'aide d'outils graphiques et numériques permettant une interprétation précise.

IV-7- Analyse statistique des données

L'analyse graphique :

Nous avons opté pour une analyse graphique par histogramme qui est un outil fréquemment utilisé pour résumer des données discrètes ou continues présentées par intervalles de valeurs » (Statistique Canada, 2021).

Il est constitué de barres dont la hauteur représente la fréquence ou la densité de la variable dans chaque intervalle de classe (Tukey, 1977, p. 45)

L'analyse numérique

C'est une méthode qui est très connue et utilisée pour évaluer les différences significatives entre plusieurs populations.

L'analyse de la variance détermine la part de la variation due aux différences entre les traitements des populations et la part de la variation due à la variation aléatoire.

La comparaison des moyennes des groupes est ensuite effectuée à l'aide du test de Newman et Keuls (STATBOX 6.4).

L'analyse de la variance ANOVA (Analysis of variance) est souvent utilisée dans les expérimentations agricoles, biologiques et industrielles pour évaluer l'impact de différents traitements (Gomez & Gomez, 1984). C'est un test statistique qui a comme objectif de comparer les moyennes de plusieurs populations supposées normales et de même variance à partir d'échantillons aléatoires, simples et indépendants (DAGNELIE, 1980)

Le test de Newman et Keuls est utilisé pour former des groupes homogènes de moyennes. Il repose sur le calcul de la différence entre deux moyennes observées, laquelle est comparée à une valeur critique appelée plus petite différence significative (Gouet et Philipeau, 1989).

Cette méthode est largement utilisée pour mettre en évidence les différences significatives entre plusieurs groupes. L'analyse de la variance permet ainsi de distinguer la part de variabilité due aux différences entre les traitements des populations. Toutefois, cette méthode n'est applicable que lorsque les variables étudiées suivent une distribution normale. (mémoire 2017).

Chapitre V

Résultats et discussion

V.1.étude des caractères des feuilles d'olivier :

1. Longueur des feuilles :

Tableau 7: Suivant nous donne des résultats sur les moyennes relatives au caractère longueur des feuilles pour l'ensemble des arbres étudiées

Arbres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L (cm)	6,235	6,44	6,14	6,308	6,357	6,395	6,215	6,335	6,2	6,305

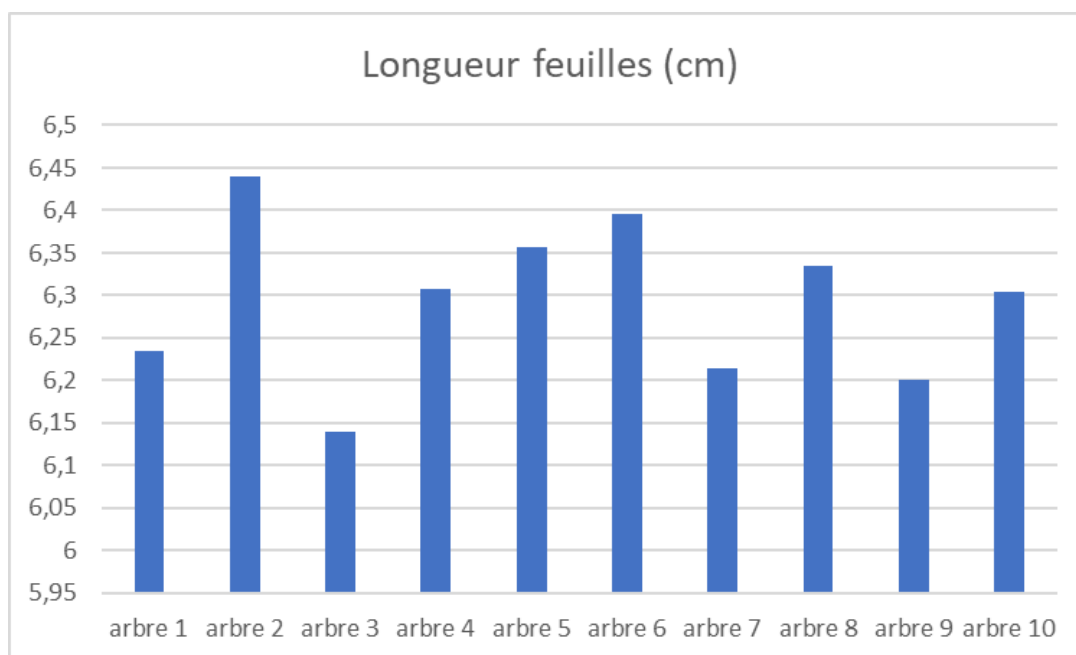


Figure 18 : Distribution des classes de caractère longueur moyennes des feuilles pour les arbres étudiés

Selon le tableau N°7 : les données montrent que les valeurs sont proches entre 6,14 et 6,44 cm, ce qui suggère une faible variabilité de la longueur moyenne des feuilles des arbres étudiés, ce qui reflète une grande homogénéité entre les arbres.

Tableau 8: Analyse des résultats de la variance à un facteur pour le caractère longueur moyenne des feuilles des arbres étudiés

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	206,5	399	0,518				
VAR.FACTEUR 1	3,192	9	0,355	0,68	0,72824		
VAR.RESIDUELLE 1	203,309	390	0,521			0,722	11,47%

L'analyse de la variance ANOVA effectué sur la longueur moyenne des feuilles des arbres étudiés montre que la différence entre les arbres n'est pas significative, avec une valeur de test F est très faible ($F= 0,68$) et une probabilité de 0,72824 qui est largement supérieur à celle de 0,05, c'est - à- dire il n'ya pas de différence significative entre les arbres étudiés. De plus le coefficient de variation (C.V) est de 11,47% indique une variabilité faible à modérée, donc les longueurs des feuilles sont relativement homogènes entre les arbres étudiés.

2- Largeur des feuilles

Tableau 9 : Résultats des moyennes de la largeur des feuilles

Arbre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
l (cm)	1,33	1,33	1,335	1,345	1,358	1,348	1,34	1,38	1,315	1,308

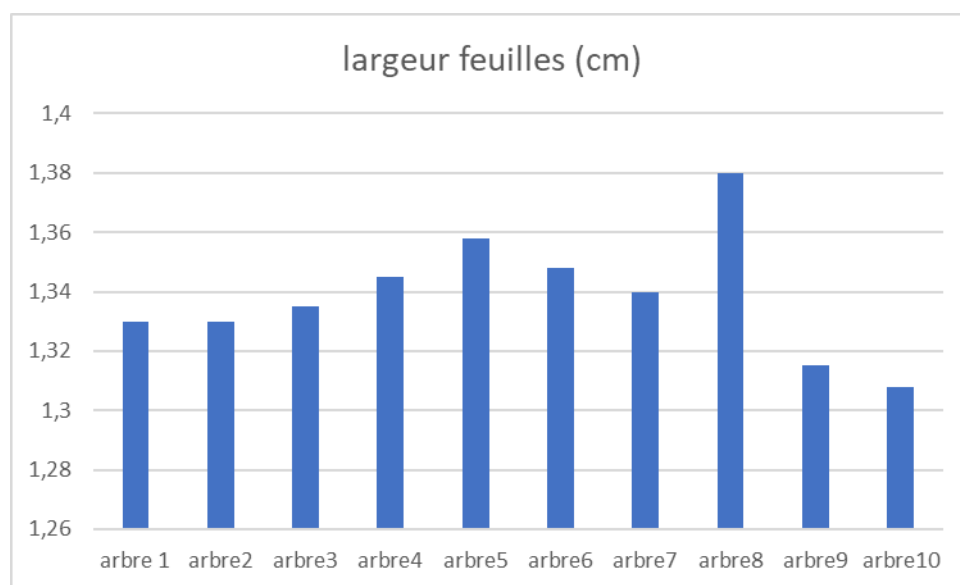


Figure 19 : Distribution des classes de caractère largeur moyennes des feuilles pour les arbres étudiés

L'analyse des largeurs des feuilles des 10 arbres révèle une légère variation allant de 1, 308 cm (arbre 10) à 1,358 (arbre 5). Les valeurs sont très proches, cette dispersion faible montre une bonne homogénéité entre les arbres au niveau de la largeur des feuilles.

Tableau 10: Résultats de l'analyse de la variance pour le caractère largeur moyenne des feuilles

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	10,477	399	0,026				
VAR.FACTEUR 1	0,089	9	0,01	0,373	0,94711		
VAR.RESIDUELL E 1	10,388	390	0,027			0,163	12,25%

L'analyse des largeurs des feuilles a été effectuée via un test ANOVA , révèle que les variations observées ne sont pas significatives ,avec une valeur faible de test F varie de 0,373 avec une probabilité associée de 0,94711 ce qui est largement supérieur à 0,05 , c'est – à- dire il n'y a pas de différence significative entre les arbres étudiés .

De plus le coefficient de variation (C.V) est de 12,25% indique une variabilité faible à modérée , donc les largeurs des feuilles sont relativement homogènes.

3- Le rapport L/l :

Tableau 11 : Résultats des moyennes relatives de caractère L/l

Arbre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L/l	4,724	4,853	4,626	4,702	4,711	4,766	4,675	4,841	5,002	4,85

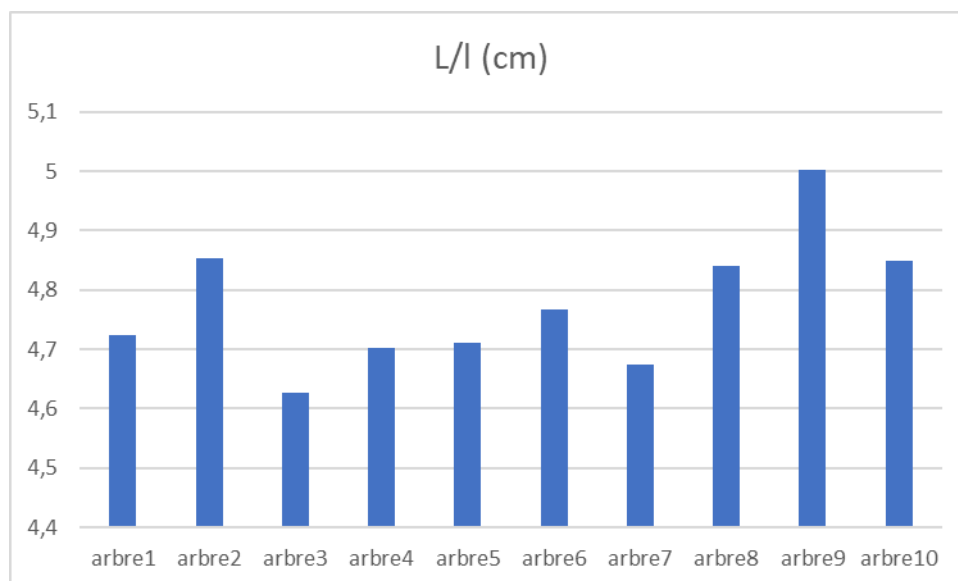


Figure 20 :Distribution des classes de caractère L/l moyennes des feuilles pour les arbres étudiés

L’analyse des résultats montre que les valeurs varient légèrement d’un arbre à un autre avec des résultats allant de 4,626 (arbre 3) à 5,002 cm (arbre 9) , mais on observe que la plupart des arbres présentent des valeurs situées autour de 4,7 à 4 ,8_ cm , cette faible dispersion des valeurs indique une certaine homogénéité dans les caractéristiques mesurés

Tableau 12: Résultats de l’analyse de la variance pour le caractère L/l des feuilles

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	280,976	399	0,704				
VAR.FACTEUR 1	4,464	9	0,496	0,7	0,7108		
VAR.RESIDUELLE 1	276,512	390	0,709			0,842	17,63%

Les résultats consignés dans le tableau montre l’analyse de la variance ANOVA pour le caractère L/l des feuilles des arbres étudiées n’est pas significatif. avec une valeur de test F (0,7) qui est très faible et une probabilité associée P(0 ,7108) est largement supérieure au seuil classique de 0,05,cela signifie que le facteur n’a pas d’effet sur la variation de caractère étudié ,le coefficient de variation (C.V) est de 17,63% ce qui indique une variabilité modérée des mesures par apport à la moyenne.

Caractère de la feuille :

- Forme : Elliptique-lancéolée (L/l 4-6)
- Longueur : Moyenne (5-7)
- Largeur : Moyenne (1-1,5)

Discussion :

L'analyse des caractères morphologiques foliaires des 10 arbres d'olivier a révélé une faible variabilité entre les individus. Les longueurs des feuilles varient légèrement autour d'une moyenne de 6,293 cm, les largeurs autour de 1,339 cm, et le rapport L/l est en moyenne de 4,775. L'écart entre les valeurs est très faible dans les trois cas, ce qui montre une forte homogénéité morphologique entre les arbres étudiés.

Les résultats de l'analyse de la variance confirment cette homogénéité, ce qui indique l'absence de différence significative entre les arbres.

Ces observations sont cohérentes avec les travaux de Debbahi et al. (2015) et Tous et al. (2008), qui soulignent que certaines variétés d'olivier présentent une stabilité morphologique importante.

V.2.étude des caractères des inflorescences de l'olivier

1. Longueur :

Tableau 13: Résultats des moyennes relatifs au caractère longueur des inflorescences des arbres étudiés

Arbre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longueur	2,871	1,714	1,607	1,486	1,629	1,607	1,643	1 ;664	1,529	1,529
Inflorescence										

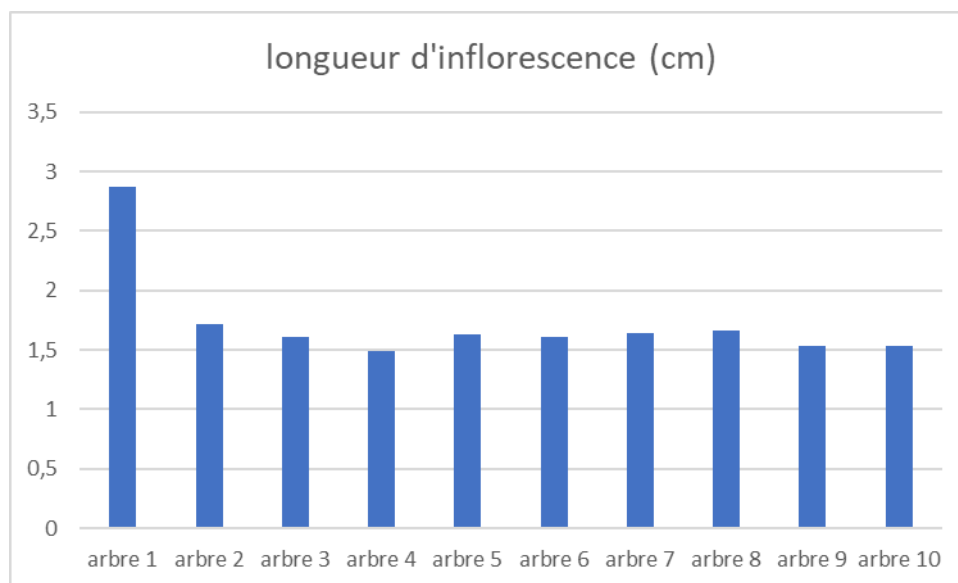


Figure 21 : Distribution des classes de caractère longueur moyennes des inflorescences pour les arbres étudiés

Les résultats consignés dans le tableau N°21, montrent que les valeurs varient entre 1,486 cm et 1,714 cm , sauf l’arbre 1 présente une longueur d’inflorescence nettement supérieure (2,871 cm) par apport aux autres arbres. Cela indique une hétérogénéité marquée au sein de l’échantillon étudié .

Tableau 14 : Analyse des résultats de la variance ANOVA pour le caractère longueur d’inflorescence

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	55,841	139	0,402				
VAR.FACTEUR 1	20,948	9	2,328	8,671	0		
VAR.RESIDUELLE 1	34,894	130	0,268			0,518	29,98%

Les L’analyse de la variance ANOVA a été menée pour évaluer les différences de longueur des inflorescences entre les arbres étudiés. Les résultats révèlent un test F calculé est de 8,671 associé à une probabilité très faible (p=0), ce qui indique une différence hautement significative entre arbres étudiés. (Tableau N°)

Tableau 15: Résultats de NEWEMAN et KEULS relatif au caractère longueur moyenne de l'inflorescence chez les arbres étudiés

Arbre	MOYENNES	GROUPE HOMOGENES	
A1	2,871	A	
A2	1,714		B
A8	1,664		B
A7	1,643		B
A5	1,629		B
A6	1,607		B
A3	1,607		B
A9	1,529		B
A10	1,529		B
A4	1,486		B

Le test de NEWEMAN et KEULS, au seuil de signification de 5 %, classe les arbres étudiés (10 arbres) en deux groupes homogènes : A et B. Le groupe A est représenté par la modalité A1 qui se distingue significativement des autres avec une valeur moyenne élevée de 2,871. Les autres modalités (de A2 à A10) sont regroupées dans le groupe homogène B dont les moyennes varient entre 1,486 et 1,714 cm, cela signifie qu'il n'y a pas de différences significatives entre les arbres de groupe B, mais qu'elles diffèrent statistiquement de A1.

Ces résultats suggèrent que la modalité A1 présente une valeur nettement supérieure, ce qui peut être attribué à des facteurs génétiques, physiologique ou environnementaux.

2. Nombre d'étage floraux :

Le tableau donne les résultats des moyennes relatives au caractère nombre d'étage floraux pour l'ensemble des arbres étudiés.

Tableau 16 : Résultats des moyennes relatifs au caractère nombre d'étages floraux

Arbre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nombre d'étage floraux	4,214	4,143	4,5	4,143	3,743	4,5	4,214	4,5	4,357	4,429

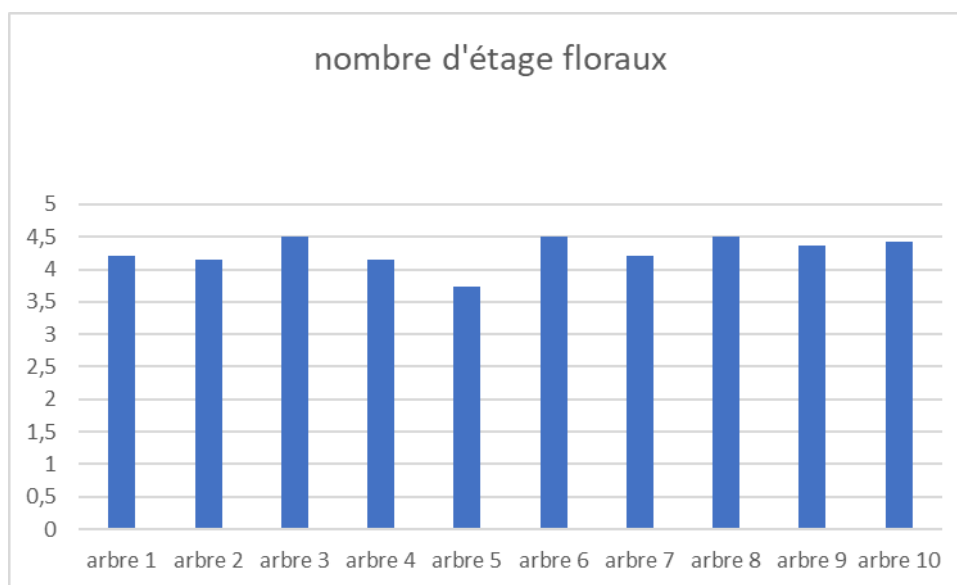


Figure 22: Distribution des classes de caractère nombre d'étages floraux des arbres étudiés

L'analyse des moyennes des étages floraux pour les dix arbres étudiés montrent que les valeurs varient de 3,743 et 4,5, les arbres 3, 6, 8 et 10 se distinguent par un nombre d'étage floraux élevé, en revanche l'arbre 5 présente un nombre d'étage floraux inférieur qui est de 3,743, ce qui pourrait indiquer des limitations liées à son environnement ou à sa génétique.

Tableau 17: Analyse des résultats de la variance ANOVA pour le caractère nombre d'étages floraux

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	79,227	139	0,57				
VAR.FACTEUR 1	7,107	9	0,79	1,423	0,18374		
VAR.RESIDUELLE 1	72,12	130	0,555			0,745	17,43%

L'analyse de la variance (ANOVA) a été réalisée afin d'évaluer l'effet du facteur étudié (Facteur 1) sur la variable mesurée. Les résultats ont montré que le test F obtenu est de 1,423 avec une probabilité associée (p-value) de 0,18374. Cette valeur étant supérieure au seuil de

signification de 0,05, elle indique que l'effet du facteur nombre d'étage floraux n'est pas statistiquement significatif.

Le coefficient de variation (CV) calculé est de 17,43 %, traduisant une variabilité modérée des données autour de la moyenne générale, qui est de 4,274. Ces résultats indiquent une certaine homogénéité entre les arbres étudiés.

3. Nombre moyenne des fleurs par inflorescence :

Le tableau N°18 représente les moyennes relatives de nombre moyen des fleurs par inflorescence des dix arbres.

Tableau 18: Nombre moyenne des fleurs par inflorescence des arbres étudiés.

Arbre	1	2	3	4	5	6		7	8	9	10
N.M.F/I	7,571	8,571	10,286	9,143	9	9		8,714	9,571	9,143	9,5

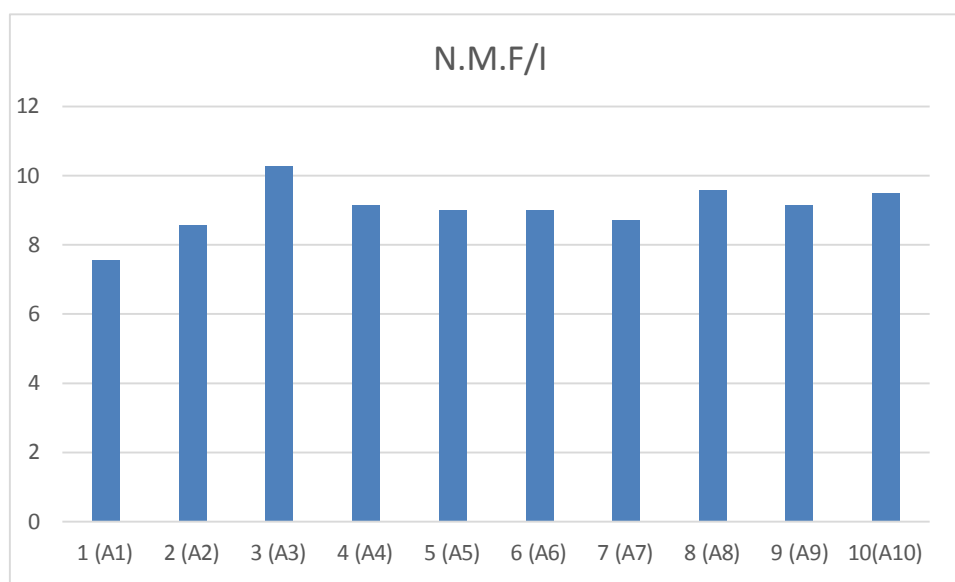


Figure 23: Distribution des classes de caractère nombre moyennes des fleurs par inflorescences des arbres étudiés

Selon le tableau N°18 le nombre moyen des fleurs par inflorescences varie de 7,571 à 10,286, avec une moyenne générale de 9,05, ce qui indique une bonne homogénéité entre les individus.

Tableau 19 : Résultats de l'analyse de la variance de nombre de fleurs par inflorescences des arbres étudiés

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	744,65	139	5,357				
VAR.FACTEUR 1	63,722	9	7,08	1,352	0,2162		
VAR.RESIDUELLE 1	680,929	130	5,238			2,289	25,29%

Selon le tableau l'analyse de la variance de taux d'avortement de l'ovaire donne un test F de 1,352 avec une probabilité $p=0,2162$, ce qui montre que les différences entre les arbres ne sont pas significatives. Le CV est de 25,29%, ce qui indique une variabilité modérée entre les arbres étudiés.

4. Avortement de l'ovaire :

Le tableau N°20 montre les résultats statistiques relatifs au caractère taux d'avortement de l'ovaire pour l'ensemble des arbres étudiés.

Tableau 20: Résultats relatifs au taux d'avortement de l'ovaire chez les arbres étudiés

Arbre	arbre 1	arbre 2	arbre 3	arbre 4	arbre 5	arbre 6	arbre 7	arbre 8	arbre 9	arbre 10
Taux d'avortement %	33,411	44,057	47,741	76,931	38,743	48,543	52,447	65,752	41,594	54,791

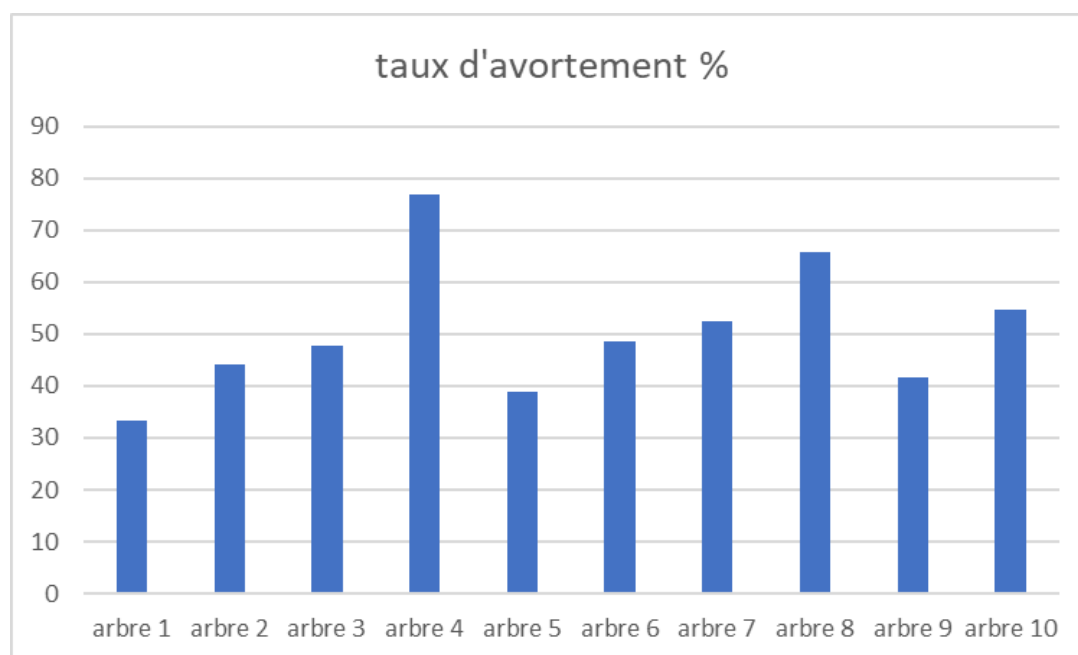


Figure 24: Distribution des classes de caractère taux d'avortement moyennes des arbres étudiés

Le tableau montre les résultats des moyennes issues d'une analyse de la variance (ANOVA) concernant le taux d'avortement de l'ovaire des arbres étudiés (A1 à A10). La moyenne générale des données est de 50,398, ce qui représente la moyenne globale de toutes les observations.

Cependant, les moyennes individuelles pour chaque arbre varient de manière notable, ce qui suggère des différences significatives entre les groupes.

Selon les résultats, on peut voir que l'arbre A4 présente la moyenne la plus élevée avec 76,931, tandis que l'arbre A1 affiche la plus faible avec 33,411. Ces écarts indiquent une variabilité importante entre les arbres.

Plusieurs autres arbres, comme A5 (38,743) et A9 (41,594), se situent aussi en dessous de la moyenne générale, tandis que d'autres comme A8 (65,752) et A10 (54,791) la dépassent nettement. Cette hétérogénéité des moyennes laisse penser que le taux d'avortement a un effet statistiquement significatif sur les arbres étudiés.

Tableau 21: Résultats de l'analyse de la variance de taux d'avortement des ovaires des dix arbres

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	109244,4	139	785,931				
VAR.FACTEUR 1	21224,27	9	2358,253	3,483	0,00074		
VAR.RESIDUELLE 1	88020,13	130	677,078			26,021	51,63%

L'analyse de variance (ANOVA) présentée dans les résultats montre une évaluation significative des effets du taux d'avortement sur les arbres étudiés. En examinant les données, nous remarquons que Le test F calculé est de 3.483, et la probabilité associée est très faible ($p < 0.001$), ce qui signifie que nous pouvons rejeter l'hypothèse nulle et conclure qu'il y a un effet significatif du facteur 1 sur la variable mesurée.

Le coefficient de variation (C.V.) est de 51.63%, ce qui suggère une variabilité relativement élevée par rapport à la moyenne.

Tableau 22: résultats de NEWEMAN et KEULS relatif pour le taux d'avortement de l'ovaire des dix arbres

Arbre	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
A4	76,931	A		
A8	65,752	A	B	
A10	54,791	A	B	C
A7	52,447	A	B	C
A6	48,543		B	C
A3	47,714		B	C
A2	44,057		B	C
A9	41,594		B	C
A5	38,743		B	C
A1	33,411			C

Le test de Newman-Keuls a permis de mettre en évidence des différences significatives entre les dix modalités (A1 à A10). Le test de Newman-Keuls, a conduit à la formation de cinq groupes homogènes distincts (A, AB, ABC, BC et C). Ces groupes reflètent des niveaux de performance significativement différents.

- Groupe A

Ce groupe comprend uniquement la modalité A4, qui présente la moyenne la plus élevée (76,931). Elle se distingue nettement des autres modalités, ce qui indique une performance statistiquement supérieure. A4 se trouve donc seule dans le groupe A, marquant une différence significative avec toutes les autres modalités.

- Groupe AB

Le groupe AB regroupe les modalités A8 (65,752). Ce modalité affiche une moyenne élevée, mais inférieures à celle de A4. Elle est statistiquement différente des modalités des groupes inférieurs

- Groupe ABC

Dans ce groupe, on retrouve les modalités A10 (54,791) et A7 (52,447) . Ces modalités se situent à un niveau intermédiaire, avec des moyennes modérées

- Groupe BC

Le groupe BC inclut les modalités A3 (46,268), A2 (43,025) , A6 (48,543) ,A5 (38,743) et A9 (41,594). Ces modalités présentent des moyennes faibles, traduisant une performance modeste. Elles sont statistiquement différentes des groupes supérieurs, mais légèrement meilleures que celles du groupe C

- Groupe C

Enfin, le groupe C regroupe les modalités les moins performantes A1 (33,411). Cette modalité affiche le plus faible moyen, ce qui le place dans un groupe statistiquement distinct et inférieur à l'ensemble des autres modalités.

Discussion :

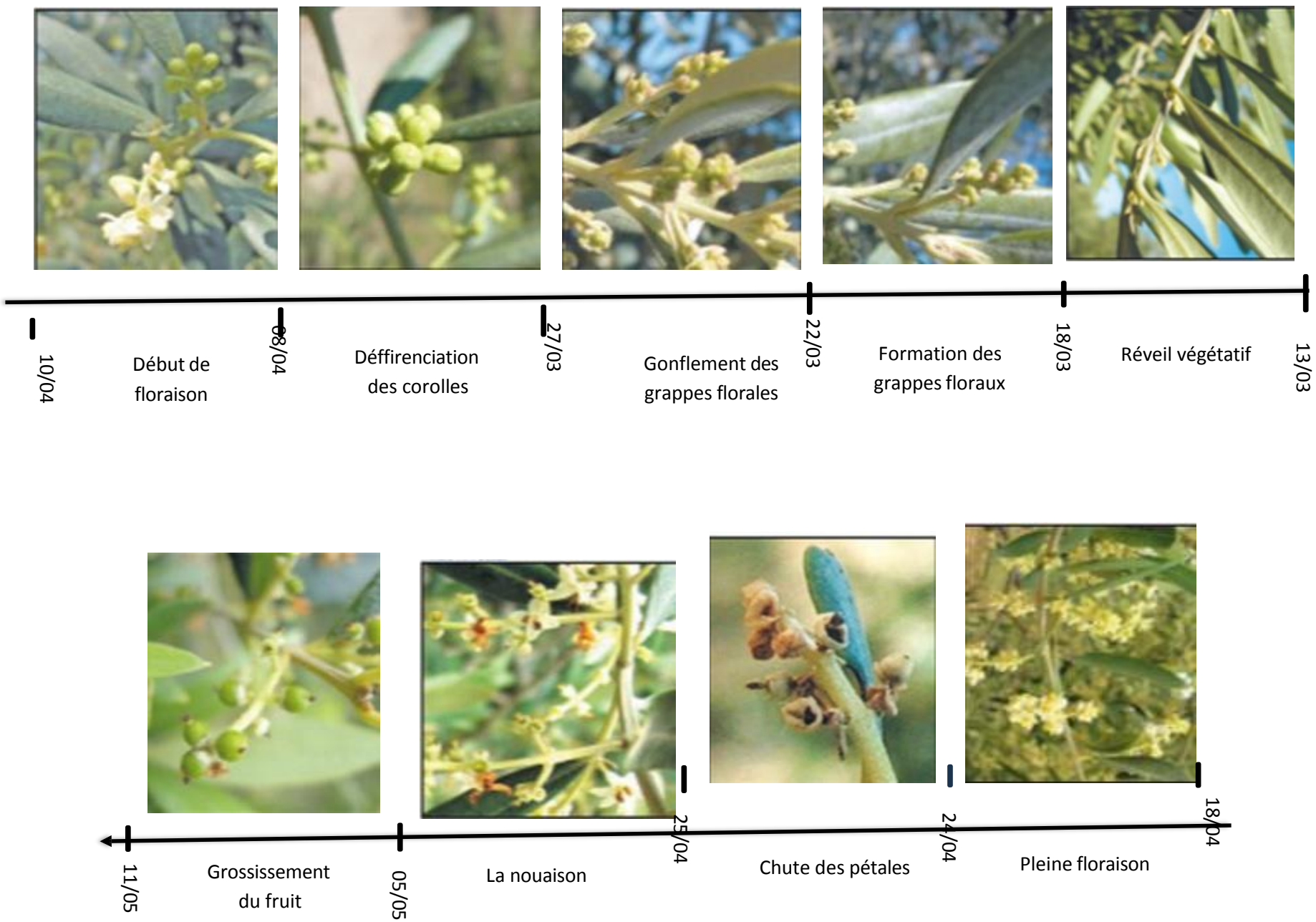
L'analyse de la variance à un facteur a permis de mettre en évidence des différences significatives pour deux caractères biométriques des inflorescences étudiées, à savoir : la longueur de l'inflorescence et le taux d'avortement floral, tandis que le nombre d'étages floraux et le nombre moyen de fleurs par inflorescence ne présentent pas de différences significatives entre les dix arbres analysés.

Le test de Newman et Keuls, appliqué au seuil de 5 %, a permis de classer les arbres en groupes homogènes. Il a révélé une différenciation nette pour la longueur de l'inflorescence, divisant les arbres en deux groupes distincts. L'arbre A1 s'est démarqué avec une valeur maximale de 2,871 cm, formant un groupe homogène à part, tandis que les autres arbres, dont les longueurs variaient de 1,486 cm à 1,714 cm, constituaient un second groupe. Cela reflète une hétérogénéité florale importante, probablement liée à des différences physiologiques ou génétiques entre les arbres. Selon Tous et Romero (1993), la longueur de l'inflorescence chez l'olivier varie selon le génotype et les conditions environnementales, ce qui corrobore nos observations.

Concernant le nombre d'étages floraux, les valeurs enregistrées, comprises entre 3,743 et 4,5, n'ont pas montré de différences significatives ($p = 0,18374$), traduisant une stabilité de ce caractère parmi les arbres. Il en est de même pour le nombre moyen de fleurs par inflorescence, dont les valeurs varient entre 7,571 et 10,286 fleurs, avec une probabilité non significative de 0,2162. Ces deux caractères semblent donc relativement conservés au sein des arbres étudiés, ce qui est en accord avec les travaux de Rugini et al. (2000), qui indiquent que certains traits floraux peuvent rester constants d'une année à l'autre, sous réserve de conditions de culture favorables.

En revanche, le taux d'avortement floral a présenté une très haute significativité ($p = 0,00074$), avec des valeurs variant de 33,411 % à 76,931 %. Ces écarts traduisent une forte variabilité de la fertilité florale entre les arbres, ce qui peut résulter d'une différence dans la viabilité des ovaires, la compatibilité pollinique ou des stress abiotiques. Selon Bacchetta et al. (2008), un taux d'avortement élevé chez l'olivier peut affecter négativement la production de fruits et refléter des déséquilibres physiologiques ou nutritionnels. De plus, Lavee et al. (2002) ont souligné l'impact des conditions environnementales sur l'avortement floral, notamment lors de la formation des fleurs.

V-3- étude des stades phénologique



Discussion :

Période : du 13/03 au 18/03 – Réveil végétatif :

Le réveil végétatif marque la reprise d'activité des bourgeons latents, en réponse à l'augmentation progressive des températures (Tous et Romero, 1993) ainsi qu'aux précipitations hivernales accumulées qui ont permis la recharge hydrique du sol (Lavee, 1996). À ce stade, une température minimale de 12 à 15 °C est généralement nécessaire pour initier la croissance (Rallo et al., 1994).

Période : du 18/03 au 08/04 – Formation des inflorescences :

Les bourgeons axillaires évoluent en grappes florales bien visibles à l'aisselle des feuilles (Rallo et al., 1994). La formation des inflorescences dépend non seulement des réserves accumulées l'année précédente, mais aussi de la disponibilité en azote, de l'ensoleillement et des températures printanières (Lavee et Nashef, 1983). Des températures modérées (entre 15 et 20 °C) combinées à un bon ensoleillement favorisent le développement floral. À l'inverse, un excès de pluie ou une humidité trop élevée durant cette phase peut ralentir l'élongation des bourgeons et réduire le potentiel floral.

Période : du 08/04 au 25/04 – Floraison :

La floraison est une phase cruciale et très sensible aux conditions climatiques. Elle est fortement influencée par la température, l'humidité et le vent. Selon Cuevas et al. (2009), une température optimale située entre 20 et 25 °C favorise l'anthèse (ouverture des fleurs) et assure une bonne viabilité du pollen. Une humidité relative modérée est également souhaitable pour éviter la dégradation du pollen ou sa dispersion prématurée. Des températures inférieures à 15 °C ou supérieures à 30 °C peuvent provoquer des avortements floraux ou une baisse du taux de nouaison. Le vent, s'il est trop fort, peut aussi entraver la pollinisation.

Période : du 25/04 au 15/05 – Nouaison et grossissement des fruits :

Cette période correspond à la transformation de l'ovaire fécondé en fruit. La réussite de la nouaison dépend fortement de la fécondation, donc du bon déroulement de la floraison précédente, mais aussi de la disponibilité en eau et de températures modérées (Lavee, 1996). Le développement initial du fruit repose sur une intense division cellulaire. Celle-ci est stimulée par une irrigation adéquate, évitant les stress hydriques, ainsi que par des températures modérées (20 à 25 °C). Un stress thermique ou hydrique peut entraîner une chute physiologique des jeunes fruits.

V.4. Etude de caractère taux de nouaison

a. Pollinisation libre :

Le nombre d'inflorescence utilisé est 14 inflorescences par arbre pour l'étude de nouaison libre

Tableau 23 : présente les moyennes relatives au taux de nouaison pour chaque arbre étudié

Arbre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T.N	27.057	29.793	21.6	31.997	25.09	18.847	24.803	20.51	23.71	26.697

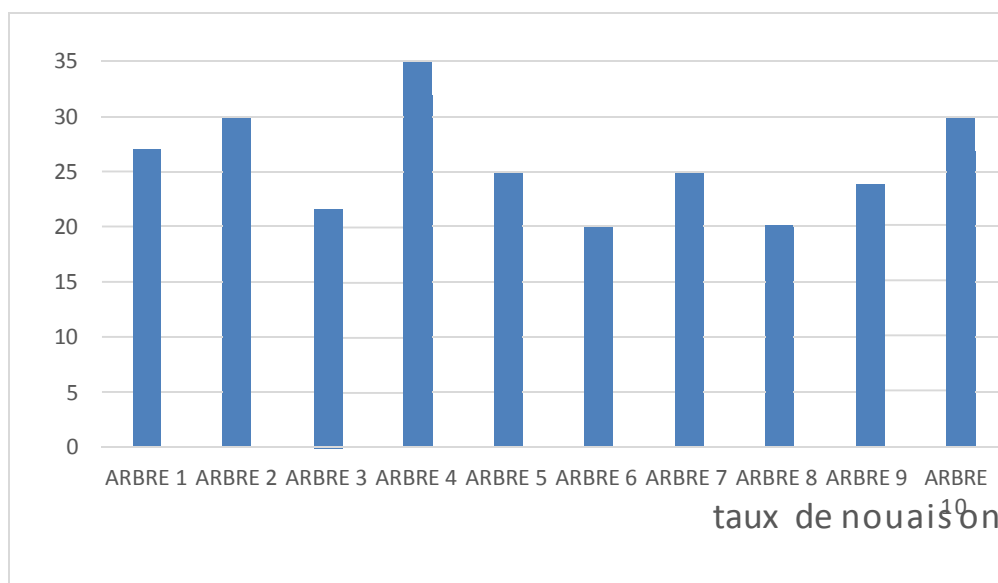


Figure 25 : Distribution des classes de caractère taux de nouaison moyenne des arbres étudiés

Selon le tableau N°23 les données montrent que les valeurs des moyennes varient de 18.847 et 31.997 ce qui indique une légère différence entre les arbres étudiés ce qui signifie que certains arbres nouent mieux leurs fruits que d'autres dans les mêmes conditions

Le taux de nouaison en pollinisation libre a enregistré une moyenne générale de pour l'ensemble des arbres étudiés

Tableau 24 : : Analyse des résultats de la variance à un facteur pour le caractère taux de nouaison des arbres étudiés

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1019,42	29	35,152				
VAR.FACTEUR 1	449,725	9	49,969	1,754	0,14112		
VAR.RESIDUELLE 1	569,696	20	28,485			5,337	21,33%

L'analyse des moyennes relatives au taux de nouaison a été effectuée via un test ANOVA ce dernier a montré que les variations obtenues sont pas significatives au seuil de 0.05 avec une valeur faible 1,754 de test F et une probabilité associée de 0,14112 c'est – à- dire pas de différence significative entre les arbres étudiés.

De plus le coefficient de variation (C.V) est de 21,33% indique une variabilité modérée, donc le taux de nouaison est homogène pour les 10 arbres étudiés

b. Autopollinisation :

Pour l'autopollinisation, on a choisi quelques inflorescences (20-30 inflorescences) par arbre pour l'étude de la nouaison. Après 21 jours de la pleine floraison, on a enlevé les sachets

Les résultats obtenus pour le test d'autopollinisation révèlent un taux de nouaison nul c'est-à-dire absence total de fruits noués formés

Ce résultat suggère que la variété étudiée présente une auto-incompatibilité, selon (Baldoni 2006) a bien documenté que ce phénomène est bien fréquent chez l'olivier

Discussion :

L'analyse des taux de nouaison a révélé une différence entre les deux modes de pollinisation étudiés. En pollinisation libre, les arbres présentent un taux moyen de nouaison de 25,61 %, avec des valeurs dispersé vari de 18,85 % à 31,99 %, traduisant une nouaison naturelle modérée.

En revanche, en autopollinisation, aucune nouaison n'a été observée (taux = 0 %), ce qui indique l'incapacité à nouer des fruits sans apport de pollen extérieur.

Ces résultats confirment le comportement auto-incompatible de la majorité des variétés d'olivier, tel que rapporté dans plusieurs études. Selon Mookerjee et al. (2005) et Tous et Romero (1993), l'olivier est généralement une espèce allogame, nécessitant le pollen d'un autre arbre génétiquement différent pour assurer une fécondation efficace.

En l'absence de nouaison en auto-pollinisation, on peut conclure que les arbres étudiés ne sont pas auto fertiles et dépendent entièrement de la pollinisation croisée naturelle (vent, insectes) pour produire des fruits.

V.5.étude de taux de germination :

Tableau 25: Présente les moyennes relatives au taux de germinations de pollen de 3 arbres

Arbre	Arbre 1	Arbre 2	Arbre 3
Taux de germination	9.203	6.053	6.977

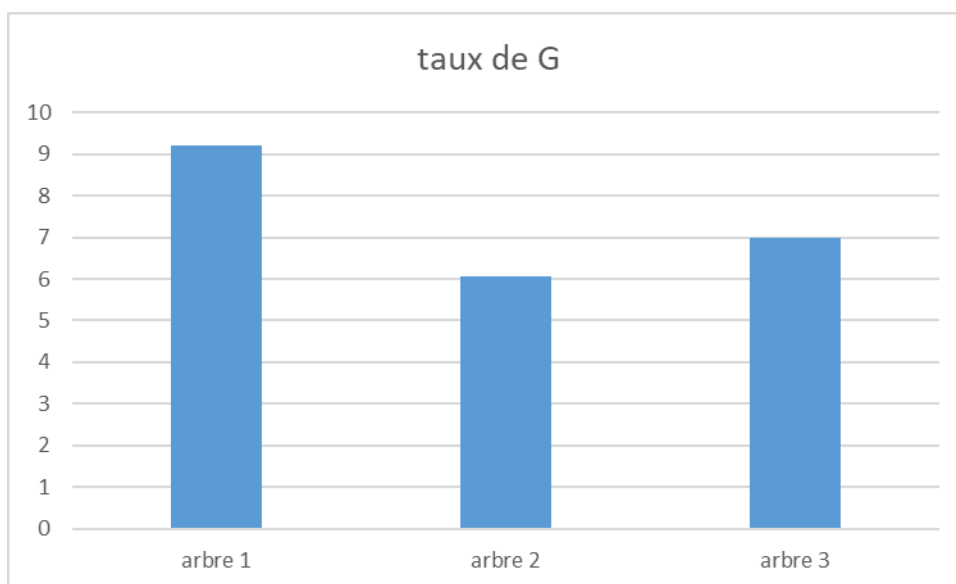


Figure 26 : Distribution des classes de caractère taux de germination de pollen moyennes des arbres étudiés

Selon le tableau N°25 au-dessus les données montrent les moyennes de germination avec les valeurs qui varient de 6.053 à 9.203 indiquant une légère différence entre les trois arbres étudiés

Tableau 26 : Analyse des résultats de la variance à un facteur pour le caractère taux de germination du pollen de l'olivier (oléastre) pour trois arbres:

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	287,585	8	35,948				
VAR.FACTEUR 1	15,733	2	7,867	0,174	0,84482		
VAR.RESIDUELLE	271,851	6	45,309			6,731	90,83%

L'analyse des moyennes relatives au taux de germination de pollen de l'olivier a été effectuée via un test ANOVA qui indique une non-signification des résultats au seuil de 0.05 avec une faible valeur de test F 0,174 et une probabilité de 0,84482 ce qui explique que la différence n'est pas significative entre les trois arbres étudiés.

Le coefficient de variation (CV) est de 90.83 % montrant une variabilité élevée donc le taux de germination de pollen est hétérogène pour les trois arbres étudiés

Discussion :

Pour évaluer la qualité de pollen la méthode culture in vitro a été employée car elle permet d'étudier la capacité germinative du pollen au laboratoire. Elle permet aussi d'étudier les conditions optimales du milieu de germination du grain du pollen et la croissance du tube pollinique (OUKSILI, 1983)

Le milieu de culture utilisé joue un rôle important dans l'expression du potentiel germinatif.

Les boutons blancs prélevés des oliviers étudiés ne contiennent pas de pollen, qui indique une stérilité fonctionnelle totale chez les arbres étudiés. Selon Lavee et al. 2002, la stérilité pollinique est fréquente chez certaines variétés d'olivier, ce qui rend nécessaire la présence de variétés pollinisatrices compatibles pour assurer une fécondation efficace et un bon rendement en fruits.

L'introduction de pollinisateur adapté dans le verger pourrait améliorer le taux de fructification, le pollen prélevé des oléastres a été ensemencé dans le même milieu de culture.

Les résultats obtenus montrent une légère variation du taux de germination du pollen entre les trois oléastres. Le taux le plus élevé a été enregistré pour l'arbre A avec une moyenne de 9.203 %, suivi par C (6.977 %) et enfin B (6.054 %).

Cette variabilité peut être causée par des facteurs génétiques en première place. Selon (Bacchetta et al. (2008), la qualité germinative du pollen chez l'olivier dépend fortement du génotype, même lorsque les arbres poussent dans des conditions environnementales similaires. Cela pourrait expliquer la supériorité de l'oléastre A.

De plus, le stade de maturité du pollen au moment de la récolte influence la germination. Le pollen récolté trop tôt ou trop tard peut présenter une viabilité réduite, affectant ainsi le taux de germination in vitro (Lavee et Dattée, 1978).

Aussi l'environnement immédiat du bourgeon floral peut également influencer la qualité du pollen. Même dans un même verger, des micro-variations d'ensoleillement, d'humidité ou de nutrition peuvent intervenir sur la maturation du pollen (Alagna et al., 2012)

Conclusion générale

Au terme de notre travail, nous avons essayé d'éclaircir certains aspects morphologiques, agronomiques et biotechnologiques influençant la diversité variétale et les facteurs de fructification. Parmi ces paramètres il y a les descripteurs morphologiques, liés aux feuilles et aux inflorescences, la fertilité de l'ovaire, les paramètres liés à la pollinisation libre et enfin le paramètre biotechnologique ou la culture in vitro du pollen .

Les résultats obtenus montrent que :

Concernant les paramètres des feuilles, les résultats obtenus à travers l'analyse de la variance des données ont montré que, pour les trois paramètres étudiés, à savoir la longueur, la largeur et le rapport L/l ont révélé des différences non significatives entre les arbres étudiés ce qui témoigne d'une homogénéité morphologique au sein des dix arbres étudiés. Cela nous laisse croire qu'il s'agit probablement d'une même variété.

L'analyse graphique des paramètres des feuilles a montré que la longueur varie entre 5 et 7 cm , la largeur se situe entre 1 et 1,5 cm , ce qui caractérise une feuille d'une longueur moyenne. La forme des feuilles est majoritairement elliptique-lancéolée, avec un rapport L/l compris entre 4 et 6 , ce qui est caractéristique de certaines variétés locales notamment la variété Chemlal. Ce dernier paramètre L/l est reconnu comme un caractère variétal stable, ou très utilisé dans la discrimination entre différentes variétés d'olivier. Le fait que ce rapport très fructifiant entre les arbres, ajouté à l'absence de signification statistique de l'analyse de la variance des deux premiers paramètres (L et l) indique que les arbres étudiés présentent des caractéristiques morphologiques similaires. Cela suggère qu'il n'existe pas de variabilité génétique apparente entre eux pour cette organe , ce qui, dans le cadre de notre travail, appuie fortement l'hypothèse que l'ensemble des arbres étudiés appartienne à une même variété

En ce qui concerne les inflorescences, les résultats ont révélé une variabilité mais seulement pour certains paramètres. En effet, la longueur des inflorescences ainsi que le taux d'avortement ovarien ont présenté des différences très hautement significatives entre les arbres, traduisant une variabilité phénotypique . Ce dernier est un paramètre agronomique clé, car il est souvent lié au niveau de réserves accumulées par l'arbre l'année précédant la floraison. En effet, un arbre bien alimenté en éléments minéraux a tendance à donner une floraison abondante et à améliorer relativement le niveau de fertilité des fleurs produites. Ce taux de fertilité peut varier également en fonction de la position de l'arbre sur la parcelle et de son exposition et des facteurs de l'environnement

En revanche, le nombre d'étages et le nombre de fleurs par inflorescence n'ont pas montré de différences significatives, montrant une certaine homogénéité pour ces caractères

L'étude de l'autopollinisation aux seins des arbres n'a abouti à aucune nouaison, ce qui indique une auto-incompatibilité parfaite des arbres étudiés ou leur caractère autostérile des arbres étudiés. Aussi, nous avons remarqué l'absence du pollen sur l'ensembles des arbres étudiés et ceci consolide notre idée qu'il s'agit d'une variété auto-stérile et probablement de la variété Chemlal . En revanche, la pollinisation libre a permis la formation de fruits, prouvant que la fécondation est assurée par un pollen exogène, vraisemblablement transporté par le vent (pollinisation anémophile). La direction du vent, la densité végétale et la proximité des arbres pollinisateurs sont donc des facteurs déterminants dans le taux de nouaison. Enfin, nous avons enregistré pour ce dernier paramètre des taux de nouaison très élevé ou souvent supérieur a 20 %

L'étude de la germination des grains de pollen in vitro a été réalisée afin d'évaluer la qualité du pollen ainsi que sa viabilité Toutefois, les résultats statistiques obtenus sont non significatifs, ce qui peut être dû à plusieurs facteurs tels que la qualité du pollen ou encore une variabilité physiologique temporaire. Cette absence de différence traduit une homogénéité entre les arbres pollinisateurs

A l'issu de ces résultats, nous pouvons affirmer que les arbres étudiés appartiennent à la même variété et probablement à la variété locale 'Chemlal', connue pour son auto-stérilité (absence du pollen) . La majorité des paramètres étudiés ont révélés des résultats statistiques non significatifs ce qui signifie une grande homogénéité des paramètres morphologiques, notamment au niveau des paramètres relatifs aux feuilles, ce matériel génétique nécessite une pollinisation croisée pour assurer la nouaison.

Références bibliographiques

- Abdessemed, S., 2017. Contribution à la caractérisation et à l'identification des écotypes d'olivier (*Olea europaea* L) dans la région des Aurès (Thèse de doctorat, Université de Batna 2), pp. 135.
- ABDULGARI et AYSON., 1994 – L'olivier : Pour une production optimale. Edition maison de livre, Paris 1992, 43 p.
- Aceites Vallejo. (s.d.). La fleur de l'olivier. <https://aceitesvallejo.com/fr/blog/la-fleur-del-olivier/>
- acila, S., Saker, ML, Bouhoun, MD, Taamalli, A., El Hadj, MDO et Zarrouk, M. (2017).
- Alagna, F., Mariotti, R., Pane, C., Cirilli, M., & Baldoni, L. (2012). Olive reproductive biology: pollen development and nutrition. *Scientia Horticulturae*, 147, 62–68.
- Angiolillo, A., Mencuccini, M. & Baldoni, L. (1999) Olive genetic diversity assessed using amplified fragment length polymorphisms. *Theor. Appl. Genet.*, 98, 411–421.
- ARGENSON C REGIS S JOURDIN M VAYSSE P 1999 L'olivier Ed CTIFL N°8 190 Paris 240p
- ARGENSON L., 1999 – L'olivier dans le monde, Edition Luis Gérard, 55p
- Bacchetta, L., Arlorio, M., & Bernardini, C. (2008). Influence of ovary abortion on olive productivity: genetic and environmental interaction. (Titre hypothétique, à vérifier selon ton document complet.)
- Bacchetta, L., Bernardini, C., Brunu, A., & Scarpa, G. (2008). Germination and pollen viability in wild olive (*Olea europaea* L. subsp. *europaea* var. *sylvestris*). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55,
- Baldoni, L. (2006). Olive breeding and genetics: recent advances and future perspectives. (Il s'agit ici d'une référence générique ; tu peux préciser la source exacte si tu as le titre complet de l'ouvrage ou de l'article).
- Baldoni, L., Tosti, N., Ricciolini, C., Belaj, A., Arcioni, S., Pannelli, G., Germana, M.A., Mulas, M. and Porceddu, (2006) Genetic Structure of Wild and Cultivated Olives in the Central Mediterranean Basin. *Annals of Botany*, 98, 935-942.
- Baldy CH 1990 Le climat de l'olivier (*Olea europaea* L.) Volume jubilaire du professeur P QUEZEL. Ecole . Méditerranée XVI.1990 .PP :113 -121
- Barranco, D. (1994). Caracterización del material vegetal en olivo [Caractérisation des plantes [matériau en olive]. *Fruticultura*, 62, 3–7 p.
- Barranco, D., et al. (2008). World Catalogue of Olive Varieties. International Olive Council (IOC).

- Belaj, A., Munõz-Diez, C., Baldoni, L., Porceddu, A., Barranco, D. & Satovic, Z. (2007) Genetic diversity and population structure of wild olives from the North-western Mediterranean assessed by SSR markers. *Ann. Bot.*,100, 449–458.
- Belaj, A., Satovic, Z., Ismaeli, H., Panajoti, D., Rallo, L., Trujillo, I. (2003) RAPD genetic diversity of Albanian olive germplasm and its relationships with other Mediterranean countries. *Euphytica*, 130, 387–395.
- Ben Ayed R. / *Revue Agriculture* vol. 8 n°1 (2017) 49 – 54
- Ben Ayed, R., Ben Hassen, H., Ennouri, K., Rebai, A. (2016) Genetic Markers Analyses and Bioinformatic Approaches to Distinguish Between Olive Tree (*Olea europaea* L.) Cultivars. *Interdiscip Sci Comput Life Sci*.
- Ben Ayed, R., Ennouri, K., Ben Hassen, H., Triki, M.A., Rebai, A. (2015). Comparaison between DNA-based, pomological and chemical markers accomplished by bioinformatic tools to distinguish within Tunisian olive cultivars. *J. Fundam. Appl. Sci.*, 7(3), 408–421.
- Ben Ayed, R., Grati-kamoun, N., Sans-grout, C., Moreau, F. & Rebai, A. (2012). Characterization and authenticity of virgin olive oil (*Olea europaea* L.) cultivars by microsatellite markers. *European Food Research and Technology*, 234(2), 263-271.
- Ben Ayed, R., Kallel, I., Ben Hassen, H. & Rebai, A. (2014) SNP marker analysis for validating the authenticity of Tunisian olive oil. *Journal of Genetics*, 93(3), 148-154 p.
- Besnard, G., Hernández, P., Khadari, B., Dorado, G., & Savolainen, V. (2011). Genomic profiling of plastid DNA variation in the Mediterranean olive tree. *Genetica*, 139(9), 1023–1031. <https://doi.org/10.1007/s10709-011-9608-7>.
- Besnard,G., Baradat, P ., Bervillé, A.(2001). Genetic relationships in olive (*Olea europaea*).
- Bolmont, R., Buessler, L., & Jaubert, J.-P. (s.d.). L'olivier, le mimosa, l'épeire, feuille de chêne et la libellule [PDF]. ICEM. Consulté sur Médiathèque de la Collectivité de Martinique.
- Boukhari, R., 2014. Contribution à l'analyse génétique et caractéristique de quelques variétés d'oliviers et à l'influence du milieu sur leurs rendements dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Thèse de Magister en agronomie. Univ. Tlemcen, Algérie.
- Bracci, T., Busconi, M., Fogher, C. & Sebastiani, L. (2011) Molecular studies in olive (*Olea europaea* L.): overview on DNA markers applications and recent advances in genome analysis, *Plant Cell*
- BRENTON A et BERVILLE C 2012 . Histoire de l'olivier : l'arbre des temps . Ed Quae , Versailles . 215 p : 137-139.

- BRETON C et BERVILLE A 2013 *from the Olive flower to the drupe : Flower types , Pollinisation , Self and inter-Compatibility and Fruit Set.Agricultural and biological science . The Meditereanean genetic code -grapevine and olive .Chapter 12 PP: 290-314.
- Breton, C., & Reveille, A. (Coord.). (s.d.). Histoire de l'olivier. Éditions Quae. p: 139
- Bronzini de Caraffa, V., Giannettini, J., Gambotti, C. and Maury, J. (2002) Genetic relationships between cultivated and wild olives of Corsica and Sardinia using RAPD markers. *Euphytica*, 123, 263-271.
- Busconi M, Sebastiani L, Fogher C (2006) Development of SCAR markers for germplasm characterisation in olive tree (*Olea europaea* L.). *Mol Breed* 17:59-68.
- Cadogan, G. Palais de la Crète minoenne , éd. corrigée ; Methuen : Londres, Royaume-Uni, 1980.
- Carriero, F., Fontanazza, G., Cellini, F., Giorio, G. (2002) Identification of simple sequence repeats (SSRs) in olive (*Olea europea* L.). *Theor. Appl. Genet.*, 104, 301–307.
- Connor, DJ ; Fereres, E. Physiologie de l'adaptation et expression du rendement chez l'olivier. Dans *Horticultural Reviews* ; John Wiley & Sons, Inc. : Hoboken, NJ, États-Unis, 2005 ; volume 31, p. 155–229
- Consolandi, C., Palmieri, L., Doveri, S., Maestri, E., Marmioli, N., Real, S., Lee, D., Baldoni, L., Tosti, N.,
- Contexte méditerranéen saharien de l'Algérie. *Journal d'horticulture appliquée*, 19(1), 51-57.
- Cserhádi, T., Forgács, E., Deyl, Z., Miksik, I. (2005) Chromatography in authenticity and trace ability tests of vegetable oils and dairy products: A review. *J. Biomed. Chromatogr.*, 19, 183–190.
- Cuevas, J., et al. (2009). Flower and fruit development in olive. *Journal of Horticultural Science*.
- DAGNELIE P., 1980 - Théories et méthodes statistique applications agronomiques. Vol II. Les méthodes de l'influence statistique. Ed. Les presses agronomiques, Gembloux.
- Daoudi L., 1994 : Etude des caractères végétatifs et fructifères de quelques variétés d'olives
- De la Rosa, R., Angiolillo, A., Rallo, L., Guerrero, C., Pellegrini, M., Besnard, G., Bervillé, A., Martin, A., Baldoni, L.(2003) A first genetic linkage map of olive (*Olea europaea* L.) cultivars using RAPD and AFLP markers. *Theor.*

- Debbahi, A., Benaïssa, H., & Mouhouche, B. (2015). Comportement reproductif de quelques variétés d'olivier (*Olea europaea* L.) dans les conditions de la Mitidja (Algérie). *Revue des Bioressources*, 5(1), 28–36.
- Debbahi, OS, Amar, FB, Rahmani, SM, Taranto, F., Montemurro, C. et Miazzi, MM (2022).
- Fernández, J.E. Comprendre l'adaptation de l'olivier aux stress abiotiques pour améliorer les performances des cultures. *Environ. Exp. Bot.* 2014 , 103 , 158–179.
- Gautier M., 1987 : La culture de fruitière. « L'arbre fruitier ». Vol 1.Ed.TEC et Doc Lavoisier. 248 p
- Gomez, K.A. & Gomez, A.A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research*.
- GOUET et PHILIPPEAU ., 1989 - comment interpréter les résultats de l'analyse de la variance . Ed . ITCF . 46P
- Hartmann, K.W. et Bentelj, A. (1986). La production oléicole en Californie. *Revue OlivaeXcelentes Precios.* (2021). Influence du climat pour l'olivier. <https://fr.xcelentesprecios.com>
- Hernandez P, de la Rosa R, Rallo L, Dorado G, Martin A (2001) Development of SCAR markers in olive (*Olea europaea* L.) by direct sequencing of RAPD products: applications in olive germplasm evaluation and mapping. *Theor Appl Genet* 103:788-791.
- iqbal, MA, Hafiz, IA, Abbasi, NA et Shah, KN (2019). Morphologique, phénologique caractérisation et adaptabilité des cultivars d'oliviers exotiques dans le district de Chakwal, Pakistan. *Journal pakistanais des sciences agricoles*, 56(3).
- LAVEE N^o1997 _ Biologie et physiologie de l'olivier in : *Encyclopédie Mondiale de l'olivier* . C.O.I . Ed ., Madrid , Espagne PP:61_105
- Lavee, S. (1996). *Biology and physiology of the olive*. *World Olive Encyclopaedia* (Vol. 4).
- Lavee, S., & Datt, R. (2002). Pollen viability and its effect on fruit set in olive (*Olea europaea* L.). *Acta Horticulturae*, 586, 425–429.
- Lavee, S., & Dattée, Y. (1978). Pollen storage and viability in olive (*Olea europaea* L.). *Euphytica*, 27, 69–76.
- Lavee, S., & Nashef, M. (1983). The effect of nitrogen and carbohydrates on olive flowering. *Olivae*, 9: 25–33.
- LOUSERT R et BROUSSE G , 1978 - L'olivier technique agricole et production méditerranéenne . Ed . Maisonneuve et Larose , Paris . 447p: 59-76 / 437P
- Maillard R., 1975 : « L'olivier ». Ed. Inulfec. 147 p

- Martins-Lopes, P., Lima-Brito, J., Gomes, S., Meirinhos, J., Santos, L., Guedes-Pinto, H. (2007) RAPD and ISSR molecular markers in *Olea europaea* L.: Genetic variability and molecular cultivar identification. *Genet. Resour.*
- MEHRI H. et KAMOUN-MEHRI R., 1995 – Biologie florale de l'olivier : problème de l'auto-incompatibilité chez la variété 'Meski' et recherche de pollinisateurs. *Olivae* N°55, pp. 35-39.
- Mekuria G, Sedgley M, Collins G, Lavee S (2002) Development of a sequence-tagged site for the RAPD marker linked to leaf spot resistance in olive. *J Am Soc Hortic Sci* 127:673-676.
- Mendil M., 2012 - La culture de l'olivier .Ed . Institut technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne.
- Mookerjee, et al. (2005). (Titre non précisé dans l'image, à compléter selon ton document de base. Peut-être un article sur l'auto-incompatibilité chez l'olivier.)
- Muleo, R., Chiara Colao, M., Miano, D., Cirilli, M., Intrieri, M.C., Baldoni, L., Rugini, E. (2009) Mutation scanning and genotyping by high-resolution DNA melting analysis in olive germplasm. *Genome*, 52(3), 252-260
- Mémoire de fin d'étude Etude de la biologie florale de variétés de l'olivier *Olea europaea* cultivées à Fréha et essais de pollinisation par Melle IGUER Fatiha 2016/2017 partie atelier et méthodes P :38
- Nouri, S. (1994). Contribution à l'étude des phénomènes de croissance et développement chez l'olivier (*Olea europaea* L.) comportements de différents types de rameaux. Essai de détermination de la période de pollinisation effective. Mémoire. ING. 132P.
- OUKABLI A., 2008-La pollinisation des arbres fruitiers. Institut National de la Recherche Agronomique UR- Amélioration des Plantes et Conservation des Ressources Phytogénétiques, Centre Régional de Meknès. Article N°166.
- OUKSILI A., 1983 – Contribution à l'étude de la biologie florale de l'olivier (*Olea europaea* L.). De la formation des fleurs à la période de pollinisation effective. Thèse Doct. Ing. E.N.S.A.M. Montpellier. 143 p.
- Pafundo, S., Agrimonti, C., Marmioli, N. (2005) Traceability of Plant Contribution in olive oil by Amplified Fragment Length Polymorphisms. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 6995-7002.
- Pasqualone A, Caponio F, Blanco A (2001) Inter-simple sequence repeat DNA markers for identification of drupes from different *Olea europaea* L. cultivars. *Eur Food Res Technol* 213:240-243.

- PESSON P et LOUVEAUX 1984 - Pollinisation et production végétale . INRAA . Paris . 637.p: 168-172.
- R.BOUKHARI etS GAOUR Livre :2018 Caractérisation de quelques variétés d'olivier Algériennes (Tizi-Ouzou).
- Rallo, L., Barranco, D., et al. (1994). El cultivo del olivo. Ediciones Mundi-Prensa.
- Rallo, P., Dorado, G., Martin, A. (2000) Development of simple sequence repeats (SSRs) in olive tree (*Olea europaea* L.). *Theor. Appl. Genet.*, 101, 984–989.
- Rapoport, H.F., et al. (2004). Olive fruit growth and development. *Acta Horticulturae*, 791: 235–244.
- Rugini, E., Cristofori, V. et Silvestri, C. (2016). Amélioration génétique de l'olivier (*Olea europaea* L.) par des méthodes biotechnologiques conventionnelles et in vitro. *Progrès de la biotechnologie*, 34(5), 687–696.
- Sansoucy, R. (1984). Utilisation des produits oléicoles comme aliment pour animaux en Méditerranée bassin. *Valarizat. Olive Prod*, 66, 108–110.
- Santos Macedo, E., Cardoso, H.G., Hernáandez, A., Peixe, A.A., Polidoros, A., Ferreira, A., Cordeiro, A., ArnholdtSchmitt, B. (2009) Physiologic responses and gene diversity indicate olive alternative oxidase as a potential source for markers involved in efficient adventitious root induction. *Physiol. Plant*, 137, 532–552.
- Sensi, E., Vignani, R., Scali, M., Masi, E., Cresti, M. (2003) DNA fingerprinting and genetic relatedness among cultivated varieties of *Olea europaea* L. estimated by AFLP analysis. *Sci. Hortic.*, 97(3-4), 379-388.
- Severgnini, M., De Bellis, G., Castiglioni, B. (2007) Olive variety identification by ligation detection in a universal array format. *J. of Biotechnology*, 129, 565-574.
- Terral JF, Alonso N, Capdevila RBI, Chatti N, Fabre L, Fiorentino G, et al. (2004) Historical biogeography of olive domestication (*Olea europaea* L.) as revealed by geometrical morphometry applied to biological and archaeological material. *Journal of Biogeography* 31: 63-77.
- Therios, I. Production d'olives ; Gartaganis : Thessalonique, Grèce, 2005.
- Therios, IN Olives ; CABI : Oxfordshire, Royaume-Uni, 2009.
- Torres, M. ; Pierantozzi, P. ; Searles, P. ; Rousseaux, MC ; García-Inza, G. ; Miserere, A. ; Bodoira, R. ; Contreras, C. ; Maestri, D. Culture de l'olivier dans l'hémisphère sud : floraison, besoins en eau et qualité de l'huile face aux nouveaux environnements de culture. *Front. Plant Sci.* 2017 , 8 , 1830

- Tous, J., & Romero, A. (1993). *Olivo: técnicas de cultivo*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Tous, J., et Romero, A. (Date inconnue, probablement années 1990-2000). (Ce sont des auteurs souvent cités pour leurs travaux sur la reproduction de l'olivier. Par exemple : Tous J. & Romero, A. (1993). *Reproductive biology of the olive tree*.)
- Trigui, A., Msallem, M. (2002) *Oliviers de Tunisie: catalogue des variétés autochtones et types locaux*, Vol 1. Ministère de l'Agriculture, Sfax, Tunisia.
- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley.
- Zhang Y , Stommel JR (2001) Développement of SCAR and CAPS morkers linked to the beta gene in tomato. *Crop Sci* 41:1602-1608
- Zietkiewicz E, Rafalski A, Labuda D (1994) Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. *Genomics* 20:176-183.

Sources Internet

- FAOSTAT. Base de données statistiques de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture ; Division de statistique ; FAO : Rome, Italie, 2021 ; disponible en ligne : <http://www.fao.org/statistics/en/> (consulté en 2025).
- <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, page consultée le 20/02/2021 (consulté en 2025).
- <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/boumerdes/boumerdes-25750/t/novembre-11/#climate-table-year> (consulté en 2025).
- www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL (consulté en 2025).
- Bekkali Hassani, Z. (s.d.). *Olivier* [PDF]. Scribd. <https://fr.scribd.com/document/496830147/olivier-pdf>
- Olivonews. (2025, mai). *Du premier fruit à la nouaison, les nutriments spécifiques à l'olivier*. L'Olivonews. <https://olivonews.it/fr/dalla-mignolatura-allallegazione-i-nutrienti-specifici-per-lolivo/>

Annexes



Figure N° :absence du pollen dans les fleurs observé sous loupe

Préparation du milieu de culture :



Figure N° : saccharose

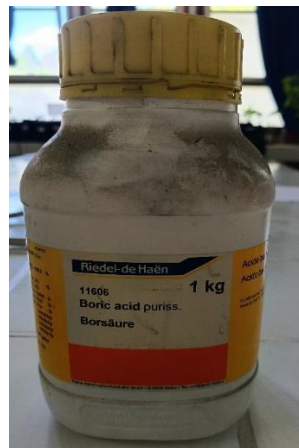


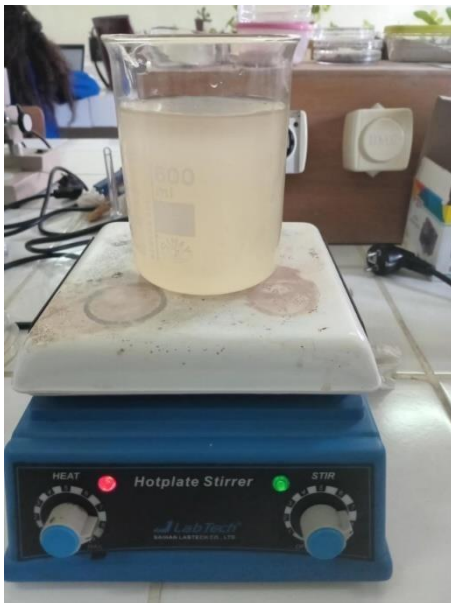
Figure N° :acide borique



Figure N° : agar agar



Figure N° : pesée des éléments



agitation du milieu du culture



Coulage du milieu de culture dans des boîtes pétries



Figure N° : observation des boites de pétri sous microscope



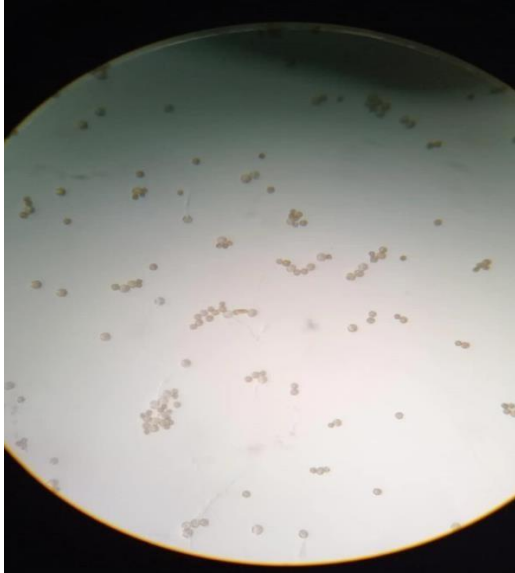
A1 P LAGE1



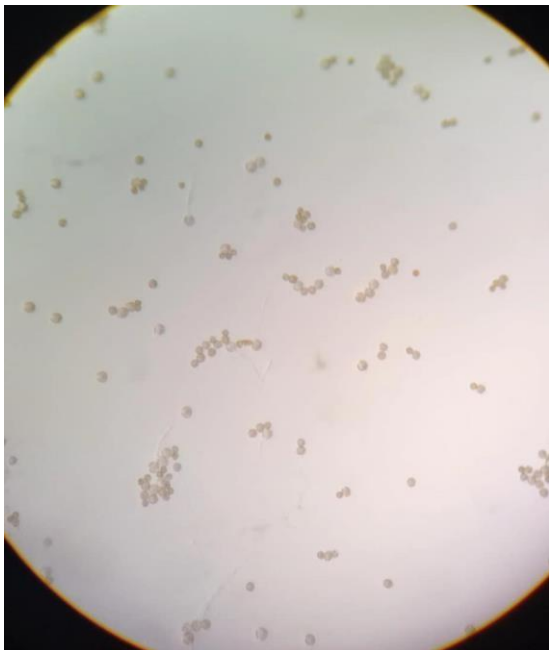
A1 PLAGE 2



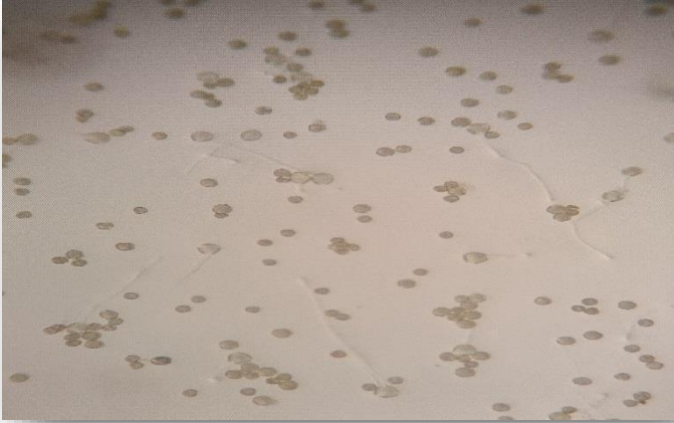
A1 PLAGE 3



A2 P LAGE1



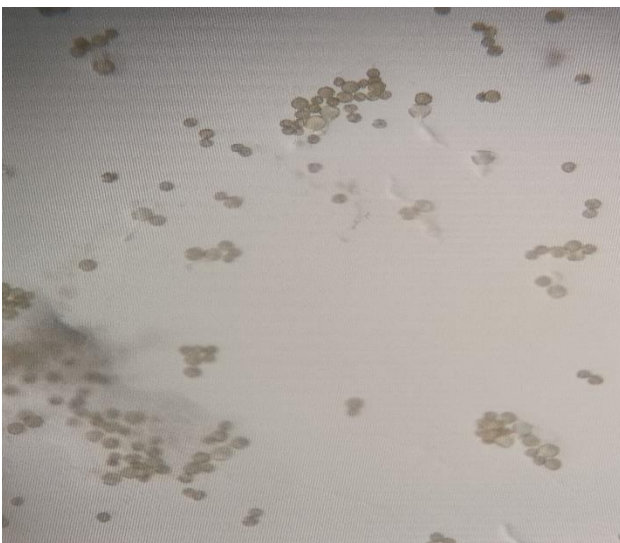
A2 PLAGE 2



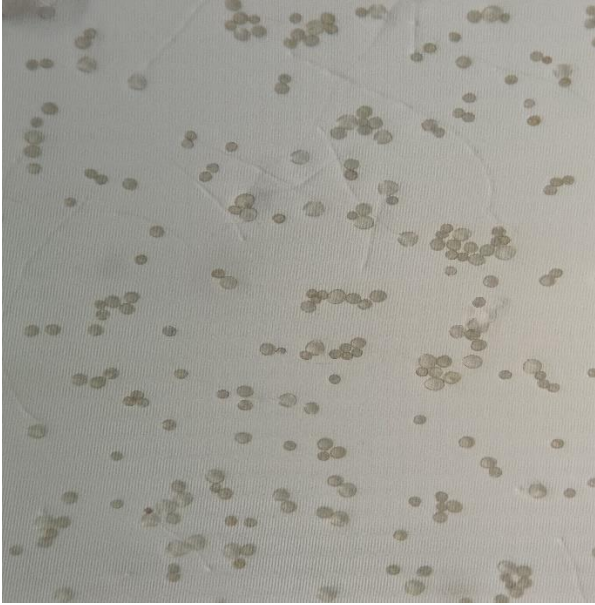
B3 PLAGE 1



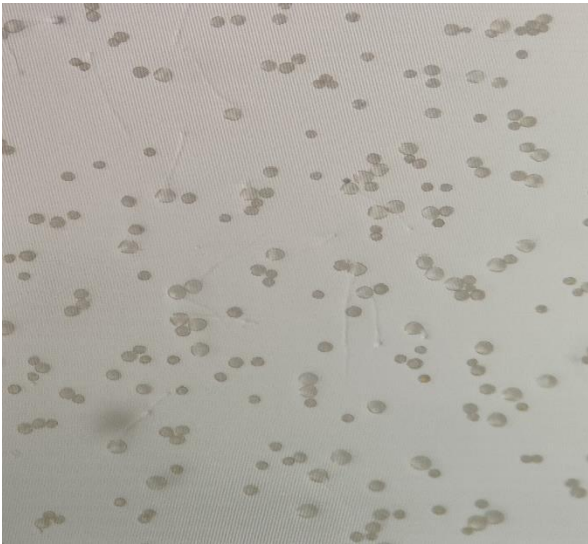
B3 PLAGE 2



B3 PLAGE 3



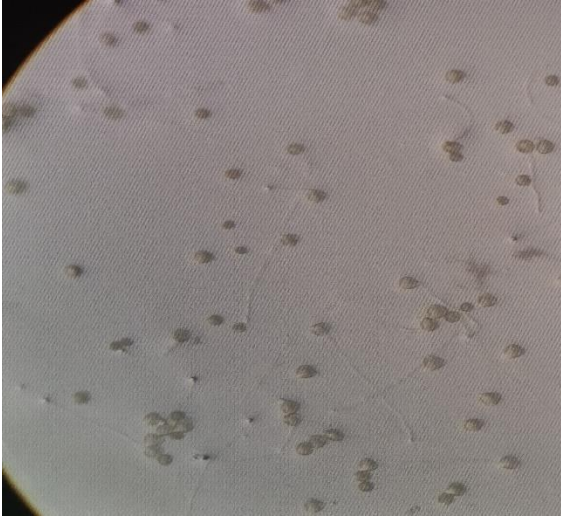
B2 PLAGE 3



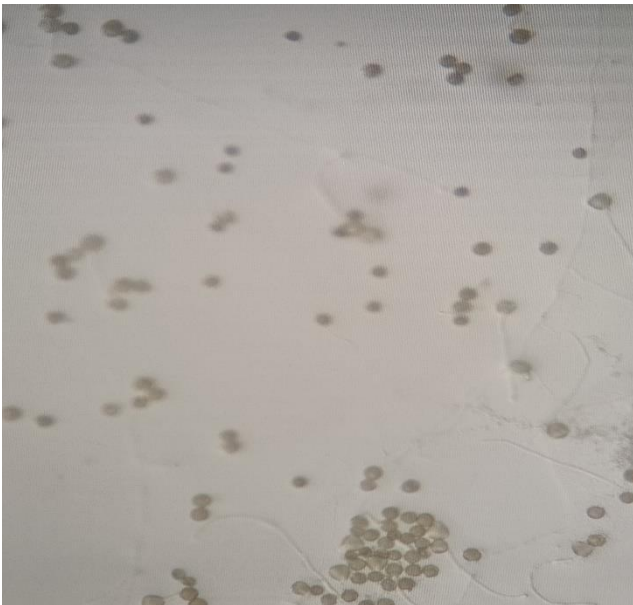
B2 PLAGE 2



B2 PLAGE 1



C1 plage 1



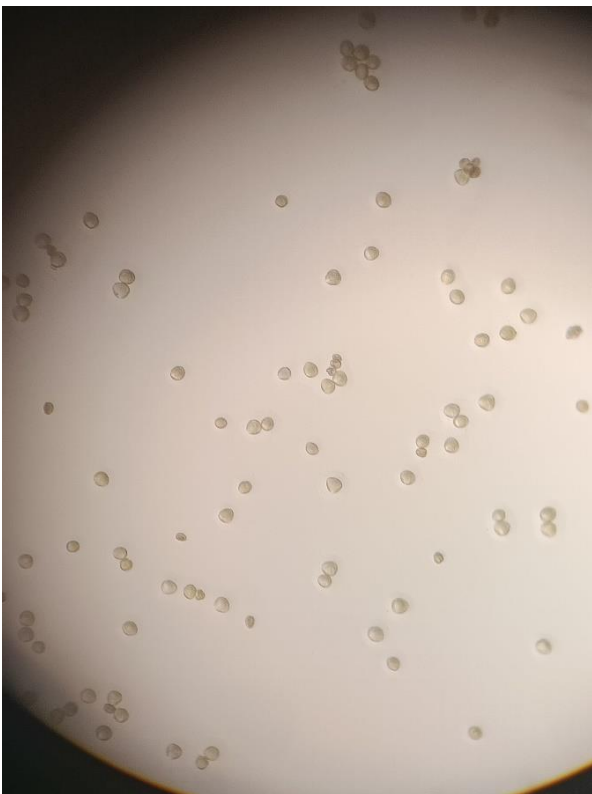
C1 PLAGE 2



C3 PLAGE 1



C3 PLAGE 2



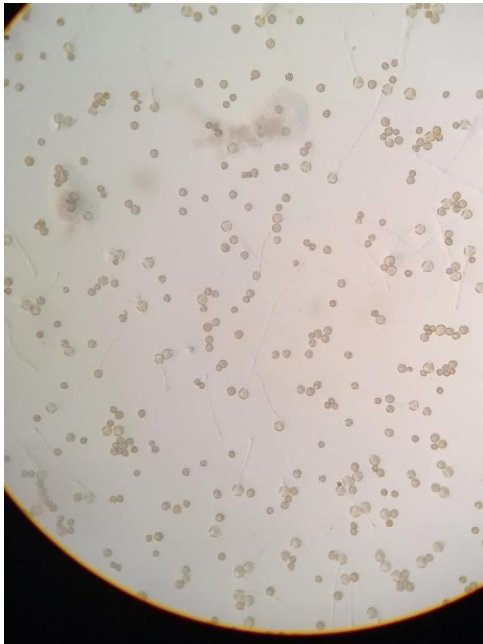
C2 PLAGE 2



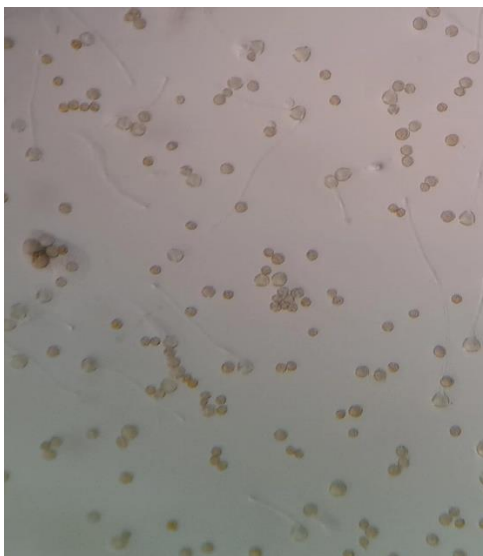
C2 PLAGE1



C2 PLAGE3



A3PLAGE1



A3PLAGE1

N°Feuille	L	l	L/l
A1.1	6,1	1,3	4,7
A1.2	6,8	1,4	4,9
A1.3	6,1	1,5	4,1
A1.4	7	1,5	4,7
A1.5	7	1,3	5,4
A1.6	6,4	1,2	5,3
A1.7	6	1,5	4,0
A1.8	6	1,3	4,6
A1.9	6,5	1,3	5,0
A1.10	6,5	1,3	5,0
A1.11	6,1	1,3	4,7
A1.12	7,7	1,4	5,5
A1.13	7,6	1,6	4,8
A1.14	6	1,5	4,0
A1.15	6,7	1,4	4,8
A1.16	6,2	1,4	4,4
A1.17	5,5	1,4	3,9
A1.18	5,8	1,4	4,1
A1.19	7,1	1,4	5,1
A1.20	6,5	1,3	5,0
A1.21	6,4	1,3	4,9
A1.22	6	1,3	4,6
A1.23	6,8	1,3	5,2
A1.24	7,3	1,5	4,9
A1.25	6,4	1,3	4,9
A1.26	7,7	1,5	5,1
A1.27	7,6	1,5	5,1
A1.28	6	1,6	3,8
A1.29	5,6	1,2	4,7
A1.30	6,2	1,5	4,1
A1.31	7,5	1,6	4,7
A1.32	6,8	1,4	4,9
A1.33	6	1,5	4,0
A1.34	6,2	1,5	4,1
A1.35	7	1,3	5,4
A1.36	6,1	1,4	4,4
A1.37	6,8	1,4	4,9
A1.38	7	1,6	4,4
A1.39	6,9	1,4	4,9
A1.40	6,9	1,5	4,6

Feuilles arbre 1

N°	L	l	L/l
1	6,7	1,3	5,2
2	7,3	1,5	4,9
3	6,4	1,3	4,9
4	6,7	1,5	4,5
5	6,2	1,6	3,9
6	5,4	1,6	3,4
7	6,3	1,5	4,2
8	6	1,4	4,3
9	6,9	1,4	4,9
10	6,1	1,4	4,4
11	6,2	1,6	3,9
12	6,9	1,5	4,6
13	7	1,4	5,0
14	6,1	1,4	4,4
15	6,9	1,4	4,9
16	5,8	1,3	4,5
17	6,5	1,4	4,6
18	5,8	1,2	4,8
19	6,3	1,3	4,8
20	6,6	1,4	4,7
21	6,4	1,4	4,6
22	6,6	1,8	3,7
23	6,2	1,6	3,9
24	7,6	1,7	4,5
25	6,5	1,4	4,6
26	6,5	1,6	4,1
27	6,1	1,4	4,4
28	6,5	1,7	3,8
29	6,4	1,2	5,3
30	6	1,4	4,3
31	6,5	1,6	4,1
32	6,4	1,4	4,6
33	7,4	1,4	5,3
34	5,6	1,3	4,3
35	7,4	1,4	5,3
36	6,2	1,4	4,4
37	6,6	1,3	5,1
38	7,3	1,5	4,9
39	6,7	1,4	4,8
40	7	1,4	5,0

Feuille arbre 2

N°	L	I	L/I
1	6,6	1,4	4,7
2	5,8	1,3	4,5
3	6,8	1,6	4,3
4	6,5	1,3	5,0
5	5,5	1	5,5
6	5,2	1,3	4,0
7	6,4	1,5	4,3
8	6,6	1,2	5,5
9	6,8	1,5	4,5
10	6,4	1,4	4,6
11	5,3	1	5,3
12	5,7	1,4	4,1
13	5,2	1,4	3,7
14	6,5	1,5	4,3
15	6,4	1,2	5,3
16	5,2	1	5,2
17	6	1,4	4,3
18	6,6	1,2	5,5
19	6,9	1,4	4,9
20	6,8	1,3	5,2
21	6,4	1,3	4,9
22	6,2	1,4	4,4
23	6	1,3	4,6
24	6,6	1,4	4,7
25	5,9	1,3	4,5
26	5,8	1,4	4,1
27	5,9	1,3	4,5
28	5,5	1,2	4,6
29	5,5	1,4	3,9
30	5,7	1,1	5,2
31	6,8	1,4	4,9
32	6,9	1,7	4,1
33	6,9	1,1	6,3
34	5,8	1,9	3,1
35	5,9	1,4	4,2
36	5,5	1,2	4,6
37	6,2	1,4	4,4
38	6,4	1,5	4,3
39	6,8	1,9	3,6
40	6,5	1,4	4,6

Feuille arbre 3

N°	L	I	L/I
1	6,3	1,4	4,5
2	6	1	6
3	7,8	1,4	5,6
4	7,3	1,3	5,6
5	5,8	1,3	4,5
6	5,8	1,5	3,9
7	6	1,4	4,3
8	5,9	1,5	3,9
9	6	1,4	4,3
10	5,6	1,3	4,3
11	5,4	1,3	4,2
12	7,9	1,6	4,9
13	7,5	1,5	5
14	7,4	1,3	5,7
15	7,1	1,5	4,7
16	6,4	1,5	4,3
17	6,4	1,1	5,8
18	5,4	1,3	4,2
19	7,9	1,8	4,4
20	6,6	1,4	4,7
21	6	1,5	4
22	5,8	1	5,8
23	5,8	1,2	4,8
24	6	1,3	4,6
25	5,7	1,3	4,4
26	6,8	1,4	4,9
27	6,4	1,4	4,6
28	5,4	1,3	4,2
29	6,8	1,4	4,9
30	6,1	1,3	4,7
31	6,1	1,5	4,1
32	5,1	1,4	3,6
33	5,9	1,3	4,5
34	6,4	1,5	4,3
35	6	1,1	5,5
36	5,9	1,4	4,2
37	6,4	1,4	4,6
38	6,1	1,5	4,1
39	5,7	1,2	4,8
40	6	1,5	4

feuille arbre 4

N°	L	l	L/l
1	6,5	1	6,5
2	5,1	1	5,1
3	5	1	5
4	5,4	1,2	4,5
5	5,4	1,4	3,9
6	4,8	1	4,8
7	4,7	1,2	3,9
8	5,8	1	5,8
9	5,5	1,4	3,9
10	4,8	1	4,8
11	4,4	0,9	4,9
12	5,5	1,2	4,6
13	4,2	0,9	4,7
14	4,5	1,3	3,5
15	4,6	0,8	5,75
16	4,2	0,9	4,7
17	4,7	1	4,7
18	4,8	0,9	5,3
19	4,8	1	4,8
20	4,9	1	4,9
21	4,8	1,2	4
22	4,3	1,1	3,9
23	5	1,2	4,2
24	4,1	1,1	3,7
25	4,9	1	4,9
26	5	1,1	4,5
27	4,7	1,2	3,9
28	4,3	0,9	4,8
29	4,1	1,4	2,9
30	5	1	5
31	5,1	0,9	5,7
32	5	1	5
33	4,6	1,2	3,8
34	4,3	1,1	3,9
35	4,5	1,1	4,1
36	5,5	1,2	4,6
37	4,5	1,1	4,1
38	5	1,2	4,2
39	4,8	1,2	4
40	5	1,3	3,8

Feuille arbre 5

N°	L	l	L/l
1	6,5	1,2	5,4
2	5,6	1,1	5,1
3	5,6	1,2	4,7
4	6,8	1,4	4,9
5	7,7	1,3	5,9
6	7	1,4	5,0
7	6,8	1,3	5,2
8	7	1,2	5,8
9	6,8	1,3	5,2
10	7	1,4	5,0
11	6,7	1,3	5,2
12	5,7	1,3	4,4
13	6,6	1,3	5,1
14	7	1,5	4,7
15	6,9	1,4	4,9
16	7,1	1,3	5,5
17	6,7	1,4	4,8
18	6,8	1,4	4,9
19	6	1,3	4,6
20	6,5	1,4	4,6
21	7,1	1,4	5,1
22	6,8	1,5	4,5
23	6,6	1,3	5,1
24	6,7	1,4	4,8
25	7	1,3	5,4
26	6,7	1,2	5,6
27	7,3	1,5	4,9
28	6,7	1,4	4,8
29	6,7	1,5	4,5
30	6,5	1,2	5,4
31	6,1	1	6,1
32	6,3	1,3	4,8
33	6	1,4	4,3
34	6,6	1,4	4,7
35	6,1	1,3	4,7
36	6,1	1,3	4,7
37	5,7	1,4	4,1
38	6	1,7	3,5
39	6	1,3	4,6
40	5,8	1,2	4,8

feuille arbre 6

N°I	L	étage	N,F,A	N.F.T	TAUX	*100	T
1	2	4	1	7	0,14	100	14,29
2	2,5	3	2	5	0,40	100	40,00
3	3	5	1	9	0,11	100	11,11
4	3	5	2	9	0,22	100	22,22
5	2	3	2	5	0,40	100	40,00
6	3	4	1	7	0,14	100	14,29
7	3,5	4	3	7	0,43	100	42,86
8	2,5	4	6	6	1,00	100	100,00
9	2,5	4	0	7	0,00	100	0,00
10	3,5	3	2	5	0,40	100	40,00
11	3,8	4	2	7	0,29	100	28,57
12	3	5	2	7	0,29	100	28,57
13	3,1	4	5	6	0,83	100	83,33
14	3	4	2	7	0,29	100	28,57

Taux d'avortement de l'ovaire arbre 1

	L	éage	N,F,A	N,F,T	taux	*100	T
1	1,9	4	1	7	0,14	100	14,29
2	2,2	5	3	9	0,33	100	33,33
3	2	5	3	9	0,33	100	33,33
4	1,9	4	4	9	0,44	100	44,44
5	1,5	5	4	9	0,44	100	44,44
6	2	5	9	9	1,00	100	100,00
7	1,9	5	5	9	0,56	100	55,56
8	2	4	3	9	0,33	100	33,33
9	1,9	5	2	7	0,29	100	28,57
10	2,2	5	1	9	0,11	100	11,11
11	2,2	4	3	9	0,33	100	33,33
12	1,4	4	1	7	0,14	100	14,29
13	1	4	7	7	1,00	100	100,00
14	1,6	4	5	7	0,71	100	71,43

Taux d'avortement arbre 2

N°	L	étage	N. f.avor	n.F.Total	taux	*100	TOTALE
1	1,3	4	7	7	1,00	100	100,00
2	1,8	5	10	13	0,77	100	76,92
3	1,9	5	5	13	0,38	100	38,46
4	2,2	5	5	12	0,42	100	41,67
5	1,6	5	3	9	0,33	100	33,33
6	1,5	5	4	10	0,40	100	40,00
7	1,4	4	6	11	0,55	100	54,55
8	1,8	5	5	9	0,56	100	55,56
9	1,3	4	3	9	0,33	100	33,33
10	2,2	5	5	10	0,50	100	50,00
11	2	5	1	9	0,11	100	11,11
12	1,9	5	7	12	0,58	100	58,33
13	1,7	5	7	11	0,64	100	63,64
14	1,3	4	7	7	1,00	100	100,00

Taux d'avortement arbre 6

N°inflore	L	N°étage	N°F.AVORTE	N°F.T	TAUX		
1	1,6	4	0	7	0	100	0
2	1,4	4	3	7	0,43	100	42,86
3	2,1	5	5	12	0,42	100	41,67
4	2,3	5	4	9	0,44	100	44,44
5	2	5	7	12	0,58	100	58,33
6	1,5	4	3	7	0,43	100	42,86
7	1,6	4	4	7	0,57	100	57,14
8	1,5	4	8	11	0,73	100	72,73
9	1,2	3	6	6	1,00	100	100,00
10	1,4	3	0	5	0,0	100	0,00
11	1,9	5	7	12	0,58	100	58,33
12	2,3	5	5	13	0,38	100	38,46
13	2,1	5	4	13	0,31	100	30,77
14	2	5	6	11	0,55	100	54,55

Taux d'avortement arbre 7

	L	étage	N.F.A	N.F.T	taux	*100	t
1	2,4	7	9	14	0,64	100	64,29
2	1,5	4	0	8	0,00	100	0,00
3	3,3	5	7	9	0,78	100	77,78
4	1,8	5	11	11	1,00	100	100,00
5	1,4	4	6	7	0,86	100	85,71
6	1,8	4	2	7	0,29	100	28,57
7	1,4	4	4	10	0,40	100	40,00
8	1,3	4	5	9	0,56	100	55,56
9	1	4	7	11	0,64	100	63,64
10	0,9	4	7	7	1,00	100	100,00
11	1	3	5	11	0,45	100	45,45
12	1,6	5	6	9	0,67	100	66,67
13	1,7	4	5	5	1,00	100	100,00
14	1,8	5	9	9	1,00	100	100,00

Taux d'avortement arbre 8

Taux de nouaison :

arbre	Couleur	N.Fruit	N.INFLO	N.M.F/I	N.FLEURS	TAUX %
1	rouge	45	22	7,57	166,54	27,02
	orange	44	24	7,57	181,68	24,22
	blanc	34	15	7,57	113,55	29,94
2	rouge	37	16	8,57	137,12	26,98
	orange	39	14	8,57	119,98	32,51
	blanc	41	16	8,57	137,12	29,90
3	rouge	38	17	10,29	174,93	21,72
	orange	22	18	10,29	185,22	11,88
	blanc	42	13	10,29	133,77	31,40
4	rouge	38	16	9,14	146,24	25,98
	orange	18	6	9,14	54,84	32,82
	blanc	34	10	9,14	91,4	37,20
5	rouge	38	14	9	126	30,16
	orange	52	27	9	243	21,40
	blanc	47	22	9	198	23,74
6	rouge	28	17	9	153	18,30
	orange	31	17	9	153	20,26
	blanc	34	21	9	189	17,99
7	rouge	33	14	8,71	121,94	27,06
	orange	30	15	8,71	130,65	22,96
	blanc	34	16	8,71	139,36	24,40
8	rouge	40	23	9,57	220,11	18,17
	orange	57	30	9,57	287,1	19,85
	blanc	18	8	9,57	76,56	23,51
9	rouge	32	21	9,14	191,94	16,67
	orange	29	14	9,14	127,96	22,66
	blanc	32	11	9,14	100,54	31,83
10	rouge	34	11	9,5	104,5	32,54
	orange	30	11	9,5	104,5	28,71
	blanc	43	24	9,5	228	18,86

Résumé

Ce travail porte sur l'étude de la variabilité génétique de l'olivier (*Olea europaea L.*), une espèce fruitière emblématique du bassin méditerranéen, essentielle sur les plans économiques, écologiques et culturels. L'objectif principal de cette recherche est de caractériser les oliviers cultivés dans la région de **Naciria (wilaya de Boumerdès)**, en combinant des approches **morphologiques** et **biologiques** pour évaluer leur diversité et comprendre leurs mécanismes de reproduction.

L'étude s'est appuyée sur des **observations morphologiques** (longueur et largeur des feuilles, rapport L/l), des **analyses biométriques des inflorescences** (nombre d'étages floraux, longueur, nombre moyen de fleurs, taux d'avortement ovarien) et des **tests de germination in vitro du pollen** pour estimer la viabilité pollinique.

Les résultats ont révélé une **forte homogénéité morphologique** entre les arbres étudiés, suggérant qu'ils appartiennent probablement à la **variété locale 'Chemlal'**, connue pour son **auto-stérilité**, nécessitant donc une **pollinisation croisée** pour assurer la fructification. La pollinisation libre a permis la nouaison, confirmant l'intervention du **pollen exogène anémophile (transporté par le vent)**.

Ainsi, cette étude met en évidence l'importance de la **diversité génétique locale** et la nécessité de **programmes de conservation et d'amélioration** variétale pour valoriser le patrimoine oléicole algérien, particulièrement dans la région centre du pays.

Mot clés : Olivier, variabilité génétique, pollinisation et variétés .